

ผลของการใช้น้ำของพืชที่มีต่อการเกิดดินเค็ม  
ในอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา



นางสาวภาษิตา ทุนศิริ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**EFFECT OF WATER CONSUMPTIVE USE BY PLANTS ON SOIL SALINIZATION  
IN AMPHOE KHAM THALE SO , NAKHON RATCHASIMA PROVINCE**



**Miss Phasita Toonsiri**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science**

**(Interdisciplinary Program)**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

**Academic Year 2006**

**Copyright of Chulalongkorn University**

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้น้ำของพืชที่มีต่อการเกิดดินเค็ม ในอำเภอบางละมุง  
จังหวัดนครราชสีมา  
โดย นางสาว ภาวิดา ทุ่นศิริ  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สุภิชัย ตั้งใจตรง  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. อรุณี ยูวะนิคม

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... *ดร. บัณฑิตวิทยาลัย* ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ติงศภัทย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... *ดร. อัจฉราพร สุนทรสาร* ..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. อัจฉราพร สุนทรสาร)

..... *ดร. สุภิชัย ตั้งใจตรง* ..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์ ดร. สุภิชัย ตั้งใจตรง)

..... *ดร. อรุณี ยูวะนิคม* ..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร. อรุณี ยูวะนิคม)

..... *ดร. บัณฑิต อนุรักษ์* ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต อนุรักษ์)

..... *ดร. ปองศักดิ์ พงษ์ประยูร* ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปองศักดิ์ พงษ์ประยูร)

ภามิตา ทุนศิริ: ผลของการใช้น้ำของพืชที่มีต่อการเกิดดินเค็ม ในอำเภอกาฬมทะเลสอ  
จังหวัดนครราชสีมา (EFFECT OF WATER CONSUMPTIVE USE BY PLANTS ON SOIL  
SALINIZATION IN AMPHOE KHAM THALE SO , NAKHON RATCHASIMA PROVINCE)  
อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: ดร. อรุณี ยูวะนิยม,  
131 หน้า

จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETo) สัมประสิทธิ์  
ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) และระดับน้ำใต้ดิน กับการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธี  
การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) จะได้ว่า (1) เมื่อพิจารณา  
ความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย พบว่า ระดับน้ำใต้ดินเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติต่อระดับ  
การเกิดดินเค็มมากที่สุด รองลงมาคือสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช สำหรับปริมาณ  
การคายระเหยของพืชอ้างอิง ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติกับระดับการเกิดดินเค็ม  
โดยอธิบายได้ว่าเมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น 1 เมตร ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็ม  
ระดับที่ 1 (บริเวณที่มีเกลือมากที่สุด) 2 (บริเวณที่มีเกลือมาก) และ 3 (บริเวณที่มีเกลือปานกลาง) จะลดลง  
0.324 – 0.640 เท่า ของความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 (บริเวณที่ไม่เกิดดินเค็ม) แต่ความน่า  
จะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่มีเกลือน้อย) จะเพิ่มขึ้น 1.472 เท่า ของความน่าจะเป็นในการ  
เกิดดินเค็มระดับที่ 5 (2) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย พบว่า อิทธิพลร่วม  
ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง หรือการใช้น้ำ  
ของพืช ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับระดับการเกิดดินเค็ม และอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย ไม่สามารถ  
สรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติสอดคล้องกับระดับการเกิดดินเค็ม ยกเว้นความสัมพันธ์ของอิทธิพล  
ร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ  
สอดคล้องกับระดับการเกิดดินเค็ม โดยอธิบายได้ว่าเมื่ออิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำ  
สำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 จะ  
ลดลง 0.207 – 0.553 เท่า ของความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 และความน่าจะเป็นในการเกิดดิน  
เค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น 1.630 เท่า

จากการวิเคราะห์เพื่อหาสมการสำหรับคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็ม พบว่าสมการ  
ที่เหมาะสมได้มาจากความสัมพันธ์ของ ลักษณะของพื้นที่ (พื้นที่ลุ่มและพื้นที่ดอน) ระดับน้ำใต้ดิน และ  
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) ซึ่งสามารถคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็ม  
ระดับต่างๆ ได้ถูกต้อง 68.45 เปอร์เซ็นต์

สาขาวิชา..... วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม..... ลายมือชื่ออนิสิต..... ภามิตา ทุนศิริ.....

ปีการศึกษา..... 2549..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ. อ. น. บ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... อ. อ. น. บ.....

# # 4789122420 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORDS : WATER CONSUMPTIVE USE / SOIL SALINIZATION

PHASITA TOONSIRI : EFFECT OF WATER CONSUMPTIVE USE BY PLANTS ON SOIL SALINIZATION IN AMPHOE KHAM THALE SO, NAKHON RATCHASIMA PROVINCE.

THESIS ADVISOR: SUPICHAJ THANGJAITONG, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: ARUNEE YUVANIYAMA, Ph.D., 131 pp.

This study examined and analysed the relationship between reference crop evapotranspiration (ET<sub>o</sub>), crop coefficient (K<sub>c</sub>), groundwater level and soil salinization levels by means of multinomial logistic regression. (1) The study of relationship between each factor and soil salinization levels found that the groundwater level shows the most statistical relationship with soil salinization levels following by crop coefficient. However, it can not be concluded that the statistical relationship of reference crop evapotranspiration relates to soil salinization levels. Moreover, the study also discovered that if 1 meter groundwater level increases, the probability of soil salinization level 1 (strong saline area), 2 (strong to moderate saline area) and 3 (moderate to slight saline area) will decrease 0.324-0.640 times of the probability of soil salinization level 5 (salt free area) but the probability of soil salinization level 4 (slight saline area) will increase 1.472 times of the probability of soil salinization level 5. (2) The study of relationship between the interaction of factors and soil salinization levels discovered that the interaction between reference crop evapotranspiration and crop coefficient (water consumptive use) does not have the statistical relationship with soil salinization levels. Similarly, it can not be concluded that the statistical relationship of interaction of factors relate to soil salinization levels. However, the interaction of crop coefficient and groundwater level has statistical relationship with soil salinization levels. Furthermore, the findings also revealed that if the interaction of crop coefficient and groundwater level increases by 1 unit, the probability of soil salinization levels 1, 2 and 3 will decrease 0.207-0.553 times of the probability of soil salinization level 5, but the probability of soil salinization level 4 will increase 1.630 times of the probability of soil salinization level 5.

Ultimately, the study found that the suitable mathematical model which generated from upper land and low land, groundwater level and total dissolved solid (TDS) can predict the probability of soil salinization levels with 68.45% accuracy.

Field of study..... Environmental Science..... Student's signature..... Phasita Toonsiri  
 Academic year..... 2006..... Advisor's signature..... Supichai Thangjaitong  
 Co-advisor's signature..... Arunee Yuvaniyama

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีของ อาจารย์ ดร. สุภิชัย ตั้งใจตรง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. อรุณี ยูวะนิยม อาจารย์ที่ปรึกษา ร่วมของการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านทั้งสองได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และให้โอกาส ลูกศิษย์ได้ศึกษาในเรื่องที่สนใจ จนมีผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ยัง ได้กรุณาให้แนวคิด คำแนะนำต่างๆ ตลอดจนทักเษะในการทำงาน อันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อศิษย์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. อาจอง ประทัดสุนทรสาร ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็น ประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปองศักดิ์ พงษ์ประยูร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต อนุรักษ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจรายละเอียดต่างๆ ในวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณยุททชัย อนุรักติพันธุ์ และคุณพงศ์ธร เพ็ชรพิทักษ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา จากประสบการณ์เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่ กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และ หน่วยงานราชการต่างๆ ที่ช่วยเหลือเพื่อข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

ท้ายสุดขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ รวมทั้งครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ ให้ คำปรึกษา ให้โอกาส และสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างอย่างดียิ่งเสมอมา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 สมมติฐาน.....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การใช้น้ำของพืช.....	4
2.2 ดินเค็ม.....	10
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำใต้ดิน การใช้น้ำของพืช และการเกิดดินเค็ม.....	18
2.4 การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression analysis).....	21
2.5 ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
3 พื้นที่ศึกษา	
3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต.....	27
3.2 ภูมิประเทศ.....	27
3.3 ภูมิอากาศ.....	27
3.4 ธรณีวิทยา.....	29
3.5 แหล่งน้ำ.....	29
3.6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	30
3.7 กลุ่มชุดดิน.....	30
3.8 ดินเค็ม.....	34

4	วิธีการศึกษา	
4.1	แนวคิดในการศึกษา.....	43
4.2	ขั้นตอนการศึกษา.....	45
4.3	อุปกรณ์ในการศึกษา.....	59
5	ผลและอภิปรายผลการศึกษา	
5.1	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยกับการเกิดดินเค็ม.....	73
5.2	แผนที่แสดงการแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549.....	94
5.3	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2549.....	96
5.4	การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็ม ระดับต่างๆ .....	98
5.5	ผลการตรวจสอบความถูกต้อง.....	99
5.6	ผลการประเมินความถูกต้อง.....	101
6	สรุปและข้อเสนอแนะ	
6.1	สรุปผลการศึกษา.....	106
6.2	ข้อเสนอแนะ.....	108
	รายการอ้างอิง.....	110
	ภาคผนวก .....	118
	ภาคผนวก ก.....	119
	ภาคผนวก ข.....	127
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	131



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4-1	45
4-2	52
4-3	54
5-1	78
5-2	79
5-3	82
5-4	84
5-5	86
5-6	88
5-7	91
5-8	94
5-9	96
5-10	100
5-11	100

ตารางที่	หน้า
5-12 การเปรียบเทียบผลระหว่างระดับดินเค็ม พ.ศ. 2549 จากสมการกับ แผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549.....	101
5-13 ความถูกต้องของการคาดการณ์ระดับดินเค็ม พ.ศ. 2549 จากสมการ.....	102
5-14 การเปรียบเทียบผลระหว่างระดับดินเค็ม พ.ศ. 2549 จากสมการกับ แผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549 (เมื่อเพิ่มปัจจัย).....	104
5-15 ความถูกต้องของการคาดการณ์ระดับดินเค็ม พ.ศ. 2549 จากสมการ (เมื่อเพิ่มปัจจัย).....	104



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช.....	4
2-2 กลไกการเกิดดินเค็ม.....	12
2-3 การเปรียบเทียบปริมาณคราบเกลือบนผิวดินและลักษณะที่ปรากฏในพื้นที่จริง.....	16
2-4 ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อระดับน้ำใต้ดิน.....	20
3-1 ข้อมูลภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2516-พ.ศ.2548.....	28
3-2 แผนที่แสดงที่ตั้งและอาณาเขตพื้นที่ศึกษา.....	35
3-3 แผนที่แสดงช่วงชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา.....	36
3-4 แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา.....	37
3-5 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา.....	38
3-6 แผนที่แสดงพื้นที่ชลประทานและตำแหน่งที่ตั้งโครงการชลประทานในพื้นที่ศึกษา.....	39
3-7 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา.....	40
3-8 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดินในพื้นที่ศึกษา.....	41
3-9 แผนที่แสดงระดับดินเค็มในพื้นที่ศึกษา.....	42
4-1 ขั้นตอนการศึกษา.....	44
4-2 แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยา.....	60
4-3 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	61
4-4 แผนที่แสดงการจำแนกกลุ่มชุดดิน.....	62
4-5 แผนที่แสดงระดับการแพร่กระจายของดินเค็ม.....	63
4-6 แผนที่แสดงระดับน้ำใต้ดิน.....	64
4-7 แผนที่แสดงปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET <sub>o</sub> ) ฤดูแล้ง เฉลี่ย 30 ปี.....	65
4-8 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนของฤดูแล้ง เฉลี่ย 30 ปี.....	66
4-9 แผนที่แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) (กรมทรัพยากรธรณี).....	67
4-10 แผนที่แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) (การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่).....	68
4-11 แผนที่แสดงพื้นที่ชลประทาน.....	69
4-12 แผนที่แสดงช่วงชั้นความสูงของพื้นที่.....	70
4-13 แผนที่แสดงชนิดของเนื้อดิน.....	71
4-14 แผนที่แสดงการซาบซึมน้ำของดิน.....	72

5-1	ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัยกับ ระดับการเกิดดินเค็ม ด้วยวิธี การวิเคราะห์ถดถอย โลจิสติกพหุวิภาค.....	93
5-2	แผนที่แสดงการแพร่กระจายของกราบเกลือ พ.ศ. 2549 ของพื้นที่ศึกษา.....	95
5-3	แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2549 ของพื้นที่ศึกษา.....	97



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัญหาดินเค็มเป็นปัญหาที่ทำให้ผลผลิตอาหาร โลกลดลง ซึ่งเกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีภูมิอากาศแบบแห้งแล้ง (arid) และกึ่งแห้งแล้ง (semi arid) แต่ก็พบในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (humid) และกึ่งร้อนชื้น (semi humid) บ้าง โดยดินเค็มที่ปรากฏขึ้นเป็นผลเนื่องจากความไม่สมดุลของสภาพแวดล้อม และอุทกวิทยา

ในประเทศไทยพบว่า พื้นที่ดินเค็มได้เกิดเพิ่มขึ้นในพื้นที่ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากโครงสร้างทางธรณีวิทยาและความไม่สมดุลของสภาพแวดล้อม ทำให้การสะสมเกลือในบริเวณผิวดินมีปริมาณมากกว่าเกลือที่ถูกชะล้างออกไปจากดิน

ปัญหาดินเค็มเป็นอีกหนึ่งปัญหาที่มีความสำคัญ ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ ของประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่อาศัยในพื้นที่ที่เกิดปัญหาดินเค็ม เนื่องจากดินเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชในพื้นที่เกษตร ทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชลดลงและไม่เพียงพอต่อการดำรงชีพ ก่อให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อหาที่ทำกินใหม่เพิ่มขึ้น ตลอดจนถึงการอพยพเข้ามาหางานทำในเมืองของเกษตรกร หากไม่เร่งแก้ไขหรือป้องกันปัญหาดินเค็มกับการแพร่กระจายที่เพิ่มขึ้น พื้นที่และผลผลิตทางการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะยิ่งลดน้อยลง

สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ดินเค็มระดับต่างๆ 17.8 ล้านไร่ หรือ 16.87 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมีพื้นที่ที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายดินเค็ม 19.4 ล้านไร่ หรือ 18.38 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีต้นกำเนิดจากเกลือหินในหมวดหินมหาสารคาม และน้ำใต้ดินที่เค็มที่อยู่ต้นเป็นตัวแพร่เกลือสู่ผิวดิน โดยแรงดึงแคพิลลารี (capillary force) นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินและการประกอบกิจกรรมบางประเภทที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ยังเป็นตัวเร่งให้เกิดการแพร่กระจายดินเค็มอีกด้วย เช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่บริเวณโดมเกลือ การใช้

ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรมที่ไม่เหมาะสม โดยหากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าที่อยู่ในบริเวณพื้นที่รับน้ำ (recharge area) เป็นการปลูกพืชระบบรากตื้นใช้น้ำน้อย จะทำให้มีการเติมน้ำลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ส่งผลให้เกิดการยกตัวของระดับน้ำใต้ดินหากน้ำใต้ดินเค็ม จะเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิด การแพร่กระจาย และเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของดินเค็ม

จากปัญหาข้างต้นจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญของการปลูกพืชและการใช้น้ำของพืช ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิด การแพร่กระจาย และเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของดินเค็มในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการใช้น้ำของพืชกับการเกิดดินเค็มให้มีความเข้าใจยิ่งขึ้น โดยประยุกต์เอาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอันได้แก่ ความรู้ทางด้านสถิติในการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) การประมวลผลเชิงพื้นที่ (spatial analysis) และเทคนิคด้านการสำรวจระยะไกล (remote sensing) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ แล้วนำผลที่ได้มาใช้สนับสนุนการกำหนดแนวทางการจัดการปัญหาดินเค็มต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) และระดับน้ำใต้ดิน กับการเกิดดินเค็ม

## 1.3 สมมติฐาน

สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) และระดับน้ำใต้ดิน มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดดินเค็ม ในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

### 1.4.1 พื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา

1.4.2 การศึกษาจะเน้นเรื่องการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา ได้แก่ สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) และระดับน้ำใต้ดิน

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการดินเค็ม

1.5.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม  
ในพื้นที่ดินเค็ม



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

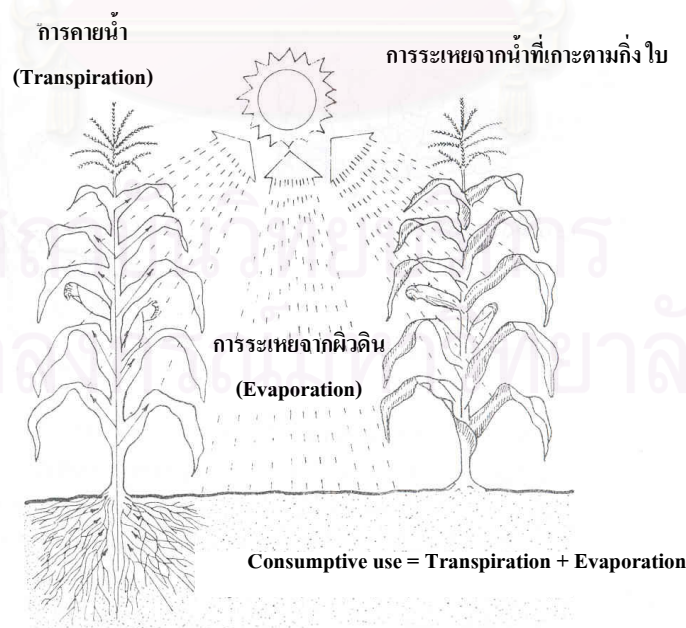
#### 2.1 การใช้น้ำของพืช

##### 2.1.1 คำจำกัดความ

ปริมาณการใช้น้ำของพืช (consumptive use หรือ evapotranspiration) เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียดังกล่าวจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ปริมาณดังกล่าวนี้ประกอบขึ้นด้วยส่วนใหญ่ๆ 2 ส่วน (วิบูลย์ บุญยชโรกุล, 2526) แสดงดังภาพที่ 2-1 คือ

1) ปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดิน นำไปใช้สร้างเซลล์และเนื้อเยื่อแล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า การคายน้ำ (transpiration)

2) ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะที่ให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบเนื่องจากฝนหรือการให้น้ำ ซึ่งเรียกว่า การระเหย (evaporation)



ภาพที่ 2-1 การใช้น้ำของพืช

ที่มา: วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)



### 2.1.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช

องค์ประกอบที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช สามารถสรุปได้ว่าปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 4 อย่าง คือ

- 1) สภาพภูมิอากาศรอบๆ ต้นพืช ซึ่งได้แก่พลังความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ หรือรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ และความเร็วลม เป็นต้น
- 2) พืช ซึ่งได้แก่ชนิดและอายุของพืช พืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำแตกต่างกัน สำหรับพืชชนิดเดียวกัน การใช้น้ำจะน้อยเมื่อเริ่มปลูกและจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมากที่สุดเมื่อถึงวัยขยายพันธุ์ซึ่งพืชโตเต็มที่ จากนั้นจะค่อยๆ ลดลง
- 3) ดิน ซึ่งได้แก่จำนวนความชื้นในดิน เนื้อดิน ความสามารถอุ้มน้ำไว้ให้พืชใช้ได้ ความเข้มข้นของเกลือในดินหรือสารที่เป็นพิษอย่างอื่น เป็นต้น
- 4) องค์ประกอบอื่นๆ เช่น วิธีการให้น้ำแก่พืชและความลึกที่ให้แต่ละครั้ง ฤดูกาล เพาะปลูก การไถพรวนดิน การคลุมดิน เป็นต้น

### 2.1.3 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช (consumptive use or evapotranspiration: ET) ในความเป็นจริงแล้วสามารถทำการตรวจวัดได้โดยตรง เช่น จากแปลงทดลองและจากถังวัดปริมาณการใช้น้ำ (lysimeter) ซึ่งให้ผลที่ถูกต้อง แต่มีปัญหาในทางปฏิบัติ คือ ไม่สามารถนำผลไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูกแหล่งอื่นๆ ที่ไม่มีเครื่องมือชนิดนี้หรือพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไปได้ ประกอบกับการตรวจวัดต้องใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง (ดิเรก ทองอร่าม, 2529) ดังนั้นในทางปฏิบัติ การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชในสถานที่ใดหรือจังหวัดใดนั้น สามารถหาได้โดยการใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงหรือปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration: ETo) ซึ่งได้จากการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นนั้นๆ นำมาคำนวณโดยใช้สูตรหรือวิธีการที่ออกแบบมาสำหรับการคำนวณหาโดยเฉพาะ นำไปคูณกับค่าสัมประสิทธิ์พืชหรือค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (crop coefficient: Kc) ที่ต้องการจะปลูกหรือต้องการทราบค่าปริมาณการใช้น้ำ ก็จะได้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นๆ

ณ สถานที่ตามต้องการ (โอสถ ชาญเวช และ ชีระพล ตั้งสมบุญ, 2543) ดังสมการที่ (1) (กรมชลประทาน, 2546)

$$ET = ETo \times Kc \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ	ET	=	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ความลึกของน้ำ/เวลา) (consumptive use or evapotranspiration)
	ETo	=	ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration)
	Kc	=	ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (ความลึกของน้ำ/เวลา) (crop coefficient)

#### 2.1.4 องค์ประกอบในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

องค์ประกอบในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETo) และค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) (ดิเรก ทองอร่าม, 2529; โอสถ ชาญเวช และ ชีระพล ตั้งสมบุญ, 2543) มีรายละเอียดดังนี้

1) ปริมาณการใช้น้ำของพืช หรือ การคายระเหยน้ำของพืช (consumptive use or crop evapotranspiration: ET ) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริงๆ รวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียน้ำไปจากแปลงปลูก โดยขบวนการคายน้ำของพืชและการระเหย มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลา หรือ ปริมาตรของน้ำ/หน่วยเวลา/หน่วยพื้นที่ เช่น มิลลิเมตร/วัน

2) ปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการคำนวณจากข้อมูลทางภูมิอากาศ (potential evapotranspiration: ETp) หรือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง หรือ ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration: ETo) แม้ว่าการหาปริมาณการใช้น้ำโดยการวัดโดยตรง เช่น การวัดจากถังวัดปริมาณการใช้น้ำ (lysimeter) จะให้ผลละเอียดถูกต้องดี แต่มีปัญหาอยู่ที่ว่าไม่สามารถนำผลการตรวจวัดไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูกแห่งอื่นๆ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันออกไป ประกอบกับการตรวจวัดต้องใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง และเนื่องจากปริมาณการใช้น้ำของพืชนั้น ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับลักษณะสภาพของภูมิอากาศ จึงได้มีการคิดสูตรหรือวิธีการหาปริมาณ

การใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลทางภูมิอากาศขึ้นมาหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็พยายามคิดสูตรที่ให้ผลจากการคำนวณใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยสูตรหรือวิธีการคิดคำนวณที่ปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ วิธี E-pan วิธี Modified Penman และวิธี Penman Monteith เป็นต้น

3) ค่าสัมประสิทธิ์พืช หรือ ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (crop coefficient: Kc) หมายถึง ค่าคงที่ของพืชที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ทำการทดลองและตรวจวัดได้จากถังวัดการใช้น้ำของพืช (lysimeter) กับผลการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) จากสูตรใดสูตรหนึ่ง โดยอยู่ในรูปดังสมการที่ (2)

$$Kc = ET / ET_o \quad \dots\dots\dots (2)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้งานในด้านชลประทานและการเกษตร ในกรณีที่ต้องการปลูกพืชในท้องถิ่นอื่นที่ยังไม่มีการทำการทดลองหาปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นมาก่อนเลย เมื่อต้องการทราบก็สามารถนำค่า Kc มาคำนวณหาค่า ET ร่วมกับค่า ET<sub>o</sub> ที่ได้จากข้อมูลของสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นนั้นได้

สิ่งสำคัญที่สุดของการนำค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชไปใช้งานคือ Kc ของพืชแต่ละชนิดได้จากการคำนวณสูตรหลายค่าด้วยกัน ดังนั้นก่อนนำค่า Kc ไปใช้งานต้องตรวจสอบเสียก่อนว่าเป็นค่า Kc ของสูตรใด เพื่อจะได้หาค่า ET<sub>o</sub> ของสูตรนั้นมาใช้เพื่อค่า ET ที่ถูกต้องและนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่าที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและช่วงการเจริญเติบโตของพืชและสูตรที่ใช้ในการคำนวณหา ET<sub>o</sub> เป็นสำคัญ

ในปัจจุบันมีสูตรหรือวิธีการต่างๆ สำหรับใช้คำนวณหาปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงและค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชอยู่มาก ซึ่งแต่ละสูตรที่ใช้คำนวณนั้นมีตั้งแต่สูตรเอมพิริคัลอย่างง่าย ๆ ที่ต้องการข้อมูลเพียงอย่างเดียวหรือสองอย่าง ไปจนกระทั่งถึงสูตรที่มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนและต้องการข้อมูลหลายอย่างและมีการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อนมาก อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นว่าสูตรที่ยุ่งยากและต้องการข้อมูลหลายๆ อย่างจะให้ค่าถูกต้องดีกว่าสูตรง่ายๆ เสมอไป การที่จะเลือกใช้สูตรใดสูตรหนึ่งมาคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ต้องการนั้นจะต้องพิจารณาจากลักษณะของงาน ความละเอียดถูกต้องที่ต้องการ ข้อมูลที่มีอยู่แล้ว และเครื่องมือเครื่องใช้ที่จะนำมาใช้ตรวจวัด เพื่อให้สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชเป็นอย่างดี

สูตรที่ได้รับความนิยมเป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายสำหรับใช้คำนวณหาปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงนั้น ส่วนใหญ่เป็นวิธีการที่ Food and Agriculture Organization (FAO) ให้การยอมรับและนำมาเผยแพร่ สำหรับวิธีการที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยทั่วไปมีอยู่ด้วยกันหลายสูตร ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีและเป็นที่ยอมรับ ได้แก่ วิธี E-pan วิธี Blaney-Criddle วิธี Thornthwaite วิธี Radiation วิธี Hargreaves และวิธีของ Penman เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงสูตรที่พัฒนาขึ้นมาใหม่โดยอาศัยพื้นฐานจากวิธีการของ Penman เช่น วิธี Modified Penman และ วิธี Penman-Monteith เป็นต้น (Smith, 1990 อ้างถึงใน โอสถ ชาญเวชช์ และ ชีระพล ตั้งสมบุญ, 2543)

จากการทดลองโดยใช้วิธีการของ Penman กับวิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่า สำหรับประเทศไทยและจากรายงานในที่ต่างๆ ทั่วโลก ปรากฏว่าวิธีการของ Penman และวิธีการอื่นๆ ในตระกูล Penman ให้ผลการคำนวณที่ได้ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้ดีกว่าสูตรอื่นๆ ทั้งนี้ ยกเว้นกับวิธีการที่คิดขึ้นมาเพื่อใช้งานสำหรับท้องถิ่นนั้นๆ โดยเฉพาะ ทั้งนี้เป็นเพราะวิธีการของ Penman ได้รวบรวมองค์ประกอบต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการใช้งานของพืชมารวมไว้อย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความยาวนานของชั่วโมงแสงแดด รังสีดวงอาทิตย์ ฯลฯ รวมถึงข้อมูลที่สำคัญของสภาพภูมิประเทศด้วย นอกจากนี้การพัฒนาวิธีการต่างๆ ก็ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับกันมากกว่าวิธีการอื่น (โอสถ ชาญเวชช์ และ ชีระพล ตั้งสมบุญ, 2543)

ในปี ค.ศ. 1990 Food and Agriculture Organization (FAO) ได้เสนอวิธี Penman-Monteith เป็นมาตรฐานสำหรับคำนวณหาปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง เนื่องจากเป็นวิธีการที่ได้มีการทดลองประยุกต์ใช้ในหลายๆ พื้นที่ จนเป็นที่ยอมรับว่าให้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดวิธีหนึ่ง (สายสุนีย์ พุทธาคุณเจริญ, 2546)

นอกจากนี้ พันธุ์ทิพย์ พืชมงคล (2542) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง ที่คำนวณจากสูตรในกลุ่มของ Penman 3 สูตร คือ สูตร FAO-Penman สูตร Penman 1963 และสูตร Penman-Monteith กับค่าที่วัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืช พบว่า สูตร Penman-Monteith มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากถังวัดการใช้น้ำมากที่สุด รองลงมาได้แก่ สูตร FAO-Penman และสูตร Penman 1963

## 2.1.5 วิธีการคำนวณหาปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงด้วยสมการ Penman-Monteith (Smith, 1990 อ้างถึงใน โอสด ชาญเวช และ ชีระพล ตั้งสมบูรณ์, 2543)

ข้อมูลที่ต้องการ

- 1) พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง เส้นแวง ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- 2) อุณหภูมิของอากาศ (สูงสุด ต่ำสุด เฉลี่ย)
- 3) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย)
- 4) ความเร็วลมผิวดินหรือที่ระดับ 2.00 เมตร (เฉลี่ย)
- 5) จำนวนชั่วโมงแสงแดด หรือค่าความครึ้มของเมฆ (เฉลี่ย)

สมการ Penman-Monteith

$$ET_o = \frac{0.408\Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)} \quad \dots\dots (3)$$

- เมื่อ  $ET_o$  = ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตร/วัน)
- $R_n$  = ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ ( $MJ/m^2/d$ )
- $G$  = flux ค่าความร้อนของพื้นดิน ( $MJ/m^2/d$ )
- $T$  = อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย ( $^{\circ}C$ )
- $\Delta$  = ค่าความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ ( $kPa / ^{\circ}C$ )
- $\gamma$  = ค่าคงที่ของ psychrometric ( $kPa / ^{\circ}C$ )
- $U_2$  = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 เมตร (m/s)
- $(e_s - e_a)$  = ค่าความต่างของแรงดันไอ (kPa)
- 900 = factor ปรับแก้

## 2.2 ดินเค็ม

ดินเค็มในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ดินเค็มบก และดินเค็มชายทะเล ดินเค็มบกมีทั้งดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือและดินเค็มภาคกลาง ดินเค็มแต่ละประเภทมีสาเหตุการเกิดขึ้นของเกลือ การแพร่กระจายตามลักษณะสภาพพื้นที่และลักษณะภูมิประเทศ (สมศรี อรุณินท์, 2540)

สำหรับดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งทางตรง เช่น การทำนาเกลือ และทางอ้อมที่เป็นตัวช่วยเร่งให้เกิดดินเค็มเร็วขึ้น เช่น การเผาทำลายป่าเปลี่ยนมาเป็นพื้นที่เกษตร เพราะเกลือบริเวณจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาจากหินเกลือและ/หรือหินอมเกลือใต้ดิน ดินเค็มเป็นดินที่มีเกลือปะปนหรือผสมอยู่ เกลือมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ง่าย ดังนั้นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินเค็มหรือเรียกว่าพื้นที่ดินเค็ม จึงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยมีน้ำ (ทั้งน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน) เป็นตัวการสำคัญให้เกิดการเปลี่ยนแปลง บางบริเวณดินเค็มมีแนวโน้มลดระดับความเค็มลง และบางบริเวณมีระดับความเค็มเพิ่มขึ้น (สมศักดิ์ สุขจันทร์, 2548)

### 2.2.1 คำจำกัดความ

ดินเค็ม คือ ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไป จนเป็นอันตรายต่อพืช ปกติจะวัดเป็นหน่วยของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดออกมาจากดินบริเวณรากพืชยังถึงเกินกว่า 2 มิลลิโม่ต่อเซนติเมตร หรือเดซิซีเมนต่อเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส องค์ประกอบของเกลือในดินเค็มเกิดจากการรวมตัวของธาตุ ที่มีประจุบวก พวกโซเดียม แมกนีเซียม รวมทั้งธาตุที่มีประจุลบ เช่น คลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต และไนเตรท ดินเค็มที่เกิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเกลืออยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) คล้ายคลึงกับดินเค็มชายทะเล ยกเว้นแต่ดินเค็มชายทะเลมี แมกนีเซียม อยู่ในรูปของคลอไรด์ และซัลเฟต มากกว่าดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อรุณี ยูวะนิยม, 2544)

### 2.2.2 ลักษณะพื้นที่ดินเค็ม

ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ประมาณ 17.8 ล้านไร่ จากการสำรวจโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมใน พ.ศ.2518 และ พ.ศ.2519 พบว่ามีพื้นที่ดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมา ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ยโสธร อุบลราชธานี สกลนคร

หนองคาย อุดรธานี และนครพนม ลักษณะของดินที่สังเกตได้คือ จะเห็นขุยเกลือขึ้นตามผิวดินและมักเป็นที่ว่างเปล่าไม่มีเกษตรกรรม หรือถ้าไม่เห็นขุยเกลือขึ้นก็จะเป็นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชอื่นขึ้นได้ ยกเว้นวัชพืชที่ชอบเกลือ เช่น หนามแดง หรือวัชพืชทนเค็ม เช่น หนามปี เป็นต้น พื้นที่ดินเค็มจัดบางแห่งมีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ตื้นประมาณ 1-2 เมตร จากผิวดิน ลักษณะของดินเค็มอีกประการหนึ่งคือ ความเค็มจะไม่มีความสัมพันธ์กันในพื้นที่เดียวกัน และความเค็มจะเปลี่ยนไปสะสมในชั้นของดินต่างๆ ไม่เท่ากันตามฤดูกาล ในฤดูฝนเกลือจะถูกชะล้างไปสะสมที่ชั้นล่างของดิน ในฤดูแล้งเกลือจะระเหยขึ้นมากับน้ำสะสมอยู่ที่ดินชั้นบนสลับกัน ด้วยเหตุที่ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย การขึ้นลงของเกลือตามชั้นของดินจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีลักษณะเป็นดินเหนียว ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความไม่สม่ำเสมอมากกว่าดินเค็มชายทะเล เพราะความซบซึมน้ำดีกว่าจึงเปลี่ยนทิศทางการไหลและการสะสมของเกลือได้เร็วกว่า และหากมีการจัดการดินและน้ำในพื้นที่ดินเค็มไม่ดีพอหรือทำโดยไม่ถูกวิธีจะทำให้เกิดปัญหาการแพร่กระจายดินเค็มได้ เช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำและการทำลายป่าในบริเวณที่มีศักยภาพเป็นแหล่งแพร่กระจายเกลือ (อรุณี ยูวะนิยม, 2544)

### 2.2.3 แหล่งกำเนิดดินเค็ม

ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีแหล่งกำเนิดมาจากสาเหตุใหญ่ๆ ดังนี้ (อรุณี ยูวะนิยม, 2544)

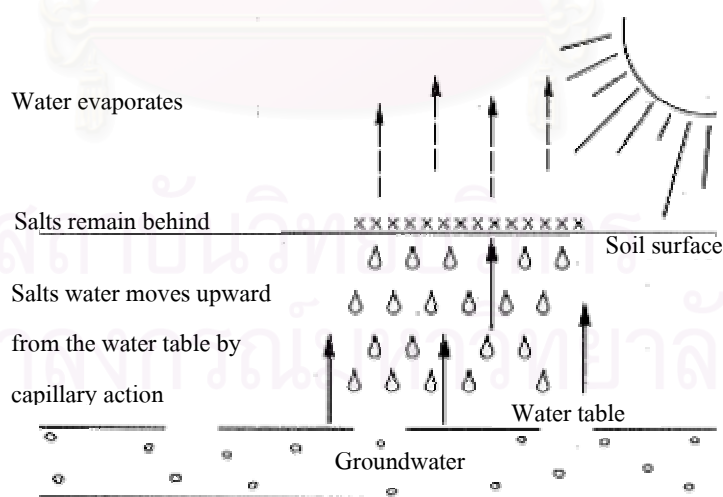
1) ชั้นหินเกลือในหน่วยหินมหาสารคาม พบบริเวณตอนกลางของแอ่งสกลนคร และแอ่งโคราช ชั้นหินเกลือนี้อยู่ลึกห่างจากผิวดินมาก เกลือไม่สามารถซึมผ่านขึ้นมาบนผิวดินได้โดยแรงดึงดูดของน้ำ แต่ส่วนใหญ่จะขึ้นมาปรากฏด้วยวิธีการทำนาเกลือ

2) การผุพังสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินทรายและหินดินดานที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบอยู่ไม่ห่างจากผิวดิน ในฤดูฝนจะถูกชะล้างละลายโดยน้ำ เมื่อน้ำระเหยออกมาจะเห็นคราบเกลือตามผิวดินในฤดูแล้ง

3) น้ำใต้ดินเค็ม สำหรับน้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดินจะถูกกระเหยไปโดยพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน จะกลายเป็นพื้นที่ดินเค็ม ส่วนน้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ระดับลึกจากผิวดินนั้นจะถูกสูบขึ้นมาบนผิวดิน เพื่อตากหรือคั้สำหรับทำเกลือ (Wongsomsak, 1986 และ Sinanuwong และ Takaya, 1974 อ้างถึงใน อรุณี ยูวะนิยม, 2544 )

## 2.2.4 กลไกการเกิดดินเค็ม

กลไกการเกิดดินเค็ม (saline seep mechanism) มีความสัมพันธ์กับการไหลและการแพร่กระจายของน้ำใต้ดินเค็ม โดยขณะที่น้ำใต้ดินไหลจากพื้นที่รับน้ำ (recharge area) ไปยังพื้นที่จ่ายน้ำ (discharge area) ได้พาน้ำใต้ดิน เช่น น้ำใต้ดินเค็มที่เกิดจากสารละลายเกลือที่เพิ่มเติมเข้าสู่ระบบน้ำใต้ดินมีความเข้มข้นสูง หรือน้ำใต้ดินเค็มที่เกิดจากการละลายของเกลือหินให้เคลื่อนที่ไปด้วย การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินไปในบริเวณต่างๆ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของน้ำใต้ดินเค็ม และเมื่อน้ำใต้ดินเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ จะถูกพาขึ้นมาสู่ผิวดินโดยแรงดึงแคปิลลารี (capillary force) และบริเวณผิวดินนี้เองที่น้ำใต้ดินจะถูกระเหยไปโดยพลังงานแสงอาทิตย์ หากน้ำใต้ดินเค็มและกระบวนการนี้เกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลาานาน จะมีผลให้เกลือสะสมอยู่ในเนื้อดิน มีปริมาณมากขึ้น มีผลกระทบต่อกรเจริญเติบโตของพืช และกลายเป็นพื้นที่ดินเค็ม (ภาพที่ 2-2) ความเค็มของดินสามารถสังเกตได้จากคราบเกลือที่ปรากฏบนผิวดิน ซึ่งมีลักษณะเป็นหย่อมๆ ความเค็มในแต่ละพื้นที่จะไม่เท่ากันทั้งในแนวราบและตามความลึก ซึ่งในดินแต่ละชั้นก็ไม่เท่ากัน นอกจากนี้ ความเค็มของดินในฤดูแล้งและฤดูฝนก็แตกต่างกัน โดยในฤดูฝนเกลือจะถูกชะล้างจากหน้าดินไป บางส่วนจะเคลื่อนที่ไปกับน้ำผิวดิน และบางส่วนอาจจะซึมลงไปสะสมในดินชั้นล่าง ส่วนในฤดูแล้งเกลือได้ถูกนำขึ้นมาบนผิวดินโดยกระบวนการระเหยของน้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดิน (อัญชลี นาคปล้อง, 2547)



ภาพที่ 2-2 กลไกการเกิดดินเค็ม

ที่มา: <http://www.agric.gov.ab.ca/index.html>.



## 2.2.5 องค์ประกอบหลักในการพาเกลือขึ้นสู่ชั้นผิวดิน

การที่จะเกิดดินเค็มในบริเวณต่างๆ ได้จนถึงขั้นที่เป็นอันตรายต่อการคูดน้ำของรากพืช และการเจริญเติบโตของพืช จะต้องมีความชื้นที่เอื้ออำนวยให้เกิดการพาน้ำเกลือขึ้นสู่ผิวดิน เพื่อเกิดการสะสมของเกลือที่ผิวดิน จนกระทั่งดินบริเวณนั้นกลายเป็นดินเค็มได้จะต้องมีปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (สมศรี อรุณันท์, 2536 อ้างถึงใน อัญชลี นาคปล้อง, 2547)

1) การมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวดิน โดยในฤดูฝนน้ำฝนที่ตกลงมาไหลบ่าและชะล้างเอาเกลือที่อยู่ตามเนินหรือที่สูงหรือผิวดิน ลงสู่ใต้ดินหรือชั้นดินล่าง ซึ่งเกลือจะเคลื่อนที่ในแนวตั้งหรือด้านข้างลงไปละลายอยู่ในชั้นน้ำใต้ดินเมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวดิน เกลือที่ละลายในน้ำใต้ดินจะเคลื่อนที่ขึ้นสู่ผิวดินได้เร็วขึ้น

2) การมีปริมาณความเข้มข้นของเกลือหรือน้ำเค็มอยู่ในพื้นที่ปริมาณสูง เนื่องจากมีเกลือเป็นองค์ประกอบอยู่มาก หรือบริเวณนั้นเป็นบริเวณที่น้ำเค็มได้ไหลมารวมกัน ซึ่งในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง การแพร่หรือการพาเกลือขึ้นสู่ชั้นดินก็จะเกิดขึ้นได้ง่าย

3) ระดับความชื้นในดิน ดินที่มีความชื้นต่ำหรือดินในพื้นที่แห้งแล้งจะมีแรงเหวี่ยงน้ำให้น้ำใต้ดินเคลื่อนตัวขึ้นมาสู่ผิวดิน ได้ดีกว่าดินที่มีระดับความชื้นในดินสูง หากน้ำใต้ดินที่มีเกลือละลายอยู่เคลื่อนตัวขึ้นมาสู่ผิวดิน จะเกิดการสะสมตัวของเกลือที่ผิวดินได้ง่าย ซึ่งระดับความชื้นผิวดินจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม เช่น ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

4) สภาพภูมิประเทศมีผลต่อการเคลื่อนที่ของเกลือในดินเป็นอย่างมาก โดยเกลือมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ในบริเวณที่สูงกว่าไปสู่ที่ราบลุ่ม เนื่องจากเกลือจะละลายอยู่ในน้ำและเคลื่อนที่ไปพร้อมกับน้ำ เมื่อน้ำเคลื่อนที่จากที่สูงกว่าไปสู่ที่ต่ำกว่า ทำให้เกลือที่ละลายอยู่ในน้ำมีการเคลื่อนที่ไปสะสมอยู่ในบริเวณที่ต่ำกว่าหรือที่ลุ่ม

5) การใช้ให้น้ำใต้ดินในปริมาณที่มากเกินไป ทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดต่ำลงมากและสถานะสมดุลทางชลศาสตร์เสียไป เกิดการไหลเข้ามาแทนที่ของน้ำใต้ดินซึ่งมักจะพบตามแอ่งน้ำใต้ดินชายฝั่งทะเล บนเกาะ และแอ่งน้ำใต้ดินที่มีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ด้านล่างของน้ำใต้ดินจืด

6) โครงสร้างของหิน ในชั้นหินที่มีรอยแตก รอยเลื่อน ที่เป็นตัวปิดทับอยู่ด้านบนของชั้นอุ้มน้ำมีแรงดัน เมื่อน้ำใต้ดินมีเกลือละลายอยู่จะมีการพ่นน้ำเกลือขึ้นสู่ผิวดินได้ และทำให้เกิดการแพร่กระจายของดินเค็มในที่สุด

### 2.2.6 การแพร่กระจายดินเค็ม

น้ำเป็นตัวการสำคัญในการแพร่กระจายดินเค็ม ซึ่งลักษณะสำคัญของดินเค็มคือ การที่อยู่ในสภาพไม่คงที่มีการเคลื่อนที่อยู่เสมอตามสภาพการเคลื่อนที่ของน้ำ เมื่อมีเกลือละลายอยู่ในน้ำเกลือจะถูกพาไปยังที่ต่างๆ และก่อให้เกิดปัญหาแก่บริเวณนั้นๆ สำหรับสาเหตุของการแพร่กระจายดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย สามารถจำแนกได้ ดังนี้ (อรุณี ยูวะนิยม, 2544)

#### สาเหตุจากธรรมชาติ

1) หินหรือแร่ที่อมเกลือละลายตัวหรือผุพัง โดยขบวนการทางเคมีและทางกายภาพ ทำให้เกิดการปลดปล่อยเกลือต่างๆ ออกมา เกลือเหล่านี้อาจสะสมอยู่กับที่หรือเคลื่อนตัวไปกับน้ำแล้วซึมลงสู่ชั้นล่าง หรือซึมกลับขึ้นมาบนผิวดินได้โดยการระเหยของน้ำไปโดยพลังแสงอาทิตย์ หรือถูกพืชนำไปใช้

2) น้ำใต้ดินเค็มอยู่ระดับตื้น ใกล้ผิวดิน เมื่อน้ำนี้ซึมขึ้นบนผิวดิน ก็จะนำเกลือขึ้นมาด้วย ภายหลังจากที่น้ำระเหยแห้งไปแล้ว จะทำให้มีเกลือสะสมอยู่บนผิวดินได้

3) ที่ลุ่มต่ำที่เป็นแหล่งรวมของน้ำ พื้นที่เหล่านี้อาจเป็นหนองน้ำหรือทะเลสาบมาก่อน หากน้ำที่ไหลเข้ามาในแหล่งน้ำนี้มีเกลือละลายอยู่ด้วย เมื่อน้ำระเหยไปจะมีเกลือสะสม เมื่อเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาาน การสะสมของเกลือที่เพิ่มขึ้นจะทำให้พื้นที่นั้นเค็มขึ้น

#### สาเหตุจากมนุษย์

1) การทำนาเกลือ เนื่องจากน้ำทิ้งจากกระบวนการทำนาเกลือมีปริมาณเกลือละลายในน้ำทิ้งมาก ทำให้พื้นที่ใกล้เคียงกลายเป็นพื้นที่ดินเค็มหรือแหล่งน้ำเค็มได้

2) การสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ดินเค็มหรือมีน้ำใต้ดินเค็ม ทำให้เกิดการยกระดับของน้ำใต้ดินขึ้นมา ทำให้พื้นที่โดยรอบอ่างและบริเวณใกล้เคียงเกิดเป็นพื้นที่ดินเค็มได้

3) การใช้น้ำชลประทานที่มีเกลือละลายอยู่และการขาดการวางแผนในเรื่องผลกระทบของดินเค็ม ก่อให้เกิดปัญหาต่อพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์จากระบบชลประทานนั้นๆ ดังนั้นการใช้ประโยชน์ชลประทานจึงควรจะต้องมีความระมัดระวัง การตรวจดินเป็นประจำ จะทำให้ไม่เกิดดินเกลือได้และจะต้องพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น คุณภาพของน้ำ ปริมาณของน้ำที่พืชใช้ การระบายน้ำของดิน ชนิดของดิน พืชที่จะปลูก เป็นต้น กรณีที่น้ำใต้ดินเค็มอยู่ไม่ลึกนัก เมื่อมีการใช้น้ำชลประทานจะไปยกระดับน้ำเค็มให้ใกล้ผิวดิน ทำให้เกิดดินเค็ม

4) การตัดไม้ทำลายป่าแล้วปลูกพืชล้มลุก เป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินบนเนินที่เป็นแหล่งแพร่กระจายเกลือ ทำให้สภาพการรับน้ำของพื้นที่ไม่มีประสิทธิภาพ เกิดปัญหาตามมาอย่างมากมาย จากสภาพทางอุทกธรณีของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป ขาดต้นไม้ที่เคยใช้ประโยชน์จากน้ำบนพื้นที่รับน้ำ ทำให้มีน้ำจากพื้นที่รับน้ำไหลลงไปในระบบน้ำใต้ดินของพื้นที่ให้น้ำ หากน้ำใต้ดินเค็มจะเกิดปัญหาดินเค็มในที่ลุ่มตามมา

### 2.2.7 การจำแนกระดับความเค็มของดินเค็ม

การจำแนกระดับความเค็มของดินโดยทั่วไปยึดถือค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเกณฑ์ แต่การจำแนกระดับดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่สามารถใช้เกณฑ์ดังกล่าวได้เพียงอย่างเดียว เนื่องจากความเค็มของดินเค็มในพื้นที่หนึ่งๆ มีระดับความเค็มไม่สม่ำเสมอกันตลอดทั้งพื้นที่ นอกจากนี้แล้วชั้นที่สะสมเกลือจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลด้วย ดังนั้นคณะเจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดิน จึงได้นำเอากราฟเกลือที่ปรากฏบนผิวดินในฤดูแล้งมาใช้เป็นเกณฑ์สำหรับจำแนกระดับความรุนแรงของปัญหาดินเค็มได้ 6 ระดับ ดังนี้

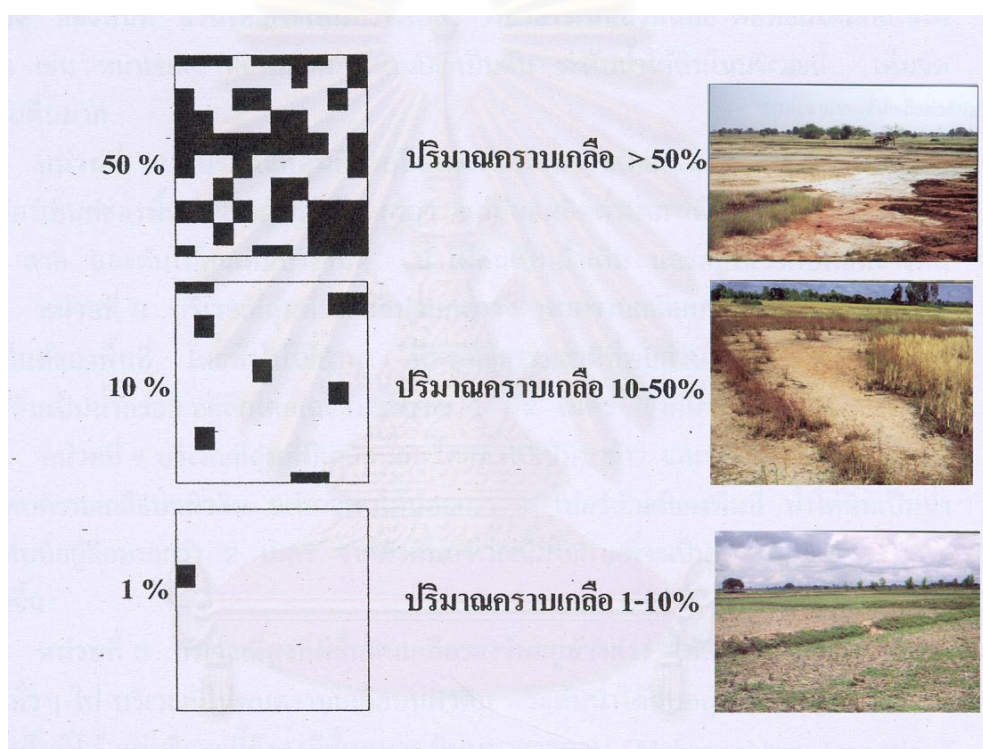
- 1) บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือมากที่สุด พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์
- 2) บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือมาก พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่ 10- 50 เปอร์เซ็นต์
- 3) บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือปานกลาง พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่ 1-10 เปอร์เซ็นต์

4) บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือเล็กน้อย พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

5) บริเวณที่สูงที่มีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างล่าง ไม่พบคราบเกลือบนผิวดิน

6) บริเวณที่ไม่มีผลกระทบจากคราบเกลือ ไม่พบคราบเกลือบนผิวดิน

ตัวอย่างการเปรียบเทียบปริมาณคราบเกลือดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 การเปรียบเทียบปริมาณคราบเกลือบนผิวดินและลักษณะที่ปรากฏในพื้นที่จริง  
ที่มา: สมศักดิ์ สุขจันทร์ (2548)

ระดับความเค็มของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จุดใดจุดหนึ่งสามารถวัดค่าความเค็มได้ แต่ในพื้นที่เดียวกันตัวเลขมีความผันแปรมาก เพราะความเค็มไม่สม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับจุดที่เก็บตัวอย่างดิน พื้นที่ดินเค็มบางแปลง เมื่อเก็บตัวอย่างดินห่างกันเพียง 10 เมตร ค่าของความเค็มอาจแตกต่างกันถึง 5 เท่า (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5, 2538 อ้างถึงใน สมศักดิ์ สุขจันทร์, 2548) ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะจัดทำแผนที่ดินเค็มที่มีพื้นที่ครอบคลุม โดยใช้ค่าการนำไฟฟ้ามาเป็นตัวแยกหน่วยแผนที่ แล้วระบุว่าแต่ละหน่วยแผนที่มีความเค็มเท่าไร

อย่างไรก็ตามมีแนวทางในการจัดทำแผนที่ได้โดยการใช้ผลกระทบจากดินเค็มที่มีต่อพืชพรรณธรรมชาติหรือพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในบริเวณนั้น และปริมาณคราบเกลือที่ผิวดินที่พบในฤดูแล้ง (ซึ่งมองเห็นได้ชัดกว่าในฤดูฝน) มาเป็นเกณฑ์ในการจัดทำหน่วยแผนที่ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินใช้สภาพพื้นที่คราบเกลือ และชั้นหินที่รองรับเป็นเกณฑ์ในการกำหนดหน่วยแผนที่ดินเค็มออกเป็น 6 หน่วย ดังนี้ (พิชัย วิชัยดิษฐ์, 2538 อ้างถึงใน สมศักดิ์ สุขจันทร์, 2548)

1) หน่วยที่ 1 บริเวณที่ลุ่มที่มีเกลือมากที่สุด พบคราบเกลืออยู่ทั่วไปบนผิวดินมีพื้นที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ ส่วนใหญ่จะเป็นที่ว่างเปล่า มีนาข้าวเป็นส่วนน้อย พืชที่ขึ้นได้มักเป็นไม้ทรงพุ่มมีหนาม เช่น หนามแดง หนามพรม หนามปี เป็นต้น ระดับน้ำใต้ดินในบริเวณนี้ เค็มจัดและอยู่ในระดับตื้นมาก

2) หน่วยที่ 2 บริเวณที่ลุ่มที่มีเกลือมาก พบคราบเกลือเป็นหย่อมๆ บนผิวดินมีพื้นที่ 10-50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ ส่วนใหญ่ใช้ปลูกข้าว แต่มีผลผลิตต่ำมาก พืชพรรณธรรมชาติในที่นี้ได้แก่ สะแก ตาล และต้น ไม้ทนเค็มบางชนิด น้ำใต้ดินเป็นน้ำเค็ม และอยู่ในระดับค่อนข้างตื้น

3) หน่วยที่ 3 บริเวณที่ลุ่มที่มีเกลือปานกลาง พบคราบเกลือบนผิวดินมีพื้นที่ 1-10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ โดยทั่วไปใช้ทำนา พืชพรรณธรรมชาติที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกไม้เต็งรัง บริเวณนี้น้ำใต้ดินเป็นน้ำกร่อย อยู่ลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 1-2 เมตร จากผิวดิน

4) หน่วยที่ 4 บริเวณที่ลุ่มที่มีเกลือน้อย โดยทั่วไปใช้ทำนา และมีต้น ไม้หลายชนิดขึ้นปะปนอยู่ ไม่พบคราบเกลือบนผิวดิน แต่อาจพบได้น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ น้ำใต้ดินเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มที่อยู่ลึกกว่า 2 เมตร จากผิวดิน บริเวณนี้มีโอกาสที่จะเป็นดินเค็มได้ ถ้าระดับน้ำใต้ดินยกตัวสูงขึ้น

5) หน่วยที่ 5 บริเวณที่สูงที่มีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างล่าง ได้แก่ เนินที่สูง ซึ่งใช้ในการปลูกพืชไร่ต่างๆ ไป บริเวณนี้ไม่พบคราบเกลือบนผิวดิน ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกอาจเป็นน้ำจืด น้ำกร่อย หรือน้ำเค็มก็ได้ แต่บริเวณนี้ยังคงมีชั้นหมวดหินมหาสารคาม (Mahasarakham Formation) รองรับอยู่ข้างล่าง เช่นเดียวกับพื้นที่ในหน่วยที่ 1-4 เมื่อหินดินดานและหินทรายที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบเหล่านี้สลายตัว และมีการตัดไม้ทำลายป่า ทำให้สมดุลของน้ำเสียไปจะเกิดการซึมขึ้นสู่ผิวดินของเกลือในบริเวณส่วนที่ต่ำกว่าได้

6) หน่วยที่ 6 บริเวณที่ไม่มีผลกระทบจากกราบเกลือ เป็นพื้นที่ที่อยู่นอกเขตของชั้นหมวดหินมหาสารคาม ไม่พบกราบเกลือเลย และน้ำใต้ดินเป็นน้ำจืด

### 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำใต้ดิน การใช้น้ำของพืช และการเกิดดินเค็ม

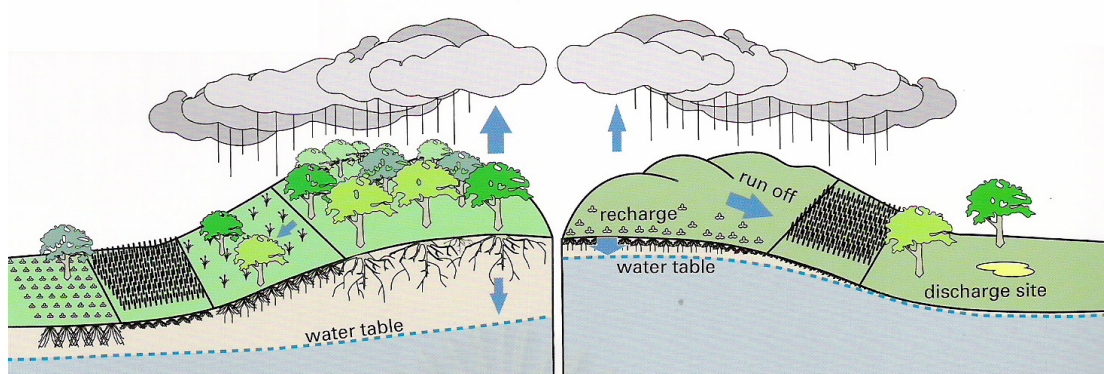
ดินเค็มสามารถพบได้ในทุกส่วนของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภูมิอากาศแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง ซึ่งมีอัตราการระเหยน้ำที่สูง และเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายเกลือเข้าและออกจากพื้นที่ (Umali, 1993) ซึ่งมีผลต่อการเกิด การเปลี่ยนแปลงการแพร่กระจาย และการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของดินเค็ม เมื่อแร่หรือหินปนเกลือสลายตัวหรือผุพัง จะปลดปล่อยเกลือออกมา เกลือเหล่านี้อาจสะสมอยู่กับที่หรือเคลื่อนตัวไปกับน้ำ แล้วซึมลงสู่ชั้นล่างหรือซึมกลับขึ้นมาสู่บนผิวดินได้โดยการระเหยของน้ำไปด้วยพลังแสงอาทิตย์หรือถูกพืชนำไปใช้ รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่ายังทำให้เกิดปัญหาต่อสภาพทางอุทกธรณีของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป แทนที่พืชจะใช้ประโยชน์กลับไหลลงไปในระบบส่งน้ำใต้ดิน เมื่อน้ำใต้ดินเค็มจะทำให้เกิดปัญหาดินเค็มตามมา (สมศรี อรุณินท์, 2540) กล่าวคือ น้ำใต้ดินที่เค็มและตื้นเป็นแหล่งของเกลือที่เป็นสาเหตุทำให้มีการเคลื่อนย้ายตัวขึ้นมาสะสมบนผิวดินด้วยแรงดึงแคพิลลารี (capillary force) (Arar, 1971 อ้างถึงใน สุพรรณิ โรจนาเปรมสุข, 2533) และพบว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเกลือในดินและน้ำในดินเป็นผลมาจากการระเหยและการเคลื่อนย้ายน้ำจากดินโดยรากพืช โดยที่การระเหยจะมีผลอยู่เพียงบริเวณผิวดิน สำหรับการคายน้ำของพืชจะดูดดึงน้ำในดินโดยราก ทำให้ความเข้มข้นของเกลือในสารละลายดินที่เหลือจะอยู่ลึกลงไปในดินหลายเมตร นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของอุทกวิทยาของน้ำใต้ดิน มีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำใต้ดินที่เค็มขึ้นมายังบริเวณผิวดินและเขตรากพืช ซึ่งมีผลให้เกลือที่สะสมในดินอาจละลายและเคลื่อนย้ายขึ้นมาบนผิวดินได้โดยการยกกระดักของน้ำใต้ดิน (Peck *et al.*, 1987 cited in Arunee Yuvaniyama, 1994)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการระเหยน้ำจากดินที่มีระดับน้ำใต้ดินภายใน 30 เซนติเมตรจากผิวดิน ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศ และพลังงานแสงอาทิตย์ (Schleusener, 1958 cited in Saleh and Troeh, 1982 อ้างถึงใน สุพรรณิ โรจนาเปรมสุข, 2533) หากน้ำใต้ดินมีความเค็มและตื้น ประกอบกับพื้นที่ดังกล่าวมีอัตราการระเหยสูง ยังมีผลต่อการสะสมเกลือบนผิวดิน

นอกจากน้ำใต้ดินแล้ว การปลูกพืชยังเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมเกลือในดิน โดยมีการศึกษาดินที่ไม่มี การปลูกพืชและดินที่มีการปลูกพืช พบว่า มีอิทธิพลเล็กน้อยต่อความเข้มข้นของเกลือในดิน คือ ดินที่มีการปลูกพืชมีแนวโน้มที่จะมีการสะสมเกลือในเขตรากพืช แต่จะลดปริมาณ

การสะสมเกลือในผิวหน้าดิน เนื่องจากรากพืชจะกีดกันหรือตัดทอนน้ำ ได้เพียงพอที่จะลดการสะสมเกลือที่ผิวหน้าดินลง (Saleh and Troeh, 1982 อ้างถึงใน สุพรรณิ โจรณาเปรมสุข, 2533) นอกจากนี้การสะสมเกลือในดินยังผันแปรไปตามฤดูกาล ในประเทศที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง การระเหยและการคายน้ำจะสูงมากในฤดูแล้ง ทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องและง่ายต่อการแทนที่ความชื้นที่ระเหยไป มีผลทำให้เกลือเคลื่อนที่ขึ้นมาพร้อมกับน้ำด้วยแรงดึงแคพิลลารี (capillary force) และสะสมอยู่ในเขตรากพืชและผิวดินจนเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช ในฤดูฝนเกลือจะถูกชะล้างลงไปในดินชั้นต่างๆ ได้มากน้อยแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ในพื้นที่นั้นๆ (สุพรรณิ โจรณาเปรมสุข, 2533)

การเคลื่อนที่ขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดินนอกจากได้รับอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศแล้ว การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินยังมีผลต่อระดับน้ำใต้ดินอีกด้วย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อสภาพสมดุลของน้ำในพื้นที่ กล่าวคือบริเวณพื้นที่ที่มีต้นไม้พวกไม้ยืนต้นที่มีรากยาว และป่าไม้ตามธรรมชาติสามารถดูดซับน้ำไว้ได้มากกว่าบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมที่ปลูกพืชล้มลุกที่มีรากสั้นและพื้นที่โล่งเตียน (Walker *et al.*, 1999 cited in NSW department of primary industries, 2005) ดังนั้นบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่โล่งเตียนที่ไม่มีต้นไม้ปกคลุม น้ำฝนจะซึมผ่านลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้เร็วและมากกว่าพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยป่าไม้ตามธรรมชาติ (ภาพที่ 2-4) กล่าวคือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ตามธรรมชาติไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จะทำให้มีการเพิ่มเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินก่อให้เกิดการยกระดับขึ้นของน้ำใต้ดินให้อยู่ใกล้ผิวดินมากขึ้น เนื่องจากดินเสียความสมดุลในการรักษาความชื้นตามธรรมชาติ ไม่มีต้นไม้ช่วยในการดูดซับน้ำฝนส่วนเกิน เมื่อน้ำใต้ดินที่เค็มอยู่ใกล้ผิวดินมากขึ้น ทำให้เกลือเคลื่อนมาสู่ผิวดินได้ง่ายขึ้น และน้ำบางส่วนที่ละลายเอาเกลือมาด้วยจะไหลลงไปยังที่ต่ำกว่า ทำให้เกิดการแพร่กระจายของดินเค็มจากที่สูงไปสู่ที่ราบลุ่ม โดยรอบที่อยู่ต่ำกว่า (กรมทรัพยากรธรณี, 2547; Williamson *et al.*, 1989)



ภาพที่ 2-4 ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อระดับน้ำใต้ดิน

ที่มา: NSW department of primary industries (2005)

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยที่มีความเกี่ยวข้องกับพืชพรรณ ทั้งในด้านของชนิด ความยาวราก และการใช้น้ำ เพราะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากพืชไร่และใช้น้ำมาก ไปเป็นพืชไร่และใช้น้ำน้อย มีผลทำให้สมดุลของน้ำในพื้นที่เปลี่ยนไป คือ เมื่อปลูกพืชไร่และใช้น้ำน้อย ทำให้มีปริมาณน้ำที่ไม่ถูกใช้เพิ่มเติมลงไปสู่ชั้นน้ำใต้ดินมากกว่าพืชไร่และใช้น้ำมาก เป็นเหตุให้ระดับน้ำใต้ดินเพิ่มสูงขึ้นใกล้กับผิวดิน หากพื้นที่ดังกล่าวมีอัตราการระเหยสูง และน้ำใต้ดินมีเกลือละลายอยู่ ยิ่งส่งผลให้บริเวณพื้นที่ดังกล่าวเกิดดินเค็มได้ง่าย

จากลักษณะสภาพแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กัน และมีผลให้เกิดเหตุการณ์ต่างๆ ขึ้นนั้น สามารถทำการศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นได้ โดยอาศัยหลักการทางสถิติ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังสามารถนำวิธีการทางสถิติมาประยุกต์ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ ดังเช่นการศึกษาของ Renpei (1992) ได้ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อจำแนกระดับการสะสมเกลือในดิน (soil alkalization) ของพื้นที่ Huang-Huai-Hai โดยมีระดับการสะสมเกลือในดินเป็นตัวแปรตาม และมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสะสมเกลือในดิน 4 ปัจจัย ได้แก่ pH Total alkalinity ESP และ SAR เป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น นำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ได้สมการซึ่งจำแนกออกเป็น 5 ระดับ เพื่อพยากรณ์ว่าดินที่ยังไม่ทราบกลุ่มควรอยู่ในกลุ่มใด นอกจากนี้ ชัยนาม ดิสถาพร และ ปราโมทย์ แยมคลี (ม.ป.ป.) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองทางสถิติของความเค็มของน้ำในอ่างเก็บน้ำในบริเวณพื้นที่ดินเค็ม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อใช้ในการคาดคะเนความเค็มของน้ำในอ่างเก็บน้ำที่



เกิดขึ้นตามธรรมชาติและก่อสร้างขึ้นในบริเวณพื้นที่ดินเค็ม ดำเนินการ โดย การหาความสัมพันธ์ทางสถิติของความเค็มของน้ำในอ่างเก็บน้ำ กับสมบัติของดิน สมบัติทางอุทกธรณี การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพภูมิประเทศ จากการสร้างรูปแบบจำลองทางสถิติของความเค็มของน้ำในอ่างเก็บน้ำพบว่ารูปแบบจำลองทางสถิติสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของความเค็มของน้ำในอ่างเก็บน้ำด้วยองค์ประกอบที่คัดเลือกไว้ประมาณ 72 เปอร์เซ็นต์ ของความแปรปรวน และจากแบบจำลองทางสถิตินี้ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ดินเค็ม โดยพิจารณาจากเครื่องหมายและขนาดของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานขององค์ประกอบ ซึ่งพบว่าองค์ประกอบที่มีผลในการทำให้ความเค็มของน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นได้แก่ ความเค็มของดินในสนามที่ระดับความลึก 7.5 15 และ 30 เมตร จากผิวดิน ความเค็มของน้ำใต้ดิน และความสามารถในการให้น้ำผ่านของดิน ส่วนองค์ประกอบที่มีผลในการลดความเค็มของน้ำในอ่างเก็บน้ำได้แก่ ช่วงเวลาที่มีน้ำท่วมขัง การไหลบ่าของน้ำ การระบายน้ำ ความลึกของน้ำใต้ดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง การมีชั้นดินเหนียวอยู่ในชั้นดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน อุทกธรณีวิทยา และความเค็มจากแผนที่ดินเค็ม ดังนั้นในการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ดินเค็ม ควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีค่าความเค็มของดินในสนามและความเค็มของน้ำใต้ดินสูง และระดับน้ำใต้ดินตื้น

นอกจากการนำหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์และสร้างแบบจำลองในการคาดการณ์แล้ว การเลือกเทคนิคทางสถิติ ยังเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีผลต่อผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นการเลือกเทคนิคทางสถิติที่จะใช้ในการศึกษา ต้องเลือกให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานและฐานข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จะมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ

#### 2.4 การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression analysis)

การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค เป็นการวิเคราะห์ที่ใช้กับตัวแปรตามที่เป็นตัวแปรพหุวิภาค คือ มีมากกว่า 2 ค่าและมีระดับการวัดแบบนามบัญญัติ โดยกำหนดให้ตัวแปรตามเป็นตัวแปรคัมมี (dummy variable) เมื่อตัวแปรตามมีค่า k กลุ่ม (ค่า) ต้องมีตัวแปรคัมมี k-1 ตัว ที่แต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีหน่วยตัวอย่างเป็นสมาชิกในกลุ่มนั้น ทำการเปรียบเทียบตัวแปรตามแต่ละกลุ่มกับกลุ่มที่เลือกเป็นกลุ่มอ้างอิง (reference group) โดยใช้สมการโลจิท (logit) ซึ่งจำนวนสมการ โลจิทจะมีได้เท่ากับจำนวนกลุ่มตัวแปรตามลบ 1 หรือ k-1 (วิมล พลราช, 2540; สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, 2540; Howitt and Cramer, 2005)

กรณีในตัวแปรตาม (Y) มีค่าได้ 2 ค่า จะเขียน binary logistic model เป็น

$$\ln \left[ \frac{P(\text{การเกิดเหตุการณ์})}{1-P(\text{การเกิดเหตุการณ์})} \right] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p \quad \dots\dots (4)$$

โดยจะเรียก  $\ln \left[ \frac{P(\text{การเกิดเหตุการณ์})}{1-P(\text{การเกิดเหตุการณ์})} \right]$  ว่า logit

แต่เมื่อ Y มีค่ามากกว่า 2 ค่า เช่นมี J ค่า ;  $J > 2$  จะได้ logit จำนวน J-1 ค่า โดยที่แต่ละค่าจะเปรียบเทียบกับ baseline category logit เช่น ถ้าให้ baseline category เป็นค่าคงที่ J จะได้ว่า logit ของ category ที่ i จะเป็น

$$\ln \left[ \frac{P(\text{category } i)}{P(\text{category } J)} \right] = \beta_{i0} + \beta_{i1} X_1 + \dots + \beta_{ip} X_p \quad \dots\dots (5)$$

จึงทำให้มีสัมประสิทธิ์  $\beta_{i0}, \beta_{i1}, \dots, \beta_{ip}$  สำหรับ category ที่ i  
สำหรับ baseline category ควรจะมีค่า  $\beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_p = 0$

ตัวอย่างเช่น ถ้าตัวแปรตาม Y มีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า หรือ เมื่อ  $J = 3$  นั่นคือ baseline category = 3 ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ 2 เซ็ต โดยเซตที่ 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เมื่อ  $Y = 1$  เปรียบเทียบกับ  $Y = 3$  และเซตที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เมื่อ  $Y = 2$  เปรียบเทียบกับ  $Y = 3$  (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546) ดังนี้

$$g1 = \ln \left[ \frac{P(\text{category } 1)}{P(\text{category } 3)} \right] = \beta_{10} + \beta_{11} X_1 + \dots + \beta_{1p} X_p$$

$$g2 = \ln \left[ \frac{P(\text{category } 2)}{P(\text{category } 3)} \right] = \beta_{20} + \beta_{21} X_1 + \dots + \beta_{2p} X_p$$

สำหรับการประมาณค่าตัวแปรตาม (Y) จะประมาณค่าโดยคำนวณความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ (P (เกิดเหตุการณ์)) ที่  $i$  เมื่อ  $i = 1, 2, \dots, k$  โดยใช้สมการที่ 6 แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน หากความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ ใดมีค่ามากที่สุด ค่าของตัวแปรตาม (Y) จะถูกกำหนดให้อยู่ในกลุ่มของเหตุการณ์นั้น

$$P(\text{เกิดเหตุการณ์ } i) = \frac{\exp(g_i)}{\sum_{i=1}^k \exp(g_i)} \dots (6)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } g_i &= \text{logit ของ category ที่ } i \text{ จะเป็น } \beta_{i0} + \beta_{i1}X_1 + \dots + \beta_{ip}X_p \\ i &= \text{ระดับของตัวแปรตาม (Y) ที่มีตั้งแต่ } 1 - k \end{aligned}$$

## 2.5 ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การแพร่กระจายของพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะพบมากในที่ลุ่ม และตามเชิงเนินในบริเวณที่เป็นพื้นที่ต่อเนื่องระหว่างสภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่น หรือแบบเนินเขากับที่ลุ่มต่ำ ซึ่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินเค็มอยู่ในระดับตื้น (สมศรี สินอนูวงศ์และคณะ, 2523; Sinanuwong และ Takaya, 1974 อ้างถึงใน ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์, 2537) นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสะสมเกลือในดิน ได้แก่ การมีแหล่งเกลือในระดับตื้น น้ำใต้ดินมีเกลือละลายอยู่สูง และเคลื่อนตัวอยู่ใกล้ผิวดิน สภาพภูมิอากาศ ปริมาณและการแจกกระจายของฝน ลักษณะภูมิประเทศ ความหนาแน่นของพืชพรรณไม้ อัตราการระเหยและการใช้น้ำของพืช ความชื้นและอุณหภูมิของอากาศ รวมถึงกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ (ขงยุทธ โอสดสภา, 2524; Pramojane, 1982 อ้างถึงใน ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์, 2537)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า น้ำใต้ดินเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายของเกลือจากแหล่งเกลือไปสะสมยังบริเวณต่างๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่า ด้วยเหตุที่เกลือสามารถละลายน้ำได้ดี เมื่อหินหรือแร่ที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบเกิดการผุพังสลายตัว โดยกระบวนการทางกายภาพและเคมี เกลือที่ถูกปลดปล่อยออกมาจะละลายและเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณต่างๆ โดยมีน้ำเป็นตัวพาที่สำคัญ (Pramojane, 1982; Wongsomsak, 1986 อ้างถึงใน ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์, 2537)

สุพรรณิ โรจนาปรมสุข (2533) รายงานว่า จากการศึกษาลักษณะดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา การใช้ที่ดินเค็มในเขตโครงการชลประทานน้ำพองระยะที่ 2 พบว่าลักษณะโดยทั่วไปของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง และได้รับ

ผลกระทบจากการใช้ที่ดินและน้ำไม่เหมาะสม ทำให้ได้รับอิทธิพลของน้ำใต้ดินที่เค็ม แต่มีอิทธิพลในระดับความเค็มไม่สูงมากนัก ส่วนใหญ่อิทธิพลในระดับความเค็มสูงๆ เป็นอิทธิพลของน้ำใต้ผิวดิน ที่ไหลมาจากพื้นที่ที่สูงกว่าทางตอนเหนือของพื้นที่ ซึ่งเป็นน้ำเค็ม นำเอาเกลือมาสะสมกันในพื้นที่ต่ำกว่า จึงทำให้ดินเกิดการสะสมของเกลือ และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของดินกับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำใต้ดิน พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งสรุปได้ว่าบริเวณที่มีน้ำใต้ดินเค็ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำใต้ดินระดับตื้นใกล้ผิวดิน มีผลทำให้มีการสะสมเกลือในดินบนเกิดดินเค็มขึ้นได้ หากดินมีการชะล้างระบายน้ำออกไปได้ต่ำ

ชัยนาม คิสลาพร และปราโมทย์ แยมคลี (ม.ป.ป.) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ดินเค็มจัดด้วยระบบ โพลเดอร์ (POLDER) โดยการสร้างคันดินรอบพื้นที่เป็นรูปวงรีเพื่อลดแรงปะทะของน้ำไหลบ่า และคูน้ำที่ตัดขวางทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน แล้วทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกธรณีวิทยา ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่าปัญหาความเค็มเกิดขึ้นเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ตื้น มีการสะสมเกลือที่ผิวดินและในชั้นหน้าตัดดินสูง เกลือเหล่านี้มาจากน้ำใต้ดินเค็มที่ขึ้นมาด้วยแรงดึงแคพิลลารี (capillary force) และการระเหยน้ำที่ผิวดิน

อัญชลี นาคปล้อง (2547) ศึกษากระบวนการไหลของน้ำใต้ดินและการเกิดดินเค็ม ในเขตอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุมาจากการละลายของเกลือหินในหมวดหินมหาสารคาม แล้วน้ำใต้ดินเป็นตัวกลางพาเกลือขึ้นมายังผิวดิน ในบริเวณที่ลุ่ม ซึ่งเป็นพื้นที่ให้น้ำ โดยระบบการไหลของน้ำใต้ดินที่มีผลต่อการแพร่กระจายดินเค็มและน้ำเค็มคือ ระบบการไหลเฉพาะแห่งซึ่งเป็นการไหลของน้ำในระดับตื้น และการเพิ่มเติมน้ำบริเวณพื้นที่รับน้ำยังเป็นปัจจัยเร่งให้ระบบการไหลเฉพาะแห่งนำน้ำใต้ดินขึ้นสู่ผิวดินได้เร็วขึ้น

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่รับน้ำจากป่าไม้ยืนต้น ใช้น้ำตลอดปีมาเป็นพืชไร่อายุสั้น ใช้น้ำน้อย พบว่าการกระทำนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่รับน้ำและพื้นที่ให้น้ำ เกิดการเติมน้ำของน้ำฝนลงไปยังแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่รับน้ำ แล้วทำให้เกิดการยกตัวของน้ำใต้ดินที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ให้น้ำ ทำให้น้ำใต้ดินเคลื่อนที่มาอยู่ในระดับที่น้ำใต้ดินสามารถเคลื่อนที่ขึ้นมาระเหยบริเวณผิวดินได้ หากน้ำใต้ดินเค็มจะทำให้เกิดการสะสมของเกลือในชั้นดินและบริเวณผิวดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.)

Williamson *et al.* (1989) ได้ทำการศึกษาระบบอุทกวิทยาของน้ำใต้ดินและการเกิดดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่าสาเหตุการเกิดและการแพร่กระจายของดินเค็ม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกิดจากผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งมีผลทำให้ระบบอุทก

วิทยาผันแปรไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนสภาพพื้นที่ป่าในบริเวณพื้นที่รับน้ำ (recharge area) ซึ่งมีต้นไม้ระบบรากลึกและใช้น้ำมากตลอดทั้งปีมาเป็นการปลูกพืชอายุสั้นมีระบบรากตื้นและใช้น้ำน้อย ทำให้น้ำบางส่วนที่หลีกเลี่ยงการใช้ของพืชและมากกว่าความสามารถที่ดินจะดูดซึมไว้ได้เคลื่อนที่ลึกลงไปในชั้นดินแล้วไปเพิ่มเติมระดับน้ำใต้ดินที่เค็มในบริเวณพื้นที่ให้น้ำ (discharge area) ทำให้เกิดการยกตัวของระดับน้ำใต้ดินขึ้นมาใกล้ผิวดินก่อให้เกิดปัญหาดินเค็ม

Safwat และ Abdel-Dayem (2005) ได้ทำการศึกษาการเกิดดินเค็มในประเด็นด้านสังคมและเศรษฐกิจ พบว่าจากการสนับสนุนให้มีการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ส่งผลให้มีการเพิ่มพื้นที่ชลประทาน เมื่อมีระบบชลประทานที่ไม่มีประสิทธิภาพและการจัดการน้ำที่ไม่เหมาะสมเป็นเหตุให้น้ำใต้ดินยกระดับขึ้นมาใกล้ผิวดิน ทำให้ระเหยได้ง่าย และหากมีเกลือละลายในน้ำใต้ดิน ยิ่งทำให้พื้นที่ชลประทานนั้นมีการสะสมเกลือบนผิวดิน เกิดปัญหาดินเค็มตามมา และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่เกษตรชลประทาน มีผลให้ระดับน้ำใต้ดินยกระดับขึ้น แล้วน้ำเกลือจากดินชั้นล่างขึ้นมายังผิวดิน

จากความสัมพันธ์ของพืช น้ำใต้ดิน และการเกิดดินเค็ม ที่กล่าวมาข้างต้น ได้มีการนำองค์ความรู้จากความสัมพันธ์ดังกล่าวมาใช้สำหรับการจัดการกับปัญหาการเกิดดินเค็ม โดยการปลูกไม้ยืนต้นที่มีรากลึก เจริญเติบโตได้รวดเร็ว และใช้น้ำมากมาปลูกในบริเวณพื้นที่รับน้ำ ต้นไม้ที่ปลูกป้องกันไม่ให้น้ำฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่รับน้ำเคลื่อนที่ลงไปในดิน โดยส่วนของทรงพุ่มจะรับน้ำฝนไว้บางส่วนแล้วระเหยไป ส่วนน้ำที่ผ่านทรงพุ่มซึมผ่านผิวดินลงไปในชั้นดิน ต้นไม้ที่มีความสามารถในการใช้น้ำสูงจะดูดน้ำไปใช้ ทำให้น้ำที่เคลื่อนที่ผ่านชั้นดินไปเพิ่มเติมน้ำใต้ดินในปริมาณที่น้อยลง หรือต้นไม้ที่มีระบบรากที่ยังลึกลงไปในชั้นดินในระดับลึกทำให้สามารถดูดน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ได้โดยตรง ดังนั้นเมื่อมีการลดการเติมน้ำลงไปยังแหล่งน้ำใต้ดินที่เป็นแหล่งของน้ำในกระบวนการเกิดดินเค็ม น้ำใต้ดินที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ให้น้ำมีการเคลื่อนที่ออกไปยังแหล่งระบายน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ แม่น้ำ หรือลำห้วย ทำให้น้ำใต้ดินในบริเวณพื้นที่ให้น้ำค่อยๆ ลดระดับลง ในขณะที่วัฏจักรกระบวนการชะล้างเกลือ (leaching) โดยน้ำฝนซึ่งจะชะล้างเกลือให้เคลื่อนที่ผ่านระบบรากพืชลงไปในชั้นดิน เมื่อระดับน้ำใต้ดินลดต่ำลงจนถึงระดับน้ำใต้ดินที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นมาระเหยบริเวณผิวดินได้ และมีการชะล้างดินโดยน้ำฝน ดินเค็มก็จะค่อยๆ กลับมาเป็นดินที่มีความสามารถในการผลิตดั้งเดิม (Dissataporn *et al.*, 1992 อ้างถึงใน กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.)

ชัยนาม ดิสถาพร และคณะ (2539) ได้ใช้เครื่อง electromagnetic induction conductivity (EM34) ทำการกำหนดพื้นที่รับน้ำและพื้นที่ให้น้ำ สำหรับกำหนดพื้นที่ปลูกป่าเพื่อป้องกันการ

แพร่กระจายดินเค็ม พบว่าบริเวณที่ความเค็มเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความลึกของชั้นดินจะเป็นบริเวณพื้นที่รับน้ำและพื้นที่ให้น้ำตามลำดับ และได้กำหนดแนวทางให้ปลูกป่าโดยใช้พันธุ์ไม้ที่มีการเจริญเติบโตเร็วและใช้น้ำมากในบริเวณที่เป็นพื้นที่รับน้ำ

ประสิทธิ์ ต้นประภาส และไพรัช พงษ์วิเชียร (ม.ป.ป.) ได้ทำการทดลองโดยการปลูกหญ้าแฝกและถั่วพรีบบนพื้นที่ดินเค็มในกลุ่มชุดดินที่ 20 ชุดดินร้อยเอ็ด (ที่มีคราบเกลือ) พบว่า คำรับที่มีการปลูกหญ้าแฝกจะมีค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือก่อนทดลองมีค่าการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ 6.66 เดซิซีเมนต่อเมตร หลังการทดลองลดลงเหลือ 1.20-2.65 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งเป็นผลมาจากหญ้าแฝกเมื่อเจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่แล้วสามารถที่จะควบคุมความเค็มของดินหรือลดการเคลื่อนที่ของเกลือขึ้นมาสู่ผิวดินได้

อรุณี ยูวะนิชม และลักขมิ เมตต์ปราณี (ม.ป.ป.) ได้นำเสนองานวิจัยที่เกิดจากความร่วมมือทางวิชาการระหว่างกรมพัฒนาที่ดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น กรมป่าไม้ และ University of Technology Sydney ประเทศออสเตรเลีย โดยมี ACIAR เป็นผู้ให้ความสนับสนุน เพื่อศึกษาแบบจำลองเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมสำหรับประเมินการกระจายดินเค็ม ที่เกิดจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อระบบน้ำใต้ดิน โดยใช้ข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคม ระบบการเกษตร และแบบจำลองน้ำใต้ดิน เพื่อควบคุมปัญหาดินเค็ม ได้เสนอให้ปลูกต้นไม้ยืนต้นบนพื้นที่รับน้ำ เช่น สะเดา ยูคาลิปตัส และต้นไม้พื้นเมือง เพื่อลดระดับน้ำใต้ดินที่จะไหลลงไปเพิ่มเติมระดับน้ำใต้ดินในที่ลุ่ม ส่วนพื้นที่ให้น้ำซึ่งเป็นพื้นที่ดินเค็มจัดควรปลูกต้นกระถินออสเตรเลีย (*Acacia ampliceps*) ซึ่งเป็นต้นไม้ทนเค็ม และหญ้าดิกซี (*Sporobolus virginicus*) ซึ่งเป็นพืชชอบเกลือ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำใต้ดินเค็มระเหยพาเกลือขึ้นมาสะสมบนหน้าดินอย่างรวดเร็ว

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 3

### พื้นที่ศึกษา

#### 3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

พื้นที่ศึกษาคือ อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ 101 องศา 50 ลิปดา ถึง 102 องศา ตะวันออก และระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 องศา 55 ลิปดา ถึง 15 องศา 06 ลิปดา เหนือ หรืออยู่ระหว่างพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) โซน 47 ที่ 805,000 ตะวันออก ถึง 823,000 ตะวันออก และ 1,651,000 เหนือ ถึง 1,673,000 เหนือ มีพื้นที่ 207.54 ตารางกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 3-2

#### 3.2 ภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา เป็นลูกคลื่นลอนลาดจนถึงราบเรียบ มีความสูงของพื้นที่ ประมาณ 180-240 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก.) ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบอยู่บริเวณ ตอนกลางของพื้นที่ศึกษา และบริเวณพื้นที่ทางทิศใต้ และทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา มีสภาพเป็น ลูกคลื่นลอนลาด (undulating) แล้วค่อยๆ ลาดเทลงมาทางทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา (ภาพที่ 3-3)

#### 3.3 ภูมิอากาศ

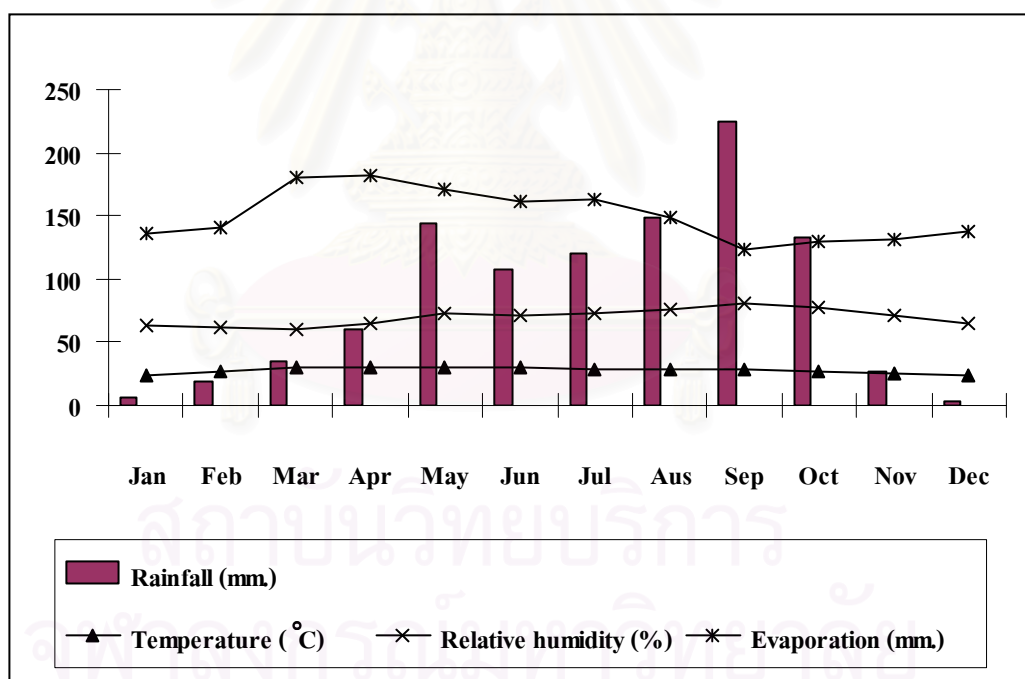
ภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (tropical savanna climate, Aw) ตามระบบการจำแนกของเคิปปิน (Köppen, 1931) คือ มีอุณหภูมิเฉลี่ยทุกเดือนสูงกว่า 18 องศาเซลเซียส มีระยะฝนชุกทั้งสี่ปีประมาณ 3-4 เดือน และมีระยะแห้งแล้งยาวนานชัดเจน เดือนที่แล้งที่สุดจะมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 60.9 มิลลิเมตร สำหรับการกระจาย และปริมาณฝนตกจะอยู่ ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมพายุหมุน ซึ่ง อาจจะเป็นลมพายุดีเปรสชันหรือพายุไซร่อน

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปจะร้อนจัดในฤดูร้อน และหนาวจัดในฤดูหนาว จากข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศเฉลี่ยประจำเดือนของสถานีตรวจวัดอากาศในจังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่ พ.ศ. 2516-2548 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 27.7 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิประจำเดือนต่ำสุดในเดือน

ธันวาคม 23.5 องศาเซลเซียส และสูงสุดในเดือนเมษายน 30.7 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 3-1 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2549)

สถิติปริมาณน้ำฝนของสถานีตรวจวัดอากาศในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปีพ.ศ. 2516-2548 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวม 1,027.3 มิลลิเมตร/ปี จำนวนวันที่ฝนตก 80-129 วัน โดยมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน 224.3 มิลลิเมตร และต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2.8 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3-1) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2549)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 69.9 เปอร์เซ็นต์ โดยเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือ 80 เปอร์เซ็นต์ และเดือนมีนาคมมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดคือ 60.8 เปอร์เซ็นต์ และค่าการระเหยของน้ำ มีค่าเฉลี่ยรวม 1,806.06 มิลลิเมตร/ปี หรือ 4.95 มิลลิเมตร/วัน โดยที่เดือนเมษายนมีค่าการระเหยของน้ำเฉลี่ยรวมสูงสุดและต่ำสุดในเดือนกันยายน มีค่าเท่ากับ 182.58 และ 124.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 3-1 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2549)



ภาพที่ 3-1 ข้อมูลภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2516-พ.ศ.2548  
ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2549)



### 3.4 ธรณีวิทยา

ลักษณะทางธรณีวิทยาจากแผนที่ชั้นหินให้น้ำ ของกรมทรัพยากรธรณี มาตราส่วน 1:50,000 (ภาพที่ 3-4) สามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 บริเวณ ตามชนิดของชั้นหินให้น้ำ คือ ชั้นน้ำบาดาลในหินแข็ง (consolidated aquifer) และชั้นน้ำบาดาลในหินร่วน (unconsolidated aquifer) โดยพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณชั้นหินให้น้ำหินชุดมหาสารคาม มีพื้นที่ 118.84 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 57.26 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา รองลงมา คือ ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา มีพื้นที่ 53.74 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 25.89 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา และชั้นหินให้น้ำหินชุดโครคราด มีพื้นที่ 34.97 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 16.85 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ โดยชั้นหินให้น้ำแต่ละประเภทมีรายละเอียด ดังนี้

1) หินชุดมหาสารคาม (Mahasarakham Formation) เป็นชนิดชั้นหินให้น้ำในชั้นน้ำบาดาลในหินแข็ง (consolidated aquifer) มีอายุอยู่ในช่วงกลางถึงปลายครีเทเชียส ประกอบด้วยชั้นหินที่ไม่คงทนของหินโคลน หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง และเกลือหินในช่วงล่าง

2) ตะกอนน้ำพา (Alluvial deposits) เป็นชนิดชั้นหินให้น้ำในชั้นน้ำบาดาลในหินร่วน (unconsolidated aquifer) และเป็นตะกอนปัจจุบันที่ยังไม่แข็งตัวหรือกึ่งแข็งตัว ตะกอนหน่วยนี้ประกอบด้วยการสะสมตัวของตะกอน ในบริเวณที่ราบน้ำท่วม บริเวณทางน้ำเก่า และบริเวณทางน้ำโค้งตัว ตะกอนประกอบด้วย ทรายละเอียดปนทรายแป้ง และดินเคลย์

3) หินชุดโครคราด (Khok Kruat Formation) เป็นชนิดชั้นหินให้น้ำในชั้นน้ำบาดาลในหินแข็ง (consolidated aquifer) มีอายุประมาณครีเทเชียสตอนต้นประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินกรวดมนเม็ดปูล มีแร่อุปชัมในช่วงบน

### 3.5 แหล่งน้ำ

#### 3.5.1 แหล่งน้ำผิวดิน

แหล่งน้ำผิวดินในอำเภอขามทะเลสอ ประกอบด้วยแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ ทะเลสาบบึง อยู่ทางด้านทิศใต้ และมีลำตะคองไหลผ่านทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา และแหล่งน้ำเพื่อการชลประทาน ได้แก่ อ่างเก็บน้ำ ซึ่งกระจายในพื้นที่ศึกษา (ภาพที่ 3-7)

### 3.5.2 แหล่งน้ำใต้ดิน

แหล่งน้ำใต้ดินในอำเภอยางชุมน้อย ได้แก่บ่อน้ำตื้น และบ่อน้ำบาดาล จากการดำเนินการของกรมทรัพยากรธรณี พบว่าปัจจุบันมีบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาประมาณ 23 บ่อ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2547) (ภาพที่ 3-5) โดยแต่ละบริเวณจะมีระดับ ปริมาณ และคุณภาพของน้ำที่แตกต่างกันผันแปรไปตามสภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี มักจะเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม

### 3.5.3 โครงการชลประทาน

อำเภอยางชุมน้อย มีโครงการชลประทาน ประเภทอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ 2 แห่ง คือ อ่างเก็บน้ำหนองสรวง และอ่างเก็บน้ำหนองตะคลอง ซึ่งเป็นโครงการชลประทานที่ก่อสร้างเสร็จแล้วถึงปี พ.ศ. 2544 และมีพื้นที่ชลประทานที่รับน้ำจากโครงการชลประทานเขื่อนลำตะคลอง ซึ่งสามารถรับน้ำชลประทานและสามารถทำการเพาะปลูกได้ โดยที่พื้นที่ชลประทานอยู่บริเวณทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ของพื้นที่อำเภอยางชุมน้อย มีพื้นที่ 8.99 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 4.33 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่อำเภอยางชุมน้อย (ภาพที่ 3-6)

### 3.6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดนครราชสีมา ของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2546 ได้แบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 12 ประเภท (ภาพที่ 3-7) ซึ่งประกอบด้วย มันสำปะหลัง นาข้าว ข้าวโพด ยูคาลิปตัส ไม้ละเมาะ หมู่บ้านบนพื้นที่ราบ-ไม้ผลผสม หมู่บ้านบนพื้นที่ราบ ดัวเมืองและย่านการค้า สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ พื้นที่ลุ่ม ทะเลสาบ บึง และอ่างเก็บน้ำ และพบว่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ทางการเกษตร พื้นที่ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ในการปลูกมันสำปะหลังและทำนา ซึ่งการปลูกมันสำปะหลังจะกระจายอยู่ตามบริเวณที่ดอน และการทำงานจะกระจายอยู่ตามที่ราบลุ่มของพื้นที่ศึกษา

### 3.7 กลุ่มชุดดิน

กลุ่มชุดดินที่ได้จากแผนที่กลุ่มชุดดินของอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดนครราชสีมา มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 (ภาพที่ 3-8) พบว่าในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย

กลุ่มชุดดิน (soil group) 15 กลุ่มชุดดิน ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1 กลุ่มชุดดินที่ 3 กลุ่มชุดดินที่ 7 กลุ่มชุดดินที่ 17 กลุ่มชุดดินที่ 18 กลุ่มชุดดินที่ 20 กลุ่มชุดดินที่ 22 กลุ่มชุดดินที่ 28 กลุ่มชุดดินที่ 31 กลุ่มชุดดินที่ 35 กลุ่มชุดดินที่ 36 กลุ่มชุดดินที่ 40 กลุ่มชุดดินที่ 41 กลุ่มชุดดินที่ 44 และกลุ่มชุดดินที่ 55 โดยแต่ละกลุ่มชุดดินมีลักษณะทั่วไป (กรมพัฒนาที่ดิน, กองสำรวจและจำแนกดิน, ม.ป.ป.) ดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 1 เนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด หน้าดินแตกกระแหงเป็นร่องเล็กในฤดูร้อน สีดินส่วนมากเป็นสีดำ หรือสีเทาแก่ ตลอดชั้นดินอาจมีจุดประสีน้ำตาลหรือสีเหลืองปะปนอยู่บ้างในดินชั้นบน ส่วนดินชั้นล่างมักจะมีก้อนปูนปะปน เกิดจากต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำบริเวณเทือกเขาหินปูน หรือหินภูเขาไฟ สภาพพื้นที่พบตามที่ราบลุ่มตั้งแต่ที่ราบน้ำท่วมถึงตะพักลำน้ำระดับต่ำ มีน้ำแช่ขังในฤดูฝนลึก 30 - 40 เซนติเมตรนาน 3-4 เดือน ดินลึก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงสูง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.5-8.0

กลุ่มชุดดินที่ 3 เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนเป็นสีเทาเข้ม สีน้ำตาลปนเทาเข้ม ดินล่างเป็นสีเทาหรือน้ำตาลอ่อน มีจุดประสีน้ำตาลแก่ สีน้ำตาลปนเหลือง สีแดงปนเหลือง พบตามที่ราบลุ่มหรือที่ราบเรียบ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเร็ว ฤดูฝนขังน้ำลึก 20-50 เซนติเมตร นาน 4-5 เดือน ฤดูแล้งดินแห้งแตกกระแหงเป็นร่องกว้างลึก ถ้าพบบริเวณชายฝั่งทะเล มักมีเปลือกหอยอยู่ในดินชั้นล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง มีปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถ้าเป็นกรดเล็กน้อย มีค่า pH 5.5-6.5 ส่วนดินชั้นล่างหากมีเปลือกหอยปะปน จะมีปฏิกริยาเป็นด่างอ่อนหรือมีค่า pH 7.5-8.0

กลุ่มชุดดินที่ 7 เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว มีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนเทา พบจุดประสีน้ำตาล สีแดงปนเหลือง สีน้ำตาลปนแดง หรือสีแดงปะปนตลอดชั้นดิน กลุ่มชุดดินนี้เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว พบตามพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ฤดูฝนขังน้ำลึก 30-50 เซนติเมตร นาน 3 - 4 เดือน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง มีค่า pH 6.0-7.0

กลุ่มชุดดินที่ 17 เนื้อดินบนเป็นพวกดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนสีน้ำตาล น้ำตาลปนเทา ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียว มีสีน้ำตาลอ่อน สีเทาอ่อน สีเทาปนชมพู พบจุดประพวกสีน้ำตาลปนเหลือง สีแดงปนเหลืองหรือสีแดงปะปน บางแห่งอาจพบศิลาแลงอ่อนหรือก้อนสารเคมีพวกเหล็กและแมงกานีสในดินชั้นล่าง เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ พบตามพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ บริเวณลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแช่ขังลึก 30-50 เซนติเมตร นาน

2-4 เดือน เป็นดินลึกมาก ดินมีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ มีค่า pH 4.5-5.5

กลุ่มชุดดินที่ 18 เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย สีเทาปนน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลปนแดงอ่อน ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีเทาปนน้ำตาล สีเทาปนชมพู พบจุดประสีน้ำตาลแก่ สีแดงปนเหลืองปะปน เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ พบบริเวณพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบตามลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแข็งลึก 30 เซนติเมตร นานประมาณ 4 เดือน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ดินชั้นบน pH 6.0-7.0 ส่วนดินชั้นล่าง pH 5.5-6.5

กลุ่มชุดดินที่ 20 เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนปนดินเหนียว มีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทา พบจุดประสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดงปะปนมีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบหรือราบเรียบ ตามลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแข็ง 30-100 เซนติเมตร นาน 3-4 เดือน เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำเร็วถึงค่อนข้างเร็ว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ดินชั้นบน pH 6.0-7.0 จะมีเกลือโซเดียมสูง แต่ถ้ามีก้อนปูนปะปนมี pH 7.0-8.0 ดินกลุ่มนี้ฤดูแล้งจะมีคราบเกลือเกิดขึ้น

กลุ่มชุดดินที่ 22 เป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทราย ดินทรายปนดินร่วนสีพื้นเป็นสีเทาหรือน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน และอาจพบสีลาแลงอ่อนในดินชั้นล่าง มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดถึงเป็นกรดแก่ มีค่า pH 4.5-5.5 บริเวณดังกล่าว ส่วนใหญ่ในฤดูฝนใช้ปลูกข้าว บางแห่งยังคงสภาพเป็นป่าอยู่ หรือใช้ปลูกไม้ยืนต้น แต่ถ้ามีปัญหาเรื่องการแช่แข็งของน้ำในช่วงฤดูฝน

กลุ่มชุดดินที่ 28 เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวจัดในชั้นดินล่างลึกๆ อาจพบชั้นปูนมาร์ล สีดินเป็นสีดำ เทาเข้มหรือน้ำตาล อาจพบจุดประสีน้ำตาลหรือสีแดงปนน้ำตาลแต่พบเป็นปริมาณน้อย ในช่วงดินชั้นบน มีสภาพพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0.2 เปอร์เซ็นต์ บริเวณเทือกเขาหินปูน หรือพวกหินภูเขาไฟ เป็นดินลึก การระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงสูง มีค่า pH 7.0-8.0

กลุ่มชุดดินที่ 31 เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาล เหลือง แดง เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินหลายชนิด พบบริเวณพื้นที่ดินที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน มีความลาดชัน 3 - 20

เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตร ในฤดูฝนมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง มีค่า pH 5.5-6.5

กลุ่มชุดดินที่ 35 เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า หรือเกิดจากการสลายตัวของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดินที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงที่ลาดเชิงเขา ส่วนใหญ่มีความลาดชัน 3 - 20 เปอร์เซ็นต์ และบางส่วนมีความลาดชัน 20 - 35 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1.50 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ มีค่า pH 4.5 - 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 36 เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาล หรือสีแดงปนเหลือง ส่วนมากเกิดจากการสลายตัวของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดินที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด กับลอนชันของลานตะพักลำนํ้าระดับกลางถึงสูง มีความลาดชัน 2 - 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ดินชั้นบน pH 5.5-6.5 ส่วนชั้นดินล่างจะเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง pH 6.0-7.5

กลุ่มชุดดินที่ 40 เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทราย ดินสีน้ำตาลอ่อน สีเหลืองหรือแดง บางแห่งอาจพบจุดประสีในดินชั้นล่าง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดพวกตะกอนลำนํ้าหรือจากการสลายตัวของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ จนถึงพื้นที่ลาดเชิงเขา ส่วนใหญ่มีความลาดชัน 2 - 20 เปอร์เซ็นต์ และบางส่วนมีความลาดชัน 20 - 35 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ มีค่า pH 4.5 - 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 41 เนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน ลึก 50 เซนติเมตร ดินชั้นถัดไปเป็น ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วน เป็นดินสีน้ำตาลเข้ม เกิดจากตะกอนลำนํ้าหรือวัตถุที่พามาจากบริเวณที่สูงทับอยู่บนชั้นดินที่สลายตัวของหินพื้น หรือเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดต่างชนิดต่างยุค พบบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบจนถึงลูกคลื่นลอนลาดบนลานตะพักลำนํ้าระดับกลาง มีความลาดชัน 2 - 12 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 3 เมตร ในฤดูแล้งมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ มีค่า pH 6.0-8.0

กลุ่มชุดดินที่ 44 เนื้อดินเป็นพวกดินทราย สีเทาหรือสีน้ำตาลอ่อน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า หรือเกิดจากการสลายตัวของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดินที่มีลักษณะ

เป็นลูกคลื่นจนถึงเชิงเขา มีความลาดชัน 3 - 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีมากเกินไป มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำมาก มีค่า pH 5.5-7.0

กลุ่มชุดดินที่ 55 เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว สีดินเป็นสีน้ำตาลหรือแดง ในดินชั้นล่างระดับความลึกต่ำ 50 เซนติเมตรลงไปจะพบหินผุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียด บางแห่งมีก้อนปูนปะปนอยู่ด้วย สีดินเป็นสีน้ำตาลหรือสีแดงเกิดจากวัสดุต้นกำเนิดดินพวกหินตะกอนเนื้อละเอียดที่มีปูนปน ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดเท 1 - 2 เปอร์เซ็นต์ มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง มีค่า pH 6.0-7.5 มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง

### 3.8 ดินเค็ม

ข้อมูลดินเค็มที่ได้จากแผนที่ดินเค็ม ซึ่งจัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2546 พบว่า ในพื้นที่ศึกษา มีดินเค็ม 5 ระดับ (ภาพที่ 3-9) ดังนี้

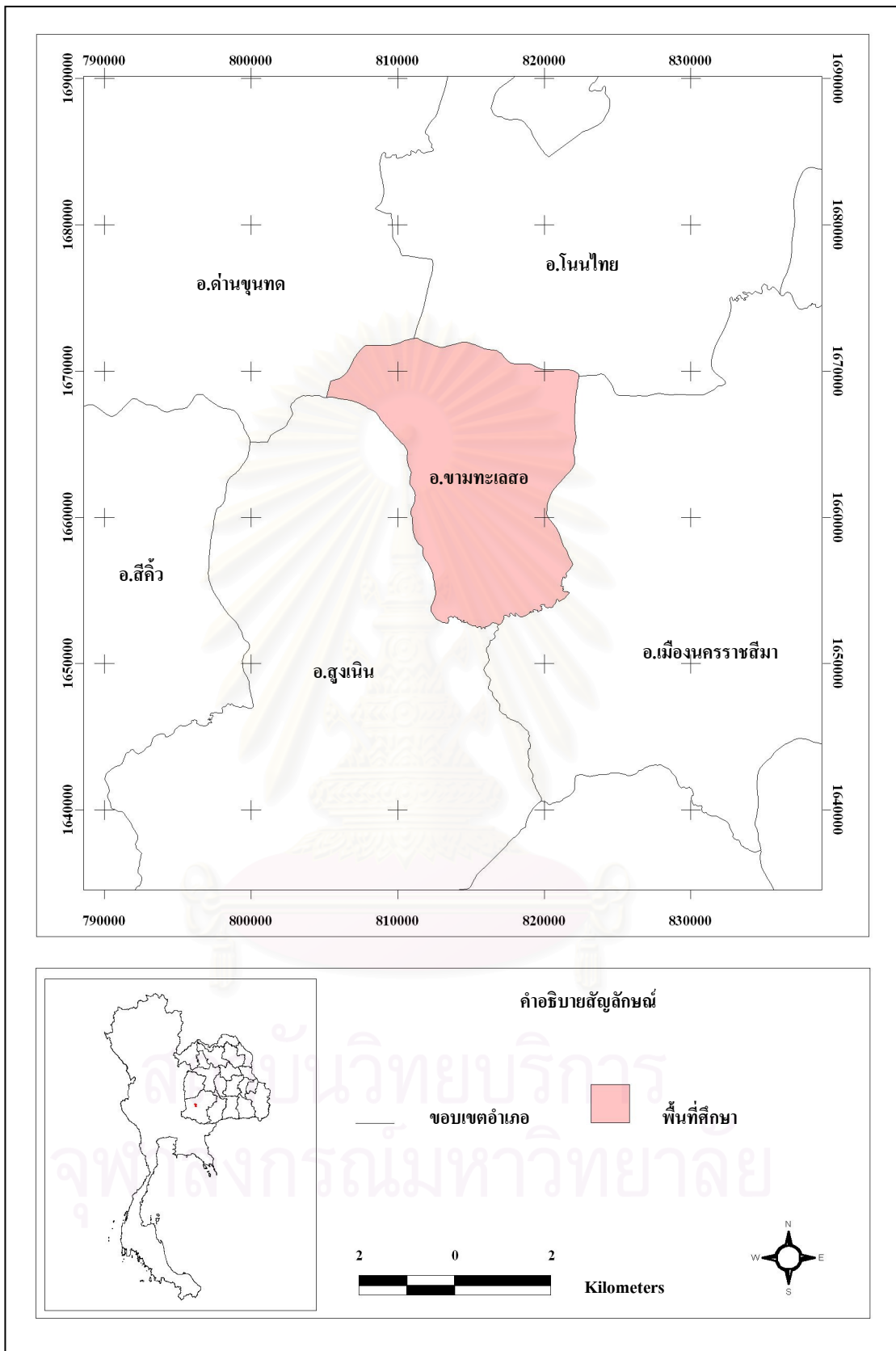
1) ดินเค็มระดับที่ 1 (บริเวณที่ลุ่มที่มีเกลือมากที่สุด มีคราบเกลืออยู่ทั่วไปบนผิวดิน มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) ครอบคลุมพื้นที่ 10.75 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา

2) ดินเค็มระดับที่ 2 (บริเวณที่ลุ่มที่มีเกลือมาก มีคราบเกลือเป็นหย่อมๆบนผิวดิน 10-50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) ครอบคลุมพื้นที่ 5.08 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา

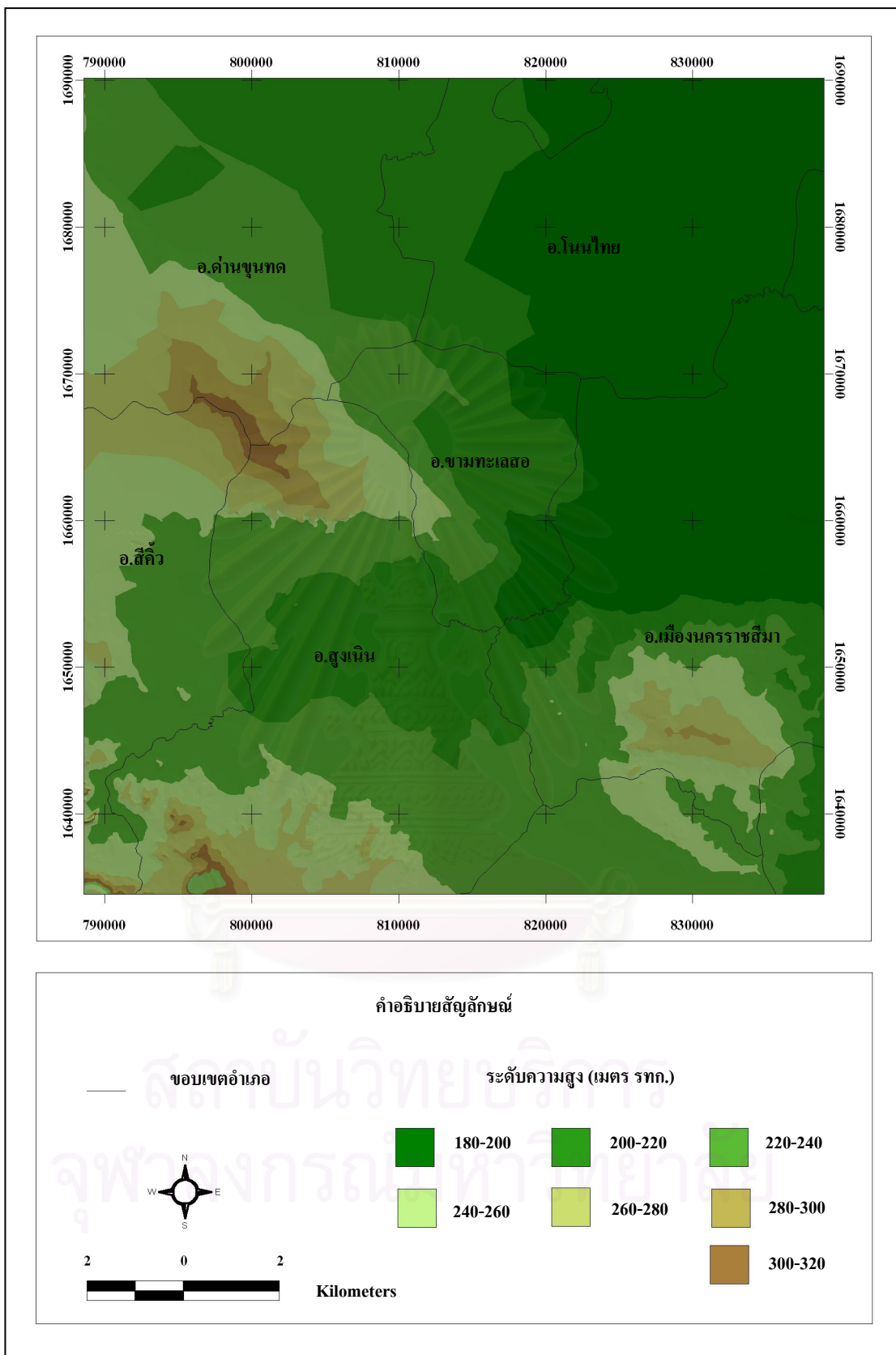
3) ดินเค็มระดับที่ 3 (บริเวณที่ลุ่มที่มีเกลือปานกลาง มีคราบเกลือบนผิวดิน 1-10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) ครอบคลุมพื้นที่ 4.75 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา

4) ดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่ลุ่มที่มีเกลือเล็กน้อย มีคราบเกลือบนผิวดินน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) ครอบคลุมพื้นที่ 8.57 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา

5) ดินเค็มระดับที่ 5 เป็นบริเวณที่สูงที่มีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างล่าง ครอบคลุมพื้นที่ 69.15 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา

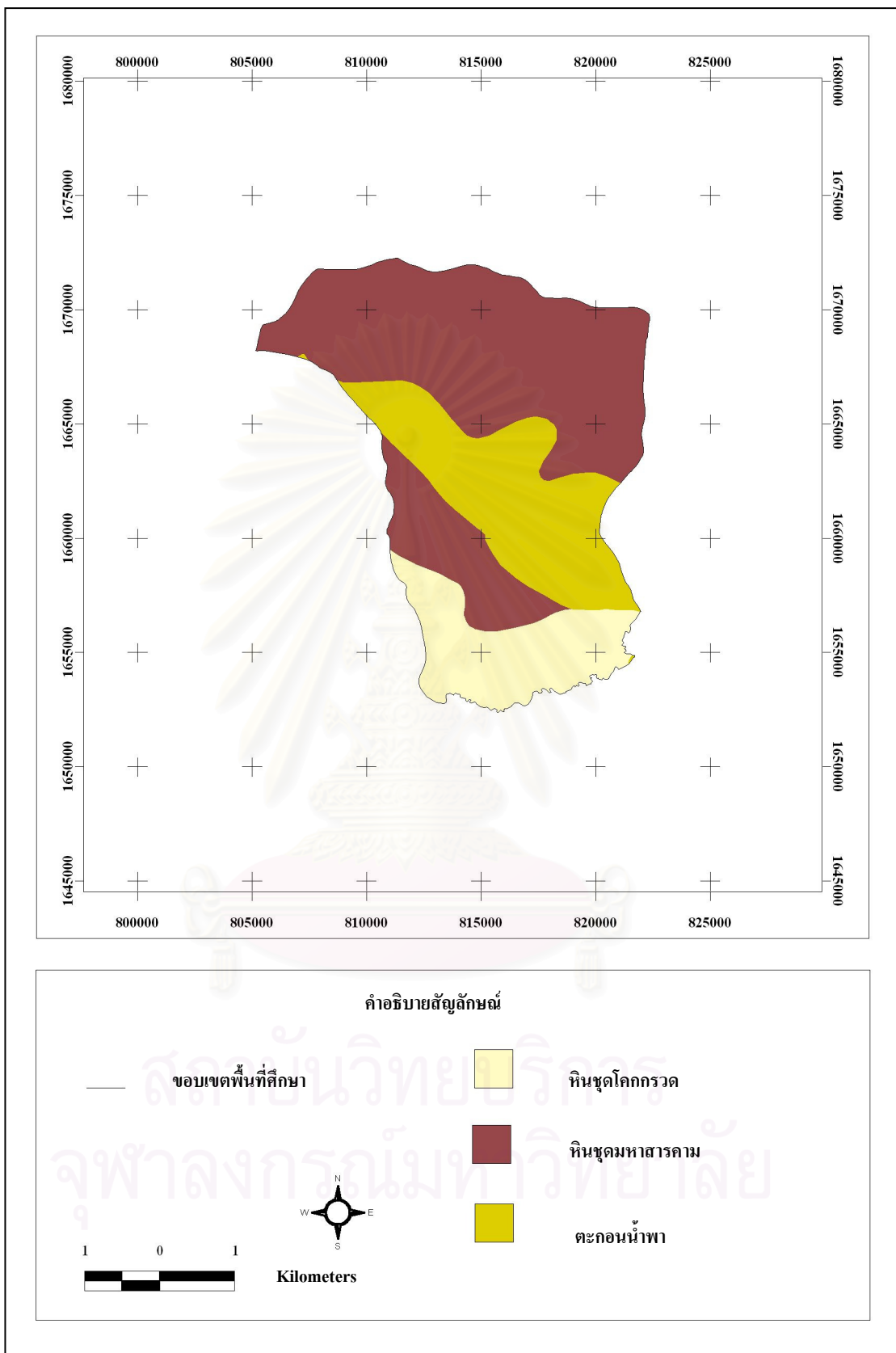


ภาพที่ 3-2 แผนที่แสดงที่ตั้งและอาณาเขตพื้นที่ศึกษา  
ที่มา: กรมการปกครอง (2548)

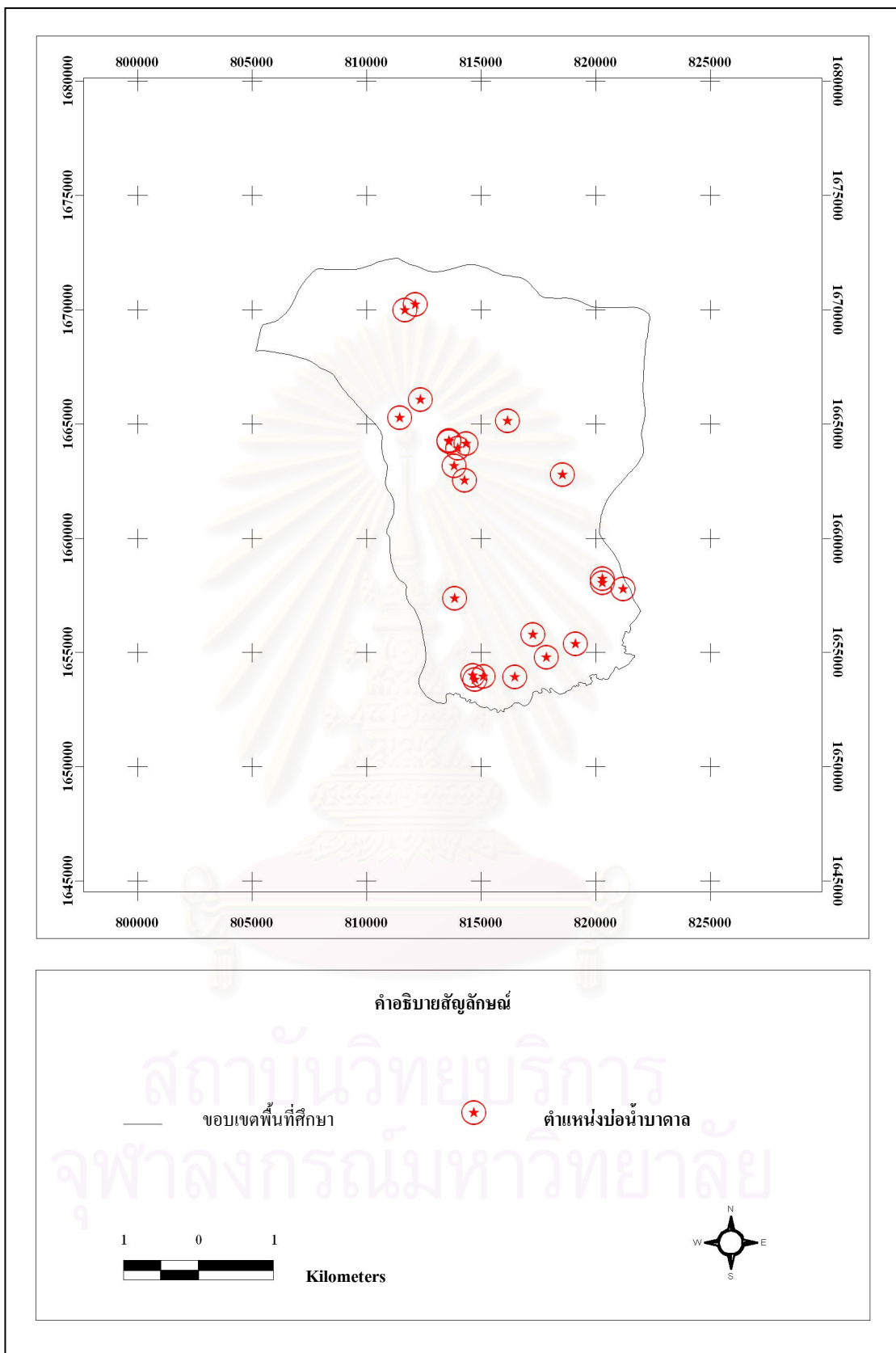


ภาพที่ 3-3 แผนที่แสดงช่วงชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา  
ที่มา: การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (2549)

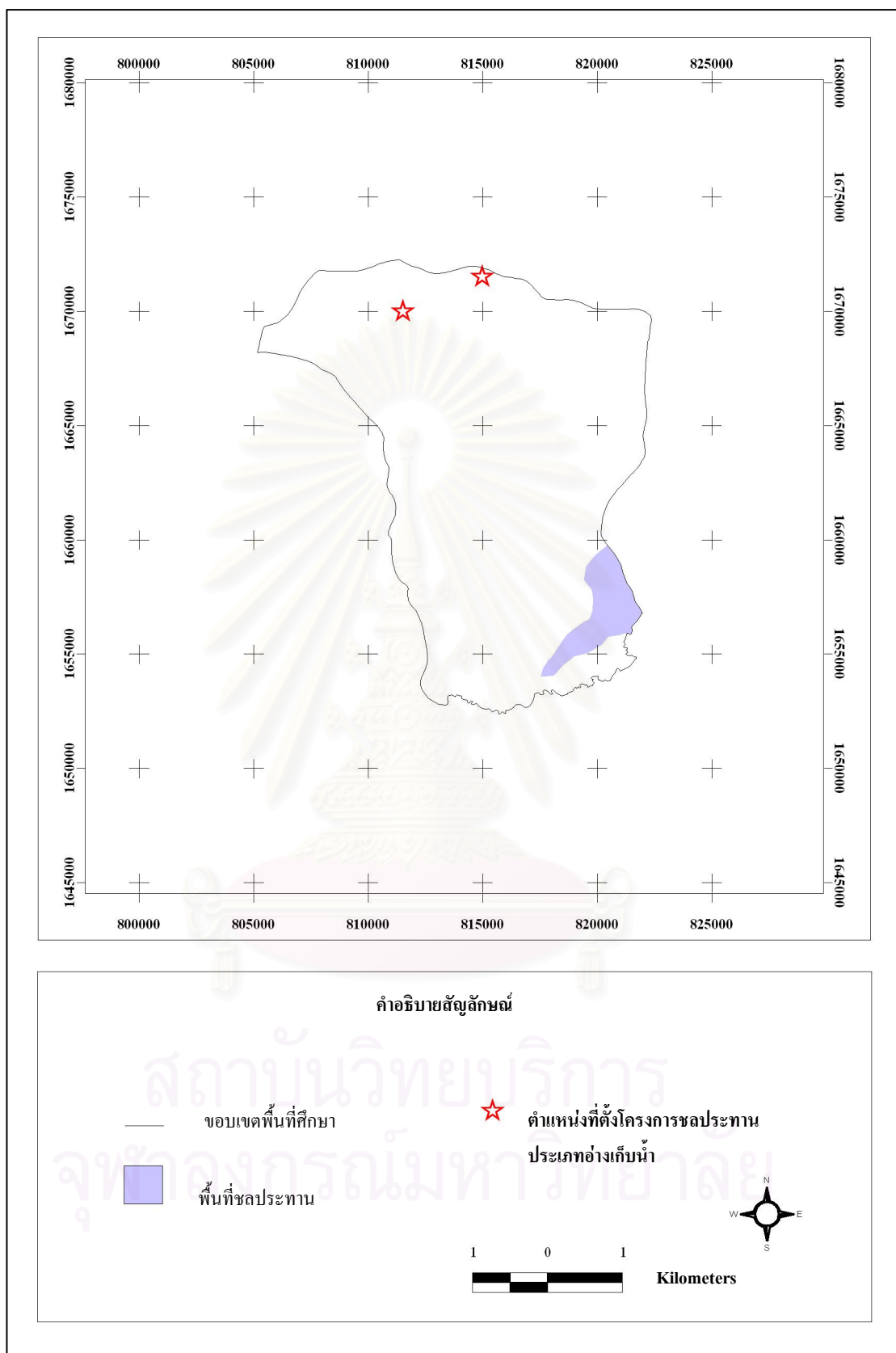




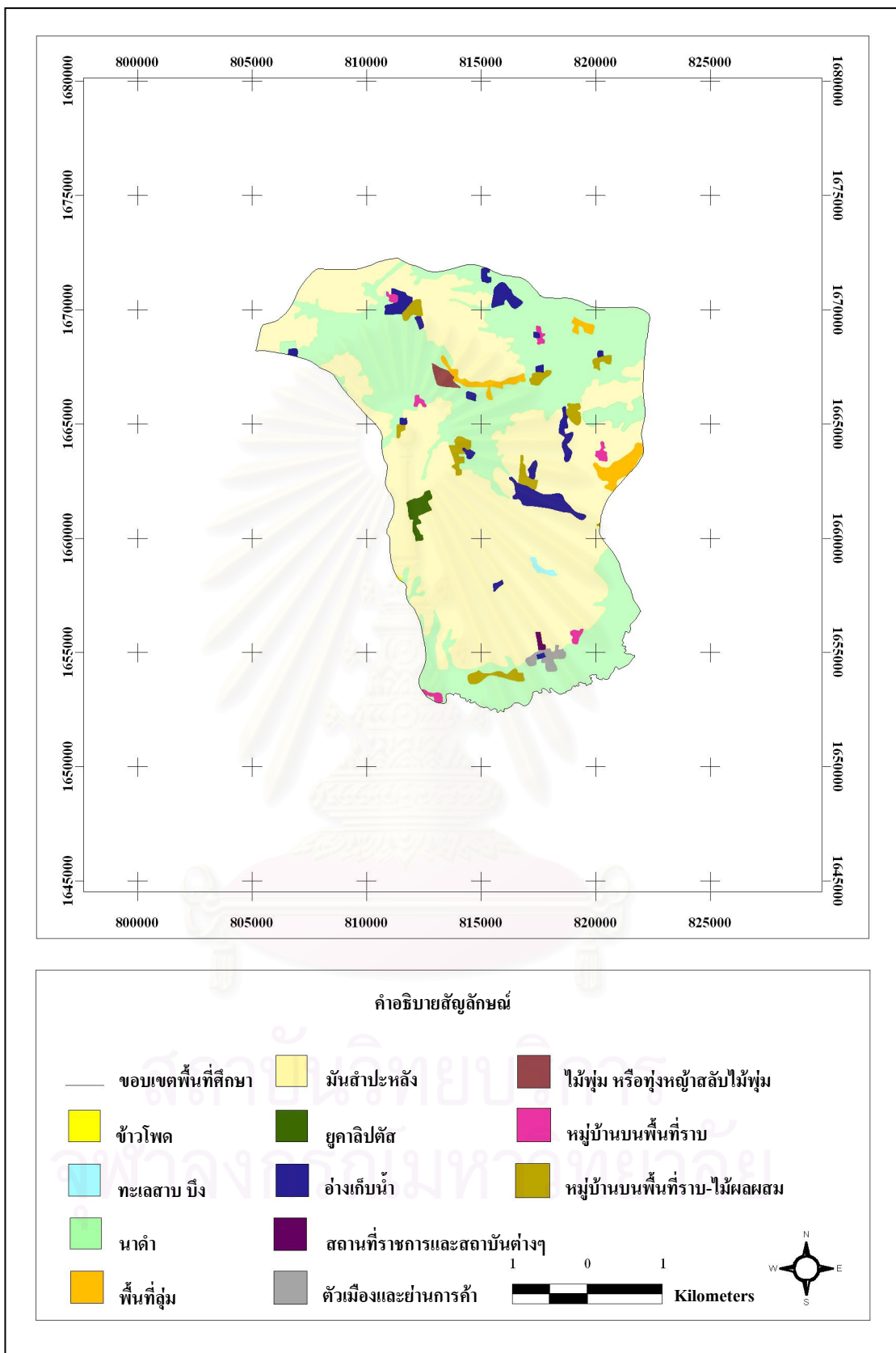
ภาพที่ 3-4 แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา  
 ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2531)



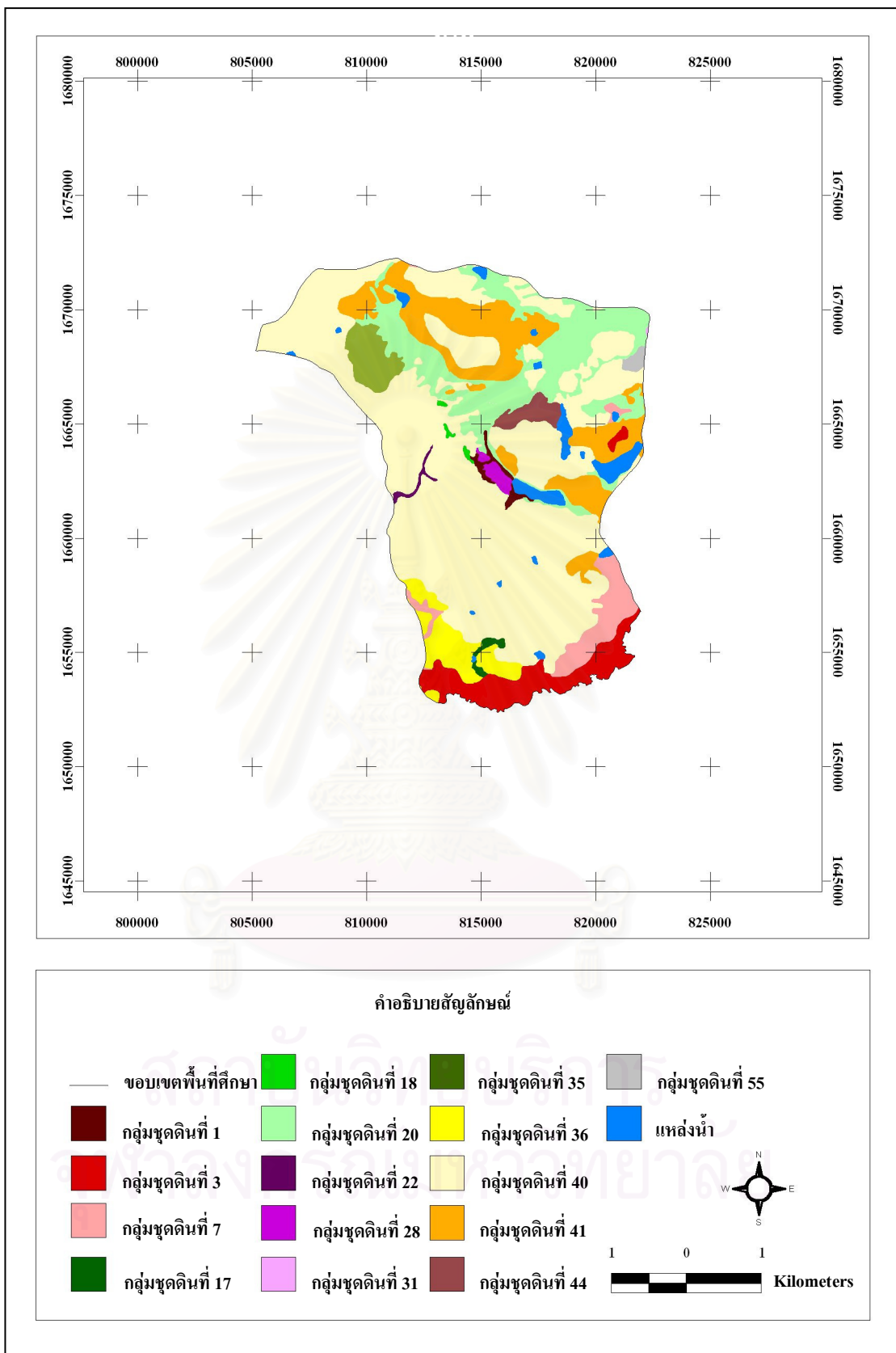
ภาพที่ 3-5 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา  
 ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2547)



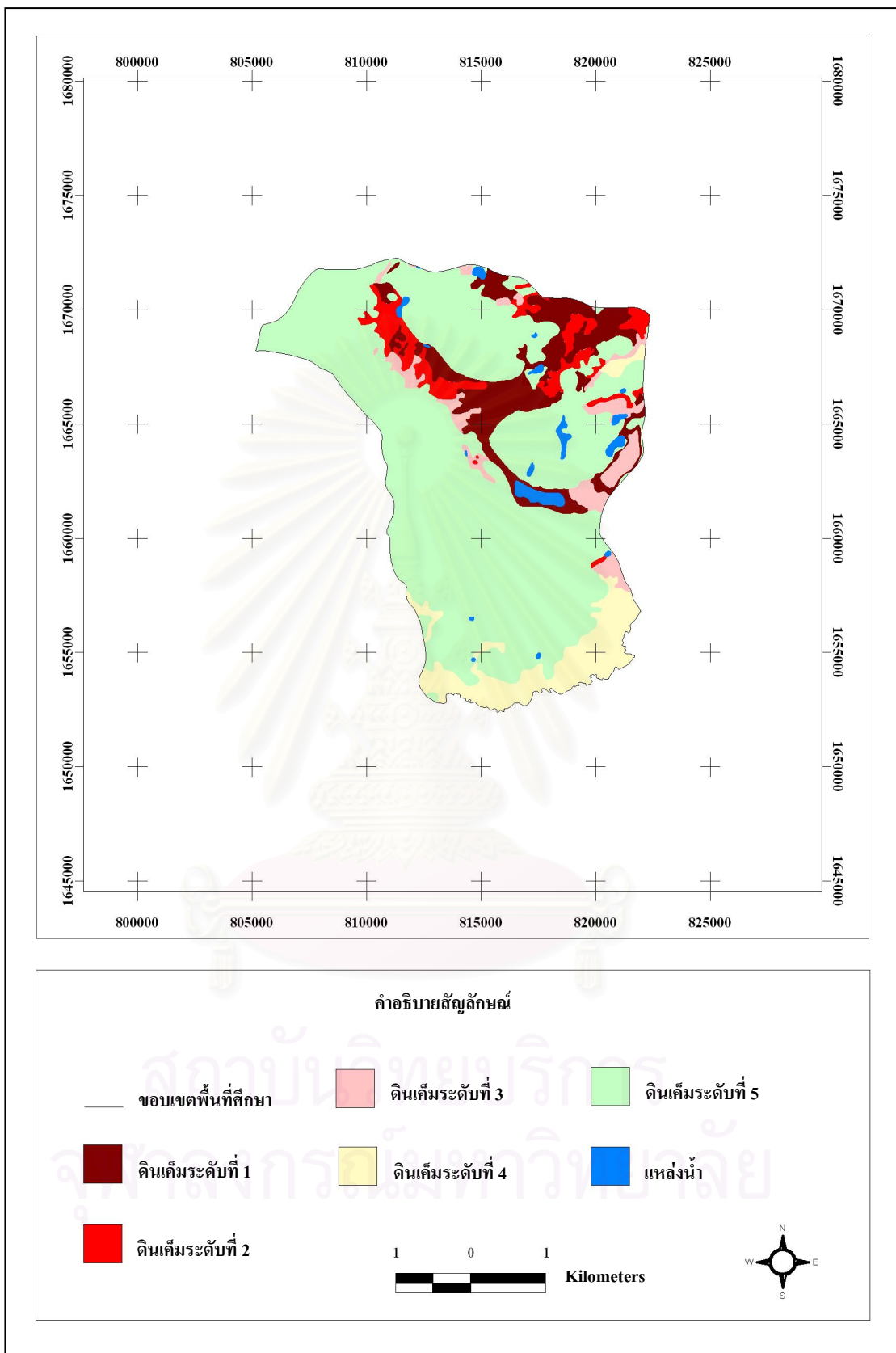
ภาพที่ 3-6 แผนที่แสดงพื้นที่ชลประทานและตำแหน่งที่ตั้งโครงการชลประทานในพื้นที่ศึกษา  
ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2547)



ภาพที่ 3-7 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา  
ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2546)



ภาพที่ 3-8 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดินในพื้นที่ศึกษา  
 ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2548)



ภาพที่ 3-9 แผนที่แสดงระดับดินเค็มในพื้นที่ศึกษา  
ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2546)

## บทที่ 4

### วิธีการศึกษา

#### 4.1 แนวคิดในการศึกษา

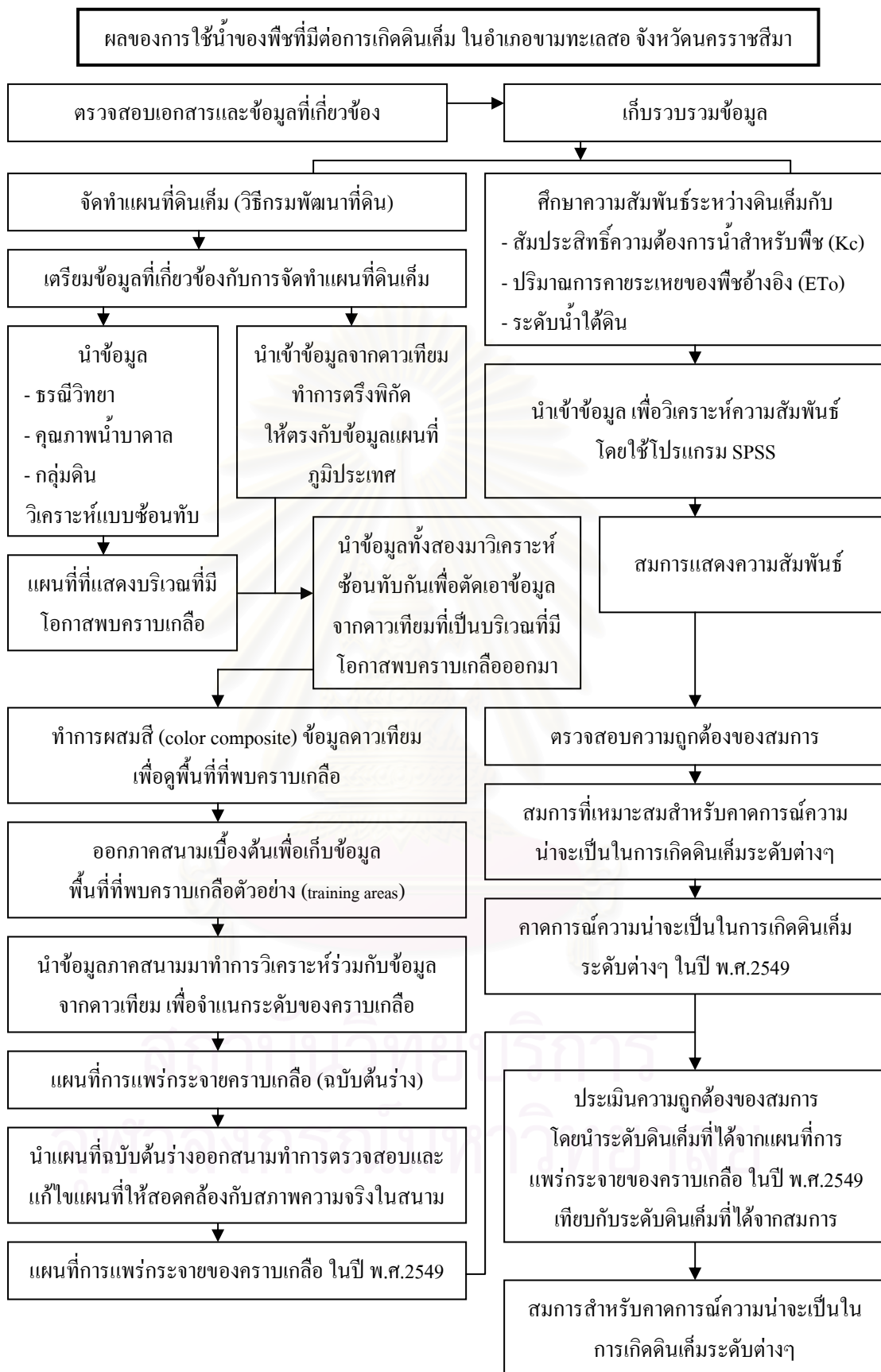
การศึกษาผลของการใช้น้ำของพืชที่มีต่อการเกิดดินเค็ม ในอำเภอบางทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา เป็นการศึกษาโดยอาศัยข้อมูลในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลทั้งข้อมูลที่น่าเข้าสู่แผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้ว และข้อมูลรูปแบบอื่นๆ ที่มีพิภคภูมิศาสตร์ที่แน่นอน โดยข้อมูลจะถูกเตรียมขึ้นเป็นชั้นข้อมูลที่ประกอบด้วยฐานข้อมูลภาพ (graphic database) และฐานข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ (attribute database) แล้วใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยมุ่งประเด็นการศึกษาไปที่การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETo) และระดับน้ำใต้ดิน กับการเกิดดินเค็มตามขั้นตอนการศึกษา (ภาพที่ 4-1)

นำเข้าข้อมูลสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETo) และข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับการเกิดดินเค็มในระดับต่างๆ ด้วยวิธีทางสถิติ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปของสมการแสดงความสัมพันธ์ ซึ่งจะนำไปใช้คาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ได้

จัดทำแผนที่ดินเค็ม ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน โดยนำเข้าข้อมูลธรณีวิทยา คุณภาพน้ำบาดาล กลุ่มดิน และข้อมูลจากดาวเทียม มาจัดทำแผนที่ร่วมกับการออกภาคสนาม เพื่อจัดทำแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ

การประเมินความถูกต้องของสมการ โดยนำระดับดินเค็มที่ได้จากการคาดการณ์โดยใช้สมการ มาเทียบกับระดับดินเค็มที่ได้จากแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ

สมการแสดงความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จะนำมาใช้คาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ในอำเภอบางทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา ได้โดยนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์



ภาพที่ 4-1 ขั้นตอนการศึกษา



## 4.2 ขั้นตอนการศึกษา

### 4.2.1 การตรวจสอบเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการศึกษามีการรวบรวมและศึกษาข้อมูลในเบื้องต้น ข้อมูลทุติยภูมิ ตรวจสอบเอกสาร ที่มาของปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาการใช้โปรแกรม Statistical Package for Social Science (SPSS) 11.5 for Windows เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่สนใจศึกษา

### 4.2.2 การออกแบบการศึกษาผลของการใช้น้ำของพืชต่อการเกิดดินเค็ม

กำหนดสมมติฐานจากปัจจัยที่สนใจศึกษากับการเกิดดินเค็ม กระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูล การจัดทำข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ (attribute data) ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับการศึกษา

### 4.2.3 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลทั้งในรูปแบบที่เป็นแผนที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลดิจิทัลที่มีพิกัดของจุดข้อมูลที่แน่นอน และข้อมูลจากดาวเทียม ได้แก่ ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	แหล่งที่มา	รายละเอียดข้อมูล
ภูมิประเทศ	กรมแผนที่ทหาร	แผนที่ภูมิประเทศ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2546 มาตราส่วน 1: 50,000
ธรณีวิทยา	กรมทรัพยากรธรณี	ฐานข้อมูลแสดงขอบเขตชั้นหินใต้น้ำใต้ดิน อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา มาตราส่วน 1: 50,000 พ.ศ. 2531
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	การใช้ประโยชน์ที่ดินใน ปีพ.ศ.2546 มาตราส่วน 1: 50,000

ตารางที่ 4-1 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ข้อมูล	แหล่งที่มา	รายละเอียดข้อมูล
กลุ่มชุดดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ฐานข้อมูลดินแสดงกลุ่มชุดดิน อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2548 มาตรฐาน 1: 50,000
ระดับการแพร่กระจายของดินเค็ม	กรมพัฒนาที่ดิน	ฐานข้อมูลแสดงพื้นที่ระดับการแพร่กระจายของดินเค็ม พ.ศ. 2546 จากโปรแกรม Thai Salt กรมพัฒนาที่ดิน
ข้อมูลจากดาวเทียม	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ	ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-5 TM ที่บันทึกข้อมูลเมื่อ 6 มีนาคม พ.ศ. 2548
ระดับน้ำใต้ดิน	อัญชลี นาคปล้อง (2547)	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณของระดับน้ำใต้ดินพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ จากการตรวจวัดบ่อน้ำ อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2546
ระดับน้ำใต้ดิน	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ของ จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2546
ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc)	กรมชลประทาน และ Food and Agriculture Organization (FAO)	ค่า Kc อ้างอิงตามข้อมูลของ กรมชลประทาน และ Food and Agriculture Organization (FAO)
ความยาวของรากพืช	-	อ้างอิงตามข้อมูลจากการตรวจเอกสาร
ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัย	กรมอุตุนิยมหาวิทยาลัย	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ จากสถานีตรวจวัดอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเป็นข้อมูลรายเดือน พ.ศ.2517-2549
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS)	กรมทรัพยากรธรณี	ฐานข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาล อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา มาตรฐาน 1: 50,000

ตารางที่ 4-1 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ข้อมูล	แหล่งที่มา	รายละเอียดข้อมูล
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS)	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2546
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS)	อัญชลี นาคปล้อง (2547)	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณของระดับน้ำใต้ดินและคุณภาพน้ำใต้ดิน พร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์จากการตรวจวัดบ่อน้ำ อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2546
พื้นที่ชลประทาน	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	ฐานข้อมูลแสดงพื้นที่ชลประทาน อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา มาตรฐาน 1: 50,000
ช่วงชั้นความสูง	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	ฐานข้อมูลแสดงช่วงชั้นความสูงของอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา มาตรฐาน 1: 50,000
ชนิดของเนื้อดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ฐานข้อมูลแสดงชนิดของเนื้อดินจากโปรแกรม Thai Salt กรมพัฒนาที่ดิน
การซาบซึมน้ำของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ฐานข้อมูลแสดงการซาบซึมน้ำของดินจากโปรแกรม Thai Salt กรมพัฒนาที่ดิน
ขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ	กรมการปกครอง	ขอบเขตการปกครองอ้างอิงตามกรมการปกครอง พ.ศ.2548 มาตรฐาน 1: 50,000

#### 4.2.4 การเตรียมข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาทำการเตรียมข้อมูลให้เป็นชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลในการดำเนินการขั้นต่อไป โดยมีวิธีการเตรียมข้อมูลดังนี้

- 1) ข้อมูลภูมิประเทศ มีวิธีการดังนี้
  - นำเข้าแผนที่ภูมิประเทศสู่โปรแกรม ENVI version 4.1
  - ตรึงพิกัดภูมิศาสตร์ของแผนที่ภูมิประเทศลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984

2) ข้อมูลธรณีวิทยา (ภาพที่ 4-2) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าชั้นข้อมูลธรณีวิทยาสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2

- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจัดกลุ่มข้อมูลธรณีวิทยา โดยการจัดกลุ่มเป็นกลุ่มหลักๆ ตามชนิดของชุดหิน ประกอบด้วยหินชุดมหาสารคาม หินชุดโลกกรวด หินชุดภูกระดึง และตะกอนน้ำพา

3) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ภาพที่ 4-3) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2

- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจัดกลุ่มข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการจัดกลุ่มเป็นกลุ่มหลักๆ ตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดิน 39 ประเภท

4) ข้อมูลกลุ่มชุดดิน (ภาพที่ 4-4) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าชั้นข้อมูลกลุ่มดินสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2

- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจัดกลุ่มข้อมูลกลุ่มดิน โดยการจัดกลุ่มเป็นกลุ่มหลักๆ ตามประเภทของกลุ่มดิน จำแนกเป็น ดินในที่ลุ่ม และดินในที่ดอน

5) ข้อมูลการแพร่กระจายของดินเค็ม (ภาพที่ 4-5) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าชั้นข้อมูลการแพร่กระจายของดินเค็มสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2

- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจัดกลุ่มข้อมูลการแพร่กระจายของดินเค็ม โดยการจัดกลุ่มเป็นกลุ่มหลักๆ ตามระดับการเกิดดินเค็ม จำแนกเป็น ดินเค็มระดับที่ 1 (บริเวณที่มีเกลือมากที่สุด มีคราบเกลืออยู่ทั่วไปบนผิวดิน มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) ดินเค็มระดับที่ 2 (บริเวณที่มีเกลือมาก มีคราบเกลือเป็นหย่อมๆบนผิวดิน 10-50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) ดินเค็มระดับที่ 3 (บริเวณที่มีเกลือปานกลาง มีคราบเกลือบนผิวดิน 1-10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) ดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่มีเกลือเล็กน้อย มีคราบเกลือบนผิวดินน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) และดินเค็มระดับที่ 5 เป็นบริเวณที่ไม่มีคราบเกลือบนผิวดิน

6) ข้อมูลจากดาวเทียม มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าข้อมูลจากดาวเทียมสู่โปรแกรม ENVI version 4.1
- ตรึงพิกัดภูมิศาสตร์ของข้อมูลจากดาวเทียมในตรงกับข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ

7) ข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน (ภาพที่ 4-6) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าข้อมูลเชิงปริมาณของค่าระดับน้ำใต้ดินและพิกัดภูมิศาสตร์แบบ Latitude-Longitude ในฐานข้อมูลตาราง Database file (.dbf)
- นำเข้าสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2
- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- กระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่ โดยการ Interpolation ด้วยวิธี IDW ของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2 ที่ขนาด Grid Cell Size 25 x 25 ตารางเมตร
- แปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2

8) ข้อมูลปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) (ภาพที่ 4-7) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าข้อมูลปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) โดยเป็นค่าเฉลี่ยของฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-เดือนเมษายน) ที่คำนวณจากข้อมูลอุณหภูมิตามรายเดือนเฉลี่ย 30 ปี ด้วยสมการ Penman-Monteith ของแต่ละสถานีตรวจวัดอากาศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพร้อมพิกัดภูมิศาสตร์แบบ Latitude-Longitude ในฐานข้อมูลตาราง Database file (.dbf)
- นำเข้าสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2
- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- กระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่ โดยการ Interpolation ด้วยวิธี IDW ของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2 ที่ขนาด Grid Cell Size 25 x 25 ตารางเมตร
- แปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2

9) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน (ภาพที่ 4-8) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน โดยเป็นค่าเฉลี่ยของฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-เดือนเมษายน) ที่คำนวณจากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี ของแต่ละสถานีตรวจวัดอากาศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพร้อมพิกัดภูมิศาสตร์แบบ Latitude-Longitude ในฐานข้อมูลตาราง Database file (.dbf)
- นำเข้าสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2
- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N

- กระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการ Interpolation ด้วยวิธี IDW ของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2 ที่ขนาด Grid Cell Size 25 x 25 ตารางเมตร
- แปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2

#### 10) ข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS)

10.1) ข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) ของกรมทรัพยากรธรณี (ภาพที่ 4-9)

- นำเข้าชั้นข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) ของกรมทรัพยากรธรณี เข้าสู่ข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2
- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจัดกลุ่มข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาล โดยการจัดกลุ่มเป็นกลุ่มหลักๆ ตามปริมาณของค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total dissolved solids: TDS) จำแนกเป็น บริเวณที่แสดงว่าน้ำบาดาลจืด (TDS < 750 mg/l) บริเวณที่แสดงว่าน้ำบาดาลกร่อย (TDS 750-1,500 mg/l) และบริเวณที่แสดงว่าน้ำบาดาลเค็ม (TDS > 1,500 mg/l)

10.2) ข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและการสำรวจของ อัญชลี นาคปล้อง (2547) (ภาพที่ 4-10)

- นำเข้าข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) พร้อมพิกัดภูมิศาสตร์แบบ Latitude-Longitude ในฐานข้อมูลตาราง Database file (.dbf)
- นำเข้าสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2
- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- กระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการ Interpolation ด้วยวิธี IDW ของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2 ที่ขนาด Grid Cell Size 25 x 25 ตารางเมตร
- แปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลของโปรแกรม Arcview GIS Version 3.2
- ทำการจัดกลุ่มข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาล โดยการจัดกลุ่มเป็นกลุ่มหลักๆ ตามปริมาณของค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total dissolved solids: TDS) จำแนกเป็น บริเวณที่แสดงว่าน้ำบาดาลจืด (TDS < 750 mg/l) บริเวณที่แสดงว่าน้ำบาดาลกร่อย (TDS 750-1,500 mg/l) และบริเวณที่แสดงว่าน้ำบาดาลเค็ม (TDS > 1,500 mg/l)

11) ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน (ภาพที่ 4-11) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าชั้นข้อมูลพื้นที่ชลประทานสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม

Arcview GIS Version 3.2

- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจำแนกพื้นที่ที่เป็น พื้นที่ชลประทานและพื้นที่นอกพื้นที่ชลประทาน

12) ข้อมูลช่วงชั้นความสูงของพื้นที่ (ภาพที่ 4-12) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าชั้นข้อมูลพื้นที่ชลประทานสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม

Arcview GIS Version 3.2

- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจำแนกตามระดับช่วงชั้นความสูงของพื้นที่ คือ ช่วงชั้นความสูง 180 200 220 240 260 280 300 และ 320 เมตร

13) ข้อมูลชนิดของเนื้อดิน (ภาพที่ 4-13) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าชั้นข้อมูลชนิดของเนื้อดินสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม

Arcview GIS Version 3.2

- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจัดกลุ่มข้อมูลตามชนิดของเนื้อดินคือ กลุ่มดินเนื้อละเอียด ได้แก่ ดินเหนียว ดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนปนเหนียว กลุ่มดินเนื้อปานกลาง ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วน และดินร่วนปนทราย และกลุ่มดินเนื้อหยาบ ได้แก่ ดินทรายปนร่วน

14) ข้อมูลการซาบซึมน้ำของดิน (ภาพที่ 4-14) มีวิธีการดังนี้

- นำเข้าชั้นข้อมูลการซาบซึมน้ำของดินสู่ชั้นข้อมูล GIS ในรูปแบบของโปรแกรม

Arcview GIS Version 3.2

- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ UTM Datum \_WGS\_1984 Zone 47N
- ทำการจัดกลุ่มข้อมูลตามประเภทการซาบซึมน้ำของดินคือ ค่อนข้างช้า ค่อนข้างเร็ว ช้า ช้ามาก ปานกลาง เร็ว และเร็วมาก

## 15) ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc)

- ข้อมูลของค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) เป็นการใช้ค่าจากการตรวจเอกสารซึ่งกรมชลประทานและ Food and Agriculture Organization (FAO) ได้ศึกษาและจัดทำไว้โดยอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4-2

## 16) ข้อมูลความยาวของรากพืช

- ข้อมูลความยาวของรากพืช เป็นการใช้ค่าจากการตรวจเอกสารโดยอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc)

ชนิดพืช	Kc	ที่มา	รายละเอียดของข้อมูล
ข้าวโพด	1.19	กรมชลประทาน	ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของข้าวโพด
นาดำ	0.60	FAO	ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของหญ้าเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากในช่วงที่ทำการศึกษาเป็นช่วงฤดูแล้ง ไม่มีการปลูกข้าว ในพื้นที่มีหญ้าขึ้นแทน
นาไร่	0.60	FAO	* ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของหญ้าเลี้ยงสัตว์
ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง	1.92	กรมชลประทาน	* ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของมะม่วง
พริก	1.15	กรมชลประทาน	* ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของมะเขือเทศ
พริก-ข้าวโพด	1.15	กรมชลประทาน	* ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของมะเขือเทศ

## หมายเหตุ

\* เนื่องจากพืชชนิดนั้นไม่มีค่า Kc ระบุไว้ จึงเลือกใช้ค่า Kc จากพืชที่มีการใช้น้ำใกล้เคียงกับพืชชนิดนั้น



ตารางที่ 4-2 ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) (ต่อ)

ชนิดพืช	Kc	ที่มา	รายละเอียดของข้อมูล
พืชผัก	0.69	กรมชลประทาน	** ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของ คะน้า
พืชไร่ผสม	0.99	กรมชลประทาน	** ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของถั่ว เหลือง
มันสำปะหลัง	0.47	FAO	ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของมัน สำปะหลัง
ไม้ผลผสม	1.92	กรมชลประทาน	** ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของ มะม่วง
ไม้พุ่มหรือทุ่ง หญ้าสลับไม้พุ่ม	0.3	FAO	ค่า Kc ของหญ้าเลี้ยงสัตว์ช่วงเริ่ม ปลูก เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็น พื้นที่โล่ง มีหญ้าขึ้นเล็กน้อย
ยูคาลิปตัส	1.92	กรมชลประทาน	* ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของ มะม่วง
สวนป่าผสม	1.92	กรมชลประทาน	** ค่า Kc เฉลี่ยตลอดช่วงอายุของ มะม่วง

หมายเหตุ

\* เนื่องจากพืชชนิดนั้นไม่มีค่า Kc ระบุไว้ จึงเลือกใช้ค่า Kc จากพืชที่มีการใช้น้ำใกล้เคียง  
กับพืชชนิดนั้น

\*\* เนื่องจากเป็นกลุ่มของชนิดพืช จึงเลือกใช้ค่า Kc จากพืชที่อยู่ในกลุ่มของพืชนั้นหรือพืชที่  
มีการใช้น้ำใกล้เคียงกับกลุ่มของชนิดพืชนั้น

ตารางที่ 4-3 ความยาวรากของพืช

ชนิดพืช	ความยาวราก (เมตร)	ที่มา	รายละเอียดของข้อมูล
ข้าวโพด	1.35	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	ค่าเฉลี่ยความยาวรากของข้าวโพด
นาตำ	1	FAO	ค่าเฉลี่ยความยาวรากของหญ้าเลี้ยงสัตว์
นาไร่	1	FAO	ค่าเฉลี่ยความยาวรากของหญ้าเลี้ยงสัตว์
ป่าแดงหรือป่า เต็งรัง	2	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	ค่าความยาวรากพืชส่วนใหญ่จะมีความลึกไม่เกิน 2 เมตร
พริก	0.75	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	ค่าเฉลี่ยความยาวรากของพริก
พริก-ข้าวโพด	0.75	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	ค่าเฉลี่ยความยาวรากของพริก
พืชผัก	0.45	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	* ค่าเฉลี่ยความยาวรากของกะหล่ำปลี
มันสำปะหลัง	0.65	FAO	ค่าเฉลี่ยความยาวรากของ มันสำปะหลัง
ไม้พุ่มหรือทุ่ง หญ้าสลับไม้พุ่ม	1	FAO	ค่าเฉลี่ยความยาวรากของหญ้าเลี้ยง สัตว์
ไม้ผลผสม	2	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	ค่าความยาวรากพืชส่วนใหญ่จะมีความลึกไม่เกิน 2 เมตร เนื่องจากถูกจำกัดโดยความลึกและคุณสมบัติของชั้นดิน
ยูคาลิปตัส	2	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	ค่าความยาวรากพืชส่วนใหญ่จะมีความลึกไม่เกิน 2 เมตร เนื่องจากถูกจำกัดโดยความลึกและคุณสมบัติของชั้นดิน
สวนป่าผสม	2	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	ค่าความยาวรากพืชส่วนใหญ่จะมีความลึกไม่เกิน 2 เมตร เนื่องจากถูกจำกัดโดยความลึกและคุณสมบัติของชั้นดิน
พืชไร่ผสม	0.95	วิบูลย์ บุญยชโรกุล (2526)	* ค่าเฉลี่ยความยาวรากของถั่วเหลือง

## หมายเหตุ

\* เนื่องจากเป็นกลุ่มของชนิดพืช จึงเลือกใช้ความยาวรากจากพืชที่อยู่ในกลุ่มของพืชนั้น

#### 4.2.5 การจัดทำแผนที่ดินเค็ม

การจัดทำแผนที่ดินเค็ม ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน เป็นการจัดทำแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือในพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญได้แก่

##### 1) เตรียมแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ (ฉบับต้นร่าง)

- การเตรียมแผนที่ฉบับต้นร่างการแพร่กระจายของคราบเกลือ เป็นการเตรียมแผนที่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยมีสมมติฐานของการเตรียมต้นร่างแผนที่คือ บริเวณที่มีโอกาสพบดินเค็มซึ่งเป็นบริเวณที่ลุ่มที่อยู่บนหมวดหินมหาสารคามหรือตะกอนลำนํ้าที่ทับถมบนหินอมเกลือ และเป็นบริเวณที่มีน้ำใต้ดินเค็มหรือกร่อย

- วิเคราะห์คุณสมบัติของกลุ่มดิน แล้วจัดทำเป็นแผนที่แสดงบริเวณดินที่พบในทีลุ่ม เนื่องจากดินเค็มโดยทั่วไปพบในบริเวณทีลุ่ม

- วิเคราะห์ข้อมูลแบบซ้อนทับ (overlay) บริเวณทีลุ่มที่พบในหมวดหินมหาสารคาม (ซึ่งเป็นหมวดหินทีมีเกลือเป็นองค์ประกอบสำคัญ) และตะกอนลำนํ้าที่ทับถมบนหินอมเกลือ

- นำผลทีได้จากข้างต้น ไปวิเคราะห์ข้อมูลแบบซ้อนทับ (overlay) กับข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาลทีเป็นบริเวณน้ำเค็มหรือกร่อย เมื่อสิ้นสุดขั้นตอนนี้ จะได้แผนที่แสดงบริเวณทีมีโอกาสพบคราบเกลือ นั่นคือ เป็นบริเวณทีลุ่มที่อยู่บนหมวดหินมหาสารคามหรือตะกอนลำนํ้าที่ทับถมบนหินอมเกลือ และเป็นบริเวณทีมีน้ำใต้ดินเค็มหรือกร่อย

- นำเข้าข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-5 TM แล้วนำข้อมูลดาวเทียมแต่ละแบนด์ไปวิเคราะห์ซ้อนทับ (overlay) กับข้อมูลข้างต้น (แผนที่แสดงบริเวณทีมีโอกาสพบคราบเกลือ) เพื่อดัดเอาข้อมูลจากดาวเทียมทีเป็นบริเวณทีมีโอกาสพบคราบเกลือออกมา

- ทำการผสมสี (color composite) ของข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อดูพื้นที่ทีพบคราบเกลือ (บริเวณทีทีพบคราบเกลือหรือดินเค็มค่าสะท้อนในข้อมูลดาวเทียมมักมีค่าสูง ยกเว้นบริเวณดินเค็มทีเป็นดินเหนียวและซึ้น)

- ออกสนามเบื้องต้นเพื่อเก็บข้อมูลพื้นที่ทีพบคราบเกลือตัวอย่าง (training areas) ของแต่ละระดับความเค็มต่างๆ บริเวณทีเลือกเป็นจุดตัวอย่างจะต้องบันทึกพิกัดไว้ด้วย โดยใช้การสำรวจพิกัดเชิงภูมิศาสตร์ (global positioning system: GPS) บอกรพิกัด

- นำข้อมูลตัวอย่างพื้นที่ทีพบคราบเกลือซึ่งระบุพิกัด มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม (จากการเตรียมข้อมูลข้างต้น คือ ข้อมูลจากดาวเทียมทีเป็นบริเวณทีมีโอกาสพบคราบเกลือ) ด้วยวิธี Supervised Classification และมาตรการในการตัดสินใจ (classifier) แบบ Maximum

Likelihood ซึ่งจำแนกข้อมูลโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (probability) เพื่อจำแนกระดับของคราบเกลือ ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะได้แผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือดินเค็ม (ฉบับต้นร่าง)

## 2) สสำรวจภาคสนาม

- นำแผนที่ดินเค็มฉบับต้นร่าง ที่พิมพ์ทับบนแผนที่ภูมิประเทศ (1:50,000) ออกภาคสนามทำการตรวจสอบแผนที่ระดับคราบเกลือในแผนที่ว่าตรงกับความจริงในสนามหรือไม่ หากมีความคลาดเคลื่อนก็จะบันทึกไว้เพื่อทำการแก้ไขแผนที่ให้สอดคล้องกับสภาพความจริงในสนาม แล้วเขียนขอบเขต (boundary) ระดับคราบเกลือ

- นำผลที่ได้จากการปรับแก้มาบันทึกเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะได้แผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ

### 4.2.6 การจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2549

การจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการเตรียมแผนที่จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมร่วมกับการออกภาคสนาม โดยมีขั้นตอนดังนี้

#### 1) การจัดเตรียมข้อมูล (pre-processing)

1.1) ทำการตัดข้อมูลภาพ (image subsetting) เพื่อเลือกพื้นที่ที่ต้องการศึกษา โดยตัดพื้นที่ที่ต้องการศึกษาให้มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่จริงพอสมควร

1.2) ทำการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (geometric correction) เพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของข้อมูลดาวเทียม และให้ได้ข้อมูลที่ต้องการตรงกับข้อเท็จจริงบนพื้นผิวโลก โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- หาดำแหน่งจุดพิกัดอ้างอิงตามแผนที่ภูมิประเทศ หรือจุดควบคุมภาคพื้นดิน (ground control point: GCP) ซึ่งเป็นจุดใดก็ได้ในข้อมูลภาพที่เห็นปรากฏได้ชัดเจน เป็นจุดเดียวกันบนข้อมูลอ้างอิง จุดควบคุมภาคพื้นดินควรมีจำนวนมากพอ และกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ศึกษา เพื่อควบคุมการแปลงพิกัดให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่

- ทำ transformation เพื่อดึงภาพที่บิดเบือนให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการและใกล้เคียงความเป็นจริง โดยมีจุด GCP ที่เลือกไว้เป็นจุดตรึงตำแหน่งต่างๆ

- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งพิกัดค่าความสว่างของจุดภาพ (brightness value) ต้องมีการคำนวณใหม่ตามไปด้วย โดยการ resampling interpolation เพื่อให้ได้ค่าที่สอดคล้องกับตำแหน่งที่เปลี่ยนไป

- นำข้อมูลภาพที่ได้จากการปรับแก้เชิงเรขาคณิต มาทำการตัดภาพเพื่อเลือกเฉพาะพื้นที่ที่ต้องการศึกษา

## 2) การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ (image enhancement)

เป็นการเน้นรายละเอียด ความชัดเจนของข้อมูลภาพหรือการเพิ่มระดับความแตกต่างระหว่างวัตถุต่างๆ ทำให้ง่ายต่อการสังเกตและตีความประเภทวัตถุ โดยการทำภาพสีผสม (color composite) เพื่อช่วยเน้นรายละเอียดของข้อมูล

## 3) การจำแนกประเภทข้อมูล (image classification)

ทำการจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (supervised classification) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1) การเลือกตัวอย่างประเภทข้อมูลหรือเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (training areas) เพื่อทำการจำแนกประเภทข้อมูล

3.2) ทำการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธี Maximum Likelihood

## 4) การวิเคราะห์หลังการจำแนกประเภทข้อมูล (post classification)

นำผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อยืนยันว่าผลการจำแนกมีความน่าเชื่อถือ โดยเปรียบเทียบผลการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมกับสภาพพื้นที่จริงที่ได้จากการออกภาคสนามเพื่อทำการแก้ไขแผนที่ให้สอดคล้องกับสภาพความจริงในสนาม

### 4.2.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติประกอบด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดดินเค็มในระดับต่างๆ กับสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) และระดับน้ำใต้ดิน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) และนำเสนอการแสดงความสัมพันธ์ที่ได้มาคำนวณหาความน่าจะเป็นต่อการเกิดดินเค็มในระดับต่างๆ เพื่อชี้ให้เห็นว่าปัจจัยใดที่ระดับดินเค็มใด มีผลต่อดินเค็มในอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

### 1) เตรียมชั้นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ

นำชั้นข้อมูลของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) และระดับน้ำใต้ดิน มาซ้อนทับ (overlay) กัน เพื่อสร้างชั้นข้อมูลปัจจัยที่สนใจศึกษา

### 2) การสุ่มจุดตัวอย่าง

กำหนดจุดลงในชั้นข้อมูลปัจจัยที่สนใจศึกษาทุกๆ 500 เมตร แล้วทำการสุ่มจุดตัวอย่างแบบระบบ (systematic sampling) ออกมา 2 ชุด โดยแบ่งเป็น จุดตัวอย่างชุดที่ 1 (สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ) จุดตัวอย่างชุดที่ 2 (สำหรับการตรวจสอบความถูกต้อง)

### 3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ

นำจุดตัวอย่างชุดที่ 1 มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistical Package for Social Science (SPSS) 11.5 for Windows โดยการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุภาค (multinomial logistic regression) ซึ่งมีดินเค็มในระดับต่างๆ เป็นตัวแปรตามและมีรูปแบบความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) และระดับน้ำใต้ดินเป็นตัวแปรต้น

#### 4.2.8 การตรวจสอบความถูกต้อง

นำสมการที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ทางสถิติมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง โดยนำสมการที่ได้มาคำนวณหาระดับดินเค็ม และใช้จุดตัวอย่างชุดที่ 2 ในการคำนวณ แล้วทำการทดสอบความถูกต้องระหว่างระดับดินเค็มที่คำนวณได้กับระดับดินเค็มจากจุดตัวอย่างชุดที่ 2 ด้วยตาราง Confusion matrix

#### 4.2.9 การประเมินความถูกต้อง

จากสมการที่ได้จากข้อ 4.2.8 จะได้สมการสำหรับคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ แล้วนำสมการดังกล่าวมาคำนวณหาระดับดินเค็ม เพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ในปี พ.ศ.2549 แล้วทำการประเมินความถูกต้องของสมการ โดยการนำระดับดินเค็มซึ่งได้จากการคำนวณของสมการสำหรับคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ มาเทียบกับระดับดินเค็มที่ได้จากแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ ซึ่งได้จากการ

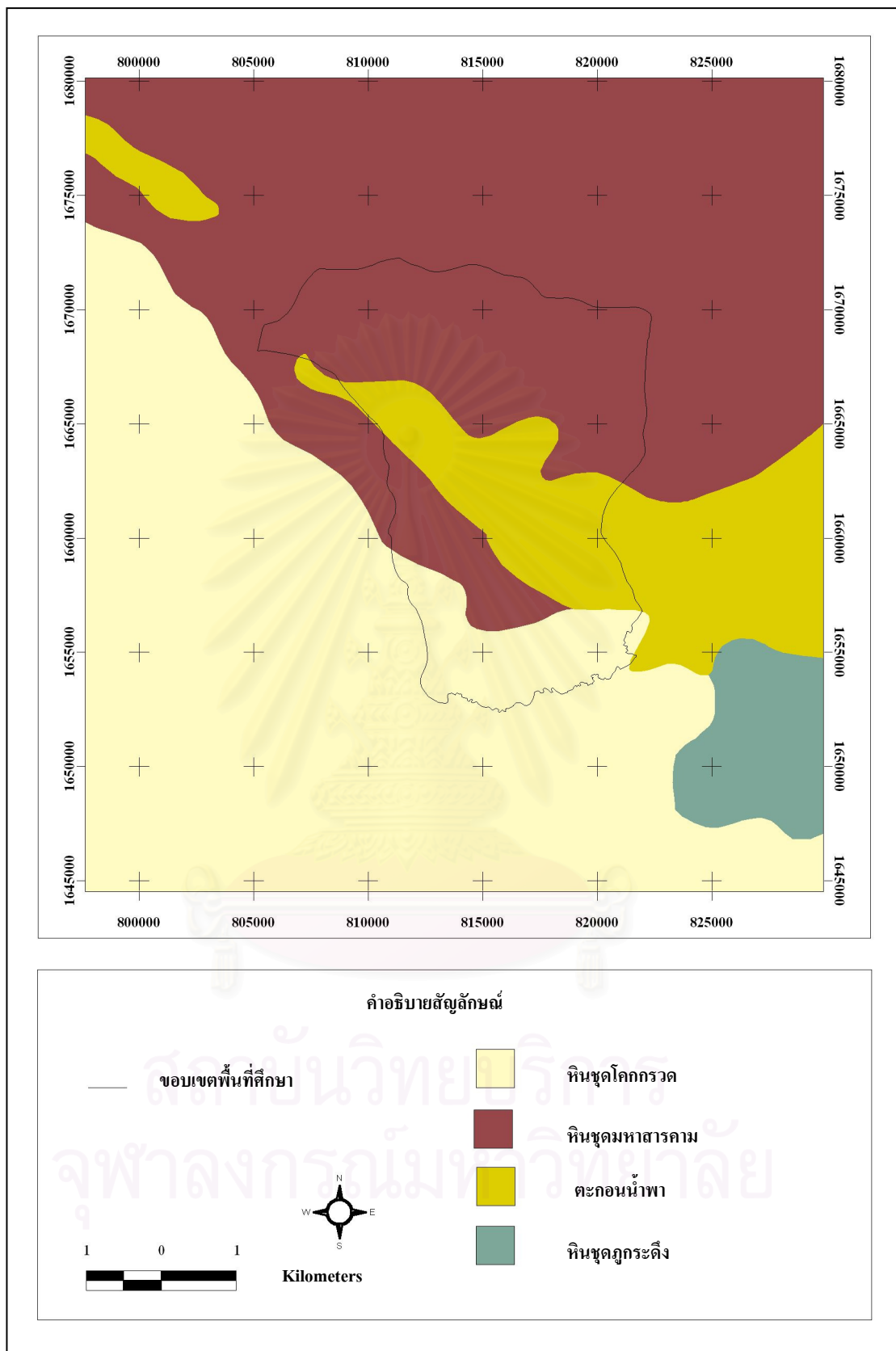
วิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับการออกภาคสนาม โดยนำมาทดสอบความถูกต้องด้วยตาราง Confusion matrix

#### 4.3 อุปกรณ์ในการศึกษา

- 1) เครื่องระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (global positioning system: GPS)
- 2) โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล
  - 2.1) โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Arcview GIS version 3.2
  - 2.2) โปรแกรม ENVI version 4.1
- 3) โปรแกรม Statistical Package for Social Science (SPSS) 11.5 for Windows

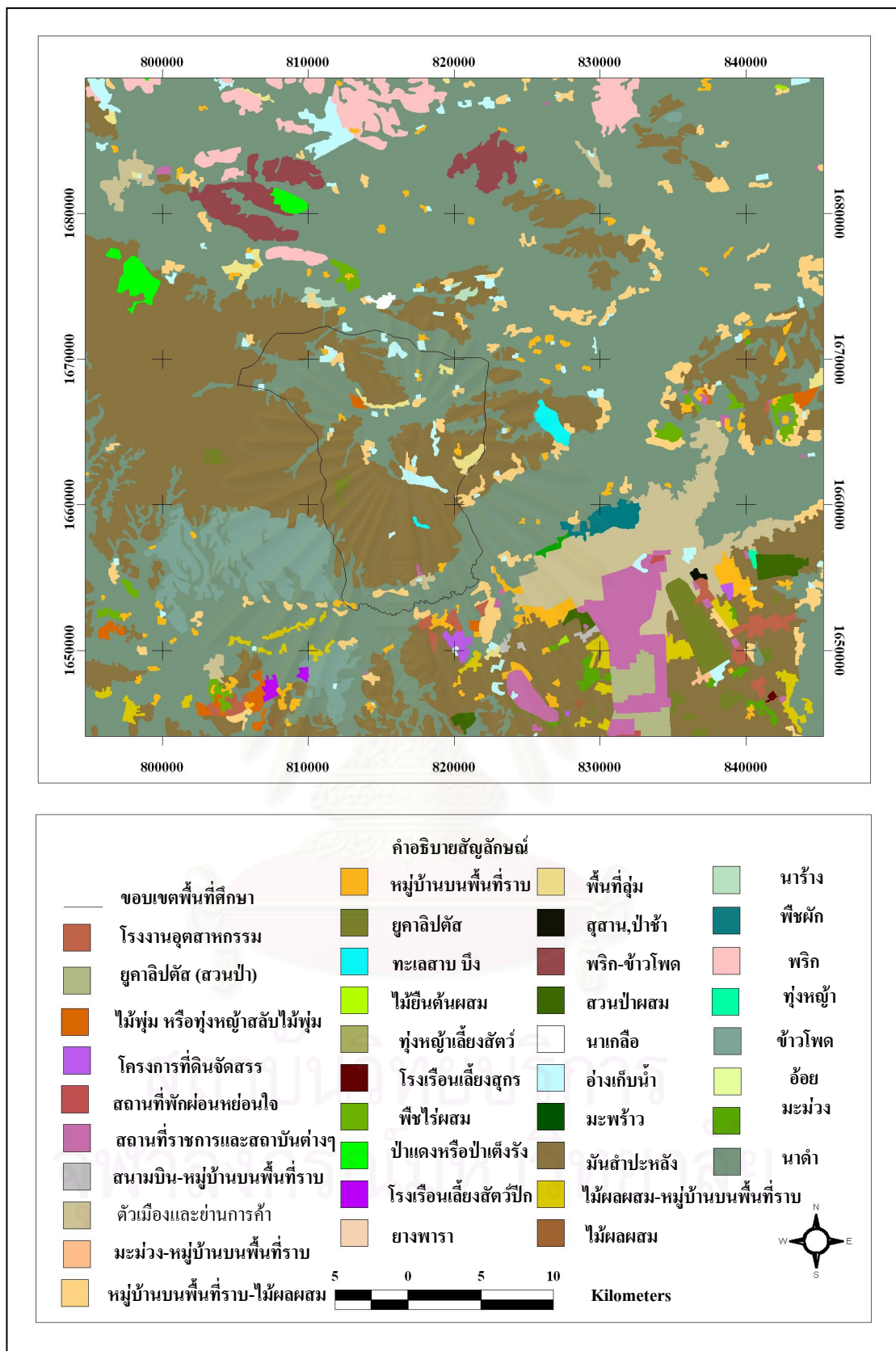


สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

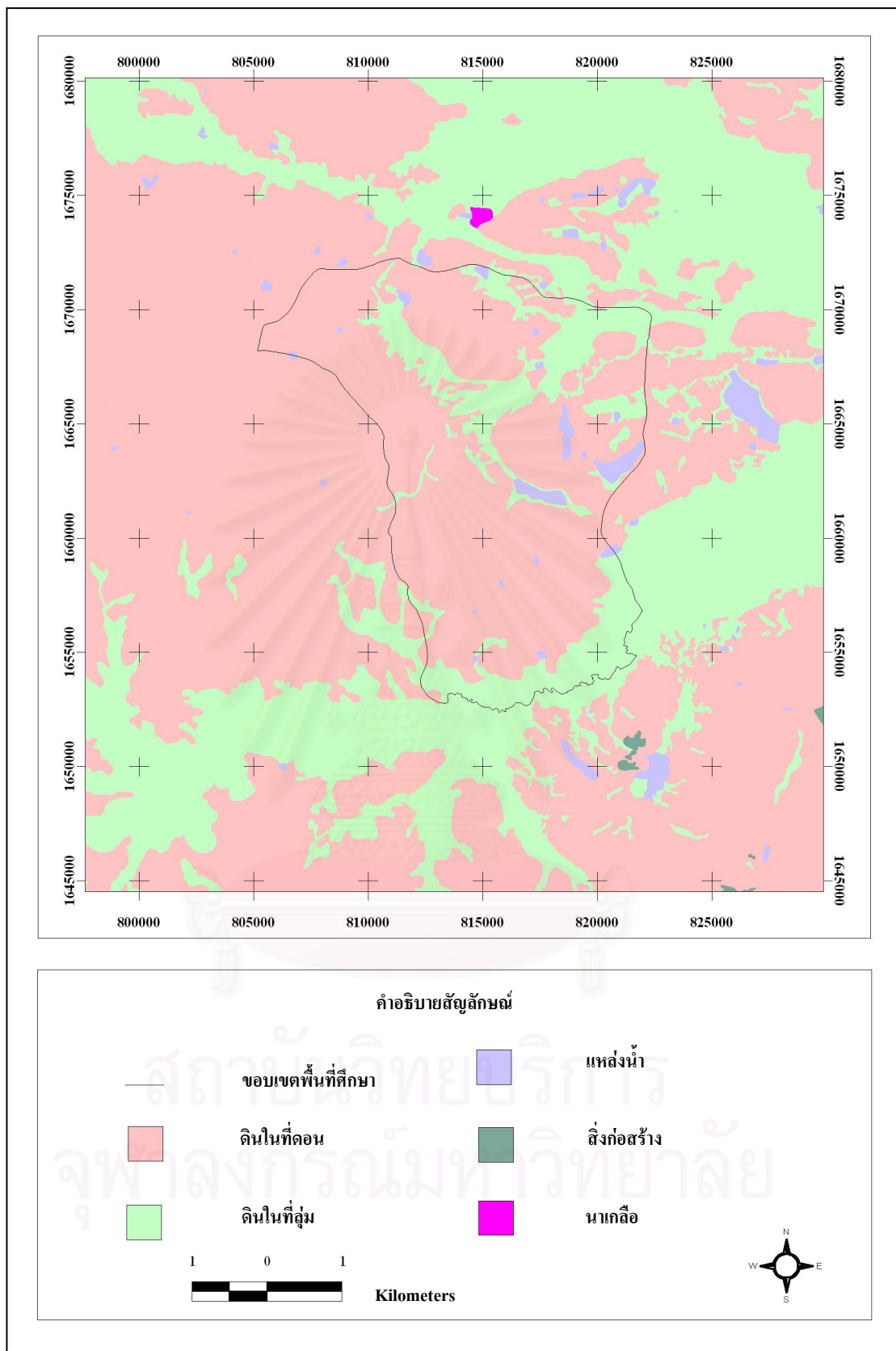


ภาพที่ 4-2 แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยา  
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2531)

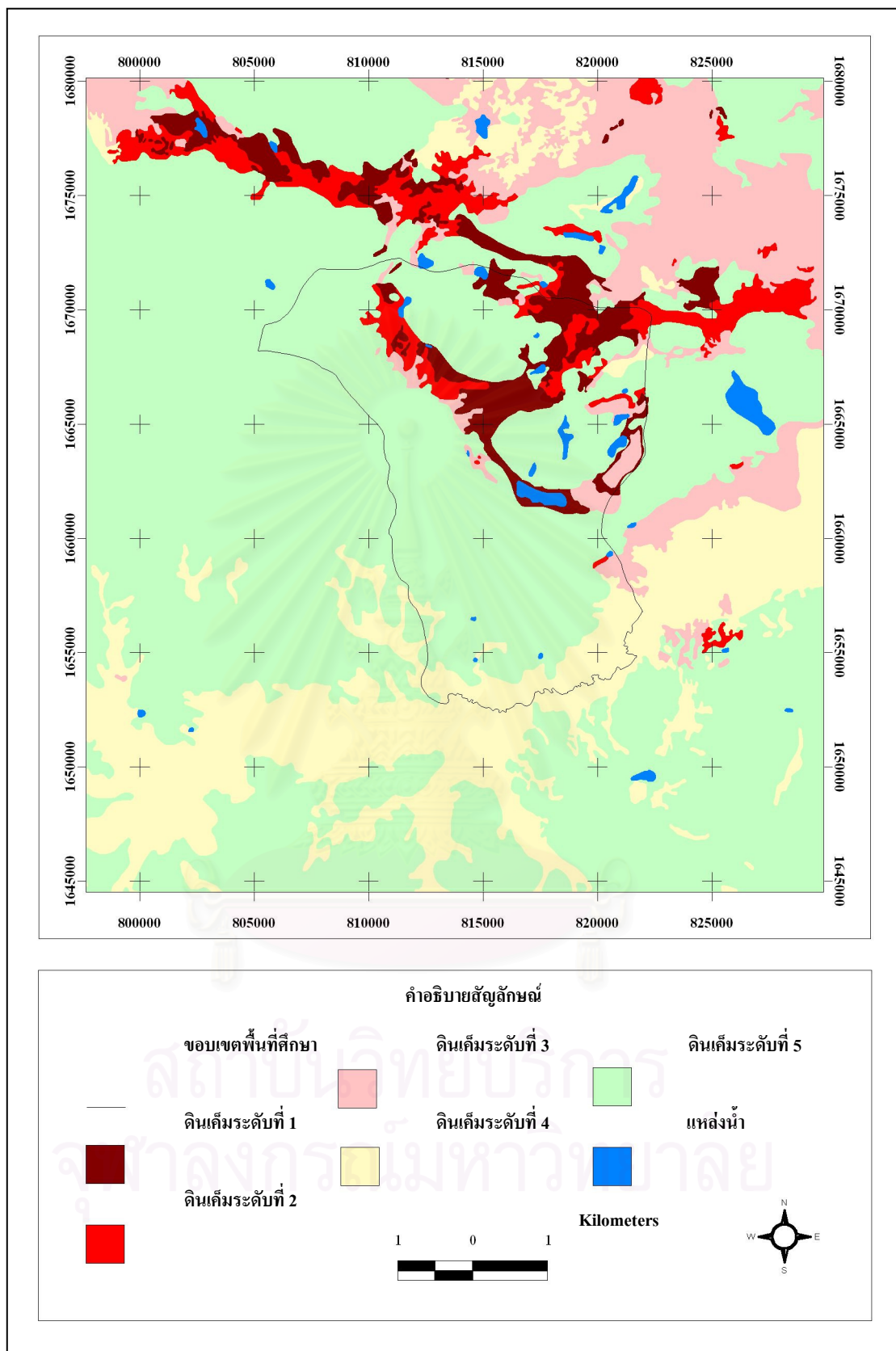




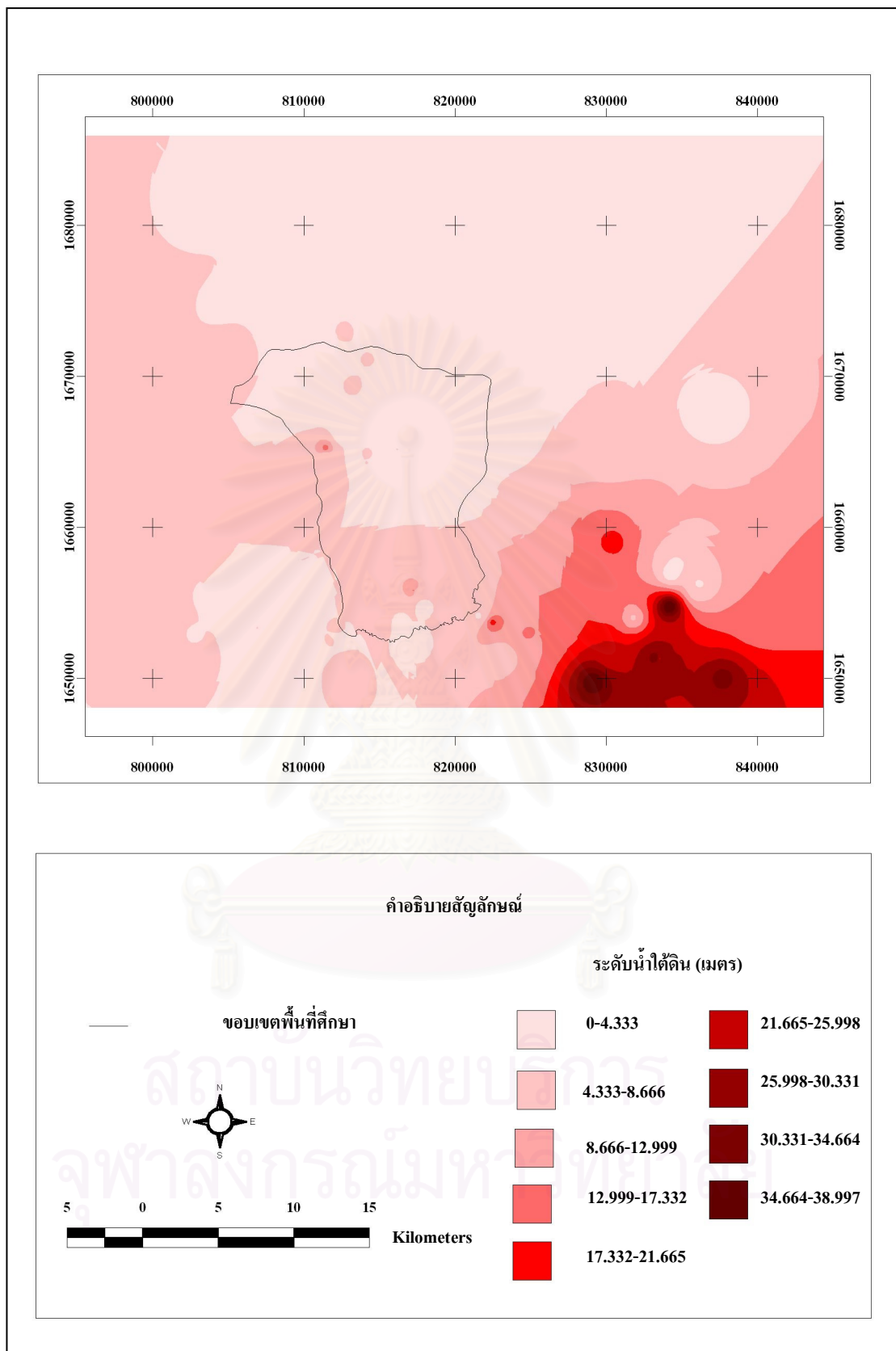
ภาพที่ 4-3 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน  
ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2546)



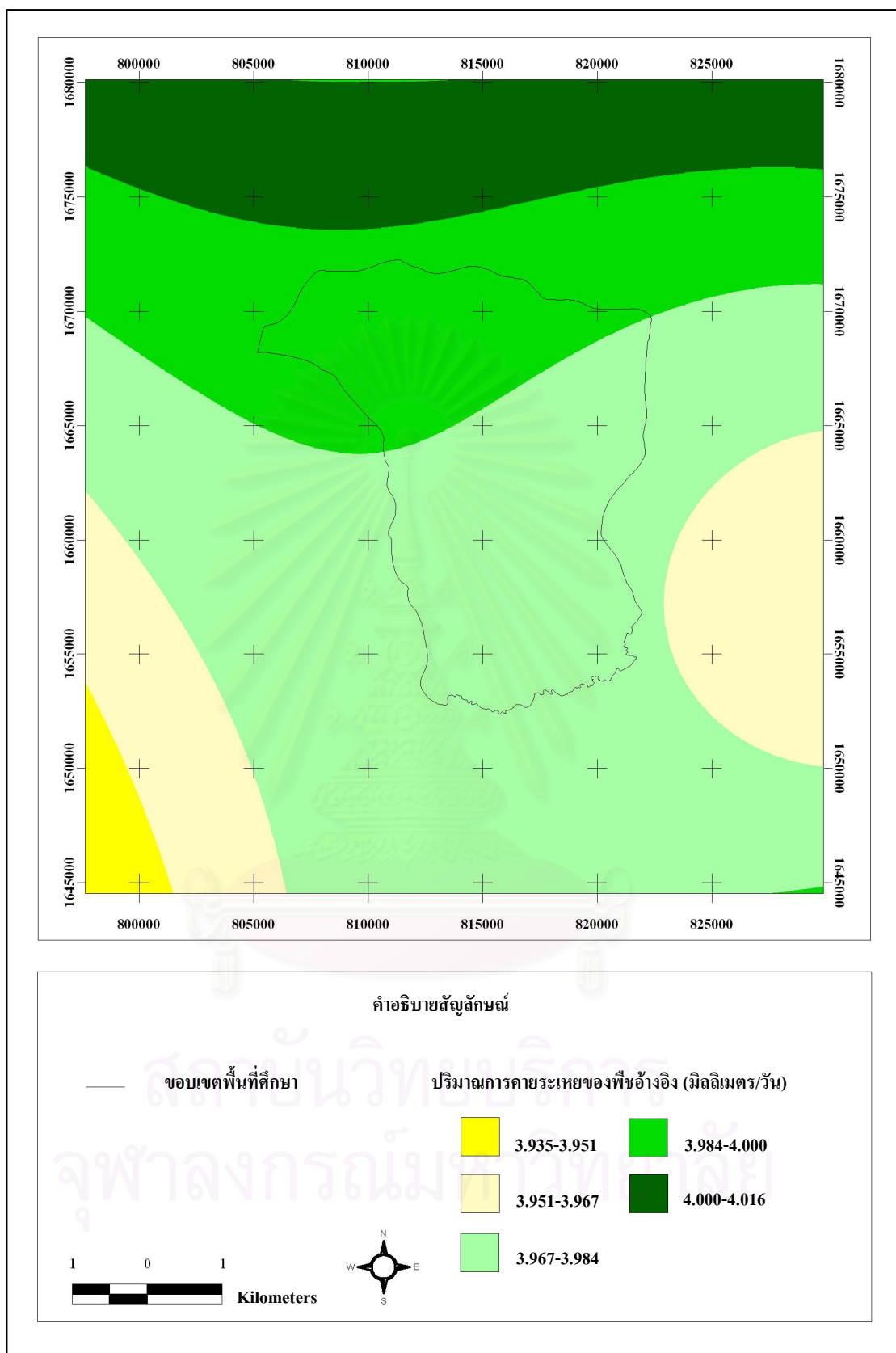
ภาพที่ 4-4 แผนที่แสดงการจำแนกกลุ่มชุดดิน  
ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2548)



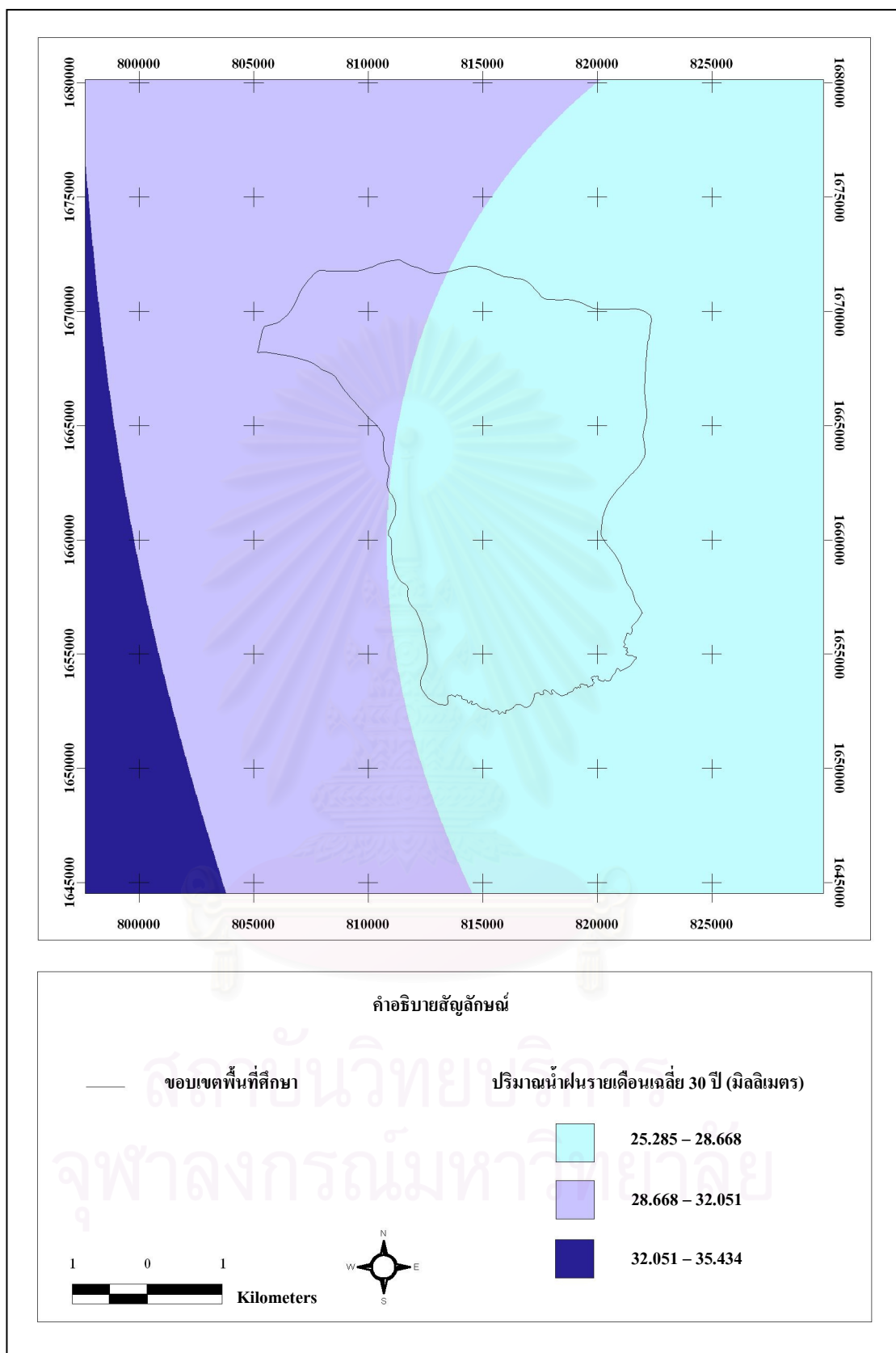
ภาพที่ 4-5 แผนที่แสดงระดับการแพร่กระจายของดินเค็ม  
 ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2546)



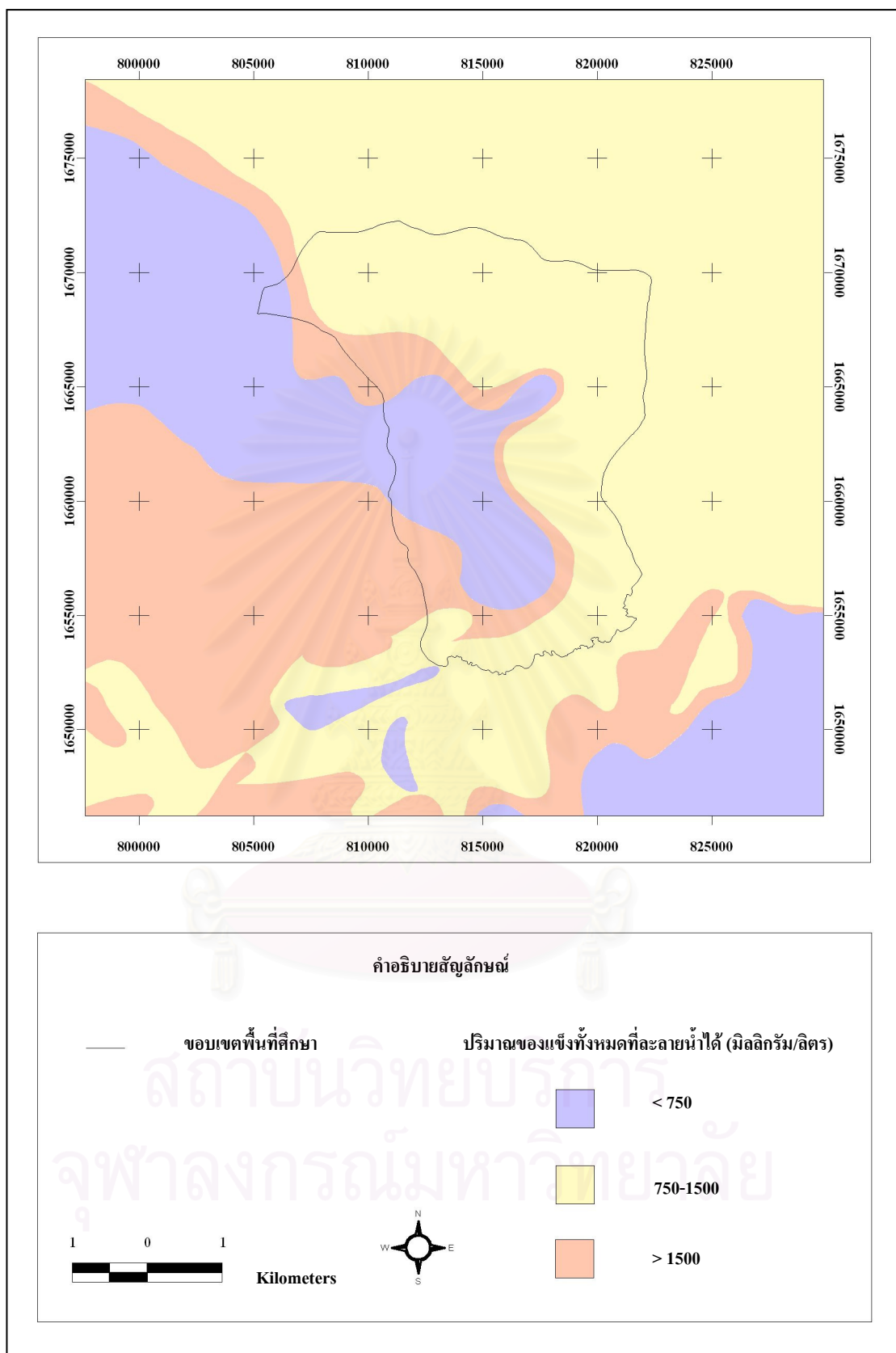
ภาพที่ 4-6 แผนที่แสดงระดับน้ำใต้ดิน  
ที่มา: การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (2549)



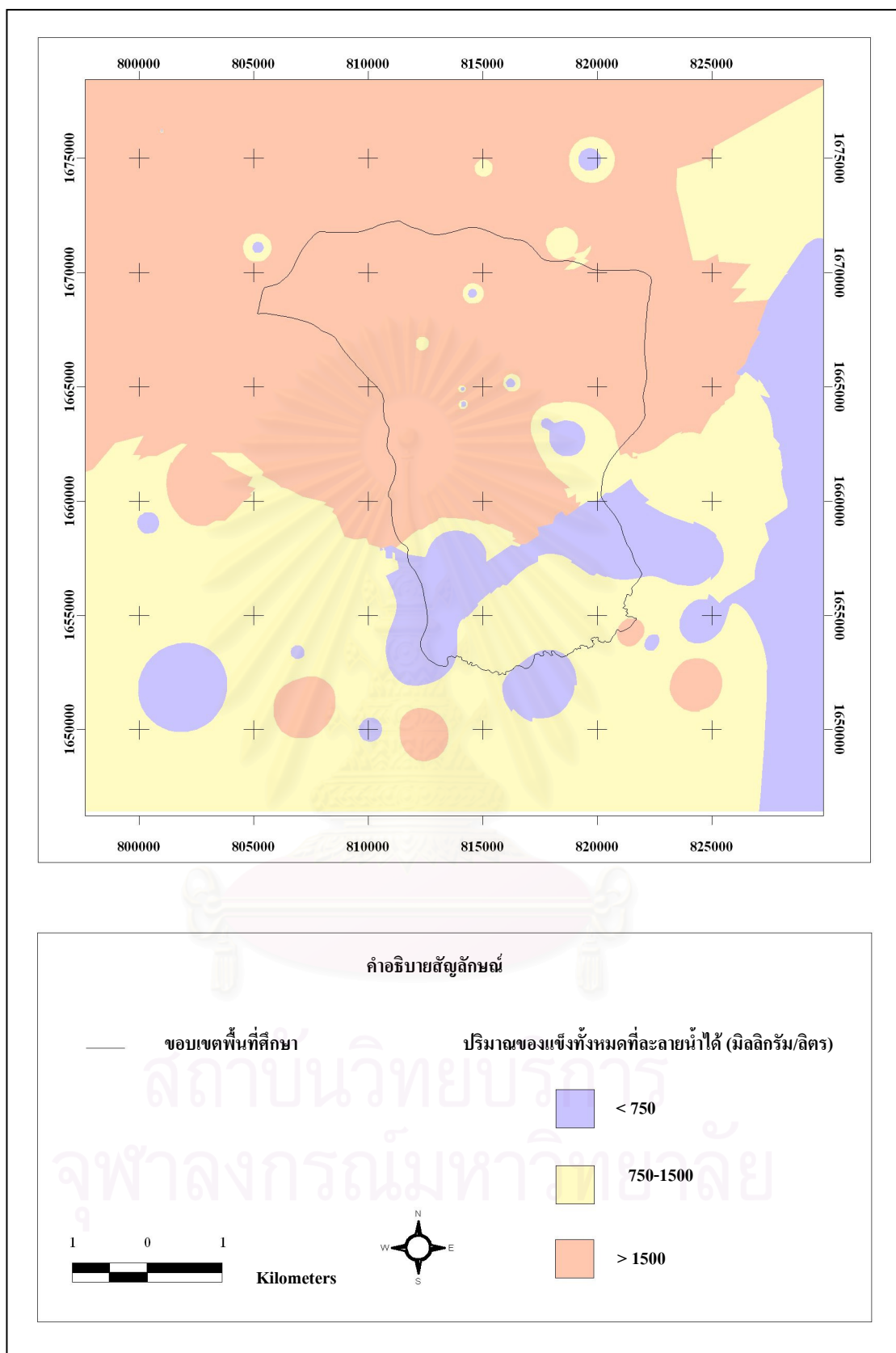
ภาพที่ 4-7 แผนที่แสดงปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETo) ฤดูแล้ง เฉลี่ย 30 ปี  
ที่มา: การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (2549)



ภาพที่ 4-8 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนของฤดูแล้ง เฉลี่ย 30 ปี  
ที่มา: การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (2549)

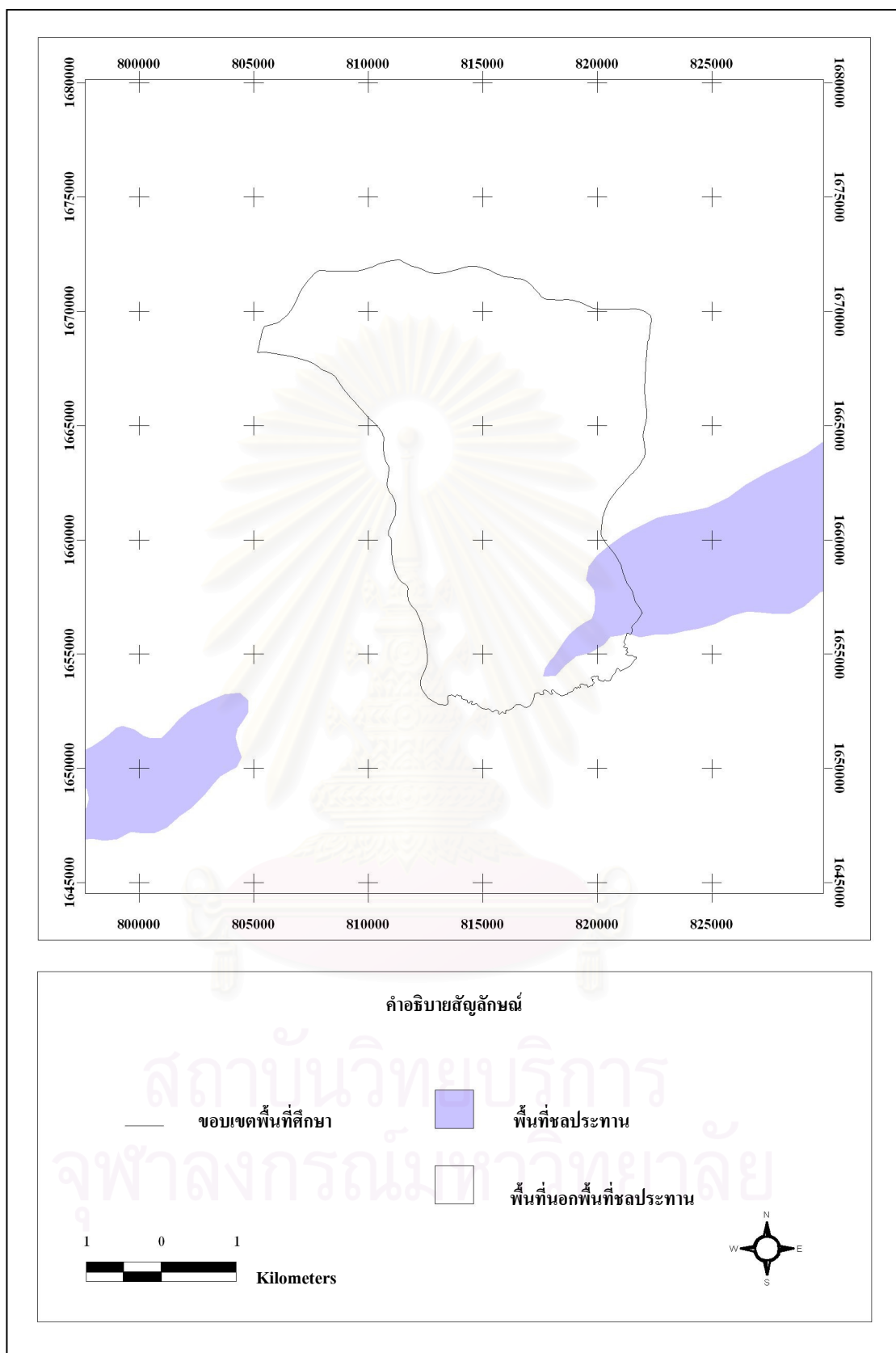


ภาพที่ 4-9 แผนที่แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS)  
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี

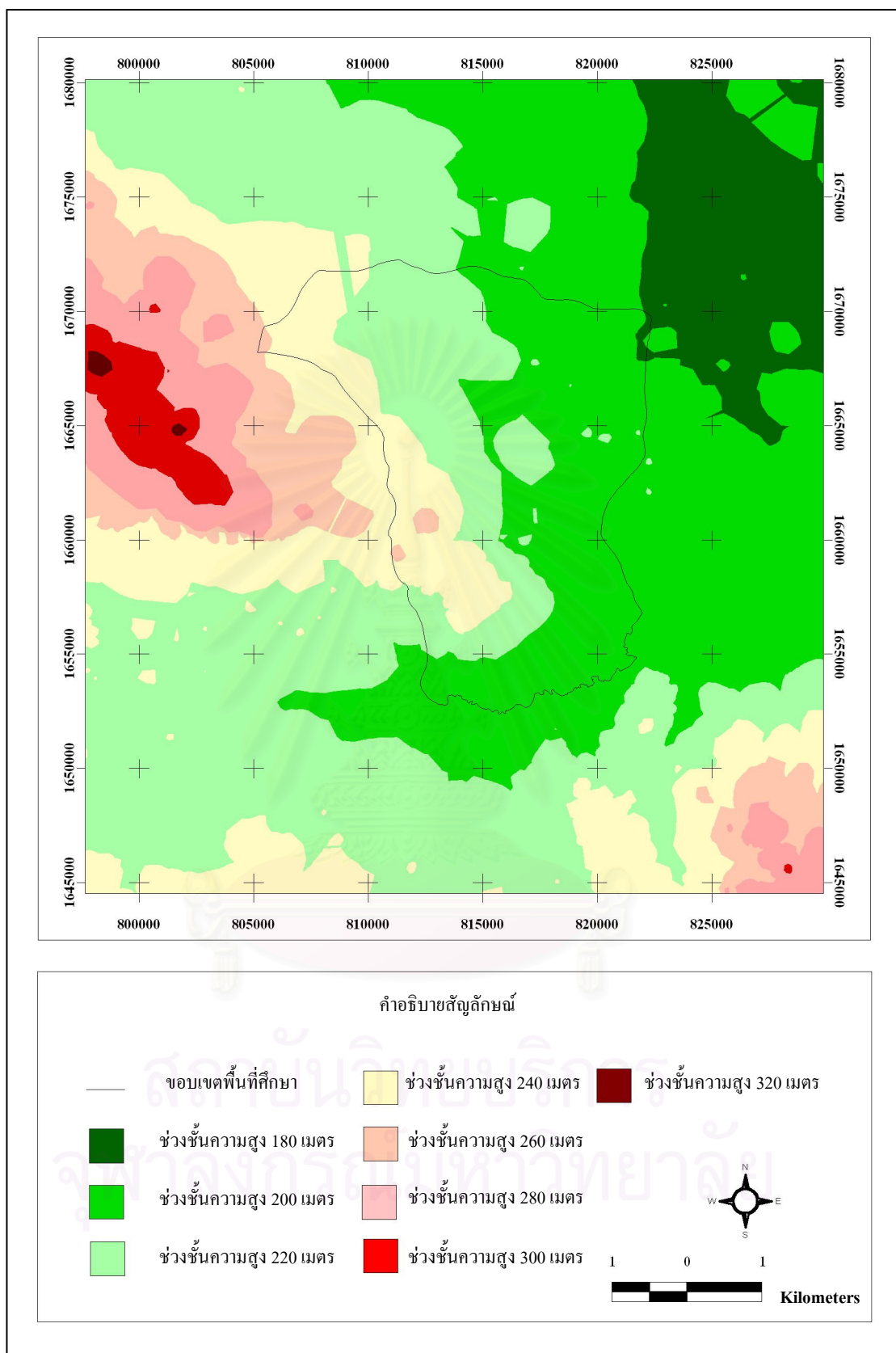


ภาพที่ 4-10 แผนที่แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS)  
ที่มา: การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (2549)

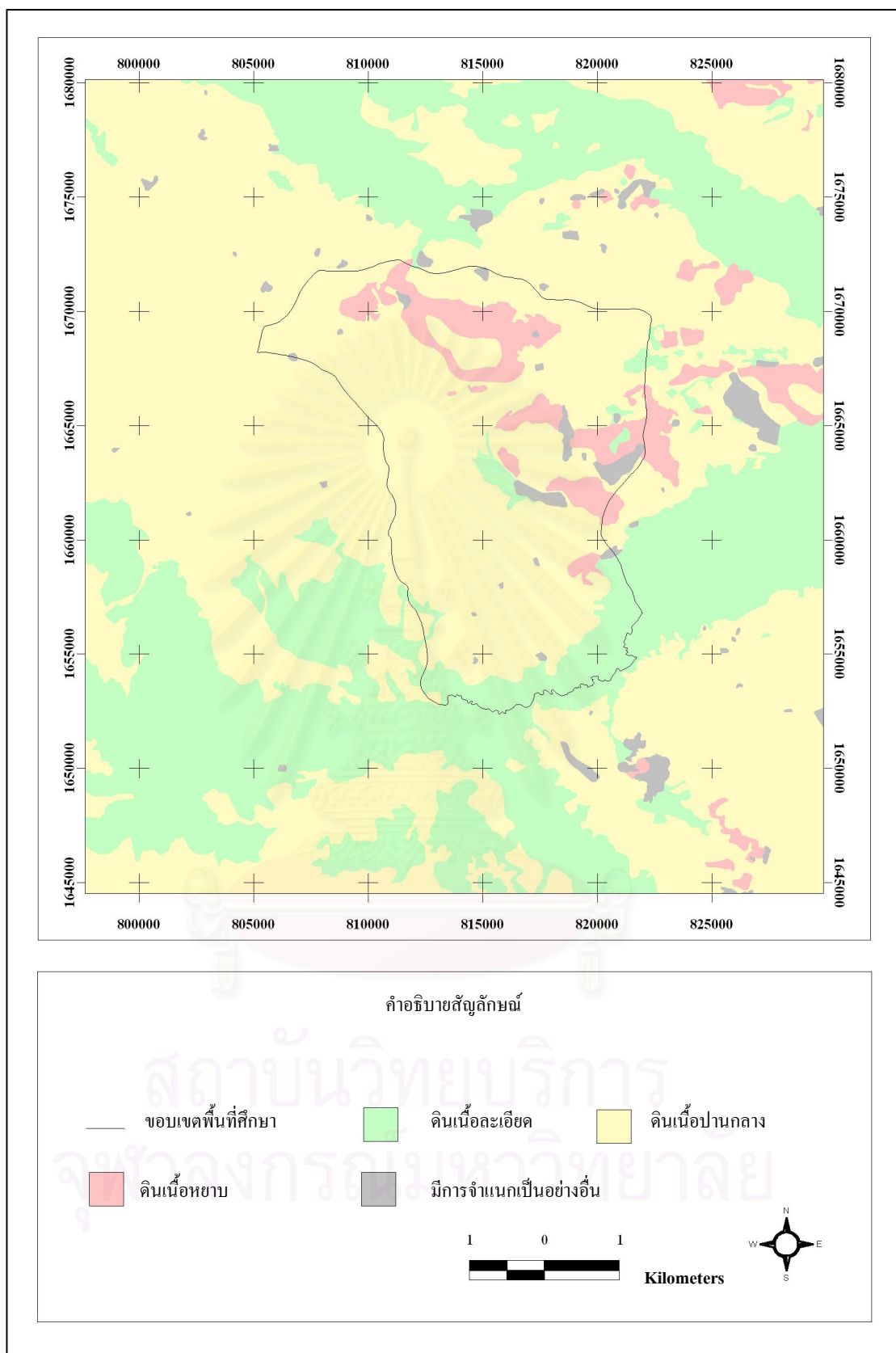




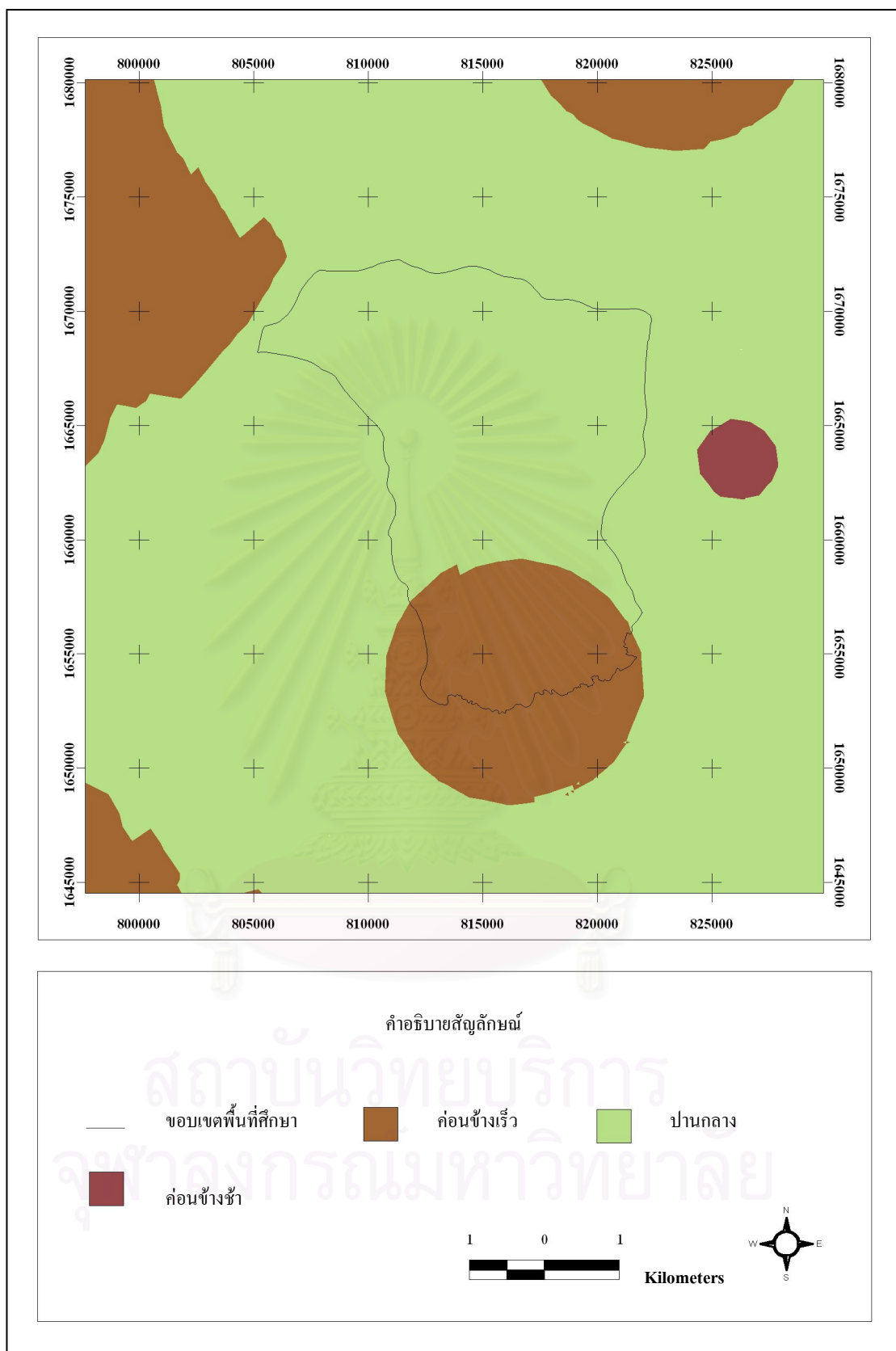
ภาพที่ 4-11 แผนที่แสดงพื้นที่ชลประทาน  
ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 4-12 แผนที่แสดงช่วงชั้นความสูงของพื้นที่  
ที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 4-13 แผนที่แสดงชนิดของเนื้อดิน  
 ที่มา: โปรแกรม Thai Salt กรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 4-14 แผนที่แสดงการซาบซึมน้ำของดิน  
ที่มา: โปรแกรม Thai Salt กรมพัฒนาที่ดิน

## บทที่ 5

### ผลและอภิปรายผลการศึกษา

#### 5.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยกับการเกิดดินเค็ม

จากการสุ่มตัวอย่างได้จุดตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติจำนวน 794 จุด พบว่ามีจุดตัวอย่างดินเค็มระดับที่ 1 (บริเวณที่มีเกลือบนผิวดินมากที่สุด พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่มากกว่า 50เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) จำนวน 85 จุด จุดตัวอย่างดินเค็มระดับที่ 2 (บริเวณที่มีเกลือบนผิวดินมาก พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่ 10 – 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) จำนวน 44 จุด จุดตัวอย่างดินเค็มระดับที่ 3 (บริเวณที่มีเกลือบนผิวดินปานกลาง พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่ 1 – 10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) จำนวน 32 จุด จุดตัวอย่างดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่มีเกลือบนผิวดินน้อย พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) จำนวน 74 จุด และจุดตัวอย่างดินเค็มระดับที่ 5 (บริเวณที่ไม่มีเกลือบนผิวดิน) จำนวน 559 จุด

เมื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ของการใช้น้ำของพืชต่อการเกิดดินเค็ม ได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยที่สนใจศึกษาได้แก่ สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) และระดับน้ำใต้ดิน กับการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธี การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) โดยมีดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่ ดินเค็มระดับที่ 1 ดินเค็มระดับที่ 2 ดินเค็มระดับที่ 3 ดินเค็มระดับที่ 4 และดินเค็มระดับที่ 5 เป็นตัวแปรตาม และมีสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) และระดับน้ำใต้ดิน (GW) เป็นตัวแปรต้น ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย ที่นำมาสร้างความสัมพันธ์กับดินเค็มระดับต่างๆ จำนวน 11 รูปแบบความสัมพันธ์ ดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละตัวกับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่

- ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (Kc) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดิน (GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ

2) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละคู่กับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่

- ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c$ ,  $ET_o$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c$ ,  $GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_o$ ,  $GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

3) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นทั้ง 3 ตัวกับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่

- ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c$ ,  $ET_o$ ,  $GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

4) ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของตัวแปรต้นแต่ละคู่กับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่

- ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c \times ET_o$ ) หรือ การใช้น้ำของพืช กับดินเค็มระดับต่างๆ
- ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_o \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

5) ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของตัวแปรต้นทั้ง 3 ตัวกับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่

- ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times ET_o \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

### 5.1.1 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัยที่มีต่อการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยที่สนใจศึกษากับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธี การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุภาค (multinomial logistic regression) เมื่อทำการทดสอบความเหมาะสมของรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัยที่มีต่อการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ โดยใช้ค่า  $-2 \log \text{likelihood}$  ของสมการซึ่งประกอบด้วยค่าคงที่เพียงค่าเดียว และ  $-2 \log \text{likelihood}$  เมื่อมีตัวแปรอิสระ ในการทดสอบไคสแควร์ ( $\chi^2$ ) พบว่า รูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัย เป็น

ตัวแปรที่ทำให้ระดับดินเค็มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) และอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c \times ET_0$ ) หรือ การใช้น้ำของพืช เป็นตัวแปรที่ทำให้ระดับดินเค็มไม่แตกต่างกัน ( $p = .260$  และ  $.269$  ตามลำดับ) ดังนั้น รูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่นำมาสร้างความสัมพันธ์กับดินเค็มระดับต่างๆ มีดังนี้

- 1) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละตัวกับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
  - ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_0$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
  - ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดิน ( $GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละคู่กับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
  - ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c, ET_0$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
  - ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c, GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
  - ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0, GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- 3) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นทั้ง 3 ตัวกับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
  - ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c, ET_0, GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- 4) ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของตัวแปรต้นแต่ละคู่กับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
  - ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
  - ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0 \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- 5) ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของตัวแปรต้นทั้ง 3 ตัวกับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
  - ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times ET_0 \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

### 5.1.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัยกับดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยที่สนใจศึกษากับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) เมื่อทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัยกับดินเค็มระดับต่างๆ โดยการใช้การทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (likelihood ratio test) พบว่า รูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัย เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับระดับดินเค็มต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) ในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c$ , GW) และในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c$ ,  $ET_o$ , GW) เป็นตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับดินเค็มระดับต่างๆ ( $p = .140$  และ  $.084$  ตามลำดับ) ดังนั้น รูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่นำมาสร้างความสัมพันธ์กับดินเค็มระดับต่างๆ มีดังนี้

- 1) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละตัวกับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
  - ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
  - ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดิน (GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละคู่กับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
  - ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c$ ,  $ET_o$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
  - ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_o$ , GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ
- 3) ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของตัวแปรต้นแต่ละคู่กับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
  - ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ
  - ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_o \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ



- 4) ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของตัวแปรต้นทั้ง 3 ตัวกับดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่
- ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times ET_o \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสัมพันธ์ของรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัยกับดินเค็มระดับต่างๆ พบว่า มีรูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัย 7 รูปแบบ ที่เหมาะสมสำหรับนำมาสร้างความสัมพันธ์กับดินเค็มระดับต่างๆ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงผลดังต่อไปนี้

### 5.1.3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) โดยมีดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง พบว่า ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ (ดังตารางที่ 5-1) ไม่สามารถนำมาอธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ได้ เนื่องจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติพบว่า มีระดับดินเค็ม 2 ระดับในตัวแปรตามที่สามารถแยกจากกันได้ด้วยค่า ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) อย่างชัดเจน ทำให้  $\exp(B)$  ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ (ตารางที่ 5-1) มีค่าสูงและต่ำ อย่างไม่สมเหตุสมผล ดังนั้น จึงไม่สามารถนำผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติที่ได้ มาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

ตารางที่ 5-1 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) ของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) กับดินเค็มระดับต่างๆ (n = 794)

		B	Exp (B)	Nagelkerke R <sup>2</sup>
				.227
ดินเค็มระดับที่ 1	ค่าคงที่	-92.435		
	ET <sub>o</sub>	22.729	7.4 x 10 <sup>9</sup>	
ดินเค็มระดับที่ 2	ค่าคงที่	-297.505*		
	ET <sub>o</sub>	74.020*	1.4 x 10 <sup>32</sup>	
ดินเค็มระดับที่ 3	ค่าคงที่	286.638*		
	ET <sub>o</sub>	-72.699*	2.68 x 10 <sup>-32</sup>	
ดินเค็มระดับที่ 4	ค่าคงที่	1655.243*		
	ET <sub>o</sub>	-416.560*	1.23 x 10 <sup>-181</sup>	

\*  $p < .05$

#### 5.1.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างระดับน้ำใต้ดิน (GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างระดับน้ำใต้ดิน (GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) โดยมีดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง พบว่า สัมประสิทธิ์ (B) ของ GW ในดินเค็มระดับที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า -1.054 - 0.887 - 0.446 และ 0.386 ตามลำดับ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระดับน้ำใต้ดิน มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 แต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 กล่าวคือ เมื่อ GW เพิ่มขึ้น (ระยะห่างจากผิวดินมากขึ้น) 1 เมตร จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง 0.349 0.412 และ 0.640 เท่าตามลำดับ แต่จะให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น 1.472 เท่า ดังตารางที่ 5-2

จากความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดิน (GW) กับระดับดินเค็ม พบว่าหากระดับน้ำใต้ดิน (GW) อยู่ห่างจากผิวดิน ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง แต่ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น

การมีระดับน้ำใต้ดิน (GW) ที่เค็มอยู่ใกล้ผิวดิน จะเป็นสถานะที่เอื้ออำนวยให้น้ำใต้ดินที่เค็มขึ้นสู่ผิวดินได้เร็วขึ้น แล้วน้ำจะระเหยหรือสูญหายไปจากดิน ทำให้เกิดการสะสมของเกลือที่ผิวดิน จนกระทั่งดินบริเวณนั้นกลายเป็นดินเค็ม และจากการศึกษาพบว่าน้ำใต้ดินส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาเป็นน้ำใต้ดินเค็ม จึงสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของระดับน้ำใต้ดิน (GW) ในดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เพราะเมื่อระดับน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้น (อยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น) ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง แต่ไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของระดับน้ำใต้ดิน (GW) ในดินเค็มระดับที่ 4 แต่เนื่องจากในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือน้อย ดังนั้นสภาพพื้นที่ของดินเค็มระดับที่ 4 จึงมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม ซึ่งความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับดินเค็มระดับที่ 4 จึงมีความสอดคล้องกับการเกิดดินเค็ม กล่าวคือ จากความสัมพันธ์ทางสถิติ เมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นระดับน้ำใต้ดิน (GW) จึงสามารถอธิบายกลไกการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษาได้

ตารางที่ 5-2 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) ของระดับน้ำใต้ดิน (GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ ( $n = 794$ )

		B	Exp (B)	Nagelkerke $R^2$
				.267
ดินเค็มระดับที่ 1	ค่าคงที่	1.169*		
	GW	-1.054*	0.349	
ดินเค็มระดับที่ 2	ค่าคงที่	0.137		
	GW	-0.887*	0.412	

\*  $p < .05$

ตารางที่ 5-2 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) ของระดับน้ำใต้ดิน (GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ ( $n = 794$ ) (ต่อ)

		B	Exp (B)	Nagelkerke $R^2$
ดินเค็มระดับที่ 3	ค่าคงที่	-1.325*		
	GW	-0.446*	0.640	
ดินเค็มระดับที่ 4	ค่าคงที่	-3.830*		
	GW	0.386*	1.472	

\*  $p < .05$

### 5.1.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชและปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (Kc , ETo) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชและปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (Kc , ETo) กับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) โดยมีดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง พบว่า สัมประสิทธิ์ (B) ของ Kc ในดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = .167$  .296 และ .546 ตามลำดับ) แสดงว่าไม่สามารถสรุปได้ว่า Kc ในดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 แตกต่างจากในดินเค็มระดับที่ 5 และพบว่า สัมประสิทธิ์ (B) ของค่า Kc ในดินเค็มระดับที่ 4 มีค่าเป็น 1.629 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นเมื่อ Kc เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น 5.097 เท่า ดังตารางที่ 5-3 สำหรับ ETo ในความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชและปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (Kc , ETo) กับดินเค็มระดับต่างๆ ไม่สามารถนำมาอธิบายรูปแบบความสัมพันธ์นี้ได้ เนื่องจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติพบว่า มีระดับดินเค็ม 2 ระดับในตัวแปรตามที่สามารถแยกจากกันได้ด้วยค่า ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETo) อย่างชัดเจน ทำให้ exp (B) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ (ตารางที่ 5-3) มีค่าสูงและต่ำ อย่างไม่สมเหตุสมผล ดังนั้น จึงไม่สามารถนำผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของ ETo ที่ได้ มาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชและปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (Kc , ETo) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c$ ,  $ET_0$ ) กับระดับดินเค็ม พบว่าหาก  $K_c$  มีค่าเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c$ ,  $ET_0$ ) เป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับพืชและกระบวนการที่น้ำสูญเสียออกจากพื้นที่หรือการใช้น้ำของพืชซึ่งจะช่วยให้การควบคุมน้ำส่วนเกิน พืชจะดูดน้ำเข้าไปทำให้การซึมของน้ำลดลงแล้วมีการคายน้ำออกมา และป้องกันการเคลื่อนที่ของความชื้นจากน้ำใต้ดินที่มีระดับตื้นไม่ให้เคลื่อนที่มายังผิวดิน เพราะหากมีระดับน้ำใต้ดินที่เค็มอยู่ใกล้ผิวดิน จะเป็นสถานะที่เอื้ออำนวยให้น้ำใต้ดินที่เค็มขึ้นสู่ผิวดิน แล้วน้ำจะระเหยหรือสูญเสียไปจากดิน เกิดการสะสมของเกลือที่ผิวดิน จนกระทั่งดินบริเวณนั้นกลายเป็นดินเค็ม จากความสัมพันธ์นี้จะพบว่าไม่มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ทางสถิติของ  $K_c$  ในความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c$ ,  $ET_0$ ) กับดินเค็มระดับที่ 4 แต่เนื่องจากในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือน้อย ดังนั้นสภาพพื้นที่ของดินเค็มระดับที่ 4 จึงมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม ซึ่งความสัมพันธ์ทางสถิติของ  $K_c$  ในความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c$ ,  $ET_0$ ) กับดินเค็มระดับที่ 4 จึงมีความสอดคล้องกับการเกิดดินเค็ม กล่าวคือ จากความสัมพันธ์ทางสถิติ เมื่อสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) ในความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c$ ,  $ET_0$ ) จึงสามารถอธิบายกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ในพื้นที่ศึกษาได้ และสามารถสรุปได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c$ ,  $ET_0$ ) ไม่สามารถอธิบายกลไกการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษาได้ทุกระดับ และเมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปร พบว่า  $K_c$  สามารถอธิบายการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ในพื้นที่ศึกษาได้ แต่ไม่สามารถอธิบายการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ในพื้นที่ศึกษาได้ และ  $ET_0$  ไม่สามารถอธิบายการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาได้

ตารางที่ 5-3 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) ของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (Kc , ETo) กับดินเค็มระดับต่างๆ ( n = 794)

		B	Exp (B)	Nagelkerke R <sup>2</sup>
				.240
ดินเค็มระดับที่ 1	ค่าคงที่	-90.981		
	Kc	0.608	1.837	
	ETo	22.279	4.7 x 10 <sup>9</sup>	
ดินเค็มระดับที่ 2	ค่าคงที่	-298.854*		
	Kc	0.620	1.859	
	ETo	74.271*	1.8 x 10 <sup>32</sup>	
ดินเค็มระดับที่ 3	ค่าคงที่	291.583*		
	Kc	0.436	1.547	
	ETo	-74.001*	7.27 x 10 <sup>-33</sup>	
ดินเค็มระดับที่ 4	ค่าคงที่	1730.763*		
	Kc	1.629*	5.097	
	ETo	-435.782*	5.53 x 10 <sup>-190</sup>	

\*  $p < .05$

#### 5.1.6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน (ETo, GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน (ETo, GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) โดยมีดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง พบว่าสัมประสิทธิ์ (B) ของ GW ในดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 มีค่า - 1.127 - 0.884 และ - 0.674 ตามลำดับ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะได้ว่า เมื่อค่า GW ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น 1 เมตร ทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง 0.324 0.413 และ 0.510 เท่า ตามลำดับ แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่า GW ในดินเค็มระดับที่ 4 แตกต่างจากในดินเค็มระดับที่ 5 ( $p = .166$  ตามลำดับ) ดังตารางที่ 5-4 สำหรับ ETo ในความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง

ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0$ ,  $GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ ไม่สามารถนำมาอธิบายรูปแบบความสัมพันธ์นี้ได้ เนื่องจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติพบว่า มีระดับดินเค็ม 2 ระดับในตัวแปรตามที่สามารถแยกจากกันได้ด้วยค่า ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_0$ ) อย่างชัดเจน ทำให้  $\exp(B)$  ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ (ตารางที่ 5-4) มีค่าสูงและต่ำ อย่างไม่สมเหตุสมผล ดังนั้น จึงไม่สามารถนำผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของ  $ET_0$  ที่ได้ มาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0$ ,  $GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงและระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0$ ,  $GW$ ) กับระดับดินเค็ม พบว่าหากค่า  $GW$  ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงและระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0$ ,  $GW$ ) เป็นความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกในการเกิดดินเค็ม กล่าวคือเมื่อมีระดับน้ำใต้ดินที่เค็มอยู่ใกล้ผิวดิน จะเป็นสถานะที่เอื้ออำนวยให้น้ำใต้ดินที่เค็มขึ้นสู่ผิวดิน แล้วน้ำจะระเหยหรือสูญเสียบนผิวดิน ทำให้เกิดการสะสมของเกลือที่ผิวดิน จนกระทั่งดินบริเวณนั้นกลายเป็นดินเค็ม และจากการศึกษาพบว่าน้ำใต้ดินส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาเป็นน้ำใต้ดินเค็ม ดังนั้นความสัมพันธ์นี้ จึงมีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ  $GW$  ในดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เพราะเมื่อ  $GW$  ห่างจากผิวดิน ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง หรือความน่าจะเป็นที่จะเกิดดินเค็มจะลดลง ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงและระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0$ ,  $GW$ ) จึงไม่สามารถอธิบายกลไกการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษาได้ทุกระดับ และเมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปร พบว่า  $GW$  สามารถอธิบายการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ในพื้นที่ศึกษาได้ แต่ไม่สามารถอธิบายการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ในพื้นที่ศึกษาได้ และ  $ET_0$  ไม่สามารถอธิบายการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-4 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) ของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงและระดับน้ำใต้ดิน (ET<sub>o</sub>, GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ ( $n = 794$ )

		B	Exp (B)	Nagelkerke R <sup>2</sup>
				.400
ดินเค็มระดับที่ 1	ค่าคงที่	251.481*		
	GW	-1.127*	0.324	
	ET <sub>o</sub>	-62.769*	$5.495 \times 10^{-28}$	
ดินเค็มระดับที่ 2	ค่าคงที่	-36.441		
	GW	-0.884*	0.413	
	ET <sub>o</sub>	9.175	9651.007	
ดินเค็มระดับที่ 3	ค่าคงที่	657.467*		
	GW	-0.674*	0.510	
	ET <sub>o</sub>	-165.236*	$1.733 \times 10^{-72}$	
ดินเค็มระดับที่ 4	ค่าคงที่	1747.752*		
	GW	-0.150	0.860	
	ET <sub>o</sub>	-439.643*	$1.162 \times 10^{-191}$	

\*  $p < .05$

### 5.1.7 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน (Kc x GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน (Kc x GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) โดยมีดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง พบว่าสัมประสิทธิ์ (B) ของ Kc x GW ในดินเค็มระดับที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า  $-1.574$   $-1.316$   $-0.592$  และ  $0.489$  ตามลำดับ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า Kc x GW มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ เมื่อ Kc x GW เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง 0.207 0.268 และ 0.553 เท่า ตามลำดับ สำหรับ Kc x GW ในดิน



เดิมระดับที่ 4 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 กล่าวคือ เมื่อ  $K_c \times GW$  เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น 1.630 เท่า ดังตารางที่ 5-5

จากความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) กับระดับดินเค็ม พบว่าหากมีค่า  $K_c \times GW$  เพิ่มขึ้น จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง แต่จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น

ความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) เป็นความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องร่วมกันระหว่างพืชกับระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งความสัมพันธ์นี้มีความเกี่ยวข้องกับกลไกในการเกิดดินเค็ม กล่าวคือ การใช้น้ำของพืชจะช่วยในการควบคุมน้ำส่วนเกิน พืชจะดูดน้ำเข้าไปทำให้การซึมของน้ำลดลงแล้วมีการคายน้ำออกมา และป้องกันการเคลื่อนที่ของความชื้นจากน้ำใต้ดินที่มีระดับตื้น ไม่ให้เคลื่อนที่มายังผิวดิน ประกอบกับเมื่อน้ำใต้ดินที่เค็มอยู่ห่างจากผิวดิน จะทำให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดดินเค็มลดลง จากความสัมพันธ์นี้ พบว่า มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ  $K_c \times GW$  ในดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เพราะเมื่อ  $K_c \times GW$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง กล่าวคือ เมื่อมีกระบวนการที่ทำให้ระดับน้ำใต้ดินอยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นที่จะเกิดดินเค็มจะลดลง แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่สามารถอธิบายการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ในพื้นที่ศึกษาได้ แต่เมื่อพิจารณาในสภาพพื้นที่จริง ดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือ น้อย ดังนั้นสภาพพื้นที่ของดินเค็มระดับที่ 4 จึงมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม ซึ่งความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) กับดินเค็มระดับที่ 4 จึงมีความสอดคล้องกับการเกิดดินเค็ม กล่าวคือ จากความสัมพันธ์ทางสถิติ เมื่อ  $K_c \times GW$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 จะเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาเฉพาะ  $K_c$  ใน  $K_c \times GW$  จะพบว่ามีความสอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 โดย  $K_c$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง หรือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดดินเค็มจะลดลง ซึ่งความสัมพันธ์นี้ไม่สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 แต่ในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม ทำให้  $K_c$  ใน  $K_c \times GW$  สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับ

ที่ 4 คือ เมื่อ  $K_c$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 จะเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาเฉพาะ GW ใน  $K_c \times GW$  จะพบว่ามีความสอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ เมื่อ GW เพิ่มขึ้น (ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น) ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง ซึ่งไม่สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 แต่เมื่อพิจารณาในสภาพพื้นที่จริง พบว่า ดินเค็มระดับที่ 4 เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม จึงทำให้ GW ใน  $K_c \times GW$  สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 คือ เมื่อระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาอยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) จึงสามารถอธิบายกลไกการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษาได้

ตารางที่ 5-5 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) ของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ ( $n = 794$ )

		B	Exp (B)	Nagelkerke $R^2$
				.216
ดินเค็มระดับที่ 1	ค่าคงที่	0.643*		
	$K_c \times GW$	-1.574*	0.207	
ดินเค็มระดับที่ 2	ค่าคงที่	-0.349		
	$K_c \times GW$	-1.316*	0.268	
ดินเค็มระดับที่ 3	ค่าคงที่	-1.745*		
	$K_c \times GW$	-0.592*	0.553	
ดินเค็มระดับที่ 4	ค่าคงที่	-3.282*		
	$K_c \times GW$	0.489*	1.630	

\*  $p < .05$

### 5.1.8 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_o \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_o \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธี การวิเคราะห์

ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) โดยมีดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง พบว่าสัมประสิทธิ์ (B) ของ  $ET_o \times GW$  ในดินเค็มระดับที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า  $-0.265 - 0.223 - 0.113$  และ  $0.097$  ตามลำดับ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า  $ET_o \times GW$  มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ เมื่อ  $ET_o \times GW$  เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง  $0.767$   $0.800$  และ  $0.893$  เท่า ตามลำดับ สำหรับ  $ET_o \times GW$  ในดินเค็มระดับที่ 4 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 กล่าวคือ เมื่อ  $ET_o \times GW$  เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น  $1.102$  เท่า ดังตารางที่ 5-6

จากความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_o \times GW$ ) กับระดับดินเค็ม พบว่าหากมีค่า  $ET_o \times GW$  เพิ่มขึ้น จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง แต่จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น

ความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_o \times GW$ ) เป็นความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องร่วมกันระหว่างการระเหยหรือสูญเสียน้ำไปจากดินกับระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งความสัมพันธ์นี้มีความเกี่ยวข้องกับกลไกในการเกิดดินเค็ม กล่าวคือ เมื่อมีระดับน้ำใต้ดินที่เค็มอยู่ใกล้ผิวดิน แล้วน้ำระเหยหรือสูญเสียน้ำไปจากดิน ทำให้เกิดการสะสมของเกลือที่ผิวดิน จนกระทั่งดินบริเวณนั้นกลายเป็นดินเค็ม จากความสัมพันธ์นี้ พบว่า ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ  $ET_o \times GW$

เมื่อพิจารณาเฉพาะ  $GW$  ใน  $ET_o \times GW$  จะพบว่ามีความสอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ เมื่อ  $GW$  ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น ทำให้  $ET_o \times GW$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง แต่ไม่สามารถอธิบาย การเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ได้ แต่เมื่อพิจารณาในสภาพพื้นที่จริง พบว่าดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือที่ผิวดินน้อย ดังนั้นสภาพพื้นที่ของดินเค็มระดับที่ 4 จึงมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม เมื่อ  $GW$  ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น ทำให้  $ET_o \times GW$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาเฉพาะ  $ET_o$  ใน  $ET_o \times GW$  จะพบว่าไม่สอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 แต่มีความ

สอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 กล่าวคือ ตามกลไกการเกิดดินเค็มเมื่อ  $ET_0$  เพิ่มขึ้น ประกอบกับน้ำใต้ดินเป็นน้ำใต้ดินที่เค็มและอยู่ใกล้ผิวดิน ดังนั้นความน่าจะเป็นที่บริเวณดังกล่าวจะเป็นดินเค็มจะเพิ่มขึ้น แต่จากความสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่า เมื่อ  $ET_0$  เพิ่มขึ้น และ  $GW$  คงที่ ทำให้  $ET_0 \times GW$  เพิ่มขึ้น ดังนั้นความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง หรือ ความน่าจะเป็นที่บริเวณดังกล่าวจะเป็นดินเค็มจะลดลง และ ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น หรือ ความน่าจะเป็นที่บริเวณดังกล่าวจะเป็นดินเค็มจะเพิ่มขึ้น แต่ในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม ดังนั้นจากความสัมพันธ์ทางสถิติที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าความสัมพันธ์ของ  $ET_0$  ใน  $ET_0 \times GW$  ไม่สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ทางสถิติของอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0 \times GW$ ) และตัวแปรในความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วม พบว่า ความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0 \times GW$ ) ไม่สามารถนำมาอธิบายการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษาได้ เนื่องจากตัวแปรในอิทธิพลร่วม คือ  $ET_0$  ในบางกรณีมีความสัมพันธ์ที่ไม่สอดคล้องกับการเกิดดินเค็ม เช่นการเพิ่มขึ้นของ  $ET_0$  ในพื้นที่ เมื่อมีน้ำใต้ดินที่เค็มและอยู่ใกล้ผิวดินเป็นค่าคงที่

ตารางที่ 5-6 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) ของอิทธิพลร่วมของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $ET_0 \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ ( $n = 794$ )

		B	Exp (B)	Nagelkerke $R^2$
				.267
ดินเค็มระดับที่ 1	ค่าคงที่	1.174*		
	$ET_0 \times GW$	-0.265*	0.767	
ดินเค็มระดับที่ 2	ค่าคงที่	0.142		
	$ET_0 \times GW$	-0.223*	0.800	
ดินเค็มระดับที่ 3	ค่าคงที่	-1.317*		
	$ET_0 \times GW$	-0.113*	0.893	
ดินเค็มระดับที่ 4	ค่าคงที่	-3.822*		
	$ET_0 \times GW$	0.097*	1.102	

\*  $p < .05$

### 5.1.9 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $Kc \times ETo \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $Kc \times ETo \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยวิธี การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) โดยมีดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง พบว่า สัมประสิทธิ์ (B) ของ  $Kc \times ETo \times GW$  ในดินเค็มระดับที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า  $-0.396 - 0.331 - 0.150$  และ  $0.122$  ตามลำดับ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า  $Kc \times ETo \times GW$  มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ เมื่อ  $Kc \times ETo \times GW$  เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง 0.673 0.718 และ 0.861 เท่า ตามลำดับ สำหรับ  $Kc \times ETo \times GW$  ในดินเค็มระดับที่ 4 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 กล่าวคือ เมื่อ  $Kc \times ETo \times GW$  เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น 1.130 เท่า ดังตารางที่ 5-7

จากความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $Kc \times ETo \times GW$ ) กับดินเค็มระดับต่างๆ พบว่า หากมีค่า  $Kc \times ETo \times GW$  เพิ่มขึ้น จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 ลดลง แต่จะให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น

ความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $Kc \times ETo \times GW$ ) เป็นความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องร่วมกันระหว่างพืชกับการระเหยหรือสูญเสียน้ำไปจากดินและระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งความสัมพันธ์นี้มีความเกี่ยวข้องกับกลไกในการเกิดดินเค็ม กล่าวคือพืชจะช่วยในการควบคุมน้ำส่วนเกิน โดยพืชจะดูดน้ำเข้าไปทำให้การซึมของน้ำลดลงแล้วมีการคายน้ำออกมา ซึ่งป้องกันการเคลื่อนที่ของความชื้นจากน้ำใต้ดินที่มีระดับตื้น ไม่ให้เคลื่อนที่มายังผิวดิน เพื่อลดโอกาสที่น้ำจะระเหยหรือสูญเสียน้ำไปจากดิน เมื่อน้ำใต้ดินที่เค็มอยู่ห่างจากผิวดิน โอกาสของการเกิดดินเค็มจะลดลง จากความสัมพันธ์นี้พบว่า ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ  $Kc \times ETo \times GW$

เมื่อพิจารณาเฉพาะ  $K_c$  ใน  $K_c \times E_{To} \times GW$  จะพบว่ามีความสอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ เมื่อ  $K_c$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง แต่ไม่สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 แต่ในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือน้อย ดังนั้นสภาพพื้นที่ของดินเค็มระดับที่ 4 จึงมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม จึงทำให้  $K_c$  ใน  $K_c \times E_{To} \times GW$  สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 คือ เมื่อ  $K_c$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 จะเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาเฉพาะ  $E_{To}$  ใน  $K_c \times E_{To} \times GW$  จะพบว่าไม่สอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 แต่มีความสอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 แต่เมื่อพิจารณาในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม จึงทำให้  $E_{To}$  ใน  $K_c \times E_{To} \times GW$  ไม่สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 กล่าวคือ ตามกลไกการเกิดดินเค็มเมื่อ  $E_{To}$  เพิ่มขึ้น ประกอบกับน้ำใต้ดินเป็นน้ำใต้ดินที่เค็มและอยู่ใกล้ผิวดิน ดังนั้นความน่าจะเป็นที่บริเวณดังกล่าวจะเป็นดินเค็มจะเพิ่มขึ้น แต่จากความสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่าเมื่อ  $E_{To}$  เพิ่มขึ้น และ  $K_c, GW$  เป็นค่าคงที่ ทำให้  $K_c \times E_{To} \times GW$  เพิ่มขึ้น ดังนั้นความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง หรือความน่าจะเป็นที่บริเวณดังกล่าวจะเป็นดินเค็มจะลดลง และความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น หรือ ความน่าจะเป็นที่บริเวณดังกล่าวจะเป็นดินเค็มจะเพิ่มขึ้น แต่ในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม ดังนั้นจากความสัมพันธ์ทางสถิติที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าความสัมพันธ์ของ  $E_{To}$  ใน  $K_c \times E_{To} \times GW$  ไม่สอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษา และเมื่อพิจารณาเฉพาะ  $GW$  ใน  $K_c \times E_{To} \times GW$  จะพบว่ามีความสอดคล้องกับกลไกการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ เมื่อ  $GW$  เพิ่มขึ้น (ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น) ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง แต่ไม่สอดคล้องกับ การเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ได้ คือ เมื่อ  $GW$  เพิ่มขึ้น (ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น) ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม ดังนั้นเมื่อ  $GW$  เพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 จะเพิ่มขึ้น จึงทำให้  $GW$  ใน  $K_c \times E_{To} \times GW$  สอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ดังนั้น เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ทางสถิติของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times E_{To} \times GW$ ) และตัวแปรในความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วม จะพบ ความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times E_{To} \times GW$ ) ไม่สามารถนำมาอธิบายการเกิดดินเค็มได้ เนื่องจากตัวแปรในอิทธิพลร่วม คือ

ETo มีความสัมพันธ์ในบางกรณีที่ไม่สอดคล้องกับการเกิดดินเค็ม เช่นการเพิ่มขึ้นของ ETo ในพื้นที่  
เมื่อน้ำใต้ดินที่เค็มและอยู่ใกล้ผิวดินเป็นค่าคงที่

ตารางที่ 5-7 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) ของ  
อิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และ  
ระดับน้ำใต้ดิน (Kc x ETo x GW) กับดินเค็มระดับต่างๆ ( $n = 794$ )

		B	Exp (B)	Nagelkerke $R^2$
				.215
ดินเค็มระดับที่ 1	ค่าคงที่	0.646		
	Kc x ETo x GW	-0.396	0.673	
ดินเค็มระดับที่ 2	ค่าคงที่	-0.346*		
	Kc x ETo x GW	-0.331	0.718	
ดินเค็มระดับที่ 3	ค่าคงที่	-1.739		
	Kc x ETo x GW	-0.150	0.861	
ดินเค็มระดับที่ 4	ค่าคงที่	-3.276		
	Kc x ETo x GW	0.122	1.130	

\*  $p < .05$

จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติของรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัยกับดินเค็ม  
ระดับต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression)  
(ดังภาพที่ 5-1) พบว่าจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสัมพันธ์ของรูปแบบความสัมพันธ์  
ต่างๆ ของปัจจัยที่มีต่อการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ มี 7 รูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่นำมาสร้าง  
ความสัมพันธ์ทางสถิติกับดินเค็มระดับต่างๆ และจากความสัมพันธ์ทางสถิติของทั้ง 7 รูปแบบ  
ความสัมพันธ์กับดินเค็มระดับต่างๆ สามารถสรุปได้ว่า

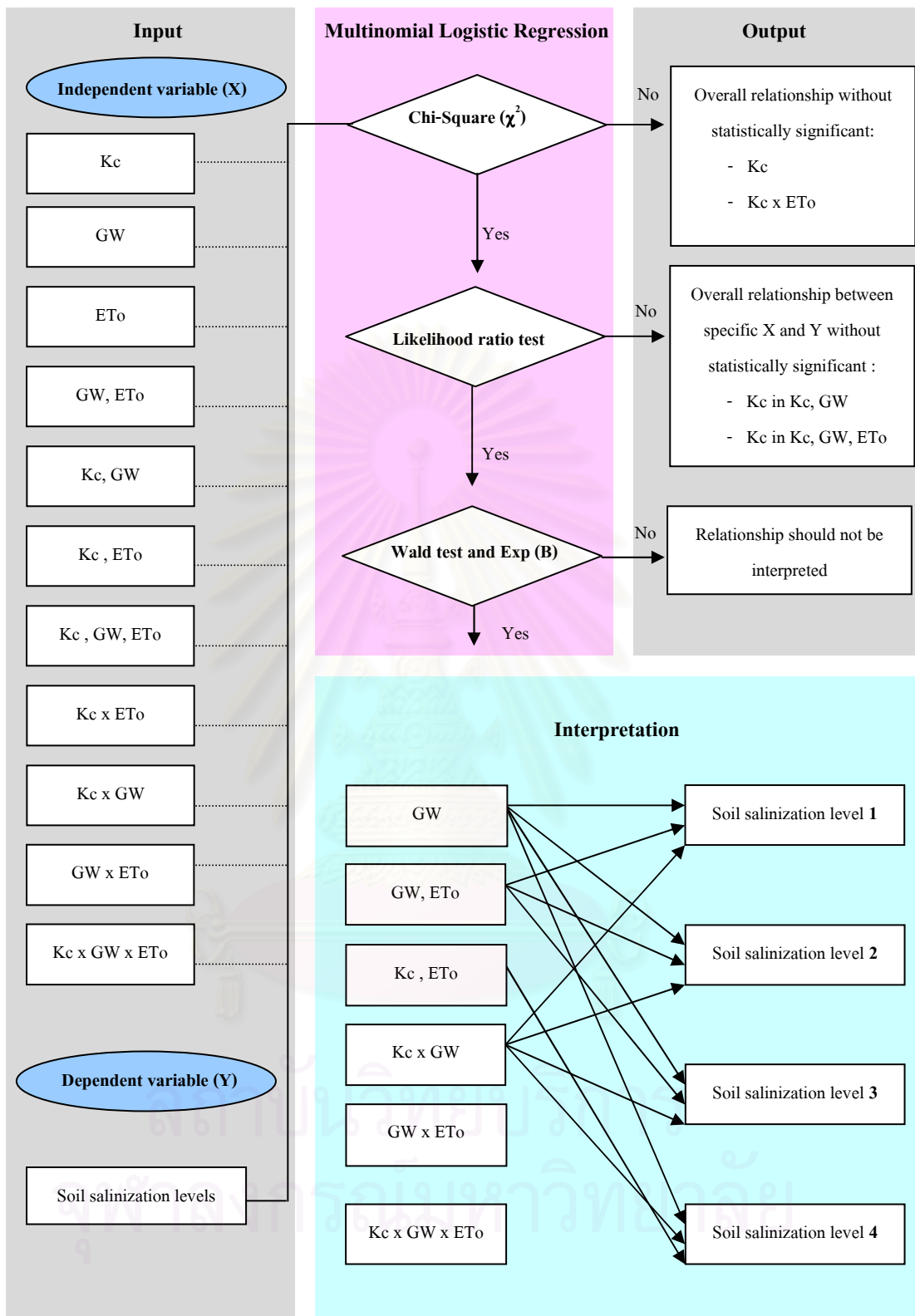
ความน่าจะเป็นในการดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ในพื้นที่ศึกษา สามารถอธิบายได้ด้วยระดับ  
น้ำใต้ดิน (GW) อิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชและระดับน้ำใต้ดิน  
(Kc x GW) และระดับน้ำใต้ดิน ในความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงและ  
ระดับน้ำใต้ดิน (ETo, GW) กล่าวคือ เมื่อระดับน้ำใต้ดินห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น และ/หรือ  
สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ใน  
พื้นที่ศึกษา เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง หรือ ความน่าจะเป็น

ของการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษาจะลดลง สำหรับความน่าจะเป็นในการดินเค็มระดับที่ 4 ในพื้นที่ศึกษา สามารถอธิบายได้ด้วยระดับน้ำใต้ดิน (GW) อิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) และสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ในความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c, ETo$ ) กล่าวคือ เมื่อระดับน้ำใต้ดินห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น และ/หรือ สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการดินเค็มระดับที่ 4 ในพื้นที่ศึกษา เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาพที่ 5-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ทางสถิติของรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัจจัย  
กับระดับการเกิดดินเค็ม ด้วยวิธี การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค

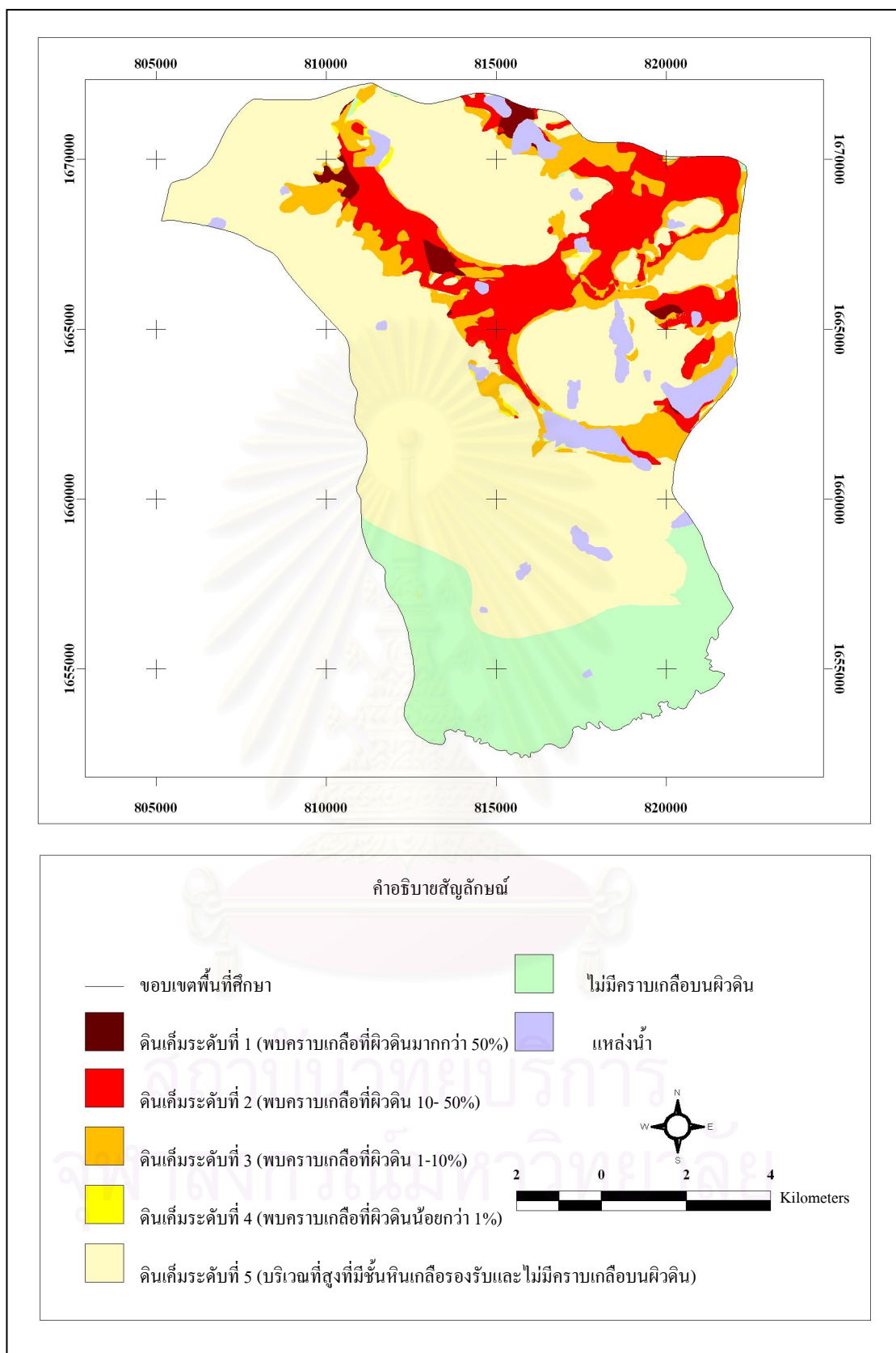
## 5.2 แผนที่แสดงการแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549

จากการจัดทำแผนที่ดินเค็ม ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดินโดยอาศัยข้อมูลธรณีวิทยา คุณภาพน้ำบาดาล (TDS) กลุ่มดิน และผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม (25-27 ธันวาคม 2549) ผลที่ได้เป็นชั้นข้อมูลแผนที่แสดงถึงการแพร่กระจายของคราบเกลือระดับต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ดังภาพที่ 5-2

แผนที่แสดงการแพร่กระจายของคราบเกลือระดับต่างๆ ในภาพที่ 5-2 แสดงให้เห็นพื้นที่ดินเค็มในแต่ละระดับ ซึ่งเมื่อทำการรวมพื้นที่ในแต่ละระดับทั่วพื้นที่ศึกษาดังตารางที่ 5-8 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษามีพื้นที่เป็นดินเค็มระดับที่ 5 คือ บริเวณที่สูงที่มีชั้นหินเกลือรองรับและไม่มีคราบเกลือบนผิวดิน ซึ่งมีพื้นที่ 116.23 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 55.85 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษารองลงมา คือ พื้นที่ที่ไม่มีคราบเกลือบนผิวดิน พื้นที่ดินเค็มระดับที่ 2 พื้นที่ดินเค็มระดับที่ 3 พื้นที่ดินเค็มระดับที่ 1 และพื้นที่ดินเค็มระดับที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-8 พื้นที่ดินเค็มในแต่ละระดับของพื้นที่ศึกษา

ระดับของดินเค็มในพื้นที่ศึกษา	พื้นที่ดินเค็มแต่ละระดับ (ตารางกิโลเมตร)
ดินเค็มระดับที่ 1 (พบคราบเกลือที่ผิวดินมากกว่า 50%)	2.26
ดินเค็มระดับที่ 2 (พบคราบเกลือที่ผิวดิน 10 - 50%)	25.18
ดินเค็มระดับที่ 3 (พบคราบเกลือที่ผิวดิน 1 - 10%)	17.72
ดินเค็มระดับที่ 4 (พบคราบเกลือที่ผิวดินน้อยกว่า 1%)	0.53
ดินเค็มระดับที่ 5 (บริเวณที่สูงที่มีชั้นหินเกลือรองรับและไม่มีคราบเกลือบนผิวดิน)	116.23
บริเวณที่ไม่มีคราบเกลือบนผิวดิน	37.65



ภาพที่ 5-2 แผนที่แสดงการแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549 ของพื้นที่ศึกษา  
 ที่มา: การสำรวจภาคสนาม (2549)

### 5.3 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2549

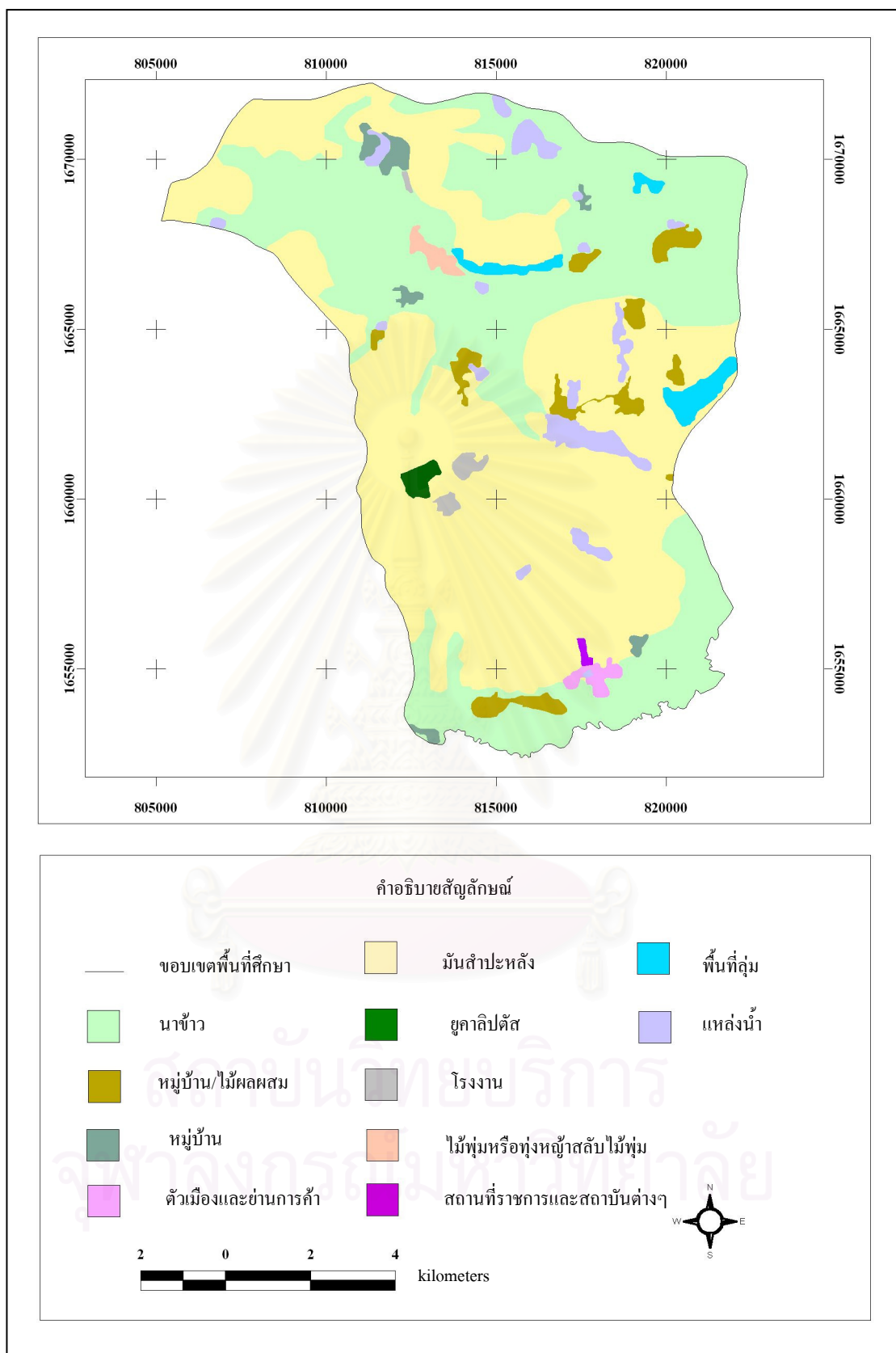
จากการจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งเตรียมแผนที่จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมร่วมกับการสำรวจภาคสนาม (25-27 ธันวาคม 2549) ผลที่ได้เป็นชั้นข้อมูลแผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2549 ของพื้นที่ศึกษา ดังภาพที่ 5-3

แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในภาพที่ 5-3 แสดงให้เห็นพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภท ซึ่งเมื่อทำการรวมพื้นที่ในแต่ละประเภทดังตารางที่ 5-9 พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินประกอบด้วย 11 ประเภท ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งมีพื้นที่ 103.96 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 50.10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา

สำหรับพื้นที่ประเภทต่างๆ สามารถเรียงลำดับขนาดพื้นที่จากมากไปน้อย ได้ดังนี้ พื้นที่มันสำปะหลัง นาข้าว แหล่งน้ำ หมู่บ้าน/ไม้ผลผสม พื้นที่ลุ่ม หมู่บ้าน โรงงาน ตัวเมืองและย่านการค้า ไม้พุ่มหรือทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม ยูคาลิปตัส และสถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ ตามลำดับ

ตารางที่ 5-9 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภทของพื้นที่ศึกษา

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)
มันสำปะหลัง	103.96	50.10
นาข้าว	83.80	40.38
แหล่งน้ำ	5.83	2.79
หมู่บ้าน/ไม้ผลผสม	5.09	2.45
พื้นที่ลุ่ม	3.01	1.45
หมู่บ้าน	2.02	0.97
โรงงาน	1.00	0.48
ตัวเมืองและย่านการค้า	0.95	0.46
ไม้พุ่มหรือทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม	0.92	0.44
ยูคาลิปตัส	0.80	0.38
สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ	0.21	0.10



ภาพที่ 5-3 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2549 ของพื้นที่ศึกษา  
 ที่มา: การสำรวจภาคสนาม (2549)

#### 5.4 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ

จากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ โดยสร้างจากความรูปร่างแบบความสัมพันธ์ต่างๆ ของค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) และระดับน้ำใต้ดิน (GW) ซึ่งเป็นตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม คือ ระดับดินเค็มทั้ง 5 ระดับ ด้วยวิธีทางสถิติโดยใช้ การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) จากนั้นคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ

จากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่น่าสนใจในรูปแบบต่างๆ พบว่าตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีต่อการเกิดดินเค็ม ค่าสัดส่วนที่สามารถอธิบายความผันแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Pseudo R – Square) และเปอร์เซ็นต์การคาดการณ์ถูกต้องรวม (percent correct) ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถเขียนสมการ logit เพื่อนำมาใช้ในการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}g_1 &= 1.169 - 1.054 x_1 \\g_2 &= 0.137 - 0.887 x_1 \\g_3 &= -1.325 - 0.446 x_1 \\g_4 &= -3.830 + 0.386 x_1 \\g_5 &= 0 \text{ (เนื่องจากดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง (reference category))}\end{aligned}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}g_1 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 1 บริเวณที่มีเกลือมากที่สุด} \\g_2 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 2 บริเวณที่มีเกลือมาก} \\g_3 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 3 บริเวณที่มีเกลือปานกลาง} \\g_4 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 4 บริเวณที่มีเกลือเล็กน้อย} \\g_5 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 5 บริเวณที่ไม่มีคราบเกลือบนผิวดิน} \\x_1 &= \text{ระดับน้ำใต้ดิน (GW)}\end{aligned}$$

โดยรูปแบบความสัมพันธ์ที่นำมาเขียนสมการ logit นี้ มีค่าสัดส่วนที่สามารถอธิบายความผันแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Pseudo R – Square) เท่ากับ 0.267 หรือ 26.7 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การคาดการณ์ถูกต้องรวม (percent correct) เท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์

นำสมการ logit ที่ได้ มาคำนวณหาความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ด้วยสมการที่ 7

$$P(\text{การเกิดดินเค็มระดับที่ } i) = \frac{\exp(g_i)}{\sum_{k=1}^5 \exp(g_k)} \quad \dots\dots (7)$$

เมื่อ  $P(\text{การเกิดดินเค็มระดับที่ } i) =$  ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่  $i$   
 $g_i =$  สมการ logit ที่  $i$   
 $k =$  ระดับของตัวแปรตาม ( $y$ ) เมื่อ  $k = 1-5$

นำผลจากการคำนวณความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1-5 มาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ

## 5.5 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง

เมื่อได้สมการ logit สำหรับการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ จากนั้นนำสมการที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ทางสถิติมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง โดยนำสมการที่ได้มาคำนวณหาระดับดินเค็ม โดยใช้จุดตัวอย่างใหม่ ในการคำนวณ แล้วทำการทดสอบความถูกต้องระหว่างระดับดินเค็มที่คำนวณได้กับระดับดินเค็มจากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน ด้วยตาราง Confusion matrix พบว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีความถูกต้องรวมทั้งหมด 70.52 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5-10 และ 5-11

ตารางที่ 5-10 การเปรียบเทียบผลระหว่างระดับดินเค็ม พ.ศ. 2546 จากสมการกับการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน

ระดับดินเค็ม จากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน	ระดับดินเค็ม ที่ได้จากสมการ					รวมตามสภาพจริง
	1	2	3	4	5	
1	4	0	0	0	73	77
2	2	0	0	0	32	34
3	0	0	0	0	33	33
4	0	0	0	0	78	78
5	7	0	0	2	539	548
รวมตามผลการจำแนก	13	0	0	2	755	770

ตารางที่ 5-11 ความถูกต้องของการคาดการณ์ระดับดินเค็ม พ.ศ. 2546 จากสมการ

ระดับ ดินเค็ม	ความผิดพลาดที่เกิด การจำแนกขาดหายไป หรือตกหล่น		ความผิดพลาดที่เกิดการ จำแนกเกินมาหรือ ปลอมปนมา		ความถูกต้องของการ จำแนกแต่ละประเภท	
	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์
	1	73/77	94.81	9/77	11.69	4/77
2	34/34	100	0/34	0	0/34	0
3	33/33	100	0/33	0	0/33	0
4	78/78	100	2/78	2.56	0/78	0
5	9/548	1.64	216/548	39.42	539/548	98.36

ความถูกต้อง  
รวมทั้งหมด

$$= [(4+0+0+0+539)/770] \times 100 = (543/770) \times 100 = 70.52 \%$$



จากตารางที่ 5-11 พบว่า สมการที่ใช้สำหรับคาดการณ์สามารถคาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 1 ได้ถูกต้อง 5.20 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 2 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 3 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 4 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ และคาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 5 ได้ถูกต้อง 98.36 เปอร์เซ็นต์

## 5.6 ผลการประเมินความถูกต้อง

ทำการประเมินความถูกต้องของสมการ โดยการนำสมการที่ได้จากข้อ 5.5 มาคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ เพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ในปี พ.ศ.2549 แล้วนำผลความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ซึ่งได้จากการคำนวณมาเทียบกับข้อมูลดินเค็มระดับต่างๆ จากแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับการออกภาคสนาม พบว่า ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ที่ได้จากสมการ มีความถูกต้องรวม 76.60 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5-12 และ 5-13

ตารางที่ 5-12 การเปรียบเทียบผลระหว่างระดับดินเค็ม พ.ศ. 2549 จากสมการกับแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549

ระดับดินเค็ม จากแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549	ระดับดินเค็ม ที่ได้จากสมการ					รวมตาม สภาพจริง
	1	2	3	4	5	
1	1	0	0	0	17	18
2	9	0	0	0	231	240
3	9	0	0	0	166	175
4	0	0	0	0	5	5
5	11	0	0	6	1485	1502
รวมตามผลการจำแนก	30	0	0	6	1904	1940

ตารางที่ 5-13 ความถูกต้องของการคาดการณ์ระดับดินเค็ม พ.ศ. 2549 จากสมการ

ระดับ ดินเค็ม	ความผิดพลาดที่เกิด การจำแนกขาดหายไป หรือตกหล่น		ความผิดพลาดที่เกิดการ จำแนกเกินมาหรือ ปลอมปนมา		ความถูกต้องของการ จำแนกแต่ละประเภท	
	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์
	1	17/18	94.44	29/18	> 100	1/18
2	240/240	100	0/240	0	0/240	0
3	175/175	100	0/175	0	0/175	0
4	5/5	100	6/5	> 100	0/5	0
5	17/1502	1.13	419/1502	27.90	1485/1502	98.87
ความถูกต้อง รวมทั้งหมด	= [(1+0+0+0+1485)/1940] x 100 = (1486/1940) x 100 = 76.60 %					

จากผลการคาดการณ์ระดับดินเค็มที่ได้จากสมการ พบว่า สมการที่ใช้สำหรับคาดการณ์สามารถคาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 1 ได้ถูกต้อง 5.56 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 2 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 3 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 4 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 5 ได้ถูกต้อง 98.87 เปอร์เซ็นต์ และมีความถูกต้องรวม 76.60 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากสมการนี้สามารถคาดการณ์ความน่าจะเป็นการเกิดดินเค็มได้ถูกต้องเพียง 2 ระดับ คือ ดินเค็มระดับที่ 1 และ 5 ดังนั้น จึงทำการเพิ่มปัจจัยสำหรับสร้างความสัมพันธ์อีก 9 ปัจจัย ได้แก่ ความยาวของรากพืช ชนิดของเนื้อดิน การซาบซึมน้ำของดิน พื้นที่ชลประทาน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) ความสูงของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะพื้นที่ลุ่ม พื้นที่ดอน และลักษณะทางธรณีวิทยา รวมกับปัจจัยเดิม 3 ปัจจัย ได้แก่ สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของพืช (Kc) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETo) และระดับน้ำใต้ดิน รวมทั้งสิ้น 12 ปัจจัย ที่จะนำมาสร้างความสัมพันธ์สำหรับคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ พบว่า ความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ซึ่งมีค่าสัดส่วนที่สามารถอธิบายความผันแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Pseudo R – Square) และเปอร์เซ็นต์การคาดการณ์ถูกต้องรวม

(percent correct) ที่เหมาะสมนั้น สามารถเขียนสมการ logit เพื่อนำมาใช้ในการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}g_1 &= -0.782 - 1.020 x_1 + 4.612 x_{21} + 0 x_{22} + 0.391 x_{31} + 0.982 x_{32} + 0 x_{33} \\g_2 &= 0.290 - 1.119 x_1 + 5.573 x_{21} + 0 x_{22} - 2.079 x_{31} - 0.875 x_{32} + 0 x_{33} \\g_3 &= -0.651 - 0.572 x_1 + 3.350 x_{21} + 0 x_{22} - 1.181 x_{31} - 0.092 x_{32} + 0 x_{33} \\g_4 &= -3.683 + 0.069 x_1 + 5.456 x_{21} + 0 x_{22} - 2.771 x_{31} + 0.418 x_{32} + 0 x_{33} \\g_5 &= 0 \text{ (เนื่องจากดินเค็มระดับที่ 5 เป็นกลุ่มอ้างอิง (reference category))}\end{aligned}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}g_1 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 1 บริเวณที่มีเกลือมากที่สุด} \\g_2 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 2 บริเวณที่มีเกลือมาก} \\g_3 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 3 บริเวณที่มีเกลือปานกลาง} \\g_4 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 4 บริเวณที่มีเกลือเล็กน้อย} \\g_5 &= \text{สมการ logit ของดินเค็มระดับที่ 5 บริเวณที่ไม่มีคราบเกลือบนผิวดิน} \\x_1 &= \text{ระดับน้ำใต้ดิน (GW)} \\x_2 &= \text{ลักษณะของพื้นที่จำแนกตามกลุ่มชุดดิน} \\x_{21} &= \text{พื้นที่ลุ่ม} \\x_{22} &= \text{พื้นที่ดอน} \\x_3 &= \text{ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS)} \\x_{31} &= \text{TDS} > 1500 \text{ mg/L} \\x_{32} &= \text{TDS } 750\text{-}1500 \text{ mg/L} \\x_{33} &= \text{TDS} < 750 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

โดยรูปแบบความสัมพันธ์ที่นำมาเขียนสมการ logit นี้ มีค่าสัดส่วนที่สามารถอธิบายความผันแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Pseudo R – Square) เท่ากับ 0.713 หรือ 71.3 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การคาดการณ์ถูกต้องรวม (percent correct) เท่ากับ 84.5 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำสมการสำหรับการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ มาคำนวณหาระดับดินเค็ม โดยเทียบกับข้อมูลดินเค็มระดับต่างๆ จากแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับการออกภาคสนาม ด้วยตาราง Confusion

matrix พบว่า ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องรวมทั้งหมด 68.09 เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ 5-14 และ 5-15

ตารางที่ 5-14 การเปรียบเทียบผลระหว่างระดับดินเค็ม พ.ศ. 2549 จากสมการกับแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549 (เมื่อเพิ่มปัจจัย)

ระดับดินเค็ม จากแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือ พ.ศ. 2549	ระดับดินเค็ม ที่ได้จากสมการ					รวมตาม สภาพจริง
	1	2	3	4	5	
1	16	0	0	0	2	18
2	214	0	0	2	24	240
3	29	1	0	1	144	175
4	1	0	0	0	4	5
5	7	0	0	183	1312	1502
รวมตามผลการจำแนก	267	1	0	186	1486	1940

ตารางที่ 5-15 ความถูกต้องของการคาดการณ์ระดับดินเค็ม พ.ศ. 2549 จากสมการ (เมื่อเพิ่มปัจจัย)

ระดับ ดินเค็ม	ความผิดพลาดที่เกิด การจำแนกขาดหายไป หรือตกหล่น		ความผิดพลาดที่เกิดการ จำแนกเกินมาหรือ ปลอมปนมา		ความถูกต้องของการ จำแนกแต่ละประเภท	
	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์	รวม ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์
1	2/18	11.11	251/18	> 100	16/18	88.88
2	240/240	100	1/240	0.42	0/240	0
3	175/175	100	0/175	0	0/175	0
4	5/5	100	186/5	> 100	0/5	0
5	190/1502	12.65	174/1502	11.58	1312/1502	87.35
ความถูกต้อง รวมทั้งหมด	= [(16+0+0+0+1312)/1940] x 100 = (1328/1940) x 100 = 68.45 %					

จากตารางที่ 5-15 พบว่า สมการที่ใช้สำหรับคาดการณ์สามารถคาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 1 ได้ถูกต้อง 88.88 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 2 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 3 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 4 ได้ถูกต้อง 0 เปอร์เซ็นต์ คาดการณ์ดินเค็มระดับที่ 5 ได้ถูกต้อง 86.82 เปอร์เซ็นต์ และมีความถูกต้องรวม 68.45 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาสมการสำหรับการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ที่ได้จากความสัมพันธ์ของ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) ลักษณะพื้นที่ลุ่ม พื้นที่ดอน และระดับน้ำใต้ดิน กับดินเค็มระดับต่างๆ (สมการหลังเพิ่มปัจจัย) พบว่า สมการนี้สามารถคาดการณ์ความน่าจะเป็นการเกิดดินเค็มได้ถูกต้อง 2 ระดับ คือ ดินเค็มระดับที่ 1 และ 5 เช่นเดียวกับสมการก่อนเพิ่มปัจจัย และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างสมการก่อนเพิ่มปัจจัยกับสมการหลังเพิ่มปัจจัย พบว่าสมการก่อนเพิ่มปัจจัย หรือสมการที่ได้จากความสัมพันธ์ของระดับน้ำใต้ดินกับระดับการเกิดดินเค็มมีความถูกต้องรวมสูงกว่าสมการที่ได้หลังจากเพิ่มปัจจัย คือ สมการก่อนเพิ่มปัจจัย มีความถูกต้องรวม 76.60 เปอร์เซ็นต์ และสมการหลังเพิ่มปัจจัย มีความถูกต้องรวม 68.45 เปอร์เซ็นต์ แต่หากพิจารณาถึงค่าสัดส่วนที่สามารถอธิบายความผันแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Pseudo R – Square) จะพบว่า สมการก่อนการเพิ่มปัจจัย มีค่าสัดส่วนที่สามารถอธิบายความผันแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Pseudo R – Square) เท่ากับ 0.267 หรือ 26.7 เปอร์เซ็นต์ และสมการที่ได้หลังจากเพิ่มปัจจัย มีค่าสัดส่วนที่สามารถอธิบายความผันแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Pseudo R – Square) เท่ากับ 0.713 หรือ 71.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่า สมการก่อนการเพิ่มปัจจัย ดังนั้นสมการที่ได้หลังจากเพิ่มปัจจัย จึงควรเป็นสมการที่จะนำมาใช้ในการคาดการณ์มากกว่าสมการก่อนการเพิ่มปัจจัย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 6

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (K<sub>c</sub>) และระดับน้ำใต้ดินกับการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ได้แก่ ดินเค็มระดับที่ 1 (บริเวณที่มีเกลือบนผิวดินมากที่สุด พบคราบเกลือที่ผิวดินมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) ดินเค็มระดับที่ 2 (บริเวณที่มีเกลือบนผิวดินมาก พบคราบเกลือที่ผิวดิน 10 – 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) ดินเค็มระดับที่ 3 (บริเวณที่มีเกลือบนผิวดินปานกลาง พบคราบเกลือที่ผิวดิน 1 – 10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) ดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่มีเกลือบนผิวดินน้อย พบคราบเกลือที่ผิวดินน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่) และดินเค็มระดับที่ 5 (บริเวณที่ไม่มีคราบเกลือบนผิวดิน) ในอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา ด้วย การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (multinomial logistic regression) พบว่า

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของ 3 ปัจจัย ในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช (K<sub>c</sub>) และระดับน้ำใต้ดินกับดินเค็มระดับต่างๆ พบว่าระดับน้ำใต้ดินเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และมีผลต่อระดับการเกิดดินเค็ม มากที่สุด สำหรับปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติ สอดคล้องกับระดับการเกิดดินเค็ม ในพื้นที่ศึกษา และสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับระดับการเกิดดินเค็ม ในพื้นที่ศึกษา แต่สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ในความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช พบว่า มีความสัมพันธ์ทางสถิติสอดคล้องกับการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ในพื้นที่ศึกษา โดยการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ในพื้นที่ศึกษา มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำใต้ดิน (GW) และระดับน้ำใต้ดิน ในความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และระดับน้ำใต้ดิน (ET<sub>o</sub>, GW) เมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 ต่อ ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง กล่าวคือเมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น 1 เมตร ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มทั้ง 3 ระดับต่อ ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะลดลง 0.324 – 0.640 เท่า และการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ในพื้นที่ศึกษา มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำใต้ดิน (GW) และสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ใน

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $ET_0$ ,  $K_c$ ) เมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ต่อความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น กล่าวคือเมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น 1 เมตร ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 ต่อ ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น 1.472 เท่า และเมื่อสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ในความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 เพิ่มขึ้น 5.097 เท่า อธิบายได้ว่า เนื่องจากในสภาพพื้นที่จริงนั้นดินเค็มระดับที่ 4 (บริเวณที่พบคราบเกลือที่ผิวดินมีพื้นที่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่) เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือน้อย ทำให้สภาพพื้นที่ของดินเค็มระดับที่ 4 มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินเค็ม ดังนั้น เมื่อระดับน้ำใต้ดินห่างจากผิวดินเพิ่มขึ้น หรือสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ในความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง และสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืชเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 จะเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของปัจจัย พบว่า อิทธิพลร่วมของปัจจัย มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับระดับการเกิดดินเค็ม ยกเว้นความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $K_c \times ET_0$ ) หรือการใช้ น้ำของพืช ที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับระดับการเกิดดินเค็ม แต่มีเพียงอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดิน ( $K_c \times GW$ ) เท่านั้นที่สามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติสอดคล้องกับระดับการเกิดดินเค็ม ในพื้นที่ศึกษา โดยอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช และระดับน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 1 2 และ 3 จะลดลง 0.207 – 0.553 เท่า ของความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 และความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 4 เมื่อเทียบกับความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มระดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้น 1.630 เท่า

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 3 ด้วยวิธีทางสถิติจะได้สมการความสัมพันธ์ที่สามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มได้ ซึ่งสมการที่ได้จากรูปแบบความสัมพันธ์ของ 3 ปัจจัย คือ ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_0$ ) สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) และระดับน้ำใต้ดิน ที่เหมาะสมสำหรับนำมาคาดการณ์ ได้แก่ สมการที่ได้จากความสัมพันธ์ของระดับน้ำใต้ดินกับระดับการเกิดดินเค็ม แต่เนื่องจากสมการนี้สามารถคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มได้ถูกต้องเพียง 2 ระดับ คือ ดินเค็มระดับที่ 1 และ 5

ดังนั้น จึงทำการเพิ่มปัจจัยสำหรับสร้างสมการ ซึ่งสมการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้คาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็ม ในพื้นที่ศึกษาได้จากความสัมพันธ์ของ ระดับน้ำใต้ดิน ลักษณะพื้นที่ ลุ่ม พื้นที่ดอน และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TDS) และพบว่าสมการที่ได้สามารถคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มได้ถูกต้อง 2 ระดับ คือ ดินเค็มระดับที่ 1 และ 5 เช่นเดียวกับสมการก่อนการเพิ่มปัจจัย และสามารถคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษาได้ถูกต้องรวม น้อยกว่าสมการก่อนเพิ่มปัจจัย แต่สมการที่ได้จากการเพิ่มปัจจัยมีส่วนที่สามารถอธิบายความผันแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Pseudo R – Square) เท่ากับ 71.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่า สมการก่อนการเพิ่มปัจจัย ดังนั้น สมการที่ได้หลังจากเพิ่มปัจจัย จึงควรเป็นสมการที่จะนำมาใช้ในการคาดการณ์มากกว่าสมการก่อนการเพิ่มปัจจัย

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำสำหรับพืช ( $K_c$ ) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ( $ET_o$ ) และระดับน้ำใต้ดิน กับการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ โดยอาศัยวิธีการทางด้านสถิติและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ศึกษา แล้วนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการดินเค็ม ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

1) เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยที่สนใจศึกษากับการเกิดดินเค็มระดับต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา โดยทำการศึกษาเฉพาะความสัมพันธ์ของปัจจัยที่สนใจศึกษาที่มีต่อระดับดินเค็ม เฉพาะจุด ดังนั้นควรจะมีการทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีต่อทั้งพื้นที่ในพื้นที่ศึกษา เช่นการศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยที่สนใจศึกษาที่มีต่อพื้นที่รับน้ำ (recharge area) และพื้นที่จ่ายน้ำ (discharge area) ในพื้นที่ศึกษา

2) จากการศึกษาความสัมพันธ์ พบว่า ในพื้นที่ศึกษาระดับน้ำใต้ดินมีอิทธิพลต่อการเกิดดินเค็ม ดังนั้นการจัดการปัญหาดินเค็มในพื้นที่ศึกษา ควรให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเมื่อระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาอยู่ห่างจากผิวดิน ความน่าจะเป็นที่จะเกิดดินเค็มจะลดลง ดังนั้นควรมีการจัดการระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นน้ำใต้ดินที่เค็มให้มีระดับอยู่ห่างจากผิวดิน เพื่อลดความน่าจะเป็นที่จะเกิดดินเค็มในพื้นที่ศึกษา เช่น การป้องกันไม่ให้มีน้ำส่วนเกินที่ไหลจากการใช้น้ำของพืช และมากกว่าความสามารถของดินที่จะดูดซับไว้ได้ ไปเพิ่มเติมระดับน้ำใต้ดินที่เค็มให้ยกระดับขึ้นมาใกล้ผิวดิน ทำได้โดยการระบายน้ำจากพื้นที่ที่จะเกิดปัญหาให้ลดลง เช่น การระบายน้ำบนผิวดิน ซึ่งเหมาะสำหรับการระบายน้ำในที่ราบเรียบและมีชั้น



ดินที่ไม่ยอมให้น้ำผ่าน โดยทำการปรับสภาพพื้นที่ให้เรียบและให้มีความลาดเอียงในทิศทางเดียวกันแล้วมีร่องน้ำขวางเป็นระยะเพื่อการระบายน้ำต่อไปยังคูน้ำหลัก ซึ่งช่วยในการรักษาระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ไม่ให้ยกระดับขึ้นมาใกล้ผิวดิน (Raadsma, 1974 อ้างถึงใน ปราโมทย์ แยมคลี, 2544)



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ชรรรมสาร.
- ชลประทาน, กรม. 2546. รายงานสถานภาพลุ่มน้ำมูล โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทานสำหรับแผนฯ 9. กรุงเทพมหานคร: กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชัยนาม ดิสถาพร และปราโมทย์ เข้มคลี. (ม.ป.ป.). การเปลี่ยนแปลงระบบอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ดินเค็มจัดด้วยระบบโพลเดอร์ (POLDER)[ออนไลน์]. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งที่มา: [http://www.idd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Index.html](http://www.idd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Index.html) [3 กันยายน 2549]
- ชัยนาม ดิสถาพร และปราโมทย์ เข้มคลี. (ม.ป.ป.). รายงานผลการวิจัยเรื่อง การประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ดินเค็ม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.
- ชัยนาม ดิสถาพร, สมศรี อรุณินท์, พิชัย วิชัยดิษฐ์ และปราโมทย์ เข้มคลี. 2539. รายงานผลการวิจัยเรื่อง การใช้เครื่อง EM 34 ในการกำหนดพื้นที่ปลูกป่าเพื่อป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2529. ความต้องการน้ำของพืชและค่าชลภาวะในการออกแบบระบบส่งน้ำ. กรุงเทพมหานคร: กองฝึกอบรม กรมชลประทาน.
- ทรัพยากรธรณี, กรม. 2547. สัมมนาโครงการธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม จังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2545. สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัทศรีอนันต์การพิมพ์. อ้างถึงใน วีรญา พ่างแสง. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อภาวะมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ประสิทธิ์ ต้นประภาส และไพรัช พงษ์วิเชียร. (ม.ป.ป.). การจัดการมลพิษทางอากาศของหมอกควันและตัวพริ้วเพื่อการฟื้นฟูดินเค็มอย่างยั่งยืน[ออนไลน์]. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งที่มา: [http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Index.html](http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Index.html) [3 กันยายน 2549]

ปราโมทย์ เข้มคลี. 2544. วิธีป้องกันและควบคุมปัญหาดินเค็ม. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่อง ดินเค็ม, หน้า 185-220. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พัฒนาที่ดิน, กรม. (ม.ป.ป.). การใช้วิธีการทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EM 34) เพื่อช่วยในการจัดการดินเค็ม[ออนไลน์]. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งที่มา: [http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Index.html](http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Index.html)[3 กันยายน 2549]

พัฒนาที่ดิน, กรม. กองสำรวจและจำแนกดิน. (ม.ป.ป.). คู่มือการใช้แผนที่กลุ่มดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พัฒนาที่ดิน, กรม. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5. 2538. ดินมีปัญหาต่อการเกษตรในเขตสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. อ้างถึงใน สมศักดิ์ สุขจันทร์. ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: การสำรวจและทำแผนที่จากคราบเกลือ. ส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548.

พันธ์ทิพย์ พิชมงคล. 2542. การศึกษาความเหมาะสมและความสำคัญของตัวแปรของสูตรเพนแมนในสภาวะลมฟ้าอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิชัย วิชัยดิษฐ์. 2538. รายงานการสำรวจและศึกษาการแพร่กระจายของดินเค็ม จังหวัดขอนแก่น. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. อ้างถึงใน สมศักดิ์ สุขจันทร์. ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: การสำรวจและทำแผนที่จาก กราบเกลือ. ส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน สำนักสำรวจและวางแผนการ ใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548.

ยงยุทธ โอสดสภา. 2524. ดินเค็มและดินโซดิก. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อ้างถึงใน ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์. สมบัติและระดับความ รุนแรงของอิทธิพลเกลือของดินคล้ายชุดดินร้อยเอ็ดที่เป็นดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

วิบูลย์ บุญยชโรกุล. 2526. หลักการชลประทาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิมล พลราช. 2540. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุภาคกับการวิเคราะห์จำแนกในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการศึกษาและผลการประเมิน วิทยานิพนธ์ของมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาสถิติการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีรญา เฟ่งแสง. 2547. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อภาวะมลพิษทางอากาศ ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ภาควิชา ภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรม. 2547. โครงการศึกษาและจัดทำข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ จังหวัด ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สมศรี สีนอนวงศ์, พรรณี รุ่งแสงจันทร์, วรรณดา สุนันทพงษ์ศักดิ์, ชัยนาม คิสถาพร, อรุณี ยูวะนิยม, เกรียงศักดิ์ หงษ์โต และอนงค์ สุทธาวาส. 2523. การใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมให้เป็นประโยชน์ในงานศึกษาดินเค็ม. ในรายงานการประชุมวิชาการกองบรรณารักษ์ที่คืน ครั้งที่ 1, 12-14 มีนาคม 2523: หน้า 74-283. อ้างถึงใน ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์. สมบัติและระดับความรุนแรงของอิทธิพลเกลือของดินกล้ายชุดดิน ร้อยเอ็ดที่เป็นดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

สมศรี อรุณินท์. 2536. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) กับโครงการพัฒนาพื้นที่ดินเค็ม. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. อ้างถึงใน อัญชลี นาคปล้อง. ระบบการไหลของน้ำบาดาลและการเกิดดินเค็ม ในเขตอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.

สมศรี อรุณินท์. 2540. การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก. ใน สมศรี อรุณินท์ (บรรณาธิการ), ดินเค็ม, หน้า 19-29. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมศักดิ์ สุขจันทร์. 2548. ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: การสำรวจและทำแผนที่จากคราบเกลือ. ส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

สายสุนีย์ พุทธคุณเจริญ. 2546. วิศวกรรมอุทกวิทยา. กรุงเทพมหานคร: ไลบรารี นายน์ พับลิชชิ่ง.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2540. เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

สุพรรณิ โรจนาเปรมสุข. 2533. ลักษณะดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ปัญหาและแนวทางการแก้ไข ปัญหาการใช้ที่ดินเค็มในเขตโครงการชลประทานน้ำพองระยะที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี ยูวะนิยม. 2544. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม, หน้า 105-109. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อรุณี ยูวะนิยม และลักขมี เมตต์ปราณี. (ม.ป.ป.). แบบจำลองเพื่อประเมินการแพร่กระจายดินเค็ม จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสมมูลน้ำในระดับลุ่มน้ำต่อการแพร่กระจาย ดินเค็ม (ICHAM)[ออนไลน์]. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งที่มา: [http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Index.html](http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Index.html)[3 กันยายน 2549]

อัญชลี นาคปล้อง. 2547. ระบบการไหลของน้ำบาดาลและการเกิดดินเค็ม ในเขตอำเภอบางละมุง จังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อุตุนิยมวิทยา, กรม. 2549. ข้อมูลสถิติภูมิอากาศภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (พ.ศ. 2516- 2548)[CD-ROM]. กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา.

โอสถ ชาญเวชช์ และ ชีระพล ตั้งสมบุญ. 2543. ปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืช อ้างอิง และค่าสัมประสิทธิ์พืช. กรุงเทพมหานคร: ส่วนเกษตรชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

### ภาษาอังกฤษ

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith. M. and Food and Agriculture Organization (FAO). 1998. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirement- FAO irrigation and drainage paper 56. Rome.

Arar, A. 1971. Irrigation and drainage in relation to salinity and water logging. Salinity seminar Baghdad, irrigation and drainage paper No.7, FAO, Rome: 86-111. อ้างอิงใน สุพรรณิโรจนาเปรมสุข. ลักษณะดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการใช้ที่ดินเค็มในเขตโครงการชลประทานน้ำพองระยะที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

- Arunee Yuvaniyama. 1994. Mangement of saline soils in the Northeast of Thailand. Doctoral dissertation. Department of agricultural chemistry Tokyo university of Agriculture.
- Dissataporn, C., Arunin, S. and Ninpradapkaew, S. 1992. The role of trees on salinity control. Proceedings of the international symposium on strategies for utilizing salt-affected lands, February 17-25 1992, Bangkok, Thailand. อ้างถึงใน พัฒนาที่ดิน, กรม. (ม.ป.ป.). การใช้วิธีการทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EM 34) เพื่อช่วยในการจัดการดินเค็ม [ออนไลน์]. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งที่มา: [http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Index.html](http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Index.html) [3 กันยายน 2549]
- Howitt, D., and Cramer, D. 2005. Introduction to statistics in psychology. London: Pearson.
- Koppen, W. 1931. Grundriss der Klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter.
- Pramojanee, P. 1982. A study of the relationship between salt affected soils and landforms in Amphoe Kham Sakae Sang area, Nakhon Ratchasima Prov. Thailand. Enchede The Netherlands: ITC. อ้างถึงใน ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์. สมบัติและระดับความรุนแรงของอิทธิพลเกลือของดินคล้ายชุดดินร้อยเอ็ดที่เป็นดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.
- Raadsma, S. 1974. Current draining practices in flat areas of humid regions in Europe. In J. V. Schilfgaard (ed.), Drainage for Agriculture, Number 17 in the series Agronomy. Wisconsin USA: American Society of Agronomy. อ้างถึงใน ปราโมทย์ เข้มคลี. วิธีป้องกันและควบคุมปัญหาดินเค็ม. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม, หน้า 185-220. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544.
- Renpei, Y. 1992. Improvement and utilization of salt affected soils in the Huang-Huai-Hai plain. Proceedings of the international symposium on strategies for utilizing salt-affected lands, February 17-25 1992, Bangkok, Thailand: 220-225.

Safwat and Abdel-Dayem. 2005. Understanding the social and economic dimensions of salinity. International salinity forum: managing saline soils and water, science, technology, and social issues, 2005, California: 1-4.

Saleh, H.H. and Troeh, F.R. 1982. Salt distribution and water consumption from a watertable with and without a crop. Agronomy 74: 321-324. อ้างถึงใน สุพรรณณี โรจนเปรมสุข. ลักษณะดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการใช้ที่ดินเค็มในเขตโครงการชลประทานน้ำพองระยะที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

Schleusener, R. A. 1958. Factors affecting evaporation from soils in contact with a watertable. (n.p.). Cited in Saleh, H.H. and Troeh, F.R. Salt distribution and water consumption from a watertable with and without a crop. Agronomy 74: 321-324, 1982. อ้างถึงใน สุพรรณณี โรจนเปรมสุข. ลักษณะดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการใช้ที่ดินเค็มในเขตโครงการชลประทานน้ำพองระยะที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

Sinanuwong, S. and Takaya, Y. 1974. Saline soils in Northeast Thailand. Southeast Asian - Studies 12(1): 105-120. อ้างถึงใน ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์. สมบัติและระดับความรุนแรงของอิทธิพลเกลือของดินคล้ายชุดดินร้อยเอ็ดที่เป็นดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

Sinanuwong, S., and Y. Takaya Y. 1974. Saline soils in Northeast Thailand. Southeast Asian-Studies 12(1): 105-120. อ้างถึงใน อรุณี ยูวะนิยม. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม, หน้า 105-109. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544.



- Smith, M. 1990. Expert consultation on revision of FAO methodology for crop water requirements. Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations. อ้างถึงใน โอสถ ชาญเวช และ ชีระพล ตั้งสมบุญ. ปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง และค่าสัมประสิทธิ์พืช. กรุงเทพมหานคร: ส่วนเกษตรชลประทาน สำนัก อุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2543.
- Umali, D., L. 1993. Irrigation-induced salinity a growing problem for development and the environment. Washington, D.C.: The World Bank.
- Walker, G., Gifelder, M. and Williams, J. 1999. Effectiveness of current farming systems in the control of dryland salinity. CSIRO Land and Water. Cited in NSW department of primary industries. Salinity glove box guide. The State of New South Wales: NSW department of primary industries, 2005.
- Wentz, D. 2000. Dryland Saline Seep: Types and Causes[Online]. Alberta: Government of Alberta. Available from: <http://www.agric.gov.ab.ca/index.html>[2000, January 1]
- Williamson, D.R., Peck, A.J., Turner, J.V. and Arunin, S. 1989. Groundwater hydrology and salinity in a valley in northeast Thailand. Groundwater contamination IAHS Publ. 185: 147-154.
- Wongsomsak, S. 1986. Salinization in Northeast Thailand. Southeast Asian Studies 24 (2): 133-153. อ้างถึงใน ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์. สมบัติและระดับความรุนแรงของอิทธิพลเกลือของดินคล้ายชุดดินร้อยเอ็ดที่เป็นดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

สมการประกอบการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการประกอบการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง  
โอสถ ชาญเวช และ ชีระพล ตั้งสมบุญ (2543)

**Penman-Monteith equation and components**

**Recommended combination formula is:**

$$ET_o = \frac{0.408\Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)}$$

where:

$ET_o$	=	reference crop evapotranspiration [mm d <sup>-1</sup> ]
$R_n$	=	net radiation at crop surface [MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> ]
$G$	=	soil heat flux [MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> ]
$T$	=	average temperature [°C]
$\Delta$	=	slope vapour pressure curve [kPa °C <sup>-1</sup> ]
$\gamma$	=	psychrometric constant [kPa °C <sup>-1</sup> ]
$U_2$	=	windspeed measured at 2m height [m s <sup>-1</sup> ]
$e_s$	=	saturation vapour pressure [kPa]
$e_a$	=	actual vapour pressure [kPa]
$(e_s - e_a)$	=	saturation vapour pressure deficit [kPa]
900	=	conversion factor

where no measured radiation data are available, the net radiation can be estimated as follow:

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

$$R_{ns} = 0.77 [0.25 + 0.50 (n/N)] R_a$$

$$R_{nl} = 2.45 \times 10^{-9} [0.9 (n/N) + 0.1] (0.34 - 0.14\sqrt{e_a}) (T_{kx}^4 + T_{kn}^4)$$

$$G = 0.14 (T_{month\ n} - T_{month\ n-1}) \approx 0$$

where:

$R_n$	=	net radiation [ $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ]
$R_{ns}$	=	net shortwave radiation [ $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ]
$R_{nl}$	=	net longwave radiation [ $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ]
$R_a$	=	extraterrestrial radiation [ $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ]
$n/N$	=	relative sunshine fraction
$T_{kx}$	=	maximum temperature [K]
$T_{kn}$	=	minimum temperature [K]
$e_a$	=	actual vapour pressure [kPa]
$G$	=	soil heat flux [ $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ]

### Parameter used in equations

#### (1) Latent heat of vaporization ( $\lambda$ )

$$\lambda = 2.501 - (2.361 \times 10^{-3}) T$$

where:

$\lambda$	=	latent heat of vaporization [ $\text{MJ kg}^{-1}$ ]
$T$	=	air temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ]

#### (2) Slope vapour pressure curve ( $\Delta$ )

$$\Delta = \frac{4098 e_s}{(T + 237.3)^2}$$

where:

$\Delta$	=	Slope vapour pressure curve [ $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]
$T$	=	air temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$e_s$	=	saturation vapour pressure at temperature T [kPa]

**(3) Psychrometric constant ( $\gamma$ )**

$$\gamma = 0.00163 (P/\lambda)$$

where:

$$\begin{aligned} \gamma &= \text{psychrometric constant [kPa } ^\circ\text{C}^{-1}] \\ P &= \text{atmospheric pressure [kPa]} \\ \lambda &= \text{latent heat of vaporization [MJ kg}^{-1}] \end{aligned}$$

**(4) Atmospheric pressure (P)**

$$P = P_o \left( \frac{T_{k0} - \alpha (z - z_0)}{T_{k0}} \right)^{\frac{g}{\alpha R}}$$

where:

$$\begin{aligned} P &= \text{atmospheric pressure at elevation } z \text{ [kPa]} \\ P_o &= \text{atmospheric pressure at sea level [kPa]} \\ z &= \text{elevation [m]} \\ z_0 &= \text{elevation at reference level [m]} \\ g &= \text{gravitational acceleration} = 9.8 \text{ [m s}^{-2}] \\ R &= \text{specific gas constant} = 287 \text{ [J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}] \\ T_{k0} &= \text{reference temperature [K] at elev. } z_0 \approx 273 + T \text{ [}^\circ\text{C]} \\ \alpha &= \text{constant lapse rate saturated air} = 0.0065 \text{ [K m}^{-1}] \end{aligned}$$

Recommended:

$$\begin{aligned} P_o &= 101.3 \text{ [kPa] at } z_0 = 0 \text{ m.} \\ T_{k0} &= (T_{\text{mean}} + 273) \text{ [K] when } T \text{ in } ^\circ\text{C} \\ P &= 101.3 \left( \frac{(T_{\text{mean}} + 273) - 0.0065Z}{T_{\text{mean}} + 273} \right)^{5.26} \end{aligned}$$

**(5) Saturation vapour pressure at the air temperature ( $e^\circ(T)$ )**

$$e^\circ(T) = 0.6108 \exp \left( \frac{17.27 T}{T + 237.3} \right)$$

where:

$$\begin{aligned} e^\circ(T) &= \text{saturation vapour pressure at the air temperature } T \text{ [kPa]} \\ T &= \text{air temperature [}^\circ\text{C]} \\ \exp[..] &= 2.7183 \text{ (base of natural logarithm) raised to the power [..]} \end{aligned}$$

**(6) Saturation vapour pressure ( $e_s$ )**

$$e_s = \frac{e^\circ(T_{max}) + e^\circ(T_{min})}{2}$$

where:

$$\begin{aligned} e^\circ(T) &= \text{saturation vapour pressure at the air temperature } T \text{ [kPa]} \\ T_{max}, T_{min} &= \text{air temperature [}^\circ\text{C]} \end{aligned}$$

**(7) Actual vapour pressure ( $e_a$ ) derived from relative humidity data**

For  $RH_{max}$  and  $RH_{min}$ :

$$e_a = \frac{e^\circ(T_{min}) \frac{RH_{max}}{100} + e^\circ(T_{max}) \frac{RH_{min}}{100}}{2}$$

For  $RH_{mean}$ :

$$e_a = \frac{RH_{mean}}{100} \left[ \frac{e^\circ(T_{max}) + e^\circ(T_{min})}{2} \right]$$

where:

$e_a$	=	actual vapour pressure [kPa]
$e^\circ(T_{\min})$	=	saturation vapour pressure at daily minimum temperature [kPa]
$e^\circ(T_{\max})$	=	saturation vapour pressure at daily maximum temperature [kPa]
$RH_{\max}$	=	maximum relative humidity [%]
$RH_{\min}$	=	minimum relative humidity [%]

### (8) Vapour pressure deficit (VPD)

$$VPD = e_s - e_a$$

where:

$$VPD = \text{vapour pressure deficit [kPa]}$$

### (9) Soil heat flux (G)

$$G = 0.14 (T_{\text{month } n} - T_{\text{month } n-1}) \approx 0$$

where:

$$T_{\text{month } n} = \text{temperature [}^\circ\text{C] on month } n$$

$$T_{\text{month } n-1} = \text{temperature [}^\circ\text{C] in preceding on month } n-1$$

### (10) Extraterrestrial radiation ( $R_a$ )

$$R_a = 37.6 d_r (\omega_s \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s)$$

where:

$$R_a = \text{extraterrestrial radiation [MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}\text{]}$$

$$d_r = \text{relative distance Earth-Sun}$$

$$\delta = \text{solar declination [rad]}$$

$$\varphi = \text{latitude [rad]}$$

$$\omega_s = \text{sunset hour angle [rad]}$$



$$\begin{aligned}
 d_r &= 1 + 0.033 \cos (0.0172J) \\
 \delta &= 0.409 \sin (0.0172 J - 1.39) \\
 J &= \text{integer } (30.42 M - 15.23)
 \end{aligned}$$

where:

$$\begin{aligned}
 J &= \text{number of the day in the year} \\
 M &= \text{month number (1-12)}
 \end{aligned}$$

### (11) Daylight hours (N)

$$N = 7.64 \omega_s$$

where:

$$N = \text{maximum day light hours [h]}$$

### (12) Windspeed ( $U_2$ )

$$U_2 = U_z \frac{4.87}{\ln (67.8z - 5.42)}$$

where:

$$\begin{aligned}
 U_z &= \text{windspeed measurement at height [m s}^{-1}\text{]} \\
 U_2 &= \text{windspeed at 2 m height [m s}^{-1}\text{]} \\
 Z &= \text{height of wind vane or height of windspeed measurements [m]}
 \end{aligned}$$

### (13) Day wind ( $U_{\text{day}}$ )

$$U_{\text{day}} = \frac{2U(U_{\text{day}}/U_{\text{night}})}{(1 + U_{\text{day}}/U_{\text{night}})}$$

where:

$$U_{\text{day}} = \text{windspeed during day time (07.00 - 19.00 hrs) [m s}^{-1}\text{]}$$

$$U_{\text{night}} = \text{windspeed during night time (19.00 - 07.00 hrs) [m s}^{-1}\text{]}$$

$$U = \text{average windspeed over 24 hours [m s}^{-1}\text{]}$$

For average conditions:

$$U_{\text{day}}/U_{\text{night}} \approx 2$$

$$U_{\text{day}} = 1.33U$$

$$U_{2\text{day}} = 1.33 U_2$$

**(14) Conversions: Cloudiness → n/N ratio**

cloudiness oktas	0	1	2	3	4	5	6	7	8		
n/N ratio	.95	.85	.75	.65	.55	.45	.30	.15	-		
cloudiness tenths	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n/N ratio	.95	.85	.80	.75	.65	.55	.50	.40	.30	.15	-

**(15) conversions SI –C.G.S system**

<u>Pressure</u>	1 mbar	=	0.1 kPa (kilopascal)
<u>Radiation</u>	1 cal cm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	=	0.041868 MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
	1 MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	=	23.884 cal cm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
	1 mm d <sup>-1</sup>	=	0.408 mm d <sup>-1</sup>
	1 mm d <sup>-1</sup>	=	2.45 MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
	1 W m <sup>-1</sup>	=	58.6 cal cm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
	1 W m <sup>-1</sup>	=	0.0864 MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
		=	2.064 cal cm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
<u>Velocity</u>	1 knot	=	0.515 m s <sup>-1</sup>
		=	1.85 km hr <sup>-1</sup>
		=	44.5 km d <sup>-1</sup>
<u>Degree</u>	1 Radian	=	π / 180 Decimaldegrees



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างภาพ พื้นที่อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างภาพ พื้นที่อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ ข-1 ไร่มันสำปะหลัง



ภาพที่ ข-2 นาข้าว (ภายหลังฤดูเก็บเกี่ยว)



ภาพที่ ข-3 หมู่บ้าน



ภาพที่ ข-4 ไม้ผลผสม



ภาพที่ ข-5 ยูคาลิปตัส



ภาพที่ ข-6 ไม้พุ่มหรือทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม



ภาพที่ ข-7 แหล่งน้ำ



ภาพที่ ข-8 พื้นที่ลุ่ม



ภาพที่ ข-9 ลานตากมันสำปะหลัง



ภาพที่ ข-10 บริเวณที่ไม่พบคราบเกลือ



ภาพที่ ข-11 บริเวณดินเค็มมากที่สุด  
(พบคราบเกลือมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ ข-12 บริเวณดินเค็มมาก  
(พบคราบเกลือ 10 - 50 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ ข-13 บริเวณดินเค็มปานกลาง  
(พบคราบเกลือ 1-10 เปอร์เซ็นต์)

ภาพที่ ข-14 บริเวณดินเค็มน้อย  
(พบคราบเกลือน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์)



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวภาษิตา ทุ่นศิริ เกิดวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2525 จังหวัดศรีสะเกษ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2546 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2547



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย