



วิทยานิพนธ์

การศึกษาอิทธิพลของถนนต่อการเกิดดินเค็มใน อำเภอกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม

**Effect of Road on Salinization in Kamphaeng Saen District
Nakhon Pathom Province**

นายภักพงษ์ สายพันธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาอิทธิพลของถนนต่อการเกิดดินเค็มใน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

Effect of Road on Salinization in Kamphaeng Saen District Nakhon Pathom Province

โดย

นายภักพงษ์ สายพันธ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2551

นายภักพงษ์ สายพันธ์ 2551: การศึกษาอิทธิพลของถนนต่อการเกิดดินเค็มใน อำเภอ
กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขา
ปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณศิษฐ์
วงศ์มณีโรจน์, Ph.D. 71 หน้า

ดินเค็มในภาคกลางมีแนวโน้มที่จะขยายตัวมากขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาที่มีผลต่อผลผลิตทาง
การเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตอำเภอกำแพงแสน จังหวัดที่ได้รับอิทธิพลของเกลือ
ทำการศึกษาอิทธิพลของถนนต่อการกระจายของเกลือในดินโดยใช้เทคนิคการแปลภาพถ่ายทาง
อากาศ ร่วมกับข้อมูลสมบัติดินนำมาประมวลผลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และประเมิน
ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของดิน(ECe) และระยะทางจากขอบถนนของถนน
สามประเภท คือ ถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ถนนลาดยางสองชั้น และ ถนนหินคลุก ในพื้นที่ศึกษา
ที่ได้รับอิทธิพลของเกลือ 9 แห่ง ในพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งจะเก็บตัวอย่างดินในแต่ละชั้นความลึก
เริ่มจากผิวดิน (0-2 ซม.) และในระดับความลึก 0-30, 30-60, 60-100, 100-150 และ 150-200 ซม.
จากผิวดินตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ชนิดของถนนมีผลต่อการเกิดดินเค็ม
โดยเฉพาะถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก และถนนลาดยางสองชั้น ที่วางตัววางแนวการไหลของน้ำ
ผิวดินจะมีการสะสมของเกลือใกล้ขอบถนน และมีความเข้มข้นของเกลือในระดับที่มีผลต่อการ
เจริญเติบโตของพืชตลอดความลึกที่ทำการศึกษา ส่วนถนนหินคลุก นั้น การกระจายของความเค็ม
ไม่แสดงถึงอิทธิพลของถนน แต่จะกระจายเป็นบริเวณกว้าง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง
เช่น พื้นที่ศึกษาที่ 3

Pakpong Saipan 2008: Effect of Road on Salinization in Kamphaeng Saen District Nakhon Pathom Province. Master of Science (Agriculture), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Audthasit Wongmaneroj, M.S. 71 pages.

Salt affected soils in central region trend to expand. The salinity is one of factor affected to agricultural production in Kamphaeng Saen district, Nakhon Pathom province. The study was determined effect of road type to salinization. Aerial photo interpretation with Geographic Information System techniques were used in this study. Statistical correlation between soil conductivity (ECe) and distance from roadside (three types: concrete road, asphalt road and rock pieces road) was analysed from 9 locations. In each site, soil sampling was collected from soil surface (0-2 cm) 0-30, 30-60, 60-100, 100-150 and 150-200 cm. from soil surface respectively. Result showed that type of road was affected to soil salinization. Salt accumulation occurred near the roadside in the area that concrete road and asphalt road crosswise with water flow direction. In contradiction, soil salinization was spreading in the vicinity of rock pieces road and show no relation with road especially in the high underground table in location 3

Student's signature

Thesis Advisor's signature

___ / ___ / ___

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ ประธานกรรมการที่ให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงส์นดี สัจจันทร์ กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์สันติ ทองพานัก กรรมการวิชารอง และรองศาสตราจารย์ ดร. กุมุท สังขศิลา กรรมการวิชาเอก ที่ให้คำแนะนำแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนในห้องปฏิบัติการอนุรักษ์ดินและน้ำ ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี และขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนนิสิตปริญญาโท ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกคน ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

และข้าพเจ้าขอกราบขอพระคุณ แม่ ที่ทำทุกสิ่งทุกอย่างเพื่อลูก รวมทั้งพี่ๆ ที่คอยรับฟังปัญหา ให้คำปรึกษา ให้ความหวังใจ และเป็นแรงใจที่สำคัญที่สุด ทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในวันนี้

ภักพงส์ สายพันธ์

เมษายน 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
อุปกรณ์	13
วิธีการ	14
ผลและวิจารณ์	18
ผล	18
วิจารณ์	64
สรุป	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การจำแนกประเภทของดินเกลือ	3
2	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 4	27
3	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 5	31
4	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 6	35
5	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 2	39
6	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 7	43
7	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 9	47
8	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1	51
9	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 3	57
10	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity ;EC dS m ⁻¹) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 8	61

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพการเรียงภาพถ่ายทางอากาศ NIMA หมายเลข 122, 123, 125, 126, 185, 186, 188, 190, 191, 198, 200, 204, 204, 206, 208, 210, 242, 246, 248, 250, 252, 305, 306, 307, 308 และ 309 ครอบคลุมอำเภอกำแพงแสน	19
2	ภาพแผนที่อำเภอกำแพงแสน ประกอบด้วย เส้นขอบเขตอำเภอ เส้นทางคมนาคม และเส้นทางน้ำ	20
3	ภาพซ้อนทับข้อมูลแผนที่ของอำเภอกำแพงแสน ประกอบด้วย เส้นขอบเขต อำเภอ เส้นทางคมนาคม เส้นทางน้ำ และภาพถ่ายทางอากาศ	21
4	ภาพแสดงตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาทั้ง 9 แห่ง	22
5	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของพื้นที่ศึกษาที่ 4	26
6	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 4	28
7	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 4	28
8	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของพื้นที่ศึกษาที่ 5	30
9	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 5	32
10	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 5	32
11	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของพื้นที่ศึกษาที่ 6	34
12	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 6	36
13	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 6	36
14	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของพื้นที่ศึกษาที่ 2	38
15	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 2	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	ค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 2	40
17	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของ พื้นที่ศึกษาที่ 7	42
18	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 7	44
19	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 7	44
20	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของ พื้นที่ศึกษาที่ 9	46
21	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 9	48
22	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 9	48
23	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของ พื้นที่ศึกษาที่ 1	50
24	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ทิศทางที่ 1	52
25	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ทิศทางที่ 1	52
26	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ทิศทางที่ 2	54
27	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ทิศทางที่ 2	54
28	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของ พื้นที่ศึกษาที่ 3	56
29	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 3	58
30	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 3	59
31	แสดงลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของ พื้นที่ศึกษาที่ 8	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 8	62
33	ระดับค่าความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 8	62

การศึกษาอิทธิพลของถนนต่อการเกิดดินเค็มใน อำเภอกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม

Effect of Road on Salinization in Kamphaeng Saen District
Nakorn Prathom Province

คำนำ

ปัญหาดินเค็มส่งผลกระทบต่อประเทศไทยในหลายด้าน สนาวน (2528) กล่าวว่าผลกระทบทางเศรษฐกิจอันเกิดจากดินเค็มมีดังนี้ คือ อุณหภูมิดินลดลง ผลผลิตพืชลดลง และต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ในกรณีของดินเค็มซึ่งมีสภาพของเกลือที่ละลายได้อยู่มากเกินไป มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เลว ซึ่งถือว่าเป็นดินที่ไม่เหมาะต่อการปลูกพืช ถึงจะใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชก็ต้องปรับปรุงเสียก่อนจึงจะได้ผล โดยจะต้องปรับปรุงดินมากกว่าธรรมดา เนื่องจากมีขีดจำกัดขีดเค็มอยู่มากกว่า สำหรับผลผลิตของพืชที่ปลูกในดินเค็ม เนื่องจากสภาพที่ไม่เหมาะสมทำให้ผลผลิตพืชที่ปลูกลดน้อยลง หรือได้รับความเสียหายมากกว่าพืชที่ปลูกในดินธรรมดา

ในบริเวณจังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการประกอบอาชีพทางการเกษตรที่สำคัญ และมีศักยภาพในการปลูกพืชสูง ก็ได้รับผลกระทบจากปัญหาดินเค็มเช่นกัน มีการกระจายตัวของดินเค็มอยู่และมีลักษณะการเกิดเป็นจุด (spot) โดยส่วนใหญ่จะเป็นดินเค็มที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของตะกอนน้ำทะเลเก่า และความเค็มยังมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินเค็มนั้นประกอบด้วยปัจจัยหลายประการ โครงสร้างพื้นฐานเช่น ถนน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดขึ้นของดินเค็ม หากการก่อสร้างมีการตัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินอาจส่งผลกระทบต่อที่รุนแรงได้ ซึ่งเป็นผลให้ลักษณะการเกิดของดินเค็มมีความแตกต่างกันออกไป ทำให้ยากที่จะทำนายหรือคาดคะเนว่าพื้นที่ใดที่จะเกิดเป็นดินเค็มขึ้นในอนาคต และยากต่อการตัดสินใจวางแผนการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาดินเกลืออย่างรุนแรง
2. ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของชนิดดินต่อการเกิดดินเกลือ

การตรวจเอกสาร

ความหมายของดินเค็ม

ดินเค็ม หมายถึง ดินที่มีเกลือละลายน้ำได้อยู่มากเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช กล่าวคือ การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชจะลดลงเมื่อปริมาณของเกลือในดินสูงขึ้น (Richards, 1954) ตามหลักการจำแนกดินเค็มของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา ได้จำแนกโดยกำหนดจากสมบัติทางเคมีของดิน 3 ประการ คือ ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (Electrical Conductivity: EC) ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส, สัดส่วนการดูดซับโซเดียมที่วัดจากสารละลายสกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Sodium adsorption ratio: SAR) และค่าปฏิกิริยาของดิน (pH)

ดินเกลือสามารถจำแนกได้ 3 ชนิด คือ ดินเค็ม (saline soil) ดินโซดิก (sodic soil) และดินเค็มโซดิก (saline sodic soil) ดังตารางการจำแนกประเภทของดินเกลือ (salt affected soils)

ตารางที่ 1 การจำแนกประเภทของดินเกลือ

ประเภทของดิน	การนำไฟฟ้า (ซีเมน/เมตร)	SAR
ดินธรรมดา	< 0.4	< 13
ดินเค็ม	> 0.4	< 13
ดินโซดิก	< 0.4	> 13
ดินเค็มโซดิก	> 0.4	> 13

1. ดินเค็ม คือ ดินที่ไม่ใช่ดินโซดิก มีเกลือที่ละลายง่ายอยู่มาก จนเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืชทั่วไป ดินจะจัดว่าเค็มเมื่อการนำไฟฟ้าของสารละลายซึ่งสกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (soil saturation extract) มีค่าตั้งแต่ 0.4 siemens/เมตร ขึ้นไป

2. ดินโซดิก คือ ดินที่ไม่ใช่ดินเค็ม มีปริมาณของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium) สูง จนทำให้การเจริญเติบโตของพืชทั่วไปลดลง และโครงสร้างดินมีสภาพเลวลง ดินจะจัดว่าเป็นดินที่มีสภาพเป็นดินโซดิก เมื่อสารละลายซึ่งสกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำมีค่า sodium adsorption ratio (SAR) ตั้งแต่ 13 ขึ้นไป

3. ดินเค็มโซเดียม ดินซึ่งมีทั้งเกลือที่ละลายง่าย และโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง จนทำให้การเจริญเติบโตของพืชทั่วไปลดลงมาก ดินดังกล่าวมีค่าการนำไฟฟ้าตั้งแต่ 0.4 siemens/เมตร และ SAR ตั้งแต่ 13 ขึ้นไป (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ดินเค็มในประเทศไทย

ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ดินเค็มที่เกิดขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีทั้งสิ้น 17.8 ล้านไร่ แบ่งเป็นบริเวณ ดินเค็มจัด 1.5 ล้านไร่ ดินเค็มปานกลาง 3.7 ล้านไร่ และดินเค็มน้อย 12.6 ล้านไร่ (สมศรี, 2540) โดยมิสาเหตุในการเกิดขึ้นใหญ่ ๆ คือ แหล่งกำเนิดของเกลือมาจากชั้นหินเกลือที่อยู่ใต้ดิน โดยส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 90 อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (อรุณี, 2525) ซึ่งเป็นหินเกลือที่มีความบริสุทธิ์สูง หินเกลือเหล่านี้จัดอยู่ในหน่วยหินมหาสารคาม นอกจากนั้นแหล่งเกลือที่ทำให้เกิดดินเค็มได้แก่ หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินทราย ซึ่งอยู่ในหมวดหินมหาสารคามเช่นเดียวกันเกลือที่อยู่ในหมวดหินมหาสารคามเป็นเกลือที่เกิดมาพร้อมกับการตกตะกอนของหินหมวดนี้ โดยพบเป็นชั้นหนาสลับอยู่ในหมวดหินมหาสารคามตอนล่าง และแทรกเป็นชั้นบาง ๆ หรือแทรกอยู่ระหว่างในช่องว่างระหว่างตะกอน หรือเป็นกระเปาะอยู่โดยทั่วไป (ดิเรก, 2531) ลักษณะการเกิดจะไม่สม่ำเสมอ สาเหตุอีกประการหนึ่งเกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายของดินเค็ม คือ น้ำใต้ดินที่อยู่ในระดับตื้นมีความลึกประมาณ 1-2 เมตร จากผิวดินมีส่วนช่วยในการแพร่กระจายโดยจะละลายเกลือที่อยู่ใต้ดินหรือแนวของหินเกลือที่คดโค้งตัวขึ้นมาผ่านชั้นน้ำใต้ดินทำให้ความเข้มข้นของเกลือสูง และไหลไปพร้อมกับน้ำใต้ดินไปสู่ที่ต่ำกว่าทำให้ได้รับผลกระทบจากความเค็มโดยตรงในบางแห่งแม้ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึกแต่ได้มีการสูบน้ำใต้ดินที่เค็มขึ้นมาเพื่อดื่มทำเป็นเกลือขายทำให้ผิวดินบริเวณนั้นเค็มเนื่องจากไม่มีการจัดการที่ดีพอ

ดินเค็มภาคกลาง

บริเวณภาคกลางมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบประกอบด้วยที่ราบลุ่มปากแม่น้ำ 2 ส่วนที่เป็นสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเก่า (old delta) และดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำใหญ่ (young delta) ซึ่งมีการวิวัฒนาการของสภาพทางธรณีสัณฐาน กล่าวคือ ในอดีตบริเวณที่ราบภาคกลางเคยเป็นทะเลมาก่อน ต่อมาได้มีการถอยร่นของระดับน้ำทะเล และมีการทับถมของตะกอนปากแม่น้ำเกิดเป็นแผ่นดิน โดยใช้เวลาานกว่า 4,000 ปี จนปรากฏในลักษณะปัจจุบันทำให้วัตถุต้นกำเนิดประกอบด้วยชั้น

ตะกอนจากทะเล (marine deposit) ที่ถูกปกคลุมด้วยตะกอนน้ำจืด (alluvial deposit) เกิดขึ้น จึงต่างจากเกลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมักจะเป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โดยที่ใน บริเวณภาคกลางเป็นเกลือที่มีอนุพลหลักหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ คือ เกลือ Cl^- HCO_3^- และ SO_4^- ของ Ca Mg และ Na ในส่วนของเกลือ NaCl จะมาจากตะกอนของน้ำทะเลที่อยู่ในตะกอนน้ำเค็ม และน้ำกร่อยของชั้นดินเหนียว ส่วน NaHCO_3 อาจมาจากการไล่ที่ Na ใน Na clay ของ Ca ที่มีอยู่ รูปสารละลายในดิน หรือยิปซัมออกมาทำปฏิกิริยากับ HCO_3^- กับ CO_3^- กับน้ำ นอกจากนี้ยังพบเกลือ ในรูป HCO_3^- ของ Ca และ Mg อีกด้วย ซึ่งมักพบเสมอในดินเค็มภาคกลาง (สมศรี และพรณี, 2540) การทับถมของตะกอนนั้นโดยธรรมชาติแล้วก็จะไม่สม่ำเสมอทำให้บริเวณที่โดยทั่วไปเป็น ตะกอนที่มีเนื้อละเอียดกว่าบริเวณอื่นก็อาจจะมีตะกอนเนื้อหยาบได้ จากการศึกษาของ ไพบูลย์ (2540) รายงานว่าดินบน fan base โดยทั่วไปมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง หรือร่วนเหนียวปน ทรายแป้ง แต่มีบางบริเวณที่เป็นดินร่วนปนทรายละเอียด และบริเวณดังกล่าวนี้พบว่ามีการ แพร่กระจายของดินเค็มเกิดขึ้น (สันนิษฐานว่าบริเวณดังกล่าวนี้เป็นบริเวณท้องน้ำเก่าของลำธาร เล็กๆ ที่มักจะเกิดขึ้นกระจุกกระจายอยู่ทั่วไปในสภาพพื้นที่แบบ Alluvial fan) จึงเป็นเหตุผล ประกอบว่าเหตุใดดินเค็มในบริเวณนี้เกิดขึ้นเป็นหย่อม ๆ กระจุกกระจายอยู่ทั่วไปตามบริเวณที่มี เนื้อดินหยาบ และประกอบกับน้ำใต้ดินที่ตื้น และเค็มซึ่งมีแรงดัน และปริมาณมาก ทำให้ละลาย เกลือและซาบซึมขึ้นสู่ผิวดิน แสดงให้เห็นคราบเกลือในฤดูแล้งแม้ว่าในฤดูฝนจะไม่แสดง คุณสมบัติว่าเป็นดินเค็มก็ตาม และจากการศึกษาของ Hattori และ Takaya (1989) ได้แบ่งลักษณะ ทางธรณีสัณฐานของพื้นที่ภาคกลางออกเป็น 4 แบบใหญ่ ๆ คือ 1) Halocene marine deposits ครอบคลุมส่วนที่เป็นสามเหลี่ยม delta ตอนล่าง ระดับความสูงมากกว่าน้ำทะเล 2 เมตร มีชั้นดิน เหนียวที่เป็นตะกอนน้ำเค็ม หรือน้ำกร่อย ซึ่งลักษณะสำคัญและเป็นแหล่งเกิดของเกลือ รวมทั้งดิน เปรี้ยวในส่วนของตอนเหนือของอยุธยาขึ้นไปมีตะกอนน้ำจืดโดยพบชั้นตะกอนน้ำเค็มแทรกอยู่ 2) Pleistocene marine deposits เป็นชั้นที่เกิดอยู่ใต้ชั้น Halocene โดยเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง ทางธรณี ซึ่งจะเอียงเข้าหาที่กลางของ delta ชั้นนี้จะอยู่ลึกประมาณ 15 เมตร โดยเฉพาะกรุงเทพฯ จะเป็น 15 เมตร ชั้นนี้จะเป็แหล่งของการเกิดเกลือและดินเปรี้ยวเช่นกัน เนื่องจากดินชั้นล่างเก่า กว่าจึงถูกชะล้างออกไปมากความรุนแรงจึงน้อยลง 3) Fan deposits เป็นของชั้นทรายและกรวดหิน ที่พัดพามาโดยแม่น้ำลำคลองและเอียงเข้าหา delta เช่นกัน ตะกอนมักจะเป็นรูปพัด และอาจ สอดแทรกอยู่ในชั้นของตะกอนดินน้ำกร่อย และน้ำเค็มก็ได้ บางแห่งอาจจะพบสลับเป็นชั้น ๆ ระหว่างชั้นกรวดทรายที่ไม่เค็มกับชั้นดินเหนียวที่เค็มเป็นรูปเลนซ์ โดยทั่วไปแล้ว fan deposits ที่ เกิดขึ้นโดดเดี่ยวจะไม่เค็มแต่ในกรณีนี้อาจเค็ม เนื่องจากมีเกลือจากชั้นดินเหนียวที่เค็มปะปนมาได้ นอกจากนี้ยังพบคราบเกลือในบริเวณตะกอนแม่น้ำซึ่งไม่เค็ม แต่สันนิษฐานว่าเกลืออาจถูกพาขึ้นมา จากชั้นล่างใต้ดิน ที่เป็นตะกอนทะเลเก่า 4) Hard rock ซึ่งกล่าวในที่นี้จะมีตะกอน Paleozoic และ Metamorphic ซึ่งเป็นหินอัคนี (igneous) รวมทั้ง pegmatite ด้วย

ดินเค็มชายฝั่งทะเล

ประเทศไทยมีจังหวัดติดชายฝั่งทะเล 22 จังหวัด มีแนวชายฝั่งติดทั้งทางด้านอ่าวไทย และ ทะเลอันดามันรวมทั้งสิ้น 2,614.40 กิโลเมตร คิดเป็นเนื้อที่โดยประมาณ 3.6 ล้านไร่ (สมศรี, 2540) ดินเค็มที่เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งทะเล (coastal saline soil) เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลโดยตรงทั้งที่ท่วมถึงหรือเคยท่วมถึงมาก่อนหากแบ่งลักษณะของตะกอนน้ำทะเล และน้ำกร่อยแล้วจะแบ่งพื้นที่ ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) พื้นที่ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงตลอดปี ดินในเขตนี้จะอึมตัวด้วยน้ำอย่างถาวร เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว แต่บางบริเวณอาจมีดินร่วนเหนียวปรากฏอยู่ข้างบน ดินด้านบนมีการสัมผัสกับ อากาศจะมีสีดำถึงเทาดำ ส่วนดินชั้นล่างอยู่ในสภาพที่ขาดอากาศจะมีสีเทาถึงเทาอมน้ำเงิน

2) พื้นที่ที่เคยมีน้ำทะเลท่วมถึง เป็นบริเวณที่มีการเกิดดินเค็มที่มีความเป็นกรดแฝงทำให้มี คุณสมบัติของดินเปรี้ยวจัดด้วย เช่น ชุดดินบางปะกง (Bpg) ตะกั่วทุ่ง (Tkt) มีสารประกอบกำมะถัน ปะปนอยู่มากซึ่งปรากฏอยู่ในรูปซัลไฟด์ที่เป็นเหล็กซัลไฟด์ และไพไรท์ หากดินได้รับการระบาย น้ำ และอากาศ ออกซิเจนจะทำปฏิกิริยาออกซิไดส์ซัลไฟด์พร้อมกับให้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นกรดซัลฟูริก ซึ่งมีความสามารถในการแตกตัวทำให้ดินแสดงความเป็นกรดที่รุนแรงทำให้ pH ลดต่ำลงกว่า 3 ได้ การที่ดินเค็มชายฝั่งทะเลจะมีกำมะถันมากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นอยู่กับตะกอนที่มาทับถม เพราะบาง บริเวณที่น้ำทะเลเคยท่วมถึงก็ไม่ปรากฏว่าดินแสดงคุณสมบัติเป็นดินเปรี้ยวจัด (acid sulfate soil) เลย แต่กลับแสดงคุณสมบัติของดินเค็มที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบเช่นเดียวกับดิน เค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงดินเค็มชายฝั่งทะเล ซึ่งเกิดขึ้นจากอิทธิพลของน้ำทะเล และตะกอนน้ำ ทะเลเก่า (old marine sediment) ในเขตจังหวัดนครปฐม ซึ่งพื้นที่นี้เคยเป็นบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึง มาก่อน จากการศึกษาของ พิสุทธิ (2530) พบว่า ดินเค็มที่เกิดขึ้นมีการแจกกระจายไปตามชายฝั่ง ทะเลของจังหวัดเพชรบุรี และราชบุรี โดยในอดีตเคยเป็นดินเค็มชายฝั่งทะเล แต่ในปัจจุบันสภาพ ทางธรณีสัณฐานได้เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการถอยร่นของทะเลในอดีต จึงทิ้งร่องรอยของดินเค็ม เหล่านี้ไว้ Dheeradilok และ Kaewyana (1983) พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีตครั้ง สุดท้ายขึ้นมาถึงจังหวัดอยุธยา ครอบคลุมบริเวณอ่าวไทยทั้งหมด เมื่อพิจารณาทางด้านภาค ตะวันออกพบว่าแนวชายหาดจะลากผ่านอำเภอกำแพงแสน ไปจนถึงจังหวัดนครปฐม ซึ่งการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นราว 11,000 ถึง 3,000 ปีที่ผ่านมาต่อมาในปัจจุบันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ลักษณะการใช้ที่ดินบางแห่งก็เกิดปัญหาของดินเค็มขึ้น เช่น ในเขตอำเภอนครชัยศรี จังหวัด

นครปฐม ปัญหาดินเค็มเกิดขึ้นจากการขุดตะกอนน้ำทะเลที่อยู่ในส่วนลึกขึ้นมา หรือในเขตอำเภอ สองพี่น้องและอำเภอกำแพงแสน มีปัญหาของดินเค็มซึ่งเกิดจากระดับน้ำใต้ดินที่อยู่สูง และเกลือจะ แทรกซึมขึ้นมาในช่วงที่ฤดูแล้ง และบางแห่งน้ำใต้ดินยังมีส่วนประกอบของเกลือในปริมาณมาก ทำให้เกิดปัญหาดินเค็มขึ้นมาเป็นเวลากว่า 10 ปี มาแล้ว (ORSTROM, 1996)

การชลประทานและปัญหาดินเค็ม

การสะสมของเกลือจากการชลประทานนั้นจัดว่าเป็นการสะสมของเกลือที่เกิดขึ้น โดยการกระทำของมนุษย์ (anthropogenic source) ซึ่งเกิดจากคุณภาพของน้ำชลประทานที่เลว (ยงยุทธ, 2524) พัฒนาการของการเกิดดินเค็มหรือการสะสมเกลือในดินเขตที่มีการชลประทาน เนื่องจากการ สูญเสียน้ำจากการใช้น้ำอย่างขาดความระมัดระวัง และเนื่องจากประสิทธิภาพการส่งน้ำไม่ดีพอ มีการรั่วซึมจากคลองส่งน้ำหรือระบบส่งน้ำ ส่งผลให้น้ำใต้ดินมีระดับสูงขึ้น มีแร่ธาตุสูงขึ้น เกิดการ เปลี่ยนแปลงธรรมชาติของน้ำใต้ดินและสมดุลเกลือ จนเกิดการสะสมเกลือ และเกิดดินเค็มขึ้น ภายในระยะเวลา 2-3 ปี (Kovda, 1980) ซึ่งการสะสมเกลือมากในระบบน้ำใต้ดินและเป็นบริเวณที่มีการ ชลประทานอาจก่อให้เกิดปัญหาดินเค็มในอีกที่หนึ่งได้ โดยเฉพาะในบริเวณลุ่มน้ำ กล่าวคือ เกลือจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่ให้น้ำชลประทานและมีการระบายน้ำดีไปสะสมในที่ต่ำกว่าซึ่งมีการ ระบายน้ำที่เลวกว่า (ยงยุทธ, 2524) การเกิดดินเค็มลักษณะนี้ เรียกว่าการเกิดดินเค็มทุติยภูมิ (secondary salinization) แต่อย่างไรก็ตามในสภาพที่มีการชลประทานและการระบายน้ำที่ดี จะไม่ ส่งเสริมให้เกิดดินเค็ม (FAO, 1973)

ปัญหาดินเค็มที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นการสร้างถนนหรือการจัดทำ ระบบชลประทาน หากวางแผนไม่ดีพอจะทำให้เพิ่มความรุนแรงของปัญหาดินเค็มขึ้นอีก ดัง รายงานการศึกษาของเครือข่ายแม่น้ำเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ กล่าวถึงผลกระทบจากการสร้างเขื่อน ราสีไสล ว่าแทนที่ระบบชลประทานนี้จะนำมาซึ่งความผาสุกและความอยู่ดีกินดีของพี่น้องในพื้นที่ ชลประทาน ตรงกันข้ามพี่น้องกลับจะต้องเผชิญกับหายนะแทนอันเนื่องมาจากการแพร่กระจายของ ดินเค็ม ทั้งนี้ก็เพราะว่า ประการแรก ผลจากการสร้างคลองหรือถนนตัดแนวลำน้ำธรรมชาติใน บริเวณโครงการ จะทำให้เกิดการละลายของเกลือทางด้าน บนของคลองและด้านล่างของถนน เนื่องจากคลองและถนนเหล่านี้กีดกันการระบายน้ำของทางน้ำปกติ ดังนั้นเมื่อมีการชะล้างดินเค็ม ใน ช่วงฤดูฝนและปลายฤดูฝน ความเค็มของน้ำในทางระบายและทางสายน้ำหลากจะเพิ่มขึ้นกว่า ปกติ ประการที่สอง ในบริเวณพื้นที่ชลประทานที่มีดินเค็ม เมื่อมีการใช้น้ำชลประทานเต็มที่ บริเวณ ดินเค็มผิวดินจะจางลงเพราะการเจือ จาง แต่จะเกิดดินเค็มแพร่ออกด้านข้างแทน ปรากฏการณ์เช่นนี้ จะเกิดความเสียหายกับพื้นที่ข้างเคียงที่มีความเค็มของดินน้อย หรือไม่มี ความเค็มอยู่ก่อน หรือหาก

มีการใช้น้ำชลประทานแบบส่งน้ำไปตามคลองย่อย เกือบจากชั้นล่างจะขึ้นมาที่ผิวดิน เกิดปัญหาการแพร่กระจาย ของเกลือออกไปอีก ประการที่สาม หากเกิดการรั่วซึมของน้ำจากอาคารบังคับน้ำ คลองส่งน้ำและคลองชลประทานจะทำให้เกิดปัญหาการแพร่กระจาย ของเกลือ ซึ่งมาจากน้ำที่ซึม จากคลองละลายเกลือ และอาจทำให้น้ำในคลองส่งน้ำมีปริมาณคลอไรด์สูงขึ้น ซึ่งจะเป็นผลเสียต่อ การเพาะปลูก นอกจากนี้การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน ถนน ที่มีกำแพงขวางกั้นทิศทาง การไหล ของน้ำใต้ดินที่เค็ม จะส่งผลกระทบต่อลักษณะของการเกิดของดินเค็ม สุริยะ (2549) กล่าวว่า โครงสร้าง ของถนนทำให้น้ำใต้ดินเปลี่ยนทิศทางไหลและมีโอกาสเคลื่อนที่ขึ้นมาสู่ผิวดินมากขึ้น ทำให้มี ทิศทางการแพร่กระจายดินเค็มในแอ่งสกลนครมีลักษณะอยู่ขอบแอ่ง ทางด้านทิศตะวันตกและ ทางด้านทิศใต้ โดยมีทิศทางตามแนวของเส้น ทางคมนาคมมีพบการแพร่กระจายและความรุนแรง มากขึ้นตามจุดตัดของถนน และเส้นทางรถไฟ

แม้ว่าจะมีการจัดการด้านชลประทานเพื่อชะล้างเกลือจะต้องทำอย่างถูกต้องจึงจะได้ผล โดยน้ำที่ใช้จะต้องมีปริมาณที่มากพอที่จะทดแทนน้ำที่ระเหยไปโดย Evapotranspiration การใช้น้ำ ในที่มีเกลือต่ำอาจทำได้หลายครั้ง แต่การใช้น้ำในที่มีเกลือสูงจะเกิดการสะสมเกลือเร็วขึ้น จึง จำเป็นต้องใช้น้ำคุณภาพดีจำนวนพอเหมาะ เพื่อชะเกลือออกไปให้มากที่สุดครั้งแรก (ขงยุทธ, 2524)

ระดับความลึกวิกฤตของน้ำใต้ดิน (Critical Groundwater Depth)

เนื่องจากน้ำใต้ดินเป็นปัจจัยหนึ่งในการพิจารณาถึงการเกิดดินเค็ม นักวิทยาศาสตร์ชาว รัสเซีย อเมริกัน อินเดีย ปากีสถาน และอียิปต์ ได้ทำการศึกษาพบว่า โดยทั่วไปอิทธิพลของเกลือจะ พบมากในช่วงระดับความลึก 40-100 เซนติเมตร หรือ 1-3 เมตร จากผิวดิน โดยสาเหตุเกิดจากน้ำใต้ ดินที่เค็มและตื้น และมีอัตราการระเหยของน้ำสูง จึงมีการศึกษาความลึกของระดับน้ำใต้ดินที่ เหมาะสมที่จะทำให้ไม่เกิดหรือลดปริมาณการสะสมเกลือในดินร่วน โดยมีความสัมพันธ์กับค่า อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบปีในรูปของสูตร ดังนี้

$$L = 170 + 8t + 15$$

เมื่อ L คือ ความลึกวิกฤต มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

t คือ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (Kovda, 1980)

จากสมการความลึกวิกฤตของระดับน้ำใต้ดินจะเห็นว่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับการระเหยของน้ำใต้ดิน และการเกิดดินเค็ม Kovda (1980) กล่าวว่า การสะสมเกลือมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การคายระเหยจะมีมากในพื้นที่แห้งแล้ง ทำให้การเคลื่อนย้ายของน้ำใต้ดินเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง และง่ายต่อการแทนที่ความชื้นที่ระเหยไป มีผลให้เกลือเคลื่อนย้ายขึ้นมาพร้อมกับแรงแคปิลลารี และสะสมอยู่ในเขตรากพืชจนเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช ความลึกของน้ำใต้ดินเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุม salinization pattern ถ้าระดับน้ำใต้ดินอยู่ใน capillary range เกลือจะเคลื่อนที่ย้ายขึ้นมาสะสมที่ผิวดิน แต่ถ้าระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 3 เมตร มักจะไม่มีการสะสมเกลือบนดินมากนัก ทั้งนี้ยกเว้นกรณีที่พืชบางชนิดซึ่งสามารถขับเกลือออกจากใบซึ่งเจริญปกคลุมดินนั้นอยู่ พืชจะดูดเกลือจากดินที่ระดับความลึกดังกล่าวมาสะสมไว้ในต้นและขับออกมาสะสมไว้ในดิน (ยงยุทธ, 2524) นอกจากนั้นการตกตะกอนของเกลือในขณะที่น้ำใต้ดินระเหยมาก ๆ นั้นมีแบบแผนที่ค่อนข้างจะแน่นอน คือ เกลือที่ละลายยากที่สุดจะเริ่มตกตะกอนในปริมาตรรอบ ๆ แล้วทยอยเข้ามาตามความสามารถของการละลาย ส่วนของเกลือที่ละลายได้ดีจะตกตะกอนเป็นลำดับสุดท้ายตรงบริเวณกึ่งกลาง ดังนั้นคราบเกลือที่พบบริเวณรอบ ๆ มักเป็นเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต ถัดเข้ามาจะพบคราบของเกลือที่ละลายง่ายกว่า เช่น ซัลเฟต และไบคาร์บอเนต ส่วนเกลือคลอไรด์มักพบอยู่ในชั้นในสุดและจะตกตะกอนเป็นคราบอยู่เหนือชั้นอื่นๆ (ยงยุทธ, 2524)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information System: GIS) หมายถึง ระบบเครื่องมือที่ทำงานโดยความช่วยเหลือจากเครื่อง computer เพื่อการจัดการข้อมูลและข้อสนเทศเชิงพื้นที่ด้วยการรวบรวมข้อมูล (collecting) การจัดเก็บ (storing) การเรียกค้นข้อมูล (retrieving) การจัดเตรียม ดัดแปลง วิเคราะห์ (analysis) สร้างแบบจำลอง (modeling) และแสดงผล (display)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นระบบประกอบด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) โดยใช้คอมพิวเตอร์จัดเก็บวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลซึ่งสามารถอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลกได้ ข้อมูลแต่ละตำแหน่งสามารถที่จะจัดเก็บข้อมูลแยกเป็นชั้น ๆ การแสดงผลลัพธ์สามารถนำชั้นข้อมูลต่าง ๆ มาซ้อนทับกันได้ การปรับปรุงแก้ไข การเรียกข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็ว และสามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปของแผนที่ แผนที่ภูมิ รูปภาพ และข้อความ พร้อมทั้งนำไปใช้ในการวางแผน การตัดสินใจของผู้บริหาร และผู้ปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ จากประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ดังกล่าว จึงมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย (วิมล และสัญชัย, 2543)

ประเภทข้อมูลในระบบ GIS

ข้อมูล (data) หมายถึง ค่าสังเกต ค่าจากการจัดการบันทึกคุณสมบัติของวัตถุค่าต่างๆ เหล่านี้ไม่มีความหมาย ถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ติดจะต้องเกี่ยวข้องกับงานที่ทำมีความแม่นยำ ถูกต้อง (accuracy) และทันต่อเหตุการณ์ ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้วเรียกว่า information หรือสารสนเทศ ผู้บริหารอาจจะนำข้อมูลที่บันทึกไว้มากลั่นกรองเป็นสารสนเทศก่อน เช่น โดยการหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีตหาความเบี่ยงเบน และความแปรปรวน เป็นต้น ความสำคัญของสารสนเทศทำให้ผู้บริหารเข้าใจในการดำเนินงานของตนเอง และเมื่อทราบแล้วก็สามารถตัดสินใจว่าจะต้องทำอะไรต่อไป ในทางภูมิศาสตร์แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทคือ (สุพรรณและคณะ, 2534)

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (geo-referenced) ทางภาคพื้นดิน ซึ่งแตกต่างกับระบบ MIS (Management Information System) หรือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ เป็นระบบงานคอมพิวเตอร์ซึ่งผสมผสานกับการทำงานด้วย

เมื่อ เพื่อจัดทำข่าวสารข้อมูลหรือสารสนเทศสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจ จะเห็นว่าระบบ MIS นั้นไม่จำเป็นต้องอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

2) ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (non-spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ (attributes) ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน และข้อมูลเกี่ยวกับสถานะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ (features) คือ

- จุด (point) ได้แก่ ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จุดตัดของถนน จุดตัดของแม่น้ำ เป็นต้น

- เส้น (line) ได้แก่ ถนน ลากลอง แม่น้ำ เป็นต้น

- พื้นที่ หรือรูปหลายเหลี่ยม (area or polygons) ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกพืช พื้นที่ป่า ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด เป็นต้น

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการศึกษาดินเกลือ

ปัจจุบันมีการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ศึกษาเกี่ยวกับดินเค็ม โดยศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกิดขึ้นของดินเค็ม ทำการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล เช่น ข้อมูลน้ำใต้ดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิอากาศ เส้นทางคมนาคม ธรณีสัณฐาน ฯลฯ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการแปลความหมายข้อมูล และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละชุด

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าปัจจัยหลัก ๆ ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่ดินเค็ม ได้แก่ ระดับน้ำใต้ดินในระดับตื้น คุณภาพของน้ำใต้ดิน แผนที่ดิน ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) ของดิน วัตถุต้นกำเนิดดิน ลักษณะสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และพืชพรรณที่ปกคลุมดิน ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้เน้นเพื่อทำนายหรือคาดคะเนพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดเป็นดินเค็ม

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในลักษณะการติดตาม (monitoring) การเปลี่ยนแปลงสภาพของดินที่เค็มในระยะเวลาต่าง ๆ กันตลอดปี การศึกษาในลักษณะนี้ทำให้ทราบถึงลักษณะของการเกิดขึ้นของเกลือในดินและการเคลื่อนที่ของเกลือในรอบปี จากนั้นจะใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ จัดทำแบบจำลอง (modeling) เพื่อทำนายการเกิดขึ้นครั้งใหม่ของเกลือ และยังช่วยให้ทราบถึงแนวโน้มของผลผลิตที่ลดลงในระดับความเค็มต่าง ๆ ในพื้นที่ปลูก

นอกจากนี้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากการสำรวจภาคสนามกับข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการจัดจำแนกดินเค็ม จากการศึกษาของ Bui และคณะ, 1996; Sakthivadivel และคณะ, 1999; Utset และคณะ, 1999; Vaughan และ Corwin, 1994 โดยใช้การสำรวจภาคสนามและ GIS เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงในการเกิดดินเค็ม พบว่า เเปอร์เซ็นต์เกลือที่ละลายได้ทั้งหมด (% total soluble salt, TSS) มีค่ามากกว่า 0.25% และระดับน้ำใต้ดินลึกน้อยกว่า 6 เมตร แสดงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเกลือซึ่งอาจรุนแรงจนเกิดปัญหาถ้าหากสมดุลของอุทกวิทยาของน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้เกลือที่ละลายอยู่เกิดการเคลื่อนที่ได้ใหม่ และทำให้เกิดการสะสมของเกลือขึ้น

การวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่จากภาพถ่ายทางอากาศ

การศึกษาและวินิจฉัยลักษณะพื้นที่บนภาพถ่ายทางอากาศ นักแปลภาพถ่ายต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้น โดยกระบวนการทางธรณีวิทยาต่างๆ และความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบที่อยู่บนสภาพภูมิประเทศนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (basic element) และสามารถวินิจฉัยหรือชี้บ่งจากการมองภาพถ่ายทางอากาศในลักษณะสามมิติ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ระบบทางน้ำไหล กษัยการวรรณะสีของภาพถ่าย พืชพรรณธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำแหน่งและสถานที่ตั้ง (พงษ์สันต์, 2527)

การแปลภาพถ่ายทางอากาศเพื่อบ่งชี้ว่าจุดใดเป็นดินเค็ม สามารถใช้การสังเกตจากวรรณะสีของภาพถ่ายที่มีลักษณะเป็นจุดสีประ (mottle tone) และสังเกตจากพืชพรรณธรรมชาติที่มีลักษณะเกิดเป็นหย่อมๆ ไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้การอนุมาน (deduction) เป็นการคาดการณ์และตัดสินใจด้วยวิธีการสรุปจากหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลและข้อสนเทศต่างๆ ที่ได้จาก การอ่านภาพถ่าย การวิเคราะห์ และการจัดจำแนกองค์ประกอบต่างๆ เพื่อใช้ในการชี้บ่งหรือวินิจฉัยสิ่งที่ปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ NIMA หมายเลข 122, 123, 125, 126, 185, 186, 188, 190, 191, 198, 200, 204, 204, 206, 208, 210, 242, 246, 248, 250, 252, 305, 306, 307, 308 และ 309
2. เครื่องคอมพิวเตอร์
3. โปรแกรมชุด Microsoft Office เพื่อใช้ในการจัดทำและวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงจัดทำตาราง
4. โปรแกรม MapInfo 7.0 ใช้ในการทำแผนที่
5. โปรแกรม Surfer 7.0 ใช้ในการประมาณค่าข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน
6. โปรแกรม SPSS 9.0 ใช้ในการวิเคราะห์สถิติ
7. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน
8. เครื่อง GPS (Global Positioning Systems)

วิธีการ

การศึกษาเบื้องต้น

ในการกำหนดตำแหน่งของพื้นที่ดินเค็มในบริเวณ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ทำการศึกษาโดยอาศัยเทคนิคการแปลภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อหาบริเวณที่บ่งบอกว่าเคยเป็นพื้นที่ดินเค็ม โดยสังเกตจากสีของพื้นดินมีลักษณะเป็นจุดประ และลักษณะการกระจายตัวพืชพรรณที่เติบโตเป็นหย่อมๆ ไม่สม่ำเสมอบนภาพถ่ายทางอากาศ จากนั้นกำหนดเป็นตำแหน่งที่คาดว่าเป็นดินเค็ม แล้วทำการออกสำรวจในพื้นที่จริงเพื่อยืนยันว่า บริเวณที่เลือกมีปัญหาดินเค็มเกิดขึ้นจริง พร้อมกับเก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการประเมินระดับความเค็มของดินจากการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (ECe)

เลือกตัวแทนของบริเวณที่เกิดดินเค็มขนาดใหญ่ในอำเภอกำแพงแสนได้ 9 บริเวณ จากการถ่ายภาพทางอากาศ และการออกสำรวจเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาอิทธิพลของถนน หรือคลองชลประทานที่มีผลต่อลักษณะการเกิดดินเค็ม โดยกำหนดบริเวณศึกษาลงในแผนที่หลัก กำหนดจุดเก็บตัวอย่างเป็นแนวเส้นในแนวที่ตั้งฉากกับถนนหรือคลองชลประทาน เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยดังกล่าวกับระยะทางที่ห่างออกไปว่ามีผลต่อลักษณะการเกิดของดินเค็มในบริเวณนั้น ๆ อย่างไร

การศึกษาภาคสนาม

เลือกบริเวณศึกษาที่ปรากฏชัดเจนว่าได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินและมีพื้นที่ขนาดใหญ่ และเก็บตัวอย่างดินเป็นแนวเส้น พร้อมทั้งบันทึกจุดเก็บตัวอย่างโดยเครื่อง GPS (Global Positioning Systems) โดยเก็บตัวอย่างดินแยกออกตามระดับความลึก 6 ระดับ คือ

ชั้นที่ 1	ระดับความลึกผิวดิน	0-1	เซนติเมตร
ชั้นที่ 2	ระดับความลึก	1-30	เซนติเมตร จากผิวดิน
ชั้นที่ 3	ระดับความลึก	30-60	เซนติเมตร จากผิวดิน
ชั้นที่ 4	ระดับความลึก	60-100	เซนติเมตร จากผิวดิน
ชั้นที่ 5	ระดับความลึก	100 - 150	เซนติเมตร จากผิวดิน
ชั้นที่ 6	ระดับความลึก	150 - 200	เซนติเมตร จากผิวดิน

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวอย่างดิน นำตัวอย่างดินมาผึ่งในที่ร่ม แล้วนำมาบด แยกอนุภาคดินขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร โดยการร่อนผ่านตะแกรงทองเหลือง ขนาดของช่องตะแกรง 2 มิลลิเมตร และ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อใช้ตัวอย่างดินในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน

การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation extract) ด้วยเครื่อง electrical conductivity meter (Richards, 1954)

การศึกษาโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data)

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นหลักที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แตกต่างจากโปรแกรมอื่นๆ ที่ใช้ในการจัดทำแผนที่เพียงอย่างเดียว หรือจัดทำฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียว ซึ่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นจะใช้รายละเอียดข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (non-spatial data) มาใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลเชิงพื้นที่ประกอบด้วยชั้นของข้อมูล (layer) ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่าง

นำเข้าข้อมูลตำแหน่งของจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจากการสำรวจภาคสนามโดยนำตำแหน่งที่ได้จากเครื่องบอกพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) และกำหนดจุดในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2. ข้อมูลเส้นทางน้ำและคลองชลประทาน

3. ข้อมูลเส้นทางถนน

นำเข้าข้อมูลเชิงคุณสมบัติ (attribute data)

นำข้อมูลเชิงคุณสมบัติของแต่ละชั้นข้อมูล ทั้งข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของดินที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการคุณสมบัติของดิน ข้อมูลชนิดของถนน เส้นทางน้ำและคลองชลประทาน จากนั้นทำการเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ MapInfo

การซ้อนทับข้อมูล (overlay function)

การซ้อนทับข้อมูล เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและเป็นพื้นฐานทั่วไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลักการคือการนำข้อมูลที่มีอยู่เข้ามารวมกันจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่หลากหลาย เพื่อใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา (decision making) ในการศึกษาครั้งนี้ นำภาพถ่ายทางอากาศชุด NIMA ของกรมแผนที่ทหารซึ่งถ่ายไว้ในช่วง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2539 มาซ้อนทับกับ ข้อมูลเส้นทางคมนาคม, เส้นทางน้ำ และเส้นขอบเขตการปกครอง อำเภอกำแพงแสน

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis)

ทำการจัดเก็บข้อมูลเชิงคุณสมบัติ ได้แก่ข้อมูลค่าวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (ECe) ของแต่ละตัวอย่าง ให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลทั้งหมดจากนั้นทำการประมาณค่าข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (ECe) โดยใช้วิธีคริกกิง (Krigging) โดยใช้โปรแกรม Surfer จะได้เส้นความลาดชันของค่าวิเคราะห์ทั้งหน้าตัดดินความยาวตลอดแนวสำรวจ จากนั้นกำหนดสีแสดงเพื่อระดับความรุนแรงของความเค็มในหน้าตัดดิน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระยะทางและข้อมูลเชิงคุณสมบัติ

ระยะทางได้ถูกนำมาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของพื้นที่และสิ่งที่สนใจโดยใช้สมการเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

สมการนี้ใช้อธิบายได้ดีในพื้นที่ขนาดเล็กเพื่อหาระยะทางระหว่างจุด (x_i, y_i) และ (x_j, y_j) (O'Sullivan, 2003) เมื่อได้ระยะทางระหว่างจุดอ้างอิง คือ ถนนกับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหน้าตัดดินแล้ว นำค่าที่ได้

ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น (linear regression) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและข้อมูลเชิงคุณสมบัติ ได้แก่ ข้อมูลค่าวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (ECe)

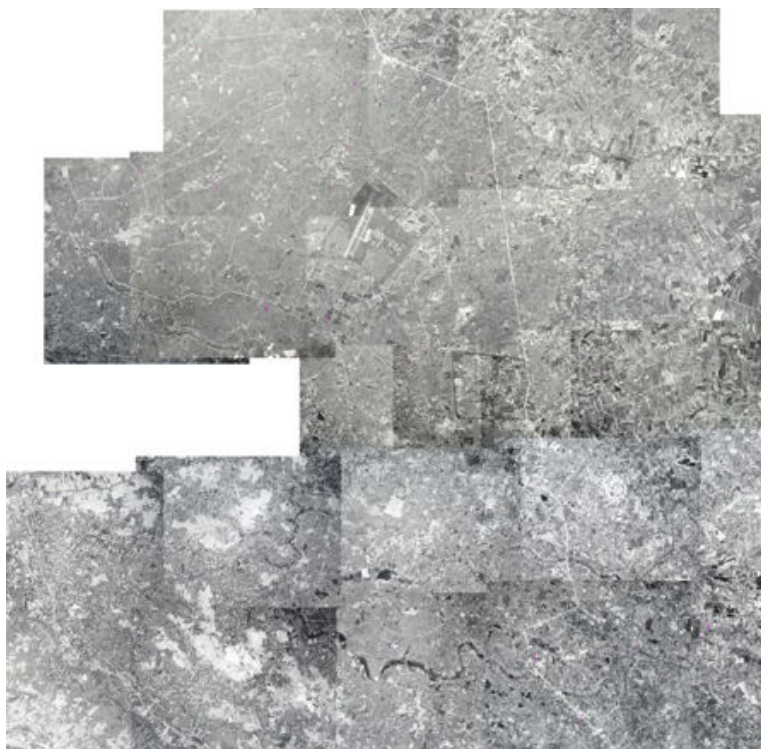
ผลและวิจารณ์

ผล

การศึกษาเบื้องต้น

การศึกษาเบื้องต้นได้มีการนำเอาภาพถ่ายทางอากาศชุด NIMA หมายเลข 122, 123, 125, 126, 185, 186, 188, 190, 191, 198, 200, 204, 204, 206, 208, 210, 242, 246, 248, 250, 252, 305, 306, 307, 308 และ 309 มาเรียงต่อกันเพื่อศึกษาสภาพโดยรวมของพื้นที่ อำเภอกำแพงแสน พบว่าจากการสังเกตจากสีในภาพถ่ายทางอากาศ และคุณลักษณะของพืชพรรณธรรมชาติที่เติบโตเป็นหย่อมๆ ไม่สม่ำเสมอ จะเห็นว่า มีกระจายตัวอยู่ทั่วไปและจากการทำการสำรวจจากพื้นที่จริงแล้วพบว่าบางพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินไป และได้ทำการเลือกบริเวณพื้นที่ศึกษามาได้ 9 พื้นที่ ที่มีขนาดใหญ่และสังเกตเห็นได้ชัดเจน

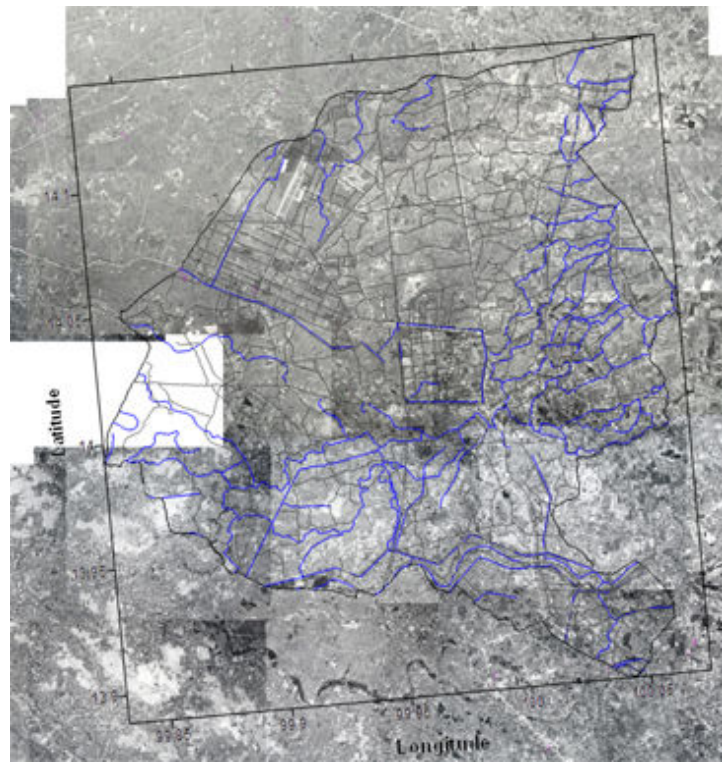
จากนั้นนำเอาแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศมาทำการซ้อนทับกับข้อมูล เส้นขอบเขตอำเภอ เส้นทางคมนาคม และเส้นทางน้ำ เพื่อลงจุดของพื้นที่ศึกษาทั้ง 9 แห่ง



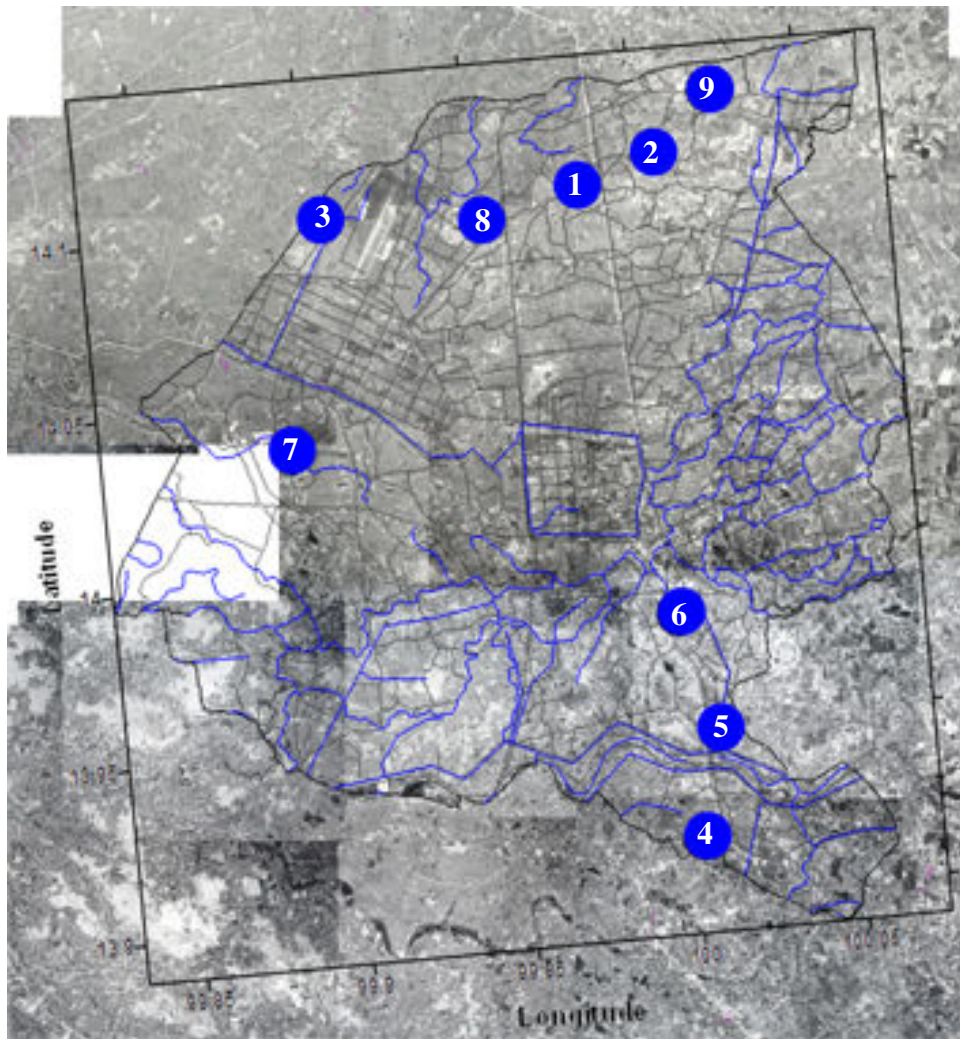
ภาพที่ 1 ภาพการเรียงภาพถ่ายทางอากาศ NIMA หมายเลข 122, 123, 125, 126, 185, 186, 188, 190, 191, 198, 200, 204, 204, 206, 208, 210, 242, 246, 248, 250, 252, 305, 306, 307, 308 และ 309 ครอบคลุมอำเภอกำแพงแสน



ภาพที่ 2 ภาพแผนที่อำเภอกำแพงแสน ประกอบด้วย เส้นขอบเขตอำเภอ เส้นทางคมนาคม และ
เส้นทางน้ำ



ภาพที่ 3 ภาพซ้อนทับข้อมูลแผนที่ของอำเภอกำแพงแสน ประกอบด้วย เส้นขอบเขตอำเภอ
เส้นทางคมนาคม เส้นทางน้ำ และภาพถ่ายทางอากาศ



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาทั้ง 9 แห่ง

เมื่อได้ตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาแล้ว พิจารณาชนิดของถนนโดยใช้แบบก่อสร้างถนนโดยสำนักงานบริหารราชการส่วนท้องถิ่น กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานการก่อสร้างถนน ท.1 ไว้ 8 ชนิดดังนี้

1. ถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก หน้า 0.15 เมตร แบบเลขที่ ท.1-01
2. ถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก หน้า 0.20 เมตร แบบเลขที่ ท.1-02
3. ถนนแอสฟัลท์ติกคอนกรีต แบบเลขที่ ท.1-03
4. ถนนลาดยางสองชั้น แบบเลขที่ ท. 1-04
5. ถนนคอนกรีตเสริมไม้ไผ่หน้า 0.15 เมตร แบบเลขที่ ท.1-05
6. ถนนหินคลุกหน้า 0.20 เมตร แบบเลขที่ ท.1-05
7. ถนนเดิม overlay ด้วยแอสฟัลท์ติกคอนกรีต แบบเลขที่ ท.1-05
8. ถนนลาดยางแบบผิวเรียบ (cape seal)

การศึกษาได้กำหนดพื้นที่ศึกษาออกเป็น 9 แห่ง ซึ่งสามารถจำแนกจัดกลุ่มออกได้เป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ถนนเป็นตัวกำหนด ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก หน้า 0.20 เมตร แบบเลขที่ ท.1-02 ประกอบด้วยพื้นที่ศึกษาที่ 4 5 และ 6 มีรายละเอียดในการก่อสร้างดังนี้

- ชั้นที่ 1 (ล่างสุด) ชั้นลูกรังอัดแน่น 95% standard proctor density
- ชั้นที่ 2 ชั้นทรายชุ่มน้ำอัดแน่น 0.05 เมตร
- ชั้นที่ 3 (บนสุด) ชั้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หน้า 0.20 เมตร

กลุ่มที่ 2 ถนนลาดยางสองชั้น แบบเลขที่ ท. 1-04 ประกอบด้วย พื้นที่ศึกษาที่ 2 7 และ 9 มีรายละเอียดในการก่อสร้างดังนี้

- ชั้นที่ 1 (ล่างสุด) ดินเดิมบดอัดแน่น 80% standard proctor density
- ชั้นที่ 2 ลูกรังบดอัดแน่น 95% standard proctor density หน้า 0.20 เมตร
- ชั้นที่ 3 หินคลุกบดอัด หน้า 0.15 เมตร
- ชั้นที่ 4 (บนสุด) ผิวลาดยางตามมาตรฐาน 2 ชั้น

กลุ่มที่ 3 ถนนหินคลุก หนา 0.20 เมตร แบบเลขที่ ท.1-05 ประกอบด้วย พื้นที่ศึกษาที่ 1 3 และ 8 มีรายละเอียดในการก่อสร้างดังนี้

ชั้นที่ 1 (ล่างสุด) ดินเดิมบดอัด 80% standard proctor density

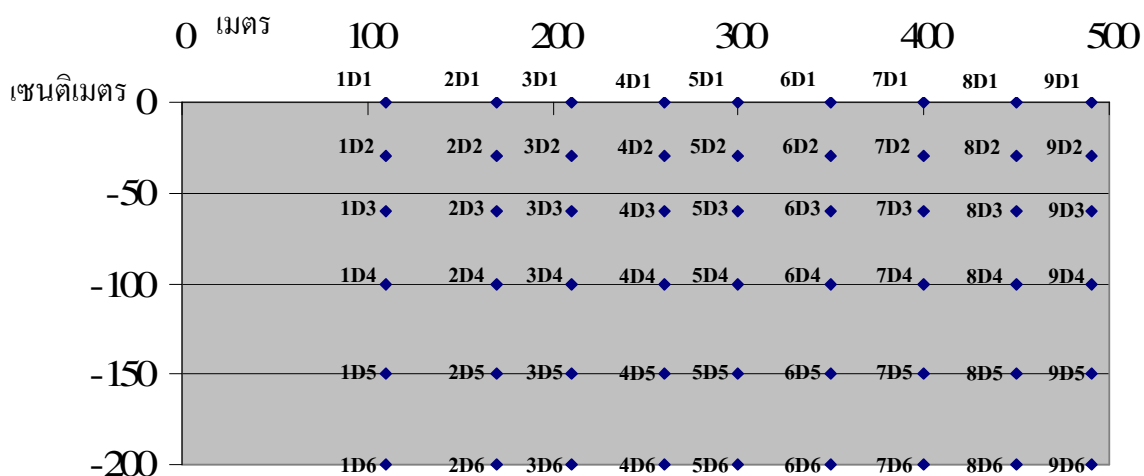
ชั้นที่ 2 ผิวจราจรหินคลุกบดอัด 95% standard proctor density หนา 0.15 เมตร

ผลการศึกษาแบ่งตามพื้นที่ศึกษาทั้ง 9 แห่ง

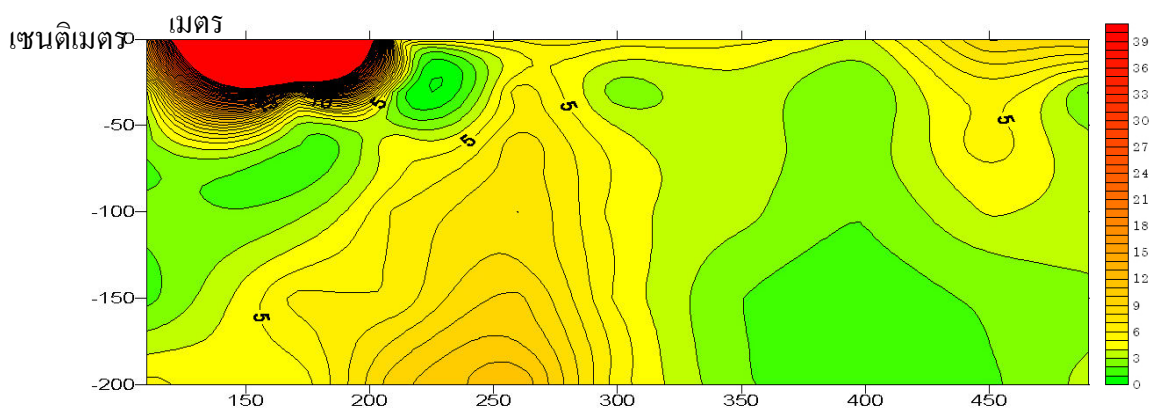
ผลการทดลองที่จะกล่าวต่อไป ทำการจัดเรียงลำดับตามพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยค่าวิเคราะห์ของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Ec) ซึ่งจะกล่าวโดยการแบ่งกลุ่มตามประเภทของถนน

กลุ่มที่ 1 พื้นที่ศึกษาที่ 4

พื้นที่ศึกษาที่ 4 ตั้งอยู่ริมถนนมาลัยแมนจัดเป็นถนนประเภทที่ 1 พื้นที่มีลักษณะเป็นที่ลุ่ม เกษตรกรใช้ปลูกผักสวนครัว และบางส่วนทำนาผักนึ่ง พื้นที่ไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์เต็มบริเวณ พบ ทรายเกลือสีขาวบริเวณผิวดิน และดินมีลักษณะเป็นขุยฟูขึ้นมาในบางจุด การสำรวจทำการเก็บ ตัวอย่างโดยเริ่มจากแนวถนนมาลัยแมนลึกเข้าไปในพื้นที่ ตั้งแต่จุด 1D ถึง 9D รวม 54 ตัวอย่าง เป็น ระยะทางประมาณ 500 เมตร



ภาพที่ 6 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 4



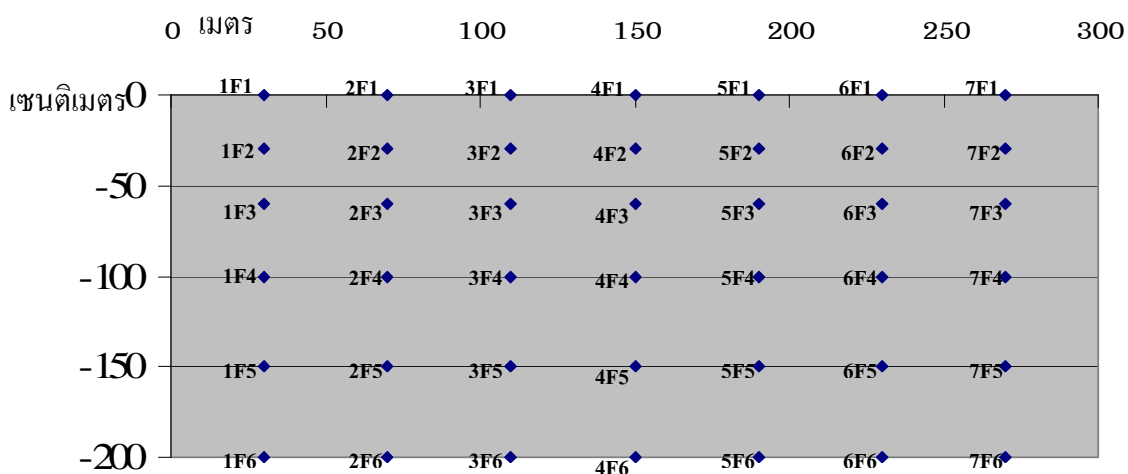
ภาพที่ 7 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณ พื้นที่ศึกษาที่ 4

จากภาพแสดงหน้าตัดของดินตลอดความลึก 2 เมตร และความยาว 500 เมตร พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีการสะสมสูงบริเวณผิวดินใกล้กับถนนมาลัยแมนที่ระดับความลึก 200 เซนติเมตร ที่จุด 4D ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีค่าสูงแสดงการสะสมของอนุมูลเกลือเป็นบริเวณกว้าง ส่วนพื้นที่ที่ห่างจากถนนเป็นระยะทางประมาณ 350 เมตร ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินอยู่ในระดับปกติ

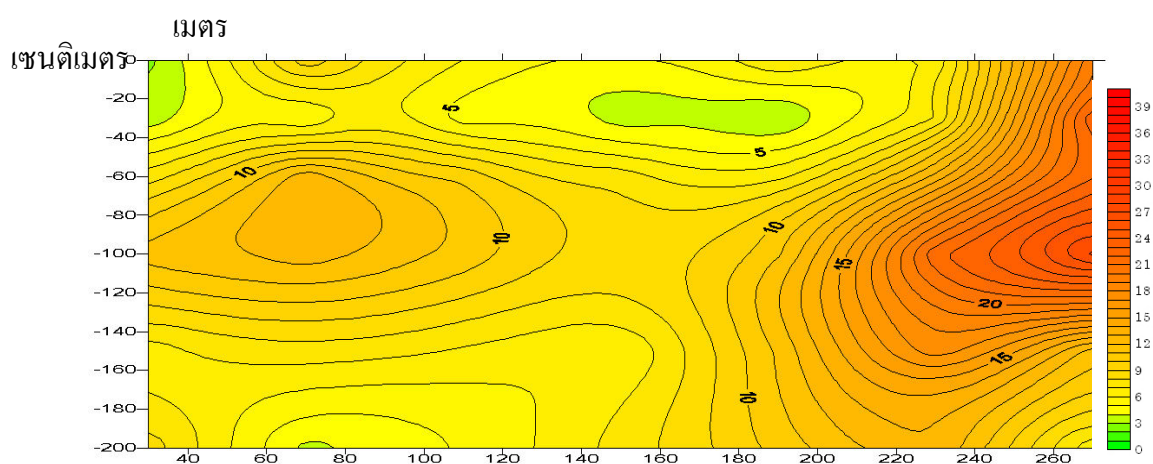
ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางจากจุดที่อยู่ใกล้กับถนนสายสุพรรณบุรี-นครปฐม (ถนนมาลัยแมน) ที่จุด 1D มีค่า $R=-0.186$ และมีความสัมพันธ์ในทางลบ แสดงให้เห็นว่า เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มลดลง แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.1782$)

พื้นที่ศึกษาที่ 5

พื้นที่ศึกษาที่ 5 อยู่บริเวณทางเข้าวัดลาดหญ้าไทร ติดกับถนนมาลัยแมน ลักษณะโดยทั่วไปเป็นพื้นที่ลุ่มมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน และสลับกับแห้งในฤดูแล้ง พืชพรรณธรรมชาติเจริญเติบโตได้ไม่ดีนัก เกิดเป็นหย่อมๆ การสำรวจทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 7 ตำแหน่ง รวม 42 ตัวอย่าง โดยเริ่มวัดจากด้านที่ติดถนนเข้ามาในพื้นที่ระยะทางประมาณ 350 เมตร



ภาพที่ 9 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 5



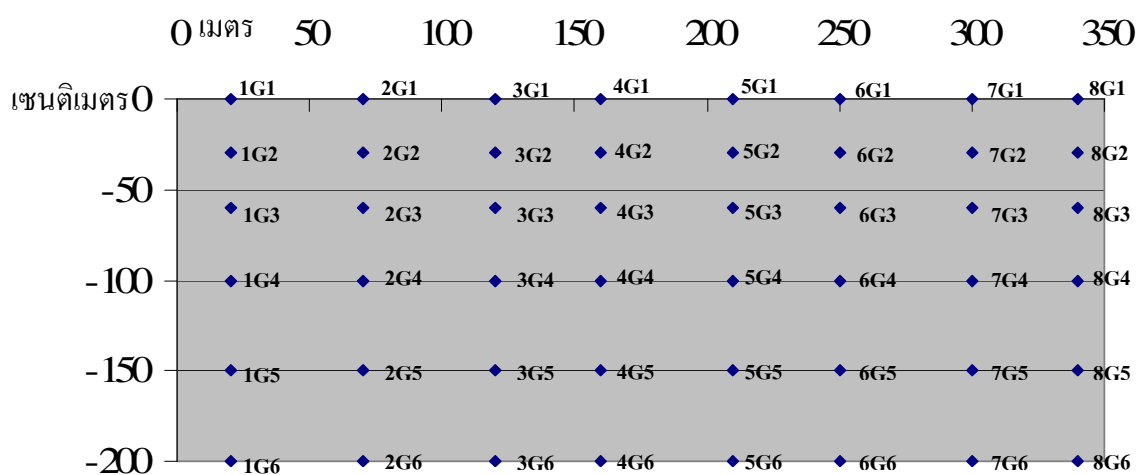
ภาพที่ 10 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 5

พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินตลอดทั้งหน้าตัดของพื้นที่ศึกษามีค่าสูง จัดเป็นดินเค็ม มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ และมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อห่างจากถนนมากขึ้น จากภาพจะเห็นได้ว่า มีการสะสมของเกลือมากที่ระดับความลึก 60-150 เซนติเมตร เมื่อเทียบกับทั้งหน้าตัดดิน

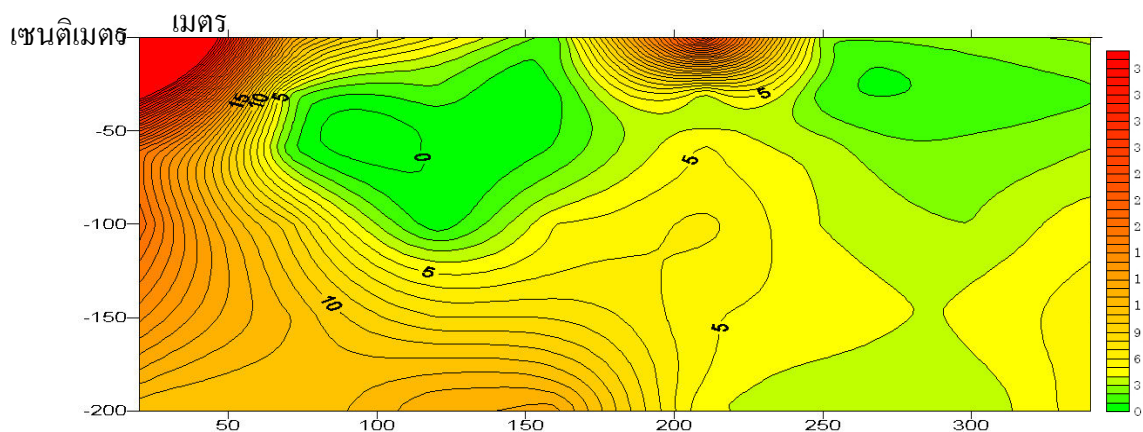
ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางจากจุดที่อยู่ใกล้กับถนนสายสุพรรณบุรี-นครปฐม (ถนนมาลัยแมน) ที่จุด 1F มีค่า $R=0.558$ และมีความสัมพันธ์ในทางบวก แสดงให้เห็นว่า เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน และมีค่าสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p=0.0001$)

พื้นที่ศึกษาที่ 6

พื้นที่ศึกษาที่ 6 ลักษณะโดยทั่วไป พบคราบเกลือสีขาวอยู่บริเวณริมถนนมาลัยแมน พืชพรรณธรรมชาติเกิดเป็นหย่อมๆ มีการทำการเกษตร เช่น ปลูกกระชาย และผักสวนครัว ในบริเวณที่ลึกเข้าไปวัดระยะห่างจากถนน ประมาณ 300-350 เมตร ทำการเก็บตัวอย่างโดยเริ่มเก็บใกล้กับถนนมาลัยแมน จากจุด 1G ลึกเข้าไปจนถึงจุด 8G รวม 48 ตัวอย่าง เป็นระยะทางประมาณ 350 เมตร



ภาพที่ 12 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 6



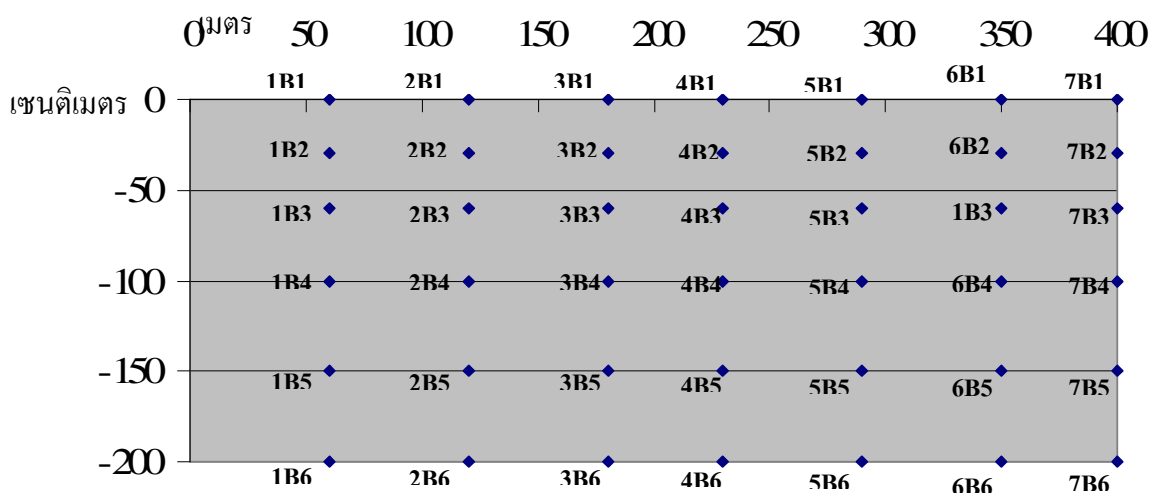
ภาพที่ 13 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 6

จากภาพแสดงหน้าตัดความลึก 2 เมตร ระยะทางประมาณ 350 เมตร แสดงให้เห็นว่า มีการสะสมเกลือบริเวณที่ติดกับถนนมาลัยแมนสูงมาก ตลอดความลึก 2 เมตร และปริมาณเกลือยังแทรกเข้าไปถึงตอนกลางของพื้นที่อย่างต่อเนื่อง ที่ช่วงระดับความลึกประมาณ 1 เมตร เป็นระยะทางยาวประมาณ 250 เมตร และแสดงค่าเป็นปกติที่ผิวดินที่ระยะประมาณ 300 เมตร ทั้งนี้อาจเกิดจากการทำการเกษตร ทำให้มีการชะล้างเอาเกลือละลายลงไปยังล่าง

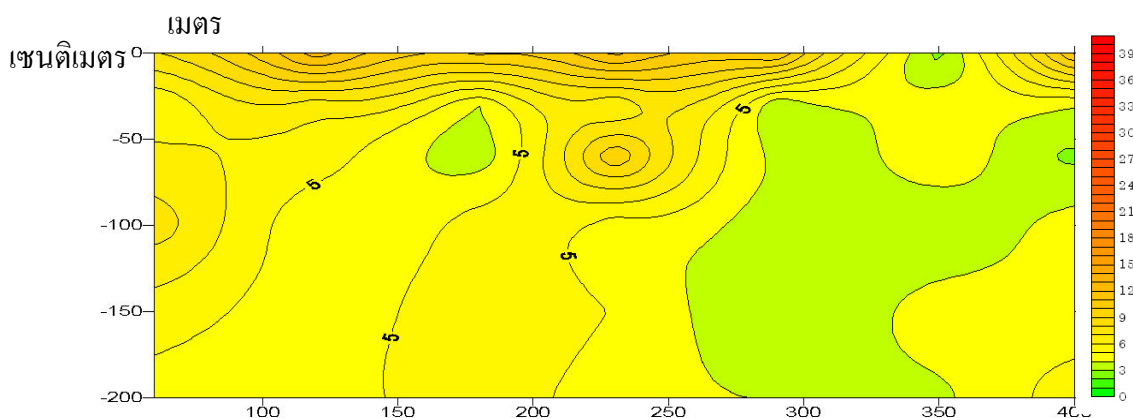
ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางจากจุดที่อยู่ใกล้กับถนนสายสุพรรณบุรี-นครปฐม (ถนนมาลัยแมน) ที่จุด 1G มีค่า $R=-0.494$ และมีความสัมพันธ์ในทางลบระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทาง แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน และค่านี้สัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p=0.0004$)

กลุ่มที่ 2 พื้นที่ศึกษาที่ 2

พื้นที่ศึกษาที่ 2 ตั้งอยู่บริเวณกิโลเมตรที่ 2 โดยวัดจากถนนมาลัยแมนทางเข้าบ้านท่าเสา มีลักษณะโดยทั่วไปเดิมเป็นนาข้าวอยู่ติดกับถนนซึ่งจัดอยู่ในถนนประเภทที่ 2 ในพื้นที่มีตอซังข้าวอยู่ที่ผิวดิน เนื่องจากเกษตรกรจะทำการปรับพื้นที่เปลี่ยนเป็นแปลงปลูกอ้อยจึงปล่อยที่นาทิ้งไว้ เหลือเพียงตอนล่างของพื้นที่เป็นพื้นที่ทำนา บริเวณผิวดินมีคราบเกลือสีขาวกระจายอยู่เป็นหย่อมๆ ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างในแนวเหนือใต้ จุดเริ่มอยู่ติดกับถนนจำนวน 7 จุด รวม 42 ตัวอย่าง เป็นระยะทางประมาณ 400 เมตร



ภาพที่ 15 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 2



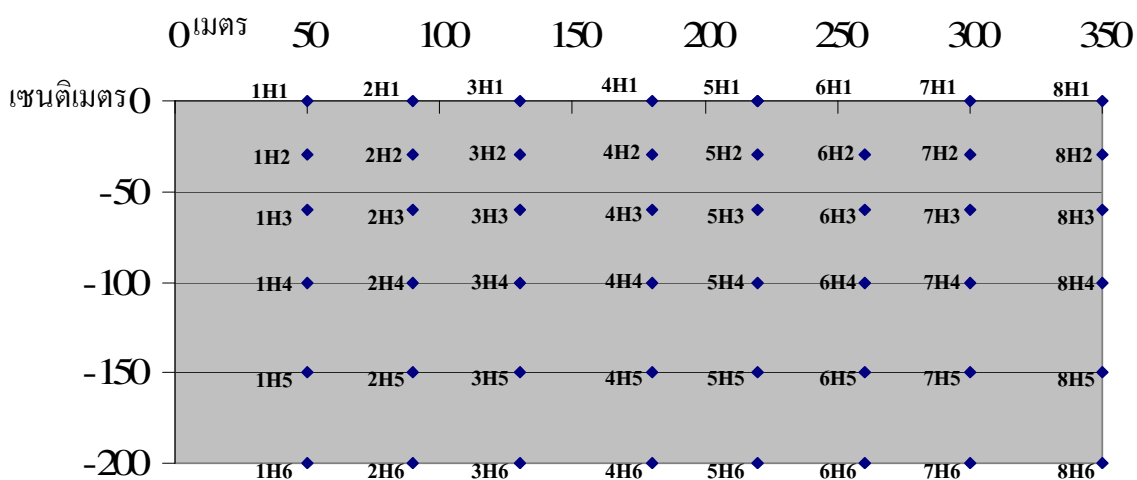
ภาพที่ 16 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 2

พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินบริเวณผิวดินมีค่าสูงเมื่อพิจารณาทั้งหน้าตัดดินลึก 200 เซนติเมตร ยาว 400 เมตร แสดงให้เห็นว่าการกระจายตัวของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน มีความแปรปรวน ไม่สม่ำเสมอ โดยแสดงการสะสมที่สูง ในจุด 1B ซึ่งอยู่ติดกับถนน และลดลงเมื่อมีระยะทางห่างจากถนนมากขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินแสดงการสะสมมากที่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ ที่จุด 4B และ 5B เมื่อถึงจุด 6B ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินเริ่มเปลี่ยนแปลงลดลงอยู่ในระดับปกติ ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป

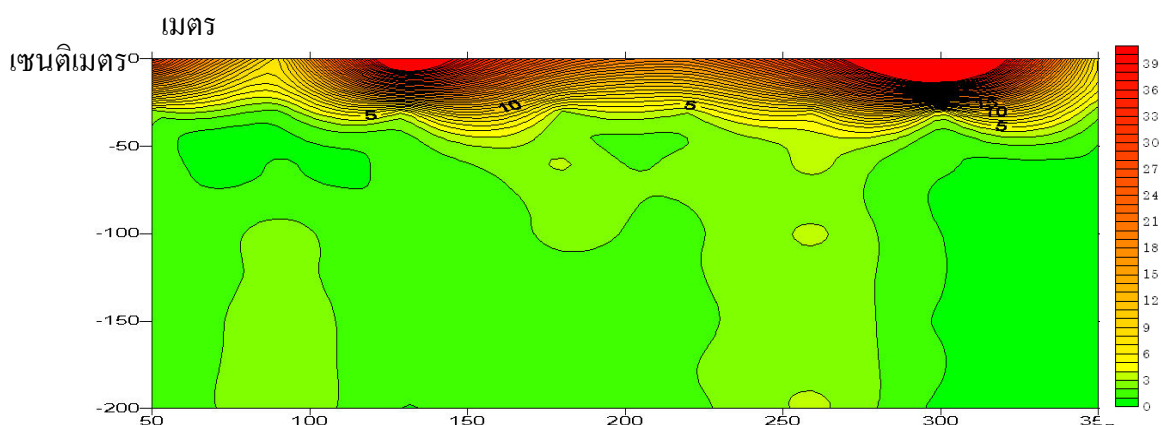
จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางที่ห่างจากถนนที่จุดเริ่มต้น 1B มีค่า $R=-0.229$ และมีความสัมพันธ์ในทางลบ กล่าวคือ เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มลดลง แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.1443$)

พื้นที่ศึกษาที่ 7

พื้นที่ศึกษาที่ 7 อยู่บริเวณบ้านหนองกร่าง เป็นพื้นที่ปลูกอ้อย แต่เนื่องจากอิทธิพลของความเค็มทำให้อ้อยมีสภาพแคระแกรนไม่ให้ผลผลิต เกษตรกรจึงปล่อยให้ว่างไม่มีการดูแล ที่ผิวดินจะมีใบอ้อยปกคลุมอยู่ทั่วไป พบว่าเมื่อเอาใบอ้อยออกมีคราบเกลือสีขาวกระจายอยู่ การสำรวจทำการเก็บตัวอย่าง โดยวัฏระยะเริ่มจากถนนซึ่งจัดเป็นถนนประเภทที่ 2 เก็บลึกเข้าไปในพื้นที่เป็นระยะประมาณ 350 เมตร จากจุด 1H ถึง 8H รวม 48 ตัวอย่าง



ภาพที่ 18 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 7



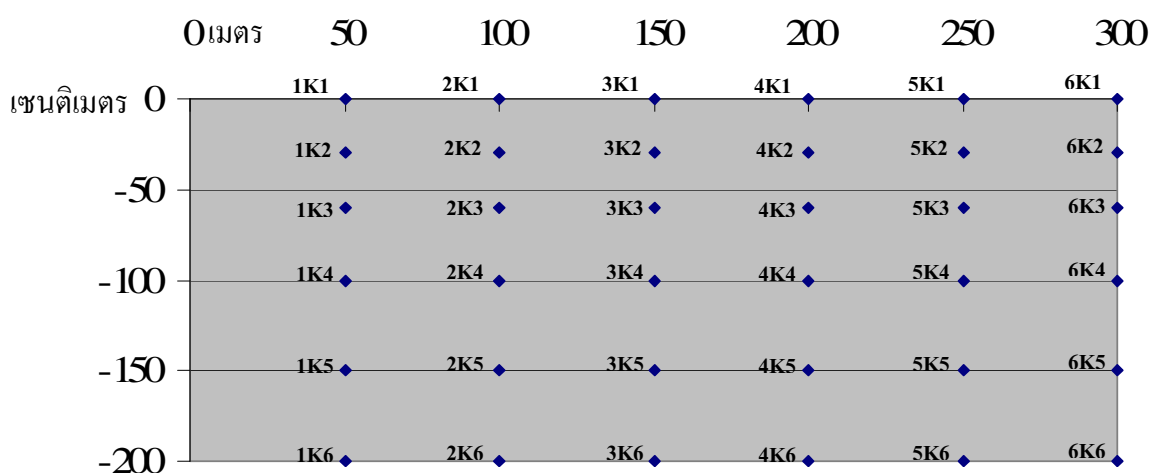
ภาพที่ 19 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 7

การนำไฟฟ้าของสารละลายดินจากภาพพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีค่าสูงมากที่บริเวณผิวดินตลอดทั้งแนวการขุดสำรวจ ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินแสดงค่าสูงต่อเนื่องจนถึงระดับความลึก 30 เซนติเมตร จากนั้นค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินลดลงอย่างรวดเร็วจนอยู่ในระดับปกติ และไม่แสดงความเต็มตลอดทั้งแนวการขุดสำรวจเช่นกัน

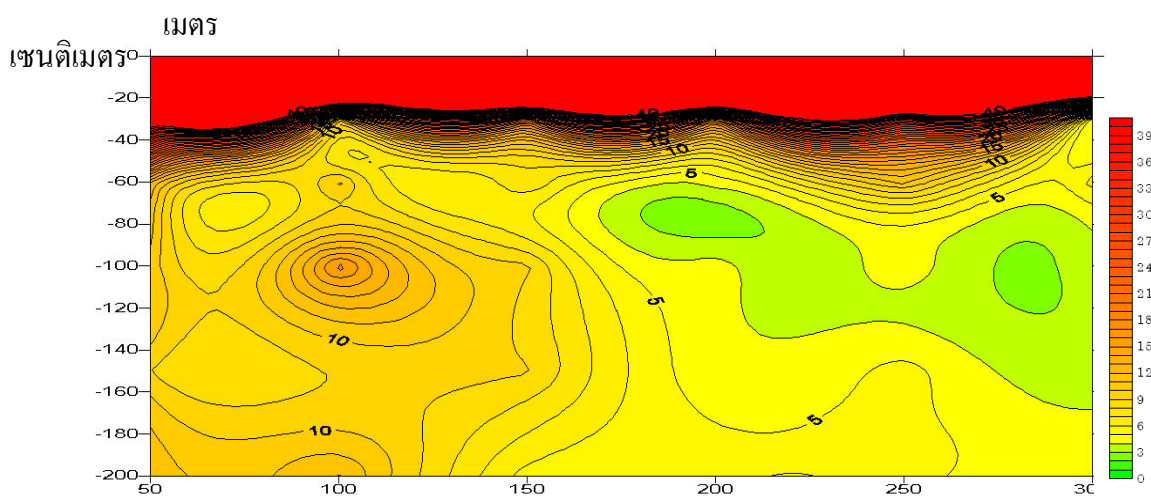
ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะห่างจากถนน ที่จุด 1H มีค่า $R=0.62$ และมีความสัมพันธ์ในทางบวก แสดงให้เห็นว่า เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.6739$)

พื้นที่ศึกษาที่ 9

พื้นที่ศึกษาที่ 9 ตั้งอยู่ที่บริเวณใกล้กับ องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยม่วง อยู่ทางด้านทิศเหนือของ อำเภอกำแพงแสน ลักษณะโดยทั่วไป พบว่า เป็นพื้นที่ว่างขนาดใหญ่ มีคราบเกลือที่บริเวณผิวดิน ไม่พบพืชพรรณธรรมชาติเกิดขึ้น ทิศเหนือติดกับถนน และทิศใต้ติดกับบ่อเลี้ยงกุ้ง และแปลงนา ทำการสำรวจโดยเริ่มเก็บตัวอย่างห่างจากถนนประมาณ 50 เมตร ลึกเข้าไปในพื้นที่เป็นระยะทางประมาณ 300 เมตร รวม 36 ตัวอย่าง



ภาพที่ 21 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 9



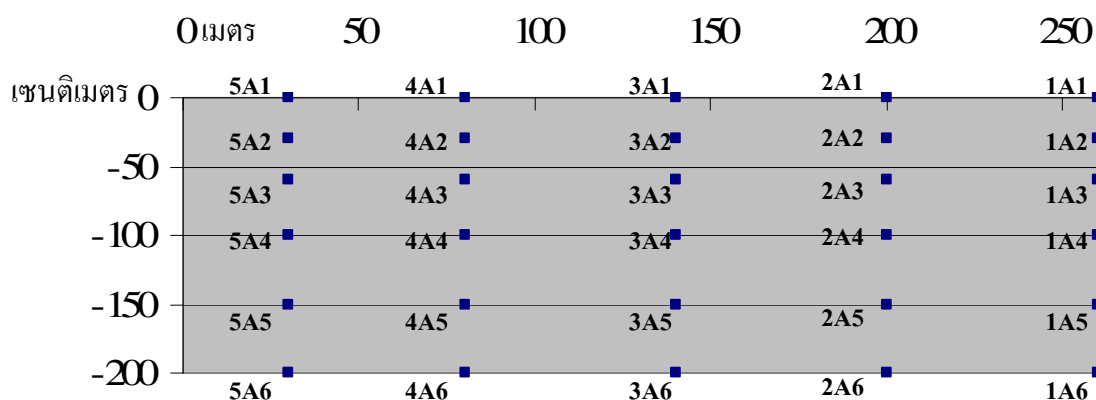
ภาพที่ 22 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 9

จากภาพแสดงให้เห็นว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินสูงมากที่บริเวณผิวดิน และลดลงโดยมีลักษณะของการสะสมที่สูงในด้านทิศเหนือที่ติดกับถนน และลดลงเมื่อมีระยะห่างจากถนนเพิ่มมากขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่ระดับความลึกประมาณ 60-150 เซนติเมตร ที่จุด 4K ถึง 6K มีค่าแสดงในระดับปกติเป็นช่วงแคบๆ

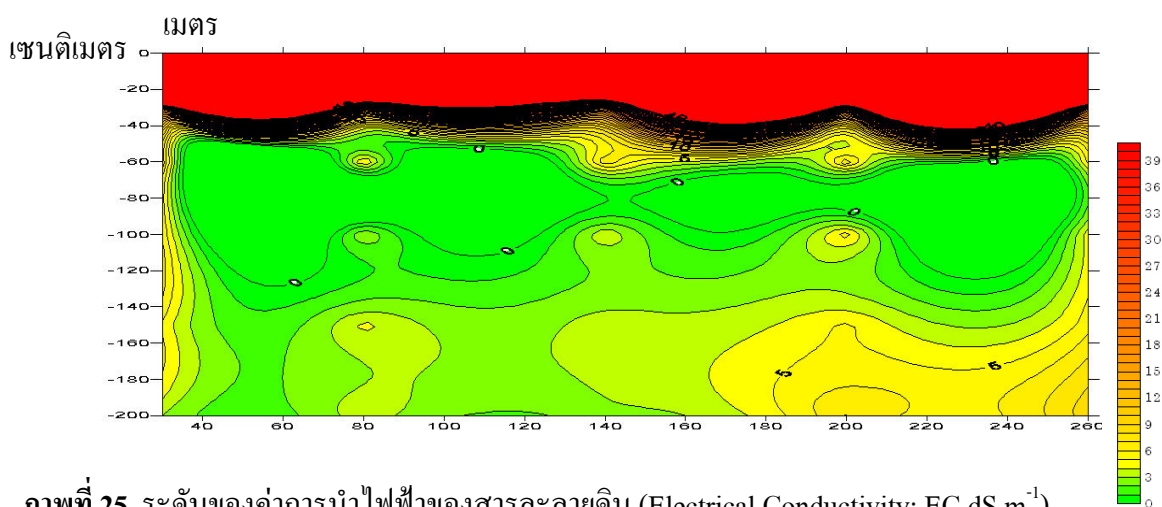
ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะห่างจากถนน ที่จุด 1K มีค่า $R=-0.157$ และมีความสัมพันธ์ในทางลบ แสดงให้เห็นว่า เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีค่าลดลง และค่านี้ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($p=0.3601$)

กลุ่มที่ 3 พื้นที่ศึกษา 1

พื้นที่ศึกษา 1 ตั้งอยู่ริมถนนมาลัยแมนใกล้กับทางเข้าโรงเรียนการบินกำแพงแสน มีถนนเลียบริมคลองชลประทานจัดเป็นถนนประเภทที่ 5 ตัดผ่านบริเวณตอนกลางของพื้นที่ ลักษณะการใช้ที่ดินเดิมเป็นการทำนาปลูกข้าว ปัจจุบันปล่อยทิ้งไว้เนื่องจากได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินสูงมาก และมีบางส่วนในด้านทิศเหนือของคลองชลประทานได้เปลี่ยนจากการปลูกอ้อยมาเป็นการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแทน ทำการศึกษาโดยแบ่งออกเป็นสามทิศทาง โดยอาศัยถนนและคลองชลประทานแนวในการแบ่งเพื่อเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา โดยทิศทางที่ 1 เริ่มจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1A - 5A ซึ่งอยู่ในด้านทิศเหนือของคลองชลประทาน รวม 30 ตัวอย่าง ทิศทางที่ 2 เริ่มจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 6A โดยเริ่มเก็บจากริมคลองชลประทานในด้านทิศใต้เป็นแนวยาวจนถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 10A รวม 30 ตัวอย่าง



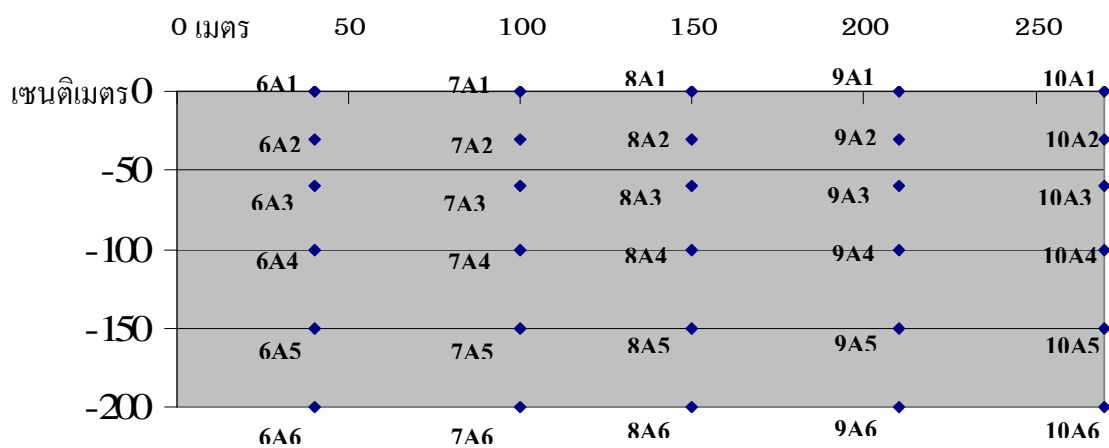
ภาพที่ 24 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ทิศทางที่ 1



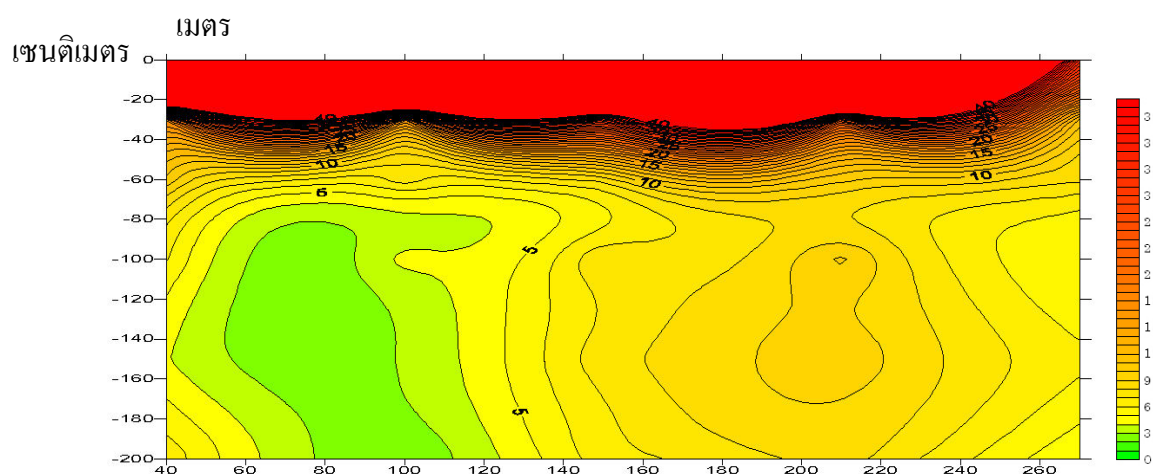
ภาพที่ 25 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ทิศทางที่ 1

จากการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 2 พบว่า ปริมาณค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีค่าสูงมากที่ระดับผิวดิน และมีแนวโน้มลดลงจนอยู่ในระดับปกติเมื่อมีความลึกเพิ่มขึ้น พบการสะสมเกลือในบริเวณที่อยู่ใกล้กับถนนเลียบบคลองชลประทาน ที่จุดเก็บตัวอย่าง 5A และพบการสะสมของเกลืออย่างต่อเนื่องที่ชั้นความลึกมากกว่า 100 ซม. เป็นระยะทางห่างจากถนนเลียบบคลองชลประทานประมาณ 100 เมตร และลดลงจนอยู่ในระดับปกติ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติดังแสดงในตารางที่ ไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางจากจุดที่เริ่มเก็บตัวอย่าง ($p=0.9479$) อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางจากจุดที่เริ่มเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ใกล้กับคลองชลประทานคือจุด 5A มีค่า $R=-0.12$ แสดงถึงความสัมพันธ์ในทางลบ กล่าวคือ ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีค่าลดลงเมื่อระยะทางห่างจากจุดเริ่มต้นเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 26 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ทิศทางที่ 2



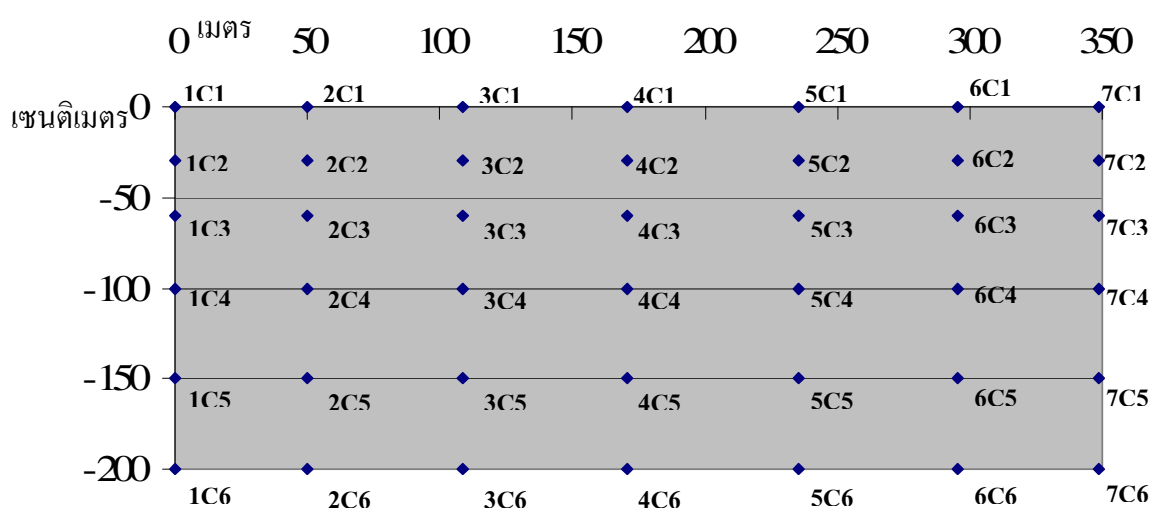
ภาพที่ 27 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1})
บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 ทิศทางที่ 2

พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินแสดงค่าการสะสมเกลือที่บริเวณผิวดินสูงมาก และค่อยๆลดลงตามระดับความลึก ลักษณะของเส้นความลาดชันของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน มีความคล้ายคลึงกันตลอดทั้งหน้าตัดดิน พบเพียงบางจุด คือ จุด 7A ซึ่งอยู่ใกล้กับคลองชลประทาน ที่ระดับความลึกประมาณ 60-200 เซนติเมตร ที่แสดงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินในระดับปกติ ต่ำกว่า 4 dS m^{-1}

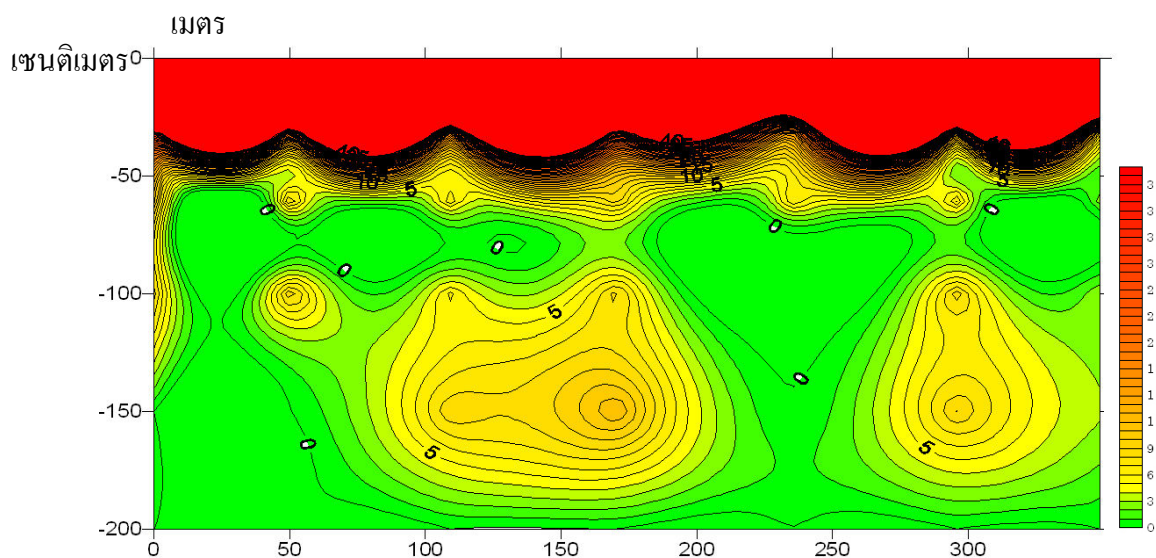
ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางจากจุดที่อยู่ใกล้กับคลองชลประทานที่จุด 6A มีค่า $R=-0.084$ และมีความสัมพันธ์ในทางลบ กล่าวคือ เมื่อระยะห่างจากจุดกำหนดเพิ่มมากขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มลดลง แต่เนื่องจากมีค่าความแปรปรวนสูง ส่งผลให้ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.6577$)

พื้นที่ศึกษาที่ 3

พื้นที่ศึกษาที่ 3 ตั้งอยู่บริเวณหลังโรงเรียนการบินกำแพงแสน จัดว่าเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินรุนแรงมาก และมีอาณาบริเวณที่กว้างประมาณ 20 ไร่ ผิวดินพบคราบเกลือสีขาวกระจายอยู่ ลักษณะผิวดินฟู พืชพรรณที่เกิดมีลักษณะแคระแกรนเกิดเป็นหย่อมๆ เดิมเป็นที่รกร้างเนื่องจากลักษณะเนื้อดินเป็นดินเนื้อหยาบระบายน้ำดี และมีระดับน้ำใต้ดินตื้นประมาณ 100-150 เซนติเมตร เกษตรกรได้เปลี่ยนมาทำการเลี้ยงกุ้งแทน เก็บตัวอย่างในทิศเหนือได้ตั้งแต่จุด 1C ถึง 7C รวม 42 ตัวอย่าง



ภาพที่ 29 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 3



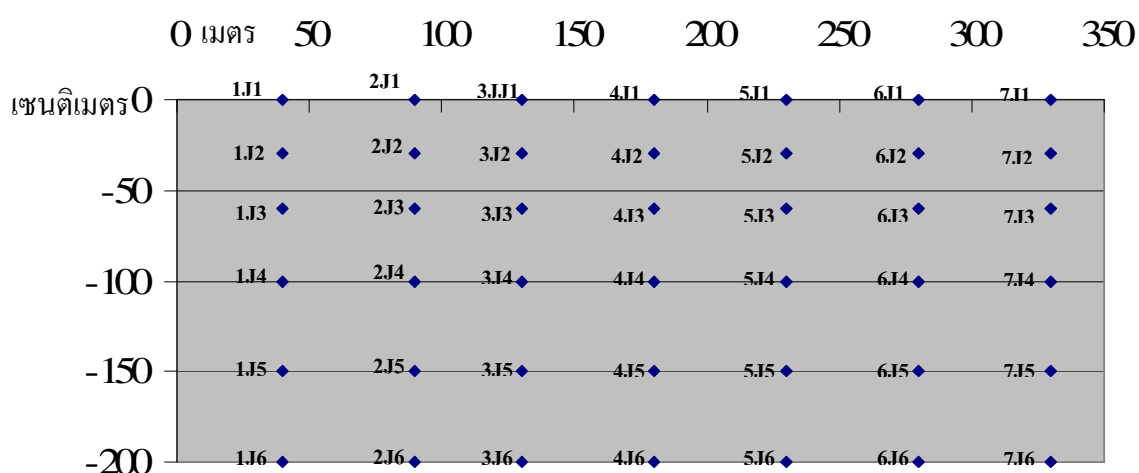
ภาพที่ 30 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1})
บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 3

พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่ผิวดินมีค่าสูงมากและเป็นอันตรายอย่างรุนแรงต่อการงอกของเมล็ดพืช ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สูงแสดงค่าลดลงไปถึงระดับความลึกประมาณ 60 เซนติเมตร จึงแสดงค่าลดลงอย่างรวดเร็ว จนบางจุดแสดงค่าอยู่ในระดับปกติ ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่แสดงค่าที่แตกต่างกันมาก และแสดงความแปรปรวนเมื่อมีความลึกเพิ่มมากขึ้นนั้นอาจเป็นผลจากอิทธิพลของน้ำใต้ดินที่อยู่ในระดับตื้น และการคายระเหยที่สูงทำให้เกลือถูกเคลื่อนย้ายไปสะสมที่ผิวดิน

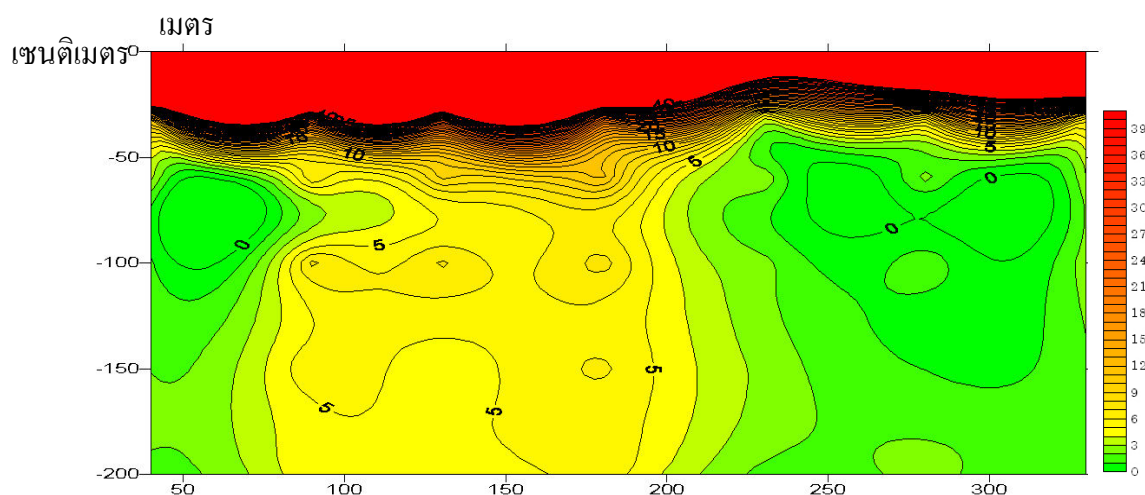
จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางที่ห่างจากถนนที่จุดเริ่มต้น 1C มีค่า $R=-0.152$ และมีความสัมพันธ์ในทางลบ กล่าวคือ ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีค่าลดลงเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.3378$)

พื้นที่ศึกษาที่ 8

พื้นที่ศึกษาที่ 8 อยู่ด้านหน้าโรงเรียนการบิน เป็นแปลงปลูกอ้อย เนื้อดินค่อนข้างหยาบ ระบายน้ำได้ดี มีระดับน้ำใต้ดินตื้น ประมาณ 100-150 เซนติเมตร ทำการสำรวจโดยวัดจากถนนซึ่งจัดเป็นถนนประเภทที่ 5 ลึกเข้าไปเป็นระยะทางประมาณ 350 เมตร รวม 42 ตัวอย่าง



ภาพที่ 32 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 8



ภาพที่ 33 ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical Conductivity; EC dS m^{-1}) บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 8

พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินแสดงค่าสูงที่ชั้นผิวดินและลดลงจนถึงระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีการกระจายตัวและสะสมอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่โดยแสดงค่าสูงอย่างต่อเนื่องตลอดความลึก 200 เซนติเมตร

ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะห่างจากถนน ที่จุด 1J มีค่า $R=-0.168$ และมีความสัมพันธ์ในทางลบ กล่าวคือ เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มลดลง แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.2872$)

วิจารณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินกับระยะทางที่ห่างจากจุดอ้างอิง เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 9 แห่ง พบว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% $p > 0.0001$ และส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ กล่าวคือ เมื่อระยะทางเพิ่มมากขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มลดลง แสดงว่ามีการสะสมเกลือในบริเวณที่ใกล้กับจุดอ้างอิงมากกว่าบริเวณที่ห่างออกไป ทำให้แสดงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินออกมาในลักษณะดังกล่าว ยกเว้นพื้นที่ศึกษาที่ 5

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินกับระยะทางที่ห่างจากจุดอ้างอิง พบว่าลักษณะแนวโน้มของความสัมพันธ์ในพื้นที่ศึกษาที่ 2, 6, 7 และ 9 มีความคล้ายคลึงกัน คือ แสดงความสัมพันธ์ในทิศทางลบ ในพื้นที่ศึกษาที่ 6 แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% $p \geq 0.0004$ สำหรับ พื้นที่ศึกษาที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ในทิศทางบวก และมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% $p \geq 0.0001$

ผลจากการศึกษาในพื้นที่ 9 แห่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มตามประเภทของถนน คือ 1 ถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก(ถนนมาลัยแมน) 2 ถนนลาดยาง และ 3 ถนนดินในหมู่บ้าน โดยถนนชนิดที่ 1 (คอนกรีตเสริมเหล็ก) มีพื้นที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 4, 5 และ 6 จากการศึกษาลักษณะพื้นที่ พบว่า พื้นที่ศึกษาที่ 4 และ 6 จะมีความลาดเทต่ำสุดชิดถนนมาลัยแมน และจะเพิ่มสูงขึ้นในจุดที่ไกลออกไปจากถนน ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าการนำไฟฟ้าของดินทั้งสองพื้นที่ศึกษา จะพบความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับค่าการนำไฟฟ้าของดินคล้ายกันทั้งสองพื้นที่ กล่าวคือ ณ จุดที่ห่างจากถนนดิน จะมีค่าความเค็มลดลง แต่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ อย่างไรก็ตามการสะสมของเกลือในพื้นที่ศึกษาที่ 4 บริเวณที่ติดถนนในระยะ 250 เมตร พบว่า บริเวณใกล้ผิวดินจะมีความเค็มสูงมาก และความเค็มจะค่อยลดลงตามความลึก ซึ่งจะคล้ายคลึงกันกับลักษณะการสะสมเกลือที่ผิวดินในพื้นที่ศึกษาที่ 6 แต่ในพื้นที่ศึกษาที่ 6 นอกจากจะพบการสะสมเกลือที่ผิวดินชิดถนนมาลัยแมน ที่ระยะห่างจากถนนประมาณ 200 เมตร ยังพบการสะสมเกลือที่ผิวดินเป็นหย่อมๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศย่อย (micro relief) ที่แตกต่างกัน ทำให้มีการสะสมเกลือที่แตกต่างกันและเมื่อพิจารณาทิศทางความลาดชันของสภาพพื้นที่อำเภอกำแพงแสน โดยใช้ทิศทางการไหลของน้ำในลำน้ำธรรมชาติ จะพบว่าพื้นที่ของอำเภอกำแพงแสนจะมีความลาดเอียงวางตัวในแนวตะวันตกสู่ตะวันออก แต่ถนนมาลัยแมนที่เป็นถนนในพื้นที่ศึกษากลุ่มนี้ จะวางตัวในแนวเหนือใต้ จึงเชื่อว่าแนวถนนมาลัยแมนซึ่งเป็นถนนคอนกรีต มีการบดอัดพื้นดินด้านล่าง น่าจะขวางทิศทางการไหลของน้ำผิวดิน ซึ่งจะส่งผลกับระบบการไหลของน้ำใต้ดิน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ

สุริยะ (2549) ที่รายงานว่า การศึกษาในพื้นที่ดินเค็มบริเวณแอ่งสกลนคร โครงสร้างถนนทำให้น้ำใต้ดิน เปลี่ยนทิศทางการไหลและมีโอกาสเคลื่อนที่ขึ้นมาสู่ผิวดินมากขึ้น ทำให้พบการสะสมเกลือเกิดดินเค็ม ตามแนวเส้นทางคมนาคม และรุนแรงมากขึ้นตามจุดตัดของถนนและเส้นทางรถไฟ

แต่ในกลุ่มพื้นที่ศึกษาที่ติดถนนมาลัยแมน จะมีพื้นที่ศึกษาที่ 5 ที่จะมีลักษณะการสะสมของเกลือที่แตกต่างจากพื้นที่ศึกษาที่ 4 และ 6 กล่าวคือ พบการสะสมเกลือมากขึ้น ณ จุดที่อยู่ห่างจากถนนมาลัยแมน ทั้งนี้อาจเกิดจากผลของปัจจัยอื่นที่ไม่ได้ทำการศึกษา หรือปัจจัยจากพื้นที่ด้านนอกมีผลต่อการสะสมเกลือมากกว่าผลจากเส้นทางคมนาคม

กลุ่มที่ 2 ได้แก่พื้นที่ศึกษาที่ 2, 7 และ 9 ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 2 และ 9 พบการสะสมของเกลือมากบริเวณใกล้กับถนนและลดลงเมื่อระยะห่างออกไป ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางความลาดชัน แต่เมื่อพิจารณาพื้นที่โดยรวม ถนนยังคงตัดขวางทิศทางเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน และเนื่องจากพื้นที่ทั้งสองเป็นเขตรอยต่อของแปลงนา ลักษณะการใช้พื้นที่ที่แตกต่างไปจากเดิมมีผลทำให้ความเข้มข้นของค่าการนำไฟฟ้าลดลง เนื่องจากในการทำนามีปริมาณน้ำที่มากพอในการทำลายให้เกลือในดินเจือจางลง ในพื้นที่ศึกษาที่ 7 เป็นแปลงปลูกอ้อยไม่พบการสะสมของเกลือบริเวณที่ใกล้กับถนน แต่พบการสะสมในปริมาณสูงที่ผิวดิน และบริเวณที่ห่างออกไปถึงแม้ว่าค่าสหสัมพันธ์จะบ่งชี้ว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับระยะทาง แต่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

กลุ่มที่ 3 จัดอยู่ในกลุ่มถนนดินในหมู่บ้าน ได้แก่พื้นที่ศึกษาที่ 1, 3 และ 8 ลักษณะที่พบได้อย่างชัดเจนทั้งสามพื้นที่คือการสะสมของเกลือที่ผิวดินสูงมาก เมื่อพิจารณาความลาดชันของภูมิประเทศกับค่าการนำไฟฟ้าในดิน พบว่าค่าการนำไฟฟ้าในดินมีค่าสูงในด้านที่มีความลาดชันต่ำแสดงถึงการเคลื่อนที่ของเกลือตามทิศทางเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน และเมื่อพิจารณาถึงความรุนแรงของความเค็มในพื้นที่ทั้งสามพบว่ามีความขนาดของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเป็นบริเวณกว้าง ทั้งนี้เนื่องจากระดับของน้ำใต้ดินที่สูงโดยเฉพาะพื้นที่ศึกษาที่ 3 จะพบคราบเกลือกระจายทั่วไป เนื่องจากเกลือที่เคลื่อนที่ขึ้นมาสะสมที่ผิวดิน

สรุป

จากการศึกษาอิทธิพลของถนน โดยการประเมินจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน กับระยะทางที่ห่างจากจุดเริ่มต้น พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินโดยส่วนใหญ่แสดงค่าสหสัมพันธ์ในทิศทางลบ ที่บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1,2,3,4,6,8 และ 9 แสดงว่าเมื่อระยะห่างจากถนนเพิ่มมากขึ้นค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มลดลง แสดงถึงการสะสมของเกลือมีมากที่บริเวณใกล้กับถนน ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงความลาดชันของสภาพภูมิประเทศประกอบ ลักษณะดังกล่าวเกิดจากการตัดถนนขวางทิศทางการเคลื่อนที่ของเกลือในดิน โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 6 พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและระยะทางมีความสัมพันธ์กันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 % สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 5 และ 7 พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์แสดงในทิศทางบวก หมายความว่าเมื่อระยะห่างจากถนนเพิ่มมากขึ้นค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

จากการจัดกลุ่มของพื้นที่ศึกษาโดยแยกตามชนิดของถนน และพิจารณาถึงทิศทางการวางตัวของถนนกับทิศทางความลาดเทของพื้นที่ซึ่งสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน พบว่าถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก (มาลัยแมน) มีทิศทางการวางตัวกั้นเส้นทางการเคลื่อนที่ของเกลือในดินทำให้เกิดการสะสมของเกลือในพื้นที่ศึกษาที่ 4 และ 6 ที่ติดกับถนนตลอดความลึกของหน้าตัดดิน 2 เมตร เพราะด้านที่ติดกับถนนมีความลาดชันต่ำกว่าด้านที่ห่างออกไป ในกลุ่มที่ 2 และ 3 ลักษณะของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีความสัมพันธ์กับทิศทางความลาดเทของพื้นที่โดยตรง คือเกลือจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่มีความลาดชันของพื้นที่ที่ต่ำกว่า

ระดับน้ำใต้ดินที่สูงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกลือมีการเคลื่อนที่ขึ้นสู่ผิวดินมากขึ้นและเมื่อน้ำระเหยออกไปทำให้เกลือสะสมเพิ่มมากขึ้นที่ผิวดิน ดังเช่นพื้นที่ศึกษาที่ 3 พบระดับน้ำใต้ดินตั้งแต่ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ลงไป และพบคราบเกลืออยู่ที่ผิวดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีระดับที่สูงมาก ผิวดินบนมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าดินล่างแสดงการสะสมเกลือที่ผิวดินซึ่งเกิดจากการไหลตามน้ำขึ้นมาบนผิวดินบน เมื่อน้ำระเหยไปจะทิ้งเกลือความเข้มข้นสูงไว้ที่ผิวดินบน (สุนทรี 2539)

ลักษณะการใช้ที่ดิน เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะลดหรือเพิ่มการสะสมของปริมาณเกลือ ในหลายพื้นที่เมื่อเกิดดินเค็มขึ้น เกษตรจะปล่อยให้พื้นที่ให้รกร้างว่างเปล่าหรือเปลี่ยนลักษณะการใช้ที่ดินเช่นที่บริเวณพื้นที่ศึกษาที่ 1 จากเดิม (พ.ศ.2544) เคยเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยมาก่อนแต่ใน

ระหว่างการศึกษาเกษตรกรเปลี่ยนมาเป็นนาข้าว และเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พื้นที่ศึกษาที่ 9 เกษตรกรมี
การทำนาซึ่งทำให้มีการชะล้างเอาเกลือ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดิเรก สุนทรกุล. 2531. **การประเมินปัญหาและศักยภาพของดินเค็มในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิสุทธิ วิจารณ์. 2530. **การจำแนกดินเปรี้ยวจัดและดินเค็มชายฝั่งทะเลของประเทศไทย**. เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 74. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ไพบูลย์ ประโมจันทร์. 2540. **สาเหตุการแพร่กระจายของดินเค็มบนที่ราบภาคกลางตอนบน, น. 99-119 ใน เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม**. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ขงบุษ โอสถสภา. 2524. **ดินเค็มและดินโซดิก**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิมล พัฒน์ทอง และ สัตยชัย ภาประเวช. 2543. **การทำดัชนีข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต, น. 311-324 ใน รายงานการประชุมวิชาการภูมิศาสตร์สารสนเทศ ครั้งที่ 1, มิถุนายน 2543**.
- सनาน รีมวานิช. 2528. **ผลกระทบของดินเสื่อมโทรมต่อความมั่นคงของชาติ**. เอกสารวิจัยส่วนบุคคล ในลักษณะวิชาเศรษฐกิจ. วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร, กรุงเทพฯ.
- สมศรี อรุณินท์. 2540. **การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก, น. 19-29 ใน เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม**. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

- สมศรี อรุณินท์ และ พรรณี รุ่งแสงจันทร์. 2540. ดินเค็มภาคกลาง, น. 88-98 ใน เอกสารคู่มือ
เจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สุนทรีย์ ยิ่งชัชวาลย์. 2539. การกระจายปริมาณเกลือในชุดดินกำแพงแสน. รายงานการวิจัย
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุพรรณ กาญจนสุธรรม และคณะ. 2534. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนพัฒนาการ
เกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สุริยะ ศิริวัฒน์. 2549. สภาพแวดล้อมในการแพร่กระจายของดินเค็ม ในแอ่งสกลนคร ภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย, น. 194-200 ใน การประชุมวิชาการ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรุณี ชูวะนิคม. 2525. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. โครงการพัฒนาดินเค็มภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2525. ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช (เล่มที่ 2). ภาควิชาปฐพีวิทยา.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bui, E.N., K.R.J. Smettem, C.J. Moran and J. Williams. 1996. Use of Soil Survey Information
To assess Regional Salinization Risk Using Geographical Information Systems. **J
Environ Qual. Madison : American Society of Agronomy.** 25(3): 433-439.
- Burrough P.A. and Rachael A. McDonnell. 1998. **Principle of Geographical Information
Systems.** Oxford University, Oxford, UK. 333 p.
- Charat, M. and T. Phanee. 1990. **Practical application of remote sensing and GIS for soil
salinity potential mapping in Korat Basin, Northeast Thailand.** Bangkok. 11 p.

- Dheeradilok, P and W. Kaewyana. 1983. On the quaternary deposits of Thailand, pp 26-40 . *In* **The Third Meeting of the Working Group on “Geomorphology of River and Coastal Plains”**. Department of Geology, Chulalongkorn Univ., Bangkok.
- FAO. 1973. **Irrigation, Drainage and Salinity**. Hutchinson, London.
- Hattori, T. and Y. Takaya. 1989. **Salinity in Thailand**. Report of ADRC Term Expert (22).59 pp.
- Klute, A. 1965. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil, pp. 210-220. *In* C.A.Black (ed.). **Method of Soil Analysis. Part I. Agronomy, No. 9**. Amer. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Kovda, V.A. 1980. **Land Aridation and Drought Control**. Westviwe Press, Inc., Colorado, U.S.A.
- ORSTOM. 1996. **Agriculture and Irrigation Patterns in the Central Plain of Thailand: Preliminary Analysis and Prospect for Agricultural Development**. Bangkok, Thailand; DORAS Project.
- O’Sullivan, D. 2003. **Geographic Information Analysis**. John Wiley & Son, Inc., Hoboken, New Jersey.
- RichardS , L.A. 1954. **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soil**. U.S. Salinity Laboratory, U.S. Dept. Arg. Hbk. 60.
- Sakthivadivel, R., U. Amerasinghe and W.G.M. Bastiaanssen, D. Molden and R. Thiruvengadachari. 1999. **Performance Evaluation of the Bhakra Irrigation system, India**. Colombo.

Utset. A., M. Borroto, J. Feyen and K. Wryo. 1999. A modeling-GIS approach for assessing irrigation effects on soil salinization under global warming conditions, pp 563-568 *In* **Modeling of Transport Processes in Soils at Various Scales in Time and Space. International Workshop of Eur AgEng's Field of Interest on Soil and Water,** Leuven, Belgium.

Vaughan P.J. and D.L. Corwin. 1994. A method of modeling vertical fluid flow and solute transport in a GIS context. **Geoderma** 64: 1-2.