



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญญา

ปฐพีวิทยา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การแพร่กระจายและสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม

The Distribution and Property of Salt Affected Soils in Amphoe Kamphaeng Saen
Nakhon Phathom Province

นามผู้วิจัย นางสาวกนกวรรณ ฟักอ่อน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ณภาพร พันธุ์กมลศิลป์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจุ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การแพร่กระจายและสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม

The Distribution and Property of Salt Affected Soils in Amphoe Kamphaeng Saen Nakhon
Phathom Province

โดย

นางสาวกนกวรรณ ฝักอ่อน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กนกวรรณ พิทอ่อน 2555: การแพร่กระจายและสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่
อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ณภาพร
พันธุ์กมลศิลป์, Ph.D. 100 หน้า

การศึกษากการแพร่กระจายและสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ติดตามลักษณะการแพร่กระจายของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ
ในพื้นที่ศึกษา และ 2) ศึกษาสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้
ประโยชน์และจัดการกับพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กำหนดพื้นที่ที่ได้รับ
อิทธิพลจากเกลือที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ว่างเปล่าหรือมีคราบเกลือสะสมที่ผิวดินในภาพถ่ายทางอากาศสี ซึ่ง
ใช้เป็นแผนที่พื้นฐานร่วมกับการสำรวจภาคสนามเบื้องต้น กำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินที่ได้รับอิทธิพลจาก
เกลือที่สำรวจพบในพื้นที่ ศึกษาลักษณะปรากฏและลักษณะของคราบเกลือที่ผิวดิน เก็บตัวอย่างดินเพื่อ
วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและการกระจายของขนาดอนุภาคดินด้วยสว่านเจาะดิน 4 ระดับชั้นความลึก ได้แก่
0 - 20, 30 - 50, 60 - 80 และ 100 - 120 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0 - 10 และ 20 - 30
เซนติเมตร เพื่อศึกษาความชื้นของดิน ความหนาแน่นรวม และสภาพการนำน้ำของดิน ทำการจำแนกชนิด
ของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือโดยใช้สมบัติทางเคมีบ่งชี้ในการจำแนก ศึกษาตำแหน่งการแพร่กระจาย
ของพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือโดยการนำเข้าข้อมูลพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินและทำการประมวลผลด้วย
โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

ผลการศึกษา พบว่า ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือพบแพร่กระจายอยู่ทางด้านทิศเหนือของ อำเภอ
กำแพงแสน ในเขตตำบลกระต๊อบ ห้วยลูกนก ห้วยบัว สระสี่มุม และสระพัฒนา ดินมีความหนาแน่นรวมของ
ดินอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (1.63 - 2.40 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) สภาพการนำน้ำของดิน มีค่า
อยู่ในช่วงช้ามากถึงเร็วมาก (0.01 - 14.67 เมตรต่อวัน) เนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนถึงดินร่วนเหนียว
ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่าอยู่ในช่วง 0.20 - 74.70
เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และทุกจุดเก็บตัวอย่างดินมีค่า EC_e สูงกว่า 4 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ใน 1 ช่วงชั้นความลึก
ของหน้าตัดดิน แสดงว่าทุกพื้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากเกลือ ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มีค่า
อยู่ในช่วง 2.30 - 85.08 ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในระดับกรดจัดมากถึงด่างปานกลาง (4.24 - 8.26) สามารถ
จำแนกชนิดของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่ศึกษาได้ 2 ประเภท คือ ดินเค็มโซเดิก จำนวน 33 จุด
เก็บตัวอย่าง และดินเค็มจำนวน 5 จุดเก็บตัวอย่าง

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Kanokwan Fakon 2012: The distribution and property of Salt Affected Soils in Amphoe Kamphaeng Saen Nakhon Phathom Province. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Mrs. Napaporn Phankamolsil, Ph.D. 100 pages.

The study on spatial distribution and properties of salt affected soils in Amphoe Kamphaeng Saen Nakhon Phathom province. The objectives of this study are 1) to monitoring the distribution of salt affected areas and 2) to study the properties of salt affected soils for approach the detailed data to assist better agricultural land use planning. An orthographic map was used as the base map to identify salt affected soil locations which are present as bare areas on the orthographic map. The salt affected soils were samples by soil auger at 4 depths (0-20, 30-50, 60-80 and 100-120 cm.) for particle size distribution and chemical analysis. Two layer of soil were sampled at 0-10 and 20-30 cm for soil moisture, bulk density and hydraulic conductivity (Ksat). The GIS technique was used to processing and displays the distribution of salt affected soil in study area.

The results showed that the salt affected soil has been spread on the north part of Amphoe Kamphaeng Saen including Tambon Krateeb, thungluknok, thungbua, sasimum and sapattana. Salt affected soils have loam to sandy clay texture in topsoil and sandy clay to clay texture in subsoil, high bulk density value (ranges from $1.63 - 2.40 \text{ Mg m}^{-3}$), very slow to very rapid hydraulic conductivity (ranges from $0.01 - 14.67 \text{ m d}^{-1}$). The electrical conductivity (EC_e) of the soil samples ranges from 0.20 to 74.70 dS m^{-1} . The sodium adsorption ratio (SAR) ranges from 2.30 to 85.08. The soil reaction ranges from extremely acid to moderately alkaline (4.24 to 8.26). All locations sampled had at least of one layer with a high EC_e value of more than 4 dS m^{-1} indicated that all locations were affected by salt. The observed soils can be classified within 2 types of salt affected soil. Thirty three locations were classified as saline sodic soils and 5 locations as saline soils.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.นภาพร พันธุ์กมลศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ทองจู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต ฮงประยูร ประธานการสอบ และรองศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ โอสดสภา ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอพระคุณอาจารย์ภาควิชาปรัชญาพิพิธวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ที่ได้อบรมสั่งสอน และมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป อาจารย์ ดร.ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับการทำแผนที่ และขอขอบพระคุณบุคลากรของภาควิชาปรัชญาพิพิธวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ขณะทำการวิจัยประกอบวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุด ขอขอบพระคุณ คุณพ่อวิชัย และคุณแม่บรรจง ฝักอ่อน สำหรับการมอบอีกหนึ่งสิ่งที่มีค่าให้กับชีวิต (การศึกษา) และยังเป็นกำลังใจที่สำคัญตลอดมา ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กนกวรรณ ฝักอ่อน

พฤษภาคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	27
สรุปผลการทดลอง	61
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	62
ภาคผนวก	74
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	100

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การจำแนกดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ	4
2	การจำแนกระดับความเค็มของดินจำแนกโดยพิจารณาจากผลกระทบของ พืช	6
3	ตำแหน่งและพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่ศึกษา	28
4	ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร	54
5	ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีที่ระดับความลึก 30-50 เซนติเมตร	55
6	ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีที่ระดับความลึก 60-80 เซนติเมตร	56
7	ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีที่ระดับความลึก 100-120 เซนติเมตร	57
8	ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีของดินทุกระดับความลึก	58
ตารางผนวกที่		
1	สมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ	75
2	การกระจายอนุภาคและชนิดเนื้อดินของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ	79
3	สมบัติทางเคมีของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ	86
4	ประจุบวกของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ	93

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ตำแหน่งการแพร่กระจายของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่ศึกษา	27
2 ลักษณะการได้รับอิทธิพลจากเกลือที่สำรวจพบแสดงลักษณะผิวหน้าของดินที่ได้รับ อิทธิพลจากเกลือ ซึ่งจะพบคราบเกลือสีขาวบนผิวดิน มีลักษณะเป็นแผ่นเป็นขุยเกลือ พบชั้นดานผิวของเกลือ ดินมีลักษณะฟุ้งกระจายเหมือนแป้งสีน้ำตาล และพบคราบเกลือสีขาวดินมีลักษณะฟู และโป่งพอง	31
3 ลักษณะพืชเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ	32
4 ลักษณะพืชดัชนีที่สำรวจพบ	32
5 ตำแหน่งการแพร่กระจายของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือและแนวคลองชลประทานในพื้นที่ศึกษา	34
6 ระดับความชื้นโดยมวล	35
7 ความหนาแน่นรวม	36
8 ค่าสภาพการนำน้ำ	37
9 การกระจายของอนุภาคขนาดทราย	39
10 การกระจายของอนุภาคขนาดทรายแป้ง	39
11 การกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียว	40
12 การแจกกระจายอนุภาคและชนิดของเนื้อดิน	41
13 พีเอชของดิน (pH)	42
14 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน	43
15 สภาพการนำไฟฟ้า (EC _e)	44
16 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR)	45
17 ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP)	46
18 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)	47
19 ปริมาณโซเดียมในดิน	48
20 ปริมาณแมกนีเซียมในดิน	49
21 ปริมาณแคลเซียมในดิน	50
22 ระดับความเค็มของดินจำแนกโดยพิจารณาจากผลกระทบต่อน้ำ	60

**การแพร่กระจายและสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ในพื้นที่
อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม**

**The Distribution and Property of Salt Affected Soils in Amphoe Kamphaeng
Saen Nakhon Phathom Province**

คำนำ

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ จัดเป็นดินปัญหาชนิดหนึ่งของประเทศไทยในการผลิตพืช โดยใช้เทคโนโลยีการเกษตรระดับปกติ (เอิบ, 2533) เนื่องจากมีเกลือที่ละลายน้ำง่ายและ/หรือ โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ปริมาณมากจนทำให้พืชมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปกติอย่างเด่นชัด ผลผลิตของพืชโดยเฉลี่ยต่ำ (สมศรี, 2539; Richards, 1954; Szabolcs, 1992) โดยความเค็มทำให้การดูดใช้น้ำของพืชในดินยากขึ้น เกิดอาการขาดน้ำและใบไหม้ ทำให้สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินเปลี่ยนแปลง พืชได้รับพิษจากธาตุที่เป็นสารประกอบของเกลือที่ละลายออกมาอยู่ในสารละลายดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโซเดียมและคลอไรด์ นอกจากนี้ การมีโซเดียมมากเกินไปทำให้ดินมีโครงสร้างเลว ดินแน่น รากพืชชอนไชได้ยาก ตลอดจนทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร (อำนาจ, 2525; Keren, 2000) ดังนั้น ดินเต็มมีศักยภาพในการผลิตทางการเกษตรต่ำและมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยได้

ในประเทศไทยดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือจัดเป็นดินที่เป็นปัญหาชนิดหนึ่งในการผลิตพืช มีพื้นที่ประมาณ 19.75 ล้านไร่ กระจายตัวอยู่ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และ ชายฝั่งทะเล ซึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการแพร่กระจายมากที่สุด คิดเป็นพื้นที่ 17.8 ล้านไร่ (Arunin, 1992) พื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในประเทศไทยทั้ง 3 บริเวณ มีสภาพแวดล้อมในการเกิดดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือแตกต่างกัน กล่าวคือ ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดจากการมีหินเกลืออยู่ด้านใต้ โดยที่เกลือส่วนใหญ่มาจากเกลือในหมวดหิน มหาสารคาม (Haworth *et al.*, 1996) ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือชายทะเลเกิดจากอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล และดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือบริเวณที่ราบภาคกลางเกิดจากการพัฒนาการอยู่บนบริเวณที่เป็นตะกอนทะเลเก่า (Hattori and Takaya, 1989) สภาพแวดล้อมและปัจจัยควบคุมการเกิดดินมีผลต่อความแปรปรวนของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในประเทศไทย (Takai *et al.*, 1987; Arunin, 1992; Wongpokhom *et al.*, 2008ab)

เนื่องจากการเพิ่มของประชากรอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่ผ่านมา ทำให้มีความจำเป็นในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้นรวมถึงบริเวณที่เป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ พื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เป็นพื้นที่ที่พบการแพร่กระจายของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลืออยู่เป็นบริเวณกว้าง แต่ยังไม่มีการศึกษาและรายงานที่ชัดเจนว่ามีการแพร่กระจายและชนิดของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลืออยู่ในบริเวณใด จึงทำให้เกิดความสนใจในการศึกษาแพร่กระจายและชนิดของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการแพร่กระจาย ลักษณะการสะสมเกลือและสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือที่จะใช้เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์และจัดการกับพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบการแพร่กระจายของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ปรากฏให้เห็นในภาพถ่ายทางอากาศ
2. เพื่อศึกษาให้ทราบตำแหน่งของการแพร่กระจายตัวของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. เพื่อศึกษาสมบัติดินที่เกี่ยวข้องกับความเค็มของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ (salt affected soils) หมายถึง ดินที่มีเกลือละลายอยู่จนกระทั่งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง (วิโรจ, 2531; Richards, 1954) เกลือที่มีอยู่ในดินส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของธาตุที่เป็นไอออนบวกพวก โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุที่เป็นไอออนลบพวก คลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต และไนเตรต (อำนาจ, 2525; Richards, 1954; White, 1997) ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือที่พบโดยทั่วไปจำแนกได้ตามคุณสมบัติทางเคมีได้โดยใช้ลักษณะของสภาพการนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) ของดินที่สกัดจากสารละลายดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium percentage: ESP) อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (sodium adsorption ratio: SAR) และค่าปฏิกิริยาดิน (pH) (Brady and Weil, 1999) ได้เป็น 3 ประเภท (ตารางที่ 1) ดังนี้

ตารางที่ 1 การจำแนกประเภทดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ประเภทดิน	สภาพการนำไฟฟ้า (ECe) (dS m ⁻¹)	อัตราการดูดซับ โซเดียม (SAR)	ค่าโซเดียมที่ แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกดูด ซับ (ESP) (%)
ดินธรรมดา	<4	<13	<15
ดินเค็ม	> 4	<13	<15
ดินโซดิก	<4	>13	>15
ดินเค็มโซดิก	>4	>13	>15

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548

1 ดินเค็ม (saline soils) หมายถึง ดินที่มีเกลือละลายได้ง่ายในดินมากพอที่จะลดผลผลิตพืชลงอย่างเด่นชัด แต่ไม่เน้นอิทธิพลของโซเดียม ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดจากสารละลายดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำมีค่าสูงกว่า 4 เดซิซิเมนส์ต่อเมตร ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมต่ำกว่า 13 ค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 15 และค่าปฏิกิริยาดินมักจะต่ำกว่า 8.5 (Richards, 1954; Soil Science Society of America, 1984) บริเวณที่เป็นดินเค็มมักจะปรากฏการบเกลือสีขาวบนผิวน้ำดิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า white alkali soils หรือ solonchak soils (จรงักษ์, 2530)

2 ดินโซดิก (sodic soils) หมายถึง ดินที่มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากพอที่จะเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช รวมถึงโครงสร้างของดิน โดยทั่วไปจะมีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมมากกว่า 13 หรือมีค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เกินกว่า 15 และค่าปฏิกิริยาดินจะสูงกว่า 8.5 ยกเว้นในดินเขตร้อนที่มีการชะล้างรุนแรง (Richards, 1954; Soil Science Society of America, 1984) เนื่องจากดินมีโซเดียมมาก มีค่าปฏิกิริยาดินสูง อินทรีย์วัตถุในดินจะละลาย และฟุ้งกระจายอยู่ในสารละลายดิน บางส่วนจะตกตะกอนเคลือบผิวเม็ดดิน ทำให้ดินมีสีคล้ำกว่าปกติ จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า black alkali soils หรือ solonetz soils (จรงักษ์, 2530)

3 ดินเค็มโซดิก (saline-sodic soils) หมายถึง ดินที่มีทั้งเกลือที่ละลายได้ง่าย และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่มากจนก่อให้เกิดอันตรายต่อพืช มีค่าการนำไฟฟ้าซึ่งวัดจากสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำสูงกว่า 4 เดซิซิเมนส์ต่อเมตร ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมไม่น้อยกว่า 13 หรือมีร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่น้อยกว่า 15 โดยทั่วไปค่าปฏิกิริยาดินจะไม่สูงเกินกว่า 8.5 (Richards, 1954; Soil Science Society of America, 1984)

ระดับความเค็มของดิน

พืชทั่วไปเจริญเติบโตได้น้อยลงเมื่อความเค็มของดินเพิ่มขึ้น และพืชทนเค็มเท่านั้นที่เจริญในดินเค็มได้ดี เนื่องจากดินมีการสะสมเกลือมากหรือน้อยแตกต่างกัน จึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันด้วย การจำแนกระดับความเค็มของดินสามารถทำได้โดยพิจารณาจากผลกระทบท่อพืช (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ระดับความเค็มของดินจำแนกโดยพิจารณาจากผลกระทบของพืช

การนำไฟฟ้า เดซิซีเมนต์/เมตร	ระดับความเค็ม	อิทธิพลต่อพืช
0 - 2	ไม่เค็ม	ไม่กระทบกระเทือนต่อพืช
2 - < 4	ไม่เค็ม	พืชที่ไวต่อความเค็มมีการเจริญเติบโตลดลงบ้าง
4 หรือสูงกว่า 4	เค็ม	
4 - 8	เค็มปานกลาง	จำกัดการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
> 8 - 16	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่เจริญเติบโตได้ดี
> 16	เค็มมากที่สุด	พืชทนเค็มบางชนิดเท่านั้นที่เจริญเติบโตได้ดี

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในประเทศไทยจัดเป็นดินที่มีปัญหาในการผลิตพืช โดยใช้เทคโนโลยีการเกษตรระดับปกติ (เอิบ, 2533) เนื่องจากดินเค็มมีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช กล่าวคือ ทำให้พืชใช้น้ำได้ยากขึ้น พืชมักจะเกิดอาการขาดน้ำและใบไหม้โดยเริ่มจากขอบใบ นอกจากนี้ พืชจะได้รับพิษของไอออนที่เป็นส่วนประกอบของเกลือที่ละลายออกมา ได้แก่ Na^+ Mg^{2+} Ca^{2+} Cl^- HCO_3^- SO_4^{2-} โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Na^+ และ Cl^- การมีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินเลว คือ ดินฟุ้งกระจายและมีโครงสร้างที่ไม่อยู่ตัว อนุภาคดินที่ฟุ้งกระจายจะแทรกอยู่ตามรอยแตกหรือช่องว่างของดิน จึงทำให้ดินแน่น น้ำซึมผ่านยาก ไถพรวนยาก รากพืชชอนไชได้ยาก และมักจะทำให้พืชขาดแคลเซียมและแมกนีเซียม เนื่องจาก pH ของดินสูง เกิดการตกตะกอนของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายได้ตลอดจนเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ดินมีธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์น้อยลง ได้แก่ ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี โบรอน แมงกานีส และไนโตรเจน (อำนาจ, 2525; สมศรี, 2536; Ghassemi *et al.*, 1995) ดังนั้น ปัญหาดินเค็มที่เกิดขึ้นถ้าไม่มีการควบคุมที่ดีก็จะก่อให้เกิดผลเสียต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงได้ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการจัดการพื้นที่โดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ถ้าไม่มีการป้องกันและแก้ไข ดินเค็มก็จะมีการแจกกระจายเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม

การเกิดดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือและกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

การเกิดดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือพบมากกว่าครึ่งหนึ่งของบริเวณที่เป็นพื้นดินของโลกพบได้มากทั้งในเขตสภาพภูมิอากาศกึ่งชื้น (sub-humid) ค่อนข้างแห้งแล้ง (semi-arid) และแห้งแล้ง (arid) ทั้งนี้เนื่องจากมีน้ำไม่เพียงพอที่จะชะละลายเกลือซึ่งมีทั้งไอออนบวกไอออนลบ ส่วนใหญ่เป็นไอออนบวกของโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม กับไอออนลบของคลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต (Richards, 1954; White, 1997)

การสะสมเกลือในดินโดยทั่วไปมี 2 กรณี กรณีแรกวัดดูต้นกำเนิดของดินชนิดนั้นมีเกลือสะสมสูงอยู่แล้วตามธรรมชาติ กรณีที่สองเกิดการสะสมขึ้นในดินภายหลังทั้งโดยกระบวนการธรรมชาติและ/หรือมนุษย์เป็นวิศวกร (ไพบูลย์, 2536; Ghassemi *et al.*, 1995) แต่ต้องมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมที่จะทำให้เกิดการสะสมเกลือในดินได้ สภาพแวดล้อมที่ว่านี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับ 2 ปัจจัย ได้แก่ แหล่งเกลือและสภาพน้ำในดิน (ขงยุทธ, 2524; สมศรี, 2536; Varallyay, 1968)

1. แหล่งเกลือ แหล่งเกลือที่ทำให้เกิดจากการสะสมความเค็มในดินมาจากหลายแหล่งด้วยกัน พอที่จะสรุปได้ คือ เกลือที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของหินและแร่ เกลือจากน้ำทะเลที่ซึมเข้ามาในแผ่นดิน เกลือจากบรรยากาศที่ทับถมโดยอิทธิพลของน้ำฝน และเกลือที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ เกลือจากแหล่งต่างๆเหล่านี้เมื่อเข้าสู่วัฏจักรของน้ำใต้ดิน ก็สามารถเคลื่อนที่ไปกับน้ำใต้ดินและสะสมยังแหล่งต่างๆที่สภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยให้เกิดการสะสมของเกลือได้ (ขงยุทธ, 2524; Joffe, 1949; White, 1997; Keren, 2000)

2. สภาพน้ำ (water regimes) การละลาย เคลื่อนย้าย และสะสมเกลือในดิน นอกจากขึ้นกับสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับปริมาณหยาดน้ำฟ้า (precipitation: PT) และการคายระเหยน้ำจากดิน (evapotranspiration: ET) แล้วนั้น ยังขึ้นอยู่กับสภาพน้ำในดินด้วย ลักษณะที่ส่งผลต่อสภาพน้ำในดินจะเกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่ สภาพการระบายน้ำ และระดับน้ำใต้ดินของบริเวณนั้นๆ (ขงยุทธ, 2524) Waisel (1972) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพน้ำกับการสะสมเกลือในดินพบว่าแบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ 1) บริเวณที่มี PT มากกว่า ET ดินมีการระบายน้ำดีและระดับน้ำใต้ดินลึก จะไม่เป็นดินเค็ม 2) บริเวณที่ลุ่ม ระดับน้ำใต้ดินสูง และมี ET มากกว่า PT เกลือที่มากับน้ำผิวดินซาบซึม

ลงสู่ดินล่าง หรือเกลือที่มากับน้ำใต้ดินซาบซึมขึ้นสู่ดินบน ทำให้มีการสะสมเกลือในชั้นดิน 3) บริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินแปรปรวนตามฤดูกาล และดินมีความสามารถในการซาบซึมน้ำต่างกัน การสะสมเกลือมักเกิดในสภาพที่ดินมีดินเหนียวเป็นองค์ประกอบมากและมีสภาพให้ซึมได้ (permeability) ต่ำ (เอิบ, 2524; Richards, 1954) 4) บริเวณที่ ET สูงกว่า PT อย่างมาก มีระดับน้ำใต้ดินต่ำมาก เกลือที่ดินได้รับจึงยังคงอยู่ในดินไม่เคลื่อนที่ไปไหนในสภาพนี้ จึงสะสมอยู่ในชั้นดินที่น้ำซาบซึมไปถึง

กระบวนการทางดินที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในดินประกอบด้วย 6 กระบวนการหลัก คือ salinization, desalinization, alkalization, dealkalization, solonization และ solodization (เอิบ, 2526; Pawluk, 1982; Buol *et al.*, 1989; Fanning and Fanning, 1989)

1. กระบวนการ salinization เป็นการสะสมเกลือที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ เกลือซัลเฟต คลอไรด์ของพวกแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมและโพแทสเซียมในชั้นดินล่างวินิจัยเซติก มักเกิดในสภาพที่ดินมีดินเหนียวเป็นองค์ประกอบมาก มีสภาพให้ซึมได้ต่ำ กระบวนการนี้จะเกิดในสภาพภูมิอากาศกึ่งชุ่มชื้นหรือชื้น (Sys, 1980; Brady and Weil, 1999)

2. กระบวนการ desalinization เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายเกลือที่ละลายได้จากชั้นดินหรือออกไปจากหน้าตัดดินทั้งหมดและเกิดขึ้นภายหลังจากการเกิดกระบวนการ salinization แล้ว

3. กระบวนการ alkalization หรือ solonization เป็นกระบวนการสะสมโซเดียมไอออนในบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนไอออนในดินเหนียวหรืออินทรีย์วัตถุ ได้แก่ แคลเซียม โซเดียมและแมกนีเซียม ซึ่งทำให้เกิดเป็นชั้นดินล่างวินิจัยเนตริกขึ้นในหน้าตัดดิน

4. กระบวนการ dealkalization หรือ solodization เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายโซเดียมไอออนจากบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนเหล่านี้และจะเกิดขึ้นเมื่อน้ำมาก ทำให้โซเดียมไอออนอยู่ในสภาพที่มีน้ำขังเข้ามาเกี่ยวข้อง

นอกจากนี้ยังมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องอีกคือ eluviation และ illuviation ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างดินที่เกิดควบคู่กันโดย eluviation เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายวัสดุที่มีอยู่ในชั้นดินออกไปจากชั้นหนึ่งของหน้าตัดดิน ชั้นที่มีการเคลื่อนย้ายวัสดุออกไปนี้จะเป็นตอนล่างของชั้นดินบนที่มีการผุพังทางเคมีมาก ส่วน illuviation เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุมาสะสมอยู่ในชั้นหนึ่งของหน้าตัดดินทำให้เกิดชั้นดินสะสมขึ้น (เอิบ, 2526, 2542; อภิสิทธิ์, 2527; Pawluk, 1982; Buol *et al.*, 1989; Fanning and Fanning, 1989)

Whitting (1959) พบว่า วิวัฒนาการในอดีตของดินที่ได้รับอิทธิพลจากโซเดียมไอออน ทำให้ชั้น A มีปฏิกิริยาเป็นกรด ส่วนชั้น B มีปฏิกิริยาเป็นด่าง และมีเนื้อดินละเอียด เนื่องจากมีปริมาณดินเหนียวสะสมอยู่สูง มีโครงสร้างแบบแท่งห้วน อัตราร้อยละ โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำในชั้นบน และเพิ่มขึ้นตามความลึกทำให้การแจกกระจายของดินเหนียวและความจุแลกเปลี่ยนไอออนแตกต่างกัน ขณะที่กระบวนการ salinization, solonization, solodization และเวลามีอิทธิพลต่อพัฒนาการของดิน ซึ่งความเป็นด่างจะเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยไอออนบวกในกลุ่มวาเลนซี 2 (divalent) ได้อีกทางหนึ่ง

การแจกกระจายของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ปัญหาดินเค็มมีการแจกกระจายไปทั่วโลก โดยเฉพาะในบริเวณที่มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนแห้งแล้งหรือกึ่งแห้งแล้ง (arid or semi-arid climate) (Thorne และ Peterson, 1954) ซึ่งมีอัตราการระเหยสูงกว่าหยาดน้ำฟ้าที่ได้รับ ทำให้มีกระบวนการสะสมเกลือและการสะสมต่างมากกว่ากระบวนการชะล้าง (Arar, 1971) ประเทศที่ประสบปัญหาดินเค็มอย่างกว้างขวาง ได้แก่ สหภาพโซเวียต รัสเซีย สาธารณรัฐประชาชนจีน อิรัก อินเดีย บังคลาเทศ สเปน สหรัฐอเมริกา อียิปต์ ออสเตรเลีย และประเทศอื่นๆ รวมเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 42 ล้านเฮกตาร์ (ยงยุทธ, 2524; อนันต์, 2529) ส่วนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Szabolcs (1985) รายงานว่ามีพื้นที่รวมกันถึง 19.9 ล้านเฮกตาร์แจกกระจายอยู่ในประเทศอินโดนีเซีย เวียดนาม สาธารณรัฐประชาธิปไตยกัมพูชา และประเทศไทย

จากการสำรวจพื้นที่ดินเค็มโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมของกรมพัฒนาที่ดินมีข้อสรุปว่า ในประเทศไทยมีพื้นที่ดินเค็มทั้งสิ้น 21.7 ล้านไร่ หรือร้อยละ 6.77 ของพื้นที่ทั้งประเทศ (คณะอนุกรรมการมาตรฐานข้อมูลแผนที่และการวางแผนการใช้ที่ดิน, 2532; สมพงษ์, 2533) ดินเค็มที่พบสามารถจำแนกตามลักษณะการกำเนิด และสัณฐานภูมิประเทศ ได้เป็น 2

ประเภทคือ ดินเค็มชายทะเล (coastal saline soils) และดินเค็มในแผ่นดิน (inland saline soils) (Arunin, 1984)

ดินเค็มชายทะเลเป็นดินเค็มที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเล ส่วนใหญ่พบอยู่ตามแนวชายฝั่งทะเลซึ่งอาจจะยังคงมีน้ำทะเลท่วมถึง หรือเคยเป็นพื้นที่ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงมาก่อน ปัจจุบันมีพื้นที่รวมกันประมาณ 3.6 ล้านไร่หรือร้อยละ 1.13 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยจะพบมากที่สุดตามแนวชายฝั่งของภาคใต้ (2.3 ล้านไร่) รองลงมา คือ ภาคกลาง (0.8 ล้านไร่) และภาคตะวันออก (0.5 ล้านไร่) ตามลำดับ (พิสุทธิ, 2530; สมพงษ์, 2533) ดินเค็มในแผ่นดิน มักจะพบแจกกระจายอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในขอบเขตของแอ่งโคราช (Khorat basin) และแอ่งสกลนคร (Sakon Nakhon basin) มากกว่าบริเวณอื่นๆ ของประเทศ ปัจจุบันมีพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 37.2 ล้านไร่ หรือร้อยละ 34 ของพื้นที่ทั้งประเทศ แบ่งเป็นพื้นที่ดินเค็มจัดและดินเค็มปานกลาง 5.18 ล้านไร่ ดินเค็มน้อย 12.6 ล้านไร่ และพื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นดินเค็มหรืออาจเป็นแหล่งแจกกระจายของความเค็มได้หากไม่มีระบบการป้องกันแก้ไขที่ถูกต้องอีกกว่า 19.4 ล้านไร่ (เพิ่มพูน, 2527; ดิเรก, 2531; สมพงษ์, 2533; Arunin, 1984) จากการศึกษาพบว่ามีดินเค็มที่เกิดอยู่ในแอ่งโคราชจะมีการแจกกระจายเป็นบริเวณกว้างขวาง และมีความรุนแรงของปัญหาความเค็มมากกว่าในแอ่งสกลนคร (พิชัย, 2527) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่บริเวณใจกลางแอ่ง ซึ่งเป็นพื้นที่ของจังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด รวมถึงพื้นที่ทางตอนเหนือของจังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันมีพื้นที่ดินเค็มรวมกันประมาณ 5.9 ล้านไร่ หรือร้อยละ 33.2 ของพื้นที่ดินเค็มทั้งหมดของภาค เฉพาะจังหวัดนครราชสีมาเพียงแห่งเดียวมีดินเค็มแจกกระจายอยู่ถึง 2.5 ล้านไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2529)

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือมักพบในสภาพภูมิอากาศร้อนและแห้งแล้งแต่ก็พบได้บ้างในเขตภูมิอากาศแบบร้อนและร้อนชื้น ซึ่งพื้นที่ที่มีอัตราของปริมาณหยาดน้ำฟ้ากับการระเหยเท่ากับ 0.75 หรือน้อยกว่า และอยู่ในที่ต่ำราบเรียบที่มีน้ำใต้ดินสูง (สมศรี, 2539; Beek *et al.*, 1980; Buol *et al.*, 1989) ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในประเทศไทยมีการแจกกระจายทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และบริเวณชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือแจกกระจายอยู่เกือบทุกจังหวัดตั้งแต่ระดับความเค็มน้อยถึงเค็มมาก (สมศรี, 2539)

ดินเค็มในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ดินเค็มบก และ ดินเค็มชายทะเล

1. ดินเค็มบก มีทั้งดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และดินเค็มภาคกลาง

1.1 ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกิดจากน้ำละลายเอาหินเกลือใต้ดินซึ่งเป็นแหล่งเกลือที่มีอยู่ตามธรรมชาติในดินขึ้นมาสะสมในบริเวณที่ลุ่มต่ำ ทำให้ดินในบริเวณนั้นและบริเวณใกล้เคียงเปลี่ยนสภาพเป็นดินเค็ม ซึ่งกระจายเป็นหย่อม ๆ ความเค็มมากน้อยขึ้นอยู่กับอิทธิพลของหินเกลือที่มีอยู่ จากการศึกษาของพรพรม (2544) พบว่า ดินอยู่ในบริเวณลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ วัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่เป็นตะกอนน้ำพาที่องุ่นบนตะกอนตกร้างที่สลายตัวมาจากหินทรายแป้ง และตะกอนน้ำพาเก่า และจุฑามาศ (2546) พบว่า ดินอยู่ในลุ่มตะพักน้ำขึ้นต่ำ หน้าตัดดินที่อยู่ในบริเวณตอนกลางของตะพักลุ่มน้ำขึ้นต่ำเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือมากที่สุด และการแจกกระจายความเค็มของดิน โดยทั่วไปถูกควบคุมโดยชั้นของวัสดุตกร้างที่สลายตัวมาจากชั้นหินตะกอนที่กำลังผุพังสลายตัว สำหรับดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งออกได้ดังนี้

- พื้นที่ดินเค็มจัด 1.5 ล้านไร่ พบคราบเกลือที่ผิวดินมากกว่า 50% ความเค็มของดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่าง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้นใกล้ผิวดิน 1-2 เมตร

- พื้นที่ดินเค็มปานกลาง 3.7 ล้านไร่ พบคราบเกลือที่ผิวดิน 10-50% ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกจากผิวดินประมาณ 2 เมตร

- พื้นที่ดินเค็มน้อย 12.6 ล้านไร่ พบคราบเกลือที่ผิวดินน้อยกว่า 10% ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกจากผิวดินมากกว่า 2 เมตร

1.2 ดินเค็มภาคกลางแหล่งเกลือเกิดจากตะกอนน้ำกร่อย หรือน้ำทะเลที่ทับถมมานาน หรือเกิดจากน้ำใต้ดินเค็มทั้งที่อยู่ลึกและอยู่ตื้น เมื่อน้ำใต้ดินไหลผ่านแหล่งเกลือแล้วไปโผล่ที่ดินไม่เค็มที่อยู่ต่ำกว่าทำให้ดินบริเวณที่ต่ำกว่านั้นกลายเป็นดินเค็มทั้งนี้ขึ้นกับภูมิประเทศแต่ละแห่ง สาเหตุการเกิดแพร่กระจายออกมามาก ส่วนใหญ่เกิดจากมนุษย์สูบน้ำไปใช้มากเกินไป เกิดการแทรกซึมของน้ำเค็มเข้าไปแทนที่ การชลประทาน การทำคลองชลประทานรวมทั้งการสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในไร่นาบนพื้นที่ที่มีการทับถมของตะกอนน้ำเค็ม หรือจากการขุดหน้าดินไปขายทำให้ตะกอนน้ำเค็มที่อยู่ลึกนั้นกลายเป็นแหล่งแพร่กระจายเกลือได้ จากการศึกษาของดิเรก (2531) พบว่าการแจกกระจายของดินเค็มในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองมี 2 ลักษณะ คือ ดินเค็มบริเวณที่ลุ่ม ซึ่ง

เกี่ยวข้องกับตะกอนของทะเลในปัจจุบัน พบตามชายฝั่งทะเลทางตอนใต้ของกลุ่มน้ำ ส่วนดินเค็มบริเวณที่ดอนพบกระจายเป็นหย่อมๆ ในแนวเหนือ-ใต้ ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

บริเวณภาคกลางมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบประกอบด้วยที่ราบลุ่มปากแม่น้ำ 2 ส่วนที่เป็นสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเก่า (old delta) และดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำใหญ่ (young delta) ซึ่งมีการวิวัฒนาการของสภาพทางธรณีสัณฐาน กล่าวคือ ในอดีตบริเวณที่ราบภาคกลางเคยเป็นทะเลมาก่อนต่อมาได้มีการถอยร่นของระดับน้ำทะเล และมีการทับถมของตะกอนปากแม่น้ำเกิดเป็นแผ่นดินโดยใช้เวลานานกว่า 4,000 ปี จนปรากฏในลักษณะปัจจุบันทำให้วัตถุต้นกำเนิดประกอบด้วยชั้นตะกอนจากทะเล (marine deposit) ที่ถูกปกคลุมด้วยตะกอนน้ำจืด (alluvial deposit) เกลือที่เกิดขึ้นจึงต่างจากเกลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมักจะเป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โดยที่ในบริเวณภาคกลางเป็นเกลือที่มีอนุผลหลักหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ คือ เกลือ Cl^- HCO_3^- และ SO_4^{2-} ของ Ca Mg และ Na ในส่วนของเกลือ NaCl จะมาจากตะกอนของน้ำทะเลที่อยู่ในตะกอนน้ำเค็มและน้ำกร่อยของชั้นดินเหนียว ส่วน NaHCO_3 อาจมาจากการไล่ที่ Na ใน Na clay ของ Ca ที่มีอยู่รูปสารละลายในดิน หรือยิปซัมออกมาทำปฏิกิริยากับ HCO_3^- กับ CO_3^{2-} กับน้ำ นอกจากนี้ยังพบเกลือในรูป HCO_3^- ของ Ca และ Mg อีกด้วย ซึ่งมักพบเสมอในดินเค็มภาคกลาง (สมศรี และพรณี, 2540) การทับถมของตะกอนนั้นโดยธรรมชาติแล้วก็จะไม่สม่ำเสมอทำให้บริเวณที่โดยทั่วไปเป็นตะกอนที่มีเนื้อละเอียดกว่าบริเวณอื่นก็อาจมีตะกอนเนื้อหยาบได้ จากการศึกษาของ ไพบูลย์ (2540) รายงานว่า ดินบน fan base โดยทั่วไปมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง หรือร่วนเหนียวปนทรายแป้ง แต่มีบางบริเวณที่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายละเอียด และบริเวณดังกล่าว พบว่า มีการแพร่กระจายของดินเค็มเกิดขึ้น (สันนิษฐานว่าบริเวณดังกล่าวนี้เป็นบริเวณท้องน้ำเก่าของลำธารเล็กๆ ที่มักจะเกิดขึ้นกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในสภาพพื้นที่แบบ Alluvial fan) จึงเป็นเหตุผลประกอบว่าเหตุใดดินเค็มบริเวณ fan base เกิดขึ้นเป็นหย่อมๆ กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปตามบริเวณที่มีดินเนื้อหยาบ และประกอบกับน้ำใต้ดินที่ตื้น และเค็มซึ่งมีแรงดันและปริมาณมาก ทำให้ละลายเกลือและซาบซึมขึ้นสู่ผิวดิน แสดงให้เห็นคราบเกลือในฤดูแล้งแม้ว่าในฤดูฝนจะไม่แสดงคุณสมบัติว่าเป็นดินเค็มก็ตาม และจากการศึกษาของ Hattori และ Takaya (1989) ได้แบ่งลักษณะทางธรณีสัณฐานของพื้นที่ภาคกลางออกเป็น 4 แบบใหญ่ๆ คือ 1) Holocene marine deposits ครอบคลุมส่วนที่เป็นสามเหลี่ยม delta ตอนล่าง ระดับความสูงมากกว่าน้ำทะเล 2 เมตร มีชั้นดินเหนียวเป็นตะกอนน้ำเค็ม หรือน้ำกร่อย ซึ่งลักษณะสำคัญและเป็นแหล่งกำเนิดของเกลือ รวมทั้งดินเปรี้ยวในส่วนตอนเหนือของอยุธยาขึ้นไปมีตะกอนน้ำจืดโดยพบชั้นตะกอนน้ำเค็มแทรกอยู่ 2) Pleistocene marine deposits เป็นชั้นที่เกิดอยู่ใต้ชั้น Holocene โดยเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณี ซึ่งจะเอียงเข้าหาที่กลางของ delta ชั้นนี้จะอยู่ลึกประมาณ 15 เมตร ชั้นนี้จะเป็นแหล่งของการเกิดเกลือและดินเปรี้ยวเช่นกัน เนื่องจากดินชั้นล่างเก่ากว่าจึงถูกชะล้างออกไป

มาก ความรุนแรงจึงน้อยลง 3) Fan deposits เป็นชั้นของทรายและกรวดหินที่พัดมาโดยแม่น้ำลำคลองและเอียงเข้าหา delta เช่นกัน ตะกอนมักจะเป็นรูปพัด และอาจสอดคล้องอยู่ในชั้นของตะกอนดินน้ำกร่อย และน้ำเค็มก็ได้ บางแห่งอาจจะพบสลับเป็นชั้นๆ ระหว่างชั้นกรวดทรายที่ไม่เค็มกับชั้นดินเหนียวที่เค็มเป็นรูปเลนซ์ โดยทั่วไปแล้ว fan deposits ที่เกิดขึ้นโคดเคียวจะไม่เค็มแต่ในกรณีนี้อาจเค็ม เนื่องจากมีเกลือจากชั้นดินเหนียวที่เค็มปะปนมาได้ นอกจากนี้ยังพบการเกลือในบริเวณตะกอนแม่น้ำซึ่งไม่เค็ม แต่สันนิษฐานว่าเกลืออาจถูกพาขึ้นมาจากชั้นล่างใต้ดินที่เป็นตะกอนทะเลเก่า 4) Hard rock ซึ่งกล่าวในที่นี้จะมีตะกอน Paleozoic และ Metamorphic ซึ่งเป็นหินอัคนี (igneous) รวมทั้ง pegmatite ด้วย

2. ดินเค็มชายทะเลเป็นดินที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเล พื้นที่เหล่านี้เป็นบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึงมาก่อน เมื่อระดับน้ำทะเลลดลงพื้นที่เหล่านี้ยังคงมีเกลือสะสมอยู่ในดินจำนวนมาก (พิสุทธ์, 2530) องค์ประกอบของเกลือที่พบคล้ายคลึงกับเกลือในน้ำทะเล ความเข้มข้นของเกลือแต่ละจุดต่างกัน การเกิดความเค็มมีลักษณะเฉพาะแห่ง (ชาลี, 2529)

ผลของระดับความเค็มต่อสมบัติดิน

การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินเค็มจะแตกต่างกันไปตามประเภทของดิน ธรรมชาติของน้ำใต้ดินและระยะเวลาของการอิ่มตัวด้วยน้ำ (Fitzpatrick *et al.*, 2000) ซึ่งระดับความเค็มของดินมีผลต่อสมบัติดินหลายประการ ในดินเค็มที่เป็นดินเหนียวจะมีอัตราการแทรกซึมน้ำ (infiltration rate) ของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (จาก 3.2 เซนติเมตรต่อชั่วโมงเป็น 2.06 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) (Mousavi *et al.*, 2000) ซึ่งการแทรกซึมน้ำที่ลดลงนี้ ถูกควบคุมโดยตรงจากการขยายตัวของดินเหนียว (Rowell *et al.*, 1969) และยังทำให้สภาพให้ซึมได้ (permeability) ของดินและสภาพนำน้ำ (hydraulic conductivity) ของดินลดลงอีกด้วย (Crescimanno *et al.*, 1995; Fitzpatrick *et al.*, 2000) อัตราการไหลซึมผ่าน (percolation) ของดินจะเปลี่ยนไป เนื่องจากอิทธิพลของรอยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเค็มและดินเค็มโซเดียม (Velayutham *et al.*, 1977) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกเป็นส่วนใหญ่ (Pupisky and Shairborg, 1979) นอกจากนี้การสะสมของเกลือในดินยังทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย (Crescimanno *et al.*, 1995)

Lima and Grismer (1992) ศึกษาผลกระทบของดินเค็มต่อฐานรากของรอยแตกและความหนาแน่นรวมของดินที่รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยไม่มีอิทธิพลของพืชมาเกี่ยวข้อง พบว่า เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นความกว้างของรอยแตก รอยละของพื้นที่ที่มีรอยแตกและปริมาตรของรอยแตก (crack volume) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่รอยแตกมีความลึกลดลง ส่วน

ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อน้ำในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น Frenkel *et al.* (1978) ได้รายงานว่าดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือโดยทั่วไป พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมสูงสุดอยู่ในช่วงชั้นดิน Bt ซึ่งมีการสะสมของอนุภาคดินเหนียวมากและมีค่าความจุน้ำจำเพาะของหน้าตัดดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง

ในการศึกษาวัฏจักรสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินเค็มชายฝั่งทะเลตามฤดูกาลต่างๆที่ประเทศบังคลาเทศ พบว่า ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน เช่น ค่าปฏิกิริยาดิน อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม อัตราร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร (Khan *et al.*, 1991) ผลจากการศึกษาอื่นๆ พบว่า ในดินเค็มปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนรวม มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยมีค่าต่ำ (Singh and Raw, 1976) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในช่วงต่ำถึงต่ำมาก (Buol *et al.*, 2003)

Khan *et al.* (1992) ได้ศึกษาอิทธิพลของระดับความเค็มที่มีผลต่อสมบัติดิน โดยทำการทดลองในแปลงปลูกข้าวที่มีระดับความเค็มเล็กน้อยถึงปานกลาง พบว่า สภาพการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้น้ำชลประทานที่มีความเค็มและจะมีค่าลดลงเมื่อมีการใส่ยิปซัม สังกะสีหรือใส่ร่วมกัน ส่วนความเข้มข้นของคลอไรด์ ซัลเฟตและไบคาร์บอเนตไอออนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นแต่จะมีค่าลดลงระหว่างที่ข้าวเจริญเติบโต ยกเว้น คลอไรด์ จุ่มพล (2535) ศึกษาองค์ประกอบเชิงแร่ของดินเค็มที่บริเวณแอ่งโคราช พบว่า ชนิดและปริมาณเชิงแร่ทั้งขนาดอนุภาคดินเหนียวและขนาดทรายแป้งส่วนใหญ่ ได้แก่ แร่เคโอลิไนต์ สมกไทต์ และควอตซ์ ส่วนแร่ปฐมภูมิอื่นๆ เช่น เฟลด์สปาร์ ไมกามีเหลืออยู่น้อยกว่า เพราะแร่เหล่านี้สลายตัวง่ายกว่าแร่ควอตซ์ และเคโอลิไนต์ Kohut and Dudas (1994) ได้ทำการศึกษาดินเค็มในบริเวณแอ่งต่ำของทะเลทราย (playa) ที่รัฐแอลบอร์ตา ประเทศแคนาดา พบว่า มีแร่ขนาดอนุภาคดินเหนียวที่เด่น คือ สมกไทต์ ไมกา และเวอร์มิคิวไลต์

สมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

สมบัติทางกายภาพ

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือส่วนใหญ่ พบว่า ดินบนมีเนื้อหยาบกว่าดินล่าง เนื่องจากเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นเนื้อหยาบถึงเนื้อปานกลาง (Frenkel *et al.*, 1978) ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอยู่ในระดับต่ำ และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะของเนื้อดินล่างที่มีแนวโน้มละเอียดกว่าดินบน มีผลให้ช่องว่างขนาดใหญ่ของดินลดลงตามความลึก (Pupisky and Shainberg, 1979) ดินมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลางถึงดี มีค่าความหนาแน่นรวมสูง และความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่าต่ำถึงปานกลาง

ผลจากการสะสมเกลือในดินที่มีรอยแตก (crack) เมื่อดินได้รับอิทธิพลจากเกลือทำให้ปริมาณน้ำกับความลึกของรอยแตกเปลี่ยนไป ผิวหน้าดินจะสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะผิวหน้าดินแสดงรอยแตกในระดับตื้น ดินมีการหดตัว พบช่องว่างในดินน้อยลง สอดคล้องกับค่าความหนาแน่นรวม (bulk density) ที่สูงขึ้น (Lima and Grismer, 1992) นอกจากนี้ โซเดียมที่มีอยู่มากนั้นจะทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเลวลง เนื่องจากโซเดียมจะเข้าไปแทนที่แมกนีเซียม และแคลเซียมไอออนในบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนประจุ ทำให้อนุภาคดินเหนียวอยู่ในสภาพที่ฟุ้งกระจาย และไปอุดตันอยู่ตามช่องว่าง เป็นผลให้การซบซึมน้ำลดลง เมื่อดินแห้งจะแน่นทึบ และอาจจะเกิดแผ่นแข็งปิดผิวดิน (soil crust) ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2531; สุนทรี, 2529; Rimwanich and Suebsiri, 1984)

สมบัติทางเคมี

ในดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือโดยทั่วไป ปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนรวมมีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากในดินล่างและมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ต่ำมีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินมีค่าต่ำ ซึ่งลดลงตามความลึก สอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนรวม (Bray และ Kunzt, 1945; Singh และ Raw, 1976) ดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มากเป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าดินมีการชะละลายมานาน ค่าปฏิกิริยาของดินแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ 1) กลุ่มที่มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นด่าง 2) กลุ่มที่มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรด 3) กลุ่มที่มีค่าปฏิกิริยาดินบนเป็นกรดอ่อนแต่ดินล่างเป็นด่าง ส่วนใหญ่ค่าความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวก (cation exchange capacity) ของดินและค่าร้อยละความอิ่มตัวเบส

(base saturation percentage) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงสูง แสดงถึงอิทธิพลของโซเดียมไอออน (Sanchez, 1976; Pramojane, 1982) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงต่ำมาก อัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก (Sanchez, 1976; Kheoruenromne, 1988; Buol *et al.*, 1989) สภาพการนำไฟฟ้าของดินเฉลี่ยมีค่าสูงกว่า 4 เดซิซิเมนส์ต่อเมตร อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมมีค่าไม่ต่ำกว่า 13 และอัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ไม่ต่ำกว่า 15 (จุมพล, 2535; Kheoruenromne, 1988) สำหรับปัจจัยในการแจกกระจายของโซเดียมคลอไรด์นั้น Walthall *et al.* (1992) สรุปว่ามาจากระดับความลึกของดิน และจากการศึกษาของ Patcharapreecha *et al.* (1990) พบว่า อิทธิพลของน้ำใต้ดินทำให้เกลือโซเดียมคลอไรด์ละลายได้เป็นบริเวณกว้าง ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพา มีค่าความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวก อินทรีย์วัตถุและความต้านทานการเปลี่ยนแปลง (buffering capacity) ทางเคมีต่ำ

ดินซึ่งเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือมีผลกระทบต่อดิน คือ ดินที่มีโซเดียมละลายอยู่มากจะทำให้โครงสร้างของดินเลว ดินจะรวมตัวกันแน่นทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำและอากาศผ่านดินได้ลดลง เมื่อดินแห้งจะจับตัวเป็นก้อนแข็งทำให้ค่าสภาพการนำน้ำของดินลดลง เกิดการสะสมของเกลือในปริมาณที่เป็นพิษต่อพืช ได้แก่ โบรอน คลอไรด์ โซเดียม ไบคาร์บอเนต ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับพืช แต่ถ้ามีปริมาณสูงกว่า 2 ส่วนในล้านจะเป็นอันตรายต่อพืช (สิทธิพร, ม.ป.ป.)

อิทธิพลของเกลือในดินต่อการเจริญเติบโตของพืช

พืชที่ปลูกในดินที่มีเกลือละลายอยู่มากกว่าเกินกว่าปกติ จะมีการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลงเนื่องจากสาเหตุ 3 ประการคือ

- 1) ความเครียดออสโมติก (Osmotic stress)
- 2) ความเค็มทำให้พืชขาดแคลนธาตุอาหารบางธาตุ (Deficiency stress)
- 3) ความเป็นพิษเนื่องจากไอออนบางชนิดที่พืชดูดเข้าไปสะสมมากเกินไปจนเกินความต้องการ (Levitt, 1972; Luttge *et al.*, 1984)

เกลือต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน จะทำให้ความดันออสโมติกของน้ำในดินเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำส่วนที่พืชสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง ในดินเค็มที่มีความเข้มข้นของ

เกลือสูงมากจะก่อให้เกิดกระบวนการพลาสโมไลซิส (plasmolysis) ทำให้น้ำในพืชเคลื่อนที่ออกมาสู่สารละลายดิน ส่งผลให้พืชไม่สามารถดูดน้ำจากดินขึ้นมาใช้ได้และเหี่ยวตายไปในที่สุด (จงรักษ์, 2530) นอกจากนี้ ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือหรือเกลือในดินยังมีผลต่อการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของกล้าอ่อน และกระบวนการเมตาโบลิซึมต่าง ๆ ในต้นพืช ทั้งในเรื่องของการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชที่จำเป็นบางชนิด

ความเค็มทำให้พืชขาดแคลนธาตุอาหารบางธาตุ (deficiency stress) ทั้งนี้ไอออนที่มีอยู่มากมายในสารละลายของดินทำให้สมดุลของธาตุอาหารพืชเสียไป เนื่องจากภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) ระหว่างไอออนซึ่งเป็นสาเหตุของความเค็มนั้นกับไอออนซึ่งเป็นธาตุอาหารพืช อิทธิพลของระดับความเค็มต่อพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เพราะพืชแต่ละชนิดมีความทนทานต่อระดับความเค็มได้มากน้อยแตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วพืชได้รับเกลือจะมีลักษณะใบเล็ก แต่ใบนั้นอาจจะไม่มีการผิดปกติ (Nieman, 1965) สำหรับดินเค็มโซเดียม และดินโซเดียม ซึ่งนอกจากจะได้รับอิทธิพลจากเกลือโดยตรงแล้วโซเดียมไอออนที่มีอยู่มากเกินไปอาจจะก่อให้เกิดสภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) ทำให้พืชไม่สามารถดูดธาตุประจุบวกซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นไปใช้ได้ อย่างเพียงพอ Carter and Myers (1963) รายงานว่า มะเขือเทศที่ปลูกในดินที่มีโซเดียมมากเกินไป จะเกิดอาการผลเน่า เนื่องจากพืชดูดแคลเซียมไปใช้ได้น้อยกว่าปกติ หรือพืชอาจจะดูดธาตุนี้เข้าไปสะสมจนเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชเอง โดยจะแสดงอาการไหม้หรือขอบใบแห้งเมื่อได้รับโซเดียมในปริมาณที่มากเกินไป

ดินซึ่งเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือมีผลกระทบต่อน้ำ คือ ลดอัตราและจำนวนการดูดน้ำของพืช โดยปกติการดูดน้ำโดยวิธี osmosis น้ำในดินซึ่งมีความเข้มข้นน้อยกว่าในรากพืช น้ำในดินจะซึมผ่านเนื้อเยื่อของรากเข้าไปเนื่องจากมีความดันที่ต่างกัน เมื่อดินมีเกลือละลายปนอยู่มากจะทำให้ osmotic pressure ในดินสูงขึ้นทำให้ความแตกต่างของความดันของน้ำในดินและในรากน้อย พืชจะดูดน้ำจากดินไปใช้ได้ต้องใช้พลังงานมากขึ้น ถ้าหากเกลือในดินมีปริมาณมากถึงระดับหนึ่งแล้วพืชจะไม่สามารถดูดน้ำจากดินได้ ทำให้พืชเหี่ยวเฉาและตายในที่สุด ถึงแม้ว่าดินจะมีความชื้นอยู่มากก็ตาม

การจัดการดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

1. การป้องกันไม่ให้เกิดดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือเพิ่มมากขึ้น โดยวิธีการทางวิศวกรรม ได้แก่ การออกแบบโพลเดอร์ พิจารณาทิศทางเพื่อลดแรงปะทะของน้ำไหลบ่าประกอบกับการลดหรือตัดกระแสการไหลของน้ำใต้ดิน การใช้พืชปลูกแบบผสมผสานในพื้นที่และให้อยู่ในสมดุลธรรมชาติมากที่สุด โดยวิธีการทางชีววิทยา ได้แก่ การปลูกป่าเพื่อการป้องกันการแพร่กระจายดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ (สมศรี, 2542)

2. การแก้ไขโดยการล้างดินและการปรับปรุงดิน ดินที่มีเกลืออยู่สามารถกำจัดออกไปได้โดยการชะล้างโดยน้ำและการให้น้ำสำหรับล้างดินทั้งแบบต่อเนื่องและแบบเป็นช่วง

3. การใช้ประโยชน์พื้นที่ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือโดยการเพิ่มผลผลิตพืช รวมทั้งการเปลี่ยนพืชเป็นพืชเศรษฐกิจไม่ปล่อยให้พื้นที่ว่างเปล่า โดยการปลูกพืชทนเค็ม พืชชอบเค็ม

4. การปลูกพืชในพื้นที่ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ชาคริต (2544) ศึกษาการปรับปรุงดินเค็มที่พบในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยวิธีการให้น้ำชะล้างเกลือออกจากดิน โดยแบ่งวิธีการให้น้ำเป็น 3 แบบ คือ 1. แบบน้ำท่วมขังตลอดเวลา 2. แบบท่วมขังเว้นช่วงเวลา 7 วันครั้ง 3. แบบให้น้ำน้อยกว่าอัตราการซึมของน้ำผ่านดิน ผลการศึกษาการใช้ปริมาณน้ำชะล้างเท่าๆ กัน ของแต่ละวิธีการให้น้ำพบว่า วิธีการให้น้ำน้อยกว่าอัตราการซึมของน้ำผ่านดิน สามารถชะล้างได้ดีกว่า วิธีการให้น้ำแบบท่วมขังเว้นช่วงเวลา และวิธีการให้น้ำแบบน้ำท่วมขังตลอดเวลา และผลการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความลึกของน้ำที่ใช้ชะล้าง และปริมาณเกลือที่ถูกชะล้างออกไป ตามความลึกของชั้นดิน พบว่า มีความสัมพันธ์กันและยอมรับในทางสถิติ คือ เมื่อให้ปริมาณน้ำมากก็สามารถชะล้างเกลือ ที่สะสมอยู่ในแต่ละชั้นดินออกมาได้มาก โดยปริมาณเกลือที่ถูกชะล้างออกไปจากดินด้านบนจะถูกชะล้างออกไปได้มากกว่าดินด้านล่าง

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System: GIS คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ หรืออาจจะกล่าวอย่างง่าย ๆ ก็ได้ว่าเป็นการจัดการเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของ ตารางข้อมูลและฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลายจะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สามารถสื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาได้ ใช้เป็นชุดของเครื่องมือที่มีความหมายในการเก็บรวบรวมข้อมูล รักษาข้อมูลและค้นคืนข้อมูล เพื่อจัดเตรียมและปรับแต่งข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้ายถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมายนำไปใช้งานได้ง่าย (สมบัติ, 2543)

โดยทั่วไปที่ผ่านมา ในการแปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูลด้านภูมิทัศน์และการทำแผนที่ดิน จะมีการใช้ภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่สภาพภูมิประเทศควบคู่กับการออกสำรวจภาคสนาม แต่ปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆ มากมาย มีการสร้างเทคโนโลยีและเทคนิคใหม่ๆ สำหรับการแปลข้อมูลดิน ข้อมูลภูมิทัศน์ และการทำแผนที่ดิน ถึงแม้ว่าเทคนิคเหล่านี้ไม่ได้ให้ข้อมูลสารสนเทศใหม่แต่สามารถนำข้อมูลต่างๆ ที่มีระบบไปใช้เพื่อจุดประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งได้สะดวกรวดเร็ว (Bell *et al.*, 1994) การนำเทคนิคด้านสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ทางการสำรวจดิน เช่น Santos *et al.* (2000) นำเทคนิคด้านสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองสัณฐานภูมิประเทศด้วยเทคนิคแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model: DEM) วิธีโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ (Triangular Irregular Network: TIN) เพื่อวิเคราะห์สภาพพื้นผิวของพื้นที่และสร้างเป็นแผนที่ดิน (soil cartography) โดยใช้ข้อมูลชั้นดิน (soil horizon) ของดินนั้นๆ แทนที่ลักษณะหน้าตัดดินวินิจฉัย (soil diagnostic profile) ในบริเวณหนึ่งของที่ราบน้ำท่วมถึงที่เรียกว่า Swiss floodplain Park *et al.* (2001) นำเทคนิคด้านสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อแยกแยะการแจกกระจายเชิงพื้นที่ของดินต่างๆ โดยพิจารณาจากลักษณะของภูมิประเทศ (terrain) และสัณฐานภูมิประเทศ (landforms) ของพื้นที่ ที่สร้างขึ้นโดยเทคนิคแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข Bell *et al.* (1994) นำเทคนิคด้านสารสนเทศมาประยุกต์ใช้สร้างแผนที่ชั้นการระบายน้ำของดิน (soil drainage class maps) โดยสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์

ของดินและภูมิทัศน์ (soil-landscape model) ซึ่งพิจารณาจากปัจจัยด้านวัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพภูมิประเทศและประมาณการเปลี่ยนแปลงได้ของลักษณะการระบายน้ำ เพื่อทำนายชั้นการระบายน้ำของดิน

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการศึกษาดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ปัจจุบันมีการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ศึกษาเกี่ยวกับดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ โดยศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดขึ้นของดินเค็ม ทำการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล เช่น ข้อมูลน้ำใต้ดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิอากาศ เส้นทางการคมนาคม ธรณีสัณฐาน ฯลฯ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการแปลความหมายข้อมูล และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละชุด

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าปัจจัยหลักๆ ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ ได้แก่ ระดับน้ำใต้ดินในระดับตื้น คุณภาพของน้ำใต้ดิน แผนที่ดิน ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน วัตถุต้นกำเนิดดิน ลักษณะสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และพืชพรรณที่ปกคลุมดิน ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้เน้นเพื่อทำนายหรือคาดคะเนพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในลักษณะการติดตาม (monitoring) การเปลี่ยนแปลงสภาพของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในระยะเวลาต่างๆ กันตลอดปี การศึกษาในลักษณะนี้ทำให้ทราบถึงลักษณะของการเกิดขึ้นของเกลือในดินและการเคลื่อนที่ของเกลือในรอบปี จากนั้นจะใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์จัดทำแบบจำลอง (modeling) เพื่อทำนายการเกิดขึ้นครั้งใหม่ของเกลือ และยังช่วยให้ทราบถึงแนวโน้มของผลผลิตที่ลดลงในระดับความเค็มต่างๆ ในพื้นที่ปลูก

นอกจากนี้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ยังนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากการสำรวจภาคสนามกับข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการจัดจำแนกดินเค็ม จากการศึกษาของ Bui และคณะ, 1996; Sakthivadivel และคณะ, 1999; Utset และคณะ, 1999; Vaughan และ Corwin, 1994 โดยใช้ในการสำรวจภาคสนามและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงในการเกิดพื้นที่ดินเค็ม พบว่า เฟอร์เชินต์เกลือที่ละลายได้ทั้งหมด (% total soluble salt, TSS) มีค่ามากกว่า 0.25% และระดับน้ำใต้ดินลึกน้อยกว่า 6 เมตร แสดงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเกลือซึ่งอาจรุนแรงจนเกิดปัญหา ถ้าหากสมดุลของอุทกวิทยาของน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้เกลือที่ละลายอยู่เกิดการเคลื่อนที่ได้ใหม่ และทำให้เกิดการสะสมของเกลือขึ้น

การวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่จากภาพถ่ายทางอากาศ

การศึกษาและวินิจฉัยพื้นที่บนภาพถ่ายทางอากาศ นักแปลภาพถ่ายต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้น โดยกระบวนการทางธรณีวิทยาต่างๆ และความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบที่อยู่บนสภาพภูมิประเทศนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศที่องค์ประกอบพื้นฐาน (basic element) และสามารถวินิจฉัยหรือชี้บ่งจากการมองภาพถ่ายทางอากาศในลักษณะสามมิติ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ระบบทางน้ำไหล การกักกร่อนดิน วรรณสีของภาพถ่าย พืชพรรณธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำแหน่งและสถานที่ตั้ง (พงษ์สันต์, 2527)

การแปลภาพถ่ายทางอากาศเพื่อชี้บ่งว่าจุดใดเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ สามารถใช้การสังเกตจากวรรณสีของภาพถ่ายที่มีลักษณะเป็นจุดสีประ (mottle tone) และสังเกตจากพืชพรรณธรรมชาติที่มีลักษณะเกิดเป็นหย่อมๆ ไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้การอนุมาน (deduction) เป็นการคาดคะเนและตัดสินใจด้วยวิธีการสรุปจากหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งทำได้โดยรวบรวมข้อมูลและข้อสนเทศต่างๆ ที่ได้จากการอ่านภาพถ่าย การวิเคราะห์ และการจัดจำแนกองค์ประกอบต่างๆ เพื่อใช้ในการชี้บ่งหรือวินิจฉัยสิ่งที่ปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศ

นภาพร (2543) ศึกษาปัจจัยเชิงพื้นที่ซึ่งมีผลต่อชนิดของดินเกลือด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ Spatial Analysis ในวิทยาเขตกำแพงแสน สำรวจพื้นที่จริงโดยอ้างอิงจากภาพถ่ายทางอากาศ พบว่ามีพื้นที่ที่เกิดดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ 79 จุด ซึ่งได้รับอิทธิพลของปัจจัยเชิงพื้นที่ คือ คลองชลประทาน คลองระบายน้ำ ถนน บ่อน้ำ สภาพพื้นที่ จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละปัจจัยจำนวน 16 จุด สามารถจำแนกชนิดของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือได้เป็น ดินเค็ม 7 จุด ดินเค็มโซดิก 8 จุด และดินโซดิก 1 จุด จากการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงพื้นที่พบว่า ชนิดของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับ ชนิดของดิน สภาพพื้นที่ อิทธิพลของบ่อน้ำและที่ลุ่มต่ำ และการให้น้ำชลประทาน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ดินจังหวัดนครปฐม มาตรฐาน 1:100,000
2. ภาพถ่ายทางอากาศสี อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มาตรฐาน 1:4,000
3. เครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการสำรวจดิน ตรวจสอบดิน และเก็บตัวอย่างดินภาคสนาม
4. เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ ได้แก่
 - 4.1 pH meter
 - 4.2 Electrical conductivity meter
 - 4.3 Micro-Kjeldahl distillation apparatus
 - 4.4 Atomic absorption spectrophotometer
 - 4.5 Core sampling
 - 4.6 เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง
 - 4.7 ตู้อบ
5. อุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์ดินทางเคมีและกายภาพในห้องปฏิบัติการ
6. ระบบคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Arc view GIS และ โปรแกรม Statistica Version 8.0

วิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น และวางแผนการศึกษา

2. เลือกพื้นที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศเป็นพื้นฐาน ร่วมกับการสำรวจภาคสนามเบื้องต้น ในพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่อำเภอกำแพงแสนจังหวัดนครปฐม ที่แสดงลักษณะสะสมเกลือที่ผิวหน้าดินแตกต่างกัน ให้ครอบคลุมพื้นที่การแพร่กระจายในอำเภอกำแพงแสน โดยเลือกพื้นที่จากภาพถ่ายทางอากาศสีที่พืชแสดงการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ และทำการตรวจสอบพื้นที่การได้รับอิทธิพลจากเกลือ

3. การปฏิบัติงานในสนาม

3.1 ทำการสำรวจศึกษารวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อม การใช้ที่ดิน และการจัดการดินของพื้นที่ศึกษา

3.2 เก็บตัวอย่างดินที่ผิวดิน (ที่ระดับความลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร) เพื่อศึกษาลักษณะและสมบัติของเกลือที่สะสมที่ผิวหน้า

3.3 เก็บตัวอย่างดินแบบรบกวน โครงสร้างด้วยสว่านเก็บตัวอย่างดินที่ 4 ระดับความลึกได้แก่ 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร เพื่อศึกษาการกระจายของขนาดอนุภาค และสมบัติทางเคมี

3.4 เก็บตัวอย่างดินโดยใช้ท่อเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-10 และ 20-30 เซนติเมตร เพื่อหาความชื้น ความหนาแน่นรวม และสภาพการนำน้ำของดิน

4. การวิเคราะห์สมบัติของดิน

4.1 การวิเคราะห์ฐานวิธานของดินและรูปแบบการสะสมเกลือที่ผิวดิน

4.2 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่

1) การแจกกระจายของอนุภาคดิน โดยวิธี sedimentation and sieving method (Gee and Bauder, 1986)

2) ความหนาแน่นรวม โดยวิธีการคำนวณความแตกต่างมวลดินในภาคนามกับมวลดินแห้งอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3) สภาพการนำน้ำ โดยวิธี Variable head method (Klute and Dirksen, 1986)

4) ความชื้นของดิน (หาความชื้นโดยมวลจากความแตกต่างมวลดินในสภาพสนามกับมวลดินแห้งอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง)

4.3 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่

1) ปฏิกิริยาดิน (soil reaction, pH) โดยวิธี Saturation paste pH ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 โดยใช้เครื่องมือวัดปฏิกิริยาดิน (pH meter) (National Soils Survey Center, 1996)

2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยวิธี Walkely-Black method (Nelson and Sommers, 1996)

3) สภาพการนำไฟฟ้า โดยวิธี Saturation extract method at 25°C โดยการวัดสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินซึ่งอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturation extract) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954)

4) อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดิน (sodium adsorption ratio: SAR) โดยการนำสารละลายที่ได้จากวิธี Saturation extract method นำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer และคำนวณจากสูตร

$$SAR = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{[(Ca^{2+}) + (Mg^{2+})]/2}}$$

5) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity: CEC) โดยการชะแคตไอออนด้วยสารละลาย 1N NH_4OAc pH 7.0 และแทนที่แอมโมเนียมไอออน ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (10%) ในสภาพกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

6) ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium percentage: ESP) โดยวิธีการนำสารละลายดินที่ใช้น้ำยา 1 N NH_4OAc pH 7.0 ในการสกัด นำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer และคำนวณจากสูตร

$$\text{ESP} = \frac{\text{Exchangeable Na}}{\text{CEC}} \times 100$$

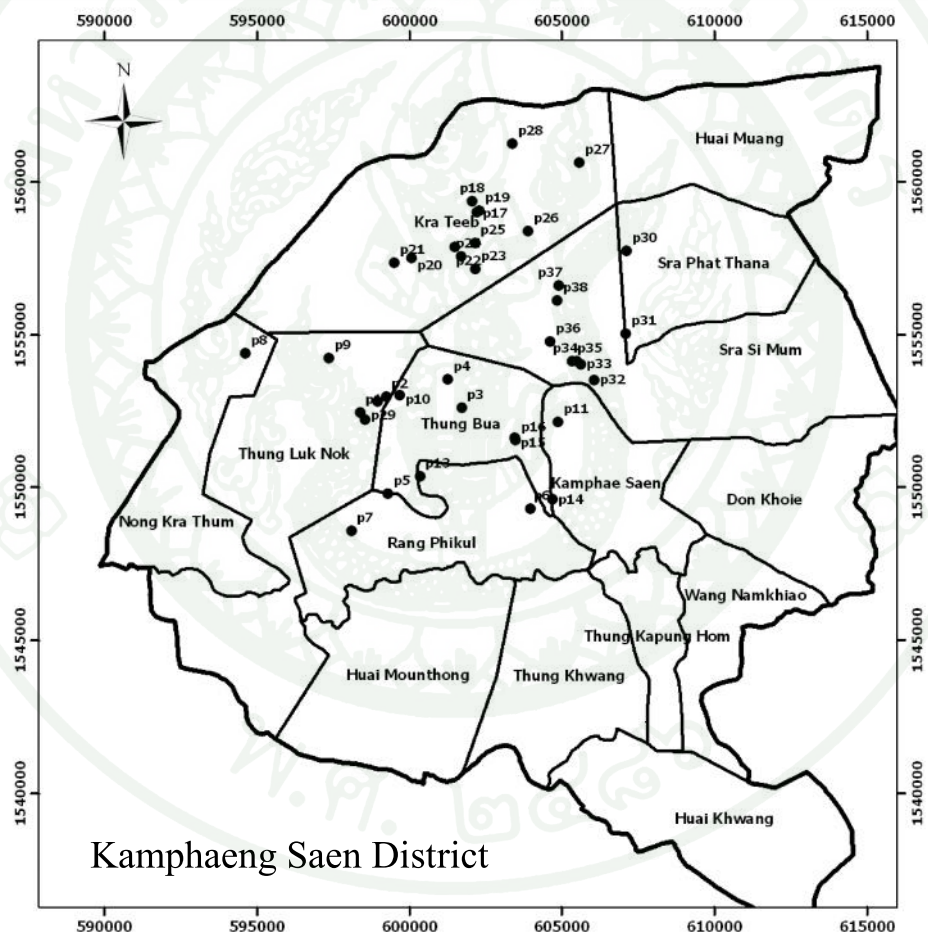
5. จำแนกชนิดของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือจากสมบัติชี้บ่งในการจำแนก

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

1. พื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. ห้องปฏิบัติการทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาในการวิจัย

ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555



ตารางที่ 3 ตำแหน่งและพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่ศึกษา

จุดเก็บตัวอย่าง	E	N	ตำบล
P001	598389	1552447	ทุ่งลูกนก
P002	599249	1552964	ทุ่งลูกนก
P003	601725	1552606	ทุ่งบัว
P004	601276	1553539	ทุ่งบัว
P005	599303	1549780	ทุ่งบัว
P006	603983	1549306	รางพิgul
P007	598107	1548585	รางพิgul
P008	594639	1554382	หนองกระทุ่ม
P009	597378	1554228	ทุ่งลูกนก
P010	599687	1553021	ทุ่งบัว
P011	604889	1552129	กำแพงแสน
P012	598963	1552808	ทุ่งลูกนก
P013	600350	1550353	รางพิgul
P014	604694	1549618	กำแพงแสน
P015	603458	1551622	ทุ่งบัว
P016	603489	1551541	ทุ่งบัว
P017	602222	1559000	กระดืบ
P018	602078	1559365	กระดืบ
P019	602306	1559054	กระดืบ
P020	600081	1557497	กระดืบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	E	N	ตำบล
P021	599508	1557342	กระต๊อบ
P022	601506	1557876	กระต๊อบ
P023	602175	1557136	กระต๊อบ
P024	601698	1557569	กระต๊อบ
P025	602159	1557985	กระต๊อบ
P026	603901	1558387	กระต๊อบ
P027	605588	1560617	กระต๊อบ
P028	603375	1561252	กระต๊อบ
P029	598548	1552216	ทุ่งกนก
P030	607124	1557727	สระพัฒนา
P031	607100	1555033	สระพัฒนา
P032	606063	1553506	สระสีมูม
P033	605636	1554026	สระสีมูม
P034	605493	1554115	สระสีมูม
P035	605334	1554136	สระสีมูม
P036	604624	1554776	สระสีมูม
P037	604913	1556606	สระสีมูม
P038	604861	1556112	สระสีมูม

2. ลักษณะปรากฏในพื้นที่

จากการศึกษาเบื้องต้นในภาคสนาม พบว่า บริเวณที่มีลักษณะเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ คือ มีคราบเกลือสีขาวบนผิวดิน มีลักษณะเป็นแผ่นแข็ง เป็นผลึกเกลือ เป็นขุยเกลือ (ภาพที่ 2) พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ และพืชตายเป็นหย่อมๆ ในบางพื้นที่เป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุม หรือบริเวณที่พืชเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 3) ทั้งยังพบว่ามีพืชที่เป็นดัชนีขึ้นบริเวณนั้นด้วย (ภาพที่ 4)

อิทธิพลของเกลือที่มีอยู่ในดิน แสดงให้เห็นตั้งแต่บริเวณผิวน้ำของดินลงไปจนถึงในดินในระดับลึก โดยทั่วไปบริเวณที่ดินได้รับอิทธิพลจากเกลืออย่างรุนแรง บริเวณผิวน้ำของดินจะไม่มีพืชปกคลุมขึ้น แต่มีคราบเกลือขึ้นเป็นหย่อมๆ หรือเป็นพืดขาวเป็นทึ่กว้าง คราบเกลือที่พบบางบริเวณจะบางและไม่ต่อเนื่อง และบางบริเวณจะเป็นชั้นดานผิวที่มีความหนาของคราบเกลืออย่างเห็นได้ชัด ในบริเวณเหล่านี้จะพบพืชที่ชอบเค็มขึ้นอยู่ด้วย โดยจะมีลักษณะที่แตกต่างออกไปจากพืชปลูกโดยทั่วๆ ไป เช่น ต้นหนามพุดคอ ต้มสะแก และถ้าเป็นบริเวณที่ใช้ปลูกข้าวก็จะเห็นรอยคันข้าวตายเป็นหย่อมๆ หรือเป็นบริเวณกว้างขวางก็ได้ ร่วมกับการมีคราบเกลือที่ปรากฏให้เห็น กับมีหญ้าพื้นเมืองขึ้นในขอบของบริเวณที่ดินมีอิทธิพลของเกลือเหล่านี้ (เอิบ, 2550)

ลักษณะของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในประเทศไทย ที่สามารถยกตัวอย่างให้เห็นได้อย่างชัดเจนมาก คือ ดินเค็มที่พบในบริเวณที่ราบสูงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในแอ่งโคราช ที่มีทั้งดินเค็มที่เนื้อดินหยาบ และดินเค็มที่มีเนื้อดินละเอียด ผิวน้ำพื้นๆ ของดินเค็มเนื้อหยาบ แสดงคราบเกลือชัดเจนออกสีขาวเป็นหย่อม และเกลือที่พบเป็นเกลือแคง หรือชื่อวิทยาศาสตร์ว่า โซเดียมคลอไรด์ สำหรับดินเค็มเนื้อดินละเอียด มีลักษณะผิวน้ำที่เด่นเฉพาะตัวคือนอกจากจะมีคราบเกลือแล้ว ยังมีผิวน้ำที่แตกกระแหงในฤดูแล้ง โดยทั่วไป สีของผิวน้ำดินเค็มที่มีเนื้อดินละเอียดจะออกคล้ำกว่าดินเค็มที่มีเนื้อดินหยาบ (เอิบ, 2550)

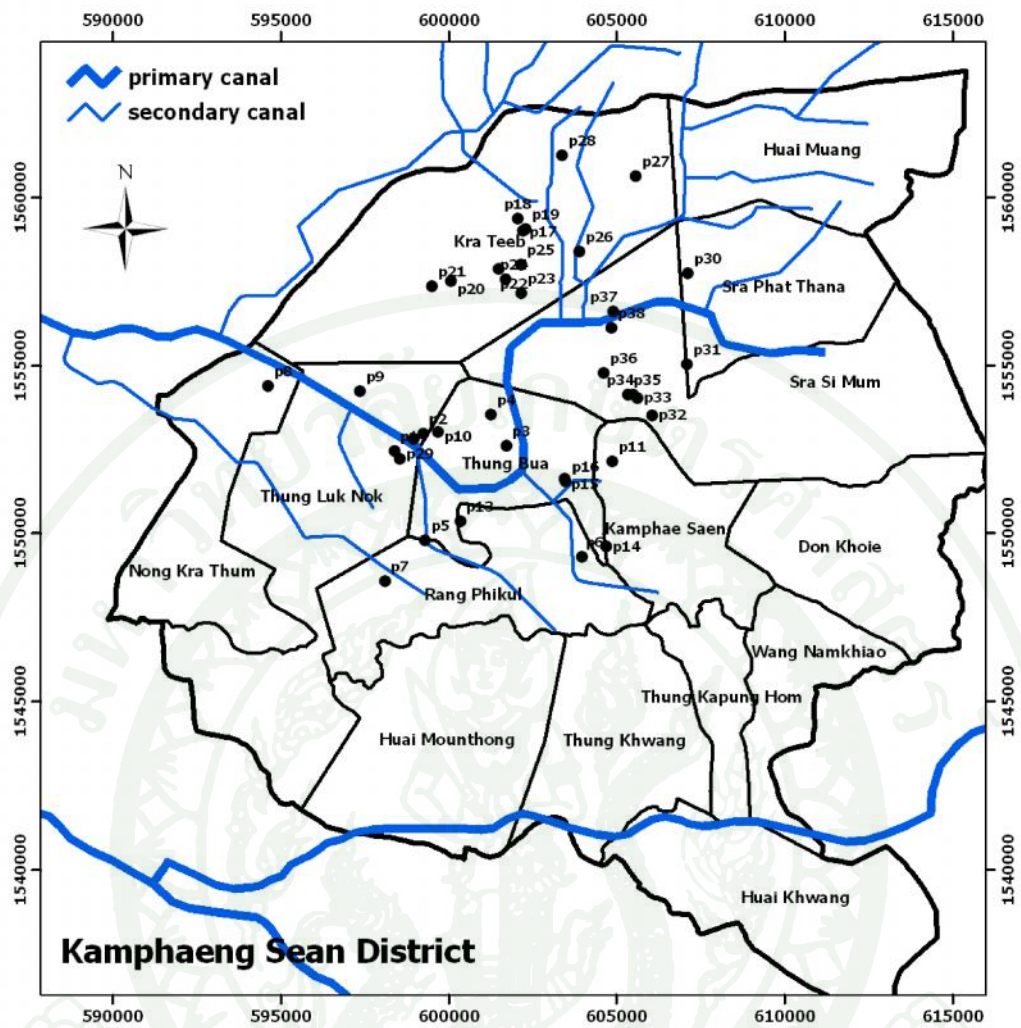




3. ปัจจัยเชิงพื้นที่ซึ่งมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยการซ้อนทับข้อมูลพิกัดการแพร่กระจายกับชั้นข้อมูลแนวคลองชลประทาน พบว่า การแพร่กระจายของพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของคลองชลประทาน โดยจะพบการแพร่กระจายของพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในบริเวณทางด้านทิศเหนือของอำเภอกำแพงแสนซึ่งจะเห็นได้ว่ามีคลองชลประทานอย่างหนาแน่น (ภาพที่ 5) และจากการสอบถามเกษตรกรในพื้นที่ พบว่า พื้นที่ที่แสดงการได้รับอิทธิพลจากเกลือนั้นเกิดขึ้นภายหลังจากการมีระบบชลประทานเข้ามาในพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่กล่าวว่า การชลประทานจะมีผลต่อระบบอุทกวิทยา ทำให้ระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้น เป็นผลให้เกลือที่ละลายอยู่ในน้ำใต้ดินสามารถเคลื่อนที่ขึ้นมาสะสมที่ผิวดินได้ในฤดูแล้ง

อย่างไรก็ตาม ลักษณะภูมิประเทศย่อย (micro relief) ที่แตกต่างกัน อาจทำให้มีการสะสมเกลือที่แตกต่างกันและเมื่อพิจารณาทิศทางความลาดชันของสภาพพื้นที่อำเภอกำแพงแสน โดยใช้ทิศทางการไหลของน้ำในลำน้ำธรรมชาติ จะพบว่าพื้นที่อำเภอกำแพงแสนมีความลาดเอียงวางตัวในแนวตะวันตกสู่ตะวันออก แต่ถนนมาลัยแมนจะวางตัวในแนวเหนือใต้ น่าจะขวางทิศทางการไหลของน้ำผิวดิน ซึ่งจะส่งผลกับระบบการไหลของน้ำใต้ดิน ทำให้พบการแพร่กระจายส่วนใหญ่อยู่ด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศเป็นส่วนต่อจากระบบที่คอนสู่ระบบที่ลุ่มต่ำ ตามลักษณะความลาดเอียงของภูมิประเทศ สอดคล้องกับ Napaporn (2007) กล่าวว่า ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือจะเกิดบริเวณส่วนต่อของระบบที่ลุ่มสู่ที่ดอนหรือบริเวณรอยต่อของความลาดชัน นอกจากนี้โครงสร้างถนนอาจทำให้น้ำใต้ดินเปลี่ยนทิศทางไหลและมีโอกาสเคลื่อนที่ขึ้นมาสู่ผิวดินมากขึ้น ทำให้พบการสะสมเกลือเกิดดินเค็มตามแนวเส้นทางคมนาคม และรุนแรงมากขึ้นตามจุดตัดของถนนและเส้นทางรถไฟ (สุริยะ, 2549; ภัคพงศ์, 2551)

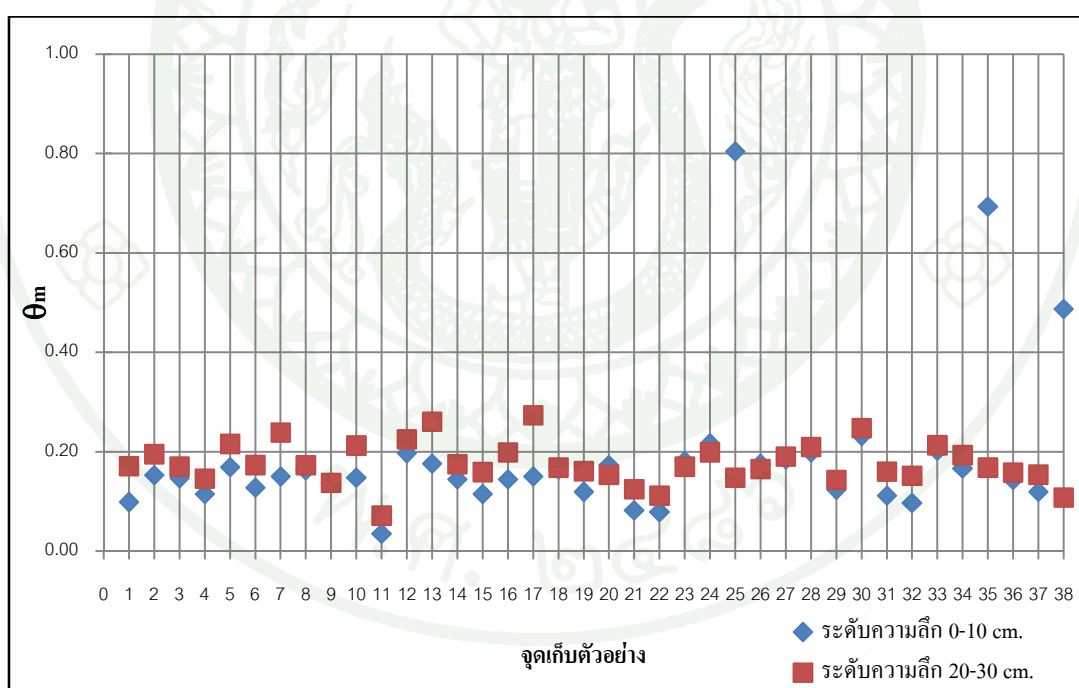


4. สมบัติทางฟิสิกส์

ผลการศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ แสดงผลการศึกษาดังนี้

4.1 ระดับความชื้นโดยมวล

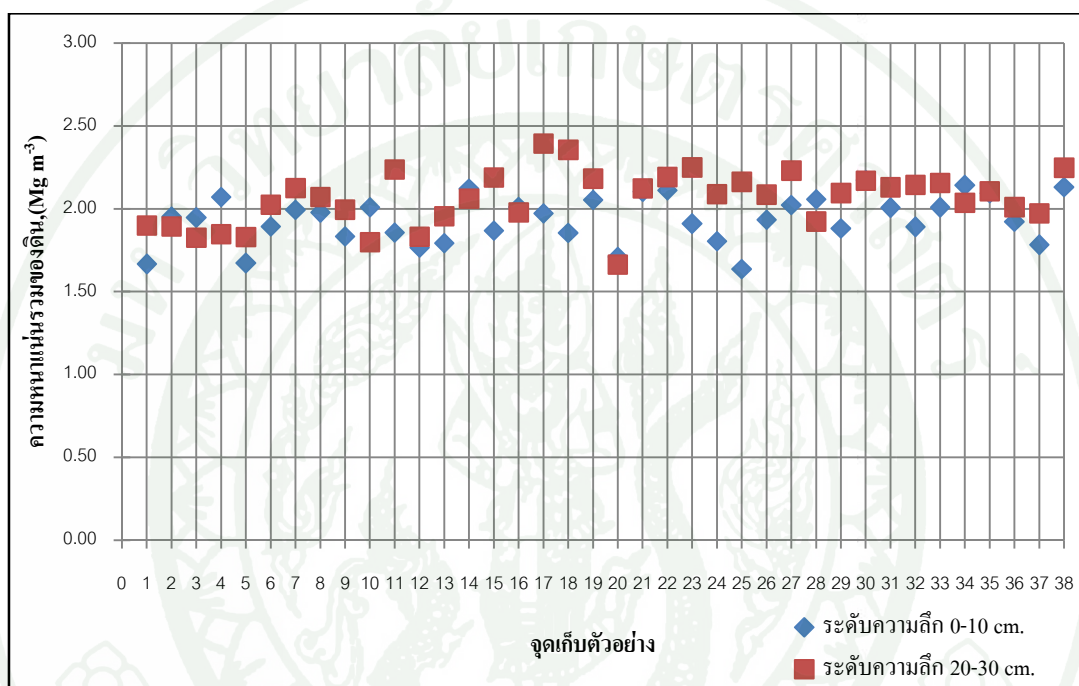
ระดับความชื้นโดยมวลของดินทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 6 และตารางผนวกที่ 1 พบว่า ดินมีค่าระดับความชื้นโดยมวลอยู่ในช่วง 0.03 - 0.80 โดยที่ระดับความลึก 0 - 10 เซนติเมตร มีค่าระดับความชื้นโดยมวลอยู่ในช่วง 0.03 - 0.80 และที่ระดับความลึก 20 - 30 เซนติเมตร มีค่าระดับความชื้นโดยมวลอยู่ในช่วง 0.07 - 0.27 และส่วนใหญ่ดินบนจะมีความชื้นต่ำกว่าดินล่าง ยกเว้นดินบนใน 3 จุดศึกษา ที่มีความชื้นสูงกว่าจุดศึกษาอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้ นาข้าวซึ่งมีการปล่อยน้ำเข้านาเพื่อการเตรียมแปลงน่าจะส่งผลต่อความชื้นของดินบนใน 3 จุดดังกล่าว



ภาพที่ 6 ระดับความชื้นโดยมวลของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-10 และ 20-30 เซนติเมตร

4.2 ความหนาแน่นรวม

ความหนาแน่นรวมของดินทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 1 พบว่า ดินมีค่าความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.63 - 2.40 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



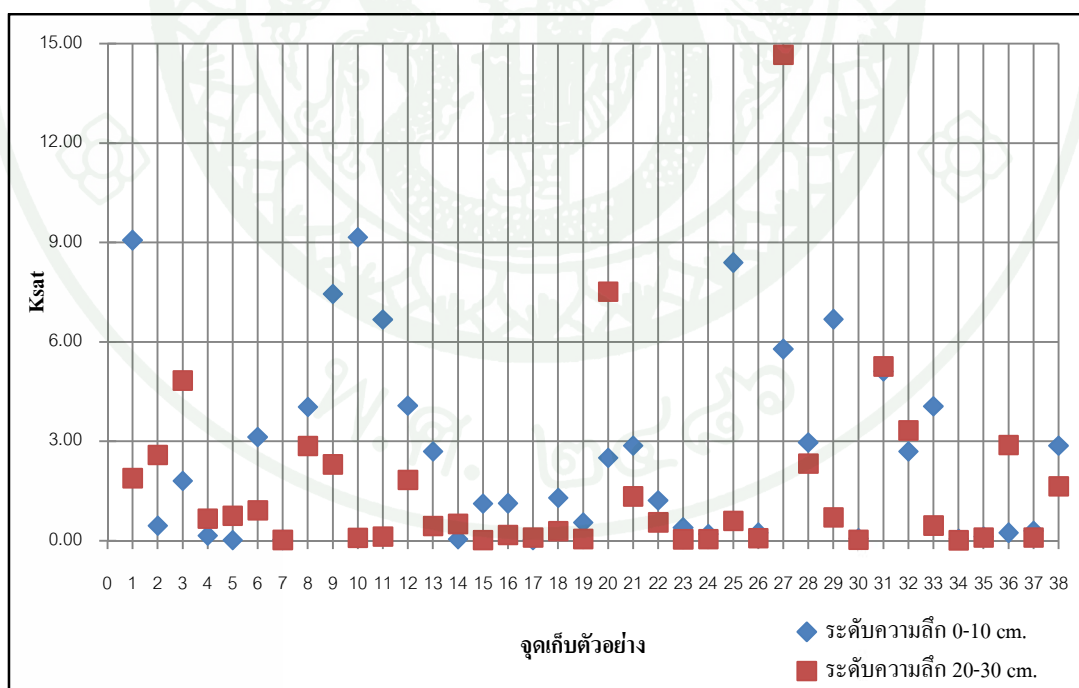
ภาพที่ 7 ความหนาแน่นรวมของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-10 และ 20-30 เซนติเมตร

สอดคล้องกับงานวิจัยดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือที่ผ่านมา เช่น ดิเรก (2531), Lima and Grismer (1992) และ Napaporn (2007) ที่รายงานว่า ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือมีผลทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมสูงขึ้น ส่วนใหญ่มีความหนาแน่นรวมสูงกว่า 1.6 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อันเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของโซเดียมที่มีอยู่มากในดิน โดยโซเดียมเข้าไปแทนที่แมกนีเซียมและแคลเซียมไอออนในบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนประจุ ทำให้อนุภาคดินเหนียวอยู่ในสภาพที่ฟุ้งกระจาย และไปอุดตันอยู่ตามช่องว่าง เป็นผลให้การซาวซึมน้ำลดลง เมื่อดินแห้งจะแน่นทึบ และอาจเกิดแผ่นแข็งปิดผิวดิน

ดินที่ศึกษาส่วนใหญ่มีความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูงกว่าดินโดยทั่วไป และมีผลต่อการซึบของรากพืชในระดับต่ำถึงสูง (Skopp, 2000) และความหนาแน่นในดินบนต่ำกว่าดินล่าง อาจเป็นผลเนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในดินบนมากกว่าในดินล่าง (Thomson and Troeh, 1978; Stevenson, 1982; Nelson and Oades, 1998) และในดินล่างมีการสะสมอนุภาคขนาดดินเหนียว หรือวัตถุต้นกำเนิดที่มีเนื้อค่อนข้างละเอียด ส่งผลให้ช่องว่างขนาดใหญ่ลดลง ความหนาแน่นรวมของดินล่างจึงมีค่าสูง (Marshall and Holmes, 1979; Brady, 1984; Foth, 1990)

4.3 สภาพการนำน้ำ

สภาพการนำน้ำของดินทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 1 พบว่าค่าสภาพการนำน้ำของดินอยู่ในช่วงช้ามากถึงเร็วมาก มีค่าอยู่ในช่วง 0.01 - 14.67 เมตรต่อวัน และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกในหน้าตัดดิน โดยที่ระดับความลึก 0 - 10 เซนติเมตร มีค่าสภาพการนำน้ำอยู่ในช่วง 0.02 - 9.16 เมตรต่อวัน และที่ระดับความลึก 20 - 30 เซนติเมตร มีค่าสภาพการนำน้ำอยู่ในช่วง 0.01 - 14.67 เมตรต่อวัน



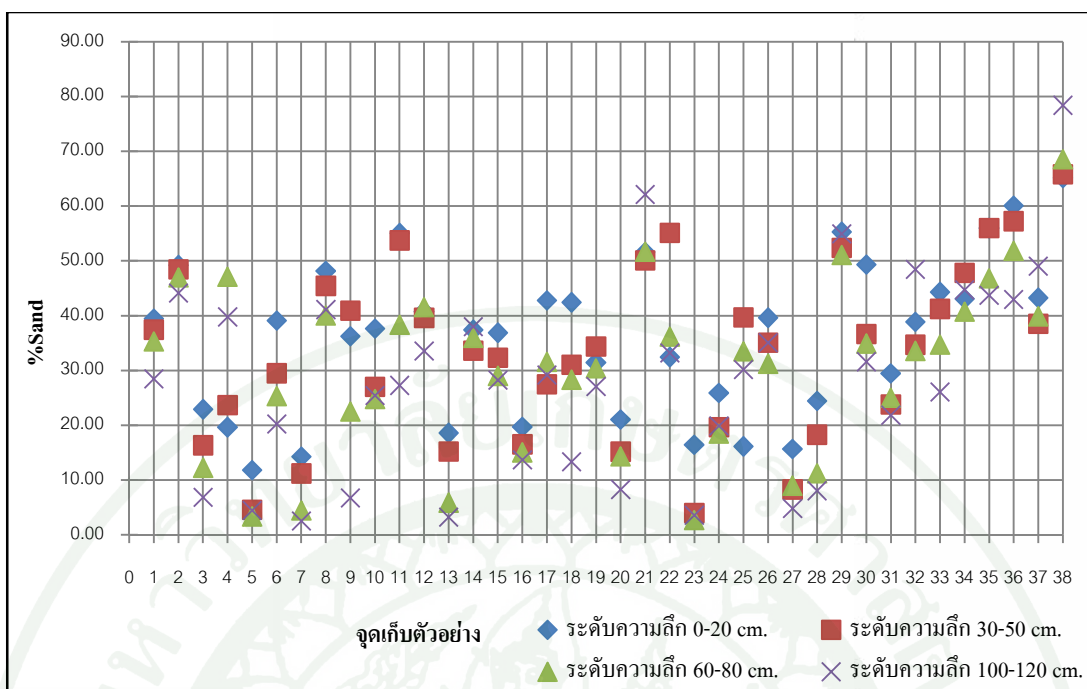
ภาพที่ 8 ค่าสภาพการนำน้ำของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-10 และ 20-30 เซนติเมตร

การที่ดินมีค่าสภาพการนำน้ำลดลงตามความลึก เพราะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว และทรายแป้งเพิ่มขึ้น (Pupisky and Shainberg, 1979) ค่าสภาพการนำน้ำเหล่านี้ส่วนใหญ่มีค่าต่ำถึงต่ำมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอิทธิพลของโซเดียมไอออนทำให้อนุภาคดินเหนียวฟุ้งกระจายและเกิดการอุดตันในช่องว่างของดินมาก ทำให้ลดการแทรกซึมของน้ำ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530; ดิเรก, 2531; Klute, 1965)

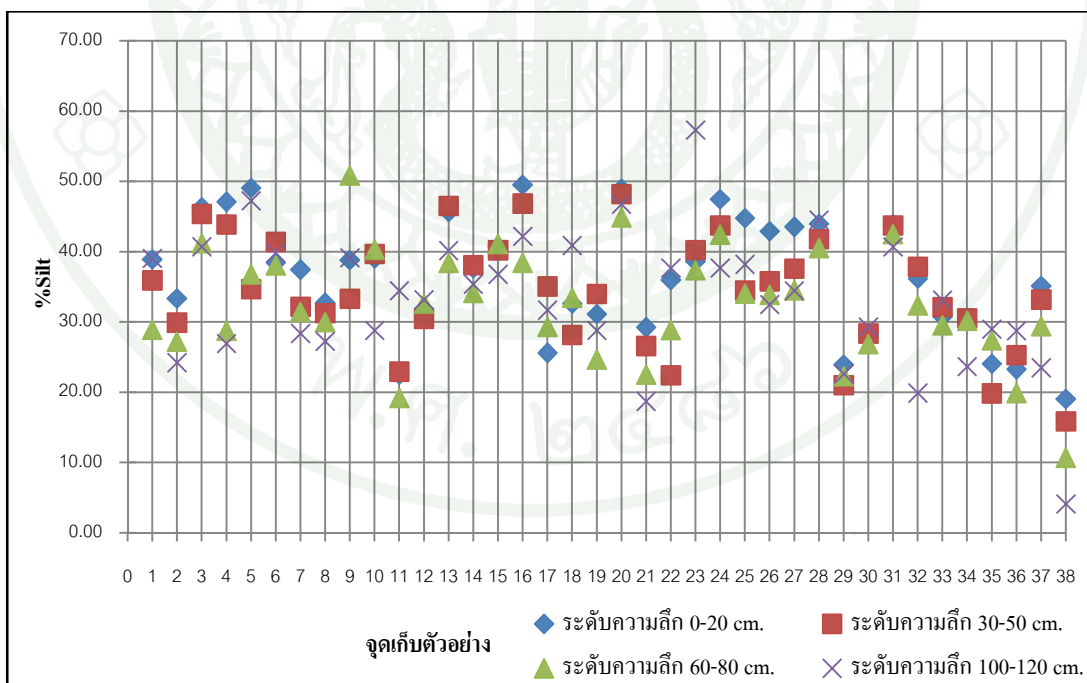
4.4 การกระจายอนุภาคและชนิดเนื้อดิน

การกระจายขนาดอนุภาคและชนิดเนื้อดินของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 9, 10 และ 11 และตารางผนวกที่ 2 พบว่า การกระจายของอนุภาคขนาดทราย มีปริมาณมากในชั้นดินบน การกระจายของอนุภาคขนาดทรายแป้ง ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามความลึกในหน้าตัดดิน และการกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียว ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกในหน้าตัดดิน ซึ่งแนวโน้มนี้จะผกผันกับขนาดอนุภาคทราย

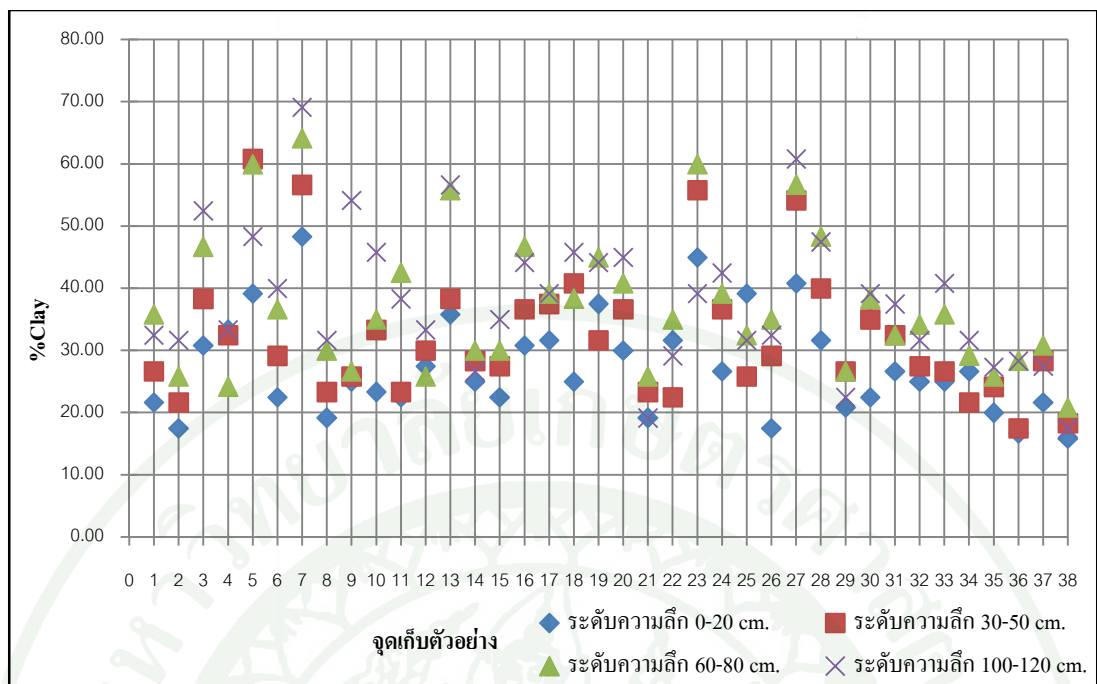
จากการวิเคราะห์การกระจายของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้งและดินเหนียวของดินทั้ง 38 จุดศึกษา ทำการจำแนกชั้นของเนื้อดินตามระบบของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (Soil Survey Staff, 1951, 1975; Soil Survey Division Staff, 1993) พบว่า ที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียวและดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร มีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวและดินเหนียว ที่ระดับความลึก 60 - 80 เซนติเมตร มีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวและดินเหนียว และที่ระดับความลึก 100 - 120 เซนติเมตร มีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวและดินเหนียว (แสดงดังภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 2)



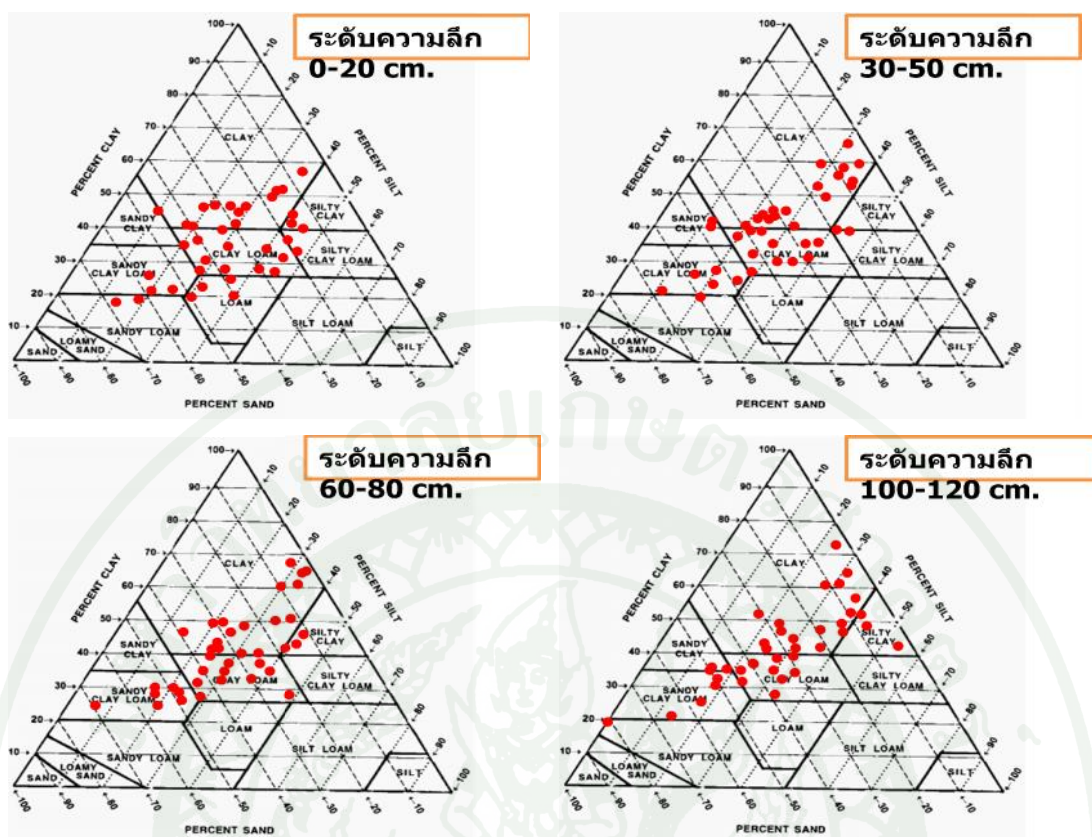
ภาพที่ 9 การกระจายของอนุภาคนาตรายของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร



ภาพที่ 10 การกระจายของอนุภาคนาตรายแป้งของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร



ภาพที่ 11 การกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร



ภาพที่ 12 การแจกกระจายอนุภาคและชนิดของเนื้อดินของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

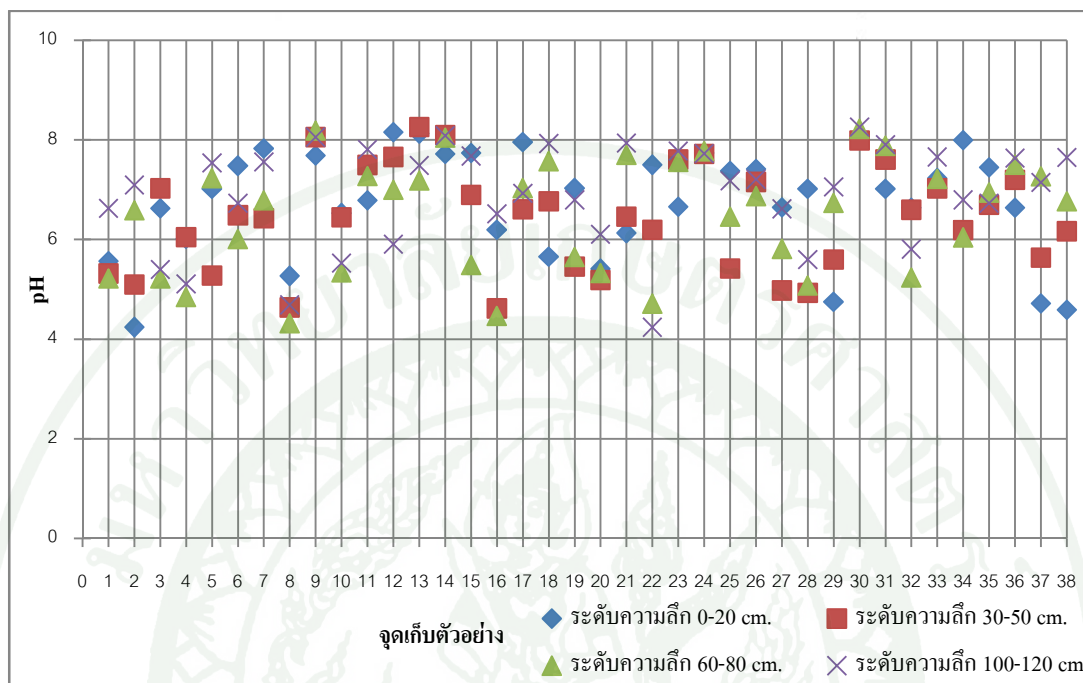
5. สมบัติทางเคมี

ผลการศึกษาสมบัติทางเคมี แสดงผลการศึกษาดังนี้

5.1 พีเอชของดิน (pH)

พีเอชของดิน (pH) ของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 13 และตารางผนวกที่ 3 พบว่าค่าปฏิกิริยาดิน มีค่าอยู่ในระดับกรดจัดมากถึงด่างปานกลาง มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.24 - 8.26 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกในหน้าตัดดิน โดยที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในระดับกรดจัดมากถึงด่างปานกลาง มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.24 - 8.16 ที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในระดับกรดรุนแรงมากถึงด่างปานกลาง มีค่า pH ในช่วง 4.62 - 8.26 ที่ระดับความลึก 60 - 80 เซนติเมตร มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในระดับกรดจัดมากถึง

ต่างปานกลาง มีค่า pH ในช่วง 4.32 - 8.22 และที่ระดับความลึก 100 - 120 เซนติเมตร มีค่าปฏิกิริยา ดินอยู่ในระดับกรดจัดมากถึงต่างปานกลาง มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.24 - 8.26



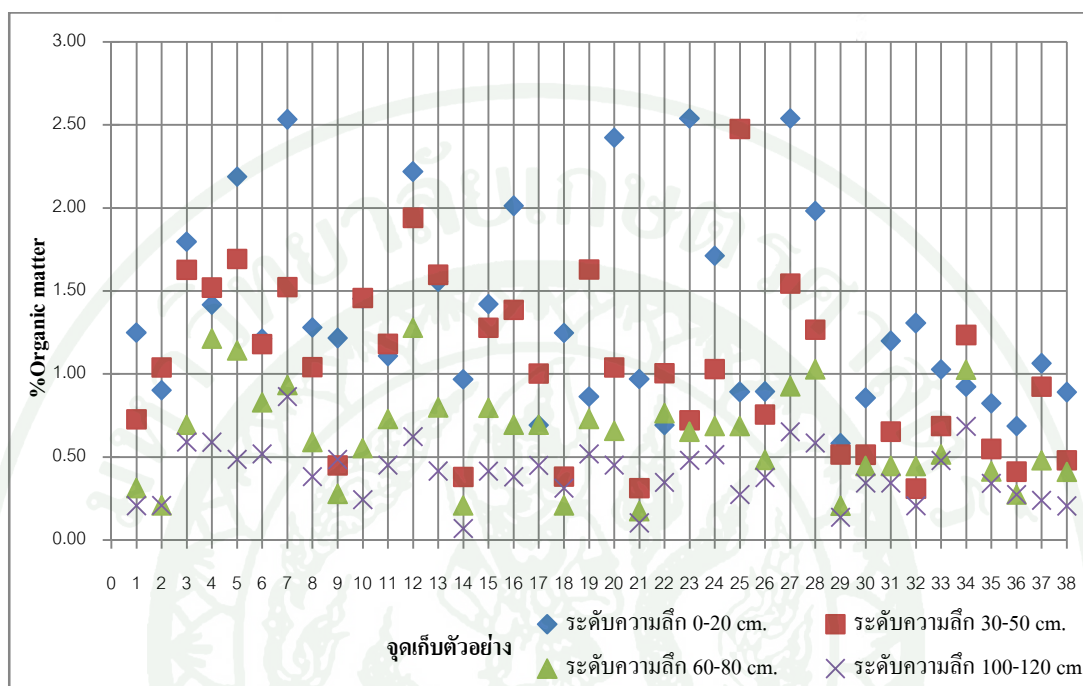
ภาพที่ 13 ค่าพีเอชของดิน (pH) ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

พีเอชของดินที่ศึกษามีค่าค่อนข้างสูง แสดงว่าในระบบดินมีธาตุประจุบวกที่เป็นด่าง เช่น โซเดียม แมกนีเซียม และแคลเซียมค่อนข้างสูง (อภิสิทธิ์, 2530; ดิเรก, 2531) โดยเฉพาะโซเดียม ซึ่ง คาดว่าเป็นอิทธิพลจากการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ของเกลือที่ละลายได้ในดิน (Wolt, 1995) ส่วน พีเอชของดินที่เป็นกรดเป็นผลจากกระบวนการชะละลายไอออนบวกที่เป็นด่างซึ่งเคยมีอยู่ในระบบ ดินออกไป (Bloom and Grigal, 1985; Ulrich, 1991; Bloom, 2000)

5.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 14 และตาราง แผนกที่ 3 พบว่า มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 0.07 - 2.54 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มลดลงตาม ระดับความลึกในหน้าตัดดิน โดยที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 0.58 - 2.54 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 0.31 -

2.48 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 60 - 80 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 0.17 – 1.28 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 100 - 120 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 0.07 – 0.86 เปอร์เซ็นต์



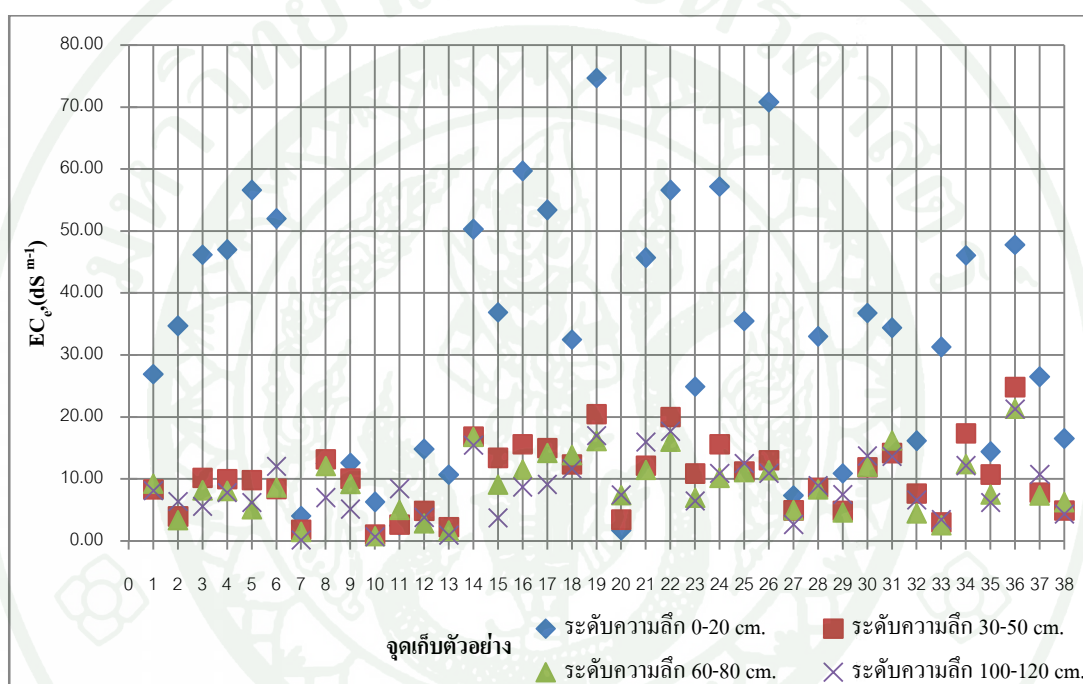
ภาพที่ 14 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

สาเหตุที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากการสลายตัวสูง ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต อันเป็นลักษณะทั่วไปของดินในเขตร้อนประกอบกับพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือจึงมีพืชปกคลุมน้อยหรือไม่มีพืชปกคลุมผิวดิน และการที่ดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าในดินชั้นล่างเป็นผลมาจากการทับถมของเศษพืชและใบไม้ตลอดจนรากพืชที่ปกคลุมบนผิวดิน เมื่อเกิดการสลายตัวจึงมีโอกาสดเกิดการสะสมในชั้นดินบนมากกว่าชั้นดินล่าง (เอิบ, 2542; Sanchez, 1976))

5.3 สภาพการนำไฟฟ้า (EC_e)

ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 15 และตารางผนวกที่ 3 พบว่าดินทุกจุดศึกษา มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มากกว่า 4 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

ในหนึ่งช่วงชั้นความลึก โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 74.70 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และต่ำสุดเท่ากับ 0.20 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกในหน้าตัดดิน โดยพบว่า ที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1.75 - 74.70 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1.05 - 24.85 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ที่ระดับความลึก 60 - 80 เซนติเมตร มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.82 - 21.35 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และที่ระดับความลึก 100 - 120 เซนติเมตร มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.20 - 21.32 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

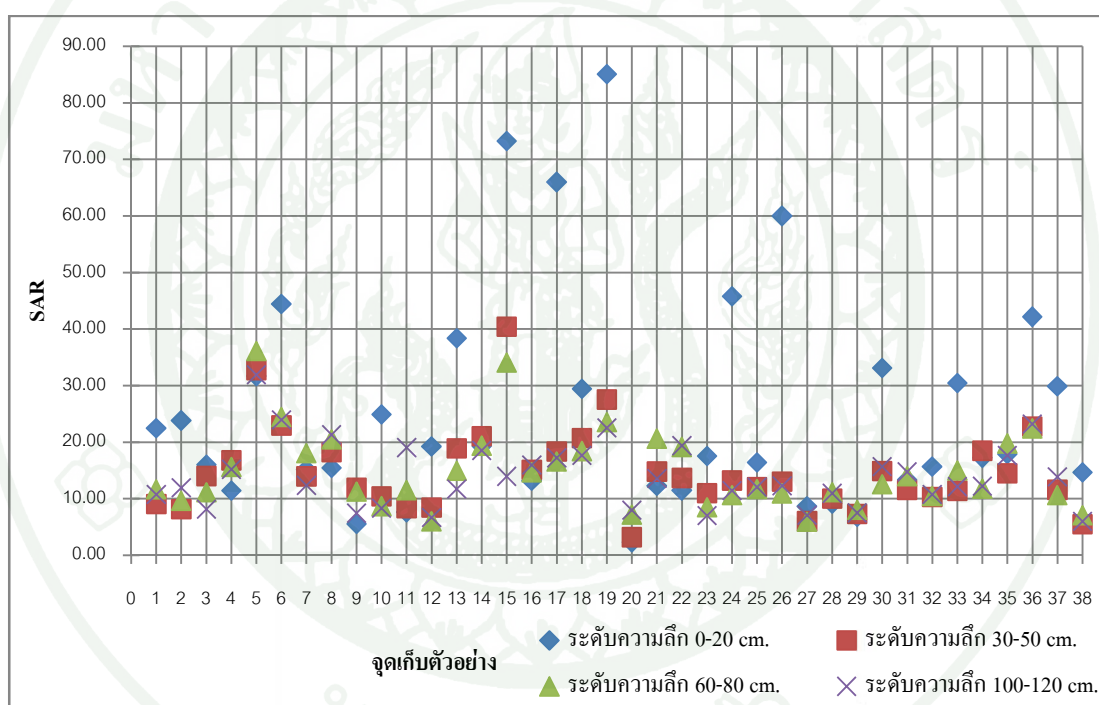


ภาพที่ 15 สภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

ดินที่ทำการศึกษามีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูง โดยเฉพาะชั้นดินบนแสดงว่าปริมาณเกลือที่สะสมในดินมีอยู่มาก (Keren, 2000) และมากที่สุดที่ชั้นดินบน ทั้งนี้การมีเกลืออยู่ในระบบมาก อาจเป็นผลมาจากกระบวนการเคลื่อนย้ายเกลือจากน้ำใต้ดินที่เค็มเคลื่อนที่อยู่ในระดับตื้น และขึ้นมาสะสมในบริเวณผิวหน้าดินหรือเขตรากพืช ในช่วงที่สภาพภูมิอากาศแห้งแล้งและมีอัตราการระเหยสูง (Sharma, 1980)

5.4 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR)

ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) ของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 16 และตารางผนวกที่ 3 พบว่า มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 85.09 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.30 และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกในหน้าตัดดิน โดยที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมอยู่ในช่วง 2.30 - 85.09 ที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมอยู่ในช่วง 3.22 - 40.41 ที่ระดับความลึก 60 - 80 เซนติเมตร มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมอยู่ในช่วง 5.99 - 36.61 และที่ระดับความลึก 100 - 120 เซนติเมตร มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมอยู่ในช่วง 6.02 - 31.95

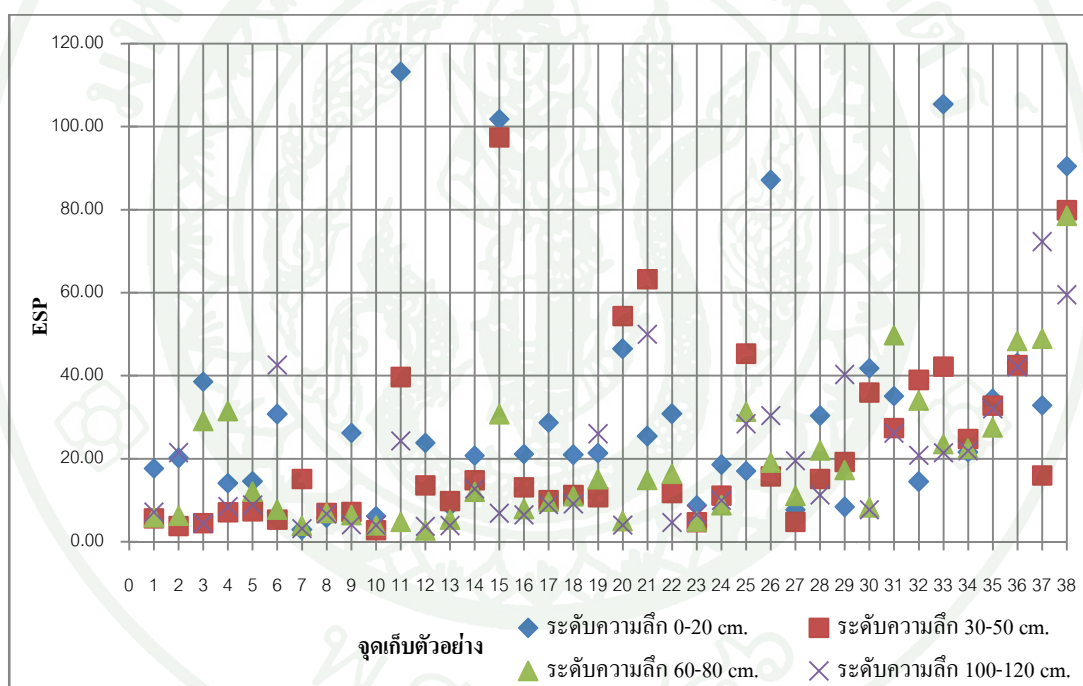


ภาพที่ 16 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

เนื่องจากค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของประจุบวกชนิดต่างๆ ในระบบดินโดยเฉพาะโซเดียม แคลเซียมและแมกนีเซียม (ไพบูลย์, 2528) ดังนั้น การที่ดินส่วนใหญ่มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมปานกลางสอดคล้องกับปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ซึ่งมีค่าปานกลางด้วย และค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมที่ต่ำบางบริเวณอาจเป็นผลมาจากอิทธิพลที่เด่นชัดของแคลเซียมไอออนที่มีอยู่ในระบบดินร่วมด้วย (Buol *et al.*, 2003)

5.5 ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP)

ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 17 และตารางผนวกที่ 3 พบว่า ค่าร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าอยู่ในช่วง 2.74 – 113.23 เปอร์เซ็นต์ และส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกในหน้าตัดดิน โดยที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มีค่าร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในช่วง 2.92 – 113.23 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร มีค่าร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในช่วง 2.82 – 97.42 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 60 - 80 เซนติเมตร มีค่าร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในช่วง 2.74 – 78.51 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 100 - 120 เซนติเมตร มีค่าร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในช่วง 3.19 – 72.33 เปอร์เซ็นต์



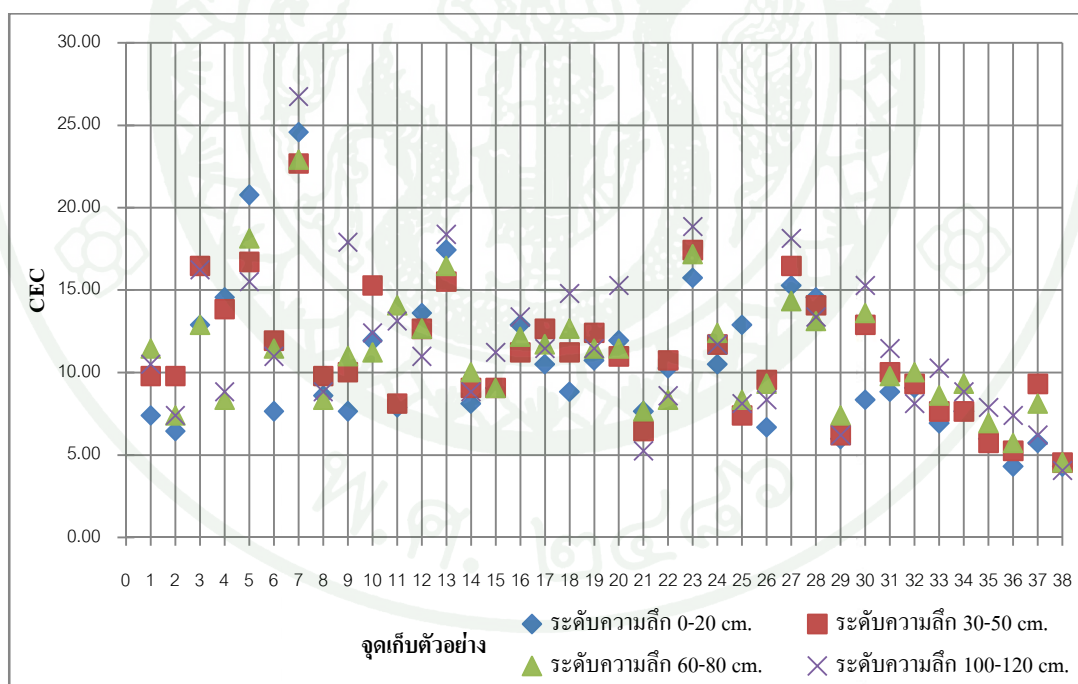
ภาพที่ 17 ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน มีค่าสอดคล้องกับอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมในดิน อย่างไรก็ตาม การที่ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมีค่าเกิน 100 เนื่องจากการวิเคราะห์ค่าร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินกระทำตามวิธีของดินปกติ แต่ดินที่ศึกษาเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือจึงมีเกลือที่ละลายได้สูงในดิน การวิเคราะห์จะต้องทำการล้างเกลือใน

ส่วนที่ละลายได้ออกก่อน เพื่อกำจัดเกลือส่วนเกินในส่วนที่ละลายได้ออก ค่าที่ได้จะมีเฉพาะส่วนที่แลกเปลี่ยนได้เท่านั้น

5.6 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 18 และตารางผนวกที่ 3 พบว่า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (4.06 - 26.73 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) โดยที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในช่วง 4.30 - 24.59 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในช่วง 4.54 - 22.68 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ที่ระดับความลึก 60 - 80 เซนติเมตร มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในช่วง 4.54 - 22.92 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และที่ระดับความลึก 100 - 120 เซนติเมตร มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในช่วง 4.06 - 26.73 เซนติโมลต่อกิโลกรัม

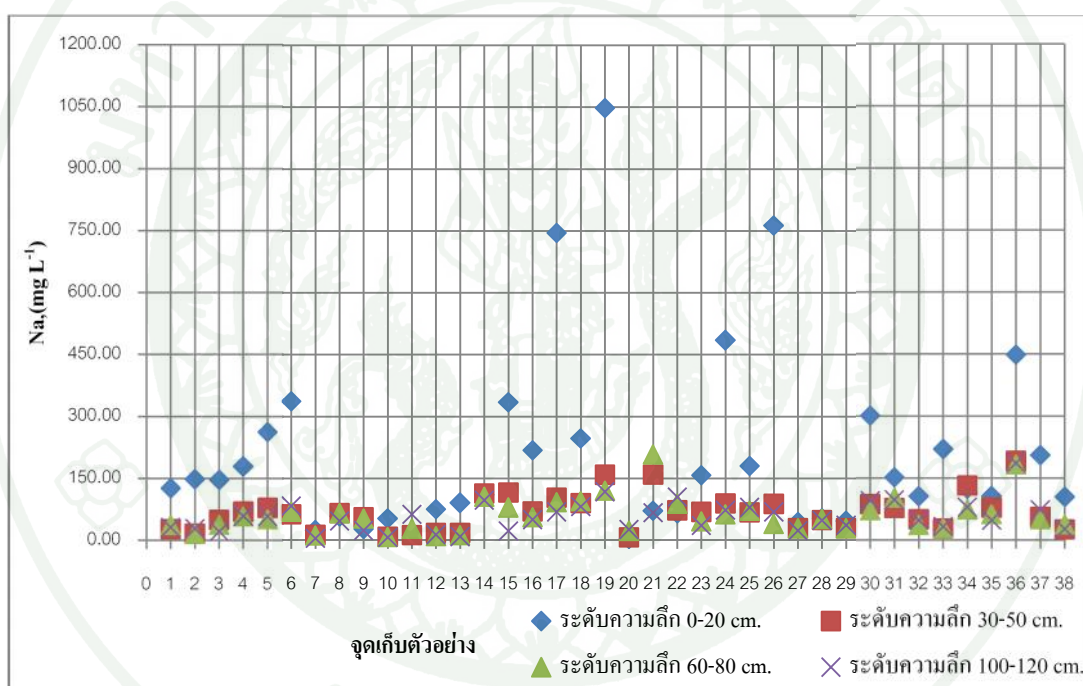


ภาพที่ 18 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ทำการศึกษามีค่าค่อนข้างแปรปรวน อาจเป็นสาเหตุมาจากอิทธิพลของปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่แตกต่างกัน และปริมาณของแร่ดินเหนียวที่แตกต่างกัน (ไพบูลย์, 2528; Brady, 1984)

5.7 ปริมาณแคตไอออนในดิน

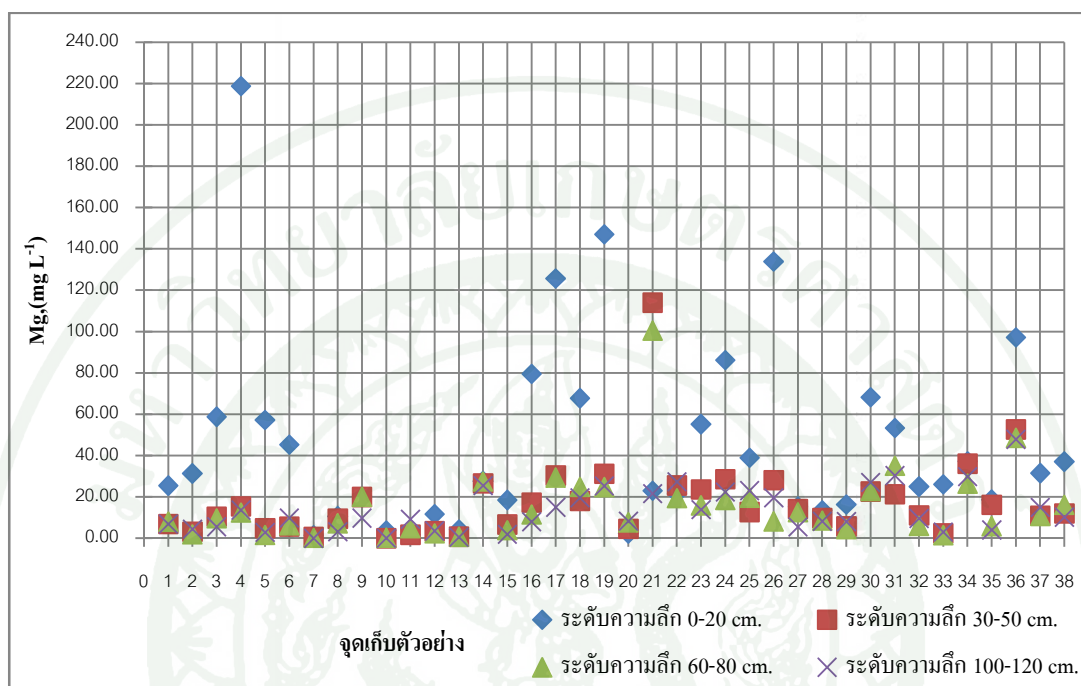
ปริมาณโซเดียมในดิน ของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 19 และตารางผนวกที่ 4 พบว่า มีปริมาณโซเดียมอยู่ระหว่าง 3.95 - 1048.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกในหน้าตัดดิน



ภาพที่ 19 ปริมาณโซเดียมในดิน ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

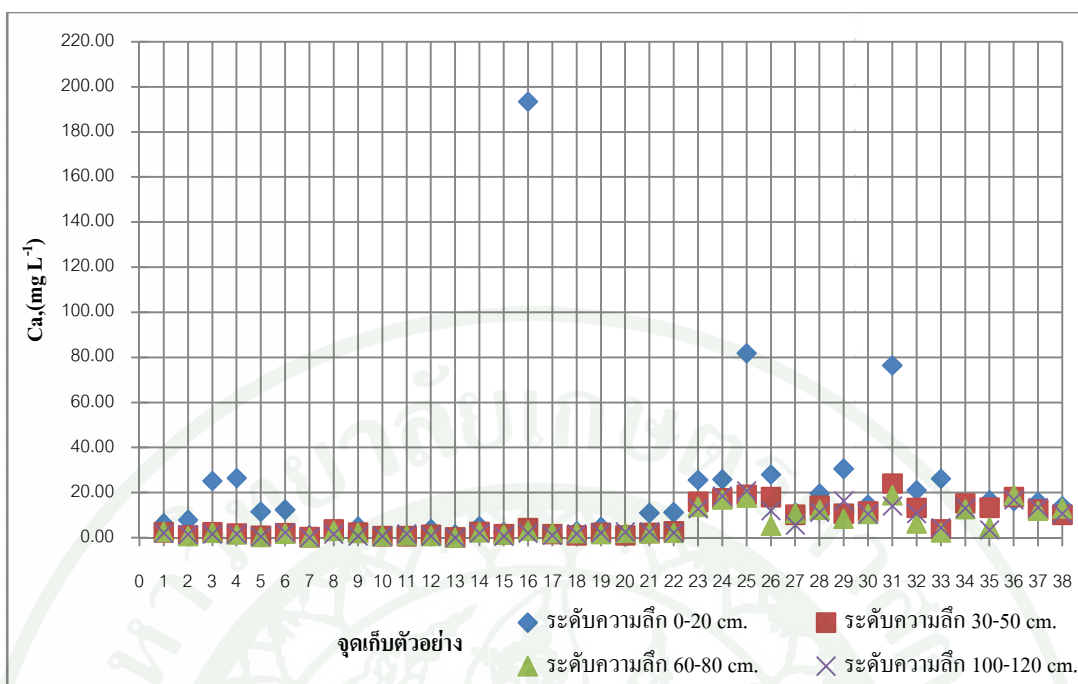
การที่ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงในดินบน สอดคล้องกับค่าสภาพการนำไฟฟ้า (E_c) แสดงให้เห็นว่ามีอิทธิพลของโซเดียมไอออนมากในระบบดินที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและการแทนที่ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530; Achaya and Abrol, 1978) การที่มีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูงนี้ทำให้อนุภาคดินฟุ้งกระจายและมีการยุบตัวอัดแน่นได้ง่าย ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าสูง

ปริมาณแมกนีเซียมในดิน ของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 20 และตารางผนวกที่ 4 พบว่า มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ระหว่าง 0.003 - 218.89 มิลลิกรัมต่อลิตร และส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกในหน้าตัดดิน



ภาพที่ 20 ปริมาณแมกนีเซียมในดิน ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

ปริมาณแคลเซียมในดิน ของดินตัวอย่างทั้ง 38 จุดศึกษา แสดงดังภาพที่ 21 และตารางผนวกที่ 4 พบว่า มีปริมาณแคลเซียมอยู่ระหว่าง 0.06 - 193.50 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดินและมีค่าเพิ่มขึ้นในบางช่วงความลึก



ภาพที่ 21 ปริมาณแคลเซียมในดิน ของดิน 38 จุดศึกษา ที่ระดับความลึก 0-20, 30-50, 60-80 และ 100-120 เซนติเมตร

การที่มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นในบางความลึกในหน้าตัดดิน อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดที่มีแคลเซียมคาร์บอเนต และการชะล้างจากดินบนไปสะสมในดินล่าง (นเรศ และคณะ, 2530; ประเทือง, 2531; Fitzpatrick, 1986)

จากผลการศึกษาแคตไอออนในดินจะเห็นว่าแคตไอออนในดินส่วนใหญ่เป็นโซเดียม และในบางจุดศึกษาจะมีปริมาณแมกนีเซียมและแคลเซียมสูงเช่นเดียวกัน ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าชนิดของเกลือที่พบในพื้นที่เป็นเกลือของโซเดียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งเกลือที่พบในพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างจากดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่รายงานโดย Napaporn (2007) ที่เกิดจาก rock salt ซึ่งมีเกลือ NaCl เป็นหลัก จากข้อมูลเป็นไปได้ว่ามีการสะสมเกลือแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมปะปนอยู่ด้วย เนื่องจากวัตถุต้นกำเนิดดินในพื้นที่ซึ่งเป็นตะกอนทะเลในอดีต

อย่างไรก็ตาม การบอกชนิดของเกลื่อนั้นต้องใช้ผลการวิเคราะห์เชิงแร่ หรือชนิดของสารทั้งหมดด้วย Inductively Coupled Plasma Spectroscopy (ICP-OES/MS) หรือวิเคราะห์ชนิดของสารประกอบในสารละลายด้วยวิธีทางเคมีมาประกอบในการจำแนก จึงยังไม่สามารถระบุชนิดของเกลือได้

6. ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมี

ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีของดินทั้งหมดวิเคราะห์โดยโปรแกรม Statistica Version 8.0 แสดงดังตารางที่ 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ พบว่า

ที่ระดับความลึก 0 – 20 เซนติเมตร พบค่าความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่าง ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) กับพีเอชของดิน (pH) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.32, อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) กับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.56, แมกนีเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.68, โซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.72, แมกนีเซียมกับอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.46, โซเดียมกับอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.89, ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.77, โพแทสเซียมกับร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.33 และโซเดียมกับแมกนีเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.71 และพบค่าความสัมพันธ์ในเชิงลบระหว่าง ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.43, โพแทสเซียมกับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.37 และโพแทสเซียมกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.35

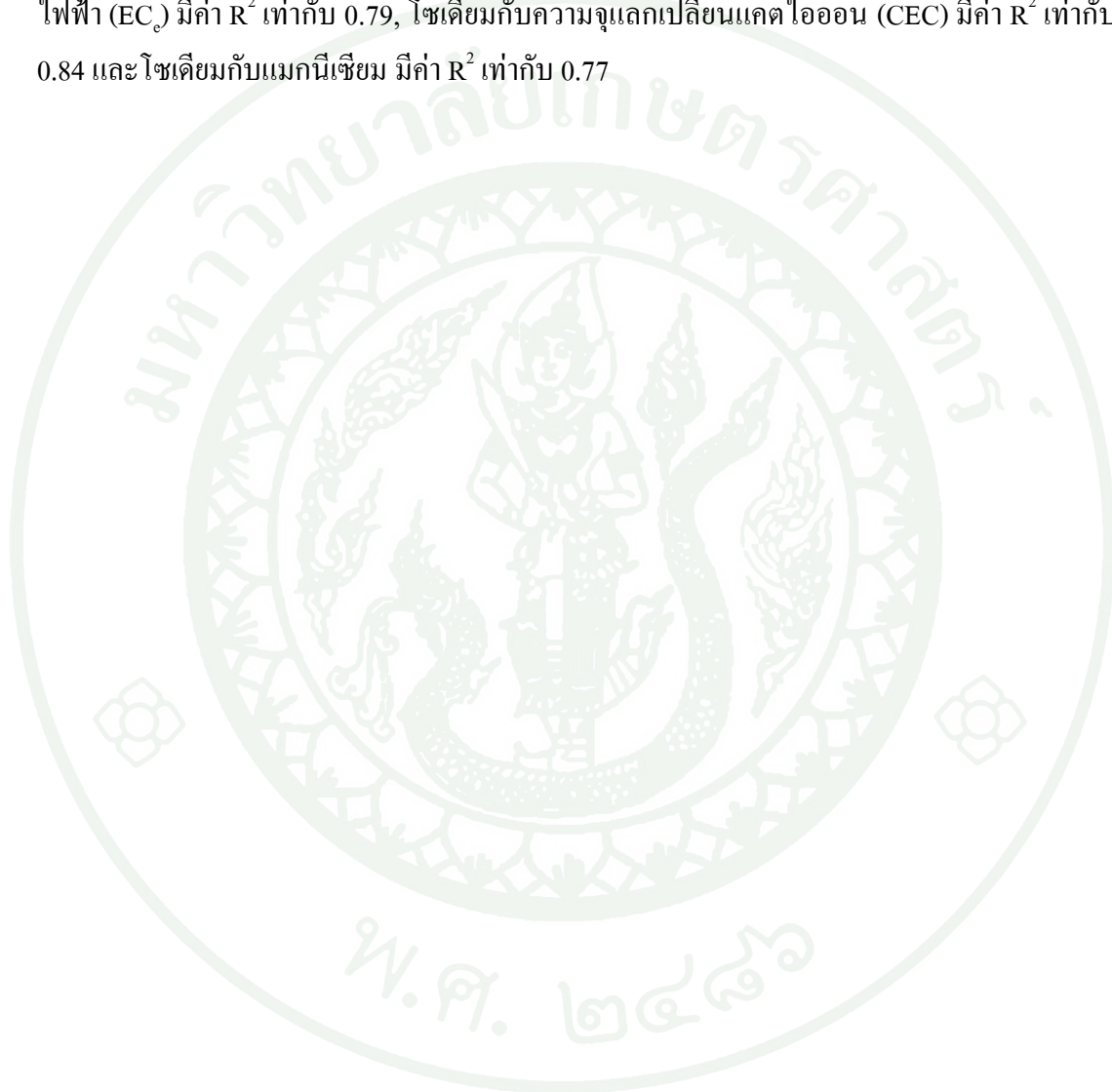
ที่ระดับความลึก 30 – 50 เซนติเมตร พบค่าความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่าง อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) กับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.50, แคลเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.32, แมกนีเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.56, โซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.88, โซเดียมกับอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.62, ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.48, แคลเซียมกับโพแทสเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.58 และโซเดียมกับแมกนีเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.75 และพบค่าความสัมพันธ์ในเชิงลบระหว่าง ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.54 และแมกนีเซียมกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.37

ที่ระดับความลึก 60 – 80 เซนติเมตร พบค่าความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่าง โพแทสเซียมกับพีเอชของดิน (pH) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.33, แมกนีเซียมกับพีเอชของดิน (pH) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.34, อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) กับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.33, แคลเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.32, โพแทสเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.34, แมกนีเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.60, โซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.80, โซเดียมกับอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.49, ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.46, แคลเซียมกับร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.54, แคลเซียมกับโพแทสเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.52 และโซเดียมกับแมกนีเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.88 และพบค่าความสัมพันธ์ในเชิงลบระหว่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) กับพีเอชของดิน (pH) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.37, ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) กับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.35, ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.57, โซเดียมกับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.36 และแมกนีเซียมกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.37

ที่ระดับความลึก 100 – 120 เซนติเมตร พบค่าความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่าง โพแทสเซียมกับพีเอชของดิน (pH) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.33, อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) กับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.49, ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) กับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.33, แคลเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.37, แมกนีเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.90, โซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.93, โซเดียมกับอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.62, ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.65, แคลเซียมกับร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.46, โซเดียมกับร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.34, แคลเซียมกับโพแทสเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.62, แมกนีเซียมกับโพแทสเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.46, แมกนีเซียมกับแคลเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.54, โซเดียมกับแคลเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.40 และโซเดียมกับแมกนีเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.90 และพบค่าความสัมพันธ์ในเชิงลบระหว่าง ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) กับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.44, ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) กับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.33, ร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.63, แคลเซียมกับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.33, แมกนีเซียมกับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.33, โซเดียมกับความจุ

แลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.37 และร้อยละโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) กับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) มีค่า R^2 เท่ากับ -0.42

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของดินในทุกระดับความลึก พบค่าความสัมพันธ์อย่างชัดเจน ระหว่าง แมกนีเซียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.74, โซเดียมกับสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.79, โซเดียมกับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.84 และโซเดียมกับแมกนีเซียม มีค่า R^2 เท่ากับ 0.77



ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร (R^2 ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05000$)

	pH	ECe (mS/cm)	SAR	CEC (Me/100g)	OM	ESP	K (mmole/L)	Ca (mmole/L)	Mg (mmole/L)	Na (mmole/L)
pH	1.00									
ECe (mS/cm)	0.23	1.00								
SAR	0.32	0.56	1.00							
CEC (Me/100g)	0.32	-0.11	-0.10	1.00						
OM	0.09	-0.30	-0.27	0.77	1.00					
ESP	0.04	0.04	0.22	-0.43	-0.27	1.00				
K (mmole/L)	0.16	0.06	0.05	-0.37	-0.35	0.33	1.00			
Ca (mmole/L)	-0.06	0.28	-0.17	0.05	0.08	-0.06	0.12	1.00		
Mg (mmole/L)	0.05	0.68	0.46	-0.02	-0.20	-0.02	0.07	0.20	1.00	
Na (mmole/L)	0.23	0.72	0.89	-0.14	-0.30	0.15	0.14	0.02	0.71	1.00

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีที่ระดับความลึก 30-50 เซนติเมตร (R^2 ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05000$)

	pH	ECe (mS/cm)	SAR	CEC (Me/100g)	OM	ESP	K (mmole/L)	Ca (mmole/L)	Mg (mmole/L)	Na (mmole/L)
pH	1.00									
ECe (mS/cm)	0.07	1.00								
SAR	0.09	0.50	1.00							
CEC (Me/100g)	0.01	-0.27	0.07	1.00						
OM	-0.30	-0.18	0.14	0.48	1.00					
ESP	0.09	0.01	0.13	-0.54	-0.22	1.00				
K (mmole/L)	0.23	0.22	-0.08	-0.14	-0.18	0.13	1.00			
Ca (mmole/L)	0.10	0.32	-0.22	-0.30	-0.20	0.14	0.58	1.00		
Mg (mmole/L)	0.13	0.56	0.14	-0.31	-0.37	0.23	0.09	0.20	1.00	
Na (mmole/L)	0.14	0.88	0.62	-0.30	-0.24	0.19	0.19	0.27	0.75	1.00

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีที่ระดับความลึก 60-80 เซนติเมตร (R^2 ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05000$)

	pH	ECe (mS/cm)	SAR	CEC (Me/100g)	OM	ESP	K (mmole/L)	Ca (mmole/L)	Mg (mmole/L)	Na (mmole/L)
pH	1.00									
ECe (mS/cm)	0.08	1.00								
SAR	-0.01	0.33	1.00							
CEC (Me/100g)	0.10	-0.35	0.07	1.00						
OM	-0.37	-0.27	0.12	0.46	1.00					
ESP	0.04	0.22	0.00	-0.57	-0.17	1.00				
K (mmole/L)	0.33	0.32	-0.11	-0.03	-0.13	0.11	1.00			
Ca (mmole/L)	0.26	0.34	-0.30	-0.25	-0.12	0.54	0.52	1.00		
Mg (mmole/L)	0.34	0.60	0.15	-0.29	-0.37	0.18	0.26	0.26	1.00	
Na (mmole/L)	0.23	0.80	0.49	-0.36	-0.32	0.24	0.23	0.24	0.88	1.00

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีที่ระดับความลึก 100-120 เซนติเมตร (R^2 ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05000$)

	pH	ECe (mS/cm)	SAR	CEC (Me/100g)	OM	ESP	K (mmole/L)	Ca (mmole/L)	Mg (mmole/L)	Na (mmole/L)
pH	1.00									
ECe (mS/cm)	0.10	1.00								
SAR	0.04	0.49	1.00							
CEC (Me/100g)	0.14	-0.44	-0.11	1.00						
OM	-0.18	-0.33	-0.04	0.65	1.00					
ESP	0.27	0.33	0.07	-0.63	-0.42	1.00				
K (mmole/L)	0.33	0.30	-0.09	0.02	-0.05	-0.02	1.00			
Ca (mmole/L)	0.23	0.37	-0.20	-0.33	-0.19	0.46	0.62	1.00		
Mg (mmole/L)	0.24	0.90	0.29	-0.33	-0.22	0.29	0.46	0.54	1.00	
Na (mmole/L)	0.16	0.93	0.62	-0.37	-0.24	0.34	0.31	0.40	0.90	1.00

ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีของดินทุกระดับความลึก (R^2 ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05000$)

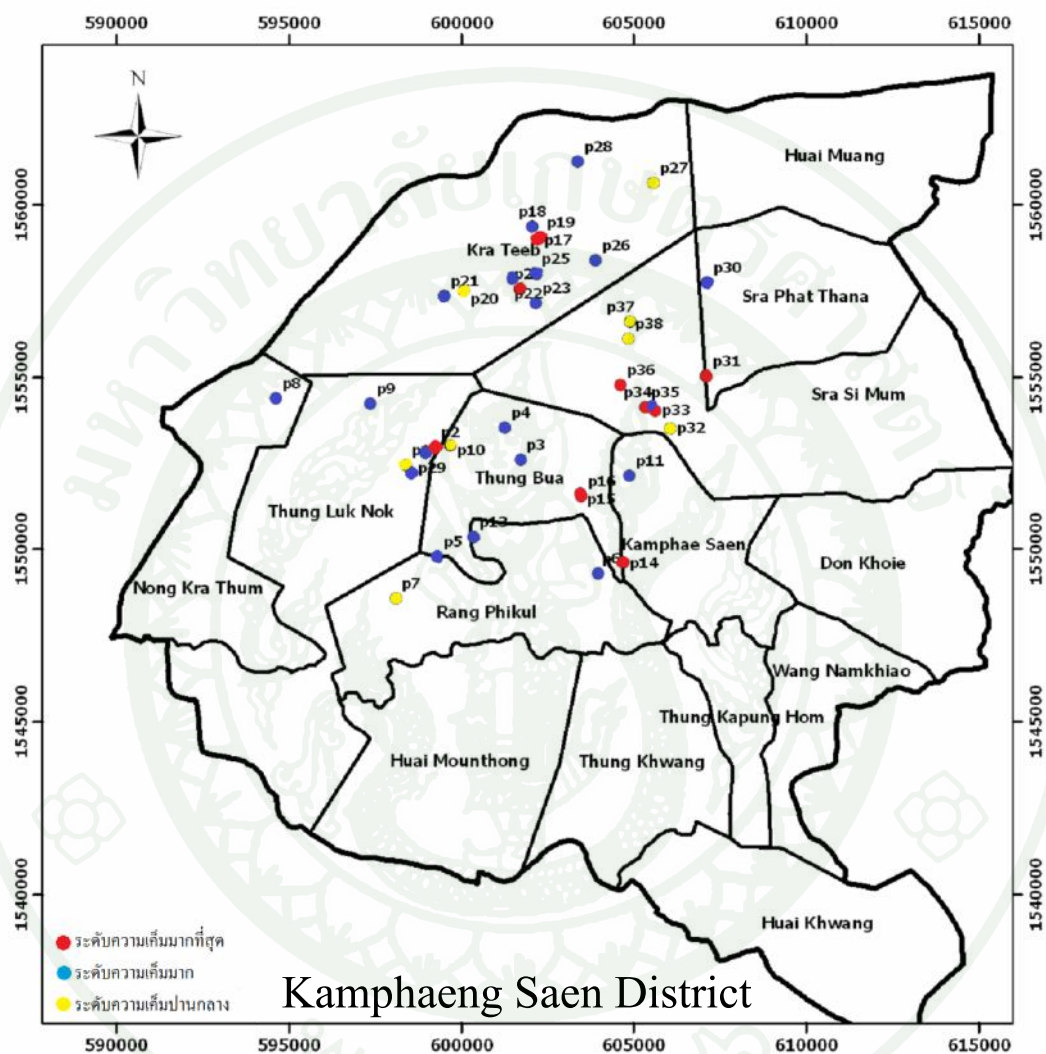
	pH	Ece (mS/cm)	SAR	CEC (Me/100g)	OM	ESP	K (mmole/L)	Ca (mmole/L)	Mg (mmole/L)	Na (mmole/L)
pH	1.00									
Ece (mS/cm)	0.13	1.00								
SAR	-0.14	0.23	1.00							
CEC (Me/100g)	0.16	0.62	0.13	1.00						
OM	0.15	-0.19	0.35	-0.08	1.00					
ESP	0.10	0.22	-0.02	0.23	-0.52	1.00				
K (mmole/L)	0.27	0.17	-0.10	0.03	-0.14	0.18	1.00			
Ca (mmole/L)	0.04	0.43	0.19	-0.03	-0.08	0.12	0.24	1.00		
Mg (mmole/L)	0.13	0.74	0.08	0.49	-0.17	0.18	0.17	0.32	1.00	
Na (mmole/L)	0.16	0.79	0.09	0.84	-0.18	0.25	0.17	0.19	0.77	1.00

7. การจำแนกดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

โดยทั่วไปดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชควรจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายดินอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า 2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เนื่องจากอิทธิพลของเกลือที่สะสมอยู่ในระดับนี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกน้อยมาก (ยงยุทธ, 2524; Arunin, 1984) ถ้าดินมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายดินอยู่ในช่วงที่มากกว่าหรือเท่ากับ 4 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชลดลง ดินส่วนใหญ่ที่ทำการทดลองมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สูงในชั้นดินบน และมีแนวโน้มสม่ำเสมอในหน้าตัดดินนั้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายเกลือจากน้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ในระดับตื้นขึ้นมาสะสมในบริเวณผิวดินช่วงที่สภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง และมีอัตราการคายระเหยน้ำสูง (Sharma, 1980) ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมและค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินที่ทำการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าสูงเกินกว่า 13 และ 15 ตามลำดับ เนื่องจากค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมสูง แสดงถึงอิทธิพลของโซเดียมไอออนที่เด่นชัดในระบบดิน (ไพบูลย์, 2528; Buol และคณะ, 1989) และจากไอออนบวกส่วนใหญ่ที่เป็นโซเดียมไอออนนี้เอง พิจารณาจากสภาพการนำไฟฟ้า ร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดิน สามารถจำแนกชนิดของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่ได้ 2 ประเภท คือ ดินเค็มโซดิก จำนวน 33 จุดเก็บตัวอย่าง และดินเค็ม จำนวน 5 จุดเก็บตัวอย่าง และสามารถจำแนกระดับความเค็มของดินได้ คือ ระดับความเค็มมากที่สุด (16.03 - 74.70 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) จำนวน 11 จุดเก็บตัวอย่าง ระดับความเค็มมาก (8.06 - 15.98 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) จำนวน 20 จุดเก็บตัวอย่าง และระดับความเค็มปานกลาง (4.05 - 7.84 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) จำนวน 7 จุดเก็บตัวอย่าง แสดงดังภาพที่ 22

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่ศึกษามีความรุนแรงและพัฒนาการที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือประเภทดินเค็มนั้นจัดเป็นประเภทที่มีพัฒนาการของการได้รับอิทธิพลจากเกลือน้อยที่สุด คือ มีกระบวนการสะสมเกลือเกิดขึ้น ดินเค็มโซดิกจัดว่ามีพัฒนาการของการได้รับอิทธิพลจากเกลือสูงกว่า ดินมีการสะสมเกลือที่ละลายได้อยู่มากและสะสมโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากด้วย การจัดการแก้ไขปัญหาก็แตกต่างกัน ซึ่งการจัดการดินเค็มสามารถทำได้โดยการใช้น้ำชะล้างเกลือออกไปหรือลงไปทางแนวดิ่งให้พื้นขอบเขตรากพืช การจัดการดินเค็มโซดิกนั้นนอกจากการชะล้างเกลือออกไปจากดินแล้วจะต้องมีการไล่ที่โซเดียมที่มีอยู่มากด้วย จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในพื้นที่นี้ ยังสามารถมีการเกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาทั้งในเชิงของตำแหน่งการแพร่กระจายและพัฒนาการของการได้รับ

อิทธิพลจากเกลือ การแก้ปัญหาจึงต้องกระทำอย่างระมัดระวังเพราะเกลืออาจเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปเกิดปัญหายังอีกบริเวณหนึ่งได้ และต้องมีการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินด้วย



ภาพที่ 22 การจำแนกระดับความเค็มของดินในพื้นที่ศึกษาโดยพิจารณาจากผลกระทบท่อพืช

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2525. แผนที่ดินจังหวัดนครปฐม.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2531. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ. ความรู้เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2546. ภาพถ่ายทางอากาศสีอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

คณะกรรมการกำหนดมาตรฐานข้อมูลแผนที่และการวางแผนการใช้ที่ดิน. 2532. ดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมของประเทศไทย, น. 155-163. ใน รายงานประจำปี 2532. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 673 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 น.

ขนิษฐศรี ส่งสวัสดิ์. 2537. สมบัติและระดับความรุนแรงของอิทธิพลเกลือของดินคล้ายชุดดินร้อยเอ็ดที่เป็นดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรงค์ จันทรเจริญสุข. 2530. เหมืองดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 น.

จุฑามาศ แก้วมโน. 2546. ความสัมพันธ์ระหว่างดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือกับสัณฐานภูมิประเทศบริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จุมพล วิเชียรศิลป์. 2535. การวิเคราะห์สมบัติและศักยภาพของดินเค็มในแอ่งโคราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชาคริต มัลละพุทธิรินทร์. 2544. การศึกษาการปรับปรุงดินเค็มที่พบในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยวิธีการใช้น้ำชะล้างเกลือออกจากดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชาลี นาวานุเคราะห์. 2529. ลักษณะและศักยภาพของดินเค็มชายทะเลภาคกลางของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดิเรก สุนทรกุล. 2531. การประเมินปัญหาและศักยภาพของดินเค็มในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นภาพร วงษ์โพธิ์หอม. 2543. การศึกษาปัจจัยเชิงพื้นที่ซึ่งมีผลต่อชนิดของดินเกลือด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ Spatial Analysis ในวิทยาเขตกำแพงแสน. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี. คณะ เกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

นเรศ สัตยรักษ์, สมเกียรติ จันทน์มหา, เจตต์ จุลวงศ์, ปกรณ์ สุวนิช และ ธวัช จาปะเกษตร. 2530. อิทธิพลของชั้นเกลือหินที่มีต่อในใต้ดินในภาคอีสาน, น. 37-75. ใน เอกสารการประชุมวิชาการ “ธรณีวิทยากับการพัฒนาอีสานเขียว” ณ ห้องเพลินิจิต โรงแรมอิมพีเรียล, กรุงเทพฯ.

ประเทือง จินตสกุล. 2531. การวิเคราะห์ชนิดและสมบัติของดินศิลาแลงในแอ่งสกลนคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรพรม พรหมเดชะ. 2544. แร่วิทยาและเคมีของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือบริเวณแอ่งสกลนคร ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิสุทธิ์ วิจารณ์. 2530. **การจำแนกดินเปรี้ยวจัดและดินเค็มตามชายฝั่งทะเลของประเทศไทย**
เอกสารวิชาการฉบับที่ 74. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
 สหกรณ์การเกษตร, กรุงเทพฯ. 57 น.

เพิ่มพูน กิรติกลีกร. 2527. **ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.** โครงการการผลิตสิ่ง
 ตีพิมพ์ทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยความช่วยเหลือจาก
 สถานทูตแคนาดาประจำประเทศไทย. เอกสารเล่มที่ 1. ฟินนี พับบลิชซิง, กรุงเทพฯ. 250 น.

ไพบูลย์ ประพตศิธรรม. 2528. **เคมีของดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 393 น.

ไพบูลย์ ประโมจันทร์. 2536. **สาเหตุและการแพร่กระจายของดินเค็มบริเวณที่ราบภาคกลาง**
ตอนบน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, กรุงเทพฯ.

ภัทพงศ์ สายพันธ์. 2551. **การศึกษาอิทธิพลของถนนต่อการเกิดดินเค็มใน อำเภอกำแพงแสน**
จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ขงยุทธ โอสถสกา. 2524. **ดินเค็มและดินโซดิก.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 172 น.

วิโรจน์ อัมพิทักษ์. 2531. **การจัดการดิน เล่ม 2.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 607 น.

สมพงษ์ ถีรวงศ์. 2533. **การวิจัยและพัฒนาของกรมพัฒนาที่ดิน. เอกสารประกอบการบรรยายวิชา**
ปฐพีวิทยา 597. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 35น.

สมศรี อรุณินท์. 2536. **การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
 สหกรณ์การเกษตร, กรุงเทพฯ.

สมศรี อรุณินท์. 2539. **ดินเค็มในประเทศไทย.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
 การเกษตร, กรุงเทพฯ. 276 น.

สมศรี อรุณินท์. 2542. การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก. 19-29 น. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 348 น.

สิทธิพร เงินประเสริฐศรี. ม.ป.ป. การระบายน้ำบนดินและใต้ดิน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 145 น.

สุนทรี อัครธนกุล. 2529. หลักการปลูกพืชฝัสด. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 201 น.

สุริยะ ศิริวัฒน์. 2549. สภาพแวดล้อมในการแพร่กระจายดินเค็ม ในแอ่งสกลนคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย, น. 194-200. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2527. การกำเนิดและการจำแนกดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2525. ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 549 น.

เอิบ เขียวรีนรมย์. 2526. การสำรวจดิน: กำเนิดและสัณฐานดิน เล่ม 1. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรีนรมย์. 2533. ดินของประเทศไทย: ลักษณะ การแจกกระจาย และการใช้. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 651 น.

เอิบ เขียวรีนรมย์. 2542. การสำรวจดิน: มโนทัศน์ หลักการและเทคนิค. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรีนรมย์. 2550. ดินเค็มในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- Achaya, C.L. and I.P. Abrol. 1978. Exchangeable sodium and soil behavior under field conditions. **Soil Sci.** 125: 310-319.
- Arar, A. 1971. Irrigation and drainage in relation to salinity and waterlogging, pp.86-111. *In* Salinity Seminar Baghdad. **Irrigation and Drainage**, Paper No. 7. FAO, Rome.
- Arunin, S. 1984. **Characteristics and management of salt-affected soil in the Northeast of Thailand**, pp. 336-351. *In* Ecology and Management of Problem Soils in Asia. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. Taipei, Rep. Of China.
- Arunin, S. 1987. **Management of saline and alkaline soils in Thailand**. Paper presented at the Regional Expert Consultation on the Management of Saline/Alkaline Soils. Bangkok: FAO Regional for Asia and the Pacific.
- Beek, K.L., W.A. Blokhuis, P.M. Driessen, N.V. Brinkman and L.J. Pons. 1980. **Problem soils: their reclamation and management**, pp. 47-72. *In* ILRI Publication. No. 27. Wageningen, Netherlands.
- Bell, J.C., R.L. Cunningham and M.W. Havens. 1994. Soil drainage probability mapping using a soil- landscape model. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 58: 464-470.
- Bloom, P.R. 2000. Soil pH Buffering, pp. B333-B352. *In* M.E. Sumner, ed. **Handbook of Soil Science**. CRC Press LLC.
- Bloom, P.R. and D.F. Grigal. 1985. Modeling soil response to acidic deposition in non-sulfate adsorbing soils. **J. Environ. Qual.** 14: 481-495.
- Brady, N.C. 1984. **The Nature and Properties of Soils**. 2nd ed. Macmillan Publishing Company, New York.

- Brady, N.C. 1999. **The Nature and Properties of Soils**. 10th ed. Macmillan Publishing Company, New York.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 1999. **The Nature and Properties of Soils**. 12th ed., Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey. 881 p.
- Buol, S.W., F.D. Hole and R.J. McCracken. 1989. **Soil Genesis and Classification**. 3rd ed., Iowa State Univ. Press, U.S.A. 446 p.
- Buol, S.W., F.D. Hole and R.J. McCracken. 2003. **Soil Genesis and Classification**. 5th ed., Iowa State Univ. Press, Iowa.
- Carter, D.L. and V.J. Myers. 1963. Light Reflectance and Chlorophyll and Carotene Contents of Grapefruit Leaves as Affected by Na_2SO_4 , NaCl and CaCl_2 . *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 82: 217-221.
- Crescimanno, G. and M. Iovino. 1995. Parameter estimation by inverse method based on one-step and multi-step outflow experiments. **Geoderma** 68: 257-277.
- Fitzpatrick, E.A. 1986. **Soil, Their Formation, Classification and Distribution**. Longman Scientific and Technical Co., England 353 p.
- Foth, H.D. 1990. **Fundamentals of soil science**. 8th ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Frenkel, H., J.O. Goertzen and J.D. Rhoades. 1978. Effect of clay type and content, exchangeable sodium percentage and electrolyte concentration on clay dispersion and soil hydraulic conductivity. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 42: 32-39.
- Ghassemi, F., A.J. Jakeman and H.A. Nix. 1995. **Salinization of Land and Water Resources: Human Cases, Extent, Management and Case Studies**. Center for Resource and Environmental Studies, Australian National University, Canberra, Australia.

- Hattori, T. and Y. Takaya. 1989. **Salinity in Thailand**. Report of ADRC short term expert (22) JICA.
- Haworth, H.F., N. Pongpan and C. Piancharoen. 1996. **Groundwater Resources Development of Northeast Thailand**. Groundwater Bull. No. 2. Dept. of Mineral Resources. Thailand.
- Joffe, J.S. 1949. Pedology. 2nd ed. **Pedology Publications**., New Brunswick, New Jersey.
- Keren, R. 2000. Salinity. pp. G3-G21. *In* M.E. Summer, ed. Handbook of Soil Science. CRC. Press, LLC.
- Khan, H.R., K.F. Yasmin, S.M. Alam, T. A dacchi and I.U. Ahmed. 1991. Dynamics of physico-chemical properties of a coastal saline soil throughout the consequent seasons. **Current Agriculture** 15: 41-47.
- Khan, H.R., M.N. Islam, S.M.A. Faiz, T. A dacchi and I.U. Ahmed. 1992. Physico-chemical characteristics of a saline soil under rice as influenced by gypsum and Zn. **Current Agriculture** 16: 11-20.
- Kheoruenromne, I. 1988. **Problem assessment on hardpan, salinity and sodicity of soils in Mae Klong Basin** , pp. 137-187. *In* KU-ACNARP Project No. 6., Cropping Programmes and Agriculture Topic Research. Technical Report 1986-1987. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok.
- 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.
- Kohut, C.K. and M.J. Dudas. 1994. Characteristics of clay minerals in saline alkaline soils in Alberta, Canada. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 58: 1260-1269.

- Krairapanond, N., A. Krairapnond., D. Sinthuwanich and T. Junpet. 1992. **Environmental impact of rock salt mining operations on land and water resources of northeast Thailand**, pp. 309-322. *In* Symposium on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands. Dept. of Land Development, Ministry of Agr. And Coop., Bangkok.
- Levitt, J. 1972. **Response of Plants to Environmental Stress**. Academic Press, New York. 647 p.
- Lima, L.A. and M.E. Grismer. 1992. Soil crack morphology and soil salinity. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 37: 600-606.
- Luttge, U., J. Andrew and C. Smith. 1984. **Structural, biophysical and biochemical aspects of the role of leaves in plant adaptation to salinity and water stress**, pp. 125-150. *In* Richard C. Staples and Gray H. Toenniessen (eds.). **Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement**. John Wiley and Sons, New York.
- Marshall, T.J. and J.W. Holmes. 1979. **Soil Physics**. Cambridge Univ. Press, London.
- Mitsuchi, M., P. Wichaidit and S. Jeungnijirund. 1989. **Soil of the Northeast Plateau, Thailand**. Tech. Bull. Trop. Agr. Res. Center. 55 p.
- Mousavi, S.F., M.R. Nouri-Emamzadei and M. Afyni. 2000. Mulch and tillage effects on infiltration rates of a saline and leached clay soil. **International Agricultural Engineering Journal** 9: 17-27.
- Nelson, P.N. and J.M. Oades. 1998. Organic matter, sodicity and soil structure, pp. 67-84. *In* M.E. Summer and R. Naidu, eds. **Sodic soils**. Oxford University Press, New York.
- Park, S.J., K. McSweeney and B. Lowery. 2001. Identification of the spatial distribution of soil using a process-based terrain characterization. **Geoderma** 103: 249-272.

- Patcharapreecha, P., I. Goto and M. Ninaki. 1990. **Salt affect soils in Northwest Thailand their characterization and management**, pp. 192-197. *In Proc. Transaction 14th International Congress of Soil Science*, Kyoto, Japan.
- Pramojanee, P. 1982. **A Study of the Relationship between Salt Affected Soil and Landforms in Amphoe Kam Sakae Saeng Area, Nakhon Ratchasima Province, Thailand**. ITC, Enchede, The Natherlands. 155 p.
- Pupisky, H. and I. Shainberg. 1979. Salt effects on the hydraulic conductivity of a sandy soil. **Soil Sci. Am. J.** 43: 429-433.
- Richards, L.A. 1954. **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soil**. U.S. Salinity Laboratory, U.S. Dept. Arg. Hbk. 60. 160 p.
- Rimwanich, S. and B. Suebsiri. 1984. **Nature and management of problem soils in Thailand**, pp. 13-25. *In Ecology and Management of Problem Soils in Asia*. FFTC Book Series No. 27.
- Rowell, D.L. 1963. Effect of electrolyte concentration on the swelling of orientated aggregates of montmorillonite. **Soil Sci.** 96: 368-374.
- Rowell, D.L., D. Payne and N. Ahmad. 1969. The effect of concentration and movement of solutions on the swelling, dispersion and movement of clay in saline and alkaline soils. **J. Soil Sci.** 20: 176-188.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. Wiley, New York. 617 p.
- Santos, M.L.M., C. Guenat, M.Bouzelboudjen and F. Golay. 2000. Three-dimensional GIS cartography applied to the study of the spatial variation of soil horizons in a Swiss floodplain. **Geoderma** 97: 351-366.

Sharma, A.K. 1980. Salt-balance studies in Lam Pao irrigation project area, Northeast Thailand.
M.S. thesis, AIT, Pathumthani.

Singh, R. and H. Raw. 1976. Inorganic transformation of added water-soluble phosphorus in some soil of Uttar Pradesh. **J. Ind. Soc. Soil Sci.** 24(1): 53-56.

Skopp, J.M. 2000. Physical properties of primary particles, pp. A3-A17. *In* M.E. Summer, ed.
Handbook of soil science. CRC Press LLC.

Soil Science Society of America. 1984. **Glossary of Soil Science Terms**. Madison Wisconsin, U.S.A. 37 p.

Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual**. United States department of Agriculture Handbook No. 18. United States Department of Agriculture, United States Government Printing Office, Washington, C.C.

Soil Survey Staff. 1951. **Soil Survey Manual**. Agriculture Handbook No. 18. U.S. Dept. Agric., U.S. Govt. Printing Office, Washington.

Stevenson, F.J. 1982. **Humans Chemistry: Genesis, Composition, Reactions**. John Wiley and Sons, New York.

Suddhiprakarn, A. and I. Kheuenromne. 1998. **Mineralogy and micromorphology of salt affect soils in Central Plain, Thailand**. Thai J. Agric Sci. 31(1): 3-20.

Szabolcs, I. 1985. **Salt affected soil as world problem**, pp. 30-47. *In* Proc. Of International Symposium on Salt Affected Soils. Beijing Agricultural University and Chinese Academy of Agricultural Science, Jinan, China.

- Szabolcs, I. 1992. **An overview of the salt affect lands in the world**, pp. 19-25. *In* Proceeding of the International Symposium on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands. Dept. of Land Development, Ministry of Agr. And Coop., Bangkok.
- Takai, Y., T. Nagano, M. Kimura, J. Sugi and S. Vacharotayan. 1987. **Coastal and Inland Salt-Affected Soils in Thailand: Their Characteristics and Improvements**. Nodai research institute, Tokyo Univ. of Agr.
- Thompson, L.M. and F.R. Troeh. 1978. **Soil and Soil Fertility**. 4th ed. McGraw-Hill Inc., New York.
- Thorne, D.W. and H.B. Peterson. 1954. **Irrigation Soils-their Fertility and Management**. The Blackistion Co. Inc., New York. 329 p.
- Ulrich, B. 1991. **An ecosystem approach to soil acidification**, pp. 28-79. *In* B. Ulrich and M.E. Sumner, ed. Soil Acidity. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Varallyay, G. 1968. **Salt accumulation processes in the Hungarian Danube valley**, pp. 36-45. *In* J. Gerrard, ed. Alluvial Soils. Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York, USA.
- Velayutham, A., D. Raj and S. Loganathan. 1977. Physical properties of soils and indices of salinity and alkali in relation to ease of reclamation. **Mysore Journal of Agricultural Sciences** 11: 489-493.
- Waisel, Y. 1972. **Biology of Halophyte**. Academic Press, New York.
- Walthall, P.M., W.J. Day and W.J. Autin. 1992. Ground water as a source of sodium in the soils of the Macon Ridge, Louisiana. **Soil Sci.** 154: 95-104.

White, R.E. 1997. **Principles and Practice of Soil Science**: The Soils as a Natural Resource. 3rd ed., Black Well Science, Victoria.

Wolt, J.D. 1995. **Soil Solution Chemistry: Applications to Environmental Science and Agriculture**. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Wongpokhom, N. 2007. **Variability of natural soil systems as affected by Salinity levels in Thailand**. Ph.D. Thesis. Kasetsart University, Bangkok.

Wongpokhom, N., I. Kheoruenromne, A. Suddhiprakarn and R.J. Gilkes. 2008a. Micromorphological properties of salt affect soils in Northeast Thailand. **Geoderma**: 144, pp. 158-170.

Wongpokhom, N., I. Kheoruenromne, A. Suddhiprakarn, M. Smirk and R.J. Gilkes. 2008b. Geochemistry of Salt-Affected Aqualfs in Northeast Thailand. **Soil Science**: 173(2): 143-167.

Young, A. 1976. **Tropical Soils and Soil Survey**. Cambridge Univ. Press, London. 468 p.



ตารางผนวกที่ 1 แสดงสมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ตัวอย่าง	สมบัติทางฟิสิกส์		
	จุด	ความชื้น ความหนาแน่นรวม (Mg cm ⁻³)	Ksat (m d ⁻¹)
P001(0-10)	0.098	1.667	9.067
(20-30)	0.171	1.900	1.887
P002(0-10)	0.153	1.954	0.449
(20-30)	0.195	1.893	2.587
P003(0-10)	0.147	1.947	1.804
(20-30)	0.170	1.827	4.835
P004(0-10)	0.115	2.071	0.149
(20-30)	0.145	1.847	0.663
P005(0-10)	0.169	1.672	0.018
(20-30)	0.215	1.830	0.751
P006(0-10)	0.128	1.894	3.129
(20-30)	0.173	2.025	0.918
P007(0-10)	0.150	1.994	0.022
(20-30)	0.239	2.125	0.023
P008(0-10)	0.163	1.978	4.037
(20-30)	0.172	2.071	2.859
P009(0-10)	0.136	1.833	7.446
(20-30)	0.137	1.995	2.301
P010(0-10)	0.147	2.010	9.157
(20-30)	0.212	1.799	0.082
P011(0-10)	0.035	1.856	6.676
(20-30)	0.071	2.238	0.121
P012(0-10)	0.197	1.766	4.074
(20-30)	0.225	1.832	1.832

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางฟิสิกส์		
	จุด	ความชื้น ความหนาแน่นรวม (Mg cm ⁻³)	Ksat (m d ⁻¹)
P013(0-10)	0.176	1.793	2.692
(20-30)	0.260	1.955	0.440
P014(0-10)	0.144	2.122	0.049
(20-30)	0.174	2.062	0.503
P015(0-10)	0.115	1.869	1.119
(20-30)	0.159	2.189	0.019
P016(0-10)	0.144	2.012	1.124
(20-30)	0.198	1.979	0.173
P017(0-10)	0.150	1.973	0.020
(20-30)	0.273	2.395	0.095
P018(0-10)	0.164	1.855	1.292
(20-30)	0.168	2.356	0.287
P019(0-10)	0.119	2.054	0.549
(20-30)	0.161	2.183	0.049
P020(0-10)	0.173	1.710	2.498
(20-30)	0.153	1.664	7.517
P021(0-10)	0.082	2.103	2.865
(20-30)	0.125	2.123	1.337
P022(0-10)	0.078	2.112	1.215
(20-30)	0.111	2.192	0.553
P023(0-10)	0.181	1.910	0.388
(20-30)	0.170	2.250	0.040
P024(0-10)	0.216	1.804	0.199
(20-30)	0.199	2.089	0.047

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางฟิสิกส์		
	จุด	ความชื้น ความหนาแน่นรวม (Mg cm ⁻³)	Ksat (m d ⁻¹)
P025(0-10)	0.804	1.637	8.391
(20-30)	0.148	2.163	0.598
P026(0-10)	0.175	1.935	0.235
(20-30)	0.165	2.086	0.072
P027(0-10)	0.184	2.023	5.782
(20-30)	0.190	2.231	14.665
P028(0-10)	0.198	2.057	2.965
(20-30)	0.209	1.924	2.326
P029(0-10)	0.123	1.882	6.681
(20-30)	0.143	2.096	0.703
P030(0-10)	0.232	2.174	0.061
(20-30)	0.247	2.170	0.024
P031(0-10)	0.111	2.007	5.107
(20-30)	0.160	2.130	5.259
P032(0-10)	0.097	1.891	2.697
(20-30)	0.152	2.145	3.327
P033(0-10)	0.202	2.009	4.058
(20-30)	0.213	2.156	0.456
P034(0-10)	0.166	2.142	0.058
(20-30)	0.193	2.037	0.011
P035(0-10)	0.693	2.094	0.123
(20-30)	0.168	2.107	0.093
P036(0-10)	0.143	1.922	0.235
(20-30)	0.158	2.010	2.887

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางฟิสิกส์		
	จุด	ความชื้น ความหนาแน่นรวม (Mg cm ⁻³)	Ksat (m d ⁻¹)
P037(0-10)	0.119	1.782	0.295
(20-30)	0.154	1.973	0.094
P038(0-10)	0.487	2.131	2.869
(20-30)	0.107	2.248	1.643

ตารางผนวกที่ 2 แสดงการกระจายอนุภาคและชนิดเนื้อดินของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ตัวอย่าง จุด	%Sand	%Silt	%Clay	Texture
P001(0-20)	39.44	38.91	21.65	Loam
(30-50)	37.44	35.91	26.65	Loam
(60-80)	35.30	28.89	35.81	Clay loam
(100-120)	28.48	39.04	32.48	Clay loam
P002(0-20)	49.18	33.33	17.49	Loam
(30-50)	48.44	29.91	21.65	Loam
(60-80)	46.98	27.20	25.82	Sandy clay loam
(100-120)	44.14	24.21	31.65	Clay loam
P003(0-20)	22.88	46.31	30.81	Clay loam
(30-50)	16.34	45.35	38.31	Silty clay loam
(60-80)	12.20	41.16	46.64	Silty clay
(100-120)	6.84	40.70	52.46	Silty clay
P004(0-20)	19.62	47.07	33.31	Silty clay loam
(30-50)	23.66	43.86	32.48	Clay loam
(60-80)	47.12	28.73	24.15	Loam
(100-120)	39.78	26.91	33.31	Clay loam
P005(0-20)	11.82	49.04	39.14	Silty clay loam
(30-50)	4.56	34.65	60.79	Clay
(60-80)	3.30	36.74	59.96	Clay
(100-120)	4.46	47.24	48.30	Silty clay
P006(0-20)	39.08	38.44	22.48	Loam
(30-50)	29.48	41.37	29.15	Clay loam
(60-80)	25.32	38.04	36.64	Clay loam
(100-120)	20.22	39.81	39.97	Clay loam

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ตัวอย่าง จุด	%Sand	%Silt	%Clay	Texture
P007(0-20)	14.28	37.42	48.30	Clay
(30-50)	11.20	32.17	56.63	Clay
(60-80)	4.46	31.42	64.12	Clay
(100-120)	2.52	28.36	69.12	Clay
P008(0-20)	48.16	32.69	19.15	Loam
(30-50)	45.44	31.24	23.32	Loam
(60-80)	40.04	29.98	29.98	Clay loam
(100-120)	41.12	27.23	31.65	Clay loam
P009(0-20)	36.22	38.80	24.98	Loam
(30-50)	40.90	33.28	25.82	Loam
(60-80)	22.52	50.83	26.65	Silt loam
(100-120)	6.74	39.13	54.13	Clay
P010(0-20)	37.64	39.04	23.32	Loam
(30-50)	27.02	39.67	33.31	Clay loam
(60-80)	24.78	40.24	34.98	Clay loam
(100-120)	25.42	28.78	45.80	Clay
P011(0-20)	55.02	22.50	22.48	Sandy clay loam
(30-50)	53.74	22.94	23.32	Sandy clay loam
(60-80)	38.34	19.19	42.47	Clay
(100-120)	27.26	34.43	38.31	Clay loam
P012(0-20)	40.70	31.82	27.48	Clay loam
(30-50)	39.60	30.42	29.98	Clay loam
(60-80)	41.56	32.62	25.82	Loam
(100-120)	33.54	33.15	33.31	Clay loam

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ตัวอย่าง จุด	%Sand	%Silt	%Clay	Texture
P013(0-20)	18.56	45.63	35.81	Silty clay loam
(30-50)	15.20	46.49	38.31	Silty clay loam
(60-80)	5.82	38.38	55.80	Clay
(100-120)	3.22	40.15	56.63	Silty clay
P014(0-20)	37.38	37.64	24.98	Loam
(30-50)	33.62	38.07	28.31	Clay loam
(60-80)	35.92	34.10	29.98	Clay loam
(100-120)	37.98	35.37	26.65	Loam
P015(0-20)	36.84	40.68	22.48	Loam
(30-50)	32.32	40.20	27.48	Clay loam
(60-80)	28.96	41.06	29.98	Clay loam
(100-120)	28.24	36.78	34.98	Clay loam
P016(0-20)	19.68	49.51	30.81	Silty clay loam
(30-50)	16.52	46.84	36.64	Silty clay loam
(60-80)	15.00	38.36	46.64	Clay
(100-120)	13.68	42.18	44.14	Silty clay
P017(0-20)	42.78	25.57	31.65	Clay loam
(30-50)	27.48	35.05	37.47	Clay loam
(60-80)	31.56	29.30	39.14	Clay loam
(100-120)	29.18	31.68	39.14	Clay loam
P018(0-20)	42.40	32.62	24.98	Loam
(30-50)	31.04	28.15	40.81	Clay
(60-80)	28.26	33.43	38.31	Clay loam
(100-120)	13.32	40.88	45.80	Silty clay

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ตัวอย่าง จุด	%Sand	%Silt	%Clay	Texttrue
P019(0-20)	31.42	31.11	37.47	Clay loam
(30-50)	34.38	33.97	31.65	Clay loam
(60-80)	30.40	24.63	44.97	Clay
(100-120)	27.08	28.78	44.14	Clay
P020(0-20)	21.06	48.96	29.98	Clay loam
(30-50)	15.18	48.18	36.64	Silty clay loam
(60-80)	14.32	44.87	40.81	Silty clay
(100-120)	8.28	46.75	44.97	Silty clay
P021(0-20)	51.62	29.23	19.15	Loam
(30-50)	50.10	26.58	23.32	Sandy clay loam
(60-80)	51.68	22.50	25.82	Sandy clay loam
(100-120)	62.14	18.71	19.15	Sandy loam
P022(0-20)	32.40	35.95	31.65	Clay loam
(30-50)	55.10	22.42	22.48	Sandy clay loam
(60-80)	36.18	28.84	34.98	Clay loam
(100-120)	33.20	37.65	29.15	Clay loam
P023(0-20)	16.42	38.61	44.97	Clay
(30-50)	3.98	40.22	55.80	Silty clay
(60-80)	2.68	37.36	59.96	Clay
(100-120)	3.58	57.28	39.14	Silty clay loam
P024(0-20)	25.90	47.45	26.65	Loam
(30-50)	19.64	43.72	36.64	Silty clay loam
(60-80)	18.48	42.38	39.14	Silty clay loam
(100-120)	19.86	37.67	42.47	Clay

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ตัวอย่าง จุด	%Sand	%Silt	%Clay	Texture
P025(0-20)	16.10	44.76	39.14	Silty clay loam
(30-50)	39.70	34.48	25.82	Loam
(60-80)	33.50	34.02	32.48	Clay loam
(100-120)	30.16	38.19	31.65	Clay loam
P026(0-20)	39.60	42.91	17.49	Loam
(30-50)	35.08	35.77	29.15	Clay loam
(60-80)	31.18	33.84	34.98	Clay loam
(100-120)	35.06	32.46	32.48	Clay loam
P027(0-20)	15.68	43.51	40.81	Silty clay
(30-50)	8.28	37.59	54.13	Clay
(60-80)	8.92	34.45	56.63	Clay
(100-120)	4.78	34.43	60.79	Clay
P028(0-20)	24.42	43.93	31.65	Clay loam
(30-50)	18.26	41.77	39.97	Silty clay loam
(60-80)	11.24	40.46	48.30	Silty clay
(100-120)	8.04	44.49	47.47	Silty clay
P029(0-20)	55.26	23.92	20.82	Sandy clay loam
(30-50)	52.36	20.99	26.65	Sandy clay loam
(60-80)	51.06	22.29	26.65	Sandy clay loam
(100-120)	54.92	22.60	22.48	Sandy clay loam
P030(0-20)	49.32	28.20	22.48	Loam
(30-50)	36.66	28.36	34.98	Clay loam
(60-80)	34.86	26.83	38.31	Clay loam
(100-120)	31.60	29.26	39.14	Clay loam

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ตัวอย่าง จุด	%Sand	%Silt	%Clay	Texture
P031(0-20)	29.44	43.91	26.65	Loam
(30-50)	23.80	43.72	32.48	Clay loam
(60-80)	25.02	42.50	32.48	Clay loam
(100-120)	21.84	40.69	37.47	Clay loam
P032(0-20)	38.86	36.16	24.98	Loam
(30-50)	34.68	37.84	27.48	Clay loam
(60-80)	33.52	32.34	34.14	Clay loam
(100-120)	48.46	19.89	31.65	Sandy clay loam
P033(0-20)	44.28	30.74	24.98	Loam
(30-50)	41.24	32.11	26.65	Loam
(60-80)	34.70	29.49	35.81	Clay loam
(100-120)	26.08	33.11	40.81	Clay
P034(0-20)	43.06	30.29	26.65	Loam
(30-50)	47.82	30.53	21.65	Loam
(60-80)	40.72	30.13	29.15	Clay loam
(100-120)	44.72	23.63	31.65	Clay loam
P035(0-20)	55.96	24.05	19.99	Sandy loam
(30-50)	56.00	19.85	24.15	Sandy clay loam
(60-80)	46.82	27.36	25.82	Sandy clay loam
(100-120)	43.72	28.96	27.32	Clay loam
P036(0-20)	60.08	23.26	16.66	Sandy loam
(30-50)	57.24	25.27	17.49	Sandy loam
(60-80)	51.84	19.85	28.31	Sandy clay loam
(100-120)	42.94	28.75	28.31	Clay loam

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ตัวอย่าง จุด	%Sand	%Silt	%Clay	Texture
P037(0-20)	43.22	35.13	21.65	Loam
(30-50)	38.50	33.19	28.31	Clay loam
(60-80)	39.82	29.37	30.81	Clay loam
(100-120)	49.04	23.48	27.48	Sandy clay loam
P038(0-20)	65.14	19.04	15.82	Sandy loam
(30-50)	65.82	15.86	18.32	Sandy loam
(60-80)	68.54	10.64	20.82	Sandy clay loam
(100-120)	78.40	4.11	17.49	Sandy loam

ตารางผนวกที่ 3 แสดงสมบัติทางเคมีของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือ

ตัวอย่าง		สมบัติทางเคมี				% Organic matter
จุด	pH	EC _e (dS m ⁻¹)	SAR	CEC (cmol kg ⁻¹)	ESP	
P001(0-20)	5.57	26.95	22.49	7.40	17.68	1.25
(30-50)	5.32	8.33	9.07	9.79	5.66	0.73
(60-80)	5.22	9.29	11.69	11.46	5.85	0.31
(100-120)	6.63	8.14	10.76	10.50	7.15	0.21
P002(0-20)	4.24	34.70	23.80	6.44	20.19	0.90
(30-50)	5.10	3.98	8.16	9.79	3.80	1.04
(60-80)	6.59	3.38	9.65	7.40	6.29	0.21
(100-120)	7.10	6.40	11.95	7.40	21.50	0.21
P003(0-20)	6.63	46.20	16.02	12.89	38.59	1.80
(30-50)	7.03	10.21	14.03	16.47	4.50	1.63
(60-80)	5.22	8.17	11.18	12.89	29.06	0.69
(100-120)	5.40	5.61	8.15	16.23	4.40	0.59
P004(0-20)	6.02	47.00	11.44	14.56	14.16	1.42
(30-50)	6.05	10.00	16.80	13.84	7.12	1.52
(60-80)	4.85	8.06	15.65	8.35	31.46	1.21
(100-120)	5.11	7.82	15.21	8.83	8.50	0.59
P005(0-20)	7.02	56.60	31.68	20.77	14.61	2.19
(30-50)	5.28	9.86	32.73	16.71	7.39	1.69
(60-80)	7.23	5.16	36.12	18.14	12.01	1.14
(100-120)	7.54	6.23	31.95	15.52	8.86	0.49
P006(0-20)	7.48	52.00	44.43	7.64	30.77	1.21
(30-50)	6.49	8.42	22.97	11.94	5.32	1.18
(60-80)	6.01	8.66	24.48	11.46	7.71	0.83
(100-120)	6.73	12.08	23.94	10.98	42.59	0.52

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ตัวอย่าง		สมบัติทางเคมี				
จุด	pH	EC _e (dS m ⁻¹)	SAR	CEC (cmol kg ⁻¹)	ESP	% Organic matter
P007(0-20)	7.83	4.05	15.19	24.59	2.92	2.53
(30-50)	6.43	1.83	13.96	22.68	15.17	1.52
(60-80)	6.79	1.45	18.07	22.92	3.86	0.93
(100-120)	7.56	0.20	12.38	26.73	3.18	0.86
P008(0-20)	5.27	12.54	15.46	8.59	5.83	1.28
(30-50)	4.64	13.20	18.23	9.79	6.96	1.04
(60-80)	4.32	12.10	20.49	8.35	6.95	0.59
(100-120)	4.69	7.03	21.33	8.83	6.75	0.38
P009(0-20)	7.69	12.62	5.55	7.64	26.27	1.22
(30-50)	8.06	10.08	11.93	10.03	7.17	0.45
(60-80)	8.19	9.22	11.29	10.98	6.39	0.28
(100-120)	8.06	5.17	7.46	17.90	4.11	0.49
P010(0-20)	6.53	6.30	24.90	11.94	6.22	1.45
(30-50)	6.45	1.05	10.42	15.28	2.82	1.46
(60-80)	5.34	0.82	8.65	11.22	3.97	0.55
(100-120)	5.53	0.70	8.32	12.41	3.99	0.24
P011(0-20)	6.79	2.51	7.63	7.88	113.23	1.11
(30-50)	7.50	2.66	8.36	8.12	39.70	1.18
(60-80)	7.28	5.05	11.48	14.08	4.83	0.73
(100-120)	7.81	8.47	19.05	13.13	24.34	0.45
P012(0-20)	8.16	14.83	19.27	13.61	23.87	2.22
(30-50)	7.66	4.90	8.46	12.65	13.61	1.94
(60-80)	7.00	2.88	5.99	12.65	2.74	1.28
(100-120)	5.91	3.82	6.69	10.98	3.70	0.62

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ตัวอย่าง		สมบัติทางเคมี				
จุด	pH	EC _e (dS m ⁻¹)	SAR	CEC (cmol kg ⁻¹)	ESP	% Organic matter
P013(0-20)	8.13	10.73	38.38	17.43	8.63	1.56
(30-50)	8.26	2.25	18.92	15.52	9.79	1.60
(60-80)	7.19	1.65	14.95	16.47	5.30	0.80
(100-120)	7.49	0.96	11.74	18.38	3.93	0.42
P014(0-20)	7.72	50.30	19.33	8.12	20.76	0.97
(30-50)	8.1	16.88	21.07	9.07	14.83	0.38
(60-80)	8.05	16.82	19.34	10.03	12.05	0.21
(100-120)	8.09	15.47	18.55	8.83	12.76	0.07
P015(0-20)	7.74	36.90	73.23	9.07	101.83	1.42
(30-50)	6.9	13.43	40.41	9.07	97.42	1.28
(60-80)	5.49	9.13	34.08	9.07	30.68	0.80
(100-120)	7.68	3.76	13.97	11.22	6.91	0.42
P016(0-20)	6.2	59.70	13.21	12.89	21.15	2.01
(30-50)	4.62	15.62	15.13	11.22	13.14	1.39
(60-80)	4.47	11.56	14.64	12.17	7.86	0.70
(100-120)	6.52	8.74	15.96	13.37	6.51	0.38
P017(0-20)	7.96	53.40	65.96	10.50	28.74	0.69
(30-50)	6.61	14.99	18.35	12.65	10.02	1.00
(60-80)	7.03	14.22	16.60	11.70	9.65	0.70
(100-120)	6.93	9.14	17.25	11.46	8.99	0.45
P018(0-20)	5.66	32.50	29.46	8.83	20.97	1.25
(30-50)	6.77	12.37	20.73	11.22	11.29	0.38
(60-80)	7.57	13.84	18.37	12.65	11.00	0.21
(100-120)	7.93	11.67	17.69	14.80	9.17	0.31

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ตัวอย่าง		สมบัติทางเคมี				% Organic matter
จุด	pH	EC _e (dS m ⁻¹)	SAR	CEC (cmol kg ⁻¹)	ESP	
P019(0-20)	7.03	74.70	85.09	10.74	21.39	0.86
(30-50)	5.46	20.47	27.54	12.41	10.72	1.63
(60-80)	5.65	16.11	23.57	11.46	15.02	0.73
(100-120)	6.8	17.01	22.54	11.46	26.05	0.52
P020(0-20)	5.41	1.75	2.30	11.94	46.48	2.42
(30-50)	5.19	3.46	3.22	10.98	54.43	1.04
(60-80)	5.33	7.40	7.20	11.46	4.92	0.66
(100-120)	6.11	7.46	8.01	15.28	4.05	0.45
P021(0-20)	6.13	45.70	12.29	7.64	25.44	0.97
(30-50)	6.46	12.17	14.82	6.44	63.28	0.31
(60-80)	7.7	11.50	20.59	7.64	14.91	0.17
(100-120)	7.94	15.98	13.59	5.25	50.01	0.10
P022(0-20)	7.5	56.60	11.47	10.26	30.84	0.69
(30-50)	6.2	20.01	13.69	10.74	11.76	1.01
(60-80)	4.71	16.03	19.12	8.35	16.37	0.76
(100-120)	4.24	17.71	19.39	8.59	4.63	0.35
P023(0-20)	6.66	24.91	17.56	15.75	8.80	2.54
(30-50)	7.61	10.90	11.01	17.43	4.72	0.72
(60-80)	7.56	7.01	8.49	17.19	4.85	0.65
(100-120)	7.78	6.48	7.02	18.86	6.56	0.48
P024(0-20)	7.74	57.20	45.81	10.50	18.59	1.71
(30-50)	7.72	15.62	13.23	11.70	11.13	1.03
(60-80)	7.77	10.18	10.66	12.41	8.78	0.69
(100-120)	7.73	10.93	11.43	11.70	9.95	0.51

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ตัวอย่าง		สมบัติทางเคมี				% Organic
จุด	pH	EC _e (dS m ⁻¹)	SAR	CEC (cmol kg ⁻¹)	ESP	matter
P025(0-20)	7.38	35.50	16.41	12.89	17.07	0.89
(30-50)	5.42	11.25	12.07	7.40	45.33	2.48
(60-80)	6.46	11.15	11.73	8.35	31.36	0.69
(100-120)	7.18	12.53	12.08	8.12	28.45	0.27
P026(0-20)	7.42	70.80	59.96	6.68	87.14	0.89
(30-50)	7.16	13.03	13.03	9.55	15.73	0.76
(60-80)	6.87	11.45	10.91	9.31	19.03	0.48
(100-120)	7.21	10.95	12.30	8.35	30.39	0.38
P027(0-20)	6.65	7.38	8.67	15.28	7.74	2.54
(30-50)	4.98	4.96	6.04	16.47	4.79	1.54
(60-80)	5.81	4.96	5.96	14.32	11.00	0.92
(100-120)	6.62	2.69	7.08	18.14	19.56	0.65
P028(0-20)	7.02	33.00	9.16	14.56	30.37	1.98
(30-50)	4.93	8.59	10.02	14.08	15.14	1.27
(60-80)	5.08	8.33	11.16	13.13	21.96	1.03
(100-120)	5.6	8.97	10.97	13.37	11.27	0.58
P029(0-20)	4.75	10.93	6.80	5.97	8.38	0.58
(30-50)	5.60	4.88	7.32	6.21	19.23	0.51
(60-80)	6.74	4.63	8.04	7.40	17.30	0.21
(100-120)	7.06	7.52	7.51	6.21	40.32	0.14
P030(0-20)	8.02	36.80	33.11	8.35	41.84	0.86
(30-50)	7.99	11.90	14.89	12.89	35.99	0.51
(60-80)	8.22	12.01	12.57	13.61	8.23	0.45
(100-120)	8.26	13.74	15.69	15.28	7.74	0.34

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ตัวอย่าง		สมบัติทางเคมี				% Organic matter
จุด	pH	EC _e (dS m ⁻¹)	SAR	CEC (cmol kg ⁻¹)	ESP	
P031(0-20)	7.02	34.40	13.38	8.83	35.12	1.20
(30-50)	7.61	14.20	11.56	10.03	27.41	0.65
(60-80)	7.88	16.26	13.98	9.79	49.78	0.44
(100-120)	7.91	13.65	14.76	11.46	26.15	0.34
P032(0-20)	6.64	16.17	15.71	9.07	14.48	1.31
(30-50)	6.6	7.69	10.32	9.31	39.02	0.31
(60-80)	5.24	4.45	10.48	10.03	34.02	0.45
(100-120)	5.81	6.64	10.77	8.12	20.84	0.21
P033(0-20)	7.23	31.30	30.48	6.92	105.49	1.03
(30-50)	7.03	3.02	11.42	7.64	42.21	0.69
(60-80)	7.22	2.53	15.03	8.59	23.55	0.51
(100-120)	7.66	3.46	12.16	10.26	21.48	0.48
P034(0-20)	8	46.10	17.25	7.64	21.63	0.92
(30-50)	6.19	17.38	18.49	7.64	24.76	1.24
(60-80)	6.04	12.42	11.79	9.31	22.44	1.03
(100-120)	6.8	12.19	12.23	8.83	21.93	0.69
P035(0-20)	7.45	14.41	17.90	5.97	34.39	0.82
(30-50)	6.70	10.75	14.51	5.73	32.82	0.55
(60-80)	6.94	7.53	19.74	6.92	27.54	0.41
(100-120)	6.73	6.23	17.68	7.88	32.04	0.34
P036(0-20)	6.64	47.80	42.15	4.30	43.16	0.69
(30-50)	7.2	24.85	22.78	5.25	42.56	0.41
(60-80)	7.50	21.35	22.40	5.73	48.38	0.27
(100-120)	7.64	21.32	23.22	7.40	42.19	0.27

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ตัวอย่าง		สมบัติทางเคมี				
จุด	pH	EC _e (dS m ⁻¹)	SAR	CEC (cmol kg ⁻¹)	ESP	% Organic matter
P037(0-20)	4.72	26.50	29.88	5.73	32.86	1.06
(30-50)	5.64	7.84	11.59	9.31	15.97	0.92
(60-80)	7.27	7.34	10.65	8.12	48.88	0.48
(100-120)	7.15	10.78	13.87	6.21	72.33	0.24
P038(0-20)	4.59	16.53	14.68	4.30	90.52	0.89
(30-50)	6.17	4.95	5.52	4.54	79.90	0.48
(60-80)	6.77	6.26	7.11	4.54	78.51	0.41
(100-120)	7.65	4.38	6.02	4.06	59.52	0.21

ตารางผนวกที่ 4 แสดงความเข้มข้นของแคดไอออนในสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิมตัว

ตัวอย่าง	สมบัติทางเคมี		
จุด	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)
P001(0-20)	6.24	25.43	126.56
(30-50)	2.43	6.96	27.80
(60-80)	2.57	7.92	37.85
(100-120)	2.14	6.88	32.31
P002(0-20)	7.84	31.30	148.93
(30-50)	1.08	3.17	16.82
(60-80)	0.76	1.93	15.79
(100-120)	1.47	4.41	28.96
P003(0-20)	25.26	58.76	146.80
(30-50)	2.44	10.42	50.32
(60-80)	2.15	9.74	38.55
(100-120)	1.63	5.57	21.85
P004(0-20)	26.53	218.89	179.25
(30-50)	1.87	15.40	69.81
(60-80)	1.52	12.50	58.58
(100-120)	1.66	13.66	59.51
P005(0-20)	11.59	57.27	262.87
(30-50)	0.98	4.88	79.26
(60-80)	0.39	1.65	51.53
(100-120)	0.53	2.87	58.84
P006(0-20)	12.36	45.30	337.37
(30-50)	1.98	5.63	63.36
(60-80)	1.74	6.32	69.50
(100-120)	2.35	9.87	83.67

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางเคมี		
จุด	Ca (mg L ⁻¹)	Mg (mg L ⁻¹)	Na (mg L ⁻¹)
P007(0-20)	0.99	1.53	24.12
(30-50)	0.32	0.62	13.59
(60-80)	0.22	0.22	11.92
(100-120)	0.18	0.00	5.28
P008(0-20)	3.70	10.56	58.39
(30-50)	3.74	9.48	66.29
(60-80)	3.02	7.17	65.39
(100-120)	1.67	3.19	47.02
P009(0-20)	4.84	20.36	27.88
(30-50)	2.28	20.01	56.30
(60-80)	2.18	20.02	53.22
(100-120)	0.78	9.77	24.23
P010(0-20)	0.76	3.85	53.47
(30-50)	0.73	0.03	9.13
(60-80)	0.71	0.15	8.01
(100-120)	0.72	0.13	7.64
P011(0-20)	0.71	1.73	11.91
(30-50)	0.72	1.70	13.00
(60-80)	1.08	4.86	27.99
(100-120)	1.72	9.26	63.11
P012(0-20)	3.68	11.72	75.64
(30-50)	1.31	3.42	18.42
(60-80)	0.72	2.37	10.54
(100-120)	0.80	3.59	14.03

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางเคมี		
จุด	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)
P013(0-20)	1.30	4.30	90.86
(30-50)	0.14	0.80	18.28
(60-80)	0.10	0.64	12.87
(100-120)	0.06	0.57	9.28
P014(0-20)	4.99	27.59	110.33
(30-50)	2.63	26.59	113.91
(60-80)	2.43	27.56	105.90
(100-120)	2.08	25.48	97.36
P015(0-20)	2.47	18.46	334.97
(30-50)	1.56	6.70	116.11
(60-80)	1.48	3.92	79.22
(100-120)	0.71	1.96	22.82
P016(0-20)	193.50	79.53	218.33
(30-50)	4.32	17.34	70.42
(60-80)	3.23	11.61	56.39
(100-120)	2.09	7.95	50.57
P017(0-20)	1.93	125.75	745.37
(30-50)	1.62	30.38	103.82
(60-80)	2.02	29.27	92.85
(100-120)	1.07	15.04	69.26
P018(0-20)	2.71	67.72	247.22
(30-50)	1.10	18.03	90.66
(60-80)	2.00	24.87	95.22
(100-120)	1.83	19.60	81.87

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางเคมี		
จุด	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)
P019(0-20)	4.72	147.09	1048.35
(30-50)	2.23	31.22	159.30
(60-80)	1.60	24.67	120.81
(100-120)	2.20	25.30	118.17
P020(0-20)	0.61	2.34	3.95
(30-50)	1.13	4.54	7.67
(60-80)	2.22	7.62	22.60
(100-120)	2.57	8.33	26.45
P021(0-20)	11.03	23.06	71.73
(30-50)	2.14	114.03	159.74
(60-80)	2.10	100.39	208.45
(100-120)	2.68	21.64	66.99
P022(0-20)	11.24	21.66	65.81
(30-50)	2.93	25.55	73.04
(60-80)	2.19	19.49	89.03
(100-120)	2.21	27.32	105.39
P023(0-20)	25.68	55.15	157.85
(30-50)	15.90	23.67	69.26
(60-80)	13.63	15.83	46.10
(100-120)	12.90	13.93	36.38
P024(0-20)	25.94	86.25	485.22
(30-50)	17.50	28.64	89.89
(60-80)	16.97	18.53	63.53
(100-120)	18.55	22.45	73.20

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางเคมี		
จุด	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)
P025(0-20)	81.92	39.03	180.46
(30-50)	19.12	12.73	68.12
(60-80)	17.77	19.65	71.77
(100-120)	20.85	23.12	80.12
P026(0-20)	28.06	133.98	763.30
(30-50)	18.07	28.10	88.54
(60-80)	5.34	8.09	40.00
(100-120)	11.98	19.60	69.13
P027(0-20)	11.34	15.20	44.67
(30-50)	10.24	14.19	29.84
(60-80)	10.83	12.68	28.88
(100-120)	5.61	5.52	23.63
P028(0-20)	19.70	13.62	52.85
(30-50)	14.31	9.78	49.20
(60-80)	12.47	8.63	51.25
(100-120)	11.26	8.22	48.41
P029(0-20)	30.55	16.34	46.53
(30-50)	10.76	5.73	29.74
(60-80)	8.49	4.37	28.83
(100-120)	16.36	8.07	37.12
P030(0-20)	14.76	68.23	301.63
(30-50)	11.77	22.64	87.31
(60-80)	10.55	22.87	72.64
(100-120)	10.62	27.02	96.29

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางเคมี		
จุด	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)
P031(0-20)	76.52	53.35	152.53
(30-50)	24.04	21.27	77.84
(60-80)	18.76	35.14	102.65
(100-120)	14.14	30.39	98.47
P032(0-20)	21.14	24.96	106.66
(30-50)	13.31	11.12	51.03
(60-80)	6.31	5.88	36.62
(100-120)	10.72	9.65	48.59
P033(0-20)	26.20	26.15	220.53
(30-50)	3.82	2.45	28.59
(60-80)	2.32	1.41	29.02
(100-120)	4.52	3.04	33.43
P034(0-20)	15.05	37.27	124.79
(30-50)	15.30	36.09	132.53
(60-80)	12.74	26.37	73.72
(100-120)	13.15	29.89	80.20
P035(0-20)	16.67	18.61	106.33
(30-50)	13.38	16.25	78.97
(60-80)	4.62	5.73	63.51
(100-120)	3.51	4.03	48.57
P036(0-20)	16.24	97.19	448.91
(30-50)	18.12	52.71	191.73
(60-80)	18.76	48.49	183.69
(100-120)	16.87	47.88	186.87

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ตัวอย่าง	สมบัติทางเคมี		
จุด	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)
P037(0-20)	16.00	31.47	205.90
(30-50)	12.52	10.90	56.06
(60-80)	12.01	10.79	50.83
(100-120)	13.43	14.95	73.92
P038(0-20)	14.02	37.03	104.87
(30-50)	10.19	12.02	26.02
(60-80)	12.96	16.20	38.37
(100-120)	10.77	10.22	27.59

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวกนกวรรณ ฝักอ่อน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 16 มีนาคม 2530
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-