

ติดตามการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินและน้ำบางประการที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุนในพื้นที่ปลูกผักและไม้ผลในจังหวัดนนทบุรีและปทุมธานี

Monitoring some Changes in Soil and Water Properties Caused by the Influence of Seawater Intrusion in Vegetable and Fruit Cultivation Areas of Nonthaburi and Pathum Thani Provinces

นุชจรินทร์ เนียมจันงค์¹, นภาพร พันธุ์กลมศิลป์¹, วิภาวรรณ ท้ายเมือง¹ และเกียรติศักดิ์ สนศรี¹
Nuchjarin Niamjumnong¹, Napaporn Phankamolsil¹, Wipawan Thaymuang¹ and Kiattisak Sonsri¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินและน้ำบางประการที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุน และความแปรปรวนของความเค็มในพื้นที่ปลูกผักและไม้ผลในจังหวัดนนทบุรี และปทุมธานี เก็บตัวอย่างดิน 6 จุด แบบรบกวนโครงสร้างที่ 5 ระดับความลึก คือ 0-15, 15-30, 30-60, 60-90 และ 90-120 ซม. และเก็บตัวอย่างน้ำ 8 จุด บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองซอยที่ใกล้เคียงกับที่เก็บตัวอย่างดิน โดยเก็บตัวอย่างดินและน้ำทุก ๆ เดือน เป็นระยะเวลา 2 ปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2561 - เดือนกุมภาพันธ์ 2563 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการ ได้แก่ ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (EC_e) และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) แล้วทำการเปรียบเทียบความแปรปรวนของสมบัติดินและน้ำระหว่างปีโดยใช้การทดสอบ Student's t-test (T-test) ผลการศึกษาในดินพบว่า EC_e และ SAR ทั้ง 2 ปี มีค่าอยู่ในพิสัย 0.21-5.09 dS/m และ 1.66-52.34 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ยกเว้น EC_e ของ จุดศึกษาที่ 4 ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับความลึก ขณะที่ผลการวิเคราะห์น้ำ EC และ SAR มีค่าอยู่ในพิสัย 0.21-6.73 dS/m และ 0.25-78.82 ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นในจุดเก็บน้ำที่ 6 และ 8 จากการศึกษาศมบัติของดินแสดงให้เห็นว่าดินเหล่านี้ได้รับผลกระทบจากเกลือ และอิทธิพลมีแนวโน้มแสดงถึงความรุนแรงมากขึ้นในปีที่ 2 สอดคล้องกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และอิทธิพลของน้ำทะเลหนุนอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของความเค็มของดินโดยเฉพาะในช่วงที่มีน้ำจืดในการผลักดันน้ำเค็มน้อย ดังนั้นข้อมูลนี้จะสนับสนุนการจัดการและการวางแผนการใช้น้ำจืดเพื่อขับไล่ น้ำทะเลที่อาจบุกรุกพื้นที่เพาะปลูกผักและผลไม้ในอนาคต

คำสำคัญ: น้ำทะเลหนุน สมบัติดิน ความแปรปรวนของความเค็ม พื้นที่ปลูกผักและไม้ผล

Abstract

The aim of this research was to monitor changes in soil properties caused by sea water intrusion and salinity variability in vegetable and fruit cultivation areas in Nonthaburi and Pathum Thani provinces. Soil samples were collected from 6 locations, at depths of 0-15, 15-30, 30-60, 60-90 and 90-120 cm, and water samples from 8 sites were collected in the areas of the Chao Phraya River and the canals nearby the soil sampling locations. Some chemical properties including EC_e and SAR were analyzed. Soil and water samples were collected monthly from March 2018 to February 2020. The variability of soil and water properties between years was compared by Student's t-test (T-test). The results obtained from the soil samples collected in both years showed that the EC_e values had a range of 0.21-5.09 dS/m, and that the SAR values of the soils ranged from 1.66-52.34. Most of the EC_e and SAR values were highly significantly different ($P < 0.01$), except for the EC_e in location 4, which showed no significant difference at all depths. Pertaining to the EC and SAR of water samples, their values ranged from 0.21-6.73 dS/m and 0.25-78.82, respectively. The presence of statistically significant differences between years for the EC_e and SAR values of water was observed ($P < 0.05$), except for water sampling locations 6 and 8. This study showed that these investigated soils were affected by salt, and the effect tended to be severe in the second year of study. The result was in agreement with climate data. Moreover, seawater intrusion may have been a contributing factor to variability of soil salinity. The intrusion presumably occurred because there was insufficient freshwater present to

¹ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

^{*}corresponding author, Email: agmmp@ku.ac.th

keep out the saltwater. Thus, the data can be helpful when planning to manage the utilization of fresh water to prevent seawater intrusion into vegetable and fruit cultivation areas in the future.

Keywords: seawater intrusion, soil properties, salinity variability, vegetable and fruit cultivation areas

คำนำ

พื้นที่ราบภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย มีพื้นที่ต่อเนื่องกับทะเลอ่าวไทย ลักษณะเป็นที่ราบลุ่มมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 0-2 เมตร เมื่อเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลหนุนสูงบริเวณดังกล่าวจะได้รับอิทธิพลจากความเค็มที่มากับน้ำทะเล อิทธิพลของน้ำเค็มอาจเข้ามาตามลำน้ำเจ้าพระยา หรือมากับระบบน้ำใต้ดิน ปัจจุบันประเทศไทยบริหารจัดการการรุกรานของน้ำเค็มเข้ามาในลำน้ำเจ้าพระยาและพื้นที่เพาะปลูกโดยการใช้น้ำจืดผลักดันน้ำเค็ม ดังนั้นหากมีระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และประกอบกับการมีมวลน้ำจืดในการผลักดันน้ำเค็มน้อย ปัญหาที่จะเกิดได้มากขึ้น

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาระดับโลกที่ส่งผลกระทบในวงกว้างทั้งในภาคเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม สาเหตุหลักเกิดจากก๊าซเรือนกระจกที่เป็นตัวทำให้บรรยากาศของโลกร้อนขึ้น ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Williams et al., 2009) เมื่ออุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นทำให้ธารน้ำแข็งเกิดการละลายมากขึ้น ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ซึ่งระดับน้ำทะเลสูงขึ้นตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 19 ถึงต้นศตวรรษที่ 21 (Church and White, 2011) การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่มากขึ้นและต่อเนื่องนี้ จะส่งผลให้เกิดการรุกรานของน้ำทะเลเข้าสู่พื้นที่ต่าง ๆ รวมถึงบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น หนอง บึง คลอง รวมทั้งแหล่งน้ำชลประทานซึ่งจะได้รับผลกระทบจากความเค็มของสารละลายเกลือที่แพร่เข้ามา และรุกรานเป็นระยะทางที่ไกลขึ้น (Intaboot and Taesombat, 2014) โดยเกลือที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำชลประทานหรือคลองซอยต่าง ๆ เมื่อเกษตรกรมีการนำน้ำไปใช้จะทำให้ส่งผลกระทบต่อดินและพืชได้ กล่าวคือจะทำให้สมบัติของดิน เช่น โครงสร้างของดินเลว ดินแน่นทึบ สภาพการแทรกซึมน้ำลงสู่ดินและการซึมน้ำของดินลดลง อีกทั้งยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยพืชที่ได้รับผลกระทบจากเกลือจะมีลักษณะหลากหลาย เช่น ขนาดใบเล็กลง ใบมีสีเขียวเข้มกว่าปกติ ใบหนาหรือมีการขบน้ำ เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558; สมศรี อรุณินท์, 2539) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่เพาะปลูกทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง จากสถานการณ์ภัยแล้งปลายปี 2557 มีแนวโน้มจะเกิดความรุนแรงมาก เมื่อปริมาณฝนที่ตกทั้งปีต่ำกว่าค่าเฉลี่ย รวมทั้งปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีน้อยกว่าปีที่ผ่านมา ประกอบกับปรากฏการณ์เอลนีโญได้ปรากฏชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทำให้มีผลคาดการณ์ว่า สถานการณ์ภัยแล้งจะยาวนานกว่าปกติ (อรรษา มณีข้า และคณะ, 2558) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 2558 และปี 2559 ประเทศไทยตกอยู่ในสภาวะภัยแล้ง (Chaowiwat et al., 2016) ในหลายภูมิภาคสถานการณ์น้ำอยู่ในภาวะวิกฤต เช่น ภาคเหนือและภาคตะวันตกที่อยู่ในภาวะวิกฤตพร้อมกัน ต่อเนื่องจากปี 2558 ทำให้ยังคงส่งผลกระทบถึงภาคกลางที่ใช้น้ำต้นทุนจากทั้งสองภาค (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2559) จากการติดตามสภาพอากาศและปริมาณน้ำในแหล่งน้ำขนาดใหญ่ พบว่าปี 2558 ประเทศไทยยังได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์เอลนีโญ ส่งผลให้ปริมาณฝนที่ตกมีปริมาณน้อยกว่าค่าเฉลี่ยร้อยละ 10-20 ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทานมีปริมาณน้อยกว่าปีที่แล้ว 4,189 ลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำในลำน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์น้อย จากข้อมูลข้างต้นแสดงว่าฤดูแล้งปี 2558/59 จะมีความรุนแรงและมาเร็วกว่าปกติ (อรรษา มณีข้า และคณะ, 2558) จึงส่งผลให้แม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาณน้ำกักเก็บไว้ไม่เพียงพอเกิดผลกระทบต่อการอุปโภค บริโภค การประมง การประปา และการเกษตร โดยสาเหตุไม่ได้มีเพียงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือลมมรสุมเท่านั้นที่ทำให้มีน้ำใช้การได้น้อย แต่ยังมีสาเหตุอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น การใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ไม่เหมาะสมและมีการจัดการที่ไม่ดี เป็นต้น (รัตนารัตนารักษ์, 2557)

กรมชลประทาน (2560) รายงานว่าแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าความเค็มเพิ่มสูงขึ้นหรือเกิดภาวะน้ำเค็มรุกราน หลังจากน้ำทะเลหนุนสูง บริเวณตั้งแต่ปากแม่น้ำเจ้าพระยาขึ้นมาจนถึงบริเวณสะพานพระปิ่นเกล้า ที่มีค่าความเค็มสูงเกิน 1.5 กรัมต่อลิตร ซึ่งโดยสภาพทั่วไปของแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณนี้ จะมีค่าความเค็มสูงเป็นประจำทุกปีในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีอัตราการไหลไม่มากนัก จากการตรวจวัดค่าความเค็มที่สถานีตรวจวัดที่โรงพยาบาลศิริราช พบว่าในช่วงที่น้ำทะเลหนุนสูงของเดือนมกราคม 2560 มีค่าความเค็มสูงสุด 1.50 กรัมต่อลิตร ขณะที่ในช่วงที่น้ำทะเลหนุนสูงของเดือนมกราคม ปี 2559 มีค่าความเค็มสูงสุดถึง 3.29 กรัมต่อลิตร มากกว่าปี 2560 กว่า 2 เท่า ส่งผลให้น้ำเค็มรุกรานเข้าไปในแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งการตรวจวัดความเค็มเป็นการตรวจวัดปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำโดยมี 2 วิธีการหาค่าความเค็มได้แก่ ค่าสภาพการนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็น dS/m และ ปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ซึ่งแสดงอยู่ในรูปของปริมาณของแข็งทั้งหมด (total dissolved solids; TDS) มีหน่วยเป็นกรัมต่อลิตร หรือ ส่วนในหนึ่งพันส่วน (part per thousand; ppt) หรือ ส่วนในหนึ่งล้านส่วน (part per million; ppm) ซึ่งการขังการได้รับอิทธิพลจากเกลือของดินจะใช้สมบัติทางเคมีของดินได้แก่สภาพการนำ

ไฟฟ้าของสารละลายดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (electric conductivity; EC_e) มีค่าตั้งแต่ 4 dS/m ขึ้นไป และค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดิน (sodium adsorption ratio; SAR) มีค่าตั้งแต่ 13 ขึ้นไป (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) ในด้านการได้รับอิทธิพลจากเกลือของน้ำนั้นองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้แบ่งคุณภาพของน้ำเพื่อการชลประทานที่ส่งผลกระทบต่อพืชดังนี้ น้ำที่มีคุณภาพดีใช้ได้โดยไม่มีข้อจำกัด มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 0.7 dS/m หรือมี TDS น้อยกว่า 450 ppm มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมน้อยกว่า 3 น้ำที่มีคุณภาพปานกลางมีข้อจำกัดเล็กน้อยถึงปานกลาง มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าระหว่าง 0.7-3.0 dS/m หรือมี TDS 450-2,000 ppm มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม 3-20 และน้ำที่มีคุณภาพต่ำมีข้อจำกัดมากในการใช้ มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงกว่า 3.0 dS/m หรือมี TDS มากกว่า 2,000 ppm มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมมากกว่า 20 (Ayers and Westoot, 1985) โดยบริเวณที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากความเค็มส่วนใหญ่อยู่บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย (central plain) ซึ่งจังหวัดนนทบุรีและปทุมธานีเป็นสองจังหวัดที่ตั้งอยู่ในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางที่มีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุน จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงมีความสนใจในการศึกษาสมบัติของดินที่ได้รับ ความเค็มของน้ำทะเล อันเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุน รวมทั้งความแปรปรวนของความเค็มของดินในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแสดงสมบัติของดินที่ได้รับผลกระทบจากน้ำทะเลหนุนในพื้นที่ปลูกผักและไม้ผลของจังหวัดนนทบุรีและปทุมธานี ซึ่งเป็นจังหวัดในที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่จังหวัดนนทบุรีและปทุมธานี โดยขอบเขตพื้นที่ศึกษาพิจารณาจากพื้นที่สวนผักและไม้ผลบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างของประเทศไทยที่คาดว่าจะได้รับปัญหารูกล้ำของน้ำเค็มอันเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุน กำหนดจุดเก็บตัวอย่างเป็นตัวแทน 6 จุด ประกอบด้วยจังหวัดนนทบุรี 3 จุด (พื้นที่ปลูกไม้ผล; มะม่วง (LS1) มะนาวและสวนผสม (LS2) ทุเรียนและสวนผสม (LS3)) และจังหวัดปทุมธานี 3 จุด (พื้นที่ปลูกผัก (LS4-LS6)) โดยตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างดินจะขึ้นอยู่กักระยะห่างระหว่างพื้นที่ศึกษา แม่น้ำเจ้าพระยา และอ่าวไทย และตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจะเริ่มต้นจากแม่น้ำเจ้าพระยา คลองซอยที่ใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างดิน อย่างไรก็ตามในการเลือกจุดศึกษาจะมีข้อจำกัดในการเลือกพื้นที่ศึกษา เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การเกษตรในเขตเมือง กำหนดช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างดินและน้ำเพื่อวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีบางประการ โดยดำเนินการในทุก ๆ หนึ่งเดือนเป็นระยะเวลา 2 ปี เริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่ เดือนมีนาคม 2561 - เดือนกุมภาพันธ์ 2563 และนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบระหว่างปีที่ 1 (เดือนมีนาคม 2561 - เดือนกุมภาพันธ์ 2562) กับปีที่ 2 (เดือนมีนาคม 2562 - เดือนกุมภาพันธ์ 2563) โดยใช้การทดสอบ Student's t-test (T-test) ด้วย R statistical software, version 4.1.0 (R Development Core Team, 2013)

ดำเนินการเก็บตัวอย่างดิน โดยเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง (disturbed soil samples) ด้วยสว่านเจาะดินที่ 5 ระดับความลึก ได้แก่ 0-15, 15-30, 30-60, 60-90 และ 90-120 ซม. เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินอิ่มตัว (EC_e) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่อง electrical conductivity meter อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดิน (SAR) โดยหาปริมาณโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}} \quad (1)$$

และดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (grab sample method) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างน้ำ (Rice et al., 2012) เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำ ได้แก่ ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำ และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของน้ำ



Figure 1 The study sites in agricultural areas of Nonthaburi (1) and Pathum Thani (2) provinces.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดิน

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินเดือนมีนาคม 2561 - เดือนกุมภาพันธ์ 2563 พบว่า มีค่าอยู่ในพิสัย 0.21-5.09 dS/m เมื่อเปรียบเทียบค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินระหว่างปีที่ 1 และปีที่ 2 (Table 1) พบว่า จุดศึกษา LS1 (0-15, 60-90 ซม.), LS2 (0-60, 90-120 ซม.), LS3 (0-30, 60-120 ซม.), LS5 (0-30 ซม.) และ LS6 (0-60 ซม.) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ LS1 (15-30 ซม.) และ LS2 (60-90 ซม.) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ LS1 (30-60, 90-120 ซม.), LS3 (30-60 ซม.), LS4 (0-120 ซม.), LS5 (30-120 ซม.) และ LS6 (60-120 ซม.) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินทั้ง 2 ปี แสดงให้เห็นว่าชั้นดินบนในปีที่ 2 มีค่าสภาพการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มมากกว่าปีที่ 1 ใน 5 จุดศึกษา (ยกเว้น LS4) ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงชั้นความลึกของ LS4 พบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินทั้ง 2 ปีมีช่วงค่าพิสัยของค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินใกล้เคียงกันทั้ง 5 ระดับความลึก เนื่องจากเป็นจุดที่ใกล้กับแม่น้ำเจ้าพระยาจึงอาจทำให้ได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลหนุนเป็นประจำทุกปี ประกอบกับพื้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากเกลือในดินเนื้อละเอียด อาจเกิดการสะสมไว้ในระบบดินมากกว่าการชะล้างออกไป ค่าสภาพการนำไฟฟ้าที่สูงขึ้นในปีที่ 2 สอดคล้องกับปริมาณฝนรวมในปีที่ 2 มีปริมาณฝนรวมทั้งปีน้อยกว่าปีที่ 1 (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563) ผสมกับการรุกรานของน้ำเค็มอันเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุนร่วมด้วย (กลุ่มงานติดตามประเมินสถานการณ์ กตป., 2563) เมื่อเกิดการรุกรานของน้ำเค็ม และมีการนำน้ำที่มีความเค็มไปใช้ ส่งผลให้เกิดการละลายน้ำได้สะสมในดินบนมากขึ้น ผลการศึกษาเป็นไปในทางเดียวกันกับการศึกษาของ Poochai et al. (2017) และ เกียรติศักดิ์ สนศรี และคณะ (2563)

การเปรียบเทียบความแปรปรวนของค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินทั้ง 2 ปี ตามช่วงเวลา พบว่าส่วนใหญ่ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินมีความแตกต่างกันตามช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างดิน (Figure 2, 3) โดยพบว่าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม มีแนวโน้มค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงกว่าในช่วงเดือนอื่น และค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินมีแนวโน้มลดลงในเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม สอดคล้องกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนกันยายน (คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ, 2563) และเมื่อพิจารณาในแต่ละจุดศึกษา พบว่าทุกจุดศึกษามีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในปีที่ 1 ต่ำกว่า 4 dS/m และมีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่า 4 dS/m ในปีที่ 2 ในบางช่วงชั้นความลึกของ 3 จุดศึกษา คือ LS1 (30-90 ซม.), LS5 (0-15 ซม.) และ LS6 (0-15 ซม.) ซึ่งเมื่อค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงกว่า 4 dS/m แสดงว่าดินได้รับผลกระทบจากเกลือส่งผลให้พืชที่ไวต่อความเค็มมีการเจริญเติบโตลดลงมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558) อย่างไรก็ตามจะพบว่าบางเดือนของดินทั้ง 2 ปีมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินสูงกว่า 2 dS/m แต่ไม่ถึง 4 dS/m ซึ่งส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของพืชที่ไวต่อความเค็มได้ โดยเฉพาะไม้ผลและสวนผักซึ่งมีความทนต่อความเค็มได้ต่ำ (Phankamolail et al., 2021) และส่วนใหญ่ดินบนมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้อยกว่าดินล่าง ซึ่งการที่ค่าสภาพการนำไฟฟ้าบางบริเวณมีแนวโน้มสูงขึ้นในดินล่าง เป็นผลเนื่องมาจากอยู่ใกล้แหล่งเกลือ ซึ่งในพื้นที่ศึกษานี้มีวัตถุดิบกำเนิดจากการทับถมของตะกอนทะเลผสมกับตะกอนลำน้ำ ซึ่งมักมีเกลือที่ละลายได้หลายชนิดอยู่ (สมศรี อรุณินท์, 2539; นภาพร วงษ์โพธิ์หอม และคณะ, 2550)

Table 1 Variability comparison of soil electrical conductivity (EC_e) at each study location according to soil depth between first and second year.

Parameter	Locations	T-test				
		Depth (cm)				
		0-15	15-30	30-60	60-90	90-120
EC_e	LS1	**	*	ns	**	ns
	LS2	**	**	**	*	**
	LS3	**	**	ns	**	**
	LS4	ns	ns	ns	ns	ns
	LS5	**	**	ns	ns	ns
	LS6	**	**	**	ns	ns

**, *, ns = significant at 0.01, 0.05 probability levels and non-significant, respectively.

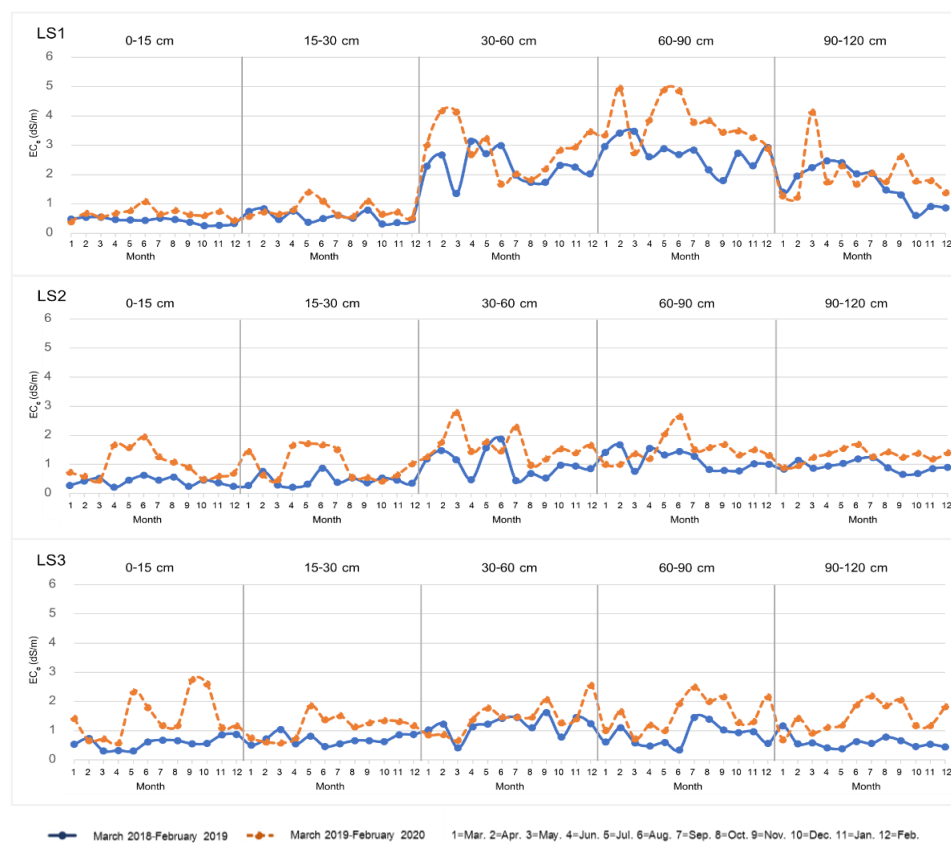


Figure 2 Variability of soil EC_e according to soil depth at each study location from March 2018 to February 2020 in Nonthaburi province (LS1-LS3).

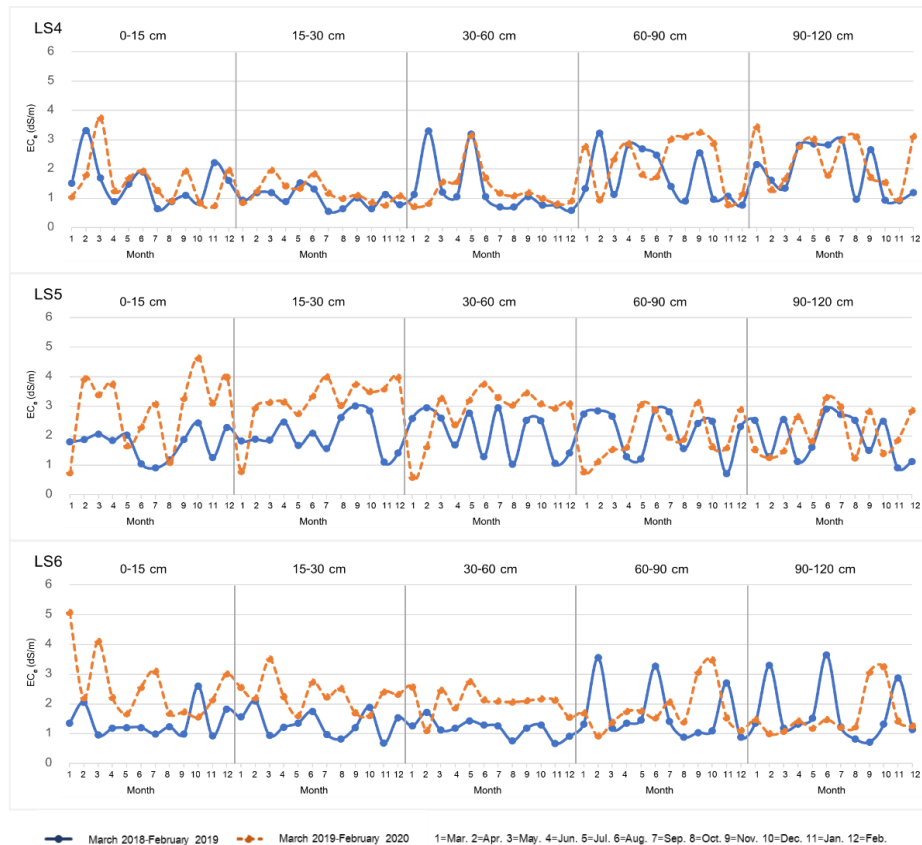


Figure 3 Variability of soil EC_e according to soil depth at each study location from March 2018 to February 2020 in Pathum Thani province (LS4-LS6).

อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดิน

อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินเดือนมีนาคม 2561 - เดือนกุมภาพันธ์ 2563 อยู่ในพิสัย 1.66-52.34 ซึ่งค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วงปีที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินระหว่างปีที่ 1 และปีที่ 2 (Table 2) พบว่าจุดศึกษา LS1 (0-30, 90-120 ซม.), LS2 (0-30 ซม.), LS3 (0-60 ซม.), LS4 (15-60, 90-120 ซม.), LS5 (0-60, 90-120 ซม.) และ LS6 (0-15 ซม.) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ LS2 (30-60 ซม.), LS4 (0-15 ซม.) และ LS6 (15-30 ซม.) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ LS1 (30-90 ซม.), LS2 LS3 (60-120 ซม.), LS4 LS5 (60-90 ซม.) และ LS6 (30-120 ซม.) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินทั้ง 2 ปี (Figure 4, 5) แสดงให้เห็นว่าชั้นดินบนในปีที่ 2 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินมีแนวโน้มลดลงจากปีที่ 1 โดยที่มีความแตกต่างทางสถิติกันอย่างชัดเจน อาจกล่าวได้ว่าในปีที่ 2 ได้รับผลกระทบจากโซเดียมไอออนน้อยลงกว่าปีที่ 1 จึงทำให้มีอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมลดลง ผลการศึกษาที่มีความเป็นไปได้ว่าในกรณีดินมีวัตถุต้นกำเนิดจากการทับถมของตะกอนทะเลผสมกับตะกอนลำน้ำซึ่งตะกอนทะเลมักมีเกลือที่ละลายได้หลายชนิด ส่วนใหญ่ได้แก่ เกลือของคลอไรด์และซัลเฟตของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (สมศรี อรุณินท์, 2539) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสูตรการคำนวณค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมจะพบว่า การที่ค่า SAR ลดลงอาจมิได้เกิดจากปริมาณโซเดียมที่ลดลง แต่อาจเกิดจากปริมาณประจุของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เพิ่มมากขึ้นก็เป็นได้ จุดที่ทำการศึกษาล้วนมีอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินมากกว่า 13 โดยดินเหล่านี้ได้รับผลกระทบจากโซเดียมไอออน (Na^+) เนื่องจากการเคลื่อนที่ของ Na^+ อย่างช้า ๆ ในระบบดินหรือมีการดูดซับ Na^+ โดยแร่ดินเหนียว (Sonsri and Phankamol, 2019) อีกทั้งโซเดียมที่สูงยังส่งผลให้การแพร่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในเขตรากต่ำลง รากพืชไม่สามารถดึงน้ำในดินไปใช้ได้ ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Queensland Government, 2014) จากคำสภาพการนำไฟฟ้าและอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมในระยะเวลาที่ทำการศึกษามีผลดินที่มีผลกระทบจากเกลือ (salt affected soil) ได้ดังนี้ LS1 จำแนกได้เป็นดินเค็มโซดิก (saline-sodic soil) LS2, LS3, LS4 และ LS6 จำแนกได้เป็นดินโซดิก (sodic soil) และ LS5 จำแนกได้เป็นดินเค็ม (saline soil) เนื่องจากอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของดินต่ำกว่า 13

Table 2 Variability comparison of sodium adsorption ratio (SAR) at each study location according to soil depth between first and second year.

Parameter	Locations	T-test				
		Depth (cm)				
		0-15	15-30	30-60	60-90	90-120
SAR	LS1	**	**	ns	ns	**
	LS2	**	**	*	ns	ns
	LS3	**	**	**	ns	ns
	LS4	*	**	**	ns	**
	LS5	**	**	**	ns	**
	LS6	**	*	ns	ns	ns

**, *, ns = significant at 0.01, 0.05 probability levels and non-significant, respectively.

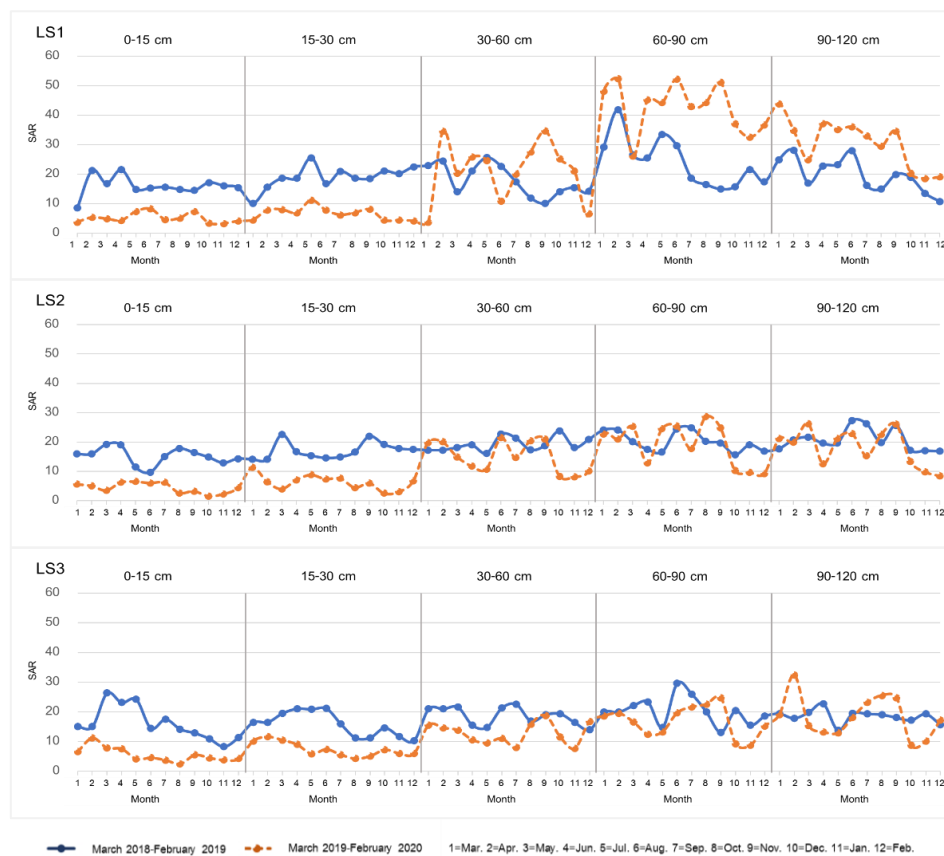


Figure 4 Variability of SAR according to soil depth at each study location from March 2018 to February 2020 in Nonthaburi province (LS1-LS3).

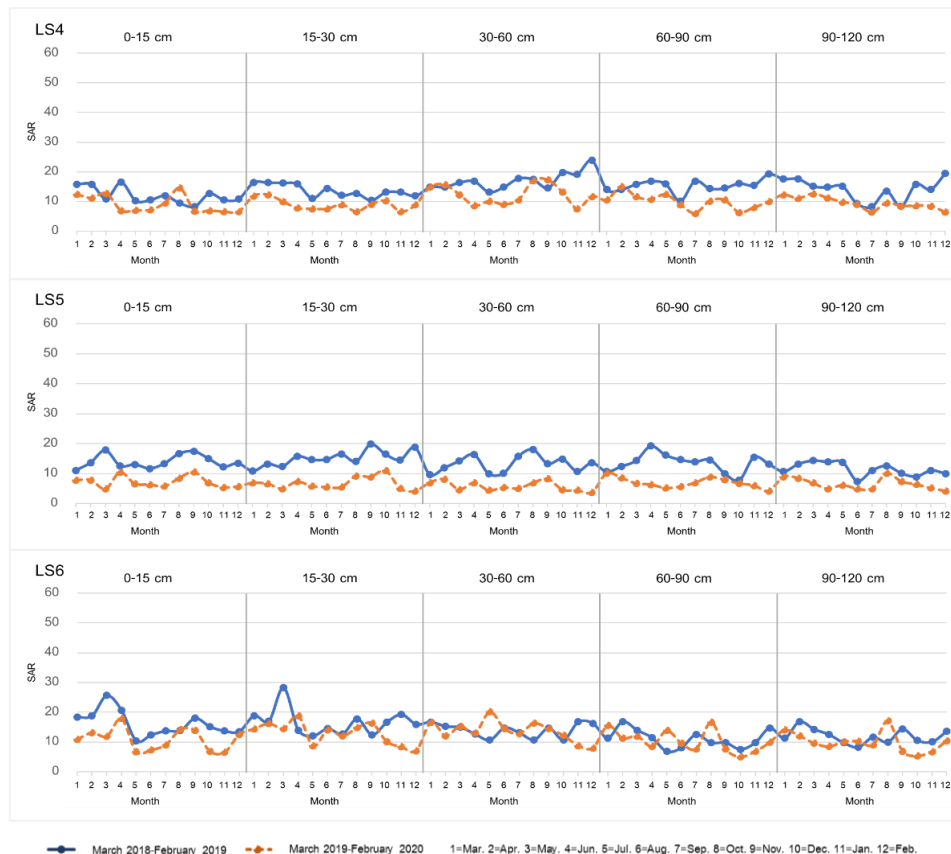


Figure 5 Variability of SAR according to soil depth at each study location from March 2018 to February 2020 in Pathum Thani province (LS4-LS6).

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำ

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำปี 2561-2563 อยู่ในพิสัย 0.21-6.73 dS/m โดย LW1 และ LW5 เป็นจุดตัวแทนน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาจังหวัดนนทบุรีและปทุมธานีตามลำดับ และจุดตัวแทนน้ำจากบริเวณคลองซอยที่ใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างดินในจังหวัดนนทบุรี (LW2, LW3 และ LW4) และจังหวัดปทุมธานี (LW6, LW7 และ LW8) (Figure 6) เมื่อเปรียบเทียบค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำระหว่างปีที่ 1 และปีที่ 2 (Table 3) พบว่า จุดศึกษา LW3 และ LW4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ขณะที่จุดศึกษาส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ LW1, LW2, LW5, LW7 และ LW8 และจุดที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ LW6 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำในลำน้ำเจ้าพระยาในปีที่ 2 มีค่าสูงขึ้นชัดเจนในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม (เดือนที่ 10-12 ของการศึกษา) สอดคล้องกับการรายงานการรुकูล้ำของน้ำเค็มในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนอันเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุน (กลุ่มงานติดตามประเมินสถานการณ์ กตป., 2563) และประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวมีน้ำจืดมาผลักดันน้ำเค็มน้อย จึงส่งผลให้ในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำสูงกว่าช่วงเวลาอื่น และลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝน เมื่อเปรียบเทียบค่าสภาพการนำไฟฟ้าของทั้ง 2 ปี พบว่า ในปีที่ 2 มีค่าสูงกว่าปีที่ 1 เป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งมีค่าสูงกว่า 0.75 dS/m ทำให้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเกลือที่ปนอยู่ในน้ำชลประทานที่เกษตรกรนำมาใช้ หรือมาจากน้ำใต้ดินที่อยู่ตื้นใกล้ผิวดิน ทำให้เกิดเกลือสะสมในดินบริเวณรากพืช เมื่อมีเกลือปริมาณมากขึ้นจึงทำให้พืชไม่สามารถดึงน้ำจากดินได้ตามปกติ เมื่อพืชสามารถนำไปใช้ได้ลดลง พืชก็จะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงตามมา (อรุณี ยูวะนิยม, 2539) โดยค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินและค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำสอดคล้องกัน จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีที่ 2 ทั้งสองพารามิเตอร์

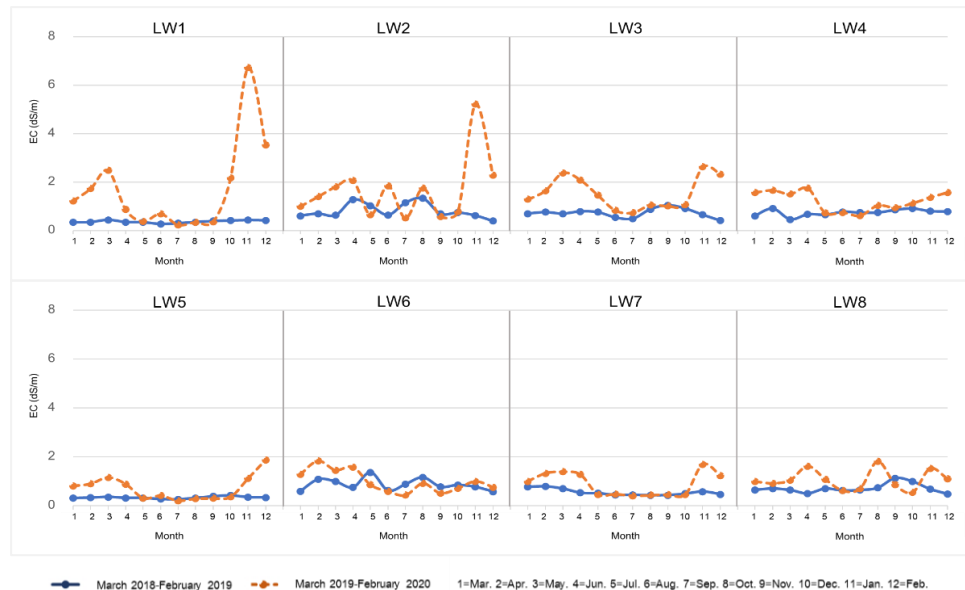


Figure 6 Variability of water EC_e at each study location from March 2018 to February 2020 in Nonthaburi (LW1-LW4) and Pathum Thani provinces (LW5-LW8).

อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของน้ำ

อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของน้ำในเดือนมีนาคม 2561 - เดือนกุมภาพันธ์ 2563 อยู่ในพิสัย 0.25-78.82 โดยจุดตัวอย่างน้ำเป็นจุดเดียวกับที่กล่าวในหัวข้อค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำ เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของน้ำระหว่างปีที่ 1 และปีที่ 2 (Figure 7, Table 3) พบว่า จุดศึกษา LW1, LW3, LW4 และ LW7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจุดศึกษา LW2, LW5 และ LW6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่จุดที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติคือ LW8 จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของน้ำทั้ง 2 ปี จะเห็นว่าในปีที่ 2 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกว่าปีที่ 1 และพบว่าในบางจุดศึกษามีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินและน้ำสูงร่วมด้วย จึงทำให้พืชบริเวณนั้นมีการเจริญเติบโตลดลง อาจกล่าวได้ว่าในปีที่ 2 ได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลหนุนรุนแรงมากขึ้น จึงทำให้อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของน้ำสูงขึ้น เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทานพบว่า ในบางเดือนของปีที่ 2 เช่น เดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมของน้ำมากกว่า 10 ซึ่งจัดเป็นน้ำคุณภาพปานกลาง เมื่อเกษตรกรมีการนำน้ำไปใช้เพื่อการเกษตร อาจส่งผลกระทบต่อพืชที่ไม่ทนเค็มและสามารถใช้กับพืชที่ทนเค็มได้ปานกลาง (Ayers and Westoot, 1985; U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954)

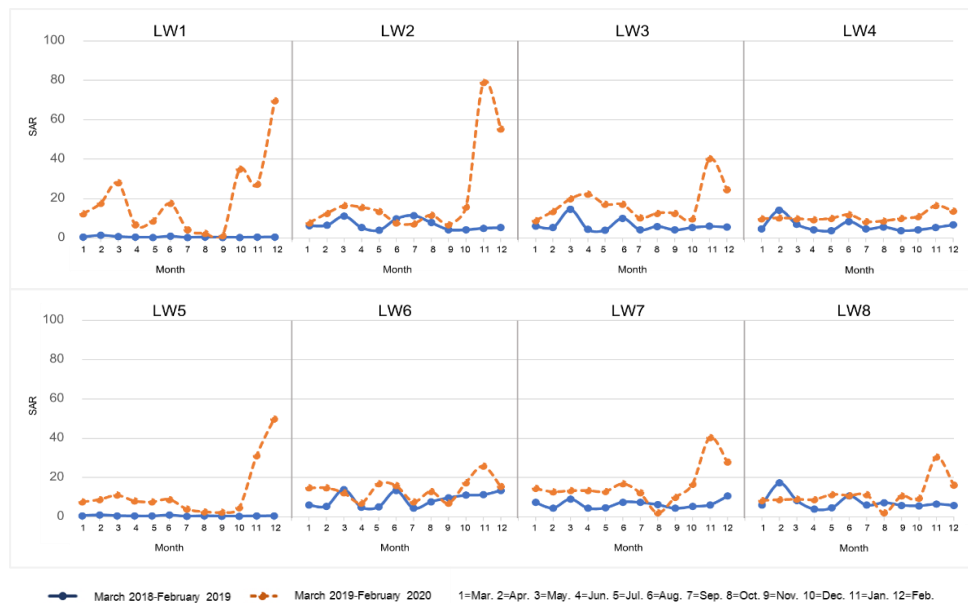


Figure 7 Variability of water SAR at each study location from March 2018 to February 2020 in Nonthaburi (LW1-LW4) and Pathum Thani provinces (LW5-LW8).

Table 3 Variability comparison of electrical conductivity (EC_e) and sodium adsorption ratio (SAR) of water samples at study location between first and second year.

Parameters	T-test							
	Locations							
	LW1	LW2	LW3	LW4	LW5	LW6	LW7	LW8
EC_e	*	*	**	**	*	ns	*	*
SAR	**	*	**	**	*	*	**	ns

**, *, ns = significant at 0.01, 0.05 probability levels and non-significant, respectively.

สรุปผลการศึกษา

การติดตามการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินและน้ำ ได้แก่ ค่าสภาพการนำไฟฟ้าและอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลหนุนในพื้นที่ปลูกผักและไม้ผลในจังหวัดนนทบุรีและปทุมธานี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2561 - เดือนกุมภาพันธ์ 2563 ผลการศึกษาพบว่าดินในพื้นที่ทั้ง 6 จุดศึกษา (LS1-LS6) ได้รับผลกระทบจากเกลือ โดยสมบัติของดินและน้ำในพื้นที่ศึกษาแสดงให้เห็นว่าได้รับผลกระทบจากเกลือ และมีแนวโน้มแสดงค่าความเค็มรุนแรงมากขึ้นในปีที่ 2 (เดือนมีนาคม 2562 - เดือนกุมภาพันธ์ 2563) สามารถจัดจำแนกเป็นดินที่มีผลกระทบจากเกลือ (salt affected soils) คือ LS1 เป็นดินเค็มโซดิก (saline-sodic soil) LS2, LS3, LS4 และ LS6 เป็นดินโซดิก (sodic soil) และ LS5 เป็นดินเค็ม (saline soil) อิทธิพลของเกลือต่อสมบัติดินมีความแปรปรวนตามฤดูกาล โดยมีค่าสูงในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม และมีความแปรปรวนระหว่างปีที่ 1 และปีที่ 2 โดยมีค่าสูงในปีที่ 2 ในขณะที่ค่าความเค็มของน้ำมีความแปรปรวนตามฤดูกาลและระหว่างปีในลักษณะสอดคล้องกับในดิน ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของความเค็มของดินในช่วงที่มีน้ำจืดในการผลักดันน้ำเค็มน้อยทำให้น้ำเค็มสามารถรุกเข้ามามีอิทธิพลต่อดิน และมีการนำน้ำที่มีความเค็มเข้าไปใช้ทำการเกษตรโดยเกษตรกรเป็นปัจจัยร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสภาวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. 2560. ข่าวกรมชลประทาน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. http://water.rid.go.th/news/news_60_158.htm (25 กุมภาพันธ์ 2561).
- กลุ่มงานติดตามประเมินสถานการณ์ กตป. 2563. 31 มีนาคม 2563 จัปตาเดือนเมษายน น้ำทะเลหนุนสูงเพิ่มระบายน้เข้าพระยาเจ้าเจียง. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. <https://www.onep.go.th/31-มีนาคม-2563-จัปตาเดือนเมษายน> (4 กันยายน 2563).
- เกียรติศักดิ์ สนศรี, นภาพร พันธุ์มลศิลป์, สุชาดา กรุณา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง และยุทนา พันธุ์มลศิลป์. 2563. อิทธิพลของน้ำทะเลหนุนต่อความแปรปรวนของความเค็มของดินในพื้นที่การเกษตรจังหวัดปทุมธานี. *วารสารแก่นเกษตร* 48(5): 1028-1041.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. *คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน*. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: เทก แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ. 2563. ติดตามสภาพอากาศ. สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ. <http://www.thaiwater.net/weather/rainfall> (28 สิงหาคม 2564).
- นภาพร วงษ์โพธิ์หอม, เอบี เขียววันมัย และอัญชลี สุทธิประการ. 2550. สภาพแวดล้อมในการแพร่กระจายและสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือในแอ่งโคราช ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. ใน *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาพืช*. น. 326-333. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- รัตนารัตนารักษ์. 2557. สาเหตุที่น้ำทะเลหนุนสูงในแม่น้ำเจ้าพระยา ในปี 2557. กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ. https://hugepdf.com/download/1--5b361be59732b_pdf (20 กุมภาพันธ์ 2561).
- ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. 2563. สภาพอากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2562. กรมอุตุนิยมวิทยา. https://www.tmd.go.th/programs/uploads/yearlySummary/yearly_2562_th.pdf (3 มีนาคม 2564).
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. 2559. บันทึกเหตุการณ์ภัยแล้งปี 2558/2559. <http://tiwrm.hii.or.th/current/2016/drought59/menu.html> (20 กุมภาพันธ์ 2561).
- สมศรี อรุณินท์. 2539. *ดินเค็มในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.
- อรรยา มณีขำ, ปุณยวีร์ สวรรยาพานิช และจิรพงษ์ เหล่าน้ำใส. 2558. *สรุปผลการป้องกันและบรรเทาสถานการณ์ภัยแล้ง ปีพุทธศักราช 2558-2559*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ, กรมทรัพยากรน้ำ.
- อรุณี ยูวะนิม. 2539. *การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.
- Ayers, R. S. and Westcot, D. W. 1985. *Water quality for agriculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Chaowiwat, W., Boonya-aroonnet, S., and Weesakul, S. 2016. Impact of climate change assessment on agriculture water demand in thailand. *Naresuan University Engineering Journal* 11: 35-42.
- Church, J. A. and White, N. J. 2011. Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century. *Surveys in Geophysics* 32: 585-602.
- Intaboot, N., and Taesombat, W. 2014. Longitudinal salinity intrusion and dispersion along the tha chin river due to sea level rise. *Journal of Science and Technology* 3(2): 71-86.
- Phankamolsil, N., Sonsri, K., and Phankamolsil, Y. 2021. Consequence of seawater intrusion on soil properties in agricultural areas of Nonthaburi province, Thailand. *Applied Environmental Research* 43(2): 77-92.
- Poochai, K., Phankamolsil, N., Poolsab, P., and Sonsri, K. 2017. Influences of brine shrimp farming on chemical properties of soil and water in the surrounding areas that possess coarse to medium textured soils. In *Proceedings of 13th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies*. pp.145-152. held on 12-15 December 2017, Pattaya, Thailand: n.p.
- Queensland Government. 2014. Soil sodicity. <https://www.qld.gov.au/environment/land/management/soil/soilproperties/sodicity> (3 August 2021).
- R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (25 May 2021).
- Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D. and Clesceri, L. S. 2012. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 22nd ed. Washington, D.C.: American Public Health Association.
- Sonsri, K., and Phankamolsil, N. 2019. The properties of soil as impacted by sea level rise in the dry season: a case study of Nonthaburi province, Thailand. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington, D.C.: Government Printing Office.
- Williams, S. J., Gutierrez, B. T., Titus, J. G., Gill, S. K., Cahoon, D. R., Thieler, E. R., Anderson, K.E., et al. 2009. Sea-level rise and its effects on the coast. In *Coastal Sensitivity to Sea-Level Rise: A Focus on the Mid-Atlantic Region*, J. G. Titus, ed. pp. 11-14. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

วันรับบทความ (Received date) : 16 ก.ย. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 6 พ.ค. 65

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 พ.ค. 65