ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมาตรการการปรับตัวเพื่อการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและท่าจีนตอนล่าง

Climate change impacts and adaptationmeasures for water management in lower Chao Phraya and Tha Chin basins

สนิท วงษา

Sanit Wongsa

ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

sanit.won@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้ตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการรุกล้ำของความเค็มสำหรับการจัดการน้ำในแอ่งน้ำเจ้าพระยาและท่าจีนตอนล่างพื้นที่ศึกษาครอบคลุมจากเขื่อนเจ้าพระยาจังหวัดชัยนาทและประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาจังหวัดสุพรรณบุรีจนถึงปากแม่น้ำที่อ่าวไทยสำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีนตามลำดับผลการปรับเทียบระหว่างแบบจำลองกับข้อมูลตรวจวัดจริงได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R2) อยู่ในช่วง 0.70-0.99 สำหรับระดับน้ำและ 0.73-0.86 สำหรับความเค็มสำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์จำลอง RCP2.6 และ 8.5 จากรายงานของ IPCC จำลองระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นมีค่า 0.76 และ 1.06 เมตร (ในปี 2100) ตามลำดับผลการศึกษาพบว่าค่าความเค็มเพิ่มขึ้นที่สถานีสูบน้ำสำแลเท่ากับ 0.63-0.67 กรัม/ลิตรค่าเกินมาตรฐาน 0.25 กรัม/ลิตรมีปลายลิ่มความเค็มอยู่ที่ตำบลเกาะเรียนจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในแม่น้ำเจ้าพระยาและมีค่าเกินมาตรฐาน 2.0 กรัม/ลิตรมีปลายลิ่มความเค็มอยู่ที่อำเภอสามพรานจังหวัดนครปฐมในแม่น้ำท่าจีน ผลจากการจำลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมีผลกระทบที่ชัดเจนมากขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของน้ำทะเล ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการทรัพยากรน้ำดิบเพื่อการประปาและการเกษตรในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและท่าจีนตอนล่างได้

คำสำคัญ : *การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, การรุกตัวของน้ำเค็ม, การจัดการน้ำ, ซอฟแวร์MIKE11*

ABSTRACT

We investigated the effects of climate change on salinity intrusion for water management in lower Chao Phraya and Tha Chin basins. The study covered the area from Chao Phraya Dam, Chai Nat Province and Pho Phraya Regulator, SuphanBuri Province and to the river estuary at the Gulf of Thailand for Chao Phraya and Tha Chin rivers, respectively.The results of comparison between models and observation data revealed order of forecasting error (R2) in the range of 0.70-0.99 for water level and 0.73-0.86 for salinity.For model application, the RCP2.6 and 8.5 scenario from IPCC report were simulated, sea water level rising in were 0.76 and 1.06 m (in the year of 2100), respectively. Results indicated anincrease salinity at Samlae pumping station were 0.63-0.67 g/l, the value of 0.25 g/l exceeding standard and the pointed tip of salinity was at Ko rain sub-district, Ayutthaya Province in Chao Phraya river, and the value of 2.0 g/l exceeding standard and the pointed tip of salinity was at Sam Phrandistrict, Nakhon Pathom Provincein Tha Chin river.We could also observe from the simulation that the climate change would have more conspicuous effects in rising up sea water. Results obtained from this study will give guideline in raw water resources management for water supply and agricultural in lower Chao Phraya and Tha Chinbasins.

KEY WORDS : climate change, salinity intrusion, water management, MIKE11software

1. บทนำ :

ลุ่มเจ้าพระยาและท่าจีนนับว่าลุ่มน้ำเป็นลุ่มน้ำที่มีปากแม่น้ำเชื่อมติดกับทะเลอ่าวไทยตอนบน ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศน์ปากแม่น้ำ การเกษตรกรรม อุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม ประมง และอื่นๆ ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของลุ่มน้ำทั้งสองเป็นตัวแปรสำคัญที่หล่อเลี้ยงพื้นที่ทางการเกษตรตลอดสองฝั่งลุ่มน้ำ และเศรษฐกิจของประเทศ แต่ปัจจุบันประสบปัญหาการรุกตัวของความเค็มโดยเฉพาะบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำทั้งสองก่อนไหลลงสู่อ่าวไทย รวมถึงการขาดแคลนน้ำจืดในการเกษตรกรรม เพื่อการอุปโภค-บริโภค และอื่นๆ ซึ่งฤดูแล้งสถานการณ์การรุกตัวของน้ำเค็มจะทวีความรุนแรงมาก ความเค็มจะลดลงตามระยะทางที่ห่างจากปากแม่น้ำ อีกทั้งในบางปีปริมาณน้ำจืดต้นทุนในแม่น้ำมีปริมาณน้อยเกินกว่าจะช่วยผลักดันน้ำทะเลและรักษาระบบนิเวศน์ได้

สภาวะโลกร้อน เป็นสภาวะที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นทำให้น้ำแข็งขั้วโลกละลายหลอมรวมกับน้ำทะเลในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งน้ำทะเลบวมตัวส่งผลให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ประจวบกับอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลง ในขณะเดียวกันกรณีฤดูแล้งมีปริมาณน้ำฝนน้อย โดยที่สถานการณ์การรุกล้ำของ

น้ำเค็มจะรุนแรงมาก เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำต่ำ อีกทั้งปริมาณแหล่งน้ำต้นทุนที่เป็นน้ำจืดด้านเหนือน้ำมีน้อยไม่สามารถจัดสรรปล่อยลงมาผลักดันความเค็มและรักษาระบบนิเวศน์ท้ายน้ำได้อย่างเพียงพอ อีกทั้งในบริเวณภาคกลางมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่มเป็นส่วนใหญ่จึงมีพื้นที่ทางการเกษตร ทำนา ทำสวนตลอดสองฝั่งแม่น้ำ พื้นที่ชายฝั่งทะเลบางแห่งถูกกัดเซาะ รวมทั้งมีการบุกรุกน้ำเค็มจึงรุกคืบเข้าไปในพื้นทวีป อีกทั้งยังมีรุกคืบเข้าไปในระบบแม่น้ำ บางส่วนซึมลึกลงไปในชั้นน้ำใต้ดินส่งผลกระทบต่อการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคในระยะยาว

มีการศึกษาของ สุนารี (2558, 5-6) เรื่องผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อสภาพทางชลศาสตร์และความเค็มบริเวณอ่าวไทยเพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่มีต่อความเค็มและคุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลอง โดยใช้แบบจำลอง MIKE11. ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจาก IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระเท่ากับ 0.025-0.030 สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายมวลสารเท่ากับ 500-1000ตร.ม./วินาที โดยมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.06-4.40ม. ค่า R2 กับ IA อยู่ในช่วง 0.71-0.99 กับ 0.87-0.99 ตามลำดับ จากนั้นวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลต่อความเค็มที่มีผลต่อศักยภาพการเจริญเติบโตของพืช พบว่าระดับน้ำในแม่น้ำสูงสุดที่ 19-22.5 km จากปากแม่น้ำ และส่งผลให้ความเค็มเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 22-23กม. ในปีพ.ศ.2592 และ 2642 ตามลำดับ ในปีพ.ศ. 2592 ผลการรุกตัวของความเค็มส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก เช่น ข้าว ข้าวโพด พริก ส้ม ลิ้นจี่

Wongsa (2018, 8) ศึกษาการควบคุมการรุกล้ำของความเค็มในปากแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้งด้วยการระบายน้ำลงท้ายเขื่อนเจ้าพระยา เขื่อนป่าสัก และผันน้ำข้ามลุ่มจากแม่กลองมาเพื่อผลักดันความเค็มที่สถานีสูบน้ำสำแล จ.ปทุมธานี ไม่ให้เกินค่ามาตรฐาน 0.2 กรัม/ลิตรพบว่าจะต้องควบคุมอัตราการไหลที่บางไทรให้มากกว่า 80-100 ลบ.ม./วินาที

ได้มีการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสายเทียม (ANN) แบบ Back Propagation ในการพยากรณ์ระดับความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา ศึกษาโดยรวบรวมข้อมูลความเค็มรายวันที่สะพานกรุงเทพฯ และสะพานพุทธฯ ข้อมูลน้ำขึ้นสูงสุดรายวันที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า ข้อมูลอัตราการไหลของเขื่อนเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม รวมระยะเวลา 7 ปี (2535-2543) โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ คือ ข้อมูลน้ำขึ้นและน้ำลง ข้อมูลอัตราการไหล และข้อมูลความเค็มตัวแปรตาม คือ ข้อมูลระดับความเค็มล่วงหน้า พบว่าสามารถประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์การผันแปรของความเค็มได้ล่วงหน้า 1-2 วัน (สุวัฒนา และปกรณ์, 2547, 8)

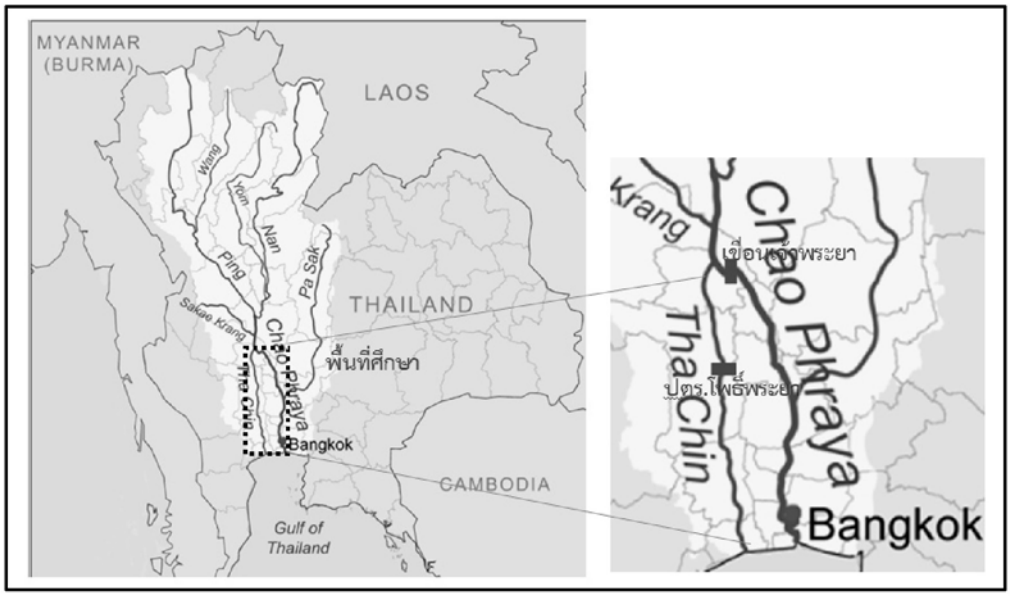
จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาพฤติกรรมทางชลศาสตร์และการคาดการณ์ผลกระทบของการรุกล้ำของความเค็มทั้ง 2 ลุ่มน้ำ การศึกษานี้เลือกใช้โปรแกรม MIKE11 ซึ่งพัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ผลการศึกษาสามารถใช้ประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากค่า

ความเค็มที่เกิดขึ้น สำหรับเป็นแนวทางในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้านการจัดการทรัพยากรน้ำและการเกษตรบริเวณปากแม่น้ำทั้งสองลุ่มน้ำในอ่าวไทยต่อไป

2. วิธีการศึกษา

2.1 ขอบเขตและพื้นที่ศึกษา

การสร้างแบบจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์ โดยใช้แบบจำลอง MIKE11 สำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาตั้งแต่ท้ายเขื่อนเจ้าพระยาสถานีวัดน้ำ C.13 อ.สรรพยา จ.ชัยนาท ถึงป้อมพระจุลฯ จ.สมุทรปราการ ในส่วนการไหลเข้าด้านข้างนำมาเป็นขอบเขตเงื่อนไขด้านเหนือน้ำของลำน้ำสาขา ได้แก่ แม่น้ำน้อยใช้ข้อมูลอัตราการไหลที่ปตร.ผักไห่ จ.พระนครศรีอยุธยา และแม่น้ำป่าสักใช้ที่สถานีวัดน้ำ S.26 ท้ายเขื่อนพระรามหก อ.ท่าเรือ จ.พระนครศรีอยุธยา แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ปตร.โพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี ถึงปากแม่น้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร มีอัตราการไหลเข้าด้านข้างแม่น้ำนครนายกที่ปตร.บางเม่า อ.องครักษ์ จ.นครนายก ส่วนขอบเขตด้านท้ายน้ำของทั้งสองแม่น้ำคือทะเลที่อ่าวไทย ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2 สำหรับปริมาณน้ำฝนจะไม่ถูกนำมาพิจารณาด้วยเนื่องจากงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะในช่วงฤดูแล้งเท่านั้น



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

2.2 แบบจำลอง MIKE11

งานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรม MIKE11 จำนวน 2 โมดูล คือ แบบจำลองทางชลศาสตร์ กับการพัดพาและแพร่กระจาย ซึ่งประกอบด้วยสมการพื้นฐานเขียนได้ดังสมการ (1) - (3) คือ (DHI, 1995, 1)

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial A}{\partial t}=q \tag{1}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial\left(\alpha\frac{Q^2}{A}\right)}{\partial x}+gA\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{gQ|Q|}{M^2AR^{4/3}}=0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial AC}{\partial t}+\frac{\partial QC}{\partial x}-\frac{\partial}{\partial x}\left(AD\frac{\partial C}{\partial x}\right)=-AKC+qC_2 \tag{3}$$

เมื่อ Q คืออัตราการไหล, A คือพื้นที่หน้าตัดของการไหล, q คืออัตราไหลเข้า-ออกด้านข้าง, h คือความลึกของน้ำ, α คือค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้โมเมนตัม, M คือค่าสัมประสิทธิ์ของ Stickler $(1/n)$, n คือค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง, g คืออัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, C คือความเข้มข้น (มวล/ปริมาตร), D คือ สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย, K คือ สัมประสิทธิ์การย่อยสลาย, C_2 คือ Source/Sink Concentration, X คือระยะทาง และ t คือเวลา

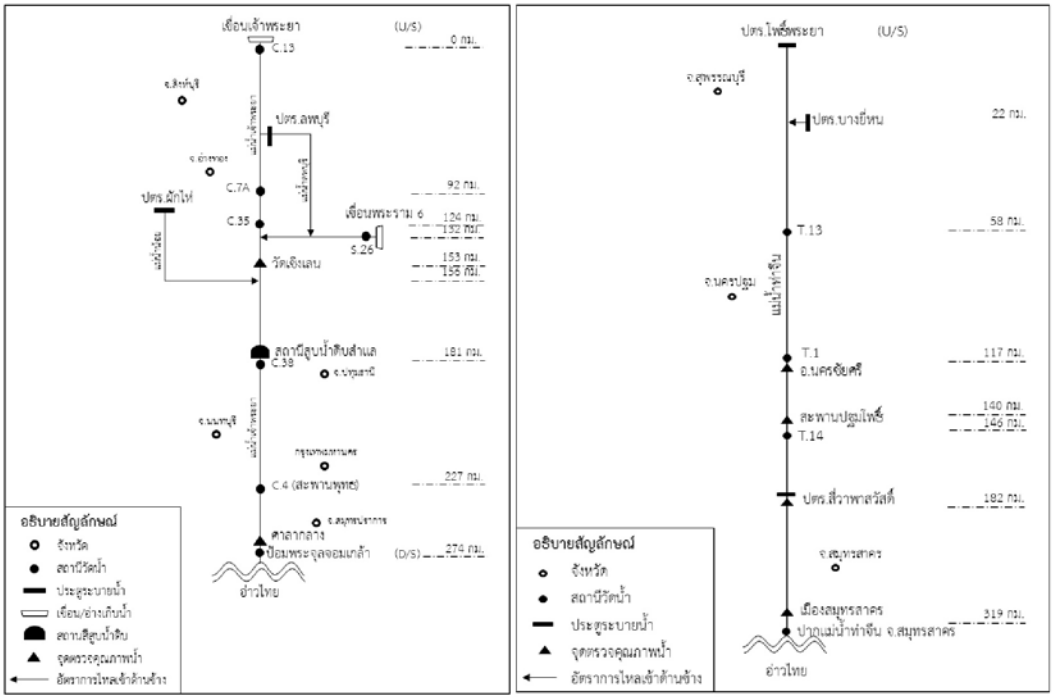
จากนั้นจึงทำการจัดสร้างผังจำลองโครงข่ายแม่น้ำ (รูปที่ 2) และก่อนนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ได้ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อยืนยันค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดที่จะให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด ตัวแปรทางสถิติที่ใช้เป็นดัชนีในการตรวจสอบประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์; R^2 ค่าดัชนีการยอมรับ; IA และค่าความคลาดเคลื่อน; RSME แสดงในสมการ (4)-(6) ตามลำดับ

$$R^2=\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\left(O_i-\overline{O}_{ave}\right)\left(P_i-\overline{P}_{ave}\right)\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i-\overline{O}_{ave}\right)^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(P_i-\overline{P}_{ave}\right)^2}}\right)^2 \tag{4}$$

$$IA=1-\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i-\overline{P}_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(\left|O_i-\overline{O}_{ave}\right|+\left|P_i-\overline{P}_{ave}\right|\right)} \tag{5}$$

$$RSME=\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i-P_i\right)^2}{\mathrm{n}}\right)^2 \tag{6}$$

เมื่อ O คือ ค่าที่ได้จากการตรวจวัด, P คือ ค่าที่ได้จากแบบจำลอง, ตัวห้อย ave คือ ค่าเฉลี่ย, i คือ ลำดับข้อมูล และ n คือ จำนวนข้อมูล



รูปที่ 2 ผังจำลองโครงข่ายแม่น้ำ(a) แม่น้ำเจ้าพระยาและ (b) แม่น้ำท่าจีน

3. ผลการศึกษา

การไหลในบริเวณปากแม่น้ำทั้งสองได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของระดับน้ำทะเลในอ่าวไทย สำหรับการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งกับการแพร่กระจายที่เหมาะสมของแบบจำลองทั้งสองโมดูลนั้นจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพื่อให้ได้แบบจำลองที่น่าเชื่อถือที่สุดที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาต่าง ๆ ต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อมูลที่นำมาใช้คือต้องเลือกช่วงเวลาที่มีการจัดเก็บข้อมูลสมบูรณ์ทั้งค่าชลศาสตร์การไหลต่าง ๆ ของน้ำกับค่าความเค็ม ในการปรับเทียบแบบจำลองทางชลศาสตร์ของแม่น้ำเจ้าพระยาได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำปี พ.ศ. 2553 กับการตรวจสอบใช้ข้อมูลระดับน้ำปี พ.ศ. 2555 ส่วนแม่น้ำท่าจีนได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำปี พ.ศ. 2553 และตรวจสอบใช้ข้อมูลระดับน้ำปี พ.ศ. 2556

3.1การปรับแก้และตรวจพิสูจน์แบบจำลองทางชลศาสตร์

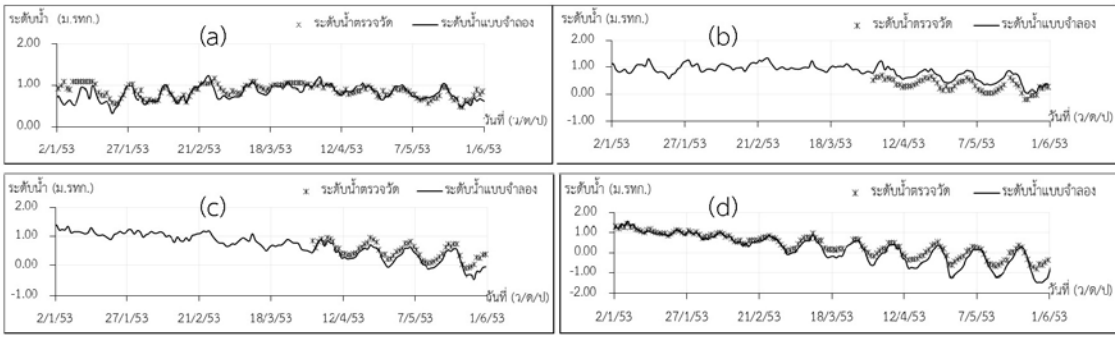
ได้ทำการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งของแม่น้ำทั้งสองแห่งออกเป็นหลายช่วง โดยพิจารณาจากลักษณะรูปสัณฐานแม่น้ำ ความคดเคี้ยว ความลาดชันของท้องน้ำ และอื่น ๆ ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 1-2 และรูปที่ 3-4 พบว่าค่าความระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดจริงในสนาม มีค่าใกล้เคียงจนเกือบจะทับเป็นเส้นเดียวกันกับผลการคำนวณ พบว่าค่าความระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดจริงในสนามมีแนวโน้มโดยรวมต่ำกว่าค่าผลการคำนวณโดยแบบจำลอง ในขั้นตอนปรับแก้แบบจำลองได้ค่า R^2 กับ IA อยู่ระหว่าง 0.76-0.99 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีจนถึงดีมาก แม่น้ำท่าจีนได้ค่าต่ำที่สุดประมาณ 0.53 และได้ค่า RSME อยู่ระหว่าง 0.11-0.46 ม. ส่วนของแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าสูงสุด 0.54 ม.

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ความขรุขระการปรับเทียบแบบและตรวจสอบจำลองทางชลศาสตร์แม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

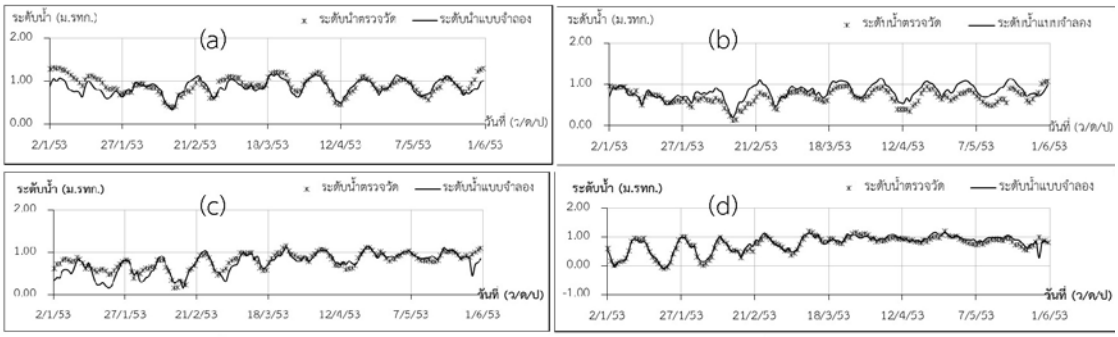
แม่น้ำ	ช่วงพิจารณา	ช่วงระยะทาง (กม.)	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ
แม่น้ำเจ้าพระยา	C.13 – C.7A	0 - 92	0.026
	C.7A – C.35	92 - 124	0.028
	C.35 – C.38	124 - 181	0.030
	C.38 – C.4	181 - 226	0.040
	C.4 – ป้อมพระจุลฯ	226 - 274	0.040
แม่น้ำลพบุรี	แม่น้ำลพบุรี – แม่น้ำป่าสัก	0 - 47	0.028
แม่น้ำป่าสัก	S.26 – แม่น้ำเจ้าพระยา	0 - 93	0.025
แม่น้ำท่าจีน	ปตร.โพธิ์พระยา – T.13	0 - 58	0.040
	T.13 – T.1	58 - 117	0.045
	T.1 – T.14	117 - 146	0.030
	T.14 – ปตร.กระทุ่มแบน	146 - 162	0.030
	ปตร.กระทุ่มแบน - สี่วาพาสวัสดิ์	162 - 182	0.030
	ปตร.สี่วาพาสวัสดิ์ - ปากแม่ท่าจีน	182 - 200	0.033

ตารางที่ 2 ค่าตัวแปรทางสถิติจากการปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลองทางชลศาสตร์แม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

ปีพ.ศ.	2553			เจ้าพระยา -2555, ท่าจีน-2556		
จุดตรวจสอบ	R^2	IA	RMSE(ม.)	R^2	IA	RMSE(ม.)
สถานีวัดน้ำ C.7A	0.99	0.98	0.324	0.99	0.97	0.305
สถานีวัดน้ำ C.35	0.96	0.95	0.538	0.94	0.94	0.458
สถานีวัดน้ำ C.38	0.76	0.77	0.307	0.70	0.70	0.391
สถานีวัดน้ำ C.4	0.89	0.86	0.360	0.98	0.93	0.395
สถานีวัดน้ำ T.13	0.78	0.85	0.140	0.85	0.88	0.107
ปตร.พระพิมล	0.77	0.78	0.172	0.59	0.76	0.139
สถานีวัดน้ำ T.1	0.93	0.90	0.133	0.53	0.80	0.135
สถานีวัดน้ำ T.14	0.95	0.97	0.098	0.69	0.77	0.229
ปตร.กระทุ่มแบน	0.79	0.87	0.203	0.67	0.85	0.189
ปตร.สี่วาพาสวัสดิ์	0.69	0.86	0.241	0.79	0.89	0.206

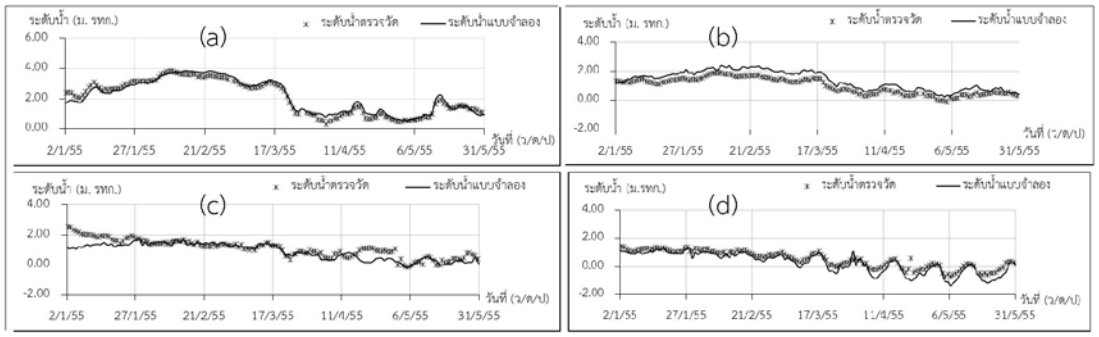


(ก) สถานีวัดน้ำ (a)C.7A, (b)C.35, (c)C.38และ(d)C.4 ของแม่น้ำเจ้าพระยา

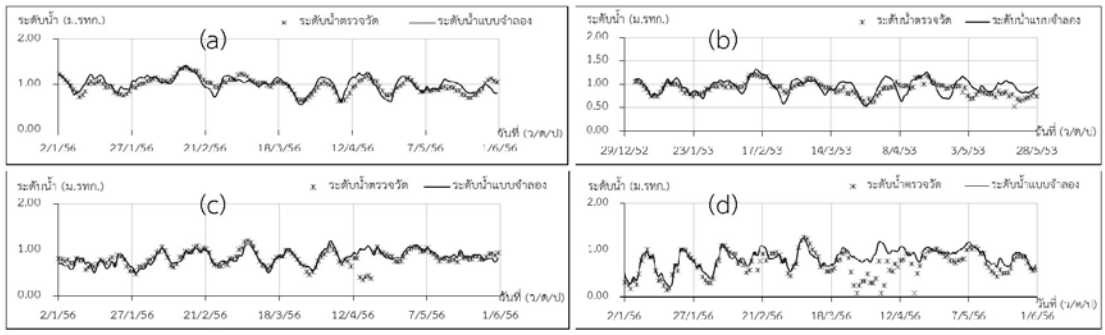


(ข) สถานีวัดน้ำ (a)T.13, (b)ปตร.พระพิมล, (c)T.1 และ(d)T.14 ของแม่น้ำท่าจีน

รูปที่ 3 ผลการปรับแก้แบบจำลองทางชลศาสตร์ของแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน



(ก) สถานีวัดน้ำ (a)C.7A, (b)C.35, (c)C.38 และ (d)C.4ของแม่น้ำเจ้าพระยา



(ข) สถานีวัดน้ำ (a)T.13, (b)ปตร.พระพิมล, (c)T.1 และ (d)T.14 ของแม่น้ำท่าจีน

รูปที่ 4 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองทางชลศาสตร์ของแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

3.2 การปรับแก้และตรวจพิสูจน์แบบจำลองการแพร่กระจาย

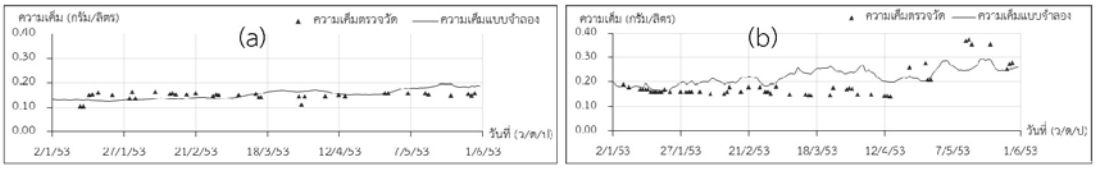
ได้ทำการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของแม่น้ำทั้งสอง สรุปผลได้ดังตารางที่ 3-4 และรูปที่ 4-5 พบว่าค่าความเค็มที่ได้จากการตรวจวัดจริงในสนาม มีค่าใกล้เคียงกับผลการคำนวณโดยแบบจำลอง ได้ค่า R^2 กับ IA อยู่ระหว่าง 0.55-0.98 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้จนถึงดีมาก และได้ค่า RSME อยู่ระหว่าง 0.107-2.871กรัม/ลิตร

ตารางที่ 3 ค่าที่ใช้ปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลองการพัดพาและแพร่กระจายแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

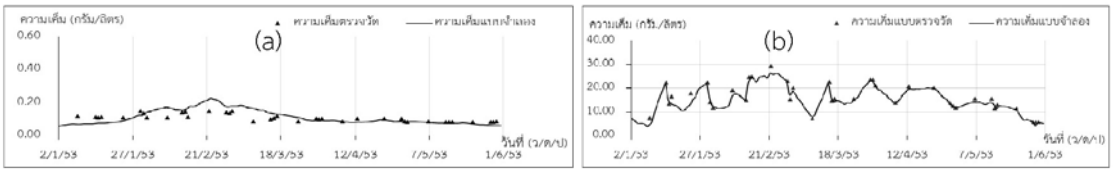
แม่น้ำ	ช่วงพิจารณา	ช่วงระยะทาง (กม.)	Dispersion Factor (ตร.ม./วินาที)	Exponent	Min. Disp. Factor	Max. Disp. Factor
แม่น้ำเจ้าพระยา	C.13 – วัดเชิงเลน	0-170	1600	0.1	1000	1600
	วัดเชิงเลน–สถานีสำแล	170-181	1200	1.0	1000	1200
	สถานีสำแล – C.4	124-226	800	0.8	250	800
	C.4 – ป้อมพระจุลฯ	226-274	1200	1.0	600	1200
แม่น้ำท่าจีน	อ.นครชัยศรี	0-117	2,000	0.2	1500	2,000
	สะพานปฐมโพธิ์แก้ว	117-140	800	0.2	500	800
	ปตร.สี่วาพาสวัสดิ์	140-182	100	0.8	100	100
	ปากแม่น้ำ	182-200	100	0.8	100	100

ตารางที่ 4 ค่าตัวแปรทางสถิติจากการปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลองการพัดพาและแพร่กระจายของแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

ปีพ.ศ.	2553			2555		
จุดตรวจสอบ	R^2	IA	RMSE(กรัม/ลิตร)	R^2	IA	RMSE(กรัม/ลิตร)
สถานีวัดเชิงเลน	0.73	0.76	0.026	0.85	0.57	0.017
สถานีสูบน้ำดิบสำแล	0.76	0.82	0.048	0.86	0.73	0.024
อ.นครชัยศรี	0.67	0.74	0.030	0.61	0.69	0.023
สะพานปฐมโพธิ์แก้ว	0.58	0.55	0.066	0.51	0.52	0.021
ปตร.สี่วาพาสวัสดิ์	0.62	0.74	2.354	0.59	0.71	2.629
เมืองสมุทรสาคร	0.97	0.98	1.580	0.97	0.95	2.871

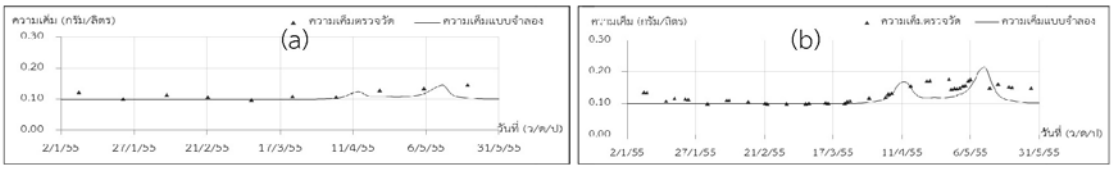


(ก)สถานีวัดคุณภาพน้ำ (a) วัดเชิงเลนและ (b) สถานีสูบน้ำดิบสำแล ของแม่น้ำเจ้าพระยา

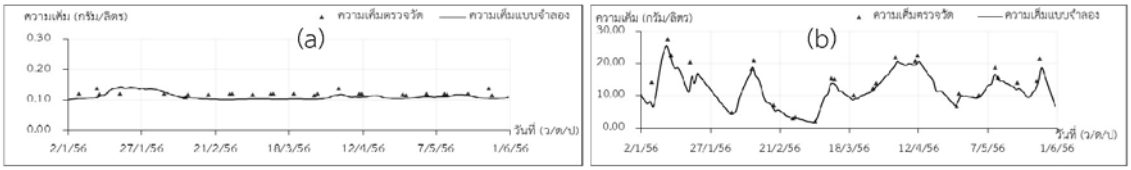


(ข)สถานีวัดคุณภาพน้ำ(a) อ.นครชัยศรี และ (b) อ.เมืองสมุทรสาครของแม่น้ำท่าจีน

รูปที่ 4 ผลการปรับแก้แบบจำลองการแพร่กระจายของแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน



(ก)สถานีวัดคุณภาพน้ำ(a) วัดเชิงเลนและ (b) สถานีสูบน้ำดิบสำแล ของแม่น้ำเจ้าพระยา



(ข)สถานีวัดคุณภาพน้ำ(a) อ.นครชัยศรี และ(b) อ.เมืองสมุทรสาครของแม่น้ำท่าจีน

รูปที่ 5 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการแพร่กระจายของแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

3.3 การประยุกต์ใช้คาดการณ์การรุกตัวของน้ำเค็ม

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลจากรายงานฉบับล่าสุดของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) : Fifth Assessment Report(AR5) ที่เรียกว่าการใช้ภาพฉายก๊าซเรือนกระจกแบบใหม่ โดยได้ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการคาดการณ์ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและความเค็มภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในอนาคต (RCP: Representative Concentration Pathways) ในงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกมาใช้เพื่อประกอบการวิเคราะห์มี 2 สถานการณ์ คือ RCP2.6 และ RCP8.5 ได้เลือกปีที่ทำการคำนวณผลกระทบเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในปี พ.ศ.2563 และ พ.ศ.2643 หรืออีก 10 และ 90 ปีในอนาคต เพื่อดูผลกระทบในระยะสั้นกับระยะยาวตามลำดับ ได้นำไปใช้เป็นข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลขอบเขตด้านท้ายน้ำของแบบจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 5 และในรูปที่ 5 ซึ่งพบว่าค่าความเค็มเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ

ตารางที่ 5 ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและค่าความเค็มของแม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน

ข้อมูล	ปี พ.ศ.			
	2553	2563	2643	
	Calibrate	RCP2.6, 8.5	RCP2.6	RCP8.5
ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นตาม IPCC (ซม.)	36	44	71	118
ระดับน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ซม.)	69	78	124	150
ค่าความเค็มเฉลี่ยแม่น้ำเจ้าพระยา (กรัม/ลิตร)	0.22	0.23	0.25	0.51
ค่าความเค็มสูงสุดแม่น้ำเจ้าพระยา (กรัม/ลิตร)	0.29	0.30	0.33	0.67
ระยะทางจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ความเค็มสูงเกินมาตรฐานการผลิตน้ำประปา (กม.)	132	134	137	139
ระดับน้ำแม่น้ำท่าจีนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ซม.)	116	120	156	186
ค่าความเค็มเฉลี่ยแม่น้ำท่าจีน (กรัม/ลิตร)	0.93	0.96	1.44	2.22
ค่าความเค็มสูงสุดแม่น้ำท่าจีน (กรัม/ลิตร)	0.29	0.30	0.33	0.67
ระยะทางจากปากแม่น้ำท่าจีนที่ความเค็มสูงเกินมาตรฐานการผลิตน้ำเพื่อการเกษตร (กม.)	38.5	39	45.5	65.5

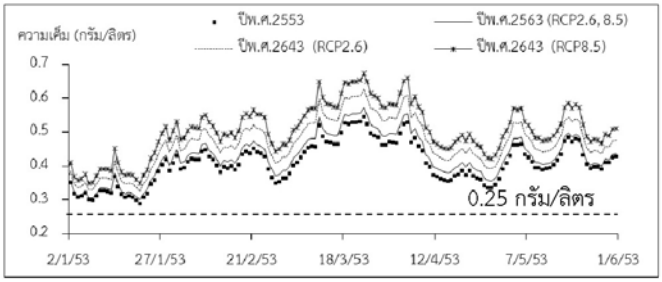
3.4 การประยุกต์ใช้คาดการณ์ผลกระทบต่อการเกษตร

การศึกษาการคาดการณ์ผลกระทบของความเค็มต่อการเกษตรและน้ำอุปโภค-บริโภคโดยใช้ข้อมูลของ IPCC จากผลการวิเคราะห์ในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้คือ (รูปที่ 6)

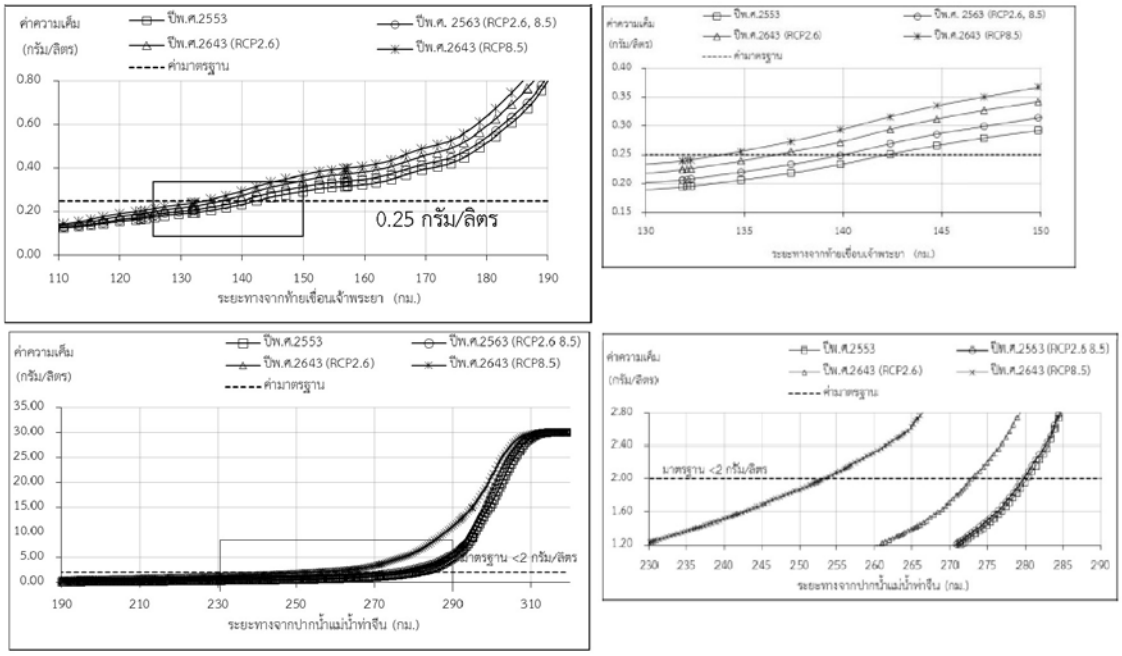
(1) แม่น้ำเจ้าพระยา: มีค่าความเค็มในปี พ.ศ.2563 และพ.ศ.2643 ทั้งสถานการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5 ที่สถานีสูบน้ำสำแลของการประปานครหลวงมีเกินมาตรฐานสำหรับนำน้ำดิบมาผลิตน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค พื้นที่ทั้งสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาที่ประสบกับน้ำเค็มส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ส่วนพื้นที่จ.นนทบุรีทำสวนไม้ผล มีพืชทางเศรษฐกิจที่มีชื่อเสียงและสำคัญของจังหวัด อาทิเช่น ทุเรียน มะพร้าว มะม่วง เป็นต้น พบว่าในปี พ.ศ.2563 จะมีผลกระทบต่อทุเรียนอย่างมาก เนื่องจากทุเรียนเป็น

พืชไม่ทนเค็ม และปี พ.ศ. 2563 กระทบต่อมะม่วงและทุเรียน ยกเว้นมะพร้าวเพราะเป็นพืชทนเค็มได้ถึง 10 กรัม/ลิตร

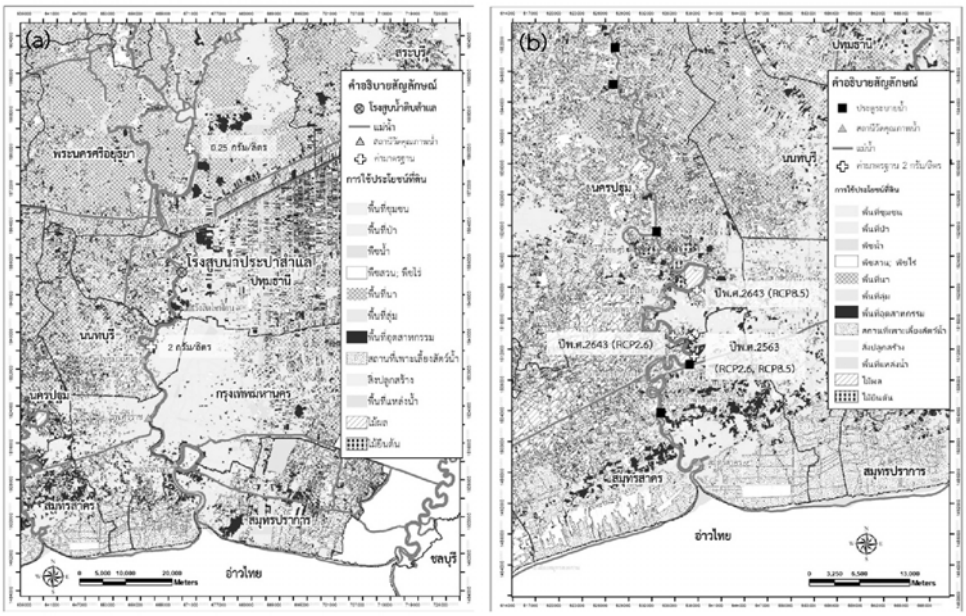
(2) แม่น้ำท่าจีน: มีบางพื้นที่เกิน 2 กรัม/ลิตรพบว่าความเค็มรุกขึ้นไปถึงอ.สามพราน ส่วนผลกระทบค่าความเค็มนั้นพบว่าในปี พ.ศ. 2563 (RCP2.6, 8.5) และปี พ.ศ. 2543 (RCP2.6) มีค่าความเค็มสูงสุด 0.97 และ 1.44 กรัม/ลิตรตามลำดับ ไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทุกชนิด สำหรับปี พ.ศ. 2643 (RCP8.5) มีค่าความเค็มสูงสุด 2.76 กรัม/ลิตรส่งผลกระทบต่อพืชทุกชนิด ยกเว้นมะพร้าว จากผลการศึกษานี้สามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้เพื่อวางแผนปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในโลกอนาคตด้านการเกษตรและน้ำอุปโภค-บริโภคต่อไปได้



รูปที่ 5 เปรียบเทียบค่าความเค็มในปัจจุบันกับอนาคตภายใต้สถานการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5ณ สถานีสูบน้ำดิบสำแล จ.ปทุมธานี ของแม่น้ำเจ้าพระยา



รูปที่ 6 ค่าความเค็มสูงสุดของแม่น้ำ(ก) แม่น้ำเจ้าพระยา (ข) แม่น้ำท่าจีน



รูปที่ 7 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำ (a) เจ้าพระยาและ (b) ท่าจีน ปี พ.ศ.2643 (RCP2.6, RCP8.5)

4. สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำและการเกษตรบริเวณปากแม่น้ำอ่าวไทยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่มีผลต่อลักษณะทางชลศาสตร์ ความเค็ม และพื้นที่ทางการเกษตรของ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ผลกระทบในอนาคตของสองลุ่มน้ำ ประกอบด้วย แม่น้ำเจ้าพระยาและท่าจีน พิจารณาช่วงหน้าแล้งตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งทำการศึกษาการคาดการณ์ผลกระทบการรุกตัวของความเค็มต่อการเกษตรโดยใช้แบบจำลอง MIKE11 การคาดการณ์ปี พ.ศ.2563 และพ.ศ.2643 สถานการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5 พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลส่งผลให้ประสบกับการรุกตัวของความเค็มเข้ามาในแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำท่าจีนเป็นไปอย่างต่อเนื่องประจวบกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจ และสังคม ทั้งหมดล้วนส่งผลต่อความเสื่อมโทรมต่อคุณภาพน้ำ กระทบต่อทั้งการอุปโภค-บริโภค และการเกษตร จากการวิจัยพบว่าทั้งแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำท่าจีนมีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระอยู่ในช่วง 0.025-0.045 และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายอยู่ในช่วง 100-2000 ตร.ม./วินาที ค่าพารามิเตอร์ได้กำหนดเป็นช่วงๆ ตลอดลำน้ำ เนื่องจากลักษณะเส้นทางแม่น้ำทั้ง 2 ลุ่มน้ำที่ปากแม่น้ำกว้าง แคบลู่เข้าไปยังต้นน้ำ กระแสน้ำมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อนำมาประยุกต์การคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจาก IPCC AR5 พบว่า ในอนาคตความเค็มรุกเข้ามาในแม่น้ำเจ้าพระยาที่เกินการผลิตน้ำเพื่อการประปาเข้าไปถึง จ.อยุธยา กระทบต่อการผลิตน้ำอย่างแน่นอน และสำหรับภาคการเกษตรรุกเข้าไปถึง อ.ปากเกร็ด จ. นนทบุรี พื้นที่ตามชายฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่ปลูกไม้ผลพืชทางเศรษฐกิจ จ.นนทบุรีที่สำคัญ ได้แก่ ทุเรียน มะพร้าว มะม่วง เป็นต้น กระทบต่อมะพร้าว และมะม่วง และสำหรับแม่น้ำท่าจีนในอนาคตความเค็มรุกเข้ามาในแม่น้ำท่าจีนเกินค่ามาตรฐานภาคการเกษตรรุกเข้าไปถึง อ.สามพราน จ. นครปฐม กระทบต่อส้มโอ มะนาว และมะม่วง ยกเว้นมะพร้าวและข้าว

ถ้านำน้ำจากแม่น้ำทั้ง 2 ลุ่มน้ำไปใช้ในการเกษตรจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในอนาคตการปรับเปลี่ยนพันธ์พืชที่เหมาะสมในการปลูก การเพิ่มปริมาณน้ำดิบสำรองสำหรับการผลิตน้ำประปา นับว่าเป็นมาตรการระยะสั้น ส่วนการปรับปรุงพันธ์พืชให้มีความสามารถทนเค็มได้มากขึ้นกับการย้ายจุดสูบน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีสูบน้ำดิบสำแลไปทางด้านเหนือน้ำอีกซึ่งถือว่าเป็นมาตรการการปรับตัวในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) (BEDO) ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้และขอขอบคุณกรมชลประทาน กรมเจ้าท่า กรมควบคุมมลพิษ การประปานครหลวง สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและหน่วยงานต่าง ๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้

บรรณานุกรม

1. Danish Hydraulic Institute (DHI).(1995). MIKE11 Reference Manual.
2. สนิท วงษา. (2557).ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำท่าจีนและเจ้าพระยาตอนล่าง.9thThaicid National Symposium.หน้า 1-13.
3. ณัฐวุฒิ อินทบุตร และวิษุวัฒก์ แต้สมบัติ (2557).การรุกล้ำของความเค็ม และการแพร่กระจายความเค็มตามความยาวของลำน้ำในแม่น้ำท่าจีนเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับทะเล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.หน้า 1-16.
4. เกรียงไกร ตรีฤทธิวิยา. (2552).ผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อสภาพทางชลศาสตร์และความเค็มบริเวณปากแม่น้ำอ่าวไทย.ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
5. สุนารี เสือทุ่ง. (2558).ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำและการเกษตรบริเวณปากแม่น้ำอ่าวไทย.ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
6. สุนารี เสือทุ่ง. (2558).ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำและการเกษตรของแม่น้ำเจ้าพระยา.เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 20.
7. สิริชัย ขุนณรงค์, และ สนิท วงษา. (2560).ผลกระทบทางด้านการเกษตรที่เกิดจากน้ำเค็มในแม่น้ำบางปะกง.การประชุมวิชาการวิศวกรรมแหล่งน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 7.
8. Wongsa, S. (2015).Impact of Climate Change on Water Resources management in the Lower ChaoPhraya Basin, Thailand.Journal of Geoscience and Environment Protection.(3), 53-58. Published Online December 2015 in SciRes. http://dx.doi.org/10.4236/gep.2015.310009.
9. สุวัฒนา จิตตลดากร และปกรณ์ ดิษฐกิจ. (2547).การพยากรณ์การผันแปรของความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาเอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 9.