

การคาดการณ์เบื้องต้นผลกระทบการรุกตัวของความเค็มต่อการเกษตร:
กรณีศึกษาสมมติใช้ข้อมูล IPCC ต่อการเพิ่มขึ้น
ของระดับน้ำทะเลในอ่าวไทย

**THE PRELIMINARY PREDICTION EFFECTS OF SALINITY INTRUSION
ON AGRICULTURE: THE CASE STUDY ASSUMING USING IPCC DATA
ON INCREASING OF SEA LEVEL RISE IN GULF OF THAILAND**

สุนารี เสือทุ่ง และ สนิท วงษา

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ
กรุงเทพมหานคร 10140

Sunaree Sueathung and Sanit Wongsu

Department of Civil Engineering, Faculty of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Phacha Uthit Road, Bang Mod,
Thung Khru, Bangkok 10140, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมทางชลศาสตร์และการคาดการณ์เบื้องต้นผลกระทบการรุกตัวของความเค็มทั้ง 4 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำท่าจีน และลุ่มน้ำบางปะกง ภายใต้สภาวะภัยแล้ง โดยใช้แบบจำลอง MIKE11 เริ่มต้นจากการจัดทำแบบจำลองทางชลศาสตร์ และการพัฒนาและแพร่กระจาย ตลอดจนการประยุกต์ข้อมูลระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลก IPCC ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่เหมาะสมทั้ง 4 ลุ่มน้ำอยู่ในช่วง 0.025-0.045 และค่าสัมประสิทธิ์การพัฒนาและแพร่กระจายอยู่ในช่วง 100-2,000 ตร.ม./วินาที สำหรับการคาดการณ์เบื้องต้นการรุกตัวของความเค็มในปี พ.ศ. 2563 และปี พ.ศ. 2643 กรณีศึกษาเหตุการณ์ RCP 2.6 และ 8.5 พบว่า เมื่อระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลก IPCC ปี พ.ศ. 2563 เพิ่มขึ้น 2-4 ม.และ ปี พ.ศ. 2643 เพิ่มขึ้น 38-68 ม. ส่งผลให้ค่าระดับน้ำในแม่น้ำที่จุดเผ่าระวังเพิ่มขึ้น 2-5 ซม. และ 69-70 ซม. ตามลำดับ รวมทั้งส่งผลให้ค่าความเค็มเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 0.01-0.08, 0.09-0.96 และ 0.13-1.92 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่าความเค็มรุกเข้าไปในแม่น้ำทั้ง 4 สายเพิ่มขึ้นประมาณ 1-2 กม. สรุปได้ว่า เมื่อระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยเพิ่มสูงขึ้นการรุกตัวของความเค็มเข้าไปในแม่น้ำเป็นระยะทางที่ไกลขึ้น

สำหรับการเกษตรส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชทางเศรษฐกิจในจังหวัดนนทบุรี ราชบุรี นครปฐม และปราจีนบุรี เช่น ทูเรียน มะพร้าว ลิ้นจี่ มะม่วง และข้าว เป็นต้น ผลการศึกษาเป็นเพียงข้อสันนิษฐานเบื้องต้นเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการประเมินพื้นที่เสี่ยงผลกระทบความเค็ม

คำสำคัญ: โครงข่ายลำน้ำ, การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ, การรุกตัวของความเค็ม, ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น

ABSTRACT

This research study hydraulic behavior and preliminary prediction effect intrusion of salinity in four basins. For basins consist of Chao Phraya River Basin, Mae Klong River Basin, Tha Chin River Basin and Bangprakong River under drought conditions by using the MIKE11 model. Researcher starts from preparation of the Hydrodynamic modules, Advection-Dispersion modules and application data of global mean sea level from IPCC. The result of research found that coefficients of manning's n appropriate with the four basins, with values in range 0.025-0.450 and dispersion coefficient are 100-2,000 m²/sec. For preliminary prediction effects intrusion of salinity in 2020 and 2100 case study RCP2.6 and RCP8.5 found that when global mean sea level rise from IPCC in 2020 increase 2-4 m and 2643 increase 38-68 cm, water level in rivers at surveillance points increase 2-5 cm and 69-70 cm In addition, salinity values increase between 0.01-0.08, 0.09-0.96 and 0.13-1.92 g/l respectively. The intrusion of salinity into four rivers increases approximately 1-2 km. Therefore, the increase of sea level in the Gulf of Thailand affects intrusion of salinity into the river at a greater distance. For agriculture, salinity values effect on economic plants in Nonthaburi, Ratchaburi, Nakhon Pathom and Prachinburi provinces. This intrusion of salinity affects growth of economic plants such as durian, coconut, lychee, mango and rice etc. The results are just preliminary presumption for use as a guideline to evaluate risk area from effect of salinity.

KEYWORDS: River Network, Climate Change, Intrusion of Salinity, Sea Level Rise

1. บทนำ

ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำท่าจีน และลุ่มน้ำบางปะกงเป็นลุ่มน้ำที่มีปากแม่น้ำเชื่อมติดกับทะเลอ่าวไทยมีความสำคัญต่อการอุปโภค-บริโภค การเกษตร การอุตสาหกรรมและอื่น ๆ ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของลุ่มน้ำทั้งสี่ เป็นตัวแปรสำคัญที่หล่อเลี้ยงพื้นที่ทางการเกษตรตลอดสองฝั่งลุ่มน้ำได้เป็นอย่างดี แต่ปัจจุบันประสบปัญหาการรุกตัวของความเค็ม โดยเฉพาะบริเวณตอนล่างของ

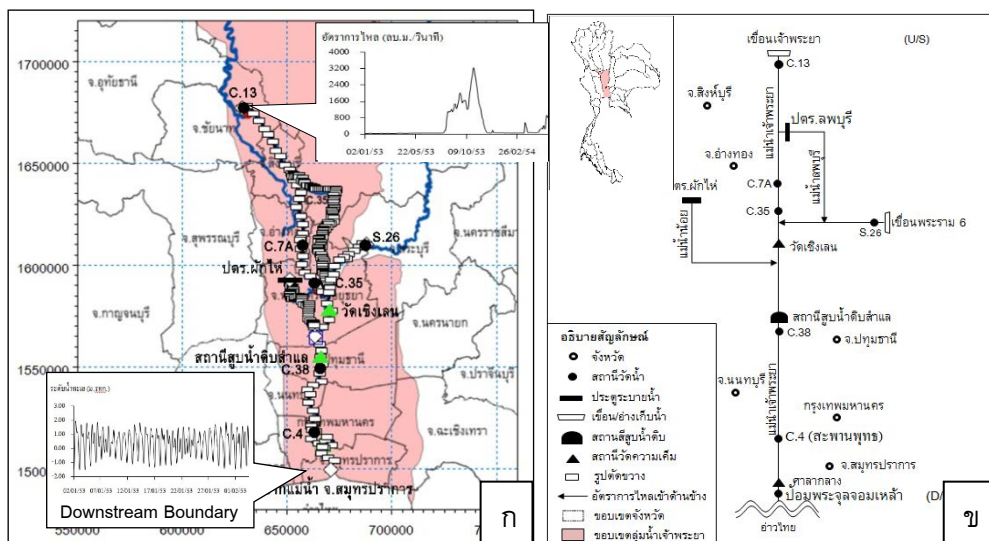
ลุ่มน้ำทั้งสี่ก่อนไหลลงสู่อ่าวไทย รวมถึงการขาดแคลนน้ำจืดในการทำไร่ ทำนา ทำสวน การผลิตน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ซึ่งฤดูแล้งสถานการณ์การรุกรล้นของน้ำเค็มจะรุนแรงมาก ความเค็มจะลดลงตามระยะทางที่ห่างจากปากแม่น้ำ อีกทั้งปริมาณน้ำจืดในแม่น้ำทั้ง 4 แม่น้ำมีน้อยเกินกว่าจะผลักดันปริมาณน้ำทะเล

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาพฤติกรรมทางชลศาสตร์และการคาดการณ์ผลกระทบของการรุกรล้นของความเค็มทั้ง 4 ลุ่มน้ำ โดยนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาด้านต่างๆ ที่มีความซับซ้อนสูง การศึกษาี้เลือกใช้โปรแกรม MIKE11 พัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ประเทศเดนมาร์ก ผลการศึกษาสามารถใช้ประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากค่าความเค็มที่เกิดขึ้นและเป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำทั้งสี่ลุ่มน้ำต่อไป

2. ขอบเขตการศึกษา

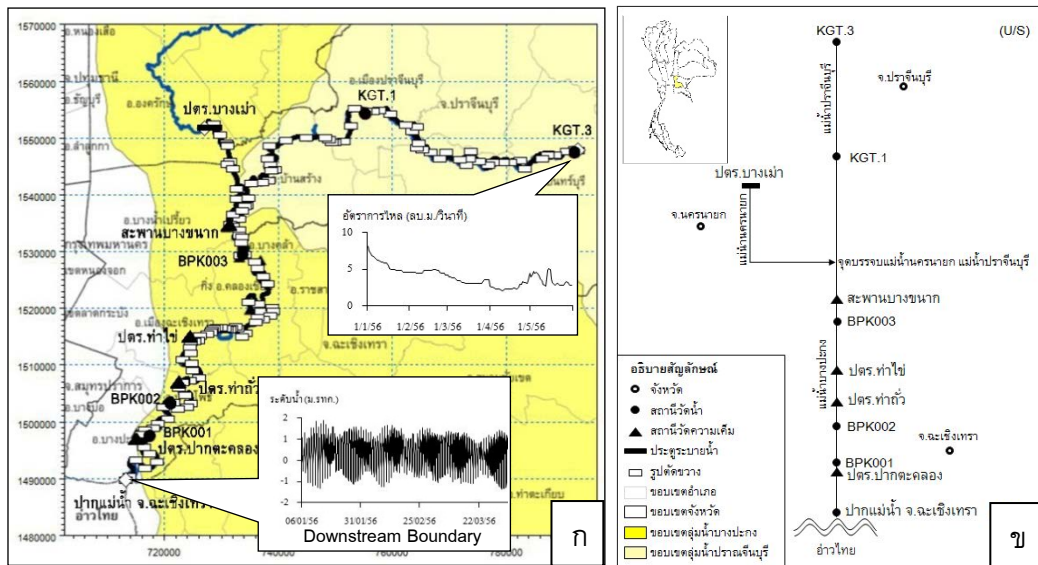
2.1 ขอบเขตด้านโปรแกรม MIKE11

การสร้างแบบจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง MIKE11 สำหรับแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่สถานีวัดน้ำ C.13 จ.ชัยนาท ถึงบ่อมพระจุล จ.สมุทรปราการ ดังรูปที่ 1 แม่น้ำแม่กลองตั้งแต่สถานีวัดน้ำ K.11A จ.กาญจนบุรี ถึงปากแม่น้ำแม่กลอง จ.สมุทรสงคราม ดังรูปที่ 2 แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ประตู.โพธิ์พระยา จ.สุพรรณบุรี ถึงปากแม่น้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร ดังรูปที่ 3 และแม่น้ำบางปะกงตั้งแต่สถานีวัดน้ำ KGT.3 แม่น้ำปราจีนบุรี จ.ปราจีนบุรี ถึงปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ดังรูปที่ 4 สำหรับปริมาณน้ำฝนไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากพิจารณาเฉพาะฤดูแล้ง



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา และโครงข่ายแม่น้ำเจ้าพระยา





รูปที่ 4 พื้นที่ศึกษา และโครงข่ายแม่น้ำบางปะกง

2.2 ขอบเขตด้านข้อมูล

การศึกษาพฤติกรรมทางชลศาสตร์ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2553 ถึงพ.ศ. 2556 เป็นข้อมูลสอบเทียบ และตรวจสอบแบบจำลอง พิจารณาเฉพาะหน้าแล้งตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม สำหรับการคาดการณ์ผลกระทบของความเค็มต่อพื้นที่ทางการเกษตรและการอุปโภค-บริโภค ซึ่งเป็นการประเมินเบื้องต้น เนื่องจากขาดแคลนข้อมูลบริเวณปากแม่น้ำอ่าวไทย จึงใช้ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลกจาก IPCC ให้เป็นข้อมูลสมมติการเพิ่มขึ้นของน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย ทำการคาดการณ์ปี พ.ศ. 2563 ถึงพ.ศ. 2643 เลือกเหตุการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แบบจำลอง MIKE11 ทางชลศาสตร์ (Hydrodynamic Module)

งานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้โปรแกรม MIKE11 คำนวณการไหลในน้ำแบบ 1 มิติ โดยเลือกใช้ 2 โมดูล คือ แบบจำลองทางชลศาสตร์ (Hydrodynamic Module) ใช้สมการ Saint Venant ซึ่งเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ (1) และ (2) และแบบจำลองการพัดพาและแพร่กระจาย (Advection-Dispersion Module) ซึ่งต้องใช้ข้อมูลอัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัดการไหล และรัศมีชลศาสตร์ที่ได้จาก MIKE11-HD [1-3] สมการพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณดังสมการ (3)

สมการการไหลต่อเนื่อง :

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

$$\text{สมการโมเมนต์ : } \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (2)$$

$$\text{สมการการพัดพาและแพร่กระจาย : } \frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_f \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + qC_s \quad (3)$$

เมื่อ Q คืออัตราการไหล, q คืออัตราไหลเข้า-ออกด้านข้าง, h คือความลึกของน้ำ, α คือค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้โมเมนต์, C คือค่าสัมประสิทธิ์ของ Chezy ($C=R^{1/6}/n$), n คือสัมประสิทธิ์ความขรุขระ, g คืออัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง, x คือระยะทาง, t คือเวลา, C คือ ความเข้มข้น, D_f คือสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย, A คือ พื้นที่หน้าตัดลำน้ำ, K คือ สัมประสิทธิ์การย่อยสลาย, C_s คือ Source/Sink Concentration

3.2 รายงานโลกร้อนของ IPCC AR5

รายงานของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (IPCC AR5) มีการใช้ภาพฉายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบใหม่ (RCP) ตัวเลขหลัง RCP นั้นบอกค่าพลังงานความร้อนระดับต่าง ๆ ในบรรยากาศที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งตัวเลขที่ต่อท้ายมีความหมายในเชิงนโยบายในการแก้ปัญหาโลกร้อน เพราะตัวเลขเหล่านี้สะท้อนถึงสภาพโลกอนาคต [4]

4. วิธีการศึกษา

4.1 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน และการจัดทำแบบจำลอง

การรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยลักษณะรูปร่าง รูปตัดขวางลำน้ำ ข้อมูลอัตราการไหล ระดับน้ำ และความเค็มทั้ง 4 ลุ่ม รวบรวมในปี พ.ศ. 2552-2557 จากหน่วยงานกรมชลประทาน การท่าเรือแห่งประเทศไทย กรมเจ้าท่า สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร และกรมควบคุมมลพิษ การเลือกข้อมูลปี พ.ศ. 2553 และปี พ.ศ. 2556 เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ รายละเอียดการนำเข้าข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1

สำหรับการสร้างแบบจำลองเริ่มจากการกำหนดโครงข่ายลำน้ำดังรูปที่ 1 - รูปที่ 4 เพื่อเป็นเส้นทางการไหลของลำน้ำสายหลัก และลำน้ำสาขา ต่อมาจัดทำแบบจำลองทางชลศาสตร์ และแบบจำลองการพัดพาและแพร่กระจาย กำหนดขอบเขตเงื่อนไขด้านเหนือน้ำ ทำให้น้ำ และด้านข้าง

ใช้ข้อมูลอัตราการไหลรายวันทั้ง 4 ลุ่มน้ำ จากนั้นทำการเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ให้ค่าทางสถิติที่ดีที่สุด และตรวจสอบแบบจำลองจนมีความน่าเชื่อถือและแม่นยำ

ตารางที่ 1 ข้อมูลนำเข้าโปรแกรมแบบจำลอง

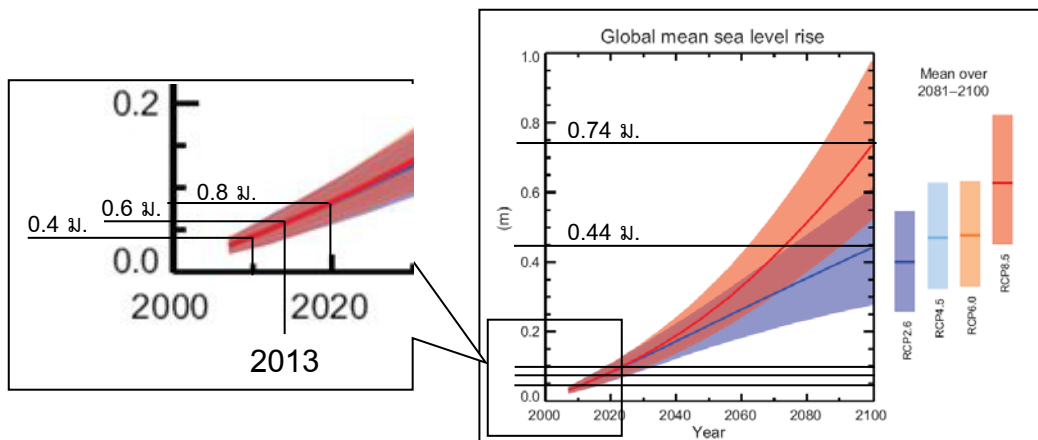
แม่น้ำ	ขอบเขตด้านเหนือ	ขอบเขตด้านท้ายน้ำ	ขอบเขตด้านข้าง
แม่น้ำเจ้าพระยา	อัตราการไหลรายวันที่สถานีวัดน้ำ C.13	ระดับน้ำรายชั่วโมงที่ป้อมพระจุลฯ	แม่น้ำป่าสักใช้อัตราการไหลรายวันที่สถานีวัดน้ำ S.26 แม่น้ำน้อยใช้อัตราการไหลรายวันที่ปตร.ผักไห่
แม่น้ำแม่กลอง	อัตราการไหลรายวันที่สถานีวัดน้ำ K.11A	ระดับน้ำรายชั่วโมงที่ปากแม่น้ำแม่กลอง	-
แม่น้ำท่าจีน	อัตราการไหลรายวันที่ปตร.โพธิ์พระยา	ระดับน้ำรายชั่วโมงที่ปากแม่น้ำท่าจีน	อัตราการไหลรายวันที่ปตร.บางยี่หนและปตร.สองพี่น้อง
แม่น้ำบางปะกง	อัตราการไหลรายวันที่ KGT.3	ระดับน้ำรายชั่วโมงที่ปากแม่น้ำบางปะกง	แม่น้ำนครนายกใช้อัตราการไหลรายวันที่ปตร.บางเม้า

4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

การศึกษาการคาดการณ์ผลกระทบในอนาคตโดยใช้ข้อมูล IPCC สำหรับแบบจำลองทางชลศาสตร์กำหนดขอบเขตเงื่อนไขด้านเหนือน้ำใช้ข้อมูลจากการเปรียบเทียบแบบจำลอง ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่กลอง และแม่น้ำท่าจีน ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2553 และแม่น้ำบางปะกง ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลการเพิ่มขึ้นระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลกจากข้อมูล IPCC

รายการ	แม่น้ำ	ปี (พ.ศ.)		ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลก (ม.)	
		ปีฐาน	ปีทำนาย	RCP 2.6	RCP 8.5
นำเข้าแบบจำลอง	เจ้าพระยา แม่กลอง ท่าจีน	2553	2563	0.04	0.04
	บางปะกง	2556	2563	0.02	0.02
	เจ้าพระยา แม่กลอง ท่าจีน	2553	2643	0.40	0.70
	บางปะกง	2556	2643	0.38	0.68



รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลกภายใต้เหตุการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5

สำหรับขอบเขตเงื่อนไขทางด้านท้ายน้ำใช้ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลกจาก IPCC AR5 ภายใต้การคาดการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5 ดังรูปที่ 5 [4, 5] การคาดการณ์แบบจำลองการพัดพาและแพร่กระจายกำหนดขอบเขตด้านท้ายน้ำใช้ค่าคงที่คือความเค็มวิกฤต 30 กรัม/ลิตร มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและความเค็มในอนาคตปี พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2643

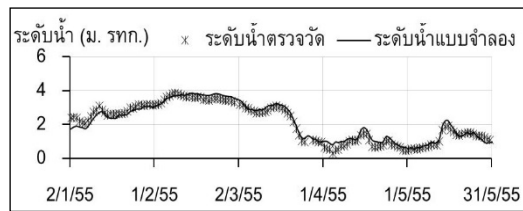
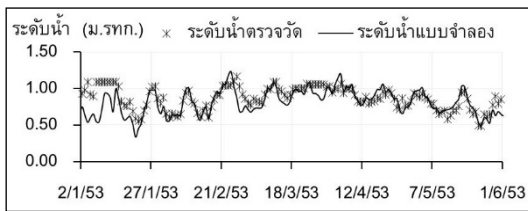
5. ผลการวิจัย

5.1 การเปรียบเทียบและการตรวจสอบแบบจำลองทางชลศาสตร์

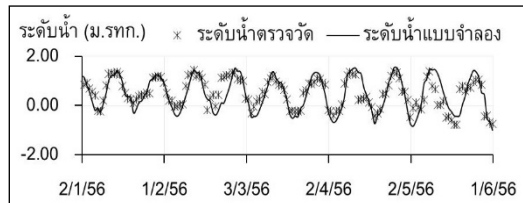
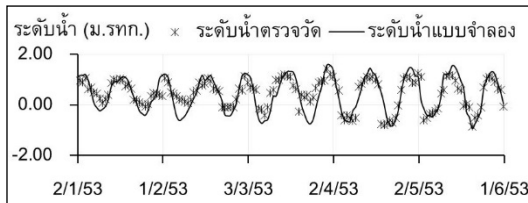
การไหลในแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลของการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลด้านท้ายน้ำ การเปรียบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง MIKE11-HD เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมที่สุด ในที่นี้ทำการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) สรุปผลได้ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 6ก-ง

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระและค่าตัวแปรทางสถิติ

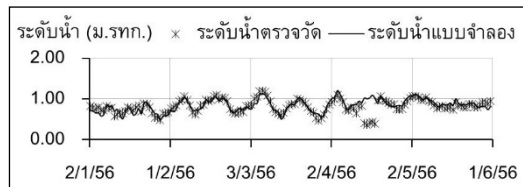
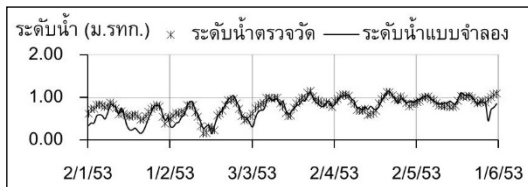
แม่น้ำ	ปี (พ.ศ.)	Manning's n	R^2 และ IA	RMSE (ม.)
เจ้าพระยา	2553	0.025-0.040	0.70-0.99	0.305-0.468
แม่กลอง	2553	0.028-0.032	0.75-0.93	0.314-0.394
ท่าจีน	2553	0.030-0.045	0.59-0.95	0.107-0.241
บางปะกง	2556	0.025-0.035	0.80-0.99	0.128-0.308



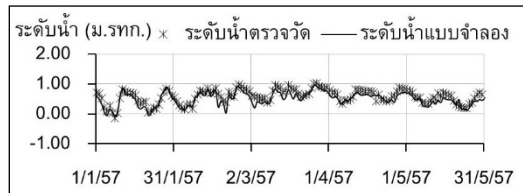
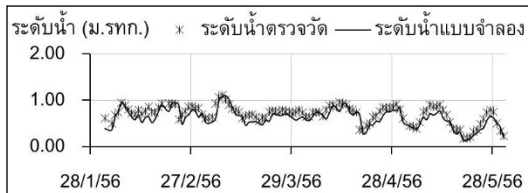
ก) สถานีวัดน้ำ C.7A อ.เมือง จ.อ่างทอง ในแม่น้ำเจ้าพระยา



ข) สถานีวัดน้ำ K.57 บ้านกระดังงา อ.บางคนที จ.สมุทรสงคราม ในแม่น้ำแม่กลอง



ค) สถานีวัดน้ำ T.1 หน้าว่าการอำเภอเมือง จ.นครปฐม ในแม่น้ำท่าจีน



ง) สถานีวัดน้ำ BPK003 ต.บางขนก อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา ในแม่น้ำบางปะกง

รูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบ (รูปซ้าย) และตรวจสอบ (รูปขวา) แบบจำลอง MIKE11-HD

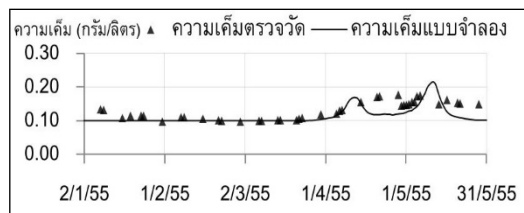
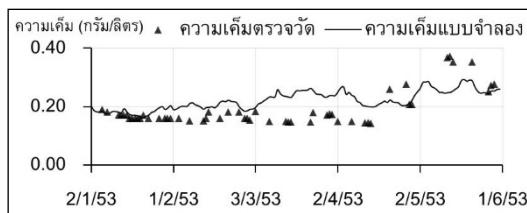
จากรูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำจากข้อมูลจริงกับการคำนวณของทั้ง 4 ลุ่มน้ำมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันดีมาก เมื่อทำการเปรียบเทียบและตรวจสอบให้ค่าทางสถิติคือ R^2 และ IA อยู่ในช่วง 0.59-0.95 และ RMSE อยู่ในช่วง 0.107-0.468 ม. อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5.2 การเปรียบเทียบและการตรวจสอบแบบจำลองการพัฒนาและแพร่กระจาย

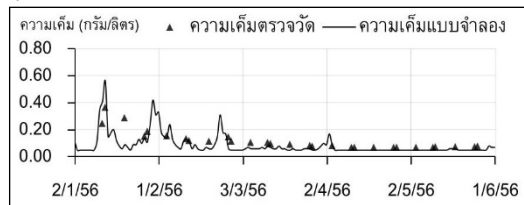
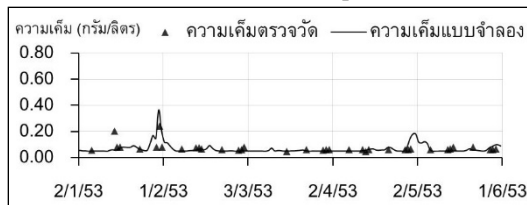
การเปรียบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง MIKE-AD เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมที่สุด ในที่นี้ทำการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย สรุปผลได้ดังตารางที่ 4 และรูปที่ 7ก-ง

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การพัดพาและแพร่กระจายและค่าตัวแปรทางสถิติ

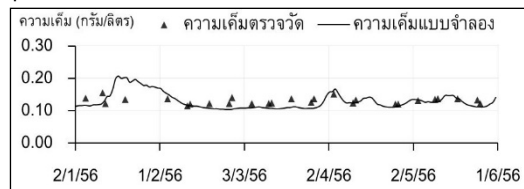
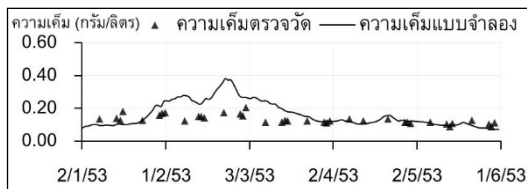
แม่น้ำ	ปี (พ.ศ.)	Dispersion (ตร.ม/วินาที)	R ² และ IA	RMSE (ม.)
เจ้าพระยา	2555	800-1,600	0.57-0.86	0.017-0.048
แม่กลอง	2556	200-1,400	0.61-0.99	0.034-1.972
ท่าจีน	2556	100-1,200	0.58-0.97	0.030-2.354
บางปะกง	2557	100-1,400	0.81-0.99	1.747-3.694



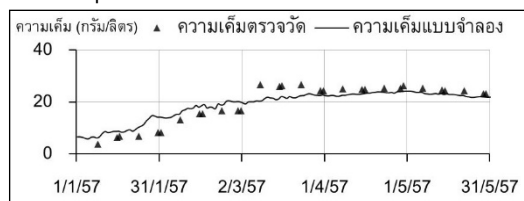
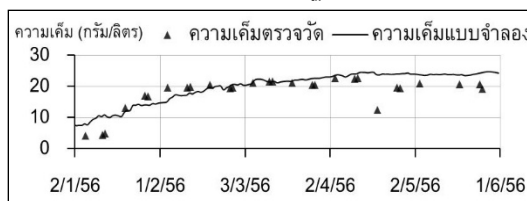
ก) สถานีสูบน้ำดิบสำแล จ.ปทุมธานี ในแม่น้ำเจ้าพระยา



ข) ปากคลองดำเนินสะดวก จ.สมุทรสงคราม ในแม่น้ำแม่กลอง



ค) สะพานปฐมโพธิ์แก้ว อ.สามพราน จ.สมุทรสาคร ในแม่น้ำท่าจีน



ง) ปตร.ท่าไข่ จ.ฉะเชิงเทรา ในแม่น้ำบางปะกง

รูปที่ 7 ผลการเปรียบเทียบ (รูปซ้าย) และตรวจสอบ (รูปขวา) แบบจำลอง MIKE11-AD

แม่น้ำทั้ง 4 ลุ่มน้ำมีปากแม่น้ำกว้าง และแคบลงเข้าไปทางต้นน้ำ มีความคดเคี้ยว บางช่วงมีโค้งหักศอก เพื่อให้แบบจำลองการไหลของแม่น้ำมีสภาพการไหลเสมือนจริงมากที่สุดจึงได้ทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องตลอดช่วงแม่น้ำ ให้ค่าทางสถิติคือ R^2 และ IA อยู่ในช่วง 0.57-0.99 และ RMSE อยู่ในช่วง 0.017-3.694 กรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

จากรูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค็มจากข้อมูลจริงกับการคำนวณของทั้ง 4 ลุ่มน้ำมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน สำหรับสถานีสูบน้ำดิบสำแลไม่ได้นำข้อมูลการสูบน้ำออกที่มานำเข้าโมเดล ข้อจำกัดของข้อมูลความเค็มที่ใช้ในการเปรียบเทียบและตรวจสอบนั้นเป็นข้อมูลรายวันที่ไม่ทราบช่วงเวลาตรวจวัดที่ชัดเจน จึงทำให้ค่า R^2 และ IA ลดลง

5.3 ผลการคาดการณ์การรุกรานของความเค็ม

การคาดการณ์ผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและความเค็มภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในอนาคต (IPCC:AR5) เหตุการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5 คำนวณผลกระทบในปี พ.ศ. 2553 และพ.ศ. 2563 ข้างหน้า ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 5 และรูปที่ 8

ตารางที่ 5 ผลการคาดการณ์การรุกรานของความเค็มทั้ง 4 ลุ่มน้ำ

ข้อมูล	ปี (พ.ศ.)			
	2553	2563	2643	
	ปีฐาน	RCP2.6,8.5	RCP2.6	RCP8.5
แม่น้ำเจ้าพระยา: สถานีสูบน้ำดิบสำแล จ.ปทุมธานี				
ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตาม IPCC (ม.รทก.)	0.36	0.40	0.76	1.06
ระดับน้ำเฉลี่ย (ม.รทก.)	0.69	0.74	1.09	1.38
ค่าความเค็มสูงสุด (กรัม/ลิตร)	0.54	0.57	0.63	0.67
ระยะทางจากปากแม่น้ำเกิน 0.25 กรัม/ลิตร (กม.)	132	134	137	139
ระยะทางจากปากแม่น้ำเกิน 2 กรัม/ลิตร (กม.)	68	68	68	71
ตำแหน่งเกินมาตรฐานน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค (0.25 กรัม/ลิตร)	-	ต.บ้านโพ อ.บางปะอิน จ.อยุธยา	ต.ชนอนหลวง อ.บางปะอิน จ.อยุธยา	ต.เกาะเรียน อ.บางปะอิน จ.อยุธยา

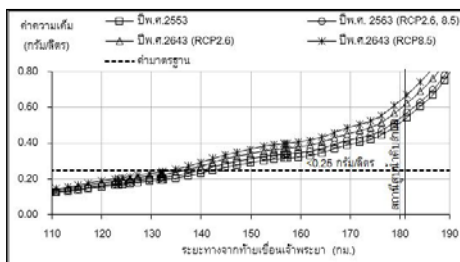
ตารางที่ 5 ผลการคาดการณ์การรุกตัวของความเค็มทั้ง 4 ลุ่มน้ำ (ต่อ)

ข้อมูล	ปี (พ.ศ.)			
	2553	2563	2643	
	ปีฐาน	RCP2.6,8.5	RCP2.6	RCP8.5
ตำแหน่งเกินมาตรฐานน้ำเพื่อการเกษตร (2 กรัม/ลิตร)	-	ต.ทำอัฐ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี	ต.ทำอัฐ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี	ต.เกาะเกร็ด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี
แม่น้ำแม่กลอง: ปากคลองดำเนินสะดวก จ.สมุทรสงคราม				
ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นตาม IPCC (ม.รทก.)	0.83	0.87	1.23	1.53
ระดับน้ำเฉลี่ย (ม.รทก.)	1.02	1.06	1.42	1.72
ค่าความเค็มสูงสุด (กรัม/ลิตร)	3.67	3.75	4.63	5.59
ระยะทางจากปากแม่น้ำเกิน 2 กรัม/ลิตร (กม.)	23.5	23.5	24.5	25.0
ตำแหน่งเกินมาตรฐานน้ำเพื่อการเกษตร (2 กรัม/ลิตร)	-	ต.บางนกแขวก อ.บางคนที จ.สมุทรสงคราม	ต.สีหะมื่น อ.ดำเนิน สะดวก จ.ราชบุรี	ต.แพงพวย อ.ดำเนิน สะดวก จ.ราชบุรี
แม่น้ำท่าจีน: อ.สามพราน จ.สมุทรสาคร				
ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นตาม IPCC (ม.รทก.)	0.79	0.82	1.16	1.43
ระดับน้ำเฉลี่ย (ม.รทก.)	1.16	1.20	1.56	1.86
ค่าความเค็มสูงสุด (กรัม/ลิตร)	0.93	0.96	1.44	2.22
ระยะทางจากปากแม่น้ำเกิน 2 กรัม/ลิตร (กม.)	38.5	39.0	45.5	65.5
ตำแหน่งเกินมาตรฐานน้ำเพื่อการเกษตร (2 กรัม/ลิตร)	-	ต.ท่าไม้ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร	ต.บ้านใหม่ อ.สามพราน จ.นครปฐม	ต.ไร่ขิง อ.สามพราน จ.นครปฐม
แม่น้ำบางปะกง: สะพานบางขนาก อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา 2556**				
ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นตาม IPCC (ม.รทก.)	0.66	0.68	1.04	1.34

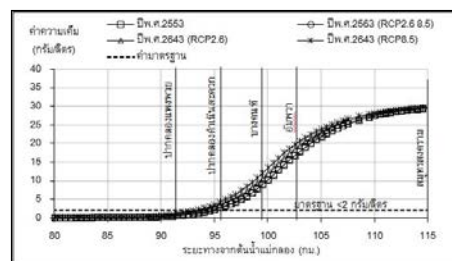
ตารางที่ 5 ผลการคาดการณ์การรุกรานของความเค็มทั้ง 4 กลุ่มน้ำ (ต่อ)

ข้อมูล	ปี (พ.ศ.)			
	2553	2563	2643	
	ปีฐาน	RCP2.6,8.5	RCP2.6	RCP8.5
ระดับน้ำเฉลี่ย (ม.รทก.)	0.58	0.60	0.97	1.28
ค่าความเค็มสูงสุด (กรัม/ลิตร)	13.25	13.26	13.48	13.66
แม่น้ำแม่กลอง: ปากคลองดำเนินสะดวก จ.สมุทรสงคราม				
ระยะทางจากปากแม่น้ำ เกิน 2 กรัม/ลิตร (กม.)	156	156	158	159
ตำแหน่งเกินมาตรฐานน้ำ เพื่อการเกษตร (2 กรัม/ลิตร)	-	ต.บางพลวง อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี	ต.บางเดชะ อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี	ต.บางเดชะ อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี

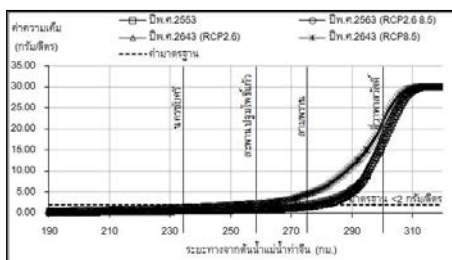
** เฉพาะแม่น้ำบางปะกงใช้ข้อมูลเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2556 เนื่องจากมีข้อมูลครบถ้วนที่สุด



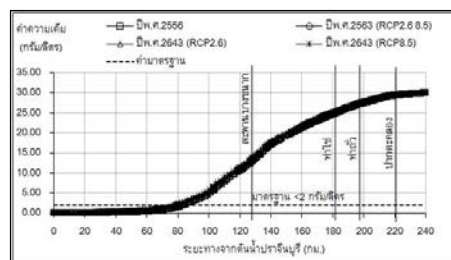
(ก) แม่น้ำเจ้าพระยา



(ข) แม่น้ำแม่กลอง



(ค) แม่น้ำท่าจีน



(ง) แม่น้ำบางปะกง

รูปที่ 8 ค่าความเค็มสูงสุดตามความยาวแม่น้ำ

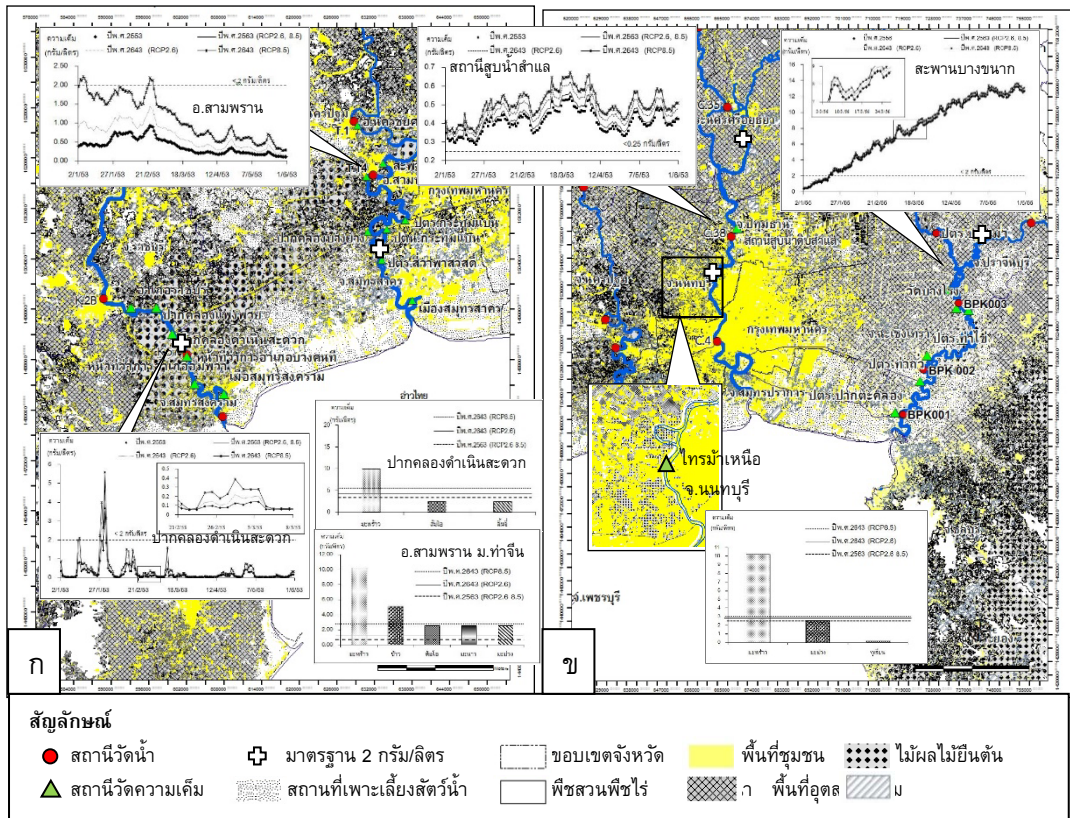
จากตารางที่ 5 สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และรูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค็มจากการคำนวณกับระยะทางตามยาวของทั้ง 4 กลุ่มน้ำ เห็นได้ชัด

ว่าเมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น การรุกตัวของความรุกลงไปในแม่น้ำเป็นระยะทางที่ไกลขึ้น เพิ่มขึ้นประมาณ 1-2 กม. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นระดับน้ำทะเล สาเหตุหลักมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งบริเวณปากแม่น้ำจึงประสบกับปัญหาการรุกตัวของความเค็ม

5.4 ผลการคาดการณ์ผลกระทบของความเค็มต่อการเกษตร

การศึกษาการคาดการณ์เบื้องต้นผลกระทบของความเค็มต่อการเกษตรโดยใช้ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลกจาก IPCC วิเคราะห์หน้าแล้งตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม สรุปได้ดังนี้

1) แม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าความเค็มในปี พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2643 ทั้งเหตุการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5 ที่สถานีสูบน้ำสำแลเกินมาตรฐานการผลิตน้ำ พื้นที่ทั้งสองฝั่งที่ประสบกับน้ำเค็มส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ดังรูปที่ 9x พื้นที่จ.นนทบุรีส่วนหนึ่งทำสวนไม้ผลในปี พ.ศ. 2563 กระทบต่อทุเรียนอย่างมาก เนื่องจากทุเรียนเป็นพืชไม่ทนเค็ม และปี พ.ศ. 2643 กระทบต่อมะม่วงและทุเรียน ยกเว้นมะพร้าวเพราะเป็นพืชทนเค็มได้ถึง 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 9 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 4 ลุ่มน้ำและความเค็มอนาคตที่จุดเฝ้าระวัง

2) แม่น้ำแม่กลองที่ปากคลองดำเนินสะดวกมีค่าความเค็มสูงสุด 4, 5 และ 6 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่งผลกระทบต่อพืชทุกชนิด ยกเว้นมะพร้าว

3) แม่น้ำท่าจีนที่เกิน 2 กรัม/ลิตร รุกไปถึง อ.สามพราน ผลกระทบค่าความเค็มพบว่าในปี พ.ศ. 2563 (RCP2.6, 8.5) และปี พ.ศ. 2643 (RCP2.6) มีค่าความเค็มสูงสุด 0.97 และ 1.44 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทุกชนิด สำหรับปี พ.ศ.2643 (RCP8.5) มีค่าความเค็มสูงสุด 2.76 กรัม/ลิตร ส่งผลกระทบต่อพืชทุกชนิด ยกเว้นมะพร้าว ดังรูปที่ 9ก

4) แม่น้ำบางปะกงพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา และบริเวณ อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่ไม่ผลบางส่วน พืชทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งเป็นพืชทนเค็มปานกลาง การรุกรานของความเค็มที่ปตร.ท่าไข่ เท่ากับ 25 กรัม/ลิตร ส่งผลกระทบต่อพืชทุกชนิด

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการคาดการณ์เบื้องต้นผลกระทบการรุกรานของความเค็มต่อการเกษตรโดยใช้แบบจำลอง MIKE11 การคาดการณ์ปี พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2643 เหตุการณ์ RCP2.6 และ RCP8.5 ใช้ข้อมูลระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลก IPCC เป็นข้อมูลสมมติการเพิ่มขึ้นในอนาคตบริเวณปากแม่น้ำอ่าวไทยพบว่าเมื่อระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลก IPCC ปี พ.ศ. 2563 เพิ่มขึ้น 2-4 ม.และ ปี พ.ศ. 2643 เพิ่มขึ้น 38-68 ม. ส่งผลให้ค่าระดับน้ำในแม่น้ำที่จุดเฝ้าระวังทั้ง 4 ลุ่มน้ำเพิ่มขึ้น 2-5 ซม. และ 69-70 ซม. ตามลำดับ รวมทั้งส่งผลให้ค่าความเค็มเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 0.01-0.08, 0.09-0.96 และ 0.13-1.92 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่าความเค็มรุกเข้าไปในแม่น้ำทั้ง 4 สายเพิ่มขึ้นประมาณ 1-2 กม.สรุปได้ว่าระดับน้ำทะเลมีผลต่อการรุกรานของความเค็ม ยิ่งระดับน้ำทะเลสูงการรุกรานของความเค็มเข้าไปในแม่น้ำจากปากแม่น้ำเป็นระยะทางที่ไกลขึ้น

แม่น้ำเจ้าพระยาพื้นที่ประสบกับน้ำเค็มเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ความเค็มรุกไปถึง จ.นนทบุรี แม่น้ำแม่กลองที่ปากคลองดำเนินสะดวกมีค่าความเค็ม 4, 5 และ 6 กรัม/ลิตร กระทบต่อส้มโอ ลิ้นจี่ ยกเว้นมะพร้าว แม่น้ำท่าจีนมีค่าความเค็มที่ อ.สามพราน ในปี พ.ศ. 2563 ไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทุกชนิด ได้แก่ มะพร้าว ข้าว ส้มโอ มะนาว และมะม่วง ในปี พ.ศ. 2643 (RCP2.6 และ 8.5) กระทบกับพืชทุกชนิดยกเว้นมะพร้าว แม่น้ำบางปะกง ค่าความเค็มรุกมาถึงปตร.ท่าไข่ ถึง 25 กรัม/ลิตร กระทบต่อข้าวและมันสำปะหลัง ดังนั้นอิทธิพลของน้ำทะเลส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความเค็มโดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำ อัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลสูงย่อมส่งผลต่อการรุกรานของความเค็มเข้ามาในแม่น้ำไปในระยะที่ไกลขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. การคาดการณ์เบื้องต้นผลกระทบของความเค็มต่อทางการเกษตร และการอุปโภค-บริโภค เนื่องจากขาดแคลนข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำอ่าวไทย จึงใช้ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลกจาก IPCC ผลการศึกษาจึงเป็นเพียงข้อสันนิษฐานเบื้องต้นเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการประเมินพื้นที่เสี่ยงผลกระทบความเค็มเท่านั้น
2. สำหรับข้อมูล IPCC ยังไม่มีความชัดเจนควรเพิ่มการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลก IPCC กับการเพิ่มขึ้นระดับน้ำทะเลอ่าวไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการทุนเพชรพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนตลอดการทำวิจัย รวมทั้งหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องในการให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และคำปรึกษาขณะทำการวิจัย

References

- [1] Nuttawut Intaboot and Wisuwat Taesombat. (2557). "Longitudinal Salinity Intrusion and Dispersion along the Thachin River Due to Sea Level Rise". **Journal of Science and Technology**. Vol.3 (2): 71-85. (In Thai)
- [2] Kriangkrai Treerittiwitaya. (2552). **Effect of Global Warming in Hydraulic and Salinity Conditions in Estuary of Gulf of Thailand**. Master Engineering. Water Resources Engineering. Faculty of Engineering. King Mongkut's University of Technology Thonburi. (In Thai)
- [3] Sittipong Supaphala. (2553). **The Impact of Global Warming on the Hydraulic and Salinity Condition, the Guf of Thailand**. Master of Science in Industrial Education. Civil Engineering. Faculty of Industrial Education and Technology. King Mongkut's University of Technology Thonburi. (In Thai)
- [4] Stocker, Thomas F. et al. (2013). **Climate Change 2013 The Physical Science Basis**. 5th Edition. USA: Cambridge University Press.
- [5] Sanit Wongsas. (2558). "Impact of Climate Change on Water Resources Management in the Lower Chao Phraya Basin, Thailand". **Journal of Geoscience and Environment Protection**. Vol.3 (10): 53-58.

ประวัติผู้เขียนบทความ



สุนารี เสือทุ่ง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140 โทรศัพท์ 081-449-6793 E-Mail: kungsunaree@hotmail.co.th



สนิท วงษา ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และอาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140 E-Mail: sanit.won@kmutt.ac.th