การศึกษาความแม่นยำในการคาดการณ์ปริมาณน้ำเข้าอ่างจากข้อมูลพยากรณ์อากาศระยะสั้น กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำลำตะคอง

Accuracy of using short-range weather forecast data for inflow prediction : A case study of Lamtakong Reservoir

บุญไพศาล จิตตั้งบุญญา1 , อดิชัย พรพรหมินทร์2 และ ดนย์ปภพ มะณี3

1,2,3 สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

E-mail: 1boonpaisan.j@ku.th, 2fengacp@ku.ac.th, 3fengdpm@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่จะไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำล่วงหน้า สามารถช่วยให้การจัดการอ่างเก็บน้ำและวางแผนในการจัดการน้ำได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ซึ่งปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำมีต้นกำเนิดที่สำคัญมาจากฝน การใช้ข้อมูลตรวจวัดผลตามเวลาจริงอาจสามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในช่วงเวลาล่วงหน้าไม่ไกลนัก แต่หากสามารถหาปริมาณน้ำฝนล่วงหน้าได้ ก็จะสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้าได้ไกลขึ้นมาก ดังนั้นการศึกษานี้ ได้ทำการประยุกต์ใช้ข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศระยะสั้น (WRF-ROMS) ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) เป็นข้อมูลนำเข้า แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่เรียกว่า (NAM) เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่จะเกิดขึ้น 1 วัน 2 วัน และ 3 วันล่วงหน้า ตามลำดับและตรวจสอบความแม่นยำของการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า เทียบกับปริมาณน้ำท่าตรวดวัดจริง จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า โดยใช้ข้อมูลฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 1, 2 และ 3 วันให้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของน้ำท่าอยู่ที่ 15.51 ,15.01 และ 14.95 ลบ.ม/วินาที ตามลำดับและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.77 0.77 และ 0.75 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์สามารถให้ผลการพยากรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือและนำไปใช้ในการพยากรณ์เพื่อช่วยในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เช่นในด้านการเตือนภัยล่วงหน้าหรือนำไปวางแผนเพื่อบริหารอ่างเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

คำสำคัญ: *ข้อมูลพยากรณ์อากาศระยะสั้น, แบบจำลองน้ำฝนน้ำท่า, ลำตะคอง*

Abstract

Reservoir inflow prediction can contribute in more accurate reservoir planning and management. Since the source of inflow is mainly from the precipitation in a basin, using the real-time ground data makes us possible to forecast inflow in the very short term. However, with the use of the short-term weather forecast data, the reservoir inflow prediction can extend to a longer time. Thus, this study applied the short-term weather forecast data (WRF-ROMS) from Hydro-Informatics Institute (HII) as the input data for a rainfall-runoff model, named NAM, to forecast 1-, 2- and 3-day inflows. The accuracy was analyzed and compared with the case of using the ground measuring data. The results of Inflow prediction from rainfall-runoff model by using the forecast data for 1, 2 and 3 days in advance, gave the root mean square error (RMSE) values for the runoff of 15.51, 15.01 and 14.95 cms, respectively, and the correlation coefficient (r) equaled to 0.77, 0.77 and 0.75, respectively. The values show that the forecast data can provide reliable forecast results and be used to support the actual real-time operation efficiently. The prediction results are acceptable and can be used, for example, in the early warning or planning to manage the reservoir more efficiently.

Keywords: Short-term weather forecast, Rainfall-Water Runoff Model, Lam Takhong.

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญปัญหาภัยพิบัติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเช่น น้ำท่วมและน้ำแล้ง ซึ่งทำให้มีผู้เสียชีวิตและได้รับความเดือดร้อนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นหากเราสามารถทำนายสภาพอากาศล่วงหน้าได้อย่างถูกต้องแม่นยำจะส่งผลให้ รัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถวางแผนล่วงหน้าเพื่อป้องกันและลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ เช่นในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ ผู้บริหารจัดการจำเป็นจะต้องรู้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าไหลเข้าและปริมาณความต้องการในการใช้น้ำในแต่ละปี ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเป็นข้อมูลที่ทำการคาดเดาได้ยากโดยทั่วไปจะใช้หลักการทางสถิติในการการคาดการณ์ แต่ด้วยสภาพอากาศที่เปลี่ยนไปทำให้การคาดการณ์ไม่แม่นยำเท่าที่ควร

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (NAM MODEL) และข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศระยะสั้น (WRF-ROMS) จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและเป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1) เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่จะเกิดขึ้นโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศระยะสั้นกับแบบจำลองน้ำฝนน้ำท่า

2) ตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าคาดการณ์กับข้อมูลตรวจวัดและประสิทธิภาพการใช้งานข้อมูลพยากรณ์ดังกล่าว

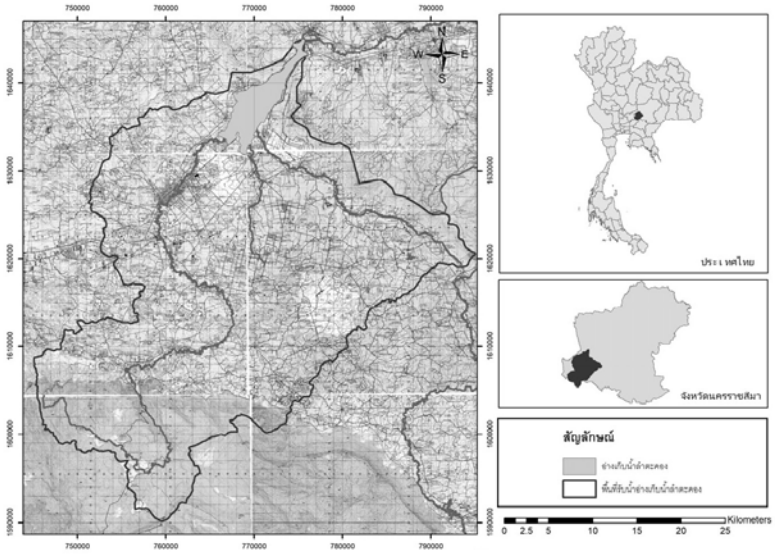
2. พื้นที่ศึกษา

อ่างเก็บน้ำลำตะคองมีพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาพิกัด 47 PQS 0775491 E - 1644969 N ระวาง 5737 IV มีความยาวของตัวอ่างตามความยาวลำน้ำประมาณ 10 กิโลเมตร ส่วนกว้างที่สุดของตัวอ่างกว้าง 4.70 กิโลเมตร มีพื้นที่น้ำท่วมที่ระดับน้ำสูงสุด +280.30 ม. (รทก.) ประมาณ 44.7 ตร.กม.

รูปที่ 1 อ่างเก็บน้ำลำตะคอง

2.1 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่

พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำเหนือเขื่อนเป็นภูเขาสูงในเขตเทือกเขาดงพญาเย็น ส่วนด้านท้ายน้ำของตัวเขื่อนช่วงแรกมีลักษณะเป็นที่ลาดเชิงเขา และเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ราบกว้างใหญ่ตั้งแต่บริเวณอำเภอสีคิ้วไปทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ส่งน้ำของโครงการ สภาพพื้นที่โดยทั่วไปมีความลาดเอียงจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกโดยประมาณ



รูปที่ 2 พื้นที่รับน้ำอ่างเก็บน้ำลำตะคอง

2.2 สภาพอุตุนิยมวิทยาและสภาพอุทกวิทยา

1) **ปริมาณฝน**

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำลำตะคอง อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้จะมีพายุจรพัดผ่านในเดือนกันยายน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีวัดได้ 1,454.3 มิลลิเมตร ที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำลำตะคอง พื้นที่ที่ได้รับน้ำฝนมากที่สุด คือบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่วัดได้ 2,270.0 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนบริเวณที่รับน้ำฝนน้อยที่สุดคือพื้นที่ด้านเหนือลุ่มน้ำบริเวณบ้านหลังเหววัดได้ 981.5 มิลลิเมตรต่อปี โดยปกติฝนจะตกมากในช่วงเดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนตุลาคมส่วนช่วงที่แล้งฝนมากที่สุดคือระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

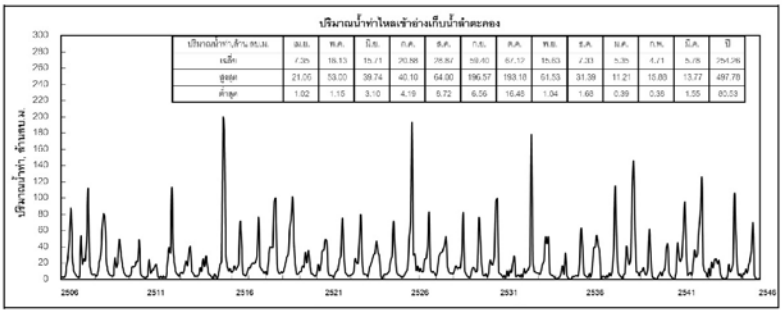
2) **อุณหภูมิ**

อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีวัดบริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำลำตะคอง 25.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดพบว่าอยู่ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ประมาณ 34.2 องศาเซสเซียส และต่ำสุดในเดือนธันวาคมและมกราคม ประมาณ 15.0 องศาเซสเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปีสูงสุด 83.4 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุด 47.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการระเหยของน้ำในที่แจ้งเฉลี่ยรายปี ประมาณ 1,379.4 มิลลิเมตร

3) **ปริมาณน้ำท่า**

ปริมาณน้ำท่ารายปีที่ที่ตั้งเขื่อนลำตะคองในช่วง 41 ปีตั้งแต่ พ.ศ. 2506 พ.ศ. 2546 มีค่าผันแปรตั้งแต่ 80.5 ล้านลบ.ม. ถึง 497.8 ล้านลบ.ม. และมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 254.3 ล้านลบ.ม./ปี อัตราการให้น้ำของลุ่มน้ำลำตะคอง (Basin Yield) มีค่าสูงถึง 24.8 ลิตร/วินาที/ตร.กม. ในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ และ

ลดลงทางด้านท้ายน้ำจนมีค่าต่ำสุดเพียง 5.3 ลิตร/วินาที/ตร.กม. ในพื้นที่ท้ายน้ำบริเวณจุดบรรจบกับแม่น้ำมูล ค่าการเปลี่ยนแปรในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองดังกล่าวไม่แตกต่างจากลุ่มน้ำมูล ซึ่งมีอัตราการให้น้ำระหว่าง 25.8-1.6 ลิตร/วินาที/ตร.กม. อัตราการให้น้ำของลุ่มน้ำลำตะคองสูงกว่าลุ่มน้ำข้างเคียงแต่ต่ำกว่าลุ่มน้ำลำโดมใหญ่และลุ่มน้ำลำโดมน้อย ที่อยู่ด้านท้ายน้ำของลุ่มน้ำมูล



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำท่าเข้าอ่างเก็บน้ำลำตะคอง

3. ทฤษฎีและวิธีการที่ใช้ในการศึกษา

3.1 แบบจำลอง MIKE 11

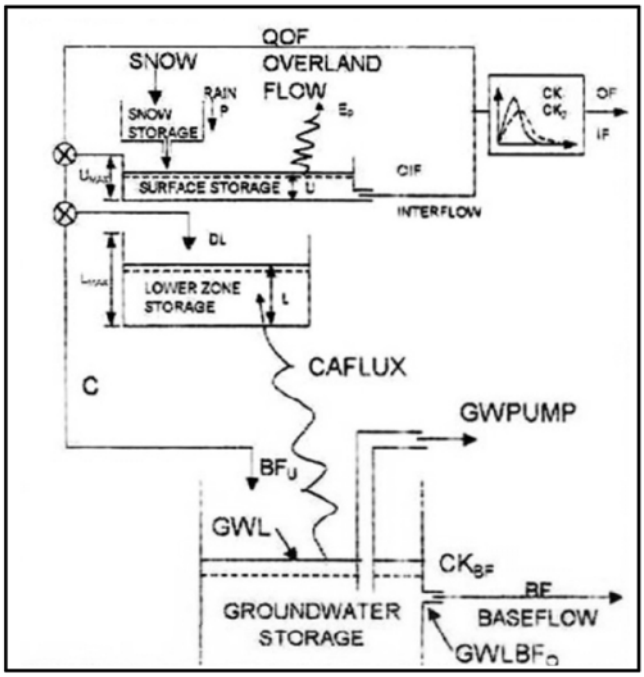
แบบจำลอง MIKE 11 เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ประเทศเดนมาร์ก (1992) เพื่อใช้ในการจำลองการไหลของน้ำแบบไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาแบบมิติเดียวหรือที่เรียกกันว่า (One Dimensional Unsteady Flow) เพื่อใช้สำหรับการไหลในทางน้ำเปิด โดยสามารถจำลองแบบได้ทั้งกระบวนการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่าและคุณสมบัติทางชลศาสตร์ต่าง ๆ การเคลื่อนย้ายตะกอนและคุณภาพน้ำในแม่น้ำ รวมถึงการเคลื่อนตัวของน้ำ เป็นต้น ซึ่งใบแบบจำลอง MIKE 11 จะประกอบด้วยแบบจำลองย่อย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ ในการศึกษานี้จะนำแบบจำลองย่อย MIKE 11 - NAM ซึ่งเป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall - Runoff Module) โครงสร้างแบบจำลอง NAM ดังแสดงในรูปที่ 4 เป็นการเรียนแบบวัฏจักรการอุทยานบนผิวดินโดยน้ำจะถูกเก็บกักในแหล่งเก็บกักต่าง ๆ 4 ส่วนดังนี้

- การเก็บกักของหิมะ (Snow Storage) ขึ้นอยู่กับอัตราการละลายของหิมะซึ่งจะไปเพิ่มปริมาณน้ำให้กับการเก็บกักในชั้นของผิวดินซึ่งไม่พิจารณาในประเทศไทย

- การเก็บกักบนผิวดิน (Surface Storage) คือปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาและถูกเก็บกักโดยพืชและขังตามที่ร่วมในบริเวณชั้นผิวดินโดยมีค่าเก็บกักสูงสุดเท่ากับ Umax ซึ่งปริมาณน้ำใน Surface Storage (U) จะลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยการระเหย การใช้น้ำและการไหลจากแนวราบ จาก Interflow ปริมาณน้ำในชั้นนี้จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณฝน แต่เมื่อปริมาณน้ำขึ้นถึงระดับ Umax น้ำส่วนเกิน (Pn) จะไหลออกในลักษณะ Overland Flow และมีบางส่วนไหล ซึมลงสู่ Lower Zone Storage และ Underground Storage

- การเก็บกักของชั้นดินส่วนล่าง (Lower Zone Storage) คือปริมาณความชื้นของดินที่อยู่ลึกลงไปจากผิวดินโดยมีค่าเก็บกักสูงสุดเท่ากับ Lmax

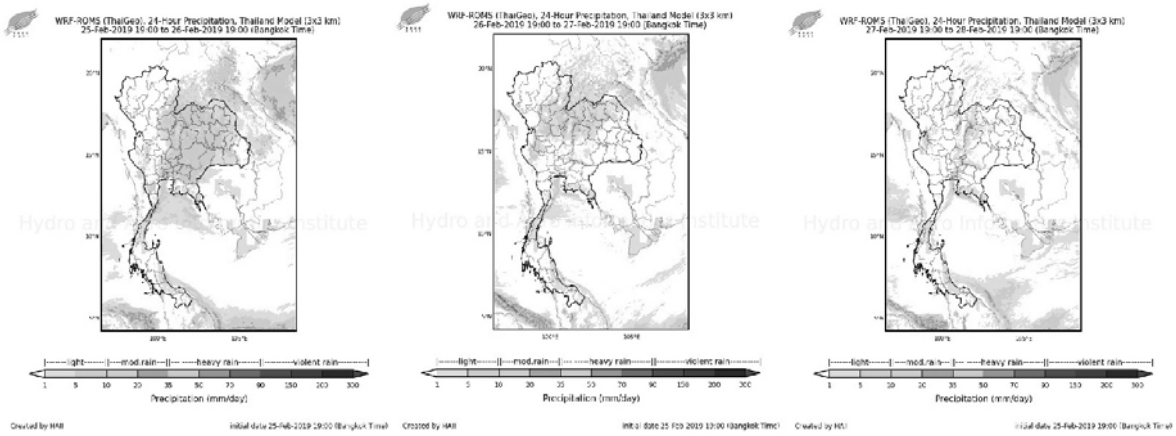
- การเก็บกักของชั้นน้ำใต้ดิน (Underground Storage) คือปริมาตรน้ำที่ซึมผ่านการเก็บกักบริเวณชั้นดินส่วนล่าง (Lower Zone Storage) มาเก็บกักในชั้นนี้



รูปที่ 4 โครงสร้างแบบจำลองน้ำฝนน้ำท่า

3.2 ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนแบบจำลองสภาพอากาศระยะสั้น (WRF-ROMS Model)

แบบจำลองสภาพอากาศ Weather Research and Forecasting (WRF) และ Regional Ocean Modeling System (ROMS) เป็นแบบจำลองเชิงตัวเลขซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาหลายพารามิเตอร์พัฒนาโดย Nation Center for Atmospheric Research (NCAR) แบบจำลองนี้สามารถคาดการณ์สภาพอากาศเฉพาะพื้นที่ ไปจนถึงคาดการณ์ในระดับภูมิภาค และเป็นแบบจำลองบรรยากาศที่มีความทันสมัยที่สุดแบบจำลองหนึ่ง ได้มีการนำแบบจำลองนี้ไปใช้อย่างกว้างขวาง ทั้งเพื่องานวิจัยและการปฏิบัติงานจริง โดยสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ได้ทำการวิเคราะห์และประมวลผลแบบจำลองสภาพอากาศเพื่อพยากรณ์ฝนได้ในลักษณะคู่ขนาน (Parallel Processing) โดยจะทำการประมวลผลวันละ 2 รอบ (4.30 น และ 16.30 น) โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาจะมีความละเอียดระดับ 9 ตารางกิโลเมตร (3*3 กม.) ในแนวราบครอบคลุมประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านบางส่วนเช่นลาว พม่า เวียดนาม และกัมพูชา สามารถพยากรณ์ฝนล่วงหน้าได้ 3 วัน ความถูกต้องแม่นยำของการพยากรณ์ฝน 1-3 วันแรกให้ความแม่นยำที่ร้อยละ 70 ถึง 80 โดยวันแรกจะ ให้ความแม่นยำสูงที่สุด เดี๋ยวจะลดลงเมื่อเวลาพยากรณ์นาน ขึ้นตามลำดับ



รูปที่ 5 ภาพการพยากรณ์อากาศล่วงหน้า 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน

3.3 วิธีการการศึกษา

1) การรวบรวมข้อมูล

- รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำปริมาณน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าเหนืออ่างเก็บน้ำและปริมาณฝนของสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่โดยรอบอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลอุทกนิยมวิยา

- รวบรวมข้อมูลปริมาณฝนพยากรณ์จากแบบจำลองสภาพอากาศ (WRF-ROMS MODEL) ความละเอียด 3?3 กม. ซึ่งมีการคาดการณ์ระยะ 1-3 วัน

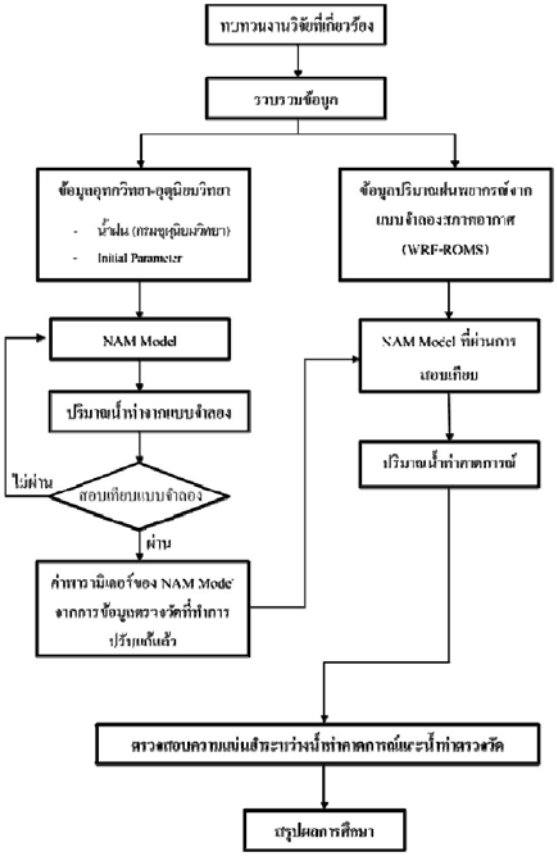
- รวบรวมข้อมูลลักษณะโครงการอ่างเก็บลำตะคองขนาดตัวเขื่อน และข้อมูลกายภาพของพื้นที่เหนืออ่างเก็บน้ำ

2) ตรวจสอบความสัมพันธ์ของน้ำฝน

ตรวจสอบความสัมพันธ์ของน้ำฝนที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลตรวจวัดจากข้อมูลอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณฝนพยากรณ์จากแบบจำลองสภาพอากาศ (WRF-ROMS MODEL)

3) ตรวจสอบความสัมพันธ์ของน้ำท่า

ตรวจสอบความสัมพันธ์ของน้ำท่าที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลตรวจวัดจากข้อมูลอุทกวิทยา - อุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณฝนพยากรณ์จากแบบจำลองสภาพอากาศ (WRF-ROMS MODEL) โดยการใช้ค่าน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยามาเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของ NAM Model เมื่อทำการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์จนสามารถยอมรับได้แล้ว จึงใช้ค่าพารามิเตอร์นั้นในการหาน้ำท่าคาดการณ์จากข้อมูลปริมาณฝนพยากรณ์จากแบบจำลองสภาพอากาศ (WRF-ROMS) แล้วหาความแม่นยำในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าและสรุปผลต่อไป



รูปที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินการ ตรวจสอบความสัมพันธ์ของน้ำท่า

4) การทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำและความน่าเชื่อถือการพยากรณ์

การทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำและความน่าเชื่อถือการพยากรณ์สามารถวัดโดยใช้ตัววัดทางสถิติหลายตัวพิจารณาร่วมกัน ดังนี้

- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) โดยปกติแล้วค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้า r มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลที่คำนวณได้และที่ตรวจวัดได้จากภาคสนามมีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคโดยตรงที่ดี แต่เมื่อไรก็ตามที่ r มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือแทบไม่มีเลย โดยทั่วไปแล้วในการศึกษาด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ ค่า r ควรมีค่ามากกว่า 0.7 จึงจะถือว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N}(Q_{mi} - \overline{Q}_m)\times(Q_{ci} - \overline{Q}_c)}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{N}(Q_{mi} - \overline{Q}_m)^2 \times \sum_{i=1}^{N}(Q_{ci} - \overline{Q}_c)^2\right]}}$$ .....กิติยา(2551)

เมื่อ Q_{mi} = อัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัดที่เวลา i

$\overline{Q}_m$ = ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัด

Q_{ci} = อัตราการไหลที่ได้จากแบบจำลองที่เวลา i

$\overline{Q}_c$ = ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่ได้จากแบบจำลอง

N = จำนวนของข้อมูล

- ประสิทธิภาพของแบบจำลอง Efficiency Index (EI) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงระดับความสัมพันธ์ (Degree of Association) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ถ้ามีค่าเท่ากับ 100% แสดงว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดทุกข้อมูล โดยทั่วไปแล้วในการศึกษาด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ ค่า EI ควรมีค่ามากกว่า 70% จึงจะถือว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

$$EI = \frac{\sum_{i=1}^{N}(Q_{mi} - \overline{Q}_m)^2 - \sum_{i=1}^{N}(Q_{mi} - Q_{ci})^2}{\sum_{i=1}^{N}(Q_{mi} - \overline{Q}_m)^2} \times 100\%$$ .....กิติยา(2551)

เมื่อ Q_{mi} = อัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัดที่เวลา i

$\overline{Q}_m$ = ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัด

Q_{ci} = อัตราการไหลที่ได้จากแบบจำลองที่เวลา i

$\overline{Q}_c$ = ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่ได้จากแบบจำลอง

N = จำนวนของข้อมูล

- ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error, RMSE) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Absolute Error) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ในกรณีที่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่ามีความสัมพันธ์ที่ดีมาก

$$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N}(Q_{mi} - Q_{ci})^2}{N} \right)^{0.5}$$ .....ศิริกัญญา (2547)

เมื่อ Q_{mi} = อัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัดที่เวลา i

$\overline{Q}_m$ = ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัด

Q_{ci} = อัตราการไหลที่ได้จากแบบจำลองที่เวลา i

$\overline{Q}_c$ = ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่ได้จากแบบจำลอง

N = จำนวนของข้อมูล

- ค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) เป็นค่าทางสถิติที่ใช้วัดผลคำนวณจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้นี้มีความสมรูปกับข้อมูลการตรวจวัดจริงมากน้อยอย่างไร หากยิ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึง ข้อมูลที่พยากรณ์ มีทิศทางไปในแนวเดียวกันกับข้อมูลที่ตรวจวัด

$$R^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^{N}\left(\left(Q_{oi}-\overline{Q_o}\right)\left(Q_{ci}-\overline{Qc}\right)\right)\right)^2}{\sum_{i=1}^{N}\left(Q_{oi}-\overline{Q_o}\right)^2\sum_{i=1}^{N}\left(Q_{ci}-\overline{Q_c}\right)^2}$$ .....ธีรวัฒน์(2554)

เมื่อ N = จำนวนข้อมูล

Q_{oi} = ข้อมูลจากการตรวจวัดที่เวลา i

Q_{ci} = ข้อมูลจากแบบจำลองที่เวลา i

$\overline{Q_o}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากการตรวจวัด

$\overline{Q_c}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากแบบจำลอง

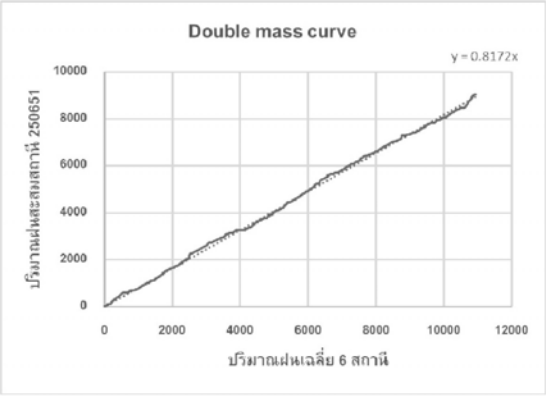
- การคาดเคลื่อนของค่าสูงสุด (Peak Error) เป็นการตรวจสอบค่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ได้จากแบบจำลอง (Peaksim) โดยเปรียบเทียบกับค่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัด (Peakobs) เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของข้อมูล

$$Peak\ Error = \left(\frac{\mathrm{Peak}_{obs} - \mathrm{Peak}_{sim}}{\mathrm{Peak}_{obs}}\right) \times 100\%$$

4. ผลการดำเนินการ

4.1 ผลการตรวจสอบข้อมูล

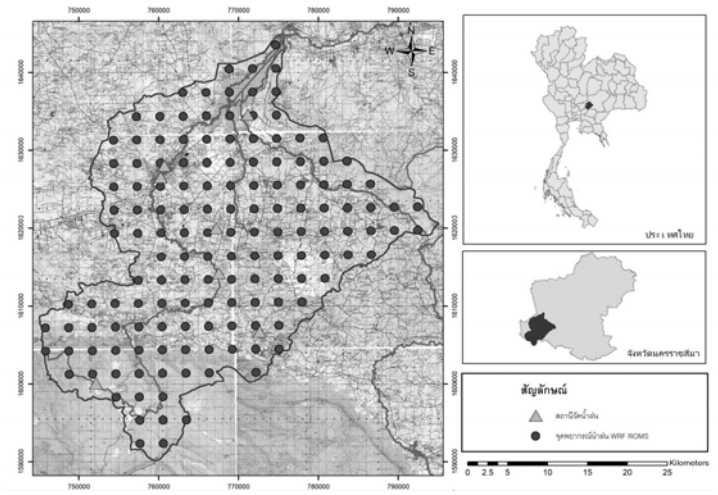
การตรวจสอบข้อมูลปริมาณฝน ของกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลปริมาณฝน จากสถานีวัดน้ำฝน โดยก่อนที่จะมีการนำ ข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์จะต้องนำข้อมูลฝนไปตรวจสอบหาค่าความสม่ำเสมอของข้อมูล โดยวิธี Double Mass Curve ก่อนผลการตรวจสอบข้อมูลทั้ง 7 สถานีใกล้เคียงพื้นที่ทำการศึกษาตัวอย่างการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 การตรวจสอบด้วยวิธี Double Mass Curve สถานี 250651

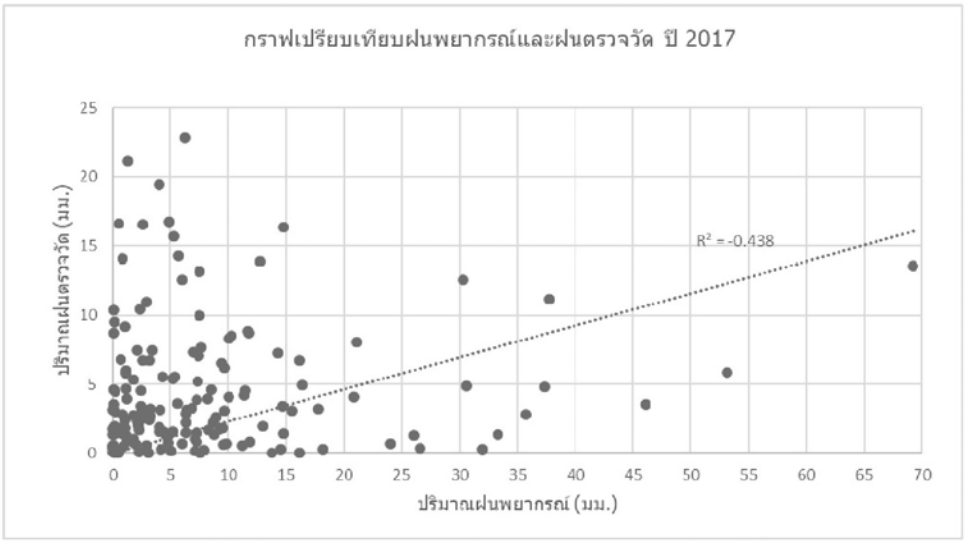
4.2 การตรวจสอบความสัมพันธ์ของน้ำฝน

ได้ทำการตรวจสอบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ตกในพื้นที่รับน้ำฝนพยากรณ์ 1 วันล่วงหน้าบริเวณที่อยู่ในพื้นที่รับน้ำจำนวน 145 กริดตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคมปี 2560



รูปที่ 8 ตัวอย่างจุดพยากรณ์ทั้งหมด

พบว่าค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 วันให้ค่าสูงผลตรวจวัดเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดทั้ง 7 แห่ง ค่าความแม่นยำของคำทำนายในกรณีที่ฝนไม่ตกมีค่าอยู่ที่ 94% และ ความแม่นยำของการทำนายในกรณีที่ทำนายว่าฝนจะตกอยู่ที่ 60%

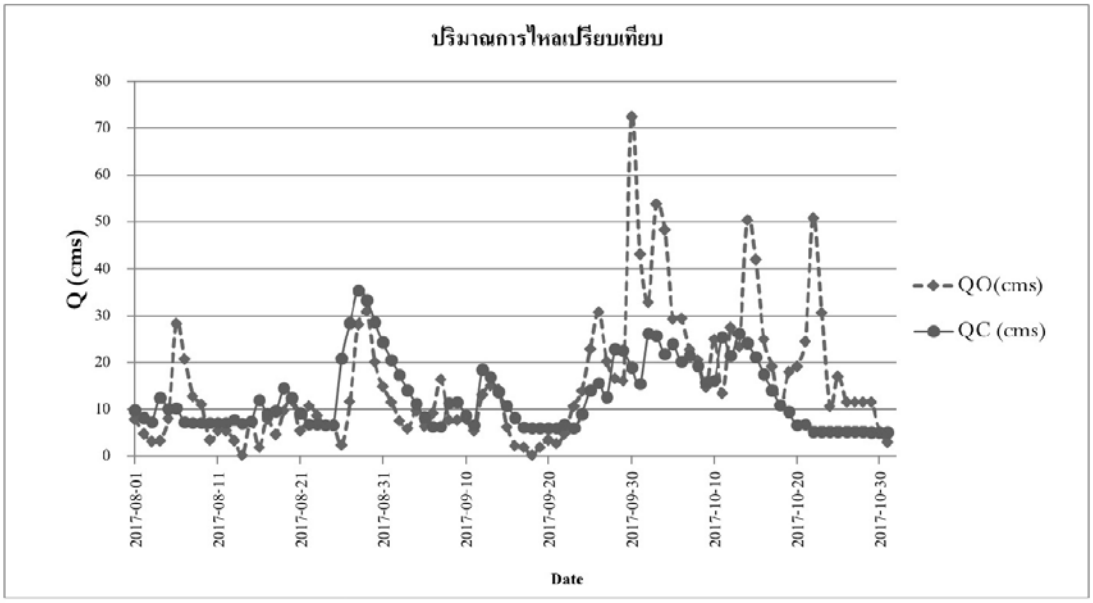


รูปที่ 9 การตรวจสอบความแม่นยำของข้อมูลฝนเฉลี่ย

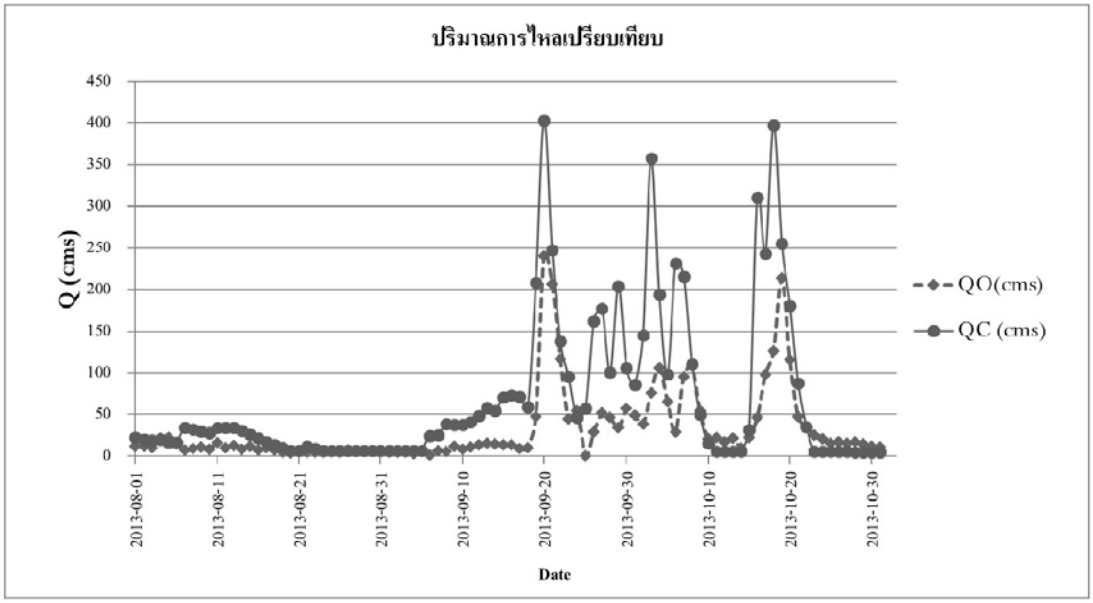
4.3 ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ของน้ำท่า

การพัฒนาแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าได้นำข้อมูลฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวณ 7 สถานี มาใช้ในการสอบเทียบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของลุ่มน้ำ ผลการสอบเทียบในช่วงเดือนสิงหาคม - เดือนตุลาคม พ.ศ.2560 ให้ค่า R = 0.82 แสดงดังรูปที่ 10 และได้ทวนสอบแบบจำลองในช่วงเดือนสิงหาคม -

เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 แสดงดังรูปที่ 11 ทั้งนี้ช่วงการทวนสอบในปี 2556 ปริมาณการไหลสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 250 ลบ.ม.ต่อวินาที ซึ่งสูงกว่าช่วงการสอบเทียบในปี 2560 ที่มีปริมาณการไหลสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 70 ลบ.ม.ต่อวินาที ผลการสอบเทียบพบว่า แบบจำลองในผลลัพธ์ปริมาณการไหลปานกลางที่ต่ำกว่า 40 ลบ.ม.ต่อวินาทีได้ดี แต่ไม่สามารถจำลองช่วงปริมาณการไหลสูงสุดได้ดี (ช่วงปลายกันยายนถึงต้นตุลาคม 2560) ขณะที่ผลการทวนสอบกลับพบว่า แบบจำลองให้ค่าปริมาณการไหลสูงกว่าค่าที่ตรวจวัดได้ แสดงให้เห็นว่า แม้ว่าจะใช้ข้อมูลฝนจริงจากสถานีวัดน้ำฝน ผลการคำนวณหาน้ำท่าจากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าในพื้นที่ศึกษาอ่างเก็บน้ำลำตะคองก็ยังให้ความแม่นยำที่ไม่ดีมากนัก



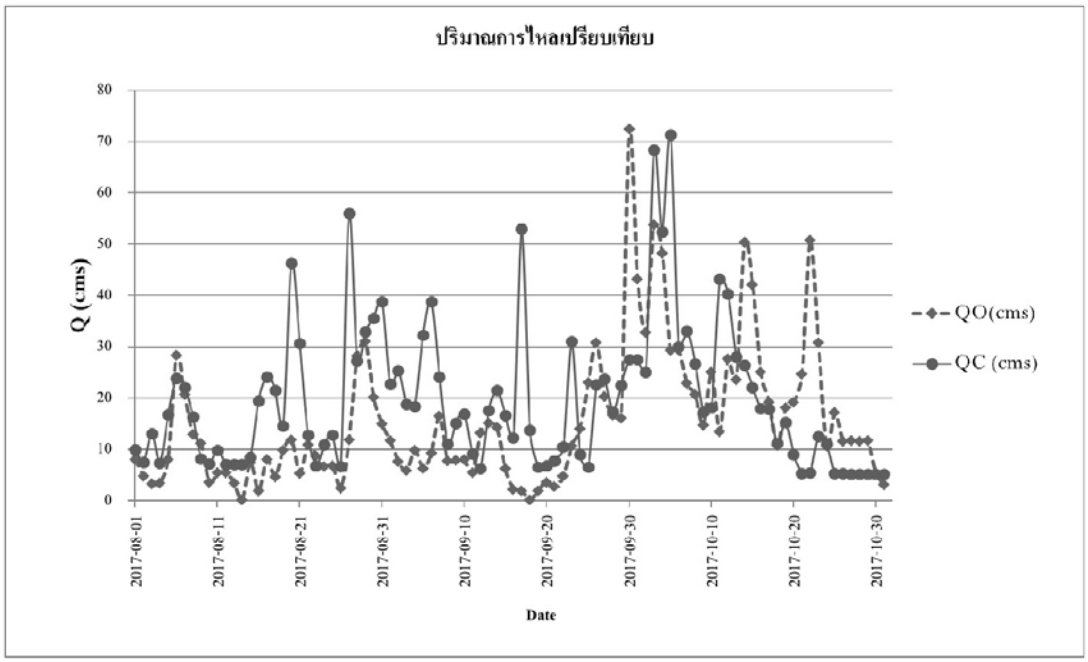
รูปที่ 10 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง



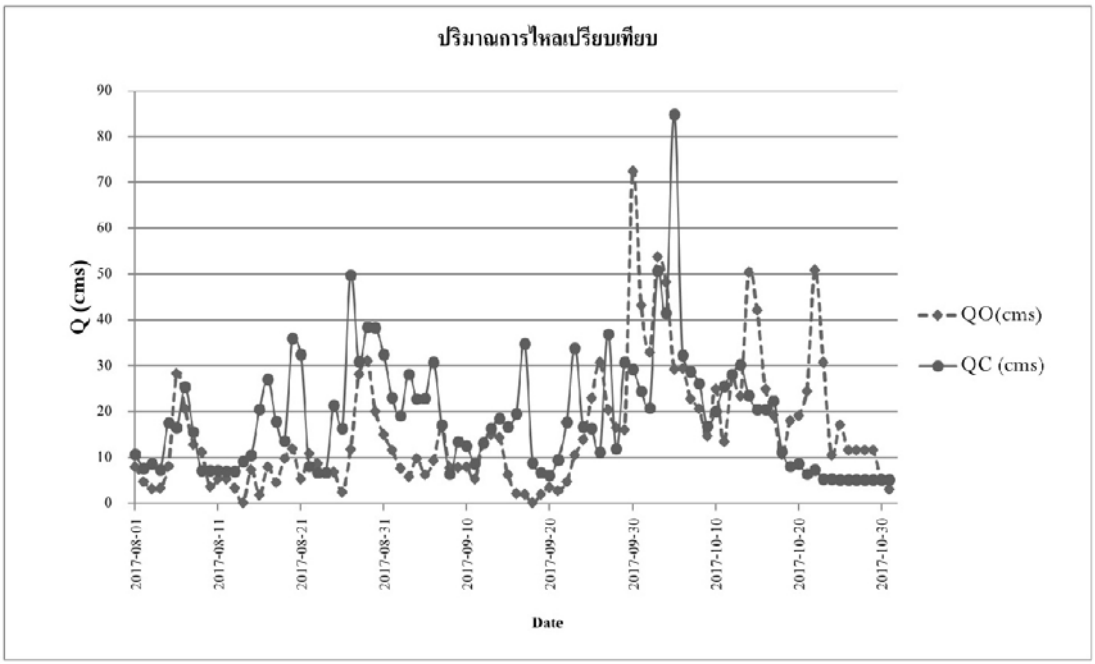
รูปที่ 11 ผลการทวนสอบแบบจำลอง

4.4 ผลการประยุกต์ใช้ข้อมูลฝนพยากรณ์

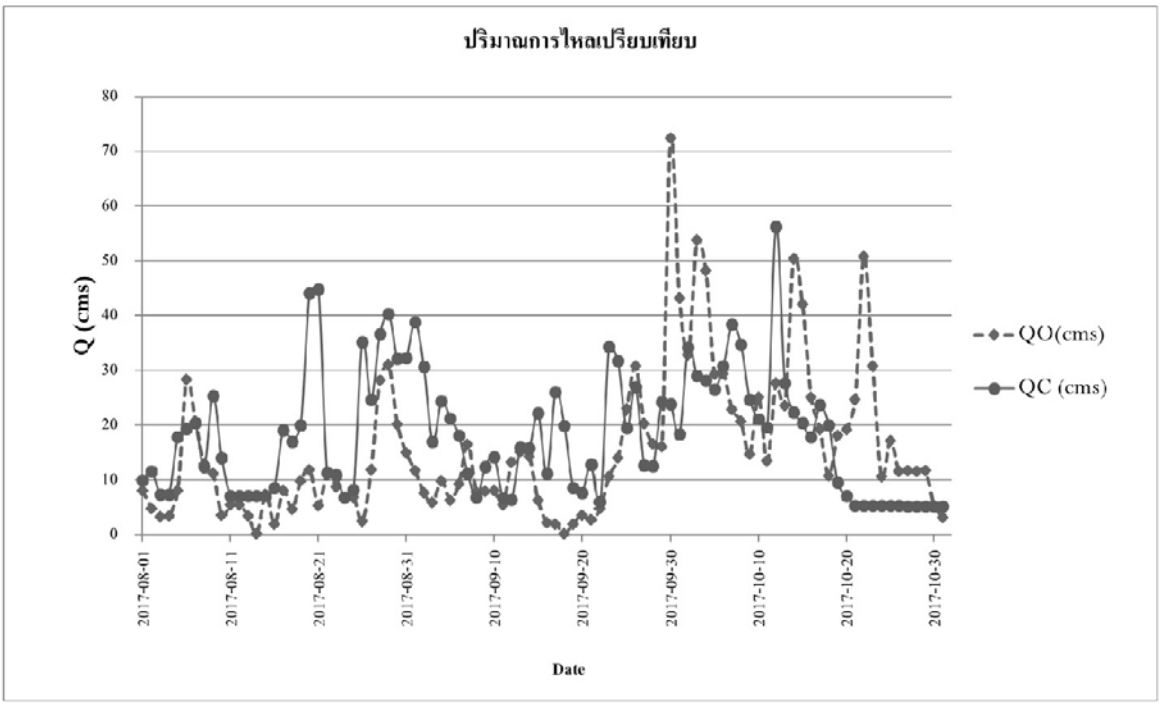
ในหัวข้อนี้ได้ทำการนำข้อมูลฝนพยากรณ์ 1-3 วัน มาใช้กับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าที่จะไหลลงอ่างเก็บน้ำลำตะคอง โดยสรุปคือจากข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 น้ำท่าที่ได้จากการพยากรณ์ จะมีปริมาณมากกว่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัด แสดงดังรูปที่ 12 13 และ14



รูปที่ 12 ผลการประยุกต์ใช้ข้อมูลฝนพยากรณ์ 1 วัน



รูปที่ 13 ผลการประยุกต์ใช้ข้อมูลฝนพยากรณ์ 2 วัน



รูปที่ 14 ผลการประยุกต์ใช้ข้อมูลฝนพยากรณ์ 3 วัน

ตารางที่ 1 แสดงค่าทางสถิติ 3 ดัชนี ได้แก่ ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ค่าดัชนีประสิทธิผล (EI) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เพื่อหาประสิทธิภาพความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง 5 แบบจำลองในการศึกษานี้ ได้แก่ การสอบเทียบและทวนสอบด้วยฝนสถานี และการพยากรณ์ 1 2 และ 3 วันล่วงหน้าด้วยฝนพยากรณ์ พบว่า การสอบเทียบและการทวนสอบแบบจำลอง สามารถให้ค่า r ออกมาที่ 0.82 และ 0.86 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าค่าพารามิเตอร์ที่ใช้มีความถูกต้อง อีกทั้งค่า EI ของการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 66.27% และ 71.87% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับปริมาณตรวจวัด และผลน้ำท่าพยากรณ์ 1-3 วัน จะได้ค่า EI และ RMSE ดีขึ้นตามช่วงของการพยากรณ์ แต่ค่า r จะต่ำลงตามช่วงของการพยากรณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าผลน้ำท่าพยากรณ์ 3 วันจะได้น้ำท่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า แต่มีช่วงการไหลสูงสูดต่างจากความเป็นจริงทั้งเวลาและปริมาณการเกิด และผลการพยากรณ์น้ำท่า 1 วัน จะให้ค่าน้ำท่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงน้อยกว่า แต่จะมีช่วงการไหลสูงสุดใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าทั้งในแง่ของเวลาและปริมาณการเกิด และยังพบว่าในช่วงปริมาณการไหลต่ำ ผลจากฝนพยากรณ์มักให้ค่าสูงเกินจริง

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของการพยากรณ์

ประเภทฝน	ช่วงเวลา	RMSE (cms)	r	EI (%)	Peak error (%)
น้ำท่าจากฝนสถานี (สอบเทียบแบบจำลอง)	ส.ค.-ต.ค. 2560	11.97	0.82	66.27	74.56
น้ำท่าจากฝนสถานี (ทวนสอบแบบจำลอง)	ส.ค.-ต.ค. 2556	72.54	0.86	71.78	-16.98
น้ำท่าจากฝนพยากรณ์ 1 วัน	ส.ค.-ต.ค. 2560	15.51	0.77	43.31	29.60
น้ำท่าจากฝนพยากรณ์ 2 วัน	ส.ค.-ต.ค. 2560	15.01	0.77	46.93	23.31
น้ำท่าจากฝนพยากรณ์ 3 วัน	ส.ค.-ต.ค. 2560	14.95	0.75	47.34	45.52

5 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่จากข้อมูลฝนสถานีและฝนพยากรณ์ พบว่า ความแม่นยำในการทำนายฝนไม่ตกอยู่ที่ 94% ความแม่นยำของการทำนายฝนตกอยู่ที่ 60% โดยในภาพรวมฝนพยากรณ์จะให้ค่ามากกว่าฝนสถานี และส่วนที่ 2 คือ การนำฝนสถานีมาหาน้ำท่า (ปริมาณการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำตะคอง) จากแบบจำลองน้ำฝน -น้ำท่า โดยทำการสอบเทียบและทวนสอบ แล้วนำแบบจำลองมาใช้กับฝนพยากรณ์ 1, 2 และ 3 วัน เพื่อหาน้ำท่าพยากรณ์พบว่า แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าจากฝนสถานีให้ผลลัพธ์ที่ไม่ได้ดีมากนัก ซึ่งส่งผลให้ผลพยากรณ์น้ำท่าจากฝนพยากรณ์ก็ไม่ได้ดีมากเช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากฝนสถานีและฝนพยากรณ์ ด้วยดัชนีทางสถิติ RMSE, R และ EI พบว่า มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน และค่า Peak Error จากฝนพยากรณ์ 1 วัน และ2 วัน ก็มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ผลจากฝนพยากรณ์ 3 วัน กลับมีค่า Peak Error สูง แต่อย่างไรก็ตามฝนพยากรณ์สามารถจำลองเหตุการณ์การไหลสูงสุดได้ดีพอสมควรทั้งในแง่ของเวลาและปริมาณ ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือการพยากรณ์เพื่อเตือนภัยเหตุการณ์ปริมาณน้ำไหลสูงวิกฤตเพื่อสามารถบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้สามารถผ่านช่วงเวลาวิกฤติไปได้ ดังนั้นผลจากแบบจำลองน่าจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเตือนภัยดังกล่าวในอนาคต หากมีการปรับแก้ค่าพยากรณ์ก่อนนำมาประยุกต์ใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

(1) ทิพย์วรรณ ทอดแสน. 2557. การวิเคราะห์ความแม่นยำในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนระยะสั้นประเทศไทยจากแบบจำลองสภาพอากาศWRF. สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร(องคก์ารมหาชน). กรุงเทพมหานคร

(2) นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2556. อุทกวิทยาชั้นสูงAdvance Hydrology.ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

(3) กานดา คูประเสริฐ และนุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2546. การศึกษาพารามีเตอร์ของแบบจำลอง NAM สำหรับลุ่มน้ำน่าน.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

(4) กิติยา เกียรตินรากร. 2551. การประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำสาขาที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า ในลุ่มน้ำปิงตอนบน.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

(5) ธีรวัฒน์ สุวรรณเลิศเจริญ. 2554. การประยุกต์แบบจำลอง SWAT ในการประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก : กรณีศึกษา ลุ่มน้ำย่อยแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

(6) ศิริกัญญา แสงสวาง. 2547. การเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองอุทกวิทยาในการประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปิง. มหาวิทยาลัเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

(7) Done, J. M., Leung, L. R., Davis, C. A., & Kuo, B. (2005, June). Simulation of warm season rainfall using WRF regional climate model. In Proc. Sixth WRF/15th MM5 User's Workshop.