



ประสิทธิภาพของแบบจำลองอุทกวิทยา SWAT ในการจำลองปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำวัง

พงศัวัฒน์ สัจชนานนท์* ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และ พวงเพชร ธนสิน
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08-4367-4344 อีเมล: big.tennis@hotmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.09.003

รับเมื่อ 10 ตุลาคม 2560 ตอรับเมื่อ 15 ธันวาคม 2560 เผยแพร่ออนไลน์ 11 กันยายน 2561

© 2018 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองอุทกวิทยา SWAT ในการจำลองปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำวัง ข้อมูลนำเข้าประกอบไปด้วยข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิตามสถานีรายวัน ปี พ.ศ. 2547-2556 ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2552 และข้อมูลภูมิประเทศ วิเคราะห์พื้นที่ลุ่มน้ำแบ่งเป็น 18 ลุ่มน้ำย่อย และกำหนดจุดทางออกของกลุ่มน้ำที่มีข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำท่ารายวันจำนวน 10 จุด เพื่อใช้สอบเทียบแบบจำลอง SWAT นอกจากนี้ยังได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เป็นข้อมูลเชิงกายภาพของกลุ่มน้ำ ได้แก่ น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ลุ่มน้ำ ดิน และการไหลในทางน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองสามารถจำลองในการจำลองปริมาณน้ำท่า จากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง SWAT มีประสิทธิภาพในการจำลองปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำวังในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยเฉพาะในลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีเขื่อน ตอนปลายของกลุ่มน้ำวัง และเหมาะสมในการจำลองปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง อย่างไรก็ตาม แบบจำลอง SWAT ยังมีข้อจำกัดในการจำลองปริมาณน้ำท่ารายเดือนสูงสุด โดยเฉพาะในเดือนที่มีปัญหาน้ำท่ารวมปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายเดือนจากแบบจำลองมีค่าต่ำกว่าค่าตรวจวัดจริง

คำสำคัญ: พื้นที่ลุ่มน้ำวัง, แบบจำลอง SWAT, จุดทางออกของกลุ่มน้ำ, ปริมาณน้ำท่า

Performance of SWAT Hydrologic Model for Runoff Simulation in Wang River Basin

Pongwatana Sangkatananon*, Chakrit Chotamonsak and Puangpetch Dhanasin

Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08-4367-4344, E-mail: big.tennis@hotmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.09.003

Received 10 October 2017; Accepted 15 December 2017; Published online: 11 September 2018

© 2018 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the efficiency of SWAT hydrological model for runoff simulation in Wang River Basin. The daily meteorological observation data in 2004–2013, land-use in 2009 and topographical data were studied. The whole basin was divided into 18 sub-basins and 10 stations of basin outlets were defined to observe the daily runoff to calibrate the SWAT model. In addition, the basin physical parameters including surface water, groundwater, watershed, soil, and channel flow, were adjusted to improve the efficiency of the model in the runoff simulation. The validation of monthly model at W.4A showed that the Coefficient Of Efficiency (COE) and coefficient of correlation (R^2) were 0.79 and 0.8331, respectively, which were within the acceptable range. The results showed that the SWAT model was effective in simulating the runoff of the Wang River Basin, especially in the non-dam sub-basin and the end of the Wang River Basin. The model was more appropriate to simulate the runoff during the wet season than the dry season. However, the SWAT model had its limitations on the maximum monthly runoff model, especially in the month with flood problem, the maximum monthly runoff from the model was lower than the observed value.

Keywords: Wang River Basin, SWAT Model, Outlet, Streamflow

1. บทนำ

พื้นที่ลุ่มน้ำมีความสำคัญต่อปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำลำธารในพื้นที่ เพราะเป็นพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติ จากฝนที่ตกลงในพื้นที่นั้นแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำไปรวมตัวกันเป็นลำน้ำสายเล็กจนถึงสายใหญ่ โดยปริมาณน้ำท่าที่ได้ นั้น เป็นปริมาณน้ำหลักที่สำคัญที่ไหลลงสู่เขื่อนอ่างเก็บน้ำ ฝาย คลอง ซึ่งกักเก็บเพื่อมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ แต่ในหลายปีที่ผ่านมา มีการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก และกิจกรรมของมนุษย์ในการพัฒนาทางเศรษฐกิจ การทำลายระบบนิเวศ ทำให้ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปมาก ส่งผลให้ลักษณะทางอุทกวิทยาที่มีความสำคัญของลุ่มน้ำคือปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าได้มีความเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตได้แก่ เรื่องความแปรปรวนของความถี่ ความเข้ม และปริมาณในแต่ละช่วงเวลา เป็นต้น จากการศึกษาทางสถิติโดยใช้ข้อมูลตรวจวัดในอดีตพบว่าในหลายลุ่มน้ำมีปริมาณฝนลดลง เช่น ลุ่มน้ำกก ปิง และน่าน ในช่วงปี พ.ศ. 2494-2540 [1]

ในการศึกษานี้ได้เลือกพื้นที่ศึกษาคือ ลุ่มน้ำวัง เนื่องจากมีการศึกษาน้อยในด้านการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกวิทยาที่เกี่ยวกับปริมาณน้ำท่า ต่างจากลุ่มน้ำอื่นที่มีการศึกษามากกว่า เช่น ลุ่มน้ำปิง ยม และน่าน ซึ่งลุ่มน้ำเหล่านี้มีขนาดพื้นที่ใหญ่ทำให้ต้องเก็บข้อมูลมาก และไม่เหมาะสมที่จะใช้แบบจำลองอุทกวิทยาศึกษาในพื้นที่ทั้งหมดของกลุ่มน้ำ ทำให้การศึกษาที่ผ่านมาจะศึกษาเฉพาะบางส่วนของลุ่มน้ำ แต่ในการศึกษานี้ได้เลือกพื้นที่ศึกษาทั้งหมดของกลุ่มน้ำวัง โดยใช้แบบจำลองอุทกวิทยา SWAT ซึ่งเป็นคำที่ย่อมาจาก Soil and Water Assessment Tool เป็นแบบจำลองลุ่มน้ำ แม่น้ำ ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเกือบ 30 ปีโดย Jeff Arnold [2] ซึ่งสามารถจำลองกระบวนการต่างๆ ทางกายภาพ ภายในลุ่มน้ำเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า เป็นประโยชน์ต่อการเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการรับมือกับปัญหาภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนบริหารจัดการน้ำในกิจกรรมต่างๆ

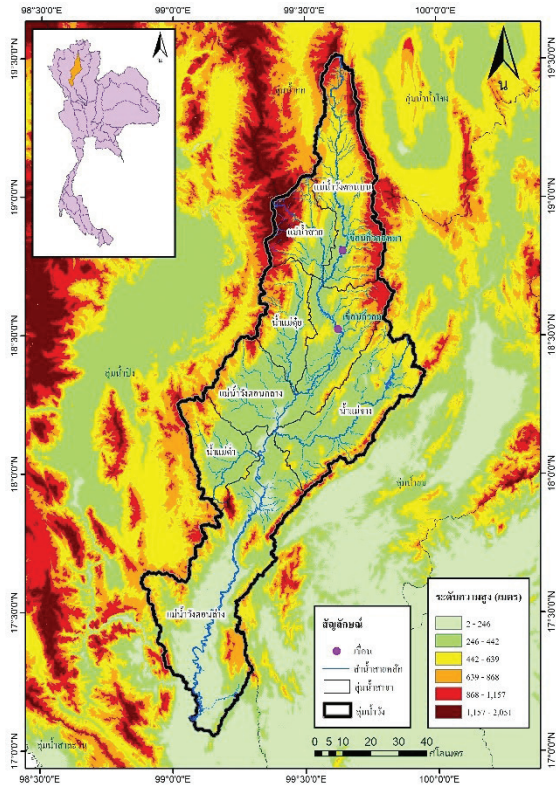
สำหรับผลการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลที่จะศึกษาต่อไปในการประยุกต์ใช้ตรวจสอบ ความเหมาะสมของปริมาณน้ำ

ที่มีความเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ต่างๆ ทั้งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ และการควบคุมหรือจัดการโดยมนุษย์ เพื่อคำนวณปริมาณน้ำท่าที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งมีความสำคัญต่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกวิทยา SWAT ในการจำลองลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศของกลุ่มน้ำวัง และเปรียบเทียบแบบจำลอง ให้มีประสิทธิภาพในการจำลองปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำวัง และวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบว่าเหมาะสมหรือมีข้อจำกัดในการจำลองปริมาณน้ำท่าในลักษณะต่างๆ อย่างไร

2. วิธีการวิจัย

2.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ศึกษาคือ ลุ่มน้ำวัง เป็นลุ่มน้ำที่ไหลลงสู่ลุ่มน้ำที่สำคัญคือลุ่มน้ำเจ้าพระยามีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 10,792 ตารางกิโลเมตร ในรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ได้แบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำวังเป็น 7 ลุ่มน้ำย่อย ดังนี้ ลุ่มน้ำแม่น้ำวังตอนบน ลุ่มน้ำแม่สอย ลุ่มน้ำแม่ต๋อย ลุ่มน้ำแม่น้ำวังตอนกลาง ลุ่มน้ำแม่จาง ลุ่มน้ำแม่ต้า และลุ่มน้ำแม่น้ำวังตอนล่าง เป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดเมื่อเทียบกับลุ่มน้ำปิง ยม และน่าน นอกจากนั้นลุ่มน้ำวังยังมีการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ เป็นปริมาณมาก มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900-1,400 มม. โดยปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,098.6 มม. มีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ย 1,617.5 ล้าน ลบ.ม. [3] แสดงดังรูปที่ 1 และจากข้อมูลปริมาณฝนของกรมอุตุฯ ในปี พ.ศ. 2549-2553 เทียบกับค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยในรอบ 30 ปี (ช่วงปี 2514-2543) พบว่า มีการกระจายตัวของฝนเปลี่ยนแปลงจากค่าเฉลี่ย จึงเกิดปัญหาปริมาณฝนที่ตกอย่างไม่สม่ำเสมอในรอบปี ถึงแม้ว่าลุ่มน้ำวังจะมีเขื่อนที่สำคัญสองแห่ง แต่พื้นที่บางส่วนของพื้นที่เป็นเขตเมือง แหล่งเกษตรกรรม และการผลิตที่สำคัญก็ยังประสบปัญหาภัยพิบัติน้ำท่วมหรือภัยแล้งและการจัดสรรน้ำอยู่บ่อยครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเกษตรชลประทาน ซึ่งความจุของแหล่งเก็บกักน้ำรวมทั้งเพียง 229.98 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 14.5 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยทั้งหมด [4]



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

2.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้แบ่งเป็นข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะอุทกวิทยา ซึ่งใช้ในการนำไปวิเคราะห์ในแบบจำลองอุทกวิทยา SWAT ได้แก่ ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวัน 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2556 จากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน จำนวน 28 สถานี อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดจำนวน 16 สถานี ความชื้นสัมพัทธ์ จำนวน 9 สถานี ความเร็วลม และการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ให้แบบจำลองคำนวณค่าให้ เนื่องจากไม่มีหน่วยงานใดที่จัดเก็บข้อมูลเป็นรายวันได้ยาวนานเพียงพอ ข้อมูลภูมิประเทศ ได้แก่ การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2552 ชุดดิน ขอบเขตลุ่มน้ำ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ตำแหน่งเขื่อนสองแห่ง ในรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จากกรมพัฒนาที่ดิน กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิ

สารสนเทศภาคเหนือ และข้อมูลที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง ได้แก่ ตำแหน่งสถานีน้ำท่า และข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน จำนวน 9 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2556 จากกรมชลประทาน จำนวน 10 สถานี เนื่องจากมีระยะเวลายาวนานเหมาะสม มีการกระจายของที่ตั้งสถานีครอบคลุมทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำวัง และเป็นช่วงเวลาเดียวกับข้อมูลการใช้ที่ดินที่นำมาใช้ในการศึกษานี้

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้านี้ได้เลือกใช้แบบจำลอง SWAT ใช้วิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Winai [5] อธิบายว่า SWAT สามารถนำไปเป็น Extension ของ GIS เรียกว่า ArcSWAT แบบจำลอง SWAT จะแบ่งลุ่มน้ำเป็นลุ่มน้ำย่อยเพื่อการจำลองลุ่มน้ำที่มีลักษณะไม่เหมือนกัน แต่ละลุ่มน้ำย่อยจะแบ่งออกเป็นกลุ่ม คือ ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา หรือ Hydrologic Response Unit (HRUs) ข้อมูลแหล่งน้ำและน้ำใต้ดิน แม่น้ำสายหลัก และช่วงลำน้ำ โดย HRUs จะเป็นพื้นที่ภายในลุ่มน้ำย่อยที่ประกอบด้วยลักษณะเฉพาะของดิน และการใช้ประโยชน์พื้นที่ การจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยา โดยสมการสมดุลน้ำในแบบจำลอง SWAT [5] ดังสมการที่ (1)

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{suf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}) \quad (1)$$

- โดยที่ SW_t คือ ปริมาณน้ำในดินสุดท้าย (มม.)
- SW_0 คือ ปริมาณน้ำในดินเริ่มต้นในวันที่ i (มม.)
- t คือ เวลา (วัน)
- R_{day} คือ ปริมาณน้ำฝนในวันที่ i (มม.)
- Q_{suf} คือ ปริมาณน้ำไหลผิวดินในวันที่ i (มม.)
- E_a คือ ปริมาณการคายระเหยในวันที่ i (มม.)
- W_{seep} คือ ปริมาณน้ำไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินในวันที่ i (มม.)
- Q_{gw} คือ ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลกลับสู่ลำน้ำในวันที่ i (มม.)

การสร้างแบบจำลอง SWAT จะต้องการข้อมูลภูมิประเทศ

ที่และข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา การนำเข้าข้อมูลจะเริ่มจากข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ จุดทางออกแต่ละลุ่มน้ำย่อย นำเข้าข้อมูลชุดดิน การใช้ที่ดิน จากนั้นกำหนดชั้นและค่าความลาดชัน และกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ให้แต่ละลุ่มน้ำย่อย มี HRU สอดคล้องตามเปอร์เซ็นต์ของการใช้ที่ดิน ชนิดดิน และความลาดชัน [6]

ขั้นตอนต่อไปนำเข้าข้อมูลสภาพภูมิอากาศในรูปแบบข้อความ (.txt) ซึ่งเป็นข้อมูลที่แบบจำลองจะนำไปคำนวณประกอบด้วย ตำแหน่งสถานี ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ย 30 ปี ข้อมูลตรวจวัด ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนข้อมูลความเร็วลม การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ จะให้แบบจำลองคำนวณให้เนื่องจากจำนวนสถานีตรวจวัดมีน้อย และข้อมูลไม่ครบถ้วน ขั้นตอนสุดท้ายคือ สั่งคำนวณแบบจำลอง SWAT เพื่อหาปริมาณน้ำท่า โดยกำหนดช่วงเวลาเริ่มต้นของผลลัพธ์เป็น ปี 2548-2556

2.4 การสอบเทียบแบบจำลอง

นำผลน้ำท่ารายวันของแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับค่าน้ำท่ารายวันที่ได้จากการตรวจวัด ปี 2548-2556 โดยพิจารณาจากค่าดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล Coefficient of Efficiency (COE) คือ ความสัมพันธ์ของค่าอัตราการไหลเฉลี่ยรายวัน จากข้อมูลการตรวจวัดกับการคำนวณในแต่ละช่วงเวลา ควรมีค่าเท่ากับ 1 หรือมีค่าบวกลบ ไม่เกินร้อยละ 5 [5] ดังสมการที่ (2)

$$COE = 1 - \frac{\left[\sum_{i=1}^n (q_f - q_m)_i^2 \right]}{\left[\sum_{i=1}^n (q_f - q_{avg})_i^2 \right]} \quad (2)$$

โดยที่ q_f คือ ปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากสถานีตรวจวัด

q_m คือ ปริมาณน้ำท่ารายปีจากแบบจำลอง

q_{avg} คือ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัด

n คือ จำนวนเดือน (12 เดือน)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation (R^2) คือ ค่าที่ใช้บอกระดับความสัมพันธ์ของสองตัวแปร ถ้า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลจากแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดมีความ

สัมพันธ์แบบตามกัน ซึ่งในทางอุทกวิทยาถ้าค่า R^2 มากกว่า 0.6 ถือว่ายอมรับได้ [7] ดังสมการที่ (3)

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

โดยที่ x_i คือ ปริมาณน้ำท่าจากสถานีตรวจวัด

y_i คือ ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าจากสถานีตรวจวัด

\bar{y} คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

เมื่อได้ผลจากการสอบเทียบแบบจำลองแล้ว จะทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลอง เพื่อปรับค่าพารามิเตอร์ให้มีประสิทธิภาพ โดยเริ่มปรับค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับปริมาณน้ำในภาพรวมก่อน จากนั้นปรับค่าการไหลบนผิวดิน และปรับค่าการไหลส่วนใต้ดิน ทำที่ลุ่มน้ำย่อยเริ่มจากต้นน้ำก่อน จากนั้นจึงสั่งคำนวณแบบจำลอง SWAT และสอบเทียบแบบจำลองอีกครั้ง ลงทำเช่นเดิมเรื่อยๆ จนได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด ในการคำนวณปริมาณน้ำท่า

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการจำลองลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา การสอบเทียบและปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

แบ่งขอบเขตและขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำได้เป็น 18 ลุ่มน้ำย่อย รวมพื้นที่ประมาณ 10,757.58 ตารางกิโลเมตร ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความชันได้กำหนดแบบแบ่งตามช่วงความสูงเป็นเปอร์เซ็นต์ความลาดชันได้ 4 ชั้น คือ 0-5, 5-10, 10-20 และ ตั้งแต่ 20 ขึ้นไป การแบ่งชนิดของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้จำแนกเป็น 17 ประเภท โดยพบป่าผลัดใบมากที่สุดคิดเป็น 65.42 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ศึกษามีจำนวน 33 ชุดดิน โดยพบชุดดินกลุ่มที่ 62 มากที่สุดคิดเป็น 42.93 เปอร์เซ็นต์

การกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ได้กำหนดแบบหลาย HRUs โดยให้แต่ละลุ่มน้ำย่อยมี HRUs สอดคล้องตามเปอร์เซ็นต์ของการใช้ที่ดิน ชนิดดิน และความ

ลาดชัน คือ 10, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งได้ทั้งหมด 250 HRUs จากพื้นที่ลุ่มน้ำวังทั้งหมด 18 ลุ่มน้ำย่อย สิ่งคำนวณแบบจำลอง แล้วนำผลการคำนวณจากแบบจำลองไปวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (COE) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ในทุกจุดสอบเทียบแบบจำลองได้ค่าที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยได้ปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ยในทุกกลุ่มน้ำย่อยมีค่าสูงกว่าค่าตรวจวัดจริงมาก แต่ส่วนใหญ่มีความสอดคล้องของช่วงเวลา จึงวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลกระทบต่อความสอดคล้องของรูปแบบการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำท่า และช่วงเวลาการเกิดปริมาณน้ำท่า เพื่อทำการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่โปรแกรมตั้งไว้ให้ได้แก่ น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ลุ่มน้ำ ดิน การไหลในทางน้ำสายหลัก โดยพิจารณาปรับตามเกณฑ์ของช่วงค่าที่คู่มือแนะนำ [6] เพื่อให้ปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ยในทุกกลุ่มน้ำย่อยที่ได้จากแบบจำลองลดลง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวแปรค่าพารามิเตอร์ ช่วงค่าแนะนำในการปรับเทียบ และค่าที่ปรับใหม่

กลุ่มตัวแปร	พารามิเตอร์	ช่วงแนะนำ		ค่าที่ปรับใหม่
		ต่ำสุด	สูงสุด	
ค่าตัวแปรลุ่มแม่น้ำ (HRU)	ESCO	0.7	1	0.7
	CANMX	0	15	15
ค่าตัวแปรการไหลบนพื้นดิน (MGT)	CN2	-10%	10%	8%
ค่าตัวแปรของน้ำใต้ดิน (GW)	GW_DELAY	0	150	0
	GWQMN	0	5000	1,200 (ลุ่มน้ำที่ 1-8) 2,000 (ลุ่มน้ำที่ 9-18)
	GW_REVAP	0.02	0.2	0.15 (ลุ่มน้ำที่ 1-8) 0.2 (ลุ่มน้ำที่ 9-8)
ค่าตัวแปรของการไหลในทางน้ำสายหลัก (RTE)	CH_N2	0.01	0.2	0.014 (ลุ่มน้ำที่ 1-8) 0.1 (ลุ่มน้ำที่ 9-18)
	CH_K2	0	10	5 (ลุ่มน้ำที่ 1) 10 (ลุ่มน้ำที่ 2-8) 2 (ลุ่มน้ำที่ 9-18)
ค่าตัวแปรของการไหลในภาพรวม (SOL)	SOL_BD	-	-	ปรับลดลง 0.5 จากค่าเดิม
	SOL_AWC	-	-	ปรับเพิ่มขึ้น 0.05 จากค่าเดิม

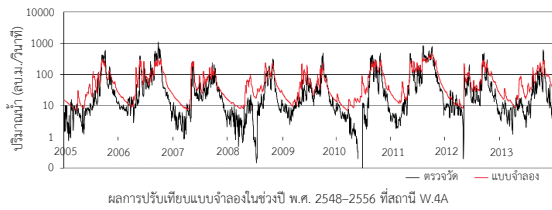
3.2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองของปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ย

หลังจากปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แล้ว ทำการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยสิ่งคำนวณแบบจำลองที่ผ่านการปรับเทียบแล้วใหม่ทุกจุด นำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันที่ได้จากการตรวจวัด จำนวน 9 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2556 จำนวน 10 สถานี ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองพบว่า ในทุกจุดสอบเทียบแบบจำลองได้ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองลดลง และค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (COE) อยู่ระหว่าง -0.43-0.66 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) อยู่ระหว่าง 0.16-0.68 ซึ่งได้ค่าที่ดีขึ้น แต่มีทั้งไม่ผ่านเกณฑ์และผ่านเกณฑ์พอใช้ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองของปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ย

สถานี	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		ร้อยละความแตกต่าง	COE	R^2
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
W.25	5.22	8.20	57.09	0.16	0.36
W.16A	9.89	12.75	28.92	0.05	0.21
W.17	7.73	9.01	16.56	-0.43	0.27
W.10A	15.55	23.86	53.44	-0.19	0.21
W.20	7.14	8.26	15.69	-0.17	0.16
W.1C	22.30	29.43	31.97	-0.06	0.24
W.22	8.89	10.14	14.06	0.21	0.23
W.3A	52.78	63.42	20.16	0.62	0.63
W.23	51.41	67.79	31.86	0.60	0.62
W.4A	54.23	70.03	29.13	0.66	0.68

พบว่าลุ่มน้ำที่มีผลการจำลองปริมาณน้ำท่าสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริงมากที่สุด คือ จุดทางออกของลุ่มน้ำย่อยที่ 16 บริเวณสถานี W.4A ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (COE) เท่ากับ 0.66 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.6853 ซึ่งในทางอุทกวิทยาคือว่ายอมรับได้ และเนื่องจากจุดทางออกสุดท้ายของลุ่มน้ำวังที่ได้จากแบบจำลองคือลุ่มน้ำย่อยที่ 18 ไม่มีสถานีตรวจวัดจริงทำให้ไม่สามารถสอบเทียบปริมาณน้ำท่าได้ นอกจากนั้นบริเวณจุดดังกล่าวนี้ เป็น



รูปที่ 2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง ที่สถานี W.4A

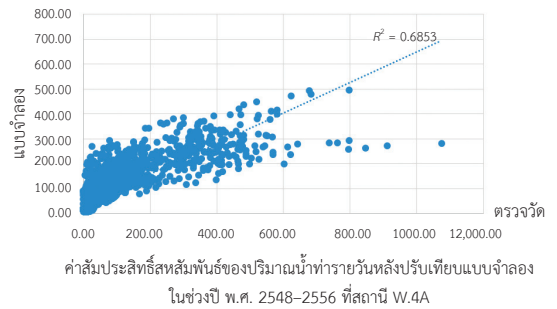
จุดปลายสุดของกลุ่มน้ำที่มีสถานีตรวจวัด และมีระยะทางห่างจากจุดทางออกสุดท้ายของกลุ่มน้ำทั้งหมด คือกลุ่มน้ำย่อยที่ 18 น้อยมาก ซึ่งพื้นที่รับน้ำทั้งหมดในกลุ่มน้ำย่อยที่ 17 และกลุ่มน้ำย่อยที่ 18 มีขนาดเล็กมาก คือ 307.28 ตารางกิโลเมตร โดยคิดเป็นร้อยละ 2.86 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งถือว่าน้อยมาก ทำให้เหมาะสมที่จะเลือกจุดทางออกของกลุ่มน้ำย่อยที่ 16 บริเวณสถานี W.4A เป็นตัวแทนในการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำวังทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3

3.3 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองของปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) และในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน)

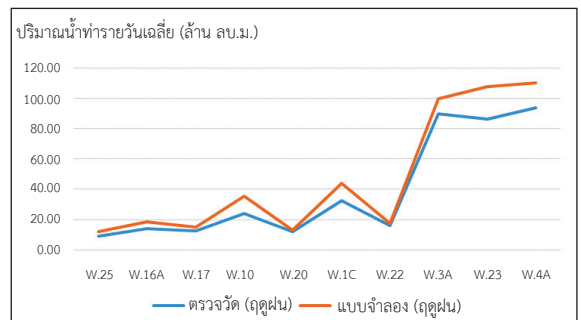
วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองของปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน และในช่วงฤดูแล้ง

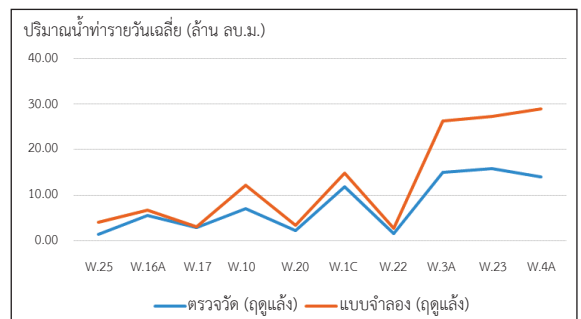
สถานี	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)				(R^2)	
	ตรวจวัด (ฤดูฝน)	แบบจำลอง (ฤดูฝน)	ตรวจวัด (ฤดูแล้ง)	แบบจำลอง (ฤดูแล้ง)	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
W.25	9.03	12.31	1.35	4.04	0.6381	0.7971
W.16A	14.13	18.70	5.59	6.71	0.4206	0.054
W.17	12.53	14.84	2.86	3.10	0.7033	0.6265
W.10A	23.90	35.46	7.08	12.09	0.5999	0.4723
W.20	12.07	13.05	2.14	3.40	0.326	0.2812
W.1C	32.67	43.80	11.77	14.85	0.6191	0.259
W.22	16.07	17.45	1.60	2.73	0.3219	0.1703
W.3A	90.04	100.01	14.96	26.28	0.8658	0.6299
W.23	86.50	107.65	15.78	27.33	0.8409	0.6175
W.4A	93.80	110.45	14.02	28.99	0.8235	0.741



รูปที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ที่สถานี W.4A



รูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองของปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน



รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองของปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง

พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้ง จำนวน 9 จุดสอบเทียบแบบจำลอง แต่มีเพียง 1 จุดสอบเทียบแบบจำลองที่ฤดูแล้งมีค่ามากกว่าฤดูฝน คือ สถานี W.25 โดยในฤดูฝนมีค่าตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.86 และในฤดูแล้งมีค่าตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.79 แสดงดังรูปที่ 4 และ รูปที่ 5 ส่วนที่สถานี W.4A ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ในฤดูฝน

และฤดูแล้งมีค่า 0.8235 และ 0.741 ตามลำดับ

3.4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ารายเดือน

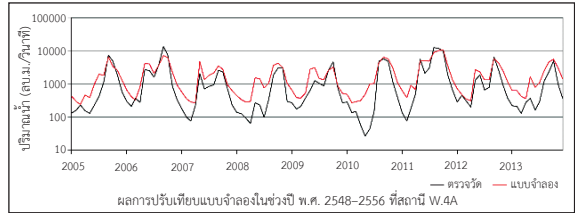
พบว่าปริมาณน้ำท่ารายเดือนในฤดูฝน คือ เดือน สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ที่ได้จากแบบจำลองมีค่าที่ใกล้เคียงค่าตรวจวัดมากกว่าในเดือนอื่นๆ ส่วนปริมาณน้ำท่ารายเดือนในฤดูแล้ง คือ เดือนธันวาคม และมกราคม ค่าจากแบบจำลองและการตรวจวัดมีค่าแตกต่างกันมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (COE) อยู่ระหว่าง 0.1709–0.8497 และค่าสหสัมพันธ์ (R^2) อยู่ระหว่าง 0.4130–0.8750 ซึ่งทุกจุดสอบเทียบแบบจำลองได้ค่าที่สูงกว่าการวิเคราะห์แบบรายวัน ส่วนสถานี W.4A ได้ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (COE) และค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.7941 และ 0.8331 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 6 และ รูปที่ 7

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่สถานี W.4A

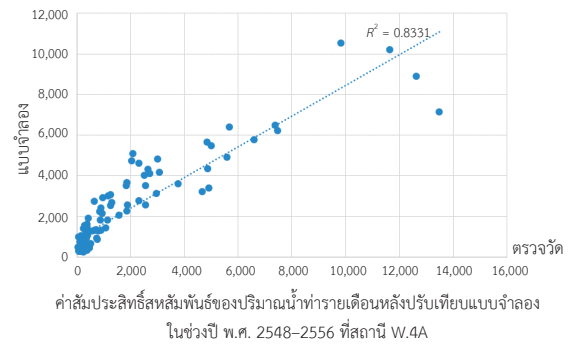
เดือน	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		ร้อยละความแตกต่าง
	สถานี W.4A	แบบจำลอง	
มกราคม	214.90	577.03	168.51
กุมภาพันธ์	182.50	390.97	114.24
มีนาคม	193.79	385.42	98.89
เมษายน	235.02	449.80	91.39
พฤษภาคม	1,448.52	2,582.91	78.31
มิถุนายน	1,003.89	2,224.13	121.55
กรกฎาคม	895.73	1,810.82	102.16
สิงหาคม	2,950.22	3,010.13	2.03
กันยายน	5,998.93	5,603.07	-6.60
ตุลาคม	4,961.08	5,091.07	2.62
พฤศจิกายน	1,328.08	2,403.54	80.98
ธันวาคม	386.47	1,046.10	170.68
รวม	19,799.13	25,575.00	29.17

3.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยและปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปีเฉลี่ย

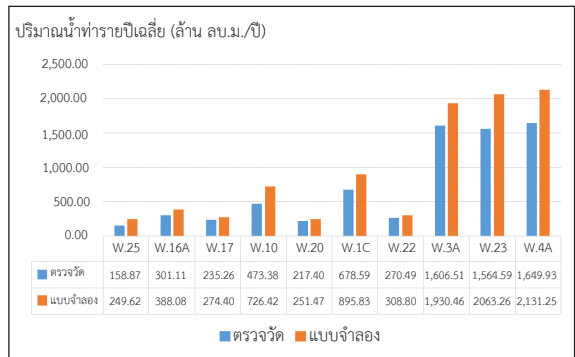
พบว่าข้อมูลตรวจวัดจริงและผลการปรับเทียบแบบ



รูปที่ 6 ผลการปรับเทียบแบบจำลองของปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่สถานี W.4A



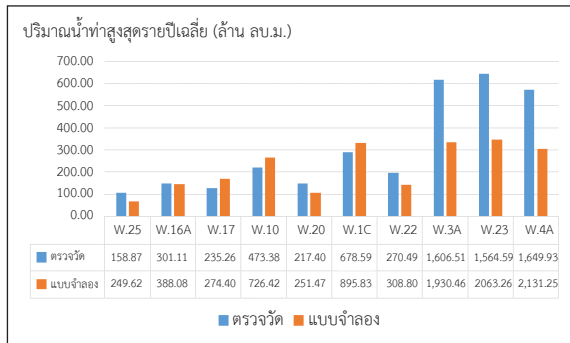
รูปที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ที่สถานี W.4A



รูปที่ 8 ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย

จำลอง ที่สถานี W.4A ซึ่งใช้เป็นตัวแทนในการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำวังทั้งหมด มีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1,649.93 และ 2,131.25 ล้าน ลบ.ม.ตามลำดับ ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มน้ำ แสดงดังรูปที่ 8

พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปีเฉลี่ยใน 7 จุดสอบเทียบแบบจำลองมีค่าน้อยกว่าค่าตรวจวัดจริง ได้แก่ สถานี W.25,



รูปที่ 9 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปีเฉลี่ย

W.16A, W.20, W.22, W.3A, W.23 และ W.4A โดยมีเพียง 3 จุดสอบเทียบแบบจำลองที่มีค่ามากกว่าค่าตรวจวัดจริง ได้แก่ สถานี W.17, W.10A และ W.1C แสดงดังรูปที่ 9

4. อภิปรายผลและสรุป

ผลการศึกษา อธิบายได้ว่าปริมาณน้ำท่ารายวัน รายเดือน และรายปีในทุกกลุ่มน้ำย่อยมีค่าสูงกว่าค่าตรวจวัดจริงมาก แต่ค่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปีเฉลี่ยในหลายกลุ่มน้ำย่อยมีค่าน้อยกว่าค่าตรวจวัดจริง เมื่อวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองเป็นรายเดือน จะมีประสิทธิภาพมากกว่ารายวัน เนื่องจากได้ค่า COE และ R^2 สูงกว่าข้อมูลรายวัน สรุปได้ว่า ลักษณะความเหมาะสม และข้อจำกัดของแบบจำลอง ในการจำลองปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำวัง คือการจำลองปริมาณน้ำท่ารายเดือนสูงสุด โดยเฉพาะในเดือนที่มีปัญหาน้ำท่วม ปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายเดือนจากแบบจำลองส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำกว่าค่าตรวจวัดจริง นอกจากนี้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ารายวันเฉลี่ย และรายเดือน ในช่วงฤดูฝนจะได้ค่าที่ใกล้เคียงค่าตรวจวัดมากกว่าในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากในฤดูแล้งมักมีสิ่งปลูกสร้างในการชะลอน้ำ หรือผันน้ำ เช่น การทำฝาย หรือการบริหารจัดการน้ำเพื่อกักเก็บน้ำของเขื่อน และอ่างเก็บน้ำ ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ หรือตามธรรมชาติ

ดังนั้นจึงได้เลือกจุดที่เหมาะสมในการเป็นตัวแทนการคำนวณปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำวังทั้งหมด คือจุดทางออกของกลุ่มน้ำย่อยที่ 16 บริเวณสถานี W.4A ซึ่งการคำนวณแบบ

รายวัน ได้ค่า COE และ R^2 มากที่สุด คือ 0.66 และ 0.6853 ตามลำดับ สำหรับการคำนวณแบบรายเดือน ได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.8331 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดีและใกล้เคียงกับจุดที่ได้ค่าสูง และสาเหตุที่การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในช่วงต้นน้ำ กลางน้ำ ได้ผลลัพธ์ได้ผลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ อาจเป็นผลมาจากบริเวณต้นน้ำคือ จุดสอบเทียบแบบจำลองที่สถานี W.16A มีเขื่อนกั้นคอกหมา และที่สถานี W.10A มีเขื่อนกั้นวลม ซึ่งผู้เขียนได้ใส่ข้อมูลพื้นที่ฐานเกี่ยวกับเขื่อนในพารามิเตอร์ อ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ของแบบจำลอง SWAT แล้ว ส่วนที่สถานี W.22 มีอ่างเก็บน้ำแม่งางแต่ไม่ได้นำไปใส่ในพารามิเตอร์ อ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ของแบบจำลอง SWAT ซึ่งควบคุมการใช้ไฟฟ้โดยโรงไฟฟ้าถ่านหินแม่เมาะ ทำให้ปริมาณน้ำท่าถูกจัดการโดยมนุษย์ นอกจากจุดสอบเทียบแบบจำลองที่กล่าวมานี้ ในจุดอื่นๆ อาจเกิดจากสาเหตุของการขาดหายของข้อมูลตรวจวัด และความผิดพลาดของเครื่องมือ รวมทั้งการควบคุมน้ำโดยมนุษย์ เพื่อการเกษตร หรืออุตสาหกรรม เช่น การทำฝายผันน้ำ การสูบน้ำ การสร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำ เป็นต้น แต่ที่ได้เลือกจุดเหล่านี้มาสอบเทียบแบบจำลอง เนื่องจากต้องการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าทั้งหมดในลุ่มน้ำวัง ซึ่งไหลสะสมรวมตั้งแต่ลุ่มน้ำตอนบนสุดลงสู่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ รวมกันเรื่อยมาจนถึงที่จุดปลายของกลุ่มน้ำ ซึ่งพบว่าเมื่อสั่งคำนวณข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มน้ำ จะได้ผลที่จุดปลายของกลุ่มน้ำคือ สถานี W.4A มีค่าปริมาณน้ำท่าที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ

ได้ผลการสอบเทียบแบบจำลองใกล้เคียงกับการศึกษาของ Booranaphoke [8] ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำห้วยกระเสี้ยวที่ได้ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (COE) อยู่ระหว่าง 0.82–0.87 ปริมาณน้ำท่ารายวันส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าตรวจวัดจริงและการศึกษาของ Olan [9] ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2520, 2537 และ 2544 ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันในปี พ.ศ. 2517–2545 แบ่งเป็นสามช่วงสอดคล้องกับช่วงเวลาข้อมูลการใช้ที่ดิน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.78 ถึง 0.85 โดยปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าการตรวจวัดทั้งสามช่วงเวลา ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็นช่วงฤดูฝนและ

ฤดูแล้งพบว่า ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด โดยในฤดูฝนได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดมากกว่าในฤดูแล้ง และสอดคล้องกับการศึกษาของ Manoj Jain [10] ซึ่งศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำ Vamsadhara ที่มีขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกับการศึกษานี้ และมีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นเช่นเดียวกัน แต่แตกต่างกันที่การแบ่งจำนวนลุ่มน้ำย่อย และหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาไม่เท่ากัน นอกจากนี้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัดจริงใช้แค่ปริมาณน้ำฝนรายวันเพียงอย่างเดียว พบว่าผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่ารายวัน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.73 ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (COE) เท่ากับ 0.72 ส่วนปริมาณน้ำท่ารายเดือน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.91 และค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (COE) เท่ากับ 0.91 ซึ่งได้ค่าใกล้เคียงและสอดคล้องกับผลของการศึกษานี้ ในด้านการสอบเทียบแบบจำลองและปรับค่าตัวแปรของแบบจำลอง ได้ผลใกล้เคียงกับการศึกษาของ Piyawat and Charoen [11] ศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อปริมาณและรูปแบบการเกิดน้ำท่ามากที่สุด ได้แก่ CN, SOL_K, SOL_AWC และ ESCO ตามลำดับ ต่างกันที่การศึกษานี้ปรับค่า SOL_BD และได้ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองใกล้เคียงกันคือ ได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.89 และ COE เท่ากับ 0.83 และในภาพรวมของการใช้แบบจำลอง SWAT ในพื้นที่ลุ่มน้ำในเขตร้อนชื้น ซึ่งแบบจำลองจะมีการกำหนดสมการ และค่าตัวแปรที่ยังไม่ค่อยเหมาะสมกับภูมิอากาศและภูมิประเทศ ผลการจำลองมีส่วนใหญ่จะได้ผลใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Puwadon [12] ศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำลำสนธิ ซึ่งมีการปรับค่าพารามิเตอร์ในตัวแปรที่เหมือนกัน และค่าใกล้เคียงกันกับการศึกษานี้ และพบว่าได้ผลลัพธ์ที่ไม่ค่อยดีในฤดูแล้ง และในภาพรวมจะอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ในการคำนวณแบบรายเดือน

แต่ผลการสอบเทียบแบบจำลองแตกต่างกับการศึกษาของ Sarawut [13] ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอุทกวิทยาและการใช้ที่ดินและผลกระทบที่มีต่อโครงการอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำปิงตอนบน ได้กำหนดจุดสอบเทียบแบบจำลอง 7 จุด ได้ค่าปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง 5 จุด

ต่ำกว่าข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด เนื่องจากเลือกวิธีการปรับค่าพารามิเตอร์คนละตัวแปรกัน จำนวนหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา จำนวนและความถูกต้องของสถานีวัดปริมาณน้ำฝน และแตกต่างกับผลการศึกษาของ Sirilak [14] ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำแม่จาง จังหวัดลำปาง ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี 2552 และใช้ข้อมูลน้ำท่าที่ตรวจวัดจริง ในช่วงเวลาเดียวกับการศึกษานี้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.575 แต่ได้ผลการศึกษาแตกต่างกันในช่วงเวลาฤดูแล้ง และฤดูฝน พบว่าในฤดูแล้งได้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงค่าตรวจวัดจริงมากกว่าในฤดูฝน เนื่องจากจำนวนปีของข้อมูลปริมาณน้ำท่ามีระยะเวลาไม่เท่ากัน และมีการแบ่งจำนวนของหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาไม่เท่ากัน

ดังนั้นในการใช้แบบจำลอง SWAT ควรเลือกพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งก่อสร้างที่ขวางทางน้ำ หรือสิ่งที่ควบคุมปริมาณน้ำท่าโดยมนุษย์ เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่า และเนื่องจากพื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่ ทำให้ต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นหลายลุ่มน้ำ และใช้จุดสอบเทียบแบบจำลองหลายจุด ดังนั้นข้อมูลตรวจวัดด้านอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยาที่ได้จากหน่วยงานต่างๆ ซึ่งใช้ในการนำเข้าและสอบเทียบแบบจำลอง ควรต้องมีการจัดเก็บให้ครบทุกประเภท มีความถูกต้อง และต่อเนื่อง มีจำนวนมากพอกระจายทุกๆ พื้นที่ทั่วลุ่มน้ำ และก่อนนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ควรตรวจสอบความถูกต้องด้วย เพื่อลดความผิดพลาด และให้การคำนวณมีความถูกต้อง นอกจากนี้สิ่งที่อาจส่งผลให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพน้อยลง คือ แบบจำลอง SWAT มีการจัดรูปแบบข้อมูลการใช้ที่ดิน และชุดดินเป็นแบบของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งฐานข้อมูลของประเทศไทยมีข้อมูลบางอย่างไม่ครบถ้วน คือคุณสมบัติสภาพดิน และการจัดเตรียมข้อมูลใส่ในหัวข้อต่างๆ อาจผิดพลาดได้ขึ้นอยู่กับความเข้าใจของผู้ทำการศึกษา ซึ่งหลังจากนี้จะนำผลที่ได้จากการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลอง SWAT ไปใช้กับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อหาปริมาณน้ำท่าในอนาคตต่อไป ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการประเมินน้ำท่าจากปัจจัยหรือในสถานการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่า ซึ่งเปลี่ยนไปในอนาคต ได้แก่ การเปลี่ยนแปลง



สภาพภูมิอากาศ การใช้ที่ดิน เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผน การบริหารจัดการน้ำ หรือภัยพิบัติ จากปริมาณน้ำท่าที่ เปลี่ยนแปลงได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน ที่สนับสนุน ข้อมูลสภาพอากาศ และกรมชลประทานที่สนับสนุนข้อมูล ปริมาณน้ำท่า

เอกสารอ้างอิง

- [1] B. Kwanyuen, "Comparative study of rainfall change in the north of Thailand," in *Proceedings the International Conference: The Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl*, Kasetsart University, Bangkok, 2000, pp. 369–377.
- [2] R. Srinivasan, T. S. Ramanarayanan, J. G. Arnold, and S. T. Bednarz, "Large area hydrologic modeling and assessment: Part II," *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 34 no. 1, pp. 91–101, 2007.
- [3] Bureau of Large Scale Water Resources Development, Royal Irrigation Department. (2012, September). Wang River Basins [Online]. Available: web.rid.go.th/lproject/const/water/25/25river/07wang.ppt (in Thai).
- [4] Hydro and Agro Informatics Institute. (2012, February). Data collection and analysis data project of 25 basins and flood drought model, Wang River Basins [Online]. Available: <http://www.thaiwater.net/web/attachments/25basins/07-wong.pdf> (in Thai).
- [5] W. Wangpimool. (2009, May). *Operation manual on SWAT model applications* (2nd ed.) [Online]. Available: http://www.tnmckc.org/upload/document/IKMP/5.Component4/1.DSF/SWAT_Manual_Thai_V2-2009.pdf (in Thai).
- [6] B. Khantisdhi and O. Vonnarart. (2014, July 30). ARC SWAT 2012 UserGuide [Online]. Available: https://www.dropbox.com/s/yhfjywgjnpgp9rq/SWAT_UserGuide_Thai.pdf?dl=0 (in Thai).
- [7] C. Santhi, J. G. Arnold, J. R. Williams, W. A. Dugas, R. Srinivasan, and L. M. Hauck, "Validation of the SWAT model on a Large River Basin with point and nonpoint," *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 37 no. 5, pp. 1169–1188, 2001.
- [8] B. Buranet, "The effect of climate change and land use change on catchment hydrology in Huai Kraseaw Basin," M.S. thesis, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering King Mongkut's University of Technology Thonburi, 2009 (in Thai).
- [9] O. Vesurai, "The impacts of land use changes on runoff in the upper Nan Basin using SWAT hydrologic model," M.S. thesis, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering Chulalongkorn University, 2005 (in Thai).
- [10] M. Jain and S. Sharma. Hydrological modeling of Vamsadhara River Basin, India using SWAT. presented at International Conference on Emerging Trends in Computer and Image Processing Dec. 15–16, 2014 Pattaya (Thailand) [Online]. Available: <http://psrcentre.org/images/extraimages/21%201214056.pdf>
- [11] P. Wuttichaikitcharoen and C. Saratun. Runoff estimation in Mae Chaem basin using SWAT.

- presented at the 5th National Convention on Water Resources Engineering [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Piyawat_Wuttichaikitcharoen/publication/262484255_Runoff_Estimation_in_Mae_Chaem_Basin_using_SWAT_in_Thai/links/0046353bebe692d42a000000/Runoff-Estimation-in-Mae-Chaem-Basin-using-SWAT-in-Thai.pdf
- [12] P. Phomcha, “Suitability of SWAT model for simulating of monthly streamflow in Lam Sonthi watershed,” *Journal of Industrial Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 49–56, 2011.
- [13] S. Sophonphattanakul, “Changes in hydrometeorologic condition and land use and their impacts on reservoir projects in the upper Ping River basin,” M.S. thesis, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering King Mongkut’s University of Technology Thonburi, 2008 (in Thai).
- [14] S. Intaruksa, “The application of geo-informatics for studying runoff quantity using hydrologic model (SWAT) case study of Maejang basin, Lampang Province,” M.S. thesis, Department of Geoinformatics, Faculty of Geoinformatics Burapha University, 2012 (in Thai).