

การปรับเทียบอัตโนมัติของแบบจำลองแท็งก์โดยใช้ Microsoft Excel Solver Automatic Calibration of Tank Model Using Microsoft Excel Solver

สีมศิษฐ์ วิทิพนธ์¹ ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์² ดวงฤดี โฆษิตกิตติวงศ์³ เสฏฐา ศาสนนันท์^{4*}

¹ วิศวกรโยธาปฏิบัติการ สำนักวิศวกรรมผังเมือง กรมโยธาธิการและผังเมือง 224 ถ.พระราม 9 แขวงห้วยขวาง
เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10320

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

⁴ อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำบลอ้อมเกร็ด อำเภอบางกรวย จังหวัดนครนายก 26120

Srikasit Wititpan¹, Chaiwat Ekkawatpanit² Duangrudee Kositgittiwong³ Setta Sasananan⁴

¹ Public Works Engineer, Town and Country Planning Engineering Bureau, Department of Public
Works and Town & Country Planning, 224 Rama 9 Road, Huaykwang, Bangkok 10320

² Assistant Professor, Civil Engineering Department, King Mongkut's University of Technology
Thonburi, 126 Pracha Uthit Rd., Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140

³ Assistant Professor, Civil Engineering Department, King Mongkut's University of Technology
Thonburi, 126 Pracha Uthit Rd., Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140

⁴ Lecturer, Civil Engineering Department, Srinakharinwirot University, 63 Moo 7, Rangsit-
Nakhonnayok Road, Ongkharak, Nakhonnayok 26120

*Corresponding author E-mail: e41stomos@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ในแบบจำลองแท็งก์ โดยทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณระหว่างวิธีการสุ่มแทนค่า (Trial and error) ของพารามิเตอร์และการประยุกต์ใช้ Microsoft Excel Solver เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ผลการศึกษาพบว่า การปรับเทียบแบบจำลองแท็งก์ในลุ่มน้ำยมตอนบนโดยใช้ Microsoft Excel Solver ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการสุ่มแทนค่าของพารามิเตอร์ในเชิงความถูกต้องและมีความสะดวกรวดเร็ว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า Microsoft Excel Solver สามารถนำไปประยุกต์ใช้หาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองแท็งก์ในลุ่มน้ำยมตอนบน นอกจากนี้ได้ทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมในการใช้เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของการหาค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองแท็งก์โดยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ได้แก่ IA, Nash, R2 และ RMSE ซึ่งพบว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ IA เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะให้ค่าที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: การปรับเทียบอัตโนมัติ ค่าสัมประสิทธิ์ แบบจำลองแท็งก์ แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า Microsoft Excel Solver

ABSTRACT

The objective of research is to determine optimal parameters of tank model using Microsoft Excel Solver. The parameters can be optimized and compared by using trial and error method and Microsoft Excel Solver. It can be concluded that model parameters using Microsoft Excel Solver showed better correlations more than that of trial and error method by increasing accuracy and convenience. The results showed that Microsoft Excel Solver can be used to calibrated Tank model parameter in Upper Yom River Basin. Additionally, for the research at hand, it was found that the best of objective function from the group of IA , $Nash$, R^2 and $RMSE$ is IA

Keyword: Automatic calibration, coefficient, Rainfall-Runoff model, Tank model, Microsoft Excel Solver

1. บทนำ

อุทกภัยเป็นภัยธรรมชาติที่สร้างความเสียหายให้กับชีวิตและทรัพย์สิน ปัจจุบันมีแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าเพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นอย่างมาก แต่แบบจำลองต่าง ๆ นั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายให้กับผู้พัฒนาแบบจำลองหรือใช้เวลาในการคำนวณนานอีกทั้งยังมีข้อจำกัดอื่นๆ หากสามารถพัฒนาแบบจำลองให้นำมาใช้ได้ง่ายโดยการคำนวณจาก Microsoft Excel ที่มีในคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยแบบจำลองแท็งก์(Tank model) เป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่สามารถใช้การคำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ แต่แบบจำลองแท็งก์ก็ยังคงมีปัญหาที่ยากในการปรับค่าพารามิเตอร์ เพราะมีค่าพารามิเตอร์มากถึง 16 พารามิเตอร์ โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองแท็งก์ประกอบด้วยหลายปัจจัย เช่น สภาพการใช้ที่ดิน, ลักษณะพื้นที่หรือลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นต้น ซึ่งยากต่อการปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อให้ผลของแบบจำลองมีความถูกต้อง โดยในอดีต ประเทศไทยมีการใช้แบบจำลองแท็งก์เช่น การศึกษาเตือนภัยน้ำท่วมในจังหวัดเชียงใหม่พบว่าแบบจำลองแท็งก์มีความแม่นยำสูงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำหลากในกลุ่มน้ำปิงตอนบนของจังหวัดเชียงใหม่ได้ [1]

การปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแบบจำลองแท็งก์สามารถทำได้โดยสุ่มค่าของพารามิเตอร์ (Trial and error) และทำการด้วยการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับข้อมูลจากการตรวจวัด [3] แต่วิธีการนี้ต้องเสียเวลาในการ

ปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการหาพารามิเตอร์ให้มีความเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ โดยหาความสัมพันธ์กับใช้ลักษณะการใช้ที่ดินและธรณีวิทยาเป็นสมการถดถอยพหุคูณ ซึ่งใช้วิธีการของ Standardized Powell และ Powell ในการหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ต่างๆ [4] ซึ่งวิธีการหรือ สมการดังกล่าวนี้มีความซ้ำซ้อน

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแบบจำลองแท็งก์ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณค่าอัตราการไหลโดยใช้การปรับเทียบพารามิเตอร์แบบอัตโนมัติซึ่งจะทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณจากวิธีการใช้ Microsoft Excel Solver กับวิธีการสุ่มค่าพารามิเตอร์ว่าผลที่ได้มีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด และนอกจากนี้จะทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์โดยการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ IA , $Nash$, R^2 และ $RMSE$ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ให้ผลการคำนวณที่ดีที่สุด

2. วิธีการศึกษา

2.1 แบบจำลองแท็งก์

แบบจำลองแท็งก์เป็นแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่าโดยจำลองให้พื้นที่ลุ่มน้ำมีสภาพเป็นถังน้ำและมีการไหลของน้ำไปยังทางออกด้านข้างที่เปรียบเสมือนการไหลของน้ำท่าซึ่งแบบจำลองแท็งก์มีการแบ่งถังน้ำเป็นชั้นๆ เปรียบเสมือนชั้นของดินโดยจะมีพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าของการไหลออกด้านข้าง (a) ค่า

สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (i) ค่าความสูงของทางไหลออกด้านข้าง (z) และค่าความสูงของน้ำในถัง (h) ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแสดงผังและองค์ประกอบของแบบจำลองแท็งก์แบบ 4 ถัง โดยที่แบบจำลองนี้จะจำลององค์ประกอบ

ทางด้านอุทกวิทยาที่สำคัญไว้ คือ ความเข้มข้น (r) อัตราการระเหย (e) อัตราการไหล (q) อัตราการซึมระหว่างชั้นดิน (I) และสภาวะการไหลของน้ำใต้ดิน ซึ่งจะเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ข้างต้นได้ตามสมการที่ (1) - (4)

$$q(x,n) = \begin{cases} a(x) \times (h(x,n) - z(x)), & (h(x,n) > z(x)) \\ 0, & (h(x,n) \leq z(x)) \end{cases} \quad (1)$$

$$I(x,n) = i(x) \times h(x,n) \quad (2)$$

$$h(x,n+1) = \begin{cases} h(x,n) - q(x,n) \times \Delta t - I(x,n) \times \Delta t + r(n+1) \times \Delta t, & (x=1) \\ h(x,n) - q(x,n) \times \Delta t - I(x,n) \times \Delta t + I(x-1,n) \times \Delta t, & (x \neq 1) \end{cases} \quad (3)$$

$$Q(n) = \sum_{x=1}^4 q(x,n) \quad (4)$$

เมื่อ

x = จำนวนชั้นของถังนับจากถังบน

n = จำนวนวันนับจากวันที่เริ่มต้นการคำนวณน้ำท่า (1/day)

Δt = ความยาวของช่วงเวลาในการคำนวณ

$a(x)$ = ค่าสัมประสิทธิ์การไหลออกของน้ำท่าในถังที่ x (1/day)

$i(x)$ = ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมผ่านในถังที่ x (1/day)

$h(x,n)$ = ค่าความสูงของน้ำในถังที่ x ในวันที่ n (mm)

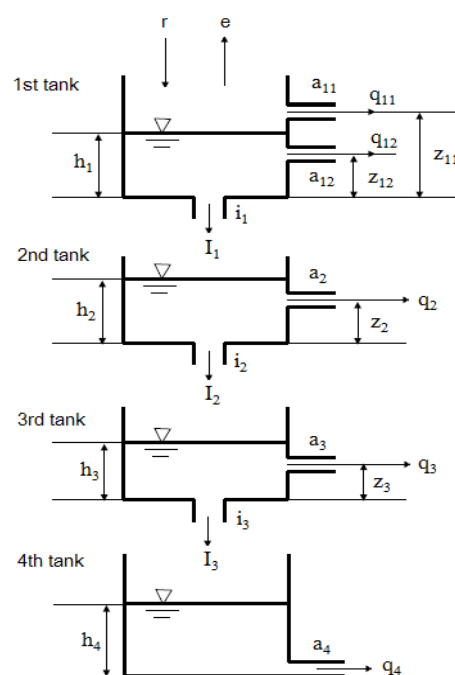
$I(x,n)$ = อัตราการซึมผ่านของน้ำจากถังที่ x ในวันที่ n (mm/day)

$r(n)$ = ปริมาณความเข้มข้นในวันที่ n (mm/day)

$Q(n)$ = อัตราการไหลทั้งหมดของกลุ่มน้ำวันที่ n (mm/day)

$q(x,n)$ = อัตราการไหลของถังที่ x ในวันที่ n (mm/day)

$z(x)$ = ความสูงของรูน้ำท่าในถังที่ x (mm)



รูปที่ 1 ผังและองค์ประกอบของแบบจำลองแท็งก์แบบ 4 ถัง

2.2 การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยใช้ Microsoft Excel Solver ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้หาค่าที่เหมาะสม โดยต้องกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

หาค่า ซึ่งสามารถกำหนดให้หาค่าเหมาะสมสูงสุดหรือต่ำสุดได้ และต้องกำหนดเซลล์ที่ต้องการเปลี่ยนค่า ซึ่งก็คือค่าพารามิเตอร์ และกำหนดช่วงของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อควบคุมการหาค่าที่เหมาะสม โดยในการศึกษานี้จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหมด 4 ตัวคือ ค่าการยอมรับได้ Index of Agreement (IA), ค่า

ประสิทธิภาพของ Nash และ Sutcliffe [2] (Nash), ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) และ รากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย Root mean square error (RMSE) ดังแสดงอยู่ในสมการที่ (5)-(8) โดยจะทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีหาค่าพารามิเตอร์ กับวิธีการใช้ Solver โดยใช้ค่า Nash เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$IA = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (s_i - o_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|s_i - \bar{o}| + |o_i - \bar{o}|)^2} \right] \quad (5)$$

$$Nash = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (o_i - s_i)^2}{\sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2} \right] \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (o_i - s_i)^2} \quad (7)$$

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})(s_i - \bar{s})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2 \sum_{i=1}^n (s_i - \bar{s})^2}} \right)^2 \quad (8)$$

เมื่อ

S = ค่าที่ได้จากแบบจำลอง (m^3/s)

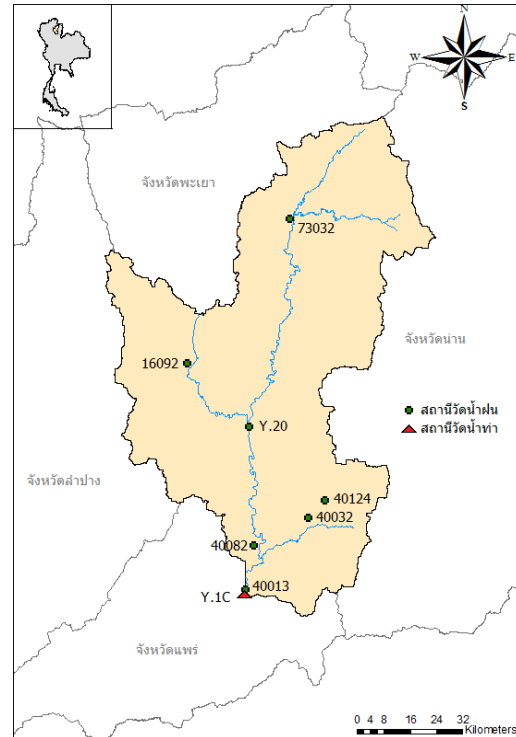
$\bar{S}$ = ค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง (m^3/s)

O = ค่าที่ได้จากการตรวจวัด (m^3/s)

$\bar{O}$ = ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจวัด (m^3/s)

3. พื้นที่การศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนซึ่งอยู่ในภาคเหนือของประเทศไทยโดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัดได้แก่ จังหวัดพะเยา, น่าน, ลำปาง และแพร่ มีต้นกำเนิดเริ่มต้นจากดอยขุนยวม ซึ่งตั้งอยู่ในทิวเขาฝิปันน้ำ พื้นที่อำเภอปงและอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา ไหลผ่านหุบเขาที่มีความลาดชันสูง ประกอบกับมีบางช่วงของพื้นที่เป็นที่ราบแคบก่อนที่จะไหลเข้าสู่จังหวัดแพร่ ผ่านไปยังอำเภอสองพี่น้อง เป็นการสิ้นสุดขอบเขตของพื้นที่ช่วงตอนบนของกลุ่มน้ำ มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 7,434 ตารางกิโลเมตร โดยมีสถานีวัดน้ำฝนรายวันทั้งหมด 7 สถานีได้แก่ 16092, 40013, 40032, 40082, 40124, 73032 และ Y.20 และใช้ข้อมูลอัตราการไหลรายวันจากสถานีวัดน้ำท่า 1 สถานีคือสถานี Y.1C ซึ่งรูปพื้นที่การศึกษาและตำแหน่งสถานีจะแสดงอยู่ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 พื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนและตำแหน่งสถานีน้ำฝนและน้ำท่า

4. รูปภาพ ตาราง และสมการ

ในขั้นตอนการประยุกต์ โดยการใช้ข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบต้องเลือกปีที่ไม่ใกล้เคียงกันเพื่อไม่ให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดิน ซึ่งได้ใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2548 ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ พร้อมกับใช้ Solver และตั้งค่าของฟังก์ชันต่างๆ เพื่อให้การปรับค่าพารามิเตอร์นั้นมีเป้าหมายในการปรับค่าพารามิเตอร์ และใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2549 ในการตรวจสอบ

4.1. ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function)

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการศึกษานี้จะกำหนดให้ค่าต่างๆ ทั้งหมด 4 ตัวได้แก่ค่า IA , $Nash$, R^2 และ $RMSE$ โดยค่า IA , $Nash$ และ R^2 ให้ค่าเหมาะสมที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้นต้องกำหนดฟังก์ชันเป็นแบบการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่สูงสุดแต่ค่า $RMSE$ ค่าเหมาะสมที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นต้องกำหนดฟังก์ชันเป็นแบบการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่ต่ำที่สุด

4.2 ฟังก์ชันควบคุม (Constrain function)

ฟังก์ชันควบคุมจะกำหนดค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของพารามิเตอร์ที่จะทำการเปลี่ยนค่าดังสมการที่ 9-11

$$a(x) \begin{cases} \geq 0, (x=1,2,3,4) \\ \leq 1, (x=1) \\ \leq 0.8, (x \neq 1) \end{cases} \quad (9)$$

$$i(x) \begin{cases} \geq 0.01, (x=1) \\ \geq 0.001, (x \neq 1) \\ \leq 1, (x=1,2,3,4) \end{cases} \quad (10)$$

$$z(x) \geq 0 \quad (11)$$

4.3 ค่าในสภาพเริ่มต้น (Initial Condition)

ในขั้นตอนนี้องค์กำหนดค่าในสภาพเริ่มต้นของการคำนวณคือค่าความสูงของน้ำในถังแต่ละถัง โดยสามารถหาได้จากการคำนวณด้วยโมเดลของปีก่อนหน้านำมาใช้เป็นค่าเริ่มต้นของปีที่ทำการคำนวณซึ่งค่าต่างๆจะแสดงอยู่ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าคงที่ของพารามิเตอร์ในสภาพเริ่มต้น

พารามิเตอร์	ค่าคงที่ในสภาพเริ่มต้นของปีพ.ศ. 2548 (mm)	ค่าคงที่ในสภาพเริ่มต้นของปีพ.ศ. 2549 (mm)
h_1	5	5
h_2	9	0
h_3	14	15
h_4	0	0

5. ผลการศึกษา

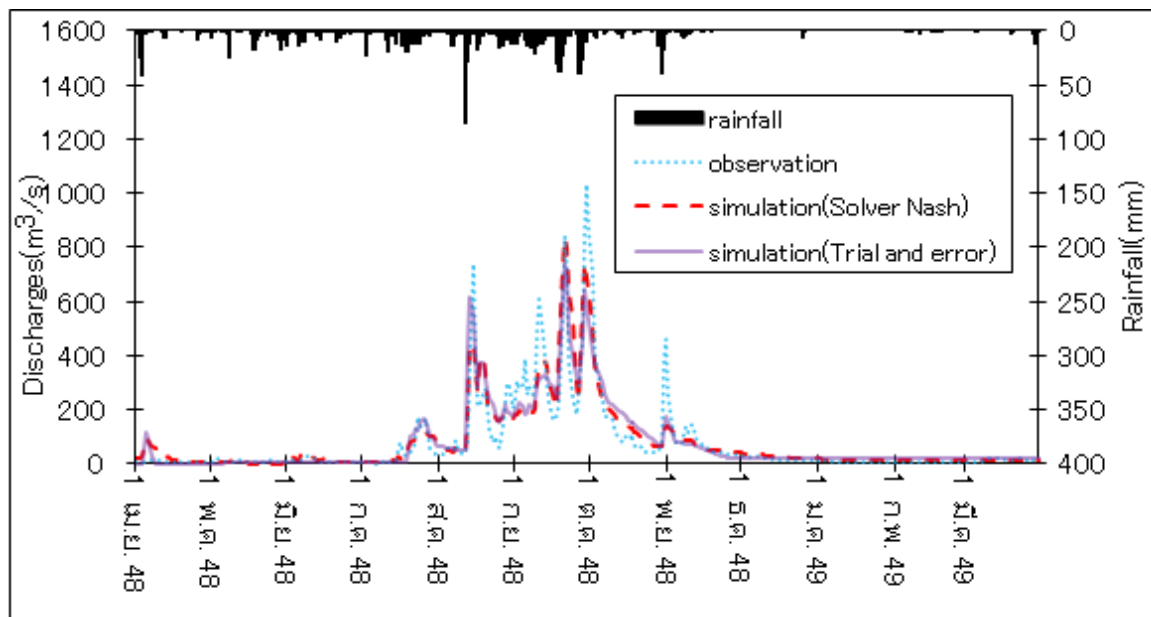
ผลการคำนวณโดยแบบจำลองแท่งค้โดยใช้ข้อมูลลุ่มน้ำยมตอนบนในการเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2548 และ การตรวจสอบแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2549 โดยใช้ Microsoft Excel Solver ในการปรับค่าพารามิเตอร์แบบอัตโนมัติโดยกำหนดให้ค่า Nash เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์และนำมาเปรียบเทียบกับการใช้วิธีการหาค่าพารามิเตอร์โดยใช้การพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ Nash

ซึ่งผลของค่า Nash แสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 3 และ 4 พบว่าผลที่ได้จากการใช้ Microsoft Excel Solver จะให้ผลที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดทั้งช่วงน้ำแล้งและน้ำหลากเนื่องจากการหาค่าพารามิเตอร์นั้นจะใช้วิธีการปรับค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีลองผิดลองถูกและได้ค่า Nash ที่ดีที่สุด แต่การใช้ Microsoft Excel Solver จะเป็นการปรับค่าพารามิเตอร์ให้มีค่าเหมาะสมแบบอัตโนมัติโดยค่า Nash ที่ได้จะเป็นค่าที่ดีที่สุด

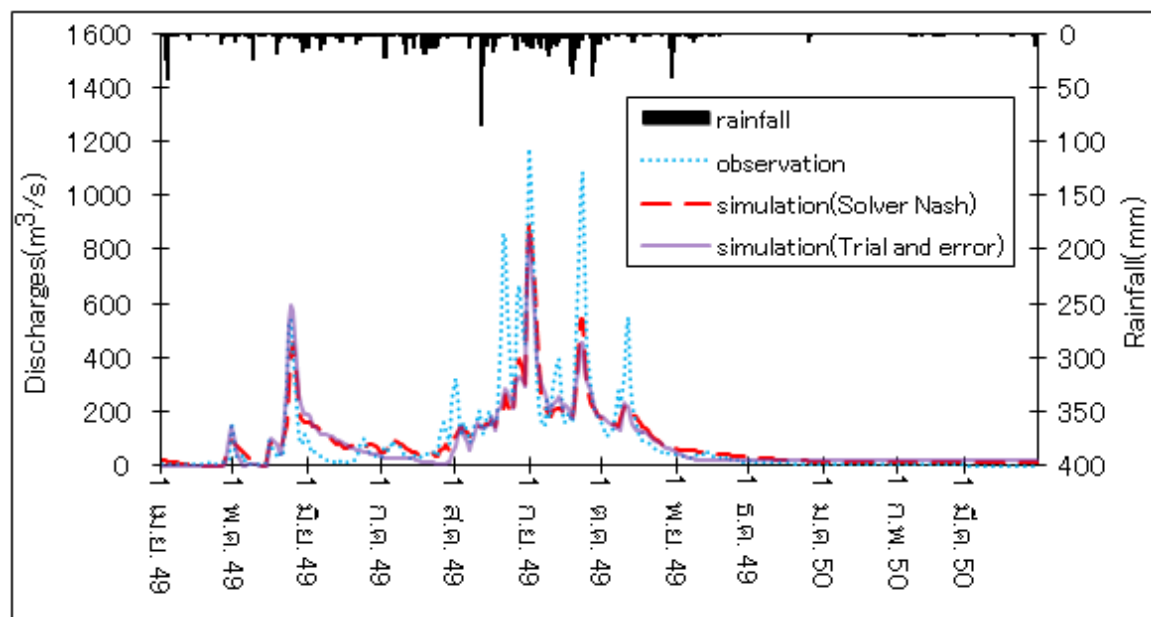
ตารางที่ 2 ค่า Nash ของการปรับพารามิเตอร์

วิธีการ	Nash	
	การปรับเทียบปี พ.ศ. 2548	การตรวจสอบปี พ.ศ. 2549
หาค่าพารามิเตอร์(Trial and error)	0.807	0.718
Microsoft Excel Solver โดยใช้ Nash เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์	0.840	0.747

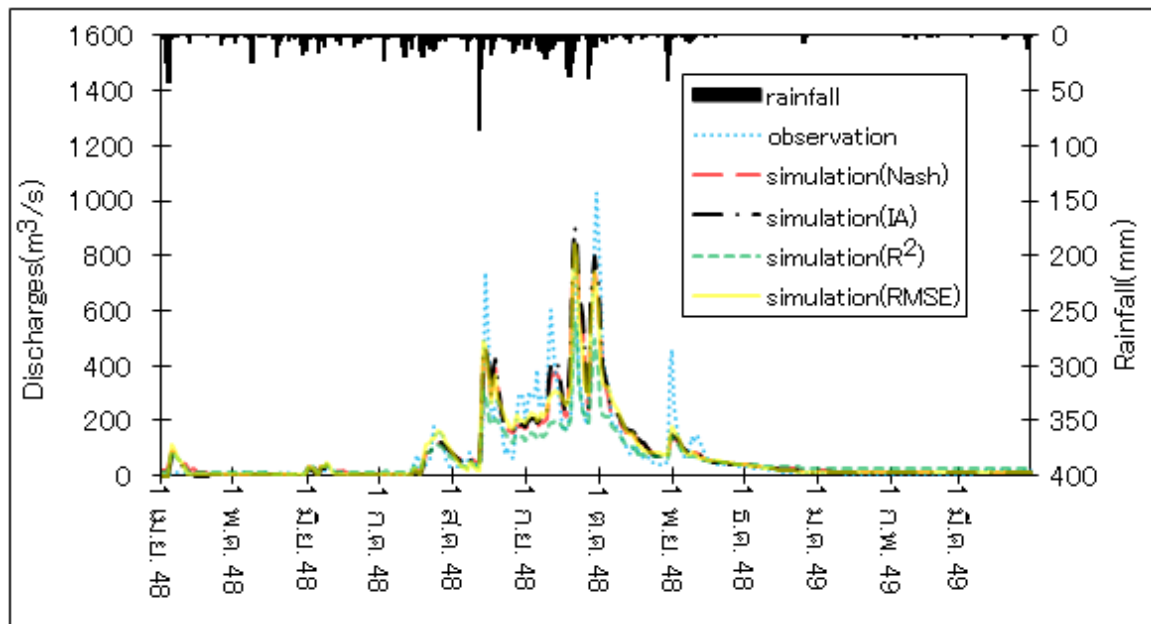
จากการเปรียบเทียบแบบจำลองแท่งค้ด้วยข้อมูลอัตราการไหลในปี พ.ศ. 2548 โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ครั้ง 1 ตัว คือ IA , $Nash$, R^2 และ $RMSE$ จะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ IA , $Nash$, R^2 และ $RMSE$ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 5 เมื่อตรวจสอบค่าแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลในปี พ.ศ. 2549 โดยกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ IA , $Nash$, R^2 และ $RMSE$ ให้มีค่าสูงสุดจะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ IA , $Nash$, R^2 และ $RMSE$ ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยพบว่า การกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์สูงสุดเป็น IA จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจทั้ง 4 ตัวดีที่สุด นอกจากนี้กราฟรูปที่ 6 และ รูปที่ 7 พบว่าการกำหนดฟังก์ชันเป้าหมายสูงสุดเป็น IA จะได้ค่าอัตราการไหลสะสมที่ดีที่สุดและอัตราการไหลในช่วงน้ำหลากดีกว่าค่าอื่นๆ ส่วนในช่วงน้ำแล้งการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ตัวให้ค่าไม่แตกต่างกันแต่ค่า R^2 ให้ค่าที่สูงกว่าค่าอื่นๆ เล็กน้อย



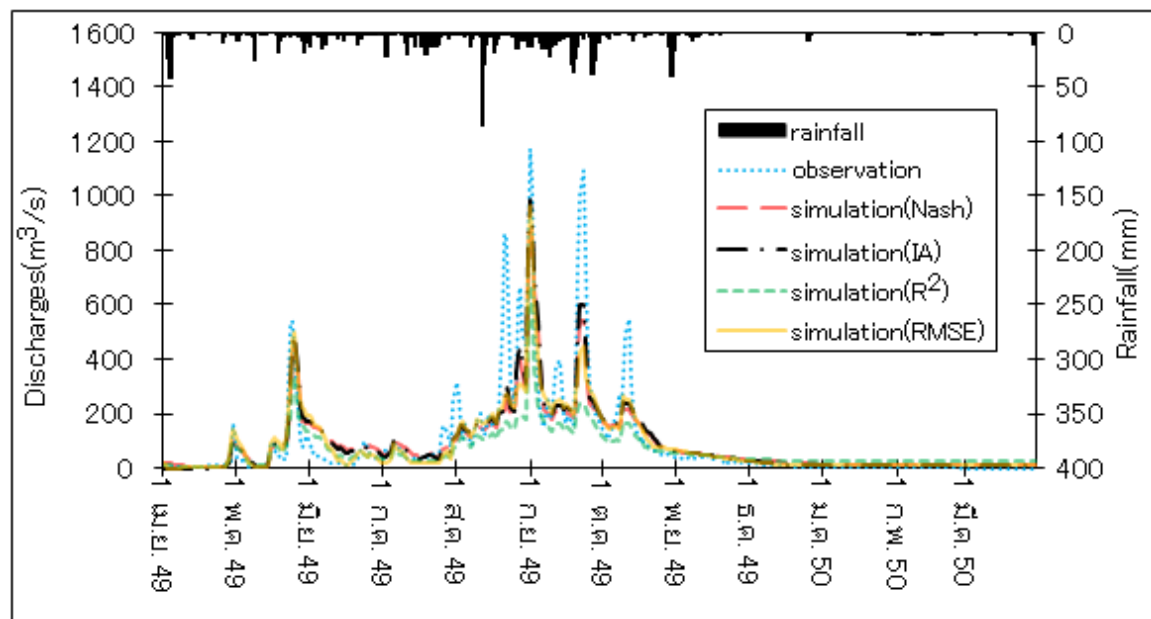
รูปที่ 3 ผลการคำนวณอัตราการไหลจากแบบจำลอง tank ที่สถานี Y.1C ปี พ.ศ. 2548-2549 ซึ่งปรับค่าพารามิเตอร์โดยวิธีสุ่มค่าและMicrosoft Excel Solver



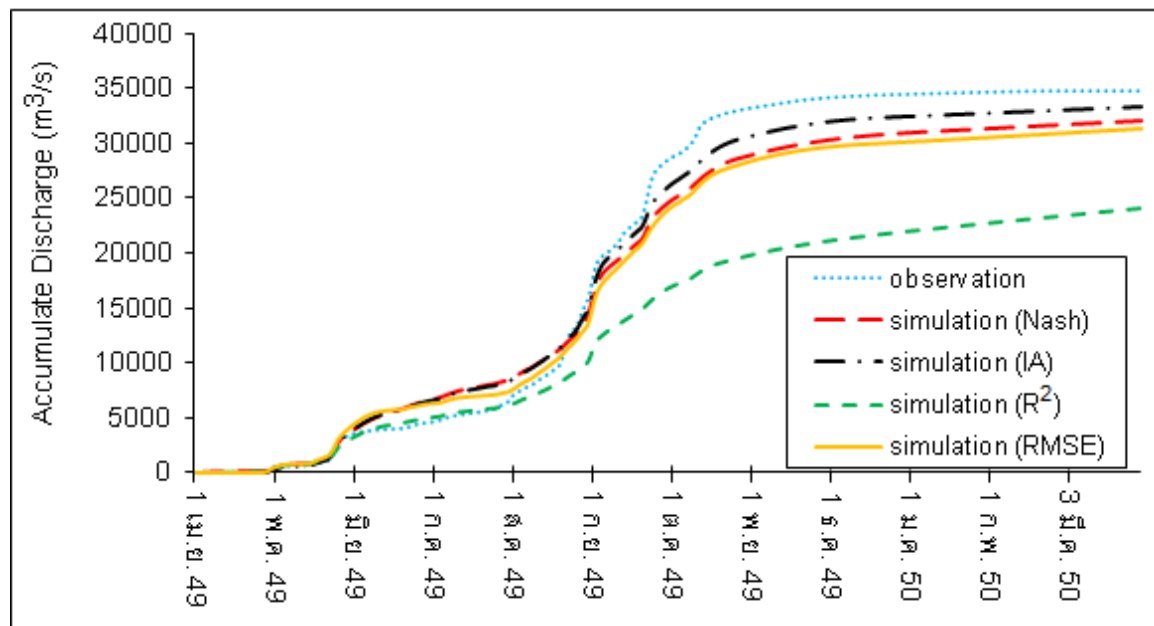
รูปที่ 4 ผลการคำนวณอัตราการไหลจากแบบจำลอง tank ที่สถานี Y.1C ปี พ.ศ. 2549-2550 ซึ่งปรับค่าพารามิเตอร์โดยวิธีสุ่มค่าและMicrosoft Excel Solver



รูปที่ 5 ผลการคำนวณอัตราการไหลจากแบบจำลอง tank ที่สถานี Y.1C ปี พ.ศ. 2548-2549 ปรับค่าพารามิเตอร์ โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆ



รูปที่ 6 ผลการคำนวณอัตราการไหลจากแบบจำลอง tank ที่สถานี Y.1C ปี พ.ศ. 2549-2550 ปรับค่าพารามิเตอร์ โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆ



รูปที่ 7 อัตราการไหลสะสมจากแบบจำลอง tank ที่สถานี Y.1C ปี พ.ศ. 2549-2550 ซึ่งปรับค่าพารามิเตอร์โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆ

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจตามฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบ

ค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์	IA	Nash	R^2	RMSE (m³/s)
IA	0.956	0.811	0.821	64.210
Nash	0.963	0.840	0.837	59.689
R^2	0.868	0.695	0.843	81.516
RMSE	0.963	0.838	0.838	59.461

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจตามฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบ

ค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์	IA	Nash	R^2	RMSE (m³/s)
IA	0.937	0.807	0.825	78.373
Nash	0.905	0.747	0.799	89.707
R^2	0.753	0.522	0.743	123.38
RMSE	0.901	0.734	0.773	92.065

5. สรุป

การปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองแท็งค์สามารถทำได้โดยการสุ่มค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นการหาพารามิเตอร์ที่เข้าใจได้ง่ายแต่เนื่องจากพารามิเตอร์ของแบบจำลองแท็งค์นั้นมีจำนวนมากทำให้ต้องหาวิธีการใหม่ๆ เพื่อช่วยในการคำนวณโดยในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณจากวิธีการใช้ Solver กับวิธีการสุ่มค่าพารามิเตอร์ ซึ่งผลที่ได้คือการใช้ Solver ได้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกับค่าจากการตรวจวัดมากกว่า ซึ่ง Solver เป็นเครื่องมือที่มีอยู่ใน Microsoft Excel จึงสามารถทำให้ง่ายต่อการนำมาใช้งาน และใช้เวลารวดเร็วในการหาค่าที่เหมาะสม ดังนั้นการใช้งาน Solver จึงเหมาะกับการนำมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองแท็งค์ที่สร้างโดยโปรแกรม Microsoft Excel นอกจากนั้นยังพบว่า การกำหนดค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นค่าสัมประสิทธิ์ $1/A$ จะได้ค่าอัตราการไหลและอัตราการไหลสะสมที่ใกล้เคียงกับค่าจากการตรวจวัดมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร(องค์การมหาชน) สำหรับการสนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัย และกรมชลประทานสำหรับการอนุเคราะห์ข้อมูล ปริมาณน้ำฝนและอัตราการไหล ซึ่งคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สนิท วงษา, “การพยากรณ์และเตือนภัยโดยใช้ข้อมูลรายวัน : กรณีศึกษาลุ่มน้ำปิงตอนบนจังหวัดเชียงใหม่,” วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., ฉบับที่ 30(2), หน้า 315-327, 2007.
- [2] J. Nash and J. Sutcliffe, "River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles", Journal of Hydrology, vol. 10, no. 3, pp. 282-290, 1970.

- [3] M. Sugawara, "Automatic calibration of the tank model / L'étalonnage automatique d'un modèle à cisterne" , Hydrological Sciences Bulletin, vol. 24, no. 3, pp. 375-388, 1979.
- [4] Y. Yokoo, S. Kazama, M. Sawamoto and H. Nishimura, "Regionalization of lumped water balance model parameters based on multiple regression", Journal of Hydrology, vol. 246, no. 1-4, pp. 209-222, 2001.