บทที่ 4
แบบจำลองแทงค์ (Tank Model)

การศึกษาผลลัพธ์ของกระบวนการเกิดน้ำฝน-น้ำท่า นอกจากจะใช้แบบจำลองของโปรแกรม HEC-HMS แล้ว ก็ยังมีแบบจำลองอีกแบบหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำได้ คือ แบบจำลองแทงค์ (Tank Model) โดยมีวิธีหาค่าพารามิเตอร์แตกต่างจากแบบจำลองของโปรแกรม HEC-HMS ผู้วิจัยเห็นว่ามีความน่าสนใจควรนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับแบบจำลองของโปรแกรม HEC-HMS เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมจะนำไปใช้ในการศึกษาลุ่มน้ำ เนื่องจากข้อมูลของลุ่มน้ำที่มีอยู่นั้นไม่มีความละเอียดมากนัก เพื่อความสะดวกผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบจำลองตามสมมติฐานของ Lump System ตามหลักสมมติฐานของ Lump System ทำให้แบบจำลองแทงค์ที่ใช้ในการวิจัยเป็นลักษณะแทงค์เดียว

4.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลองแทงค์ในงานวิจัย

การประมาณค่าพารามิเตอร์ต้องอาศัยข้อมูลของอัตราการไหลของน้ำท่า เพื่อวาดลักษณะของโค้งส่วนลดลงบนกระดาษกึ่งล็อก ข้อมูลของอัตราการไหลนั้นหากเกิดจากข้อมูลฝนชุดเดียวจะมีลักษณะของเส้นกราฟน้ำท่าไม่ซับซ้อน ซึ่งเป็นข้อมูลที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ หากเป็นข้อมูลฝนที่เกิดจากข้อมูลหลายชุดจะทำให้ลักษณะของเส้นกราฟน้ำท่ามีลักษณะซับซ้อนไม่สามารถประมาณค่าอัตราการไหลสูงสุด เส้นโค้งขาขึ้น หรือเส้นโค้งส่วนลดได้ชัดเจน ลักษณะเช่นนี้มักจะเกิดกับข้อมูลในช่วงฤดูฝน ในงานวิจัยนี้จะศึกษาลักษณะของเส้นกราฟน้ำท่าที่มีลักษณะไม่ซับซ้อนมากนัก นำไปวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้เพื่อหาแนวทางประยุกต์ใช้งานกับพื้นที่ลุ่มน้ำต่อไป

4.2 การคำนวณหาปริมาณการซึม

การประยุกต์ใช้แบบจำลองนั้น จำเป็นที่จะต้องคำนวณหาปริมาณการซึมของฝนที่ซึมลงพื้นดิน เพื่อที่นำผลที่ได้หักออกจากปริมาณฝนทั้งหมด ผลที่ได้ก็คือฝนส่วนเกิน ซึ่งการหาค่าปริมาณฝนส่วนเกินโดยวิธีการของ SCS (ค่าพารามิเตอร์ที่นำมาใช้งานในแบบจำลองนั้นคือค่าพารามิเตอร์ที่ได้สรุปไว้แล้วในตารางที่ 3-8 และ 3-9 โดยค่าปริมาณฝนส่วนเกินที่คำนวณได้นั้นจะนำมาคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำท่าด้วยแบบจำลองแทงค์ต่อไป

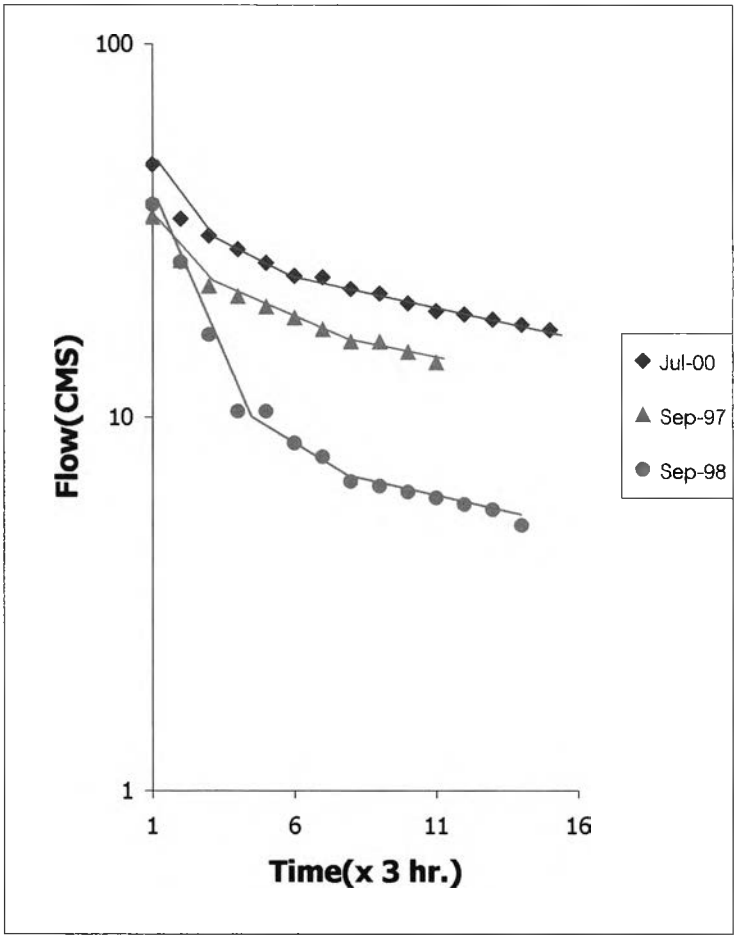
4.3 การกำหนดช่วงเวลาในการทดสอบแบบจำลองแทงค์

แบบจำลองแทงค์ทำการประมวลผลโปรแกรมโดยคำนวณอัตราการไหลในแต่ละช่วงเวลา เพื่อสร้างเส้นกราฟน้ำท่าเปรียบเทียบเส้นกราฟน้ำท่าจากข้อมูล แบบจำลองแทงค์จะไม่สามารถคำนวณผลลัพธ์ในช่วงเวลาที่ไม่มีข้อมูลฝนได้ จึงต้องประมวลผลโปรแกรมเป็นช่วงสั้นๆ โดยแต่ละช่วงเวลาจะต้องแสดงผลเป็นเส้นกราฟน้ำท่าได้ โดยการทดสอบแบบจำลองแทงค์ในงานวิจัยนี้ จะใช้ช่วงเวลาประมาณ 2-3 วัน การแบ่งช่วงเวลาที่ใช้ประมวล

กำหนดให้เท่ากับ 3 ชม. ซึ่งเท่ากับที่กำหนดไว้ในการประมวลผลโปรแกรม HEC-HMS โดยการแบ่งช่วงเวลาต้องพิจารณาจากข้อมูล การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองโปรแกรม HEC-HMS และแบบจำลองแทงค์ เพื่อหาข้อได้เปรียบ-เสียเปรียบของแต่ละแบบจำลองสำหรับประยุกต์ใช้งานกับพื้นที่ลุ่มน้ำ

4.4 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์

การอธิบายวิธีการคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าโดยแบบจำลองของแทงค์นั้น โค้งส่วนลดของเส้นกราฟน้ำท่าซึ่งเป็นข้อมูลจริงจะถูกนำมาวาดบนกระดาษกึ่งลอกการิทึม (Semilog Paper) โดยใช้ (1 Timestep =3hr.) ซึ่งแสดงดังรูป 4-1

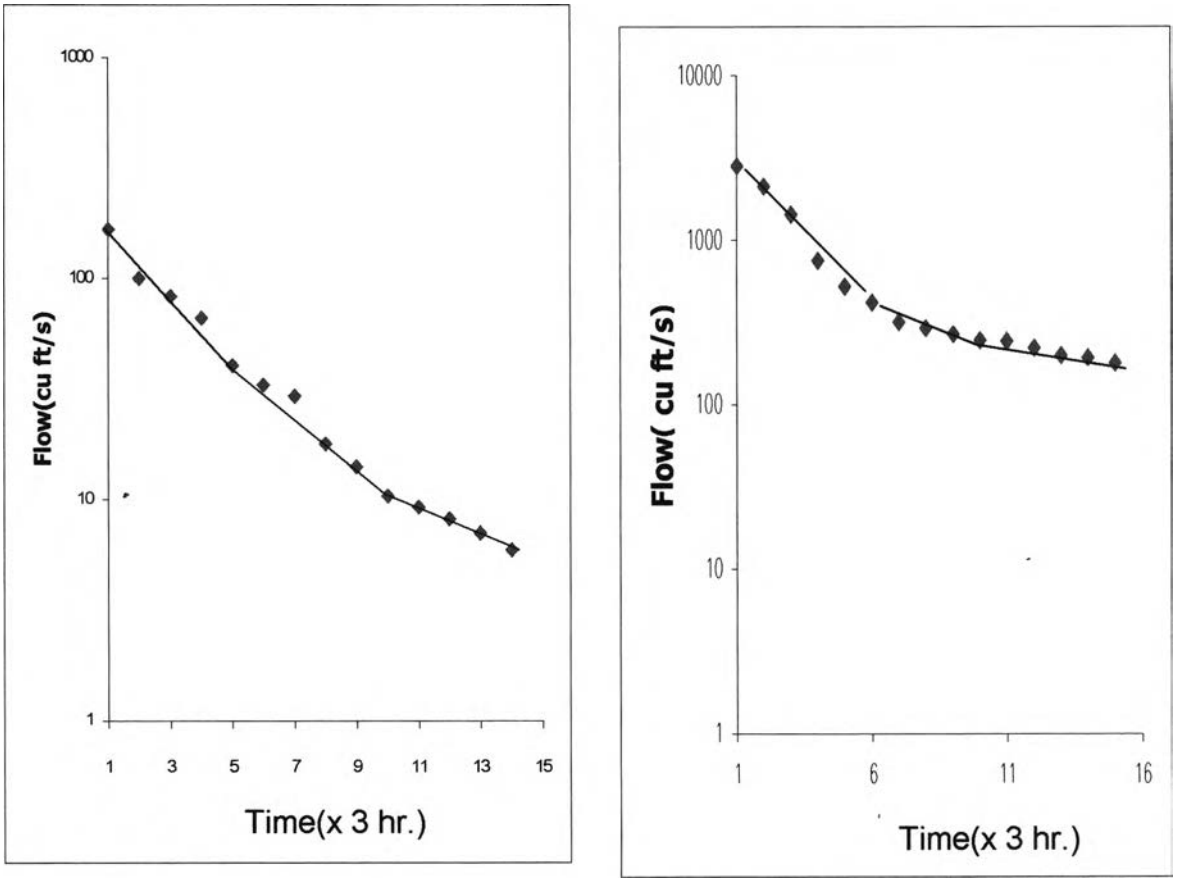


รูป 4-1 กราฟแสดงข้อมูลบางส่วนในช่วงฤดูฝนของลุ่มน้ำที่ใช้ในงานวิจัย

ความชันของโค้งส่วนลดนั้นจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ซึ่งความชันแต่ละส่วนนั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของลุ่มน้ำ โดยความชันของโค้งส่วนลดของอัตราการไหลของน้ำใต้ดินและอัตราการไหลของน้ำผิวดินแต่ละข้อมูลจะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก แต่จะมีความแตกต่างกันมากในกรณีของอัตราการไหลของน้ำบนดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

ส่วนประกอบของน้ำบนดินนั้น ถูกสร้างมาจากลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำในช่วงเวลาที่เกิดฝน ซึ่งส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำบนดินมีความแตกต่างกันมาก

เพื่ออธิบายถึงวิธีการคำนวณหาพารามิเตอร์ k_o , k_s, k_g , Q_s และ Q_g ซึ่งได้แสดงตัวอย่างวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ โค้งส่วนลดของข้อมูลชุด Mar1_98 ได้ถูกวาดลงบนกระดาษกึ่งลอกการิทึม ซึ่งโค้งส่วนลดน้ำจะถูกประมาณเป็นเส้นตรง 3 ส่วนต่อกัน ซึ่งจะทำให้สามารถหาค่าพารามิเตอร์ k_o , k_s, k_g ได้ โดยหาค่าเฉลี่ยของความชันทั้ง 3 เส้นจากข้อมูลน้ำท่าหลายๆ ชุด สำหรับใช้เป็นตัวแทนในการใช้ทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลชุดอื่นๆ ดังรูป



รูป 4-2 แสดงข้อมูลในช่วงฤดูแล้งที่วาดบนกระดาษกึ่งลอกการิทึมโดยใช้ 1 Timestep = 3 hr. ก) ข้อมูลชุด Mar1_98

ข) ข้อมูลชุด Apr1_20

หมายเหตุรูป 4-2 เพื่อความสะดวกในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จึงใช้หน่วยอัตราการไหลเป็น (cu ft/s) โดยผลของค่าพารามิเตอร์ที่ได้นั้น หน่วยของอัตราการไหลนี้จะตัดกันไปเอง

การพิจารณาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองแทงค์ในงานวิจัยนี้จะแยกการศึกษาเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน เช่นเดียวกับแบบจำลองของโปรแกรม HEC-HMS ซึ่งในส่วนของแบบจำลองแทงค์นั้นได้สรุปค่าพารามิเตอร์โดยอาศัยค่าสถิติของข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4-1 แสดงการเลือกค่าพารามิเตอร์ในฤดูแล้งเมื่อใช้แบบจำลองแทงค์

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	หมายเหตุ
k_o (1/hr)	0.154-0.191	0.171	
k_s (1/hr)	0.107-0.124	0.115	
k_g (1/hr)	0.037-0.084	0.060	
Q_g (m^3/S)	0.3-0.426	0.251	คิดสัดส่วนเป็น 1 หน่วยจากอัตราการไหลสูงสุด
Q_s (m^3/S)	0.467-0.663	0.509	คิดสัดส่วนเป็น 1 หน่วยจากอัตราการไหลสูงสุด

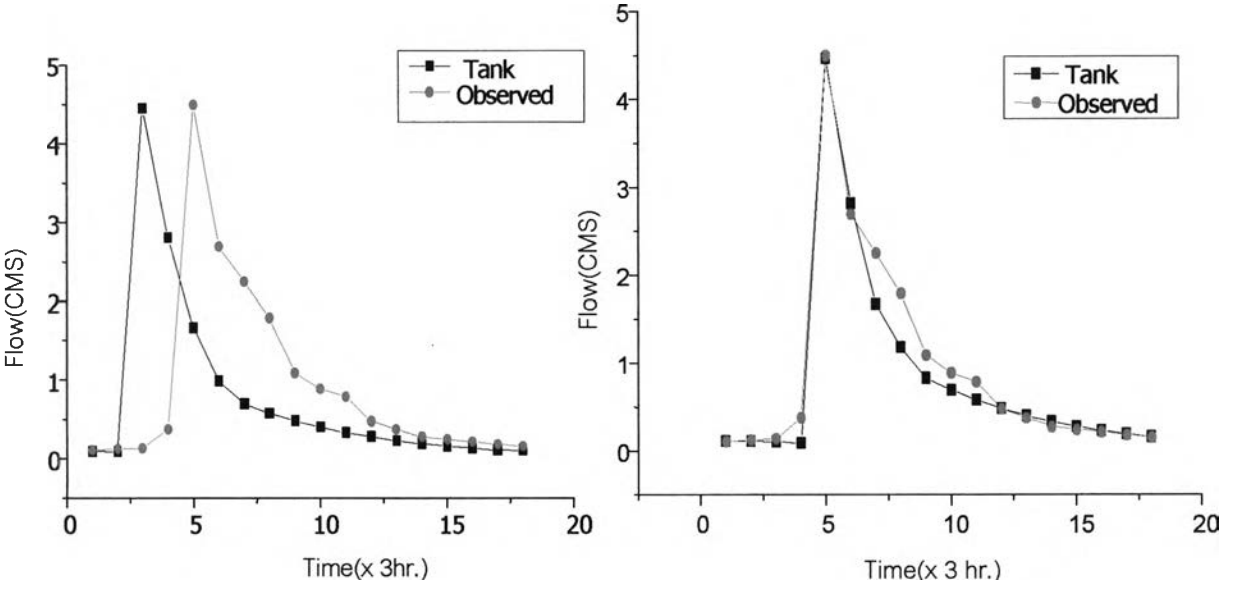
ตาราง 4-2 แสดงการเลือกค่าพารามิเตอร์ในฤดูฝนเมื่อใช้แบบจำลองแทงค์

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	หมายเหตุ
k_o (1/hr)	0.147-0.211	0.192	
k_s (1/hr)	0.060-0.068	0.066	
k_g (1/hr)	0.036-0.040	0.038	
Q_g (m^3/S)	0.213-0.35	0.221	คิดสัดส่วนเป็น 1 หน่วยจากอัตราการไหลสูงสุด
Q_s (m^3/S)	0.428-0.565	0.479	คิดสัดส่วนเป็น 1 หน่วยจากอัตราการไหลสูงสุด

หมายเหตุ อ้างอิงค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลน้ำท่าของลุ่มน้ำ

4.5 ผลการทดสอบแบบจำลองแทค์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ k_o , k_s, k_g , Q_s และ Q_g ดังตารางที่กล่าวมาในข้างต้น โดยนำผลการคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าจากข้อมูลฝนในลุ่มน้ำเปรียบเทียบข้อมูลน้ำท่าจริง โดยการคำนวณหาฝนส่วนเกินด้วยวิธีการของ SCS ซึ่งการคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าอ้างอิงในบทที่ 2 โดยช่วงเส้นโค้งขาขึ้น ใช้สมการ (2-60) ช่วงโค้งส่วนลดใช้สมการ (2-54). ผลของอัตราการไหลของน้ำท่านำมาแสดงไว้ในรูปที่ 4-3 ถึง 4-6



Percent Diff. Sum of Flow = -11.0102

Percent Diff. Peak Flow = -0.4764

ก.

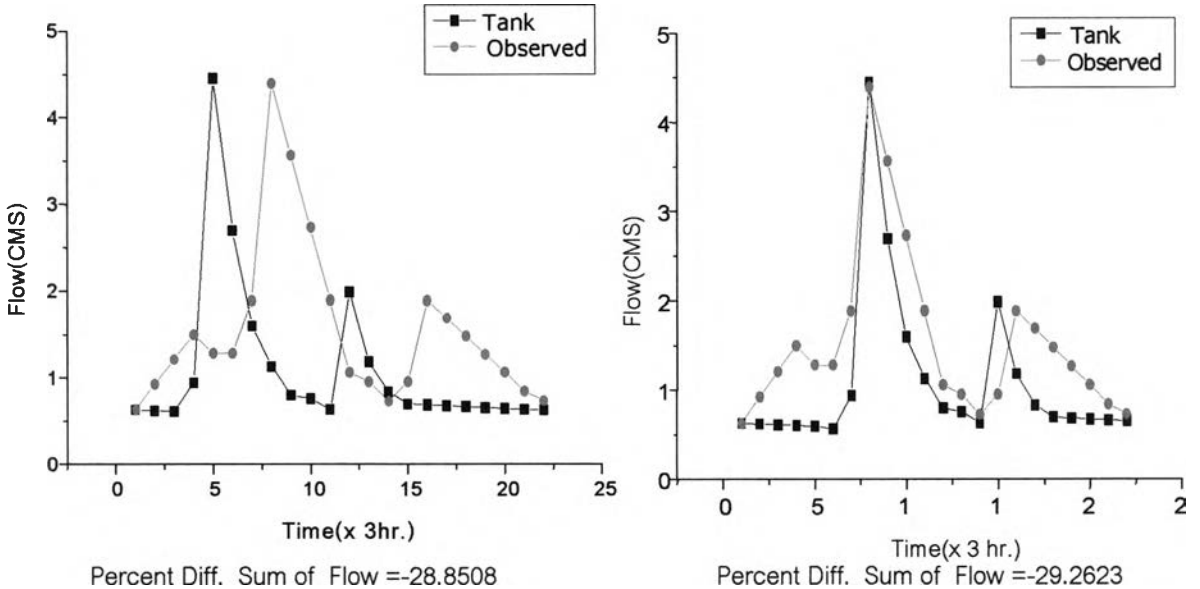
Percent Diff. Sum of Flow = -11.730

Percent Diff. Peak Flow = -0.7159

ข.

รูป 4-3 กราฟแสดงผลลัพธ์ของแบบจำลองของแทงค์โดยใช้ 1 Timestep = 3 hr. กับชุดข้อมูลช่วงฤดูแล้ง

ก) ชุดข้อมูล Mar-98 ข) ชุดข้อมูล Mar-98 (Time Lag = 2 Timesteps)



Percent Diff. Sum of Flow =-28.8508

Percent Diff. Peak Flow =1.2434

ก.

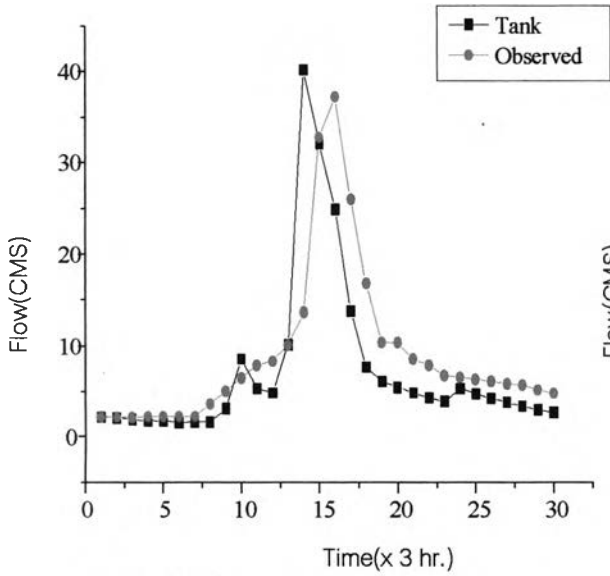
Percent Diff. Sum of Flow =-29.2623

Percent Diff. Peak Flow =1.2434

ข.

รูป 4-4 กราฟแสดงผลลัพธ์ของแบบจำลองของแทงค์โดยใช้ 1 Timestep = 3 hr. กับชุดข้อมูลช่วงฤดูแล้ง

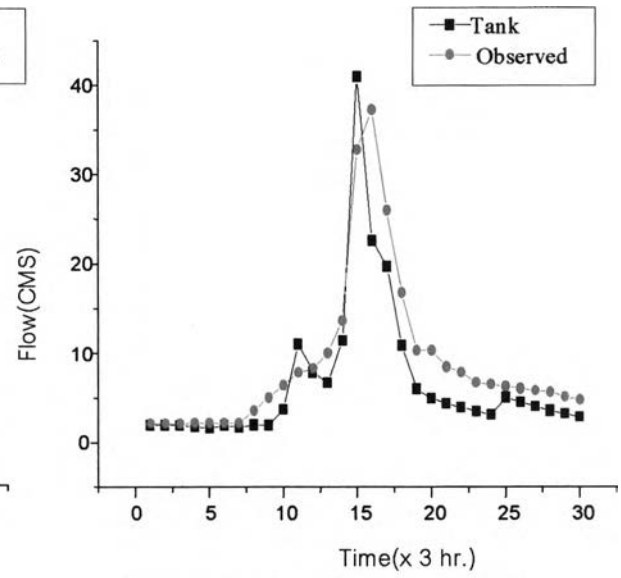
ก) ชุดข้อมูล Apr-99 ข) ชุดข้อมูล Apr-99 (Time Lag = 2 Timesteps)



Percent Diff. Sum of Flow = -21.958

Percent Diff. Peak Flow = -11.6131

ก.

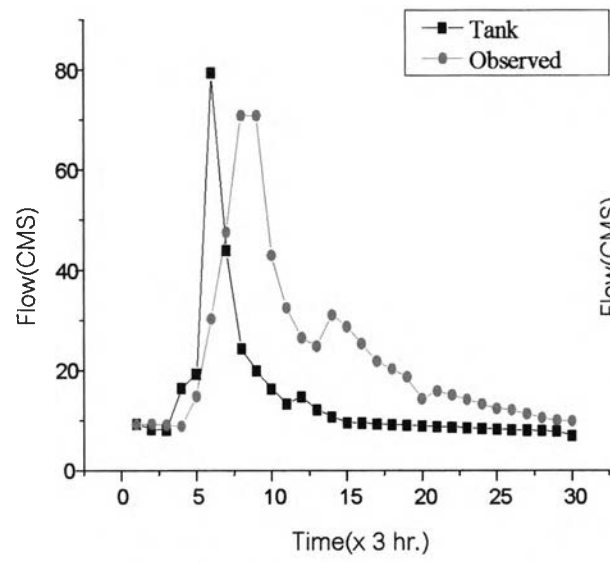


Percent Diff. Sum of Flow = –26.690

Percent Diff. Peak Flow = –2.8538

ข.

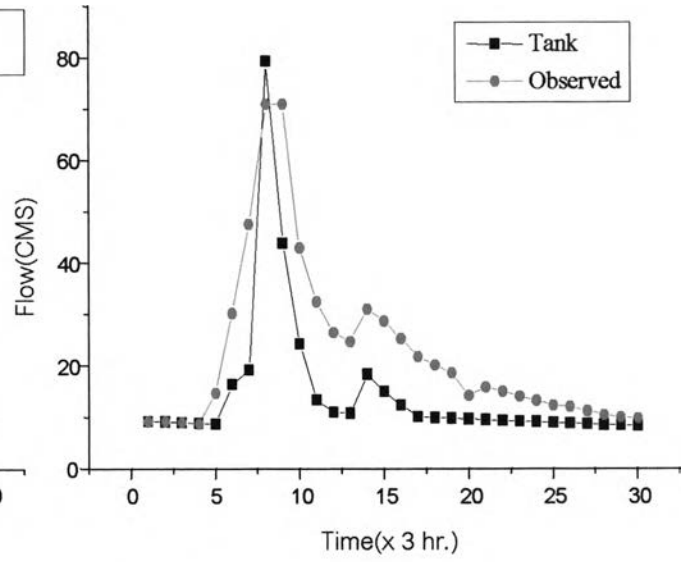
รูป 4-5 กราฟแสดงผลลัพธ์ของแบบจำลองของแทงค์โดยใช้ 1 Timestep = 3 hr. กับชุดข้อมูลช่วงฤดูฝน ก) ชุดข้อมูล Sep-98 ข) ชุดข้อมูล Sep-98 (Time Lag = 1 Timesteps)



Percent Diff. Sum of Flow = -38.2844

Percent Diff. Peak Flow = 11.8767

ก.



Percent Diff. Sum of Flow = -38.1626

Percent Diff. Peak Flow = 11.8767

ข.

รูป 4-6 กราฟแสดงผลลัพธ์ของแบบจำลองของแทงค์โดยใช้ 1 Timestep = 3 hr. กับชุดข้อมูลช่วงฤดูฝน ก) ชุดข้อมูล Jun-20 ข) ชุดข้อมูล Jun-20 (Time Lag = 1 Timesteps)

4.6 การวิเคราะห์ผลของแบบจำลองแทงค์

การวิเคราะห์ผลของแบบจำลองแทงค์ จะพิจารณาค่าเวลาในการเกิดอัตราการไหลสูงสุดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของผลรวมอัตราการไหลและอัตราการไหลสูงสุด เพื่อแสดงถึงความเป็นไปได้ในการใช้งานแบบจำลอง

- เวลาในการเกิดอัตราการไหลสูงสุด โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นกราฟที่ 4-3 ถึง 4-6 ในการคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าโดยใช้แบบจำลองแทงค์จะต้องทราบเวลาที่เคลื่อนถอยหลัง(Lag Time) จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะสภาพลุ่มน้ำตามธรรมชาตินั้นจะเกิดน้ำท่าในเวลาที่ช้าออกไปจากช่วงเวลาที่ฝนตก อธิบายได้ว่าการคำนวณโดยใช้เวลาการเคลื่อนถอยหลังทำให้เวลาที่ฝนซึมลงดินมีมากขึ้น เนื่องจากฝนในส่วนนี้ยังไม่ได้ถูกคำนวณเป็นน้ำท่า ผลที่ได้จึงมีความสอดคล้องกับลักษณะลุ่มน้ำธรรมชาติ ข้อสังเกตอีกส่วนหนึ่งที่น่าสนใจคือเวลาการเคลื่อนถอยหลังของข้อมูลในช่วงฤดูแล้งจะมากกว่าข้อมูลในช่วงฤดูฝน เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำมากทำให้อัตราเร็วของน้ำจะมากกว่าในช่วงฤดูแล้ง ฉะนั้นการประยุกต์ใช้งานแบบจำลองแทงค์จะต้องทราบเวลาการเคลื่อนถอยหลัง เพื่อนำไปคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่า ซึ่งจะทำให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

- เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอัตราการไหลสูงสุดโดยใช้แบบจำลองแทงค์ ให้ผลลัพธ์การเกิดอัตราการไหลสูงสุดที่ใกล้เคียงความเป็นจริง จากลักษณะของเส้นกราฟที่ 4-3 ถึง 4-6 พบว่าจุดสูงสุดของเส้นกราฟน้ำท่าจากแบบจำลองแทงค์และจากข้อมูลน้ำท่าจริงใกล้เคียงกัน ทำให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมาก

- เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของผลรวมอัตราการไหลของน้ำท่าจากแบบจำลองแทงค์ให้ผลลัพธ์ของผลรวมอัตราการไหลของน้ำท่าต่ำกว่าความเป็นจริง ทำให้การประยุกต์ใช้งานแบบจำลองแทงค์ควรจะระวังความผิดพลาดของผลรวมอัตราการไหล

4.7 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองแทงค์

การใช้งานแบบจำลองแทงค์สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำกรณีศึกษา โดยการทดสอบแบบจำลองในช่วงเวลาสั้นๆ (ประมาณ 2-3 วัน) เพื่อคำนวณอัตราไหลของน้ำท่าจากเส้นกราฟน้ำที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เปรียบเทียบกับเส้นกราฟน้ำท่าจากข้อมูลจริง แบบจำลองแทงค์จะให้ผลลัพธ์ที่ดีของอัตราการไหลสูงสุด แต่ให้ผลรวมอัตราการไหลที่ต่ำกว่าข้อมูลจริง จากผลการทดสอบแบบจำลองแทงค์ในการคำนวณอัตราการไหลสูงสุด ควรคำนวณโดยใช้ Lag Time กับชุดข้อมูลในช่วงฤดูแล้งเท่ากับ 2 Timesteps (6 ชม.) Lag Time กับชุดข้อมูลในช่วงฤดูฝนเท่ากับ 1 Timesteps (3 ชม.) จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องมากขึ้น การประเมินผลความถูกต้องของแบบจำลองแทงค์ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงในบทต่อไป