

## บทที่ 4

### วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองในบทที่ 3 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบน้ำท่าจากการ calibrate และ verify กับข้อมูลจากการตรวจวัดจริง รวมถึงแสดงการทำนายปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา บริเวณปากคลองต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2543 และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเปอร์เซ็นต์ sand, silt และ clay ของดิน ในบทนี้ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้เพื่อแสดงให้เห็นถึงสาเหตุและปัจจัยที่มีผลต่อผลการทดลองในบทที่ 3

#### 1. ตัวแปรของแบบจำลอง VIC-2L สำหรับลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ในการปรับค่าตัวแปรของแบบจำลอง VIC-2L นั้น ได้ทดลองปรับตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปร ดังกล่าวไว้ในบทที่ 2 โดยใช้ค่าตัวแปรตั้งต้นจาก Liang *et al.* (1994) ได้แก่

- ค่าตัวแปรการซึม (infiltration :  $\beta$ )
- ความเร็วสูงสุดของ Baseflow (Dm)
- สัดส่วนของ Dm เมื่อ baseflow เริ่มต้นไหลแบบไม่เป็นเส้นตรง (Ds)
- สัดส่วนของความชื้นสูงสุด เมื่อ baseflow เริ่มต้นไหลแบบไม่เป็นเส้นตรง (Ws)

จากการปรับค่าตัวแปรแล้ว พบว่าค่าตัวแปรทั้ง 4 ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่า (ในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาฝั่งตะวันตก) ที่ได้จากแบบจำลองน้อยมาก และบางค่าหากปรับเปลี่ยนแล้วจะทำให้ค่าปริมาณน้ำท่าเป็นลบอีกด้วย จึงได้ทดลองปรับตัวแปรอื่น ๆ จนกระทั่งพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา คือ ค่าตัวแปรของความชื้นในดินที่จุดวิกฤต ( $W_{cr}$ ) และค่าตัวแปรของความชื้นในดินที่จุด wilting ( $W_{pwp}$ ) โดยในระยะแรกที่ทำกรปรับค่าตัวแปร 4 ตัวแรกนั้นได้กำหนดค่าตัวแปร 2 ตัวหลัง ดังนี้

- ค่าตัวแปรของความชื้นในดินที่จุดวิกฤต
  - ดินชั้นบน  $Wcr1 = 0.2516$
  - ดินชั้นล่าง  $Wcr2 = 0.27$
- ค่าตัวแปรของความชื้นในดินที่จุด wilting
  - ดินชั้นบน  $Wpwp1 = 0.164$
  - ดินชั้นล่าง  $Wpwp2 = 0.205$

หลังจากปริมาณน้ำท่าที่ได้บางค่าเป็นลบจึงทดลองเปลี่ยนค่าตัวแปรทั้งสองตามค่าที่ใช้อ้างอิง โดยกลุ่มวิจัยทางด้านอุทกวิทยา ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม University of Washington ([www.hydro.washington.edu/Lettenmaier/Models/VIC/Operation/SoilParameterFile.html](http://www.hydro.washington.edu/Lettenmaier/Models/VIC/Operation/SoilParameterFile.html)) ดังนี้

$Wcr \sim 0.84 * \text{Field Capacity ของดินแต่ละชั้น}$

$Wpwp \sim 1.1 * \text{Wilting point ของดินแต่ละชั้น}$

จากนั้นทดลอง run แบบจำลองอีกครั้ง พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้มีทิศทางของข้อมูลไปในทางเดียวกับข้อมูลจากภาคสนาม ต่างกันเพียงขนาด จึงทำการปรับค่าตัวแปรในแบบจำลอง Routing ให้มีขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งได้แสดงผลไว้ในบทที่ 3 และเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งจึงได้ทดลองปรับตัวแปร 4 ค่าแรก โดยกำหนดให้  $Wcr$  และ  $Wpwp$  มีค่าคงที่ ปรากฏว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้มีความแตกต่างกันน้อยมาก

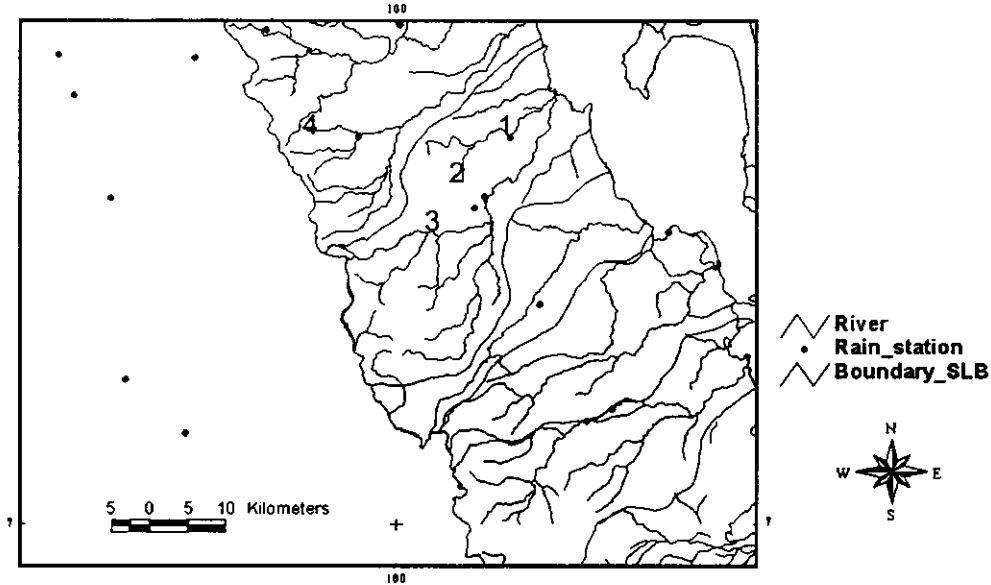
ดังนั้นจึงวิเคราะห์ได้ว่าค่าตัวแปร  $Wcr$  และ  $Wpwp$  ของแบบจำลอง VIC-2L เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

## 2. ตัวแปรของแบบจำลอง Routing สำหรับกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

การปรับค่าตัวแปรของแบบจำลอง Routing เพื่อ calibrate แบบจำลอง (โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2534-2538 ยกเว้นลุ่มน้ำย่อยคลองท่าเขียวใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2536-2538 ตามข้อมูลที่มี) ได้พยายามปรับค่าให้ได้ตัวแปรที่ทำให้ข้อมูลน้ำท่าจากแบบจำลองใกล้เคียงกับข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากการวัดจริงมากที่สุด ซึ่งในการ calibrate ข้อมูลน้ำท่าของกลุ่มน้ำทั้ง 4 ในบทที่ 3 พบว่าค่า R และ B ที่ได้จากแต่ละลุ่มน้ำมีความแตกต่างกันเนื่องจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน

สมบัติของดิน สภาพทางภูมิศาสตร์ และโครงข่ายลำน้ำ ซึ่งสามารถวิเคราะห์สาเหตุของความแตกต่างของค่า R และ B ของแต่ละลุ่มน้ำได้ ดังนี้

- 1) ลุ่มน้ำย่อยคลองนาท่อม ค่าตัวแปร  $R = 0.3$ ,  $B = 0.3$  พบว่า เมื่อใช้แบบจำลอง Routing รวมน้ำมายังสถานีวัดน้ำ X68 ปริมาณน้ำจากดินชั้นบนและชั้นล่างที่ได้จากแบบจำลอง VIC-2L หายไปถึง 70 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเหนือสถานีวัดน้ำ X68 ประมาณ 6 กิโลเมตร มีลำน้ำแยกไหลลงสู่ฝายนาท่อม (ภาพประกอบ 3-1 ในบทที่ 3) ทำให้น้ำบางส่วนไหลออกจากลำน้ำ ซึ่งแบบจำลองยังไม่สามารถคำนวณลักษณะดังกล่าวได้
- 2) ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าเขียด ค่าตัวแปร  $R = 1$ ,  $B = 1$  จากการ calibrate แบบจำลองในช่วงวันที่ 15/11/2538 ถึง 22/11/2538 พบว่าน้ำท่าที่ได้มีค่ามากกว่าข้อมูลจากภาคสนามประมาณ 2 เท่า (ภาพประกอบ 3-7 ในบทที่ 3) เมื่อย้อนกลับมาศึกษาปริมาณน้ำฝนในช่วงดังกล่าว พบว่าในช่วงวันที่ 16/11/2538 ถึง 18/11/2538 ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณฝนที่สถานีฝน 1, 2 และ 3 ตกหนักที่สุด (ภาพประกอบ 4-1) มีปริมาณน้ำฝนรวม 3 วัน ประมาณ 400 มิลลิเมตร โดยเฉพาะในวันที่ 16 มีปริมาณฝนประมาณ 200 มิลลิเมตร แต่เมื่อลองเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝนที่ 4 ซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง แต่ตั้งอยู่ในบริเวณต้นน้ำของลุ่มน้ำย่อยคลองนาท่อม กลับมีปริมาณฝนเพียง 38 มิลลิเมตร และมีปริมาณฝนในช่วง 3 วันดังกล่าวเพียง 180 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนของปริมาณฝนที่วัดได้จริงแม้จะมีพื้นที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อทำการประมาณค่าในช่วง (interpolate) ปริมาณน้ำฝนก็จะถูกเกลี่ยจากค่า 200 จนถึง 38 (ในวันที่ 16) ซึ่งในความเป็นจริงฝนอาจจะตกหนักเฉพาะบริเวณกลางถึงปลายลุ่มน้ำ จากสาเหตุที่สถานีวัดน้ำฝนไม่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยท่าเขียด แม้จะมีการสุบและการทดน้ำไปใช้ในการชลประทาน แต่ค่า R และ B ก็ยังเป็นค่าจำนวนเต็มซึ่งหมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ได้จากแบบจำลอง VIC-2L ไม่มีการสูญเสีย เมื่อทำการ verify ทำให้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองคลาดเคลื่อนไปจากค่าจากการวัดจริง (ภาพประกอบ 3-8 ในบทที่ 3)
- 3) ลุ่มน้ำย่อยคลองรัตนภูมิ ค่าตัวแปร  $R = 0.6$ ,  $B = 0.7$  เมื่อใช้แบบจำลอง Routing รวมน้ำมายังสถานีฝายชะมวง ปริมาณน้ำจากดินชั้นบนและชั้นล่างที่ได้จากแบบจำลอง VIC-2L หายไป 40 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คาดว่าเกิดจากการสูบน้ำและการทดน้ำไปใช้ในการชลประทานที่ฝายชะมวง ซึ่งมีคลองส่งน้ำจากฝายถึง 3 สาย รวมถึงไม่มีสถานีวัดน้ำฝนครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำ และการคายระเหย



ภาพประกอบ 4-1 สถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำย่อยคลองท่าเหียด และบริเวณใกล้เคียง

- 4) กลุ่มน้ำย่อยคลองรัตนภูมิ ค่าตัวแปร  $R = 0.7$ ,  $B = 0.7$  เมื่อใช้แบบจำลอง Routing รวมน้ำมายังสถานี X90 ปริมาณน้ำจากดินชั้นบนและชั้นล่างที่ได้จากแบบจำลอง VIC-2L หายไป 30 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คาดว่าเกิดจากการสูบน้ำและอ่างเก็บน้ำในบริเวณต้นน้ำและการคายระเหย แต่ผลที่ได้ทั้งจากการ calibrate และ verify ดีกว่ากลุ่มน้ำอื่น ๆ เนื่องจากเป็นกลุ่มน้ำขนาดใหญ่และมีสถานีฝนครอบคลุมพื้นที่ดีกว่ากลุ่มน้ำอื่น ๆ

### 3. ข้อมูลกับความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง

การหาปริมาณน้ำท่าโดยแบบจำลองต้องใช้ข้อมูลหลายส่วน ดังนั้นข้อมูลจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งจากการทดลองพบว่าข้อมูลสำคัญที่มีผลทำให้ผลการจำลองที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนมี 3 ชนิด คือ

- 1) ข้อมูลฝน
- 2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน
- 3) ข้อมูลน้ำท่า

### 3.1 ข้อมูลฝน

จากการวิเคราะห์ให้เห็นถึงความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองกับค่าจากการตรวจวัดจริง ซึ่งมีสาเหตุมาจากสถานีวัดฝนไม่ครอบคลุมพื้นที่ (ดังกล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.3) สามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้งสถานีวัดฝนเพิ่ม และการใช้ Numerical Weather Forecast ที่ผ่านการ calibrate กับข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัดจริงจนได้ผลดีแล้ว ส่งผลให้สามารถลดสถานีฝนบางส่วนลงได้

### 3.2 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน

เนื่องจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นข้อมูลปี พ.ศ.2534 จากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ดีที่สุดในช่วงเวลาทำการวิจัย แต่ช่วงเวลาในการ run แบบจำลองอยู่ระหว่าง ปี พ.ศ.2534 ถึง พ.ศ.2543 ซึ่งมีการป้อนข้อมูลโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งที่ในความเป็นจริงการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยระหว่างปี พ.ศ. 2525 และ พ.ศ. 2539 ในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีพื้นที่ป่าลดลงถึงร้อยละ 35.34 และพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.79 (ชาญชัย ธนาวุฒิ, 2541) ดังนั้นหากมีการนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินจากดาวเทียมที่ผ่านการ classify แล้วมาใช้จะทำให้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีความแม่นยำมากขึ้น เพราะข้อมูลจากดาวเทียมจะมีความทันสมัยมากกว่า

### 3.3 ข้อมูลน้ำท่า

ปัจจุบันการตรวจวัดข้อมูลน้ำท่ายังมีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดข้อมูลบ่อยครั้งได้ ซึ่งจะทำให้ได้ตัวแทนของข้อมูลที่ดีกว่า ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นในการ calibrate จึงต้องพยายามปรับค่าตัวแปรของแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่

นอกจากนี้การขาดข้อมูลน้ำท่าจากการตรวจวัดจริงของกลุ่มน้ำในช่วงปีที่ทำการวิจัย เพราะไม่สามารถทำการ calibrate ได้ ซึ่งในกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา กลุ่มน้ำย่อยที่ขาดข้อมูลน้ำท่าในช่วงปี พ.ศ. 2534-2543 คือ กลุ่มน้ำย่อยคลองป่าพะยอม กลุ่มน้ำย่อยคลองป่าบอน และกลุ่มน้ำย่อยคลองพรุพ้อ ซึ่ง

แม้ว่าสามารถใช้ค่าตัวแปรจากลุ่มน้ำที่มีลักษณะทางภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกันได้ แต่ก็ไม่ให้ผลดีเท่ากับการใช้ค่าตัวแปรที่ได้จากการ calibrate ของลุ่มน้ำนั้น ๆ เอง

#### 4. ข้อจำกัดของแบบจำลองต่อผลการทดลอง

การใช้แบบจำลอง Routing เพื่อหาปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา นั้น มีข้อจำกัดของแบบจำลองหลายประการที่ส่งผลถึงปริมาณน้ำท่า ดังนี้

##### 4.1 ผลกระทบจากฝายและอ่างเก็บน้ำต่อแบบจำลอง

แบบจำลอง Routing ใช้หลักการในการรวมน้ำจาก grid ต่าง ๆ มายังจุดที่ต้องการ โดยใช้ความสูงของพื้นที่เป็นตัวกำหนดทิศทาง ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบจากการจัดการน้ำ เช่น การผันน้ำ การกักเก็บในอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อน ซึ่งส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่ได้จากการวัดในภาคสนาม เนื่องจากน้ำที่ถูกจัดการโดยมนุษย์จะส่งผลให้ปริมาณและรูปแบบการไหลของน้ำในลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป (Matheussen *et al*, 2000) เช่น ในลุ่มน้ำคลองรัตภูมิที่มีฝายชะมวงตั้งอยู่ในคลองรัตภูมิ และลุ่มน้ำคลองท่าเขียวที่มีฝายท่าเขียว ตั้งอยู่ในคลองท่าเขียว โดยที่ฝายดังกล่าวจะทำหน้าที่ยกระดับน้ำให้สูงขึ้น ทำให้การไหลของน้ำเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน น้ำหลังฝายจะมีปริมาณน้อยจนไม่ล้นฝายทำให้ไม่มีข้อมูลน้ำท่าในช่วงนี้ แต่แบบจำลองยังคำนวณน้ำท่าในช่วงดังกล่าว เนื่องจากแบบจำลองยังไม่สามารถที่จะคำนวณน้ำท่าที่มีปัจจัยจากพฤติกรรมดังกล่าวมาเกี่ยวข้องได้ นอกจากนี้ฝายยังมีการระบายน้ำเข้าสู่ระบบชลประทาน ทำให้ปริมาณน้ำที่ผ่านฝายมีอิทธิพลจากการกำหนดโดยมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

##### 4.2 หลักการของแบบจำลอง Routing

จากการ calibrate ค่าตัวแปรของแบบจำลอง Routing ตามสมการ 1-12 ในบทที่ 1 นั้น คิดกระบวนการส่งถ่ายและสูญเสียจาก grid หนึ่งไปยังอีก grid เป็นไปในรูปแบบเดียวกันหมด ซึ่งหลักการนี้ไม่สอดคล้องกับความจริง เนื่องจากแต่ละ grid ยังมีความแตกต่างของปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความชื้นในดิน เป็นต้น

นอกจากนี้แบบจำลอง Routing ใช้แนวคิดของกราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วย (Unit Hydrograph) ซึ่งเป็นแนวความคิดว่าลุ่มน้ำใด ๆ มีกราฟน้ำท่าเพียงค่าเดียวนั้นไม่ถูกต้องนัก เพราะความแตกต่างของลักษณะฝนทำให้ กราฟน้ำท่าต่างๆ ที่เกิดขึ้นต่างกันไปด้วย ลักษณะต่าง ๆ ของฝนที่อาจทำให้กราฟ

น้ำท่าที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไปนั้น - (วีระพล แต่สมบัติ, 2533) คือ ช่วงเวลาฝน (rainfall duration) ลักษณะความเข้มในช่วงเวลา (time intensity pattern) และการกระจายของฝน (area distribution)

นับเป็นอีกจุดหนึ่งที่ทำให้ปริมาณน้ำท่าเกิดความคลาดเคลื่อนได้ อย่างไรก็ตามกราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วย (Unit Hydrograph) ก็ยังเป็นวิธีการที่สามารถใช้ได้ดี เนื่องจากในทางปฏิบัติการสร้างกราฟน้ำท่าขึ้นจากพฤติกรรมของปัจจัยทั้งสามข้างต้นเป็นไปได้ยาก เพราะต้องใช้ข้อมูลที่ละเอียดและจำนวนมาก (วีระพล แต่สมบัติ, 2533) นอกจากนี้ยังต้องใช้เวลาและมีความยุ่งยากในการคำนวณเป็นอย่างมาก