บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ได้สรุปผลการศึกษาการผนวกแบบจำลอง ผลการศึกษาแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วในแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบน การพัฒนาแบบจำลองและสรุปผลการการคำนวณ รวมไปถึงวิเคราะห์ผลการเชื่อมต่อแบบจำลองในพื้นที่ศึกษา

7.1 การพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจำลอง

จุดมุ่งหมายในการออกแบบการเชื่อมต่อแบบจำลองของการศึกษานี้ คือการปรับปรุงการจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินให้สอดคล้องกับกระบวนการทางอุทกวิทยา โดยให้พฤติกรรมการไหลของน้ำ สอดคล้องกับทฤษฎีทางอุทกวิทยามากขึ้น ด้วยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน

การศึกษานี้ได้พัฒนาแบบจำลองน้ำใต้ดินขึ้นมาในเบื้องต้น ด้วยแบบจำลอง MODFLOW-2003 แล้วนำโปรแกรม SWAT-2005 ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์น้ำฝน-น้ำท่า มาเชื่อมต่อกับแบบจำลองน้ำใต้ดิน เพื่อทำการพัฒนาเทคนิคการสร้างแบบจำลองทางอุทวิทยาทั้งผิวดินและใต้ดิน โดยสามารถสรุปงานที่ได้จัดทำและดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนที่กำหนด ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. การศึกษาและออกแบบ
    - ก. กำหนดรูปแบบและทฤษฎีในการเชื่อมต่อแบบจำลองน้ำผิวดินกับแบบจำลองน้ำใต้ดิน
    - ข. กำหนดค่าพารามิเตอร์ เทคนิคการเชื่อมต่อเชิงพื้นที่และเวลา การปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อแบบจำลอง
    - ค. สร้างแบบจำลองเชิงแนวคิดและสร้างแบบจำลองเพื่อทำการศึกษาการเชื่อมต่อ
2. การเชื่อมต่อและทดสอบแบบจำลอง
    - ก. สร้างโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้เชื่อมต่อแบบจำลองน้ำผิวดินและใต้ดิน
    - ข. เชื่อมต่อแบบจำลอง SWAT เข้ากับแบบจำลอง MODFLOW
    - ค. วิเคราะห์วิธีการเชื่อมต่อแบบจำลองกับพื้นที่ศึกษาอย่างง่าย

3. การประยุกต์ใช้และประเมินผลการเชื่อมต่อ
   ก. สร้างแบบจำลองน้ำผิวดินของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนตอนบนด้วยแบบจำลอง SWAT
   ข. สร้างแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินของแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบนด้วยแบบจำลอง MODFLOW
   ค. ปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองน้ำผิวดินและใต้ดิน
   ง. ประยุกต์ใช้การเชื่อมต่อแบบจำลอน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา
   จ. เปรียบเทียบผลการดำเนินการแบบจำลอง จากการพิจารณา 2 รูปแบบ คือ แบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินก่อนการเชื่อมต่อและแบบจำลองที่ถูกเชื่อมต่อแล้ว
   ฉ. วิเคราะห์ระดับน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำในลำน้ำ และสมดุลน้ำในพื้นที่ศึกษา
   ช. ประเมินผลการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจำลองน้ำผิวดินกับน้ำใต้ดิน

การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจำลองขึ้นมา เพื่อสร้างแบบจำลองที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินได้อย่างผสมผสาน และสอดคล้องกับทฤษฎีทางอุทกวิทยาด้วยการเชื่อมต่อแบบจำลอง ซึ่งการเชื่อมต่อแบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินยังเป็นการพัฒนาจุดด้อยของแบบจำลอง SWAT และ MODFLOW อีกด้วย นอกจากนี้ แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่แอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบนและหาสมดุลน้ำในระบบทั้งผิวดินและใต้ดิน โดยผลการศึกษาของงานที่ได้กล่าวมาสามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1) <u>เทคนิคการเชื่อมต่อแบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน</u>

จากการศึกษาการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจำลอง ต้องการปรับปรุงแบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินให้มีวิธีการคำนวณให้สอดคล้องกับหลักอุทกวิทยามากขึ้น กล่าวคือ ได้พัฒนาแบบจำลองน้ำผิวดินให้มีการคำนวณระดับน้ำใต้ดินเข้ามา และปรับปรุงแบบจำลองใต้ดินให้มีการคำนวณการเติมน้ำจากผิวดินตามหลักการเกิดน้ำท่า การคำนวณปริมาณการแลกเปลี่ยนน้ำระหว่างลำน้ำกับระดับน้ำใต้ดินที่เป็นไปตามหลักชลศาสตร์ และเป็นการแลกเปลี่ยนน้ำเหล่านี้ยังดำเนินเป็นอย่างพลวัตอีกด้วย (dynamic interaction)

การศึกษานี้ได้พัฒนาวิธีการผนวกแบบจำลองน้ำผิวดินกับใต้ดินข้าด้วยกัน โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษา ออกเป็น 3 ส่วน คือ

(ก) พารามิเตอร์ทางอุทกวิทยาที่ใช้ในการพิจารณาการเชื่อมต่อกันได้แก่ baseflow ของแบบจำลองน้ำผิวดิน เชื่อมกับ การแลกเปลี่ยนน้ำทางลำน้ำ (river-gw

interaction, channel recharge) ของแบบจำลองน้ำใต้ดิน และ percolation ของแบบจำลองน้ำผิวดิน เชื่อมกับ การเติมน้ำจากผิวดินสู่ใต้ดิน (surface recharge)

(ข) พื้นที่ของการเติมน้ำผิวดินในแบบจำลองน้ำผิวดิน ที่เป็นรูปหลายเหลี่ยม (polygon) ให้เชื่อมกับ พื้นที่การเติมน้ำของน้ำใต้ดิน ที่เป็นตาราง (grid-cell) โดยกำหนดค่าดัชนีในการเชื่อมต่อ และพื้นที่การแลกเปลี่ยนน้ำในลำน้ำของแบ[จำลองน้ำผิวดิน ที่เป็นจุดออกของลุ่มน้ำ (node at outlet) ให้เชื่อมกับลำน้ำในแบบจำลองน้ำใต้ดินที่เป็นจุดบนตาราง (node on grid)

(ค) การเชื่อมต่อเชิงเวลาให้มีการแลกเปลี่ยนค่าตามความถี่ของข้อมูลที่มีมากที่สุด โดยการศึกษานี้ กำหนดการจำลองให้แบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมีระยะเวลาในการจำลองที่เท่ากัน แต่มีค่าความถีในการคำนวณ (interval) แตกต่างกัน และทำการเชื่อมต่อค่าพารามิเตอร์ทุก 1 เดือน

โดยระหว่างการเชื่อมต่อพารามิเตอร์ที่ถูกกำหนดไว้ ได้ถูกแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างการจำลอง ซึ่งค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวจะถูกส่งผ่านด้วยโปรแกรมการเชื่อมต่อแบบจำลอง ที่ถูกเขียนขึ้นมาอำนวยความสะดวกในการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจำลอง

การเชื่อมต่อแบบจำลองนั้น ทำโดยการปรับเทียบแบบจำลองในส่วนของผิวดินและใต้ดินแยกกันและคำนวณหาผลของแบบจำลอง (simulation1) หลังจากนั้นนำแบบจำลองมาเชื่อมต่อกัน โดยการเชื่อมต่อจะมีกระบวนการแลกเปลี่ยนพารามิเตอร์ของแบบจำลอง 2 ครั้ง (first cross และ second cross) ในพารามิเตอร์ที่ได้พิจารณาสำหรับการเชื่อมต่อ จากนั้นจึงบันทึกค่าพารามิเตอร์สุดท้ายกลับเข้าไปในแบบจำลองทั้งสอง และทำการคำนวณหาปริมาณน้ำในลำน้ำและระดับน้ำใต้ดิน (simulation2)

โดยระหว่างการเชื่อมต่อเพื่อหาปริมาณน้ำในลำน้ำจากการแลกเปลี่ยนน้ำในลำน้ำกับน้ำท่าตรง มีกระบวนการปรับปรุงน้ำในลำน้ำ (streamflow adjustment) เพื่อตรวจสอบและคำนวณหาน้ำในลำน้ำให้สอดคล้องกับสภาพการไหลในธรรมชาติ ก่อนบันทึกลงสู่ผลการจำลอง

2) <u>การทดสอบการเชื่อมต่อแบบจำลอง</u>

การทดสอบแยกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบอย่างง่าย และการทดสอบในพื้นที่ศึกษา ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมและวิธีที่ได้ออกแบบไว้สามารถทำการเชื่อมต่อได้จริง นอกจากนี้ขั้นตอนในการเชื่อมต่อกับพื้นที่ศึกษาอย่างง่าย ยังใช้เป็นคู่มือในการเชื่อมต่อแบบจำลอง (tutorial manual) ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ก

การทดสอบในขั้นตอนการประยุกต์ใช้แบบจำลองในพื้นที่ศึกษา คือ แอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบน โดยนำแบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษามาเชื่อมต่อกันและคำนวณสภาพการไหลของน้ำในส่วนของผิวดินและใต้ดิน และทำการประเมินผลการเชื่อมต่อแบบจำลอง จากความแตกต่างของปริมาณน้ำในลำน้ำที่จุดออกจากลุ่มน้ำ (สถานีน้ำท่า C.2) และระดับน้ำใต้ดินจากบ่อสังเกตการณ์ของแบบจำลองที่ยังไม่ได้รับการเชื่อมต่อและแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว

ผลการทดสอบในแบบจำลองอย่างง่ายและแบบจำลองในพื้นที่ศึกษาพบว่า เมื่อทำการเชื่อมต่อแบบจำลองแล้วการคำนวณการเชื่อมต่อแบบจำลอง ในขั้นใน simulation 2 ของการเชื่อมต่อครั้งแรก (i =1) เป็นต้นไป ค่าอัตราการไหลในลำน้ำและระดับน้ำไม่มีความแตกต่างกันแล้ว ฉะนั้นความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในโปรแกรม (tolerance) จึงไม่ได้นำมาใช้ในการศึกษานี้ และผลการทดสอบ แสดงให้เห็นว่าการเชื่อมต่อส่งผลต่อการคำนวณปริมาณน้ำในลำน้ำอย่างเห็นได้ชัด ส่วนการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำนั้น มีการเปลี่ยนแปลงในบางพื้นที่และมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนการไหลในลำน้ำ แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงระดับ

7.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองในพื้นที่ศึกษา

การสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางอุทกวิทยา ในแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบนได้แยกพัฒนาและสอบเทียบแบบจำลองในส่วนผิวดินและใต้ดิน จากนั้นจึงนำแบบจำลองทั้ง 2 ส่วนมาเชื่อมต่อกันด้วยโปรแกรมเชื่อมต่อแบบจำลอง โดยมีผลการพัฒนาดังนี้

การจำลองสภาพน้ำผิวดินได้พิจารณา การไหลของน้ำผิวดินตามลุ่มน้ำย่อย โดยกำหนดคุณสมบัติทางอุทกวิทยาในแต่ละกริดเซลล์ภายในลุ่มน้ำย่อย ตามชนิดดินและการใช้ที่ดิน และได้จำลองสภาพลุ่มน้ำที่แบ่งออกเป็น 22 ลุ่มน้ำย่อย ครอบคลุมพื้นที่ 45,403 ตร.กม. ทำการแบ่งช่วงเวลาการคำนวณออกเป็นรายวันและแบ่งการพิจารณาออกเป็นฤดูฝนและฤดูแล้ง คำนวณปริมาณการไหลในลำน้ำเป็นรายเดือน ซึ่งพิจารณาน้ำในลำน้ำรายเดือนในการปรับเทียบแบบจำลอง โดยทำการปรับเทียบในปี พ.ศ. 2536-2541 และสอบทานในปี พ.ศ. 25361-2545 พบว่าความเคลื่อนของน้ำในลำน้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นในฤดูฝน โดยความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วง 9%-70% โดยปีตัวอย่าง (พ.ศ.2543) มีความคลาดเคลื่อนในฤดูฝน 15% ฤดูแล้ง 3%

การจำลองสภาพการไหลน้ำใต้ดิน ได้จัดกลุ่มของชั้นน้ำใต้ดินได้เป็น 2 ชั้น คือ ชั้นน้ำส่วนบนอยู่ในช่วงความลึก 40-100 เมตรจากผิวดิน และชั้นน้ำส่วนล่างอยู่ในช่วงความลึก 100-300 เมตรจากผิวดิน โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีไฟไนดิฟเฟอร์เรนต์ ผ่าน

แบบจำลอง MODFLOW โดยมีขนาดกริดเซลล์ กว้าง 10 กม. ยาว 10 กม. ความลึกตามความหนาของชั้นน้ำ ประกอบด้วยเซลล์จำนวน 320 เซลล์ ในชั้นน้ำส่วนบน และ 346 เซลล์ ในชั้นน้ำส่วนล่าง ครอบคลุมพื้นที่ 37,600 ตร.กม. ทำการแบ่งช่วงเวลาการคำนวณในแต่ละปีออกเป็นฤดูฝนและฤดูแล้งและคำนวณระดับน้ำมาเป็นรายสัปดาห์ โดยพิจารณาน้ำระดับน้ำรายเดือนในการปรับเทียบแบบจำลอง ซึ่งทำการสอบเทียบแบบจำลองในสภาวะคงตัว ในฤดูแล้งปี พ.ศ.2546 สอบเทียบสภาวะไม่คงตัวระหว่างปี พ.ศ. 2536-2545 และสอบทานแบบจำลองในปี พ.ศ. 2548 โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เฉลี่ยของระดับน้ำใต้ดิน 4.53 เมตร ในปี พ.ศ. 2536-2545 โดยความเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดขึ้นในฤดูฝน

ผลการศึกษานี้ ทำให้การเชื่อมต่อแบบจำลองได้ถูกพัฒนาให้มีความสัมพันธ์ทั้งผิวดินและใต้ดิน ฉะนั้นจึงสามารถพัฒนาแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว ไปพิจารณาองค์ประกอบทางอุทกวิทยาทั้งน้ำผิวดินและใต้ดินให้สอดคล้องกันได้ โดยพัฒนาการคำนวณองค์ประกอบทางอุทกวิทยาที่เชื่อมต่อระหว่างผิวดินและใต้ดิน ได้แก่ การเติมน้ำผิวดิน(recharge) และการแลกเปลี่ยนน้ำในลำน้ำ (river-groundwater interaction) และสามารถสรุปปริมาณการไหลของน้ำในส่วนที่ถูกเชื่อมต่อได้ดังตารางที่ 7-1

เมื่อทำการเชื่อมต่อแบบจำลองในช่วงปี พ.ศ. 2536-2545 พบว่าความคลาดเคลื่อนของการไหลน้ำในลำน้ำลดลงเหลือ 58% โดยสามารถลดความคลาดเคลื่อนในฤดูแล้งได้เหลือ 45% โดยความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนและในปีที่มีน้ำท่าน้อยและแล้งในส่วนการจำลองสภาพการไหลของน้ำใต้ดินพบว่าความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำใต้ดินลดลงเหลือ 4.42 เมตร โดยสามารถลดความเคลื่อนในฤดูแล้งได้เหลือ 4.17 เมตร ดังสรุปไว้ในตารางที่ 7-2

ผลจากการพัฒนาการเชื่อมต่อ ทำให้องค์ประกอบทางอุทกวิทยาของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์กัน จึงสามารถสรุปองค์ประกอบของน้ำทั้ง 2 ส่วนในพื้นที่ศึกษาเฉลี่ยปี พ.ศ. 2536-2545 ออกมาได้ว่า ปริมาณน้ำหลักที่เติมให้กับระบบประกอบด้วยน้ำฝน 1,676 มม./ปี และปริมาณน้ำในลำน้ำ 396 มม./ปี โดยน้ำออกจากพื้นที่ศึกษามากที่สุดจากการระเหย 764 มม./ปี โดยมีโดยการเติมน้ำสู่แอ่งน้ำใต้ดิน 47.4 มม./ปี และเติมให้กับลำน้ำ 13.5 มม. /ปี นอกจากนี้ได้เลือกปี พ.ศ. 2543 ซึ่งเป็นปีที่มีความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองน้อยที่สุดเป็นปีตัวอย่างในการพิจารณาองค์ประกอบทางอุทกวิทยา โดยสามารถสรุปไว้ในรูปที่ 7-1 โดยรูปนี้ได้แสดงถึงสัดส่วนปริมาณน้ำในองค์ประกอบของพื้นที่ศึกษา โดยเมื่อพิจารณาสัดส่วนนี้แล้วพบว่า สัดส่วนน้ำที่ไหลไปสู่ระบบชั้นดิน 11.6 % และน้ำใต้ดินเป็น 2.9 % ของปริมาณน้ำที่ไหลในระบบทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามปริมาณปริมาณน้ำในลำน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่ศึกษานั้นมาจากชั้นดินและน้ำใต้ดินถึง 25 % ของปริมาณน้ำในลำน้ำทั้งหมด นอกจากนี้ ยังพบว่ามีปริมาณน้ำเติมสู่แอ่งน้ำใต้ดินที่คำนวณได้ใน

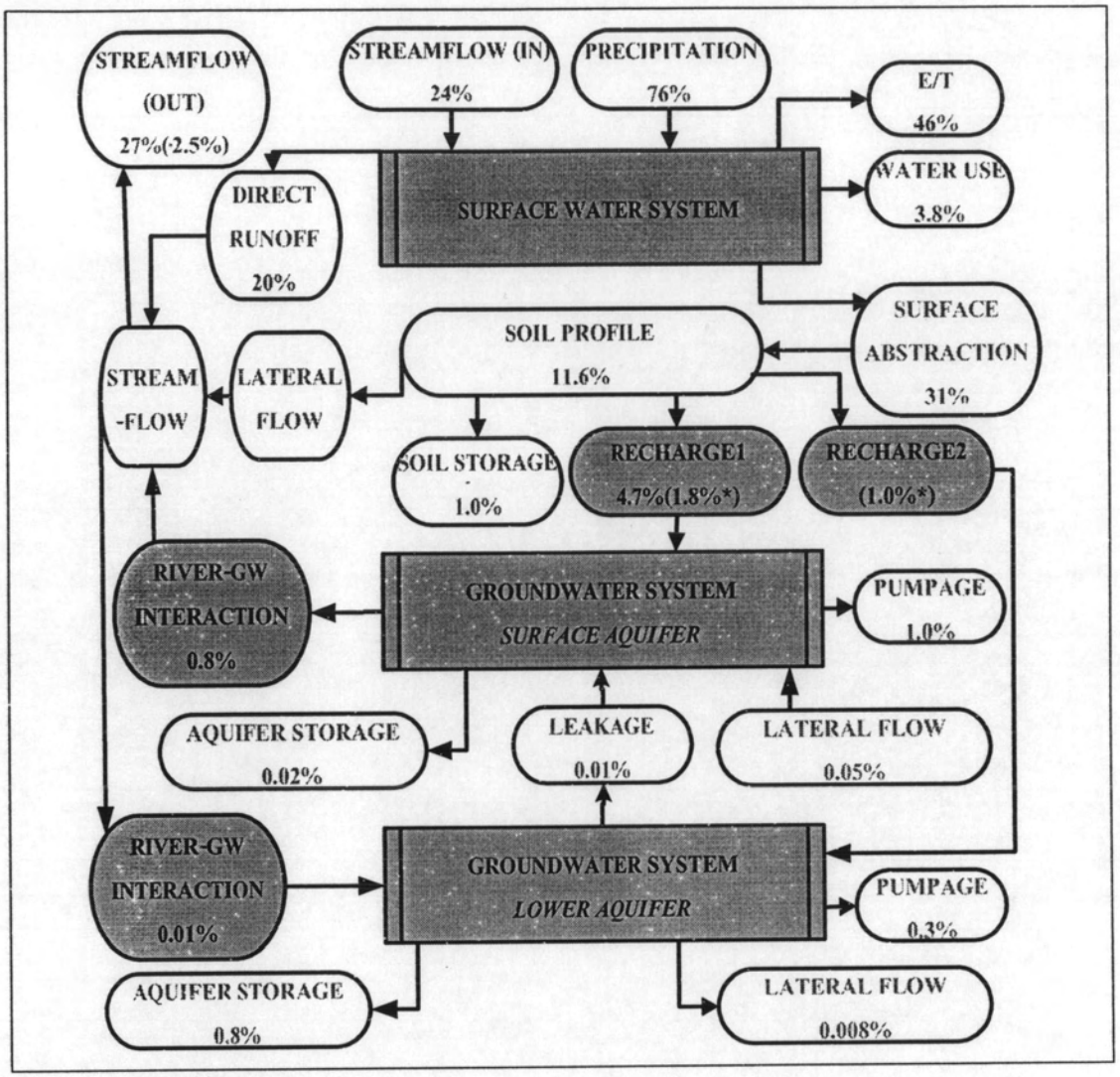
การศึกษานี้ มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2549) และทำให้ชั้นน้ำใต้ดินปริมาณกักเก็บที่เพิ่มมากขึ้น 13.6 มม. /ปี

ตารางที่ 7-1 ค่าพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยาเฉลี่ย พ.ศ. 2536-2545 ที่ใช้ในการเชื่อมต่อแบบจำลอง

พารามิเตอร์	ก่อนการเชื่อมต่อ		หลังการเชื่อมต่อ
	SWAT	MODFLOW	Coupled
การเติมน้ำผิวดิน (mm.)	-	17.2	47.4
การแลกเปลี่ยนน้ำในลำน้ำ (mm.)	71	9.0	13.5

ตารางที่ 7-2 สรุปความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย พ.ศ. 2536-2545 ของการคำนวณการไหลในลำน้ำและระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา

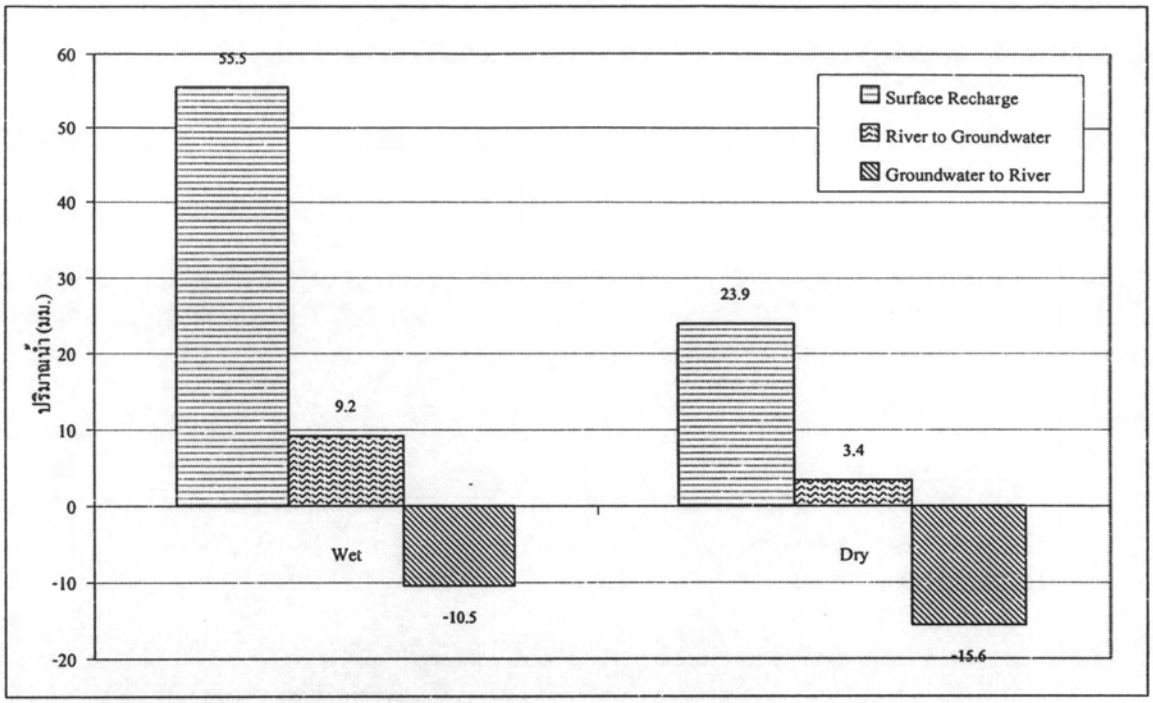
ค่าความคลาดเคลื่อน	แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว		
	ทั้งหมด	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ค่าความคาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของปริมาณน้ำในลำน้ำรายเดือน (%)	58%	70%	45%
ค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ของระดับน้ำใต้ดิน (ม.)	4.42	4.90	4.05



#ไหลออกจากแม่น้ำสะแกกรัง

*ปริมาณน้ำที่เติมสู่พื้นที่ศึกษาน้ำใต้ดิน

รูปที่ 7-1 สัดส่วนขององค์ประกอบทางอุทกวิทยาเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าสู่พื้นที่ศึกษาน้ำผิวดินเฉลี่ยปี พ.ศ. 2536-2545



รูปที่ 7-2 ปริมาณการเติมน้ำใต้ดินจากผิวดินและจากลำน้ำ เฉลี่ยปี พ.ศ. 2536-2545 ในแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว

7.3 การปรับปรุงจากการเชื่อมต่อแบบจำลอง

แบบจำลอง SWAT และ MODFLOW ได้เน้นพิจารณาทฤษฎีทางอุทกวิทยาเฉพาะส่วนของผิวดินและใต้ดินแยกจากกัน การเชื่อมต่อแบบจำลองแบบจำลองได้เข้ามาสร้างความเชื่อมโยงแบบจำลองทั้ง 2 ส่วนให้ดำเนินการจำลองเป็นไปอย่างสัมพันธ์กันตามหลักอุทกวิทยา จึงทำให้ผลการคำนวณสภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินด้วยวิธีการเชื่อมต่อแบบจำลอง มีความสอดคล้องกับสภาพอุทกวิทยามากขึ้น รวมถึงการเชื่อมต่อแบบจำลองได้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินอย่างพลวัต (dynamic interaction) ทำให้ผลที่ได้จากการจำลองมีความใกล้เคียงกับสภาพอุทกวิทยาในพื้นที่ศึกษามากขึ้น

เมื่อนำการเชื่อมต่อแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่ศึกษาพบว่า การเชื่อมต่อแบบจำลองทำให้องค์ประกอบทางอุทกวิทยาในส่วนของการเติมน้ำจากผิวดินและจากลำน้ำเปลี่ยนแปลงไป โดยส่งผลให้ปริมาณน้ำในลำน้ำรายเดือนลดลงจากแบบจำลองที่ยังไม่เชื่อมต่อ ที่คำนวณน้ำในลำน้ำไว้สูงกว่าความเป็นจริงมีค่าความคลาดเคลื่อนลดลงในช่วง 8%-24% โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 12% และการเชื่อมต่อยังส่งผลให้ระดับน้ำใต้ดินเปลี่ยนแปลงเช่นกัน แต่มีความแตกต่างระหว่างผลการคำนวณด้วยแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อเพียงเล็กน้อยในช่วง 1%-28% โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 2.3% ดังแสดงสรุปผลการพัฒนาในตารางที่ 7-3 อย่างไรก็ตามค่าระดับน้ำใต้ดินนั้น

พิจารณาจากจุดที่มีบ่อสังเกตการณ์เท่านั้น จึงทำให้ไม่เห็นผลการพัฒนาในการคำนวณระดับน้ำใต้ดินให้เห็นชัดเจนในการศึกษานี้

จากการพิจารณาการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงแบบจำลองน้ำท่าให้ใกล้เคียงกับสภาพอุทกวิทยาพบว่า การเชื่อมต่อแบบจำลองส่งผลให้การคำนวณน้ำในลำน้ำใกล้เคียงความจริงมากขึ้นเมื่อผลการคำนวณในตอนที่ไม่เชื่อมต่อมีค่าสูงกว่าค่าจริง การดำเนินการแบบจำลองสามารถลดความคลาดเคลื่อนในช่วงฤดูแล้งได้ดีกว่าฤดูฝน และลดความคลาดเคลื่อนในช่วงปีที่มีน้ำท่าปานกลางและน้ำท่ามากโดยพบว่าปี พ.ศ. 2543 และ 2539 มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

จากผลการทดสอบวิธีการเชื่อมต่อแบบจำลองในพื้นที่ศึกษา ที่การแลกเปลี่ยนพารามิเตอร์ระหว่างแบบจำลอง 2 ครั้ง (first cross และ second cross) และ Δt ของการแลกเปลี่ยนที่ 1 เดือน ทำให้ผลการคำนวณปริมาณน้ำในลำน้ำและระดับน้ำใต้ดิน ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากขึ้นดังเห็นได้จากความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมีค่าลดลงเฉลี่ย 2% ถึง 20% ฉะนั้นการเชื่อมต่อแบบจำลองจึงส่งผลให้การจำลองสภาพการไหลของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน สอดคล้องกับสภาพอุทกวิทยามากขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว วิธีการพิจารณาน้ำผิวดินนั้นไม่ได้คำนึงถึงระบบชลประทานในพื้นที่ศึกษา ซึ่งพิจารณาเพียงการใช้น้ำในพื้นที่เท่านั้นประกอบกับการคำนวณอัตราการซึมจากการเติมน้ำใต้ดินนั้นพิจารณาจากน้ำฝนในช่วงระยะยาวและไม่ได้พิจารณาถึงส่วนการซึมของน้ำจากน้ำชลประทาน ฉะนั้นแบบจำลองนี้จึงเหมาะกับการคำนวณหาสภาพทางอุทกวิทยาของพื้นที่ ที่มีขอบเขตแอ่งน้ำใต้ดินที่ชัดเจนและมีการศึกษาในระยะยาว และไม่แนะนำให้ใช้แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วในการบริหารจัดการกับพื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่เนื่องจากข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 7-3 ผลการพัฒนาจากการเชื่อมต่อแบบจำลองทีมีต่อปริมาณน้ำในลำน้ำและระดับน้ำใต้ดิน

พารามิเตอร์	ผลการปรับปรุงจากการเชื่อมต่อแบบจำลอง		
	ตลอดปี	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ปริมาณน้ำในลำน้ำ	11.5%	7.5%	16.7%
ระดับน้ำใต้ดิน	2.3%	0.55%	2.9%

7.4 ข้อเสนอแนะ

จากข้อการศึกษาและพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจำลองในการศึกษานี้ สามารถสรุปเนื้อหาและงานที่ควรได้รับการพัฒนาต่อไป รวมไปถึงวิธีการปรับปรุงและวิธีการประยุกต์ใช้ผลการศึกษา ซึ่งได้แยกไว้เป็นหัวข้อดังนี้

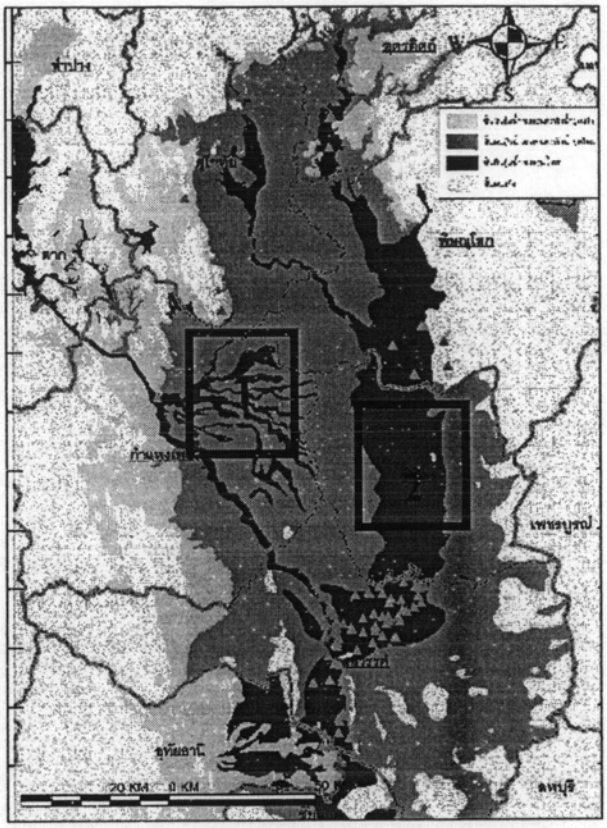
7.4.1 ข้อสังเกตจากการศึกษา

1) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

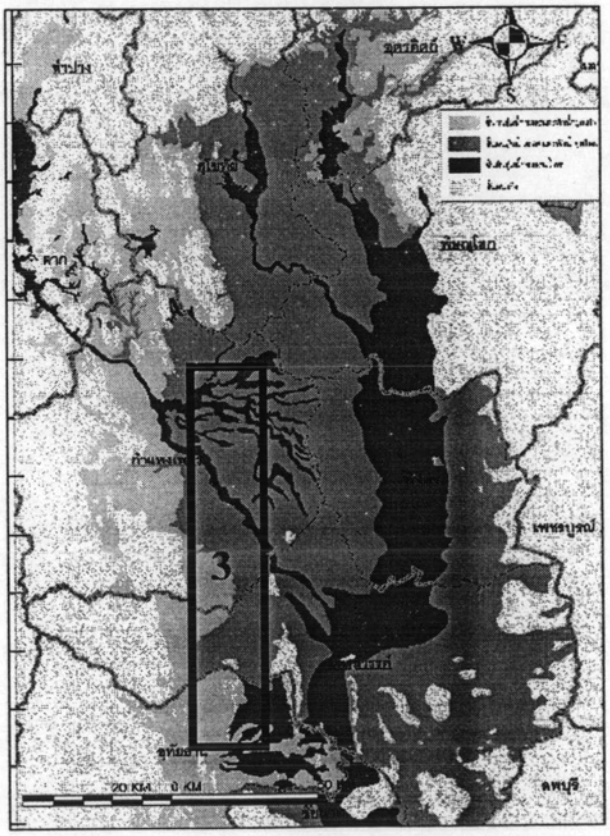
องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในการศึกษาแบบจำลองคือ ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการแบบจำลอง ทั้งข้อมูลตัวแปรต้นและคุณสมบัติทางกายภาพในพื้นที่ศึกษาจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการคำนวณ ส่วนที่สำคัญในเรื่องปัญหาของข้อมูลที่นำมาใช้ ที่พูดถึงเป็นประจำ คือ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลไม่เห็นความสำคัญในการบันทึกและรวบรวมข้อมูล ซึ่งเกิดจากคำถามที่ว่า "จำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลไปเพื่ออะไร" อย่างไรก็ตามในส่วนนี้จะไม่กล่าวถึงปัญหาเรื่องจำนวนข้อมูลเนื่องจากเป็นการจัดการในอดีต หากแต่จะกล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาจัดเก็บข้อมูล ดังนี้

ในการจำลองสภาพน้ำผิวดินและใต้ดินนั้น ส่วนเชื่อมสำคัญต่อที่ที่อยู่ระหว่างผิวดินและใต้ดินนั้นคือ ชั้นดิน ซึ่งกระบวนการไหลของน้ำบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นการไหลแบบชั้นน้ำไม่อิ่มตัวที่มีพารามิเตอร์ของดินจำนวนมาก ซึ่งการเชื่อมต่อแบบจำลองผิวดินกับใต้ดินจำเป็นต้องอาศัยการคำนวณการไหลของน้ำในส่วนนี้ในจุดเชื่อมต่อ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีและตัวอย่างดินที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดิน แต่ที่จริงแล้วกรมพัฒนาที่ดินมีห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ ที่สามารถหาพารามิเตอร์ทางธรณีฟิสิกส์ของดินและได้รายงานผลออกมาเป็นจุดตัวอย่าง หากแต่ยังไม่ได้แยกคุณสมบัติของดินเหล่านี้ตามชุดดิน ซึ่งไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีชุดดินหลายประเภทได้ ฉะนั้นจึงควรให้มีการจัดแยกหมวดหมู่ของดินตามคุณสมบัติทางปฐพีกลศาสตร์หรืออุทกธรณีวิทยา เพื่อเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ด้านวิศวกรรม

แบบจำลองน้ำใต้ดินอาศัยบ่อสังเกตการณ์ระดับน้ำใต้ดิน จำนวน 124 ชุดข้อมูลในการสอบเทียบแบบจำลองในช่วงระยะเวลา 10 ปี ซึ่งมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับช่วงเวลาและขนาดของพื้นที่ โดยเฉพาะชั้นน้ำใต้ดินส่วนล่างมีเพียง 10 ชุดข้อมูล นอกจากนั้นบ่อสังเกตการณ์ยังกระจุกตัวอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันหมด ซึ่งทำให้ผลการคำนวณในส่วนที่บ่อสังเกตการณ์ขาดหายไปนั้นไม่ถูกต้อง ฉะนั้นหากมีการเก็บระดับน้ำใต้ดินจึงแนะนำให้เก็บชั้นน้ำส่วนบนในพื้นที่ 1 และ 2 ในรูปที่ 7-3 และเก็บข้อมูลชั้นน้ำส่วนล่างในพื้นที่ 3 ของรูปที่ 7-4



รูปที่ 7-3 พื้นที่แนะนำในการสร้างบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำส่วนบน



รูปที่ 7-4 พื้นที่แนะนำในการสร้างบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำส่วนล่าง

2) <u>อัตราการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา</u>

ปริมาณการเติมน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการคำนวณการไหลของแอ่งน้ำใต้ดิน และหาศักยภาพของน้ำใต้ดิน โดยปริมาณการเติมน้ำสูแอ่งน้ำใต้ดินสามารถแยกได้เป็น 2 ส่วนคือ จากผิวดินและจากลำน้ำ โดยเป็นปริมาณเติมน้ำจากผิวดิน 40 มม./ปี ซึ่งคิดเป็น 6.2 % ของปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปี แต่การเติมจากลำน้ำจะมีส่วนที่เติมให้กับแอ่งน้ำใต้ดินและในทางกลับกัน น้ำใต้ดินสามารถเติมกลับสู่ลำน้ำได้ ดังเห็นได้จากรูปที่ 7-2 ว่าปริมาณน้ำที่เติมเข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดินมีน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ไหลสู่ลำน้ำ ฉะนั้นโดยเฉลี่ยแล้วน้ำที่ไหลระหว่างลำน้ำกับแหล่งน้ำใต้ดินจึงเป็นการเติมน้ำให้แกลำน้ำในปริมาณ 13.5 มม./ปี โดยการปริมาณการเติมน้ำใต้ดินทั้งจากลำน้ำและผิวดินนั้นเกิดขึ้นในฤดูฝนถึง 82 % ของการเติมน้ำทั้งหมด ซึ่งการแลกเปลี่ยนน้ำระหว่างผิวดินและใต้ดินของการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำสู่ชั้นน้ำบาดาล เป็นการแลกเปลี่ยนน้ำระหว่างผิวดินและใต้ดินนั้นอย่างพลวัต ทั้งในมิติของเวลาและพื้นที่ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้เป็นตัวแปรต่อผลการคำนวณศักยภาพและการไหลของน้ำใต้ดิน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณการเติมน้ำในแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบน พบว่าการเชื่อมต่อแบบจำลองทำให้ผลการคำนวณการเติมน้ำสู่แอ่งน้ำใต้ดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น 2.8 เท่า เมื่อเทียบกับผลการศึกษาของโครงการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณการเติมน้ำที่เพิ่มมากขึ้นนั้นส่วนใหญ่กระจายอยู่ขอบแอ่งน้ำใต้ดิน ทำให้บริเวณกลางแอ่งน้ำใต้ดินมีอัตราการเติมน้ำที่ไม่แตกต่างจากเดิมมาก และบางส่วนยังน้อยลงกว่าเดิมดังแสดงในรูปที่ ง-9 และ ง-10 ส่วนขอบแอ่งน้ำใต้ดินมีการเติมน้ำมากขึ้นเนื่องจากการกักเก็บน้ำของป่าตามขอบแอ่งน้ำบาดาล

จากผลของการศึกษานี้ เห็นได้ว่าแหล่งของการเติมน้ำผิวดินจากที่ได้คำนวณไว้ว่าน่าจะขึ้นกับชนิดดินหรือมีการเติมในบริเวณที่มีผิวดินเป็นชั้นทรายเพียงอย่างเดียว ซึ่งใช้วิธีพิจารณาค่าพารามิเตอร์ในการซึมนั้นมาจากการปรับเทียบแบบจำลองในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง แต่อย่างไรก็ตามจากการเปรียบเทียบการเติมน้ำในรูป ง-9 และ ง-10 เห็นได้ว่าบริเวณกลางแอ่งนั้นมีอัตราการเติมน้ำที่ใกล้เคียงกัน เว้นแต่บริเวณขอบแอ่งที่การศึกษานี้มีอัตราการเติมน้ำที่มากขึ้น ฉะนั้นการพิจารณาการเติมน้ำใต้ดินในแอ่งภาคกลางตอนบน จึงควรนำอัตราการเติมน้ำบาดาลมาพิจารณาด้วย ซึ่งการศึกษาถึงแหล่งที่มีของน้ำบาดาลจะช่วยเติมเต็มความรู้เกี่ยวกับการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งทำให้สามารถคำนวณสภาพการไหลของแหล่งน้ำใต้ดินได้ชัดเจนมากขึ้น รวมไปถึงสามารถนำไปสู่การบริหารจัดการแหล่งน้ำบาดาลให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติ

7.4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

เมื่อพัฒนาแบบจำลองที่สามารถเชื่อมต่อสภาพการไหลของน้ำผิวดินและใต้ดินได้ แบบจำลองนี้จึงมีคุณสมบัติที่สามารถเชื่อมโยงสภาพอุทกวิทยาน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพัฒนาหลายอย่าง จึงได้ยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วไว้ดังนี้

1) <u>ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อระดับน้ำใต้ดิน</u>

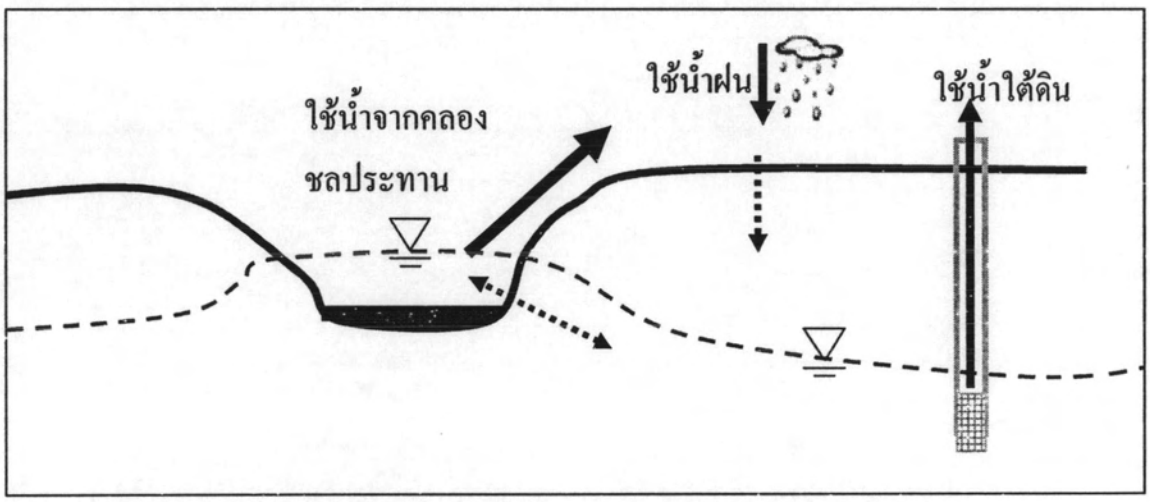
ดังจะเห็นได้ว่าอัตราการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษานั้น มีความแตกต่างกันมาก โดยมีการเติมน้ำมากในพื้นที่รอบแอ่งบริเวณป่าและเชิงเขา ตามพื้นที่ซึ่งบริเวณ จากการการศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อน้ำท่าในพื้นที่น่านตอนบนด้วยแบบจำลอง SWAT (โอฬาร, 2548) พบว่าหากเพิ่มปริมาณป่าในพื้นที่น่านตอนบนเป็น 80% ทำให้ปริมาณน้ำในลำน้ำลดลงในหน้าฤดูฝน 14% และเพิ่มปริมาณขึ้นในหน้าฤดูแล้ง 26% ซึ่งหากพิจาณาแล้วปริมาณน้ำในลำน้ำที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อปริมาณน้ำที่ข้างอยู่บนผิวดินซึ่งจะซึมลงสู่ใต้ดินต่อไปซึ่งเป็นเป็นปัจจัยสำคัญต่อการคำนวณระดับน้ำใต้ดิน

แบบจำลองที่ได้รับการพัฒนาแล้ว สามารถนำมาพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อระดับน้ำใต้ดินได้ในแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว ผ่านทางแบบจำลอง SWAT ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนี้ สามารถทำผ่านการนำเข้าข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินหรือข้อมูลดัชนีที่ใช้กำหนดความหมายของแผนที่การใช้ที่ดิน

2) <u>การใช้น้ำผิวดินร่วมกับน้ำใต้ดิน</u>

ในการวางแผนการใช้น้ำผิวดินร่วมกับน้ำใต้ดินนั้น ได้พิจารณาการใช้น้ำทั้งในส่วนของผิวดินและใต้ดินซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีส่วนสัมพันธ์กันอยู่ในทางวงจรอุทกวิทยา ดังแสดงในรูปที่ 7-5 ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน โดยการบริหารการใช้น้ำผิวดินจึงส่งผลต่อน้ำใต้ดินได้ โดยในอดีตการศึกษาการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549) ใช้การพิจารณาศักยภาพของน้ำผิวดินและใต้ดินแยกกัน คือพิจารณาสภาพการใช้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินแยกกันใน 2 แบบจำลอง และนำตัวแปรหลัก ปริมาณน้ำในลำน้ำ สมดุลน้ำผิวดิน ปริมาณฝนที่ตก การใช้น้ำใต้ดิน ที่จากการพิจารณาในแบบจำลองทั้ง 2 ส่วนมาสรุป ซึ่งยังขาดความสัมพันธ์ และผลกระทบของการเปลี่ยนสภาพการไหลน้ำผิวดินต่อการไหลของน้ำใต้ดินหรือในทางกลับกัน

การเชื่อมต่อแบบจำลองได้ถูกพัฒนาให้มีความสัมพันธ์ทั้งผิวดินและใต้ดิน ฉะนั้นจึงสามารถพัฒนาแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว ไปพิจารณาการบริหารน้ำทั้งในส่วนผิวดินและใต้ดินให้สอดคล้องกันได้ เช่น นำไปคำนวณหาปริมาณน้ำที่ผิวดินที่สามารถใช้ร่วมกับใต้ดินได้อย่างเหมาะสม การบริหารน้ำให้ระดับน้ำใต้ดินอยู่ในระดับที่เกษตรกรสามารถสูบได้ ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำที่สมารถเติมให้กับแหล่งน้ำใต้ดินได้เพียงพอ ตำแหน่งบ่อและปริมาณน้ำใต้ดินที่เหมาะสมและไม่เกิดผลกระทบต่อศักยภาพน้ำใต้ดิน แต่อย่างไรก็ตามการนำไปพิจารณาการรูปแบบการใช้น้ำผิวดินนั้น ยังมีข้อจำกัดในการคำนวณผลของการบริหารจัดการน้ำที่มีความซับซ้อนในพื้นที่ขนาดใหญ่ เนื่องจากแบบจำลองน้ำผิวดินสามารถคำนวณการผันน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ในลักษณะอย่างง่าย และไม่สามารถคำนวณการกักเก็บน้ำไว้ในระบบได้



รูปที่ 7-5 การใช้น้ำผิวดินร่วมกับน้ำใต้ดินซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กัน

7.4.3 แนวทางการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

1) <u>การพัฒนาการจำลองและการเชื่อมต่อ</u>

การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจำลองขึ้นมา แต่เมื่อพิจารณาผลการทดสอบแบบจำลองแล้ว พบว่าการเชื่อมต่อแบบจำลองระหว่าง SWAT-2003 กับ MODFLOW-2000 สามารถพัฒนาต่อเพื่อปรับปรุงแบบจำลองให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้

จากผลการคำนวณระดับน้ำของแบบจำลองน้ำใต้ดินพบว่า เมื่อเชื่อมต่อแบบจำลองแล้ว ระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดในรูปที่ 6-18 มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลสังเกตการณ์มากขึ้น แต่คาบของระดับน้ำที่ลดลงนั้น มีช่วงเวลาที่มากกว่า 6 เดือนของฤดูแล้งที่คิดว่าระดับน้ำจะลดลงต่ำสุด ฉะนั้นเพื่อให้ตอบสนองกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ จึงแนะนำให้พิจารณาการนำเข้าข้อมูลในส่วนของแบบจำลองน้ำใต้ดิน ให้มีช่วงระยะระหว่างเวลาละเอียดมากขึ้นกว่าราย

เดือนหรือรายฤดูกาลของช่วงฝนและแล้ง ซึ่งจากข้อมูลสังเกตการณ์เห็นได้ว่าช่วงระดับน้ำลดลงคาบเกี่ยวไปในช่วงฤดูฝนอีก 3 เดือน ฉะนั้นจึงเสนอให้พิจารณาข้อมูลน้ำใต้ดินในช่วงฤดูฝนให้มากกว่า 6 เดือนและคำนวณการใช้น้ำใต้ดินเป็นราย 1 สัปดาห์ เพื่อให้สอดคล้องและครอบคลุมการจัดสรรน้ำชลประทานที่มีรอบการส่งน้ำเป็นรายสัปดาห์ ที่มีปริมาณมากในช่วงต่อเนื่องจากฤดูแล้ง ซึ่งอาจพิจารณาลดพื้นที่ศึกษาให้เล็กลงเพื่อสามารถทำการพัฒนาแบบจำลองให้สอดคล้องกับสภาพการใช้น้ำจริงมากขึ้น

การเชื่อมต่อแบบจำลองของการศึกษานี้ มีกระบวนการปรับปรุงปริมาณการเติมน้ำใต้ดินในส่วนของแบบจำลอง MODFLOW เพื่อให้แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วสอดคล้องกันทั้งผิวดินและใต้ดิน แต่อัตราการเติมน้ำสู่แหล่งน้ำใต้ดินที่ปรับปรุงใหม่นั้นได้นำเข้าสู่ แบบจำลองเดิมที่ได้มีปรับเทียบพารามิเตอร์ให้สอดคล้องกับสภาพการเติมน้ำในก่อนการเชื่อมต่อแบบจำลอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเชื่อมต่อทำให้ผลการคำนวณปริมาณการเติมน้ำใต้ดินมากกว่าปริมาณเดิมถึง 2.8 เท่า ซึ่งทำให้สภาพการไหลน้ำใต้ดินเปลี่ยนไป จึงทำให้แบบจำลองที่นำมาพัฒนามีพารามิเตอร์สภาพทางกายภาพสอดคล้องกับปริมาณเติมน้ำใต้ดินก่อนการเชื่อมต่อ ฉะนั้นการปรับเทียบพารามิเตอร์ภายหลังการเชื่อมต่อ จึงสามารถสร้างความเหมาะสมกับสภาพการไหลกับแบบจำลองใหม่ ฉะนั้นจึงเสนอให้มีการศึกษาเพิ่มการปรับเทียบแบบจำลองน้ำใต้ดินอีกครั้งในช่วงการแลกเปลี่ยนค่าครั้งที่ 1 (i = 1) ในรูปที่ 5-5

ชุดการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างลำน้ำและน้ำใต้ดิน ในแบบจำลอง MODFLOW อาศัยความสัมพันธ์ของระดับน้ำในลำน้ำและระดับน้ำใต้ดินในการพิจารณาหาการไหล ซึ่งการศึกษานี้มีข้อจำกัดของข้อมูลระดับน้ำในลำน้ำ ที่อาศัยค่าเฉลี่ยของฤดูฝนและแล้งในการกำหนดระดับน้ำทั้งฤดูกาล ซึ่งทำให้ระดับน้ำในลำน้ำไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำในลำน้ำ หากพิจารณาขั้นตอนในการเชื่อมต่อแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วมีข้อมูลอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำอยู่ในขั้นตอนการแลกเปลี่ยนแบบจำลอง หากต้องการค่าระดับน้ำในลำน้ำสามารถนำอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำมาหาค่าระดับน้ำได้ ด้วยโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับน้ำ (rating curve) ฉะนั้นจึงเสนอให้มีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวการเพิ่มฟังก์ชันแปลงอัตราการไหลเป็นระดับน้ำในช่วงการแลกเปลี่ยนข้อมูลน้ำผิวดิน-ใต้ดิน ทั้ง 2 ครั้ง แต่อย่างไรก็ตามผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำในลำน้ำในพื้นที่ศึกษาที่มีมาก อาจส่งผลทำให้ระดับน้ำที่ได้มีความผิดพลาดไปมากเช่นกัน จึงต้องพิจารณาผลของความคลาดเคลื่อนในการนำไปใช้ด้วย

2) <u>การพิจารณาแหล่งการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา</u>

ในการศึกษานี้ได้แบ่งแยกปริมาณการเติมน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการคำนวณการไหลของแอ่งน้ำใต้ดิน และหาศักยภาพของน้ำใต้ดิน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณ เมื่อพิจารณาการเติมน้ำของแอ่งน้ำใต้ดินในช่วงปี พ.ศ. 2536-2545 โดยแบ่งออกเป็นการเติมน้ำจากผิวดินและจากลำน้ำ ได้ปริมาณการเติมน้ำดังรูปที่ ง-4 ซึ่งเห็นได้ว่าปริมาณการเติมน้ำส่วนใหญ่นั้นมากจากผิวดิน และน้ำจากลำน้ำจะเติมเข้าแอ่งน้ำใต้ดินบางส่วนในฤดูฝนโดยเฉพาะช่วงปีน้ำมาก และจะไหลกลับสู่ลำน้ำในฤดูแล้ง ซึ่งพื้นที่การเติมนี้ที่ได้จากการศึกษานี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ ง-10 โดยแนวทางในการพิจารณาศึกษาหาแหล่งการเติมน้ำบาดาลที่จะศึกษาต่อไปในอนาคตด้วยเทคนิควิธีสมัยใหม่ เช่นเทคนิคโนโลยี Isotope หรือ Tracer มาช่วยในการหาการไหลของน้ำใต้ดิน โดยสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการกำหนดแนวทางการเก็บข้อมูลและพื้นที่ศึกษาได้

3) <u>การประเมินศักยภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา</u>

เมื่อพิจารณาระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาแล้วพบว่าระดับน้ำในฤดูแล้ง บางช่วงเวลา มีระดับที่ลดลงต่ำกว่าระดับต่ำสุดที่ได้จากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ (MODFLOW) ซึ่งได้นำไปศึกษาศักยภาพของแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบนโครงการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549) ดังแสดงในรูปที่ 6-18 ถึง 6-20 ซึ่งผลการคำนวณศักยภาพที่ได้สรุปไว้ สามารถนำพัฒนาเพิ่มจากแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว ซึ่งศักยภาพดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงในบริเวณตอนกลางของแอ่ง แม้ปริมาณการเติมน้ำโดยรวมของระบบจะมากขึ้นก็ตาม

เมื่อพิจารณาการเติมน้ำของแอ่งน้ำใต้ดินในช่วงปี พ.ศ. 2536-2545 โดยแบ่งออกเป็นการเติมน้ำจากผิวดินและจากลำน้ำ ได้ปริมาณการเติมน้ำดังรูปที่ 7-2 ซึ่งเห็นได้ว่าปริมาณการเติมน้ำส่วนใหญ่นั้นมากจากผิวดิน และน้ำจากลำน้ำจะเติมเข้าแอ่งน้ำใต้ดินบางส่วนในฤดูฝนโดยเฉพาะช่วงปีน้ำมาก และจะไหลกลับสู่ลำน้ำในฤดูแล้ง