บทที่ 7

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

7.1 บทสรุป

หากจุดเริ่มต้นของการศึกษาครั้งนี้คือการตั้งคำถามต่อพื้นที่ที่เป็นอู่ข้าวอู่น้ำ ที่มีความต้องการใช้น้ำสูงมาก อีกทั้งยังเป็นแหล่งทรัพยากรน้ำใต้ดินที่มีศักยภาพสูงแห่งหนึ่งของประเทศไทย และเป็นครั้งแรกที่มีการตั้งคำถามเพื่อทำความเข้าใจต่อทรัพยากรน้ำใต้ดินในพื้นที่สำคัญแห่งนี้ การศึกษาครั้งนี้ก็ได้ทำหน้าที่ในการตอบคำถามเหล่านั้นด้วยกระบวนการที่สร้างสรรค์และสอดคล้อง กล่าวคือ เป็นการประยุกต์องค์ความรู้ต่าง ๆ ทั้งการจัดการ และการวิเคราะห์ข้อมูล มาปรับใช้ให้สอดคล้องกับสภาพข้อจำกัดของพื้นที่ และระบบฐานข้อมูลที่มี เพื่อประเมินพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็น โดย.ฉพาะสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ อัตราการใช้น้ำ และอัตราการเติม แล้วออกแบบระเบียบวิธีในการพัฒนาแบบจำลองให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาในพื้นที่ ที่มีความซับซ้อน และขาดแคลนข้อมูลที่สมบูรณ์ นอกจากนั้นยังได้นำเสนอผลการศึกษาที่ได้จากแบบจำลองทั้งในแง่ของระดับน้ำ และระบบสมดุลของแหล่งน้ำใต้ดิน แล้วประยุกต์ผลการศึกษาดังกล่าวนั้นให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ได้ง่ายขึ้นในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับปัจจัยที่สำคัญ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงในพื้นที่ และหากจะกล่าวโดยสรุปถึงผลการศึกษาครั้งนี้ ก็อาจพิจารณาได้จากคำถามที่ตั้งไว้ในเบื้องต้น (วัตถุประสงค์ในการศึกษา ได้แสดงรายละเอียดไว้ในหัวข้อที่ 1.2) ในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

7.1.1 การพัฒนาการจำลองการไหลของน้ำใต้ดินสำหรับพื้นที่ศึกษา

ประเด็นสำคัญในการศึกษาครั้งนี้ คือ ขั้นตอนในการพัฒนาการจำลอง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการศึกษาครั้งนี้ที่จำเป็นจะต้องมีการออกแบบ วางแผนให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ และข้อจำกัดของข้อมูลที่มี ยกตัวอย่างเช่น การขาดแคลนข้อมูลบ่อสังเกตการณ์ในอดีต ทำให้เกิดข้อจำกัดในการปรับเทียบแบบจำลอง

การพัฒนาการจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในการศึกษาครั้งนี้เป็นงานชั้นแรกในการจำลองในพื้นที่ศึกษาดังกล่าว โดยอาศัยการแบ่งชั้นน้ำใต้ดิน ตามการศึกษาของสุจริต และคณะ (2545) แล้วสร้างแบบจำลองโดยกำหนดกริดเซลรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 4 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 10,000 ตารางกิโลเมตร แล้วกำหนดเงื่อนไขขอบเขตต่าง ๆ ตามสภาพอุทกธรณีวิทยา จากนั้นจึงทำการนำเข้าข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ ประมวลผล แล้วทำการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองโดยวิธีการที่เสนอโดยการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะข้อมูลในพื้นที่ (บทที่ 4)

การปรับเทียบแบบจำลองกระทำทั้งในสภาวะการไหลแบบคงตัว โดยใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2542 เป็นฐาน และสำหรับสภาวะการไหลแบบไม่คงตัว ใช้ข้อมูลใน พ.ศ. 2543 – 2544 ซึ่งได้มีการตรวจวัดระดับน้ำทุก ๆ 2 เดือน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับเทียบแบบจำลอง ส่วนการสอบเทียบแบบจำลองใช้ข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ. 2532 ประกอบกับข้อมูลระดับน้ำใต้ดินจากข้อมูลบ่อน้ำใต้ดินของหน่วยงานต่าง ๆ ผลการปรับเทียบและสอบเทียบพบว่า แบบจำลองให้ผลการคำนวณที่สอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม และมีความคลาดเคลื่อน 1-4 เมตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (หัวข้อที่ 4.6, 6.1 และภาคผนวก ค)

ผลการคำนวณของแบบจำลองแสดงว่า พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวมากที่สุดคือสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ อัตราการเติมและการสูบน้ำ (หัวข้อที่ 6.2) ในขณะที่ระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม ซึ่งแสดงว่าระดับน้ำมีการแกว่งตัวตามฤดูกาล ระดับน้ำลดลงในฤดูแล้ง โดยเฉพาะปีที่มีความแห้งแล้งมาก เช่นปี พ.ศ. 2537 และ พ.ศ. 2542 และหากพิจารณาตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการจำลอง คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 – 2544 พบว่าปริมาณการใช้น้ำใต้ดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นแนวโน้มของระดับน้ำใต้ดินโดยเฉพาะชั้นน้ำชั้นบนสุดซึ่งเกษตรกรใช้เพื่อการเกษตรจึงมีแนวโน้มลดลง 2-10 เมตร ในช่วงระยะเวลา 13 ปี (หัวข้อที่ 6.3) และมีความเป็นไปได้ที่จะลดลงอย่างต่อเนื่อง

7.1.2 การประเมินค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง

ความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้อีกประการหนึ่ง คือการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ที่มีตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อใช้ให้เหมาะสมในการพัฒนาแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง ประเด็นสำคัญอยู่ที่ข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่นั้นไม่สมบูรณ์ หรือไม่เพียงพอสำหรับการกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้กับแบบจำลอง การศึกษาครั้งนี้จึงต้องทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และสร้างกระบวนการในการประเมินค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยเฉพาะข้อมูลที่มีนัยสำคัญต่อผลการคำนวณของแบบจำลองจากข้อมูลเท่าที่มี พารามิเตอร์หลักที่ทำการศึกษา และทบทวนจากการศึกษาที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำ อัตราการเติมน้ำ และอัตราการสูบน้ำ

สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำโดยปกติคำนวณได้จากการสูบทดสอบซึ่งได้มีการทดสอบไว้เพียง 243 บ่อ การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสูบทดสอบเพิ่มอีก 11 บ่อ แล้วทำวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ดังกล่าวกับอัตราส่วนระหว่างอัตราการสูบน้ำกับระยะน้ำลด ซึ่งเป็นข้อมูลที่หาได้ง่ายโดยทั่วไปและมีการเก็บรวบรวมไว้เป็นจำนวนมาก ทำให้สามารถประเมินค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์สำหรับชั้นน้ำใต้ดินทั้ง 4 ชั้นในพื้นที่ศึกษาได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำในพื้นที่ศึกษาอยู่ในช่วง $1.0x10^{-1}$ – $1.0x10^{3}$ เมตรต่อวัน (หัวข้อที่ 4.5.3 และ ภาคผนวก ก)

การศึกษาที่ผ่านมา โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย รวมทั้งการพัฒนาแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในพื้นที่ใกล้เคียง กำหนดอัตราการเติมน้ำใต้ดินจากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ ส่วนการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์คุณสมบัติเกี่ยวกับการซึมผ่านได้ของน้ำของดินชั้นบน เพื่อประเมินอัตราการเติมน้ำใต้ดินให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น โดยสรุป อัตราการเติมน้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 3.88 – 11.00 ของปริมาณฝน (หัวข้อที่ 4.5.8)

นอกจากพารามิเตอร์หลักทั้งสองดังกล่าวแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์ ประเมินพารามิเตอร์อื่น ๆ เพื่อประกอบในการพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งหากสามารถทำให้แบบจำลองที่ได้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เหตุผลประการหนึ่งก็คือความสำเร็จในการสร้างกระบวนการในการประเมินพารมิเตอร์ต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดของข้อมูลที่มี

7.1.3 การประเมินอัตราการใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา

อัตราการสูบน้ำเป็นข้อมูลที่มีนัยสำคัญสูงมากสำหรับความถูกต้องของแบบจำลอง สำหรับข้อมูลอัตราการสูบน้ำในพื้นที่ศึกษาเป็นข้อมูลที่มีปริมาณมากที่สุด และมีการเก็บรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบน้อยที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้ได้อาศัยการทบทวนผลการศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2545) ในพื้นที่ศึกษาเดียวกันนี้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ โดยจำแนกการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ แล้ววิเคราะห์ ประเมิน ตามหลักการที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง (หัวข้อที่ 3.5) ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ทดสอบและสัมภาษณ์ในภาคสนาม ทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ว่าการศึกษาครั้งนี้เป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาด้านความต้องการและการใช้ทรัพยากรแหล่งน้ำใต้ดินที่มีความครอบคลุมและสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้น้ำในพื้นที่เป็นอย่างดี (หัวข้อที่ 4.5.9 และภาคผนวก ข)

ผลการประเมินอัตราการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ พ.ศ. 2532 – 2544 พบว่าการใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 300 - 900 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับสถานการณ์ความแห้งแล้งของแหล่งน้ำผิวดิน การใช้น้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นในฤดูแล้ง เมื่อขาดแคลนแหล่งน้ำผิวดิน โดยเฉพาะพื้นที่แหล่งน้ำใต้ดินมีศักยภาพสูง ซึ่งได้แก่ แหล่งน้ำใต้ดินในตะกอนลุ่มน้ำ และชั้นน้ำที่ถูกนำมาใช้มากที่สุดคือชั้นน้ำชั้นที่ 1 และประมาณ ร้อยละ 87 ของปริมาณน้ำใต้ดินที่ถูกสูบขึ้นมานั้น ได้ถูกนำไปใช้เพื่อการเกษตรกรรม โดยเฉพาะการเพาะปลูกข้าวในฤดูนาปรัง

7.1.4 การศึกษาสมดุลของระบบน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา

ผลการคำนวณของแบบจำลองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 – 2544 แสดงว่าระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยที่การเติมน้ำจากฝนในช่วงปลายปี จะชดเชยให้กับปริมาณน้ำที่ถูกสูบไปใช้ในฤดูแล้งซึ่งมีการสูบน้ำมากจากชั้นน้ำชั้นที่ 1 ซึ่งเป็นชั้นบนสุดเพื่อใช้ในการเกษตรกรรม หากพิจารณาจากแบบจำลองการไหลแบบคงตัว พบว่าอัตราการสูบและการเติมน้ำเฉลี่ยรายปี ในปี พ.ศ. 2542 เท่ากับ 1.91 และ 1.55 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ ดังนั้นแสดงว่าปริมาณการใช้น้ำจากระบบมีค่ามากกว่าปริมาณที่เติมจากฝนเข้าสู่ระบบ ประมาณ 0.4 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน นอกจากนี้ปริมาณการใช้น้ำที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้ระบบสมดุลของน้ำใต้ดินได้รับผลกระทบในระยะยาว (หัวข้อที่ 6.2 และ 6.3)

7.1.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับน้ำใต้ดินกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ในตอนท้ายของการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำกับปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ อัตราการสูบน้ำใต้ดิน และอัตราการเติมน้ำจากผิวดิน เพื่อเป็นตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ผลของแบบจำลองเพื่อให้ง่ายในการคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นโดยเฉพาะในกรณีฤดูแล้ง ความสัมพันธ์ที่ได้ระหว่างอัตราการสูบน้ำสุทธิ (อัตราการสูบน้ำลบด้วยอัตราการเติมน้ำในพื้นที่) สามารถสร้างสมการอย่างง่ายได้ในรูปสมการยกกำลัง (หัวข้อที่ 6.5)

7.2 ข้อเสนอแนะ

Konikow L.F., Bredehoeft J.D. (1992) กล่าวว่า แบบจำลองสภาพการไหลของน้ำใต้ดินนั้นเป็นเพียงผลิตผลของสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้แน่ชัด หากแต่เพียงตรวจสอบและพิสูจน์ความไม่ถูกต้องได้บ้างเท่านั้น แต่อย่างไรก็ดี ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองหนึ่งก็นับว่าเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีที่สุดในขณะเวลานั้น ๆ ส่วนความคลาดเคลื่อนหรือจุดอ่อนบางอย่างที่เกิดขึ้นกับแบบจำลองนั้นก็จะนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงให้เกิดความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติใต้ดินได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จในแง่ของการพัฒนากระบวนการจำลองสภาพการไหลให้สอดคล้องกับสภาพข้อมูลในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้การจำลองมีการพัฒนาต่อไป รวมทั้งเพื่อที่จะทำความเข้าใจปรากฏการณ์ในพื้นที่ศึกษานี้ให้ดียิ่งขึ้น จำเป็นจะต้องมีการจัดระบบฐานข้อมูลในพื้นที่ และทำการศึกษาในพื้นที่ย่อยที่สำคัญเพื่อให้เกิดความถูกต้อง และมีความละเอียดของข้อมูลมากยิ่งขึ้น สำหรับแนวทางการศึกษาที่น่าสนใจ เพื่อพัฒนาแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษานี้ให้มีความถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น จำแนกเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

7.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

เงื่อนไขสำคัญที่สุดของการศึกษาครั้งนี้คือข้อมูลที่ไม่มีการรวบรวมอย่างเป็นระบบ และระยะเวลาของการเก็บรวบรวมข้อมูลก็ไม่มีความต่อเนื่องยาวนานเพียงพอ ยกตัวอย่างเช่นข้อมูลระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา และอัตราการใช้น้ำใต้ดิน สาเหตุส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะผู้เกี่ยวข้องไม่เห็นความสำคัญในการบันทึก รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ อีกส่วนหนึ่งก็คือ ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนต่อคำถามในภาพรวมที่ว่า ข้อมูลใดบ้างที่ต้องมีการรวบรวม และรวบรวมไปเพื่ออะไร เมื่อเป็นเช่นนี้ งาน

เก็บรวบรวมข้อมูลจึงเป็นงานภายในของหน่วยงานย่อย ๆ แต่ละหน่วย ที่ขาดการประสาน รองรับ เชื่อมโยง ซึ่งกันและกัน หลายหน่วยงานดูแลข้อมูลที่ซ้ำซ้อน แต่ก็ไม่มีการตรวจสอบซึ่งกันและกัน เช่นข้อมูลจำนวนประชากร และพื้นที่การเกษตร ข้อมูลหลายชิ้นขาดการตรวจสอบ ทำให้เป็นข้อมูลที่ด้อยคุณภาพ เช่นข้อมูลระดับน้ำของบางหน่วยงาน และข้อมูลหลายเรื่องก็ไม่มีระบบในการจัดการที่ดีพอ เช่นปริมาณการใช้น้ำทั้งผิวดินและใต้ดิน ทั้งที่เป็นข้อมูลที่มีผลโดยตรงต่อการวางแผนจัดการทรัพยากร

ในส่วนงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการศึกษา วางแผน และจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำใต้ดิน ระบบฐานข้อมูลที่ควรได้รับการพิจารณาโดยเร่งด่วนที่สุดคือ ระบบเครือข่ายการติดตามระดับน้ำ คุณภาพ และพฤติกรรมการใช้น้ำ

เครือข่ายการติดตามและประเมินทรัพยากรน้ำใต้ดินในระดับชาตินับเป็นเรื่องที่ยากมาก แม้ในโลกปัจจุบัน เพราะผู้คนมักขาดความตระหนักในความสำคัญและผลกระทบที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการดำเนินการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เวลา และงบประมาณจำนวนมาก (Rosen, 1999) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มดำเนินการโครงการประเมินคุณภาพน้ำระดับชาติ (National Water Quality Assessment Program (NAWQA) มาตั้งแต่ก่อนปี พ.ศ. 2530 (Ackerman, 1987 อ้างถึงใน Rosen, 1999) โครงการดังกล่าวเป็นการติดตามข้อมูลทรัพยากรแหล่งน้ำทั้งผิวดินและใต้ดินที่น่าจะมีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ส่วนในทวีปยุโรป มีการดำเนินการโครงการพัฒนาระบบติดตามทรัพยากรน้ำใต้ดินโดยเฉพาะในประเทศขนาดเล็กที่มีการขยายตัวทางอุตสาหกรรมมาก เช่นประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งมีเครือข่ายครอบคลุมพื้นที่ 38,000 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยบ่อตื้น 380 บ่อ (Duijvenbooden, 1993 อ้างถึงใน Rosen, 1999) ส่วนในประเทศนิวซีแลนด์เริ่มดำเนินโครงการเช่นนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 (Rosen, 1999) และประเทศเกาหลีใต้ได้พัฒนาโครงการระบบเครือข่ายในช่วงปี พ.ศ. 2538 – 2544 (Kim et al, 1995 อ้างถึงใน Rosen, 1999)

ในวันนี้ สำหรับประเทศไทย เมื่อการเปลี่ยนแปลงระบบราชการ ทำให้มีผู้รับผิดชอบต่อปัญหาทรัพยากรแหล่งน้ำที่ชัดเจนต่างจากที่เป็นในอดีต การจัดตั้งระบบการติดตามและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรแหล่งน้ำทั้งผิวดินและใต้ดินก็น่าจะมีความเป็นไปได้มากขึ้น แต่หากไม่มีการจัดตั้งระบบฐานข้อมูลเหล่านี้ให้สมบูรณ์เพียงพอ การศึกษา รวมถึงการตัดสินใจต่อปัญหาทรัพยากรแหล่งน้ำใต้ดินของประเทศไทยในอีก 10 – 20 ปีข้างหน้า ก็อาจจะประสบปัญหาไม่ต่างจากเมื่อ 10 – 20 ปีก่อน ที่การศึกษาเหล่านั้นถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขของข้อมูล ซึ่งก็เป็นข้อจำกัดที่ไม่แตกต่างจากการศึกษาในวันนี้

นอกจากความบกพร่องทางด้านการจัดหาและจัดทำระบบฐานข้อมูล (Supply side) แล้ว ผู้ใช้ข้อมูล (Demand side) ก็มีความบกพร่อง กล่าวคือ ระบบของสังคมและการตัดสินปัญหาของสังคมไทยอ้างอิงข้อมูล ข้อเท็จจริงน้อยเกินไป แต่การศึกษาครั้งนี้มิได้เรียกร้องให้กระบวนการตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ในสังคมจำเป็นต้องอ้างอิงผลการศึกษาทางวิชาการมากขึ้น ตราบใดที่คุณค่าและมาตรฐานของการศึกษาวิจัยและงานวิชาการในประเทศไทยยังไม่ได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ ดังนั้นการพัฒนาทั้งสองส่วนจึงจำเป็นต้องเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน โดยไม่เพียงเรียกร้องต่อกันและกัน

7.2.2 การพัฒนาการจำลอง

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นที่การวิเคราะห์ ประเมินพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับการพัฒนาการจำลอง และวิธีการในการพัฒนาการจำลองให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่และข้อมูลที่มี ในส่วนของการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ นั้นมุ่งเน้นที่อัตราการใช้น้ำใต้ดิน การเติมน้ำ และพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อแบบจำลองมากที่สุด แต่ถึงแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะสามารถประเมินพารามิเตอร์ดังกล่าวได้ แต่สมมติฐานบางอย่าง ก็ควรได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียด รวมทั้งมีการศึกษาด้วยระเบียบวิธีการใหม่ ๆ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องต่อไป อาทิเช่น การประเมินอัตราการเติมน้ำซึ่งการศึกษาครั้งนี้อ้างอิงอัตราการเติมกับปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ ซึ่งในเชิงพฤติกรรมอาจคลาดเคลื่อนจากปรากฏการณ์จริงในพื้นที่ขนาดเล็กซึ่งซับซ้อนมากขึ้น การศึกษาในอนาคตอาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงอิทธิพลของการขังน้ำในแปลงนา และ

อิทธิพลของแหล่งน้ำผิวดินที่มีต่อการซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินมากขึ้น นอกจากนี้อาจใช้ ระบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาช่วยในการประเมินอัตราการเติมน้ำโดยพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะได้ดำเนินการแล้วโดยพิจารณาจากคุณสมบัติของดิน แหล่งทราย และ ปริมาณฝน แต่ก็สามารถพิจารณาปัจจัยอื่น เพิ่มเติม เช่น การใช้ที่ดิน ปริมาณน้ำท่า และอัตราการคายระเหย โดยวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ เป็นระดับคะแนนสัมพัทธ์เปรียบเทียบกันเช่นเดียวกับการศึกษาของ Shigeya Maeda et al (2001)

การศึกษาที่จำเป็นอีกชิ้นหนึ่งคือการทดลองในสนาม และห้องปฏิบัติการ เพื่ออธิบายพฤติกรรมการซึมที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้แม้จะมีการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน (2538) แต่การศึกษานั้นพิจารณาเฉพาะดินชั้นบนที่ลึกจากผิวดินเพียง 3 – 5 เมตร แต่ยังมิได้พิจารณาถึงพฤติกรรมที่เชื่อมโยงต่อชั้นน้ำใต้ดิน และความชื้นในดิน นอกจากนั้นเมื่อมีข้อมูลพียงพอ การพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายพฤติกรรมการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น SOILMOD SWIM Groves และ Calder three layer ก็น่าจะได้รับการพัฒนาขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Thorpe และ Scott, (1999) ในประเทศนิวซีแลนด์

นอกจากอัตราการเติมน้ำแล้ว พารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ก็มีความสำคัญมาก สัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำที่สามารถประเมินได้จากข้อมูลบ่อน้ำใต้ดินทั่ว ๆ ไป ซึ่งเป็นวิธีการที่ถูกพัฒนาขึ้น และนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้รับการตรวจสอบแล้วว่าให้ผลได้เป็นอย่างดี น่าจะได้มีการนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป รวมทั้งเมื่อมีข้อมูลในพื้นที่ศึกษาครั้งนี้มากขึ้น ก็ควรจะมีการตรวจสอบ ปรับแก้ สมการความสัมพันธ์ที่ได้ศึกษาไว้ให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น ส่วนพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์อื่น ๆ อาทิเช่น สัมประสิทธิ์การซึมในแนวดิ่ง และอัตราการซึมผ่านวัสดุท้องน้ำ แม้จะไม่ส่งผลต่อความอ่อนไหวของแบบจำลองนี้มากนัก รวมทั้งการกำหนดขอบเขตของแบบจำลอง หากจะมีการศึกษาในพื้นที่ย่อยที่เฉพาะเจาะจงลงไป หรือต้องการพัฒนาแบบจำลองให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น พารามิเตอร์ต่าง ๆ เหล่านี้ ก็สมควรที่จะได้รับการตรวจสอบ และประเมินโดยละเอียด

ในส่วนของกระบวนการพัฒนาแบบจำลอง การศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนากระบวนการให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มี ดังนั้นหากในอนาคตมีฐานข้อมูลที่ครอบคลุมระยะเวลายาวนานขึ้น และข้อมูลมีความละเอียดมากขึ้นทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา การพัฒนาแบบจำลองก็ย่อมสามารถทำได้ใกล้เคียงกับวิธีการในอุดมคติ หรือวิธีการตามทฤษฎีมากยิ่งขึ้น กล่าวคือการปรับแก้แบบจำลองสามารถเปรียบเทียบผลการคำนวณกับข้อมูลระยะยาวได้ และนั่นย่อมส่งผลให้ความถูกต้องแม่นยำของผลการคำนวณดีขึ้นได้อย่างแน่นอน

สำหรับการเชื่อมโยงระบบข้อมูลเข้ากับแบบจำลอง ทั้งในขั้นตอนของการนำเข้า และการปรับแก้ข้อมูลต่าง ๆ นับว่าเป็นงานที่ใช้ระยะเวลามาก และผิดพลาดได้ง่าย การพัฒนาระบบ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยงานส่วนนี้นับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง แต่ระบบหรือโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงความเปลี่ยนแปลงของข้อมูล และระบบการจัดเก็บข้อมูลในภาพรวมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพราะหากไม่สามารถรองรับความเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ ระบบหรือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้นก็ยากที่จะประสบความสำเร็จได้

7.2.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลองในการอธิบายพฤติกรรมการไหล ระดับน้ำ และสมดุลของระบบชั้นน้ำใต้ดินในช่วง พ.ศ. 2532 – 2544 และได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับน้ำกับปัจจัยที่สำคัญ แต่แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานี้ยังอาจนำไปใช้ในลักษณะอื่น ๆ ได้อีก เช่น การคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตโดยการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ในอนาคตทั้งทางด้านกายภาพ และความต้องการใช้น้ำ ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการวางแผน จัดการทรัพยากรต่อไป ดังเช่นการศึกษาของสุจริต และคณะ (2545)

การศึกษาครั้งนี้นับเป็นตัวอย่างหนึ่งในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับพื้นที่ที่ไม่เคยมีการศึกษามาก่อนและไม่มีข้อมูลเพียงพอ ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางตัวอย่างสำหรับโครงการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองในพื้นที่อื่น ๆ ได้ อีกทั้งการประยุกต์ใช้แบบจำลองในลักษณะต่าง ๆ น่าจะมีส่วนให้ผู้เกี่ยวข้องต่อปัญหาทรัพยากรน้ำใต้ดินในพื้นที่ต่าง ๆ สามารถนำแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินที่มีอยู่ หรือที่จะมีการพัฒนาขึ้นในอนาคต มาใช้ให้สอดคล้องกับลักษณะปัญหา และหน้าที่ของแต่ละฝ่ายได้ อาทิเช่น ผู้วางแผนจัดสรรน้ำ อาจใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปัจจัยต่าง ๆ เพื่อช่วยในการคาดการณ์ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในแต่ละฤดูกาลเพื่อช่วยในการวางแผนจัดสรรน้ำได้ดียิ่งขึ้น

7.2.4 การวางแผน จัดการ ทรัพยากรน้ำใต้ดิน

การวางแผนจัดการทรัพยากร แม้จะมิใช่วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้โดยตรง แต่ก็มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ อย่างน้อย ใน 2 ลักษณะคือ ประการแรก การศึกษาครั้งนี้ทำให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งกันและกันระหว่างนักวิชาการในฐานะผู้เสนอแนวทางการจัดการ และนโยบายต่าง ๆ และผู้ใช้น้ำในฐานะผู้ได้รับผลกระทบจากแผนการหรือนโยบายต่าง ๆ ประการที่สองการศึกษานี้อาจถูกนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาต่อไป

ในส่วนของการเรียนรู้ซึ่งกันและกันระหว่างผู้กำหนดนโยบาย และผู้ได้รับผลกระทบนั้น ผู้ใช้น้ำควรได้รับข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา และกระบวนการในการจัดการปัญหาในปัจจุบัน โดยมีกระบวนการเชื่อมโยงที่เหมาะสม เช่นผ่านทางองค์การบริหารส่วนตำบล เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสภาพปัญหาที่แท้จริง และในที่สุดผู้ใช้น้ำในฐานะผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยตรงจะได้มีส่วนในการกำหนดนโยบาย และแนวทางการจัดการปัญหาทั้งในระดับชุมชน จนถึงระดับประเทศด้วยตนเอง ในขณะเดียวกันผู้กำหนดนโยบายก็จำเป็นที่จะต้องเรียนรู้สภาพปัญหาที่แท้จริง ผ่านกระบวนการที่เหมาะสม เพื่อลดโอกาสในการเกิดขึ้นของนโยบายที่ไม่ตอบสนองต่อปัญหาหรือความต้องการของประชาชน

และหากการศึกษานี้จะถูกใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการต่อปัญหา สิ่งหนึ่งที่ควรเสนอประกอบไว้ก็คือ แบบจำลองนี้มิได้แสดงเพียงว่าแหล่งทรัพยากรมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อนำขึ้นมาใช้ได้มากเพียงใด แต่ในทางกลับกัน แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานี้อาจตอบคำถามได้ว่า การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ ควรถูกจำกัดและควบคุมอย่างไร การจัดการที่จะเกิดขึ้นไม่ควรมองในด้านของแหล่งทรัพยากร (Supply side) เป็นด้านหลักเพียงด้านเดียว แต่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากด้านความต้องการ (Demand side) ควบคู่กันไปด้วย