

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการรวบรวมข้อมูล และจัดทำแบบจำลองสภาพน้ำใต้ดินในเขตเมืองเชียงใหม่ ในสภาพที่ชั้นหินอุ้มน้ำไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (heterogeneous) และมีค่าความนำทางชลศาสตร์เปลี่ยนแปลงตามทิศทาง (anisotropic) โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MODFLOW และใช้แบบจำลอง Visual MODFLOW version 2.8.1 ในการป้อนข้อมูลเข้า (pre-processing) และแสดงผลการจำลอง (post-processing) สามารถสรุปผลการศึกษา และเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อการศึกษาในครั้งต่อไป ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

เขตเมืองเชียงใหม่วางตัวอยู่บนแอ่งเชียงใหม่ สภาพอุทกธรณีวิทยาของแอ่งเป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่เกิดจากการตกตะกอนในยุคควอเตอร์นารี และเทอร์เชียรี วางตัวอยู่บนชั้นหินแข็งอายุพาลีโอโซอิก พื้นที่แอ่งเชียงใหม่มีการจัดเรียงตัวของชั้นหินอุ้มน้ำที่มีความแบ่งแยกสูง ทั้งนี้เนื่องจากลำดับการตกตะกอนมีความเกี่ยวพันอย่างมากกับการเลื่อนตัวในแนวดิ่งของเปลือกโลกของการเกิดแอ่ง ซึ่งทำให้เกิดเป็น Tectonic block ที่วางตัวต่อเนื่องกัน ลักษณะการแบ่งแยกของตะกอนในแนวดิ่งไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะแบ่งแยกชั้นหินอุ้มน้ำออกเป็นชั้น ๆ ได้

ทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินที่ได้จากแบบจำลองตรงกันกับแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ โดยพบว่าการไหลบริเวณกว้างนั้น มีการไหลจากขอบของแบบจำลองเข้าสู่ตอนกลางของแอ่ง แล้วไหลออกจากพื้นที่ศึกษาบริเวณตอนกลางพื้นที่บริเวณอำเภอสารภี ดังรูป 4.17 และรูป 4.18

สมดุลของระบบอุทกธรณีวิทยาในเขตเมืองเชียงใหม่ที่ได้จากการประเมินโดยใช้แบบจำลอง MODFLOW และเปรียบเทียบในสถานะคงที่ (ข้อมูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2539) สามารถแจกแจงได้ดังนี้ การเพิ่มเติมน้ำจากน้ำฝนมีค่าประมาณร้อยละ 1 ของปริมาณฝนที่ตกในเขตเมือง หรือประมาณ 9.6 มม./ปี ส่วนในเขตชนบทมีค่าประมาณร้อยละ 3 - 8 ของปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ หรือ ประมาณ 30 - 120 มม./ปี การเพิ่มเติมน้ำจากการรั่วซึมของระบบประปาในเขตเมืองมีค่าประมาณ 35 มม./ปี รวมมีปริมาณการเพิ่มเติมน้ำใต้ดินจากฝนและระบบประปา 116,980 ลบ.ม./วัน ปริมาณการคายระเหยที่ได้จากการประเมินครั้งนี้พบว่า พื้นที่เขตเมืองมีค่าปริมาณการคายระเหยเท่า

กับร้อยละ 10 ของปริมาณการระเหยจากผิวดินการระเหย และมีความลึกสูงสุดที่เกิดการระเหยได้ 1 ม. ส่วนเขตเกษตรกรรมมีค่าการคายระเหยเท่ากับร้อยละ 50 ของปริมาณการระเหยจากผิวดิน และมีความลึกสูงสุดที่เกิดการระเหยได้ 2 ม. คิดเป็น 26,181 ลบ.ม./วัน และมีปริมาณการสูบน้ำขึ้นมาใช้ 21,885.00 ลบ.ม./วัน โดยที่ค่าปริมาณการสูบน้ำขึ้นมาใช้นี้เป็นค่าที่ได้จากปริมาณการใช้น้ำที่มีการขออนุญาตจาก ฝ่ายทรัพยากรธรณี อุตสาหกรรมจังหวัดเชียงใหม่ ไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดได้ แต่ทั้งนี้จากการทดลองเพิ่มปริมาณการสูบน้ำให้มากขึ้น พบว่ามีผลต่อระดับน้ำใต้ดินที่คำนวณได้น้อยมากแต่จะมีผลต่อสมดุลของน้ำใต้ดินเท่านั้น

การจำลองในสถานะไม่คงที่เป็นระยะเวลา 1 ปี (กรกฎาคม พ.ศ. 2539 ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2540) พบว่าผลการศึกษาที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลจากบ่อสังเกตการณ์มาก คือ พบว่า การปรับเทียบแบบจำลองไม่สามารถทำให้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำมีรูปแบบเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำของบ่อสังเกตการณ์ได้ทั้งหมด คือ พบว่าระดับน้ำจากการคำนวณสูงขึ้นโดยไม่มีการลดลงตามฤดูกาลในบ่อสังเกตการณ์ CMM2 จากการหาสาเหตุของความคลาดเคลื่อนนี้ พบว่าการกำหนดขอบเขตของแบบจำลองด้านล่างที่ระดับ 100 ม. รทก. เป็นขอบเขตที่ไม่มีการไหลนั้นไม่ถูกต้องเนื่องจากในสภาพจริงความลึกของหินฐานมีค่าประมาณ 3,000 ม.ทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ตามธรรมชาติ และเนื่องจากการขาดข้อมูลทางอุทกธรณีวิทยาที่ระดับลึกของแบบจำลองจึงไม่สามารถกำหนดค่าการไหลซึมผ่านลงด้านล่างที่ขอบเขตด้านล่างของแบบจำลองได้ และบ่อ Q49 มีค่าเฉลี่ยและแนวโน้มของผลการจำลองที่สอดคล้องกันกับค่าที่ได้จากการวัด แต่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สอดคล้องกับค่าที่วัดได้นัก และที่บ่อ MRM037 ค่าที่ได้จากการจำลองมีรูปแบบเหมือนกับค่าที่ได้จากการวัดมาก แต่ค่าที่จำลองได้มีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริงประมาณ 4 ม. ซึ่งน่าจะเกิดจากความผิดพลาดในการกำหนดชนิดชั้นหินอุ้มน้ำ เนื่องจากบ่อ MRM037 และบ่อ Q49 อยู่ใกล้กันมากและมีระดับผิวดินใกล้เคียงกัน และมีผลการคำนวณค่าแรงดันน้ำใกล้เคียงกันมาก แต่ค่าสังเกตการณ์ของบ่อ MRM037 ต่ำกว่าค่าสังเกตการณ์ของบ่อ Q49 มาก ทั้งนี้จะเกิดจากความแตกต่างของชนิดชั้นหินอุ้มน้ำตามธรรมชาติที่ตำแหน่งของท่อกรองซึ่งมีอยู่หลายระดับและอยู่ที่ต่างระดับกัน แต่การจำลองไม่สามารถกำหนดชนิดชั้นหินอุ้มน้ำให้เหมือนสภาพธรรมชาติได้จึงเกิดความคลาดเคลื่อนดังกล่าวขึ้น มีเพียงบ่อสังเกตการณ์ DSM6 เท่านั้นที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำคล้ายกับระดับน้ำจริงและมีระดับน้ำใกล้เคียงกับระดับน้ำจากการสังเกตการณ์ที่สุด (ดูรูป 4.21) ทำให้ที่ช่วงเวลาเพิ่มขึ้นค่าความคลาดเคลื่อนจึงเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ดังนั้นแบบจำลองที่ได้นี้จึงยังไม่สามารถนำไปใช้ในการจำลองที่ช่วงเวลาที่ยาวนานกว่านี้ และยังไม่สามารถนำไปใช้ในการทำนายได้

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองพบว่า ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวมากที่สุด คือ ค่าความนำทางชลศาสตร์ในแนวราบ รองลงมาเป็นค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บจำเพาะ อัตราการเพิ่มเติมน้ำ สัมประสิทธิ์การกักเก็บของชั้นหินอุ้มน้ำแบบเปิด และค่าความนำทางชลศาสตร์ในแนวตั้ง ตามลำดับ

การจำลองสภาพน้ำใต้ดินในเขตเมืองเชียงใหม่โดยใช้แบบจำลอง Visual MODFLOW version 2.8.1 พบว่ามีข้อดีในการใช้งานมาก เพราะสามารถป้อนข้อมูลในกรณีที่ชั้นหินอุ้มน้ำมีความซับซ้อนได้สะดวก ปรับแก้ข้อมูลป้อนเข้าได้ง่าย (Pre-processing) และแสดงผลการจำลอง (Post-processing) ได้ครบถ้วน แต่การกำหนดเงื่อนไขในแบบจำลองยังไม่สอดคล้องกับสภาพจริงในธรรมชาติจึงทำให้ผลการจำลองบางตำแหน่งแตกต่างจากข้อมูลจากการวัดไป

5.2 ข้อผิดพลาดและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า เขตเมืองเชียงใหม่มีระบบชั้นหินอุ้มน้ำที่ซับซ้อนมากและผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีข้อบกพร่องอยู่ในหลายประเด็นที่น่าสนใจซึ่งแสดงให้เห็นจากการเปรียบผลการจำลองกับค่าที่วัดได้ในสนาม เช่นที่บ่อสังเกตการณ์ CMM2 และ บ่อสังเกตการณ์ MRM037 ซึ่งสาเหตุหลักนั้นน่าจะมาจากความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งเป็นสาเหตุให้การกำหนดขอบเขตของแบบจำลองคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง และเพื่อให้เกิดความถูกต้องมากขึ้น ผู้ศึกษาจะนำเสนอข้อผิดพลาดและคำแนะนำสำหรับผู้สนใจ ถึงแนวทางที่จะช่วยให้การศึกษาสภาพน้ำใต้ดินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในครั้งต่อไปได้ผลการศึกษาที่ดีขึ้น และนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรน้ำใต้ดินได้ดียิ่งขึ้น โดยจะกล่าวถึงเป็นข้อ ๆ ตามลำดับความสำคัญ ดังต่อไปนี้

ข้อผิดพลาดประการแรก คือ การกำหนดขอบเขตด้านล่างที่ระดับ 100 ม. รทก. นั้นไม่ถูกต้องเนื่องจากผลการจำลองที่บ่อสังเกตการณ์ CMM2 แสดงถึงความผิดพลาดดังกล่าว ดังนั้นผู้ศึกษาจึงขอเสนอแนะให้มีการศึกษาข้อมูลสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำที่ระดับลึกให้มากขึ้น เพื่อกำหนดลักษณะชั้นหินอุ้มน้ำ (สมบัติของวัสดุตัวกลางและชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำ) และกำหนดสภาพเงื่อนไขที่ขอบเขตที่แม่นยำได้ แต่ในปัจจุบันข้อมูลที่มีอยู่มีไม่เพียงพอ ทำให้การกำหนดชนิดชั้นหินอุ้มน้ำ และเงื่อนไขที่ขอบเขตของแบบจำลองที่ได้ไม่ละเอียดเพียงพอ เป็นสาเหตุให้เป็นการยากในการปรับเทียบแบบจำลอง รวมทั้งเป็นข้อผิดพลาดที่สำคัญที่สุดที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองดังเห็นได้จากผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่พบว่าความอ่อนไหวของตัวแปรที่เป็นค่าสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำมีมากกว่าตัวแปรที่เป็นตัวแปรภายนอก ดังนั้นจึงควรมีการจัดหาข้อมูลสมบัติของชั้น

หินอุ้มน้ำให้มากกว่านี้ หรือควรต้องขอความร่วมมือจากผู้ประกอบการด้านการเจาะบ่อบาดาลภาคเอกชนเพื่อให้ได้ข้อมูลชั้นหินอุ้มน้ำที่มากขึ้น โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำมาใช้เพื่อการจำลองสภาพน้ำใต้ดินโดยเฉพาะ

ข้อผิดพลาดประการที่สอง คือ การขาดข้อมูลการใช้น้ำบาดาลจริงทำให้การประเมินปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดของพื้นที่ศึกษาไม่ถูกต้อง เพราะมีการใช้น้ำใต้ดินอีกจำนวนมากที่ไม่มีข้อมูล ซึ่งคาดว่าน่าจะมีมากกว่าข้อมูลที่มีอยู่ และการขาดข้อมูลส่วนนี้ก็เป็นสาเหตุที่สำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการจำลองคลาดเคลื่อน ดังนั้นก่อนการจำลองครั้งต่อไปจึงควรสำรวจปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาก่อน

ข้อผิดพลาดประการที่สาม คือ การจำลองครั้งนี้ใช้เวลาในการจำลองในสถานะไม่คงที่น้อยเกินไป (ไม่เหมาะสมกับขนาดของพื้นที่แบบจำลอง) ทำให้อิทธิพลของเงื่อนไขขอบเขตไม่มีผลต่อการคำนวณระดับน้ำที่บ่อสังเกตการณ์ ดังนั้นขอเสนอแนะว่าในการจำลองครั้งต่อไปจึงควรจำลองด้วยช่วงเวลาที่นานกว่านี้ (ประมาณ 20 ปี) แต่การขาดการเก็บข้อมูลในอดีตและตำแหน่งของบ่อสังเกตการณ์ที่ใกล้กับขอบเขตของแบบจำลอง ทำให้การจำลองที่เวลานานกว่านี้ทำไม่ได้ ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับการเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ในการจำลองสภาพน้ำใต้ดิน เพื่อให้การจำลองในอนาคตทำได้ถูกต้องมากกว่านี้

ข้อผิดพลาดประการที่สี่ คือ ในการจำลองสภาพน้ำใต้ดินครั้งนี้ จำนวน ความเหมาะสมของตำแหน่ง และระดับความลึกของท่อกรองของบ่อสังเกตการณ์ที่ใช้นั้นมีน้อยมาก ดังนั้นก่อนการจำลองครั้งต่อไปควรจัดหา หรือสร้างบ่อสังเกตการณ์ที่มีตำแหน่งที่เหมาะสม คือ มีการกระจายอยู่ทั่วทั้งบริเวณศึกษา และอยู่ใกล้กับขอบเขตของแบบจำลอง (โดยพิจารณาจากทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินเป็นหลัก) และที่แต่ละตำแหน่งควรมีกุ่มบ่อสังเกตการณ์ที่มีความลึกของท่อกรองในระดับต่าง ๆ กัน โดยที่แต่ละบ่อจะต้องมีจุดสังเกตการณ์ หรือระดับชั้นหินอุ้มน้ำที่ต้องการเปรียบเทียบในแต่ละบ่อเพียงจุดเดียวเท่านั้น และควรเป็นบ่อที่ใช้ในการสังเกตการณ์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากมีการใช้น้ำในบ่อนั้นระดับน้ำที่ได้จะไม่ถูกต้อง

ข้อผิดพลาดประการที่ห้า คือ ค่าแรงดันน้ำเริ่มต้นที่ใช้ในการจำลองครั้งนี้ เป็นสาเหตุที่สำคัญมากอีกอย่างที่ทำให้แบบจำลองคลาดเคลื่อน เนื่องจากในการจำลองมีการแบ่งชั้นหินอุ้มน้ำออกเป็นชั้นๆ หลายชั้นซึ่งตามสภาพความเป็นจริง แต่ละชั้นในแต่ละตำแหน่งจะมีแรงดันน้ำไม่เท่ากัน แต่ข้อมูลค่าแรงดันน้ำเริ่มต้นที่มีอยู่มีค่ากระจายอยู่ในหลายระดับแต่ละระดับมีข้อมูลน้อยมาก ดังนั้นค่าที่ใช้ในการจำลองจึงเป็นค่าที่รวบรวมจากบ่อซึ่งมีความลึกไม่เท่ากันทุกตำแหน่ง และใช้ในการจำลองในทุกระดับ ผลที่ได้จึงมีความคลาดเคลื่อนสูง ดังนั้นจึงควรมีการเก็บข้อมูลที่มากขึ้น และแยกระดับความลึกให้ชัดเจน

ข้อผิดพลาดประการที่หก คือ การสร้างแบบจำลองน้ำใต้ดินเกี่ยวพันอย่างมากกับพิกัดตำแหน่งและระดับของผิวดิน ดังที่ผู้ศึกษาประสบปัญหาในการนำข้อมูลระดับผิวดินมาใช้ในแบบจำลอง โดยเฉพาะในบางจุดที่มีความสำคัญมาก ๆ เช่น จุดที่ตั้งของบ่อสังเกตการณ์ และสถานีวัดน้ำท่า เป็นต้น พบว่าข้อมูลที่ได้นี้มาจากความละเอียด และมีปริมาณน้อยเกินไป และขาดการตรวจสอบภาคสนามจากผู้ศึกษาเองทำให้ค่าระดับน้ำในแม่น้ำและระดับท้องน้ำ และแรงดันน้ำใต้ดินที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองขาดความน่าเชื่อถือ ดังนั้นในการจำลองครั้งต่อไปจึงควรเพิ่มความละเอียดของการเก็บข้อมูลระดับของผิวดินโดยเฉพาะตำแหน่งที่มีความสำคัญ เพื่อให้ความถูกต้องของแบบจำลองสูงขึ้น