บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรและการขยายตัวของชุมชนเมืองส่งผลกระทบต่อวัฏจักรอุทกวิทยาในเขตเมืองอย่างมาก ทั้งในแง่สมดุลของปริมาณและคุณภาพของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน โดยเฉพาะกับปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมสู่ชั้นหินอุ้มน้ำใต้ดินรวมทั้งคุณภาพของน้ำใต้ดิน ในปัจจุบันแหล่งน้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญมาก เพราะประชาชนส่วนใหญ่พึ่งพาแหล่งน้ำใต้ดิน ในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิต แหล่งน้ำใต้ดินขนาดใหญ่ที่มีอยู่ในประเทศไม่ว่าจะเป็น แอ่งเชียงใหม่ แอ่งกำแพงเพชร แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง หรือแอ่งหาดใหญ่ มีการใช้น้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นอย่างมาก ตัวอย่างของปัญหาสำคัญที่พบในประเทศไทยที่เกิดจากใช้น้ำใต้ดินมากเกินไป คือ ปัญหาในเขตพื้นที่ดินอ่อน เช่น กรุงเทพมหานครเกิดปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินอย่างรุนแรง และเกิดการแทรกตัวของน้ำเค็มจนต้องมีการควบคุมการขออนุญาตใช้น้ำใต้ดินอย่างเคร่งครัด

เขตเมืองเชียงใหม่ซึ่งเป็นเมืองศูนย์กลางความเจริญในหลาย ๆ ด้านของภาคเหนือ เช่น การศึกษา เศรษฐกิจ การคมนาคม อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว ฯลฯ ทำให้เมืองขยายตัวอย่างรวดเร็ว และมีการอพยพย้ายถิ่นเข้ามาตั้งถิ่นฐาน ก่อให้เกิดปัญหาหลายรูปแบบ เช่น ปัญหาสังคม ปัญหาเศรษฐกิจ และปัญหาด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของประชากร คือ ปัญหาด้านการลดลงของปริมาณและคุณภาพของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งมีปริมาณน้ำมาก คุณภาพดี และราคาถูก ทำให้เขตเมืองเชียงใหม่มีการนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้อย่างมาก เนื่องจากการให้บริการน้ำประปาไม่ทั่วถึงและการใช้น้ำใต้ดินประหยัดกว่าการใช้น้ำประปามาก น้ำใต้ดินจึงถูกนำขึ้นมาใช้ในงานที่ต้องใช้น้ำจำนวนมาก เช่น กิจการโรงแรม โรงงานอุตสาหกรรม การเกษตรกรรม ฯลฯ จนอาจก่อให้เกิดปัญหาการลดลงของระดับน้ำ และ การเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำใต้ดิน และก่อให้เกิดปัญหาการลักลอบใช้น้ำ และการปนเปื้อนของสารเคมีขึ้น ซึ่งการป้องกันและแก้ไขปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องทราบถึงสภาพธรณีวิทยา สภาพอุทกธรณีวิทยา ระดับน้ำใต้ดิน ทิศทางการไหล คุณภาพน้ำใต้ดิน สมดุลของน้ำใต้ดิน และปริมาณการนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้อย่างเหมาะสม เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จึงควรมีการจัดเตรียมไว้อย่างเป็นระบบ และนำมาใช้ในการจัดการน้ำใต้ดินก่อนที่จะเกิดปัญหาและต้องใช้งบประมาณจำนวนมากในการแก้ไขปัญหา

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. จำลองสภาพน้ำใต้ดินในเขตเมืองเชียงใหม่
2. วิเคราะห์ผลกระทบของการใช้น้ำใต้ดินต่อระดับน้ำใต้ดินในเขตเมืองเชียงใหม่

1.3 ขอบเขต และแนวทางของการศึกษาวิจัย

1. รวบรวม และศึกษาข้อมูลของเขตเมืองเชียงใหม่ โดยการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่จากหน่วยงานต่าง ๆ คัดเลือกข้อมูล และแบ่งชุดข้อมูลตามแหล่งที่มาของข้อมูลแสดงในตาราง 1.1

ตาราง 1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและแหล่งของข้อมูล

ชนิดของข้อมูล	แหล่งข้อมูล
ระบบสารสนเทศสิ่งแวดล้อมของแอ่งเชียงใหม่ ข้อมูลตำแหน่งและระดับน้ำของบ่อสังเกตการณ์ ข้อมูลชั้นหิน และ การสูบทดสอบ	กรมทรัพยากรธรณี
ปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน	อุตสาหกรรม จ.เชียงใหม่
ปริมาณการสูญเสียจากระบบประปา	สำนักงานการประปาเขต 9 จ.เชียงใหม่
ข้อมูลแม่น้ำ และ สภาพภูมิอากาศ	กรมชลประทาน
ข้อมูลการเจาะบ่อบาดาลเขตเมืองเชียงใหม่	กรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท จ.เชียงใหม่

2. จัดทำแผนที่หลักของพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสภาพน้ำใต้ดินในเขตเมืองเชียงใหม่ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 650 ตร.กม. โดยยึดเขตผังเมืองรวมเชียงใหม่ที่ประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2542 เป็นหลัก
3. ใช้โปรแกรม Visual MODFLOW version 2.8.1 จำลองสภาพชั้นหินอุ้มน้ำที่ระดับความลึกประมาณ 0-200 ม.จากผิวดิน เพื่อหาระดับน้ำใต้ดิน ทิศทางการไหล และสมดุลของน้ำใต้ดิน ในสภาวะคงที่ และไม่คงที่ แล้วนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการทำนายสภาพน้ำใต้ดินในอนาคตในสภาวะที่มีการนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้มากขึ้น
4. สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะแนวทางในการศึกษาในลำดับต่อไปรวมทั้งวิธีการจัดการน้ำใต้ดินที่ได้จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.4 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

เดชา อนะวัชพงษ์ (2523) ศึกษาสภาพอุทกธรณีวิทยาของอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ จัดแบ่งชั้นหินตามการตกทับถมก่อน หลังได้เป็น 3 ชั้นคือ ลานตะพักลำน้ำระดับสูง (High terrace deposits) เป็นชั้นที่ตกทับถมแรกสุดและวางตัวอยู่ล่างสุด ถัดขึ้นมาเป็นลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (Low terrace deposits) และที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood plain deposits) ตกทับถมในปัจจุบันและวางตัวอยู่บนสุด โดยการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์วิธี Electrical resistivity depth sounding ประกอบกับข้อมูลอื่น ๆ สามารถแบ่งชั้นกรวด ทราย และดินเหนียว ตามความแตกต่างของสภาพอุทกธรณีวิทยาได้เป็น 3 ประเภทคือ 1) permeable beds ส่วนใหญ่ประกอบด้วยทรายมีความซึมผ่านได้สูงสุด 2) semi-permeable beds ส่วนใหญ่ประกอบด้วยทรายมีความซึมผ่านได้ปานกลาง 3) impermeable beds ส่วนใหญ่ประกอบด้วยดินเหนียวมีความซึมผ่านได้ต่ำสุด จากสภาพการวางตัวของชั้นหินดังกล่าวสรุปได้ว่า มีสภาพเป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่มีลักษณะเป็นแบบ multi-aquifers system โดยระบบชั้นหินอุ้มน้ำแบบปิด (confined aquifer) พบทางด้านตะวันออกและตะวันตกของพื้นที่ ส่วนตอนกลางมีสภาพเป็นระบบชั้นหินอุ้มน้ำแบบเปิด (unconfined aquifer) น้ำใต้ดินในบริเวณนี้จะมีรูปแบบการไหลจากด้านตะวันออก และด้านตะวันตกเข้าสู่ตอนกลางของพื้นที่

การวิเคราะห์ข้อมูลการสูบทดสอบโดยอาศัยสมการของ Theis และสมการของ Cooper และ Jacob พบว่าบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นชั้นที่มีค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (Transmissivity) โดยเฉลี่ยมากที่สุด กล่าวคือประมาณ 358 ลบ.ม./วัน/ม. รองลงมาเป็นลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ และลานตะพักลำน้ำระดับสูง ตามลำดับ ในขณะที่สัมประสิทธิ์การกักเก็บ (Storage coefficient) ของลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ มีค่ามากที่สุดกล่าวคือประมาณ 0.137 รองลงมาเป็นลานตะพักลำน้ำระดับสูงและที่ราบน้ำท่วมถึง ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ข้อมูลการสูบทดสอบโดยอาศัยข้อมูลระยะน้ำลดหลายระดับในบางบ่อ พบว่าประสิทธิภาพของบ่อต่ำมาก โดยระยะน้ำลดภายในบ่อส่วนใหญ่เกิดจากการเสื่อมประสิทธิภาพการทำงานของบ่อ และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของบ่อส่วนใหญ่แปรผันโดยตรงกับค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นหินอุ้มน้ำในบริเวณที่บ่อเจาะผ่าน

น้ำใต้ดินส่วนใหญ่ได้รับน้ำเพิ่มเติมจากน้ำฝน โดยประเมินว่าจะทำให้เกิดศักย์ (potential) ของน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นประมาณ 108,705 ลบ.ม./วัน การสูญเสียของน้ำส่วนใหญ่ เกิดจากการระเหยและคายน้ำ ประมาณ 1,324 มม./ปี นอกจากนี้เป็นการสูญเสียเนื่องจากถูกสูบขึ้นมาเพื่อการเกษตรกรรมและอุปโภคบริโภค จากการประเมินศักย์ของน้ำบาดาลและปริมาณสำรองของน้ำใต้ดินในบริเวณที่ทำการศึกษา พบว่ามีศักย์ของน้ำใต้ดินรวมทั้งสิ้นประมาณ 189,704 ลบ.ม./วัน และ มีปริมาณสำรองของน้ำใต้ดินรวมทั้งสิ้นประมาณ 185,200 ลบ.ม./วัน

ในแง่คุณภาพของน้ำใต้ดินในบริเวณนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นแคลเซียม-โซเดียมเฟซีส์ (Calcium-Sodium facies) และไบคาร์บอเนตเฟซีส์ (Bicarbonate facies) กล่าวคือ เป็นน้ำที่มีปริมาณไอออนของแคลเซียม โซเดียม และไบคาร์บอเนต ในปริมาณสูงตามลำดับ ความเข้มข้นของปริมาณเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างรวม ฟลูออไรด์ และซัลเฟต มีรูปแบบของการกระจายที่แตกต่างกัน และไม่แสดงรูปแบบของความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณคลอไรด์และความกระด้างรวมมีแนวโน้มจะลดลง ส่วนแมงกานีส ฟลูออไรด์มีแนวโน้มจะคงที่

สัมพันธ์ สิงหราชวราพนธ์ และฟองสวาท สุวคนธ์ สิงหราชวราพันธ์ (2531) ทำการวิเคราะห์เฟซีส์ (facies) ของตะกอน คุณภาพน้ำใต้ดิน และ ศักยภาพของแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณซีกตะวันตกของแอ่งเชียงใหม่ โดยการศึกษาข้อมูลการหยั่งธรณีในบ่อบาดาล ซึ่งมีความลึกตั้งแต่ 16.8 ถึง 198.2 ม. จำนวน 54 บ่อ ในบริเวณซีกตะวันตกของแอ่งเชียงใหม่ พบว่าเฟซีส์ของตะกอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ เฟซีส์ที่น้ำซึมผ่านได้ดี เฟซีส์ทึบน้ำ และเฟซีส์น้ำซึมผ่านได้บางส่วน โดยเฟซีส์ทั้ง 3 จะเกิดแทรกสลับกันอยู่ ทั้งนี้เฟซีส์น้ำซึมผ่านได้ดีจะเป็นชั้นหินให้น้ำที่จำแนกได้เป็น 2 ระดับได้แก่ ชั้นหินอุ้มน้ำชั้นบน และชั้นหินอุ้มน้ำชั้นล่าง ซึ่งจะพบที่ความลึกประมาณ 7 ถึง 30 ม. และ 50 ถึง 140 ม.ตามลำดับ

คุณภาพน้ำบาดาลโดยทั่วไป เหมาะกับการนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งในด้านอุปโภคบริโภค และการเกษตรกรรม อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำของบางบริเวณอาจจะต้องมีการลด หรือขจัดปริมาณฟลูออไรด์ เหล็ก และแมงกานีส ก่อนนำไปใช้อุปโภคบริโภค

ศักยภาพของแหล่งน้ำบาดาลบริเวณซีกตะวันตกของแอ่งเชียงใหม่ เมื่อประเมินจากวิธีกราฟอุทกวิทยาระดับน้ำ และวิธีสมดุลของคลอไรด์ จะมีค่าประมาณ 37.9 และ 19.3 ล้านลบ.ม./ปี ตามลำดับ

สัมพันธ์ สิงหราชวราพันธ์ และคณะ (2533) ศึกษาสภาพธรณีวิทยาควอเทอร์นารี และธรณีวิทยาพื้นผิวของนครเชียงใหม่เน้นในแง่มุมสำคัญ ๆ คือ ลักษณะภูมิประเทศ สภาพตะกอนวิทยา สภาพธรณีวิทยาวิศวกรรม และการนำวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะมาประยุกต์ในการสำรวจสภาพใต้ผิวดิน

การศึกษาครั้งนี้ได้เจาะสำรวจ และเก็บตัวอย่างโดยอาศัยสว่านมือ เป็นจำนวนหลุมเจาะทั้งสิ้น 127 หลุม มีความลึกสูงสุด 6.30 ม. แต่ละหลุมห่างกัน 500–1,000 ม. กระจายในพื้นที่ศึกษา ตัวอย่างตะกอนที่ได้จากการเจาะได้นำมาทดสอบเชิงดัชนี และการกระจายขนาด เพื่อทำการจำแนกดินตามระบบเอกภาพ และนำมาวิเคราะห์ทางตะกอนวิทยาถึงการกระจายตะกอนชนิดต่าง ๆ ทั้งทางแนวดิ่งและแนวนอน ตลอดจนแปลความหมายถึงสภาพแวดล้อมของการตกทับถม

ผลการศึกษาเสนอในรูปแบบของแผนที่ลักษณะธรณีสัณฐาน แผนที่ความลาดชันของภูมิประเทศ แผนที่แสดงการกระจายตัวของชนิดตะกอน ที่ระดับความลึก 1-6 ม. แผนที่แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะของตะกอน ที่ความลึก 2-10 ม. และแผนที่แสดงการกระจายค่าดัชนีของตะกอน และกลุ่มตะกอนตามระบบเอกภาพ

สภาพภูมิประเทศของนครเชียงใหม่ประกอบด้วย ลักษณะธรณีสัณฐานแบบต่าง ๆ คือ ที่ลุ่มชื้นแฉะ ที่ราบน้ำท่วมถึง ลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ ลานตะพักลำน้ำระดับสูง และเชิงเขา ตะกอนชนิดต่าง ๆ ที่ได้ทำการหาขนาดสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ใหญ่ ๆ คือ ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว ทรายปนดินเหนียว และ ดินเหนียวปนทราย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าตะกอนทรายแสดงการกระจายในแนวยาว แสดงถึงรูปร่างของทางน้ำในสมัยโบราณ การสำรวจด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะของตะกอนชี้ให้เห็นว่า ค่าความต้านทานจำเพาะในบริเวณตะวันออก ซึ่งเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงมีค่าต่ำกว่าบริเวณตะวันตกซึ่งเป็นลานตะพัก แสดงถึงระดับน้ำใต้ดินที่ตื้นกว่า และมีปริมาณดินเหนียวมากกว่า การศึกษาด้านธรณีวิทยาวิศวกรรม พบว่าตะกอนในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงมักมีค่าขีดจำกัดของของเหลว และค่าดัชนีพลาสติกสูงกว่าของบริเวณลานตะพักโดยทั่วไป

Wongpornchai (1990) ศึกษาสภาพอุทกธรณีวิทยาด้านตะวันตกของแม่น้ำปิง บริเวณอำเภอแม่ริม อำเภอเมือง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อประเมินและคำนวณค่าตัวแปรทางอุทกธรณีวิทยา ที่สัมพันธ์กับชั้นหินอุ้มน้ำ และคุณภาพของน้ำในบริเวณด้านตะวันตกของแอ่งเชียงใหม่ พื้นที่ศึกษาประมาณ 480 ตร.กม. พบว่า พื้นที่ศึกษาปกคลุมด้วยหินแข็ง และตะกอนร่วน โดยที่หินแข็งประกอบด้วยหินไนส์ หินชีสต์ หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินเชิร์ต หินปูน และหินแกรนิต ชั้นตะกอนร่วนเป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่สำคัญซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น ชั้นตะกอนตะพักระดับสูง ชั้นตะกอนตะพักระดับต่ำ และชั้นตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง โดยมีแม่น้ำปิงเป็นทางน้ำสายสำคัญ

จากการศึกษาระดับแรงดันน้ำ และทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับตื้น พบว่ามีทิศทางการไหลจากทางทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก การวิเคราะห์ข้อมูลสูบทดสอบโดยวิธี Theis non-equilibrium, Cooper-Jacob และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่อาศัยวิธีการของ Hantush inflection point พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง มีค่าประมาณ 4 – 2,856 ลบ.ม./วัน ต่อระดับน้ำลด 1 ม. สัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ มีค่าประมาณ 2.5 – 350 ลบ.ม./วัน ต่อระดับน้ำลด 1 ม. และ สัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของลานตะพักลำน้ำระดับสูง มีค่าประมาณ 10 – 250 ลบ.ม./วัน ต่อระดับน้ำลด 1 ม. การวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา พบว่าชั้นหินอุ้มน้ำได้รับน้ำเพิ่มเติมในเดือนสิงหาคม และกันยายน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 91.14 มม. การวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำปิง พบว่าร้อยละ 29 ของปริมาณฝนเฉลี่ยในแต่ละปีเป็นน้ำไหลล้น

และร้อยละ 71 ของปริมาณฝนเฉลี่ยในแต่ละปีเป็นน้ำที่ซึมลงไปในชั้นหินอุ้มน้ำ ปริมาณน้ำที่ซึมลงไปเพิ่มเติมในชั้นหินอุ้มน้ำในพื้นที่ศึกษาประมาณ 68,000 ลบ.ม./วัน

คุณภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่แบ่งออกได้เป็น แบบแคลเซียม-โซเดียม-ไบคาร์บอเนต-คลอไรด์-ซัลเฟต เฟซีส์ และแบบโซเดียม-แคลเซียม-ไบคาร์บอเนต-คลอไรด์-ซัลเฟต เฟซีส์ เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในการนำน้ำใต้ดินมาใช้เป็นน้ำดื่มตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก มาตรฐานของสหภาพยุโรป และมาตรฐานของประเทศไทย พบว่าสามารถใช้เป็นน้ำดื่มได้ แต่ในบางบริเวณควรมีการขจัดหรือลดปริมาณของ เหล็ก ไนเตรต ฟลูออไรด์ และแมงกานีสก่อนนำมาใช้เป็นน้ำดื่ม เมื่อศึกษาถึงความเหมาะสมของการนำน้ำใต้ดินมาใช้ในด้านเกษตรกรรมตามอัตราส่วนการดูดซึมของโซเดียม พบว่ามีความเหมาะสมมาก

Mahadeva (1991) ทำการศึกษาสภาพอุทกวิทยาของกรุงเทพมหานคร และจำลองการไหลของน้ำใต้ดินโดยการใช้แบบจำลอง A Modular Three-Dimension Finite-Difference Groundwater Flow Model (MODFLOW) เนื่องจากมีการสูบน้ำใต้ดินมาใช้อย่างมากในเขตกรุงเทพมหานคร จนก่อให้เกิดปัญหามากมาย และเนื่องจากความซับซ้อนของระบบชั้นหินอุ้มน้ำกรุงเทพมหานคร จึงต้องการการแสดงให้เห็นในลักษณะ 3 มิติ

การใช้แบบจำลอง MODFLOW เพื่อจำลองระบบชั้นหินอุ้มน้ำกรุงเทพมหานคร ครั้งนี้ใช้ตัวแปรเดียวกัน และตรวจสอบผลที่ได้กับการศึกษาก่อนหน้านี้ ซึ่งใช้แบบจำลอง Quasi 3-D ค่าตัวแปรทางอุทกธรณีวิทยาปรับปรุงมาจากข้อมูลรายละเอียดของชั้นหิน การปรับแก้ค่าตัวแปรทำเพื่อให้เหมาะสมกับแบบจำลอง โดยมีช่วงเวลาที่ใช้ในแบบจำลองคือ ค.ศ. 1986-1990 และใช้ข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลอง MODFLOW สามารถใช้ทำนายการจัดการใช้น้ำใต้ดินของชั้นหินอุ้มน้ำกรุงเทพมหานครได้ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้แบบจำลอง MODFLOW และตัวแปรที่มีการปรับปรุงให้เหมาะสมแล้วสามารถจำลองระบบชั้นน้ำใต้ดินกรุงเทพมหานคร ได้ดีกว่าแบบจำลอง Quasi 3-D และชุดตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง Quasi 3-D และค่าตัวแปรของแบบจำลอง MODFLOW ยังสอดคล้องกับค่าที่ประมาณในสนามอีกด้วย

Lawrence *et al.* (1994) ศึกษาอุทกธรณีวิทยาในเขตเมืองพบว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรในเขตเมืองในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้มีความต้องการใช้น้ำใต้ดินเพื่อใช้ในชุมชนเมือง และการอุตสาหกรรมมากขึ้น การเติบโตของอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ของประเทศไทย เหมาะที่จะใช้เป็นตัวแทนของการเติบโตของชุมชนเมืองในภูมิภาคนี้ ซึ่งมีการเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็วแต่ขาดการวางแผนรองรับ โดยเฉพาะด้านระบบกำจัดของเสีย จนก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อน้ำใต้ดินทั้งในด้านคุณภาพ และปริมาณ

จากผลการศึกษาเรื่องสมดุลของน้ำใต้ดิน พบว่าการเจริญเติบโตของเมืองที่เป็นผลกระทบหลักต่อน้ำใต้ดินในด้านเหล่านี้ คือ ทำให้เกิดการเพิ่มเติมน้ำใต้ดิน (recharge) เนื่องจาก การรั่วซึมจากระบบประปา การรั่วซึมจากระบบกำจัดของเสีย และการเพิ่มขึ้นของการรั่วซึมจากคลอง อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของการเพิ่มเติมน้ำใต้ดินกลับน้อยกว่าปริมาณการสูบขึ้นมาใช้ เป็นผลให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงทำให้เกิดแรงดึงดูดให้มีการรั่วซึมของชั้นน้ำที่อยู่ติดกันเพิ่มขึ้น

คุณภาพของน้ำที่เพิ่มเติมสู่ชั้นหินอุ้มน้ำในเขตเมืองต่ำมาก และมีระดับของสารปนเปื้อนมากขึ้น เช่น คลอไรด์ แอมโมเนีย ไนเตรต และ เหล็ก โดยเฉพาะในเขตศูนย์กลางของเมือง

สนต์ จินดาสงวน (2541) พบว่าในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรมีการนำน้ำใต้ดินมาใช้เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการลดระดับของน้ำใต้ดิน จึงทำการรวบรวมข้อมูลสภาพอุทกธรณีวิทยาของจังหวัดกำแพงเพชร แล้วทำการจำลองสภาพโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MODFLOW และโปรแกรมสำเร็จรูป Groundwater Modeling System (GMS)

การศึกษาสภาพทั่วไปของจังหวัดกำแพงเพชร สามารถแบ่งชั้นหินให้น้ำออกเป็น 3 ชั้น ชั้นที่หนึ่งเป็นชนิดไม่มีแรงดัน ชั้นที่สองและสามเป็นชนิดมีแรงดัน เมื่อทำการจำลองสภาพน้ำใต้ดินของชั้นที่หนึ่งและสอง โดยใช้ข้อมูลภาคสนามช่วงปี พ.ศ. 2538-2540 ในการปรับเทียบค่าตัวแปรพบว่าค่าความนำทางชลศาสตร์เท่ากับ 70 ม./วัน ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำเท่ากับ 560 ตร.ม./วัน ค่าสัมประสิทธิ์การเก็บกักในชั้นที่หนึ่งและสอง เท่ากับ 0.0034 และ 0.0015 ตามลำดับ อัตราการสูบน้ำใต้ดินเท่ากับร้อยละ 50 และ 20 ของความต้องการใช้น้ำใต้ดิน ในช่วงปี พ.ศ. 2538-2540 ระดับน้ำลดลงอยู่ในช่วง 1-5 ม./ปี

จากการจำลองสภาพน้ำใต้ดินของจังหวัดกำแพงเพชรในช่วงปี พ.ศ. 2540-2545 พบว่าระดับน้ำจะลดลงในอัตรา 1-2 ม./ปี และสรุปว่าควรลดการใช้น้ำใต้ดินลงร้อยละ 5 ต่อปี เป็นเวลา 3 ถึง 4 ปี เพื่อให้ระดับน้ำกลับมาอยู่ในระดับเดียวกับปี 2540

Margane *et al.* (1998) ศึกษาสภาพอุทกธรณีของแอ่งเชียงใหม่/ลำพูน ร่วมกับกรมทรัพยากรธรณี โดยมีวัตถุประสงค์หลักของการศึกษา คือ การรวบรวมและจัดระบบข้อมูลทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพของน้ำใต้ดิน ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา ลักษณะธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำใต้ดินใน และข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ในเขตแอ่งเชียงใหม่/ลำพูน จากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว วัตถุประสงค์รองลงมา คือการอธิบายให้เห็นถึงความเสี่ยงของน้ำใต้ดินจากการปนเปื้อน และจัดแบ่งพื้นที่ตามระดับที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากมลพิษ

สภาพทางอุทกธรณีวิทยาของแอ่งมีความแบ่งแยกสูง มีความไม่เป็นเนื้อเดียวกันสูง รูปแบบการตกตะกอนถูกควบคุมโดยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของเปลือกโลกจากช่วงเวลาการกำเนิดแอ่ง โดยในขั้นแรกพบว่าตะกอนในแอ่งมีอายุควอเทอร์นารีตกตะกอนที่ความลึกประมาณ 200 ม.

จากผิวดิน แบ่งเป็นกลุ่มโดยใช้ความแตกต่างของลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา โดยใช้ลักษณะเนื้อหิน โครงสร้าง และสมบัติทางชลศาสตร์เป็นหลัก สามารถแบ่งระบบชั้นหินอุ้มน้ำในพื้นที่ได้เป็น 5 แบบ คือ ตะกอนน้ำพาตอนกลางแอ่ง (Central Alluvial Channel) ตะกอนน้ำพารูปพัดลุ่มแม่น้ำกวง (Mae Kuang Alluvial Fan) แอ่งย่อยน้ำแม่วาง-น้ำแม่ขาน (Nam Wang-Mae Nam Khan Sub-Basin) ลานตะพักลำน้ำระดับสูง (High Terrace Deposits) และพื้นที่ตะกอนเชิงเขา (Zone of Colluvial Deposits)

การศึกษาสมดุลของน้ำใต้ดินพบว่ายังขาดข้อมูลที่น่าเชื่อถือของปริมาณการสูบ ปริมาณการเพิ่มเติมน้ำใต้ดิน แต่จากการติดตามข้อมูลที่มีอยู่สามารถบอกได้ว่าระดับน้ำใต้ดินมีการลดลงในหลาย ๆ พื้นที่ เนื่องมาจากการสูบขึ้นมาใช้มากเกินไป และ น้ำใต้ดินในระดับลึกมีการเพิ่มเติมน้อยมาก

ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน (ground water vulnerability) ขึ้นอยู่กับ ความหนา ความต่อเนื่องกัน และชนิดของชั้นดินเหนียว และชั้นทรายแป้งที่ปกคลุมชั้นหินอุ้มน้ำนั้น ในพื้นที่ที่มีศักยภาพของน้ำบาดาลมาก เช่น กรณีบริเวณพื้นที่ตะกอนน้ำพาต่าง ๆ ชั้นดินเหนียว และชั้นทรายแป้งในบริเวณนี้มักมีน้อย และไม่ต่อเนื่องเป็นเนื้อเดียวกัน และมีขอบเขตจำกัดไม่สามารถจัดเป็นชั้นป้องกันมลพิษของชั้นหินอุ้มน้ำหลักในพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพได้ และชั้นหินอุ้มน้ำหลักนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นชั้นย่อย ๆ ได้อีกหลายชั้น ซึ่งมีความต่อเนื่องกันมาก แต่ในบริเวณพื้นที่ตกตะกอนเชิงเขา (Zone of Colluvial Deposits) พบว่ามีชั้นทรายแป้ง และดินเหนียว ที่หนา และต่อเนื่องในแนวราบปกคลุมเป็นบริเวณกว้าง ทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันมลพิษให้แก่ชั้นหินอุ้มน้ำ และพบว่าชั้นหินอุ้มน้ำในบริเวณนี้ มีอยู่น้อย และมีปริมาณน้ำน้อย มีความเชื่อมต่อกับชั้นหินอุ้มน้ำหลักอื่น ๆ ไม่ดี ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าพื้นที่บริเวณที่เป็นตะกอนเชิงเขามีประสิทธิภาพในการป้องกันมลพิษต่อน้ำบาดาล และมีความเสี่ยงต่ำ ดังนั้นจึงสามารถใช้ในการสร้างที่ทิ้งขยะ หรือกิจกรรมที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากสารพิษอื่น ๆ ได้

Tatong (2000) ประเมินศักยภาพน้ำบาดาลของแอ่งเชียงใหม่ และอธิบายลักษณะทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยาว่าเป็นแอ่งระหว่างภูเขามีชั้นหินอุ้มน้ำหลักที่เกิดจากการตกตะกอนในยุคควอเทอร์นารี และแบ่งระบบชั้นหินอุ้มน้ำออกเป็น 4 โซน คือ ตะกอนน้ำพาตอนกลางพื้นที่ (Central alluvial) ตะกอนน้ำพารูปพัด (Alluvial fan) ลานตะพักลำน้ำระดับสูง (High terrace) และตะกอนเชิงเขา (Colluvial) คุณภาพน้ำจัดอยู่ในระดับที่ดีปานกลางถึงดีมาก สามารถแบ่งตามสมบัติทางเคมีได้เป็นชนิด โซเดียม-ไบคาร์บอเนต แคลเซียม-โซเดียม-ไบคาร์บอเนต และ แคลเซียม-ไบคาร์บอเนต

มีการนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และเกษตรกรรม ในปริมาณมาก ในปี พ.ศ. 2539 ประเมินปริมาณการสูบได้ประมาณ 1 ล้านลบ.ม. และทำให้เกิดการลดลงของระดับน้ำในบางพื้นที่ มีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินศักยภาพของน้ำใต้ดิน โดยใช้แบบจำลอง MODFLOW มีการคำนวณในสภาวะคงที่ และในสภาวะไม่คงที่ โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2539 ค่าปริมาณการเพิ่มเติมน้ำ และ ค่าสัมประสิทธิ์การเก็บกักประมาณจากการปรับเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และใช้แบบจำลองที่ได้ทำการทำนายโดยเพิ่มค่าปริมาณการสูบน้ำเพื่อใช้ในครัวเรือนขึ้นประมาณร้อยละ 20 ผลการจำลองพบว่าระดับน้ำลดลงมากในพื้นที่ให้น้ำแบบตะกอนเชิงเขาและลานตะพักระดับสูง โดยเฉพาะบริเวณขอบของพื้นที่ศึกษา แต่จะลดลงเล็กน้อยถึงไม่ลดลงเลยในพื้นที่ตะกอนน้ำพาตอนกลางพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University