บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

การศึกษารูปแบบการไหลของน้ำบาดาลและศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่แอ่งหาดใหญ่ ประกอบด้วย การสำรวจสภาพธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา การติดตามตรวจวัดระดับน้ำบาดาล การรวบรวมข้อมูลอุทกวิทยาเพื่อประเมินต้นทุนน้ำ การศึกษาสมดุลของแหล่งน้ำบาดาล จากการศึกษา สำรวจ และประเมินศักยภาพของน้ำบาดาลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

6.1.1 สภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาของแอ่งหาดใหญ่

แอ่งหาดใหญ่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ขอบแอ่งด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตกมีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ประกอบไปด้วยหินทราย หินดินดานและเชิร์ต ซึ่งเป็นหินอายุคาร์บอนิเฟอรัส และหินแกรนิต โดยมีตะกอนกรวดทรายวางตัวเป็นภูเขาสูงในบริเวณขอบแอ่งทั้ง 2 ด้าน แอ่งหาดใหญ่เกิดจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกทำให้เกิดรอยเลื่อนในแนวเหนือ-ใต้ โดยบริเวณขอบแอ่งทั้งสองด้านถูกยกตัวขึ้นมาในลักษณะ Horst and graben ทำให้บริเวณขอบแอ่งทั้งสองด้านมีตะกอนกรวดขนาดใหญ่ที่เกิดจากการผุพังของหินบริเวณขอบแอ่งตกตะกอนทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก ประกอบไปด้วยกรวดขนาดเล็กถึงใหญ่มากใหญ่ ความกลมมนปานกลาง การคัดขนาดไม่ดี ส่วนบริเวณกลางแอ่งมีการสะสมตัวของตะกอนกรวดทราย และดินเหนียวที่เกิดจากการพัดพาของแม่น้ำสมัยโบราณและแม่น้ำสายปัจจุบัน

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของพื้นที่เท่ากับ 1,643 มิลลิเมตรต่อปี มีการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลประมาณ 7% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเฉลี่ย พื้นที่รับน้ำหลักอยู่บริเวณแนวเขาสูงทางทิศตะวันออก ทิศตะวันตกและทิศใต้ ส่วนพื้นที่ให้น้ำคือพื้นที่ราบลุ่มตอนกลางของพื้นที่ ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลจะไหลจากขอบแอ่งด้านทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้ ไปยังตอนกลางของพื้นที่ แล้วไหลต่อไปทางทิศเหนือ สู่ทะเลสาบสงขลา แหล่งน้ำบาดาลหลักในพื้นที่คือ แหล่งน้ำบาดาลในตะกอนหินร่วน มีความลึกเจาะน้ำบาดาลตั้งแต่ 20-100 เมตร และมีปริมาณให้น้ำ 10-20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

6.1.2 แบบจำลองน้ำบาดาล

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จำลองการไหลการไหลของน้ำบาดาลใน 3 มิติ จำลองการไหลของน้ำบาดาล โดยใช้โปรแกรม Visual MODFLOW version 2.8.1 ซึ่งเป็นโปรแกรมการคำนวณใน 3 มิติ ซึ่งใช้การคำนวณเชิงตัวเลขด้วยวิธี finite difference และใช้ข้อมูลทางอุทกธรณีวิทยาที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ทำการจำลอง 2 ขั้นตอน คือ การจำลองสภาวะคงที่ และการจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยปรับเทียบพารามิเตอร์และวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง การปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองได้ดำเนินการปรับเปลี่ยนค่าอัตราการเพิ่มเติมน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของชนิดชั้นหินให้น้ำทางอุทกวิทยา โดยใช้ระดับน้ำจากบ่อสังเกตการณ์จำนวน 37 บ่อซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่เป็นระดับอ้างอิงในการปรับเทียบค่าที่ได้จากการจำลอง

ผลการจำลองสภาวะคงที่เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของแบบจำลอง พบว่าการไหลของน้ำบาดาลในแบบจำลองมีลักษณะการไหลที่สอดคล้องกับการไหลในแบบจำลองเชิงมโนทัศน์กล่าวคือ มีทิศการไหลจากพื้นที่เติมน้ำทิศตะวันออก ทิศตะวันตกและทิศใต้ ไปยังที่ราบตอนกลางของพื้นที่ แล้วไหลออกสู่ทะเลสาบสงขลา โดยมีค่าเฉลี่ยรากที่สองของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.13เมตร และจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลองพบว่าพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลในแบบจำลองมากที่สุดคือค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน

ผลการจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยใช้อัตราการใช้น้ำบาดาลปี พ.ศ. 2543 (45,350 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 16.5 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี) พบว่ามีค่าเฉลี่ยรากที่สองของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.00 เมตร โดยผลของสมดุลน้ำบาดาลมีดังนี้ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่แบบจำลองมาจาก น้ำที่กักเก็บอยู่ในชั้นหินให้น้ำ 136.82 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี การเพิ่มเติมน้ำสุทธิจากน้ำฝน 120.39 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี มีการเติมน้ำจากชั้นหินให้น้ำของน้ำบาดาลในหินแข็ง (เทือกเขาด้านตะวันออก-ตะวันตก) เข้ามาในแบบจำลอง 10.46 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และมีการไหลซึมของน้ำจากคลองรัตภูมิและคลองอู่ตะเภาเข้าสู่แบบจำลอง 1.59 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี รวมปริมาณน้ำไหลเข้าระบบทั้งหมด 269.25 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ส่วนปริมาณน้ำที่ไหลออกจากแบบจำลอง ไหลออกไปกักเก็บในชั้นหินให้น้ำ 131.63 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี คลองรัตภูมิและคลองอู่ตะเภา 108.64 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี บ่อบาดาลที่มีการสูบน้ำ 16.55 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ทะเลสาบสงขลา 12.13 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และชั้นหินให้น้ำของน้ำบาดาลในหินแข็ง 0.31 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี รวมปริมาณน้ำไหลออกจากแบบจำลองทั้งหมด 269.25 ล้านลูกบาศก์เมตร

ต่อปี แบบจำลองนี้สามารถจำลองสภาพอุทกธรณีวิทยาของแอ่งหาดใหญ่ได้ใกล้เคียงกับสภาพจริงในธรรมชาติเฉพาะพื้นที่ตอนกลางของแอ่ง ส่วนพื้นที่บริเวณใกล้ทะเลสาบสงขลาและบริเวณด้านทิศใต้ของแบบจำลองต้องมีการปรับปรุงแบบจำลองให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

6.1.3 การประเมินศักยภาพน้ำบาดาล

การประเมินปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาใช้ต่อปริมาณน้ำสำรองในแหล่งน้ำบาดาลได้ทำโดยจำลองกรณีที่อัตราการสูบเพิ่มขึ้นเป็น 2, 3 และ 5 เท่า ของอัตราการสูบน้ำในปี พ.ศ. 2543 โดยกำหนดเงื่อนไขที่ยอมรับได้ในการจำลองคือ ระดับน้ำบาดาลต้องลดลงไม่เกิน 2 เมตรในช่วงเวลา 5 ปี

ผลการประเมินปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาใช้จากแบบจำลองเมื่อเพิ่มปริมาณการสูบน้ำในภาพรวมพบว่า การเพิ่มอัตราการสูบน้ำเป็น 2 เท่า ไม่ทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงเกิน 2 เมตร แต่เมื่อเพิ่มอัตราการสูบน้ำเป็น 3 เท่า แม้ว่าระดับน้ำลดยังอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 2 เมตร แต่ก็มีแนวโน้มว่าถ้ามีการสูบน้ำขึ้นมาใช้มากขึ้น ระดับน้ำจะลดลงจนเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเมื่อเพิ่มอัตราการสูบน้ำเป็น 5 เท่า ส่งผลให้เกิดระดับน้ำบาดาลลดลงเกิน 2 เมตร ในบริเวณกว้างขึ้น เมื่อพิจารณาสมดุลน้ำบาดาล พบว่าการเพิ่มอัตราการสูบน้ำมากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำที่กักเก็บอยู่ในแอ่งน้ำบาดาลลดลง เนื่องจากมีการดึงน้ำจากส่วนนี้มาใช้มากขึ้น โดยการเพิ่มอัตราการใช้น้ำในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่และอำเภอสะเดาจะมีผลต่อสมดุลน้ำบาดาลจนส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลลดลง เนื่องจากทั้งสองอำเภอนี้มีอัตราการใช้น้ำมากกว่าพื้นที่อื่นๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการใช้น้ำ และควบคุมการใช้น้ำบาดาล โดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่และอำเภอสะเดาให้เหมาะสม ไม่ให้เกินสมดุลน้ำตามธรรมชาติที่ไหลเติมเข้าสู่แอ่งน้ำบาดาล

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบจำลอง

แบบจำลองนี้สามารถจำลองสภาพอุทกธรณีวิทยาของแอ่งหาดใหญ่ได้ใกล้เคียงกับสภาพจริงในธรรมชาติเฉพาะพื้นที่ตอนกลางของแอ่ง ส่วนพื้นที่บริเวณใกล้ทะเลสาบสงขลาและบริเวณด้านทิศใต้ของแบบจำลองต้องมีการปรับปรุงแบบจำลองให้มีความใกล้เคียงกับสภาพจริงในธรรมชาติมากยิ่งขึ้น เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่แต่ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาและอุทกธรณีวิทยายังมีจำกัด ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองจึงมีเพียงระดับหนึ่งตามข้อจำกัดของข้อมูล การ

เพิ่มความน่าเชื่อถือของแบบจำลองสามารถทำได้โดยการเก็บข้อมูลเพิ่มทั้งในด้านปริมาณและความละเอียด ดังข้อเสนอแนะต่อไปนี้

1) ควรมีการตรวจสอบขอบเขตแอ่งหาดใหญ่ด้านทิศเหนือและทิศใต้อีกครั้ง เพื่อนำมาปรับปรุงแบบจำลองให้มีความถูกต้องมากขึ้น

2) ควรทำการสำรวจระดับผิวดินของจุดที่ตั้งของบ่อสังเกตการณ์ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อแบบจำลอง เพราะการนำเข้าข้อมูลต้องอ้างอิงกับระดับทะเลปานกลาง

3) จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่านมีผลต่อแบบจำลองมากที่สุด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาข้อมูลทางชลศาสตร์เพิ่มเติม โดยทำการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่านทั้งในแนวราบและแนวดิ่งของชั้นหินให้น้ำแต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้การเพิ่มเติมน้ำสู่ชั้นหินให้น้ำก็มีผลต่อแบบจำลองเช่นกัน จึงควรศึกษาข้อมูลการเพิ่มเติมของน้ำฝน อัตราการคายระเหย ข้อมูลน้ำท่า ให้ละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อนำมาปรับปรุงแบบจำลองให้มีความถูกต้องมากขึ้น

4) จากสมดุลน้ำบาดาล พบว่ามีการเพิ่มเติมน้ำจากแบบจำลองสู่แม่น้ำปริมาณมาก ควรมีการสำรวจขนาด ความลึก และความหนาของตะกอนท้องน้ำตลอดความยาวของคลองรัตภูมิและคลองอู่ตะเภา เพื่อนำมาตรวจสอบและปรับปรุงแบบจำลอง

5) การขาดข้อมูลการใช้น้ำบาดาลที่แท้จริง ทำให้การประเมินปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดของพื้นที่ศึกษายังไม่ถูกต้อง ซึ่งคาดว่ายังมีการใช้น้ำบาดาลอีกปริมาณมากที่ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลไว้ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้องค์กรส่วนท้องถิ่น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล บันทึกอัตราการสูบน้ำของบ่อบาดาลทั้งหมดในตำบล รวมทั้งค่าการสูบน้ำที่แท้จริงในภาคเอกชน เพื่อนำมาประมาณอัตราการใช้น้ำที่ถูกต้อง นอกจากนั้นยังนำมาประมาณอัตราการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นได้

6) การศึกษาสมดุลของน้ำบาดาลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นและเป็นตัวแทนระบบน้ำบาดาลในพื้นที่ได้ในระดับหนึ่ง ควรมีการศึกษาแบบจำลองในพื้นที่ย่อย เนื่องจากแอ่งหาดใหญ่มีขนาดใหญ่ ทำให้ค่าคุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยา รวมทั้งค่าขอบเขตและสภาพเริ่มต้นที่ใช้เป็นค่าตัวแทนของพื้นที่ขนาดใหญ่ เพื่อให้การจำลองมีความละเอียดมากยิ่งขึ้นควรมีการจำลองโดยใช้พื้นที่ย่อยที่มีขนาดเล็กลง โดยอาจจะใช้แบบจำลองในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้น โดยเฉพาะบริเวณใกล้ทะเลสาบสงขลา ซึ่งการจำลองในพื้นที่นี้มีความคลาดเคลื่อนและควรทำการศึกษาคุณภาพน้ำ เพื่อตรวจสอบการรุกตัวของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล

6.2.1 ข้อเสนอแนะในการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่ออนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลให้สามารถใช้ได้ตลอดไป จึงจำเป็นต้องมีการวางแผน และควบคุมการใช้น้ำบาดาล ดังข้อเสนอแนะต่อไปนี้

1) ควรทำการประเมินปริมาณการสูบสูงสุดที่ไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาล (safe yield) โดยแบ่งพื้นที่แบบจำลองออกเป็นพื้นที่ย่อย แล้วเพิ่มอัตราการสูบน้ำทีละพื้นที่ย่อย จนกระทั่งได้ปริมาณการสูบสูงที่ยังไม่ทำให้ระดับน้ำในแอ่งหาดใหญ่ลดเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อประเมินว่าแต่ละพื้นที่ย่อยสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ในปริมาณเท่าใด จึงจะไม่ส่งผลกระทบในเชิงลบต่อแหล่งน้ำบาดาล ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ

2) จากผลการประเมินปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาใช้ต่อปริมาณน้ำสำรอง โดยเพิ่มอัตราการสูบน้ำในการจำลอง พบว่าการเพิ่มอัตราการสูบน้ำในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่และอำเภอสะเดาส่งผลกระทบต่อระดับน้ำบาดาลและปริมาณน้ำที่กักเก็บอยู่ในแอ่ง เนื่องจากทั้ง 2 อำเภอนี้มีการขยายตัวของเมืองและชุมชนสูง และเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก อัตราการใช้น้ำจึงมากกว่าพื้นที่อื่นๆ และมีแนวโน้มว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมให้มีการใช้น้ำประปาทดแทนน้ำบาดาลในพื้นที่ที่มีการให้บริการน้ำประปาจากการประปาหาดใหญ่ ส่วนพื้นที่ที่อยู่นอกเขตการให้บริการของการประปาหาดใหญ่ ควรจัดหาแหล่งน้ำผิวดินอื่นมาทดแทน หรือในกรณีไม่มีแหล่งน้ำผิวดินอื่น ควรสร้างระบบประปาที่สามารถสูบน้ำจากพื้นที่ใกล้เคียงซึ่งสามารถสูบน้ำเพิ่มได้อีกจากปกติ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระดับน้ำบาดาล

3) ควรมีการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นพื้นที่เติมน้ำของแอ่งหาดใหญ่ เนื่องจากหาดใหญ่เป็นเมืองเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ มีอัตราการขยายตัวของเมืองสูง จึงมีการก่อสร้างอาคาร ที่อยู่อาศัย เพิ่มมากขึ้น จนอาจทำให้พื้นที่ที่น้ำจะไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลลดลง ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณน้ำเพิ่มเติมไปกักเก็บในชั้นน้ำบาดาลลดลงด้วย