บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวสรุปถึงเรื่องราวที่ได้ศึกษามาตั้งแต่ต้น ประกอบด้วยความสำคัญในการศึกษาสรุปวิชาการทดสอบสูบน้ำ สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาต่อไป

6.1 ความสำคัญของการศึกษา

ในประเทศไทยได้เริ่มก่อสร้างโครงการชลประทานพัฒนาลุ่มน้ำต่าง ๆ มาเป็นเวลา 40 ปีแล้ว แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำให้ประชาชนได้อย่างทั่วถึง เนื่องจากปัจจุบันมีสภาพทางเศรษฐกิจและสภาพของทรัพยากรธรรมชาติเปลี่ยนไปมาก จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นมาก ราษฎรต้องบุกเบิกเข้าไปอาศัยในพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาน้อย จึงมีฐานะยากจน และประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ ดังนั้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (2525-2529) รัฐบาลจึงกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อสนองความต้องการขั้นมูลฐานของราษฎรทุกรูปแบบ เช่น การอุปโภคบริโภค การเลี้ยงสัตว์ และการเกษตร พื้นที่ที่ไม่สามารถพัฒนาด้วยโครงการแหล่งน้ำประเภทอื่น เช่น อ่างเก็บน้ำ ฝายน้ำล้น และบ่อบาดาลได้ จึงจำเป็นต้องเริ่มดำเนินการขยายการใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำตื้นเพื่อการอุปโภคบริโภคเพียงอย่างเดียวมาใช้เพื่อการเกษตรด้วย จึงต้องใช้งบประมาณในการพัฒนาโครงการบ่อน้ำตื้นมากขึ้น แต่หน่วยงานพัฒนาชนบทปฏิบัติงานอย่างเร่งด่วน ไม่มีเวลาติดตามผลงานการวิจัยหรือศึกษาคิดค้นวิธีการทดสอบประเมินปริมาณน้ำที่จะได้รับจากบ่อน้ำตื้นอย่างมีประสิทธิภาพให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ทางวิชาการได้ จึงดำเนินงานโดยการคาดคะเนอย่างหยาบ ๆ อันอาจทำให้เกิดความผิดพลาด หรือสูญเสียงบประมาณแผ่นดินโดยไม่เจตนา

จากการติดตามตำรา/เอกสารทั้งในประเทศและนอกประเทศ เพื่อศึกษาหลักวิชาการเกี่ยวกับน้ำใต้ดิน พบว่าส่วนมากอธิบายเกี่ยวกับอุทกธรณีวิทยาของน้ำใต้ดินและหลักเกณฑ์ผลการศึกษาต่าง ๆ ของบ่อบาดาลซึ่งพัฒนาความรู้/ประสพการณ์มานับเป็นเวลาหลายร้อยปี แต่สำหรับ

บ่อน้ำตื้นกล่าวไปถึงลักษณะทั่วไปในรูปแบบของชนิดและวิธีการก่อสร้าง มีเพียงบางเล่มที่กล่าวถึงอิทธิพลของระดับน้ำลด ขนาดของบ่อ และสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของชั้นดินอุ้มน้ำ ที่มีต่อคุณสมบัติการจ่ายน้ำของบ่อน้ำตื้นเพียงคร่าว ๆ แต่อย่างไรก็ตามปรากฏว่ารายงานของคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้เคยเสนอวิธีการทดสอบประเมินปริมาณน้ำด้วยวิธีการสูบน้ำ (Pump Test) แต่ไม่ได้กำหนดตัวแปรต่าง ๆ ให้เป็นหลักเกณฑ์เพื่อประยุกต์ผลการศึกษากับบ่อน้ำตื้นในบริเวณทั่วไป

วิทยานิพนธ์นี้จึงตั้งเป้าหมายในการศึกษา อันอาจเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาชนบทให้คุ้มค่าต่อการลงทุนด้วยงบประมาณที่มากขึ้นทุก ๆ ปี ดังนี้

1. ศึกษาและคิดค้นแนวทางกำหนดคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบ่อน้ำตื้น
2. ศึกษาและคิดค้นวิธีการทดสอบคุณสมบัติของบ่อน้ำตื้น
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติต่าง ๆ กับบ่อน้ำตื้นในท้องที่ชนบท
4. ศึกษาวิธีประเมินปริมาณน้ำของบ่อน้ำตื้น
5. ประยุกต์หลักวิชาการด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำกับงานชนบท

6.2 การกำหนดตัวแปรและวิธีการทดสอบประเมินปริมาณน้ำ

เนื่องจากใต้พื้นผิวโลกทุกบริเวณมีลักษณะชั้นดินแตกต่างกัน การศึกษาคุณสมบัติของบ่อน้ำตื้นในห้องปฏิบัติจะประสบปัญหายุ่งยาก และอาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง การศึกษาครั้งนี้จึงเสนอวิธีการทดสอบประเมินปริมาณน้ำในภาคสนามด้วยวิธีการสูบน้ำ (Pump Test) มีลักษณะเช่นเดียวกับการนำน้ำจากบ่อน้ำตื้นขึ้นมาใช้จริง ๆ มีหลักการทดสอบที่สำคัญคือการวัดและบันทึกค่าระดับน้ำที่ไหลคืนกลับเข้าสู่บ่อหลังจากหยุดสูบน้ำตามช่วงเวลาต่าง ๆ และกำหนดระดับน้ำลด (Drawdown, h) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางบ่อ (ϕ) และขนาดเม็ดดิน (Grain Size, D_{50}) ของชั้นดินอุ้มน้ำเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออัตราการจ่ายน้ำ (Discharge, Q) ของบ่อ เขียนในสมการได้

$$Q = f(h, \phi, D_{50}) \qquad (6.1)$$

แต่เนื่องจากบ่อที่ทำการทดสอบมีลักษณะ ขนาด และความลึกแตกต่างกัน ดังนั้นจึงกำหนดตัวแปรใหม่ด้วยสมมุติฐานว่าน้ำได้ดินไหลเข้าบ่อทุกทิศทางทั้งด้านข้างรอบบ่อและก้นบ่อ เพื่อ

อำนวยความสะดวกต่อการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากข้อมูลหลาย ๆ บ่อร่วมกัน เรียกว่า อัตราการจ่ายน้ำจำเพาะ (Specific Discharge, q) และเมื่อให้ B เป็นพื้นที่ที่น้ำไหลผ่านเข้าบ่อทั้งด้านข้างและก้นบ่อ เขียนเป็นสมการได้

$$q = \frac{Q}{B}. \qquad (6.2)$$

จากประสพการณ์ในการทดสอบด้วยวิธีการสูบน้ำ (Pump Test) พบว่ามีปัญหาบางประการที่จำเป็นต้องแก้ไขหรือปรับปรุงต่อไป สรุปได้ดังนี้

1. วิธีการทดสอบสูบน้ำเป็นวิธีการที่ง่าย ราคาถูก เหมาะสำหรับหน่วยงานพัฒนาชนบท ซึ่งมีเครื่องมือและอัตรากำลังเจ้าหน้าที่พร้อมอยู่แล้ว แต่สำหรับเอกชนเพื่อการศึกษาแล้ว ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เนื่องจากการทดสอบแต่ละบ่อต้องใช้เวลานาน
2. การศึกษานี้ดำเนินการทดสอบได้เฉพาะบ่อปลอกคอนกรีตเท่านั้น เนื่องจากบ่อดินและบ่อไม้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการบริโภค จึงไม่ได้รับอนุญาตจากราษฎร
3. การหาแหล่งเพื่อทดสอบบ่อที่ชั้นดินอุ้มน้ำมีขนาดเม็ดดินใหญ่ และระดับน้ำลดมากกว่า 2.00 ม. ยากมาก เพราะบ่อในกรณีนี้มีอัตราการจ่ายน้ำเพียงพอแก่ความต้องการไม่จำเป็นต้องขุดลึกมาก
4. การสูบน้ำควรเริ่มสูบด้วยอัตราปริมาณน้ำน้อยก่อน แล้วค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้น แต่ไม่ควรเกินกว่า 0.0020 ลบ.ม./วินาที เพราะน้ำจะชะเม็ดดินรอบ ๆ บ่อเข้ามาด้วย ทำให้บ่อทรุด
5. ระหว่างขั้นตอนการทดสอบ มีการสูบน้ำแล้วหยุดประมาณ 3 ครั้ง ดังนั้นในการทดสอบเมื่อเริ่มแรกไม่ควรสูบน้ำออกจนหมดบ่อ ควรหยุดสูบที่ระดับน้ำลดมีค่าน้อยก่อนแล้วค่อยเพิ่มขึ้น และสูบหมดบ่อในครั้งที่ 3 เพราะการที่ชั้นดินอุ้มน้ำรอบบ่อถูกรบกวนซ้ำ ๆ กันตลอดความลึก ทำให้เม็ดดินทรุดตัวแน่นขึ้น ทำให้ค่าอัตราการจ่ายน้ำของบ่อที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนไปจากบ่อในสภาวะธรรมชาติโดยทั่วไป

6. ก่อนอ่านค่าระดับลูกลอยขณะสูบน้ำออก ควรตรวจสอบว่าลูกลอยจมอยู่ในน้ำได้ระดับ เช่น เมื่อเริ่มต้นทุกครั้ง ทั้งนี้เกิดจากการที่ขณะสูบน้ำออกระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ประกอบด้วยความฝืดของรอก ลูกลอยอาจแขวนค้างอยู่ได้ แต่สำหรับขณะวัดระดับน้ำไหลคืนกลับ เข้าบ่อไม่มีปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้น เพราะน้ำดันลูกลอยขึ้นอย่างช้า ๆ

7. มาตรวัดปริมาณน้ำมีกลไกการทำงานค่อนข้างละเอียดพอควร จึงจำเป็นต้องหาวิธีกันไม่ให้ดินตะกอนไหลผ่านเข้าไปค้างในตัวมาตรได้ มิฉะนั้นมาตรวัดปริมาณน้ำจะหยุดทำงาน

6.3 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีจุดมุ่งหมายที่จะพยายามกำหนดคุณสมบัติของบ่อน้ำตื้นที่อาจนำไปประยุกต์ใช้งานในการศึกษาและวางแผนงานพัฒนาบ่อน้ำตื้น จึงมุ่งศึกษาความสัมพันธ์การจ่ายน้ำของบ่อน้ำตื้นในหลักทั่วไป เน้นหนักต่อการพิสูจน์ความสัมพันธ์ตามสมการ 6.1 โดยกำหนดแนวทางการศึกษาว่าอัตราการจ่ายน้ำจำเพาะ (q) มีความเหมาะสมต่อการกำหนดคุณสมบัติของบ่อน้ำตื้นหรือไม่ และศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของอัตราการจ่ายน้ำจำเพาะ (q) ระดับน้ำลด (h) และขนาดเม็ดดิน (D_{50}) ของชั้นดินอุ้มน้ำ ปรากฏผลการศึกษาดังนี้

1. ระดับน้ำลด ขนาดเม็ดดิน ตลอดจนความแตกต่างของชั้นดิน เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่ออัตราการจ่ายน้ำของบ่อน้ำตื้น
2. อัตราการจ่ายน้ำจำเพาะ (q) สามารถนำมาใช้เป็นตัวแปรบ่งคุณสมบัติ (Characteristic Parameter) ของบ่อน้ำตื้นได้ดี และมีความสัมพันธ์ที่แน่นอนกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ระดับน้ำลด (h) และขนาดเม็ดดิน (D_{50}) นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์กับงานศึกษาและวางแผนพัฒนาบ่อน้ำตื้นในเชิงปฏิบัติได้
3. ระดับน้ำลด (h) มีความสัมพันธ์กับอัตราการจ่ายน้ำโดยเด่นชัด และสอดคล้องกับหลักวิชาการ
4. ขนาดเฉลี่ยเม็ดดิน ($\bar{D}_{50}$) เป็นตัวแปรบ่งคุณสมบัติของบ่อน้ำตื้นได้ดี และสามารถชี้บอกอัตราการจ่ายน้ำจำเพาะ (q) ของบ่อน้ำตื้นได้ด้วยความถูกต้องพอควร

พร้อมนี้ยังได้เสนอผลการวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟ log-log ความสัมพันธ์ของอัตราการจ่ายน้ำ (Q) และระดับน้ำลด (h) โดยมีขนาดเม็ดดิน (D_{50}) ของชั้นดินอุ้มน้ำแต่ละชั้นเป็นองค์ประกอบในการบ่งลักษณะการจ่ายน้ำ และกราฟ log-log ความสัมพันธ์ของอัตราการจ่ายน้ำจำเพาะ (q) กับขนาดเฉลี่ยเม็ดดิน ($\bar{D}_{50}$) ที่ระดับน้ำลด (h) ต่าง ๆ กัน อันอาจนำไปประยุกต์ใช้กับงานพัฒนาชนบทในการออกแบบและวางแผนงานพัฒนาโครงการบ่อน้ำตื้นได้เป็นอย่างดี

6.4 ข้อเสนอแนะ

เป็นการเสนอแนะต่อผู้สนใจศึกษาค้นคว้าหาวิธีการทดสอบประเมินปริมาณน้ำ หรือค้นคว้าหาหลักเกณฑ์ทางวิชาการของบ่อน้ำตื้นให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

1. เนื่องจากมีข้อมูลการทดสอบด้วยปริมาณค่อนข้างน้อย ผลการวิเคราะห์จึงอาจมีข้อจำกัดใช้ได้เฉพาะบางท้องที่ ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นเพียงแนวทางการพิจารณาประกอบการตัดสินใจของผู้ออกแบบ
2. การศึกษาอยู่ในวงจำกัดของเวลาและทุนการวิจัย จึงทำให้ทดสอบหาข้อมูลได้เพียงเฉพาะบ่อปลอกคอนกรีตในท้องที่ส่วนน้อยของจังหวัดมหาสารคาม ดังนั้นในการศึกษาต่อไปควรขยายขอบเขตถึงคุณสมบัติของบ่อน้ำตื้นชนิดอื่น ท้องที่อื่น หรือในท้องที่เดิมแต่ต่างฤดูกาล เพื่อนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบด้วย
3. แม้ขนาดเม็ดดิน (D_{50}) ของชั้นดินอุ้มน้ำเป็นตัวแปรที่บ่งชี้คุณสมบัติการจ่ายน้ำของบ่อได้ดีพอประมาณ แต่พบว่าเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอัตราการจ่ายน้ำจำเพาะ (q) และระดับน้ำ (h) โดยมีขนาดเฉลี่ยเม็ดดิน ($\bar{D}_{50}$) เป็นตัวแปรบ่งคุณสมบัติของชั้นดิน ยังมีจุดข้อมูลที่กระจายออกไปค่อนข้างมาก จึงควรศึกษาคุณสมบัติอื่นของชั้นดิน เช่นความแน่น (Density) ความสม่ำเสมอหรือการกระจายขนาดของเม็ดดิน (Uniformity) มาร่วมในการพิจารณาด้วย
4. เนื่องจากรูปแบบความสัมพันธ์ในการวิเคราะห์เป็นเพียงตัวอย่างข้อแนะนำเบื้องต้น จึงควรมีการศึกษาต่อไปให้ละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ในการออกแบบบ่อน้ำตื้นที่สะดวกต่อการนำไปปฏิบัติ และมีความสอดคล้องกับลักษณะทั่วไปของบริเวณที่จะขุดบ่อ

5. ควรได้มีการศึกษาคุณสมบัติของบ่อน้ำตื้นตลอดจนวิธีการประเมินปริมาณน้ำที่พึงได้จากบ่อน้ำตื้น โดยพิจารณาชลศาสตร์ของการไหลของน้ำในชั้นดินเข้าสู่บ่อ (Hydraulic Method) คำนึงถึงอัตราการให้น้ำจำเพาะ (Specific Yield) และสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (Coefficient of Permeability) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาเกี่ยวกับบ่อบาดาล (Deep Well)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย