โครงการศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระน้ำบ้านหนองนาตำบลหนองกุลา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

Study and Experiment on Managed Aquifer Recharge Using Ponding System in Ban Nong Na, Nong Kula Sub-District, Bang Rakam District, Phitsanulok Province

สัมฤทธิ์ ชุษณะทัศน์,[1] อรัญญา เฟื่องสวัสดิ์,[1]สิทธิศักดิ์ มั่นอยู่,[1]กันต์กนิษฐ์ ทุมประเสริฐ,
[1]อัญชลี พงศ์สถิตย์พัฒน์,[1]และจิรทีปต์ ยศม้าว[1]

[1]กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

จากที่พื้นที่ภาคเหนือตอนล่างประสบปัญหาน้ำท่วม ภัยแล้ง และการลดระดับลงของน้ำบาดาล ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาจึงได้จัดทำโครงการศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลผ่านระบบสระน้ำในพื้นที่บ้านหนองนา ต.หนองกุลา อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาการลดระดับของน้ำบาดาลในระดับตื้นและป้องกันการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทดลองวิธีการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลผ่านระบบสระน้ำและศึกษากระบวนการทางกายภาพ ชลศาสตร์ และเคมีของการเติมน้ำ ซึ่งนำไปเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาภัยแล้งอุทกภัย และการลดระดับน้ำบาดาลเชิงบูรณาการต่อไป การดำเนินงานประกอบด้วย การศึกษาสภาพอุทกธรณีวิทยา การศึกษาการใช้น้ำบาดาล **การคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการทดลองเติมน้ำผ่านสระทดลองเติมน้ำและการศึกษาเชิงเศรษฐศาสตร์** โดยการศึกษาทดลองได้ดำเนินการที่บ้านหนองนา ต.หนองกุลา อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสภาพอุทกธรณีวิทยาที่เหมาะสม คือเป็นพื้นที่ที่พบชั้นตะกอนกรวดทรายในระดับตื้น มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ทำนาและเป็นพื้นที่วิกฤติที่มีระดับน้ำบาดาลลึกมากกว่า 8 เมตร ซึ่งพื้นที่ทดลองครอบคลุมพื้นที่ 8 ไร่ ประกอบด้วย ระบบผันน้ำ ระบบบำบัดน้ำดิบแบบบึงประดิษฐ์ ระบบเติมน้ำหรือสระเติมน้ำ และระบบติดตามตรวจสอบ จากการทดลองพบว่า บึงประดิษฐ์ที่ทำการออกแบบสามารถลดความขุ่นได้ประมาณร้อยละ 70 และสระเติมน้ำสามารถเติมน้ำหลากที่ ระบาย **ทิ้งในช่วงฤดูฝนได้ประมาณ** 26,000 ลบ.ม. ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นน้ำบาดาลที่สามารถนำน้ำกลับมาใช้ในการปลูกข้าวได้ 16 ไร่ มีอัตราการซึมตั้งแต่ 0.05-0.20 ม./วัน หรือมีอัตราการเติมน้ำอยู่ในช่วง 60-320 ลม.ม./วัน/ตร.ม. การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด 3.3 เมตร น้ำบาดาลมีทิศทางการไหลจากพื้นที่สระเติมน้ำไปยังบริเวณโดยรอบสระและด้านเหนือด้วยความเร็ว 0.07 เมตร/วัน การติดตามตรวจวัดคุณภาพน้ำบาดาลทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพไม่พบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีนัยสำคัญและจากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธีอัตราส่วนของผล

ประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายพบว่า หากขยายผลไปพื้นที่อื่นๆ ระบบเติมน้ำควรมีขนาดตั้งแต่ 10 ไร่ ขึ้นไปจึงจะคุ้มทุนในระยะเวลา 3 ปี

ดังนั้น การเติมน้ำผ่านระบบสระลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการลดระดับของน้ำบาดาล และนอกจากนี้ยังช่วยบรรเทาปัญหาภัยแล้งและน้ำท่วมได้ด้วยและในการนำไปขยายผลควรคำนึงถึงปัจจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์ การประเมินการอุดตันระดับลึกและการอุดตันทางชีวเคมี การปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาล และผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากพื้นที่นำร่องมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับการเติมน้ำทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ

บทนำ

ปัจจุบันในหลายๆ พื้นที่ของประเทศไทยมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากเกินสมดุล โดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่างครอบคลุมจังหวัดพิจิตร พิษณุโลก และจังหวัดสุโขทัย มีการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นจากชั้นหินให้น้ำตะกอนลุ่มน้ำหลาก (floodplain aquifer) และชั้นหินให้น้ำตะกอนรูปพัด (alluvial fan aquifer) เพื่อใช้ในการเกษตรเป็นปริมาณมาก ทำให้เกษตรกรสามารถทำนาได้ตลอดทั้งปี ซึ่งการพัฒนาน้ำมาใช้โดยไม่มีการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบมีผลให้เกิดปัญหาการลดลงของระดับน้ำอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องประมาณปีละ 25-50 เซนติเมตร (ซม.) ซึ่งหากไม่ได้รับการแก้ปัญหา ในที่สุดชั้นหินให้น้ำระดับตื้นในพื้นที่นี้อาจเหือดแห้งหรือสูญเสียชั้นหินให้น้ำระดับตื้นไปอย่างถาวร

ดังนั้นเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาการลดระดับลงของชั้นน้ำบาดาลซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น และยังสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำโดยการระบายน้ำผิวดินในช่วงฤดูน้ำหลากลงสู่ชั้นน้ำบาดาลและนำกลับขึ้นมาใช้ในช่วงฤดูแล้ง กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงได้จัดทำโครงการศึกษาทดลอง การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลผ่านระบบสระน้ำบริเวณบ้านหนองนาตำบลหนองกุลา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้งบประมาณจากกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล

วัตถุประสงค์

1 เพื่อศึกษาทดลองหาวิธีการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลผ่านระบบสระน้ำในพื้นที่ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูง

2 เพื่อศึกษากระบวนการทางกายภาพ ชลศาสตร์ และเคมี ของการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล

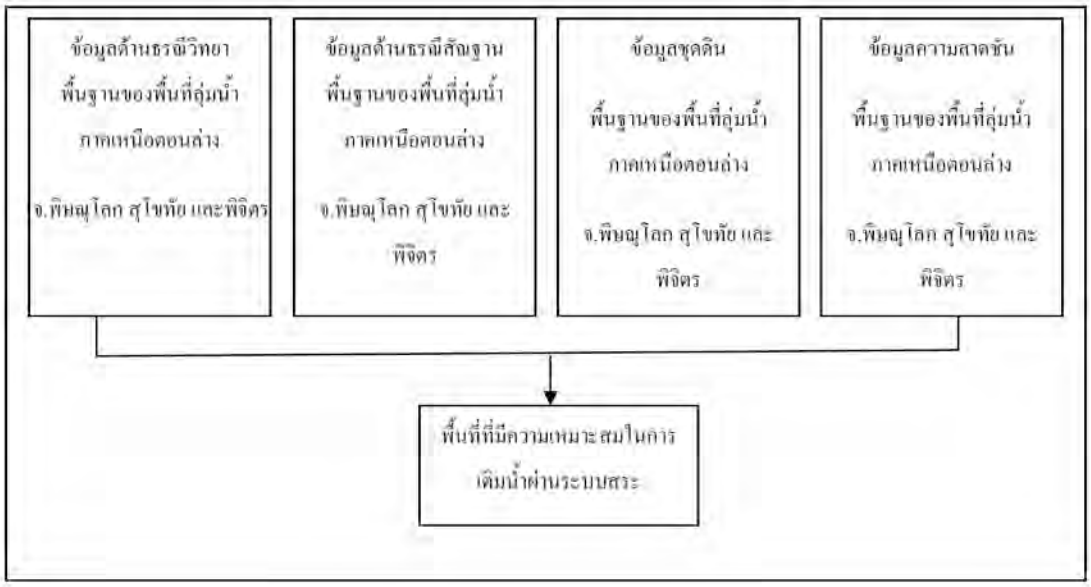
3 เพื่อเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาภัยแล้งเชิงบูรณาการโดยการใช้แหล่งน้ำผิวดินและน้ำบาดาลตามช่วงเวลาที่เหมาะสม

4 เพื่อสรุปผลการศึกษาวิจัยและทดลองเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานด้านการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล หรือโครงการอื่นๆ ที่มีลักษณะเดียวกันต่อไปในอนาคต

การดำเนินงานโครงการ

การดำเนินงานโครงการ ประกอบด้วย การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม การออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำและการทดลองระบบเติมน้ำซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังนี้

1 การคัดเลือกพื้นที่ จะทำการคัดเลือกพื้นที่หลายระดับตั้งแต่พื้นที่ลุ่มน้ำหลักไปจนถึงพื้นที่ก่อสร้างระบบสระเติมน้ำ โดยใช้ปัจจัยหลักในการคัดเลือกพื้นที่แบบ Boolean (Saraf, 2004) ได้แก่ข้อมูลอุทกธรณีวิทยาและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 1ซึ่งพบว่าพื้นที่บ้านหนองนา ตำบลหนองกุลา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะมากที่สุด เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความหนาของชั้นดินเหนียวที่ปิดทับด้านบนบางน้อยกว่า 3 เมตร ชั้นให้น้ำระดับตื้นเป็นชั้นกรวดทรายและทรายแป้งหนา 10-15 เมตร และต่อเนื่อง มีคลองระบายน้ำไหลผ่านและมีการเจาะบ่อน้ำบาดาลมาใช้สำหรับปลูกข้าวและอ้อยประมาณ 100 บ่อ เกษตรกรมีการทรุดบ่อ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการคัดเลือกพื้นที่

2 การออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำระบบเติมน้ำผ่านสระ ประกอบด้วย ระบบผันน้ำดิบ ระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบด้วยบึงประดิษฐ์จำนวน 4 บึง สระเติมน้ำจำนวน 2 สระ อาคารสำนักงานสนามและระบบควบคุม ระบบตรวจวัดภูมิอากาศ ระบบตรวจวัดระดับน้ำผิวดิน และระบบติดตามตรวจสอบระดับน้ำและคุณภาพน้ำบาดาลดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบเติมน้ำ

3 การทดลองเติมน้ำ ซึ่งดำเนินการเป็นระยะเวลา 6 เดือน พร้อมทั้งทำการติดตามผลกระทบของระดับน้ำและคุณภาพน้ำโดยทำการวัดระดับน้ำบาดาลและเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และแบคทีเรีย จากบ่อสังเกตการณ์เดือนละครั้งโดยการทดลองเติมน้ำดำเนินการดังรายละเอียด

1) การทดลองระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบด้วยบึงประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการลดความขุ่นของบึงประดิษฐ์ในกรณีต่างกัน ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำผ่านบึงประดิษฐ์ ชนิดและความหนาแน่นของพืช และความขุ่นของน้ำดิบที่จุดเริ่มต้น

2) การทดลองเติมน้ำ จะดำเนินการสองส่วน คือการทดลองการซึมผ่านชั้นตะกอนในห้องปฏิบัติการ

และสระทดลองขนาดเล็กเพื่อทดลองหาพารามิเตอร์และเกณฑ์คุณภาพน้ำดิบที่เหมาะสมใช้ประกอบการออกแบบก่อสร้างระบบเติมน้ำผ่านสระ และการทดลองเติมน้ำผ่านสระเพื่อศึกษาอัตราการเติมน้ำและการอุดตัน โดยเปรียบเทียบกรณีที่มีการใช้และไม่ใช้วัสดุกรองสังเคราะห์ที่พื้นสระ และกรณีน้ำที่ใช้เติมมีความขุ่นแตกต่างกัน

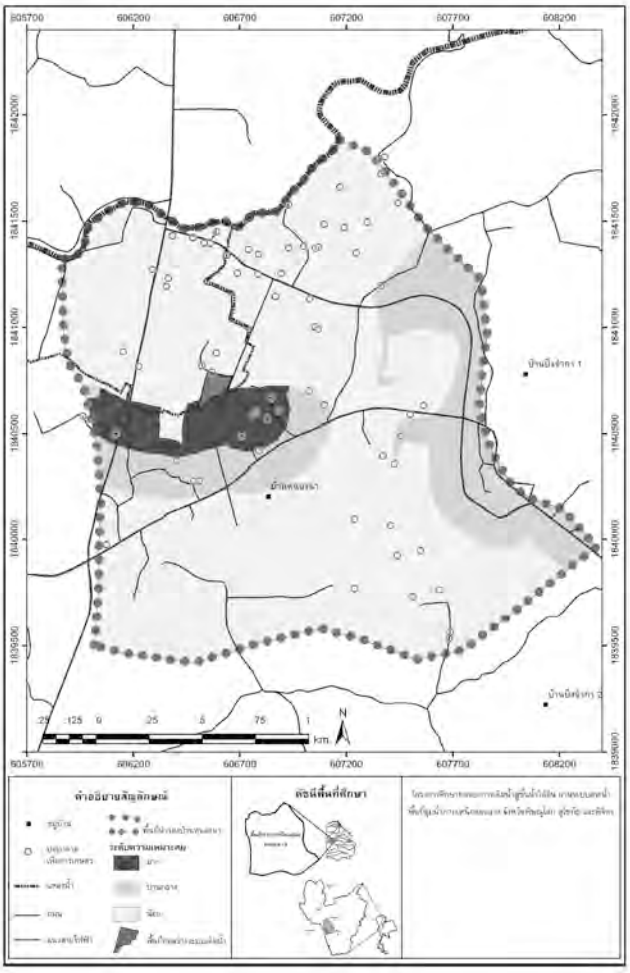
3) การติดตามผลกระทบด้านระดับและคุณภาพน้ำบาดาล

4) การจัดการและบำรุงรักษาระบบเติมน้ำผ่านสระ ประกอบด้วย การจัดการระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบการจัดการเติมน้ำ การจัดการด้านข้อมูล และการบำรุงรักษาระบบเติมน้ำผ่านสระ

5) การประเมินผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายเบื้องต้นการประเมินผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายเบื้องต้นโดยวิธีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit-Cost Ratio, B/C Ratio)

พื้นที่ศึกษาโครงการ

พื้นที่ศึกษาภายใต้โครงการศึกษาทดลองการเติมน้ำพื้นที่ก่อสร้างระบบเติมน้ำ มีขนาด 8 ไร่ หรือ 0.01 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ก่อสร้างระบบเติมน้ำตั้งอยู่ในเขตพื้นที่บ้านหนองนา หมู่ที่ 8 ตำบลหนองกุลาหนองกุลา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 พื้นที่ศึกษาศึกษาโครงการ

ผลการศึกษา

1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

การทดลองระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบด้วยบึงประดิษฐ์ ได้ทำการทดสอบในช่วงฤดูฝน พ.ศ. 2553 จำนวน 18 การทดลอง พบว่า

1) ทดลองปลูกพืชที่บึงประดิษฐ์แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ พุทธรักษา ข้าว และกกสามเหลี่ยม โดยควบคุมอัตราการไหลผ่านบึงประมาณ 30 ลบ.ม./ชม. และความขุ่นเริ่มต้นในคลองอยู่ในช่วง 45 - 119 NTU พบว่า บึงประดิษฐ์ที่ปลูกด้วยกกสามเหลี่ยมมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดความขุ่น

2) ทดลองให้อัตราการไหลของน้ำผ่านบึงที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0.5 9.5 15.6 และ 93.1 ลบ.ม./ชม. พบว่า อัตราการไหลของน้ำผ่านบึง 9.5 ลบ.ม./ชม. มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดความขุ่น

3) บึงประดิษฐ์ที่ปลูกด้วยกกสามเหลี่ยม และอัตราการไหลของน้ำผ่านบึง 9.5 ลบ.ม./ชม. สามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 67

2 การทดลองเติมน้ำ*

2.1 การทดลองการซึมผ่านชั้นตะกอนในห้องปฏิบัติการและสระทดลองขนาดเล็ก

การทดลองในห้องปฏิบัติการผ่านตัวกลาง 3 ชนิด ได้แก่ ทรายกรอง ทรายชั้นบน และทรายชั้นล่าง และควบคุมระดับน้ำให้สูงกว่าระดับพื้นผิว 0.1 เมตร ตามสมการ

$$q_{avg} = \sum_{i=1}^{n} d_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{q_i}$$

เมื่อ q_i คือ อัตราการซึมสุดท้าย และ คือ d_i ความหนาของตัวกลาง

พบว่า กรณีน้ำที่มีความขุ่นน้อย (0.5 NTU) และกรณีน้ำที่มีความขุ่นมาก (100 NTU) ระยะเวลาในการทดลอง 100 ชม. มีค่าอัตราการซึมสุดท้าย 3.27 ม./วัน และ 0.15 ม./วัน ตามลำดับ และการทดลองการในสระทดลองขนาดเล็ก กรณีน้ำดิบมีความขุ่นปานกลาง (51.2 NTU) ระยะเวลาในการทดลอง 30 ชม. มีค่าอัตราการซึมสุดท้าย 2.53 ม./วัน จากการทดลองยังไม่พบการอุดตัน ดังนั้นการนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้กับสระทดลองขนาดใหญ่จึงควรทำการทดลอง ในระยะเวลาที่นานกว่า 100 ชม. และควรควบคุมความขุ่นของน้ำที่ใช้เติมให้มีค่าไม่เกิน 50 NTU รวมทั้งต้องมีระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบก่อนเติม

2.2 การทดลองเติมน้ำผ่านสระ*

การทดลองเติมน้ำผ่านสระเพื่อศึกษาอัตราการเติมน้ำและการอุดตัน ได้ทำการทดลองเติมน้ำจำนวน 5 ครั้ง ระยะเวลา 56 วัน โดยเปรียบเทียบกรณีที่มีการใช้และไม่ใช้วัสดุกรองสังเคราะห์ที่พื้นสระ และกรณีน้ำที่ใช้เติมมีความขุ่นแตกต่างกันได้ผลดังนี้

1) ปริมาณน้ำที่เติมได้ทั้งหมด 25,797 ลบ.ม. และอัตราการเติมน้ำอยู่ในช่วง 0.05-2.05 ม./วัน ซึ่งความขุ่นของน้ำที่ใช้เติมมีค่าอยู่ในช่วง 12-287 NTU (ค่าเฉลี่ย 76 NTU)

2) การใช้และไม่ใช้วัสดุกรองสังเคราะห์ปูที่พื้นสระเพื่อกรองตะกอน มีค่าอัตราการซึมต่างกัน 0.04 ม./วัน ซึ่งมีค่าต่างกันน้อยมาก

3) ลักษณะการซึมสามารถแบ่งได้เป็น 4 ช่วง ได้แก่ ในช่วงแรก (วันที่ 1-4) อัตราการซึมมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.14 ถึง 0.79 ม./วัน ในช่วงที่สอง (วันที่ 5-8) อัตราการซึมมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วจาก 0.78 ถึง 0.28 ม./วัน ในช่วงที่สาม (วันที่ 9-15) อัตราการซึมลดลงจาก 0.27 ถึง 0.16 ม./วัน และในช่วงที่สี่ (วันที่ 16-30) อัตราการซึมค่อยๆ ลดลงจาก 0.15 ถึง 0.07 ม./วัน ซึ่งในช่วงสุดท้ายเป็นช่วงที่เกิดการอุดตัน

4) การประเมินปริมาณการเติมน้ำใต้ดินผ่านสระในช่วงฤดูฝน (ระยะเวลา 4 เดือน) กรณีน้ำที่ใช้เติมมีความขุ่น 70, 100 และ 140 NTU จะต้องทำความสะอาดสระเติมน้ำอย่างน้อยปีละ 1, 2 และ 4 ครั้ง ตามลำดับ การเติมน้ำจึงจะมีประสิทธิภาพ และกรณีน้ำที่ใช้เติมมีความขุ่น 70 NTU และมีการทำความสะอาด 4 ครั้ง จะมีปริมาณการเติมน้ำสูงสุดประมาณ 63,000 ลบ.ม./ปี

* ชนิดตัวอย่างดินที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการและทดลองผ่านสระเติมน้ำเป็นตัวอย่างชนิดเดียวกัน

ตารางที่ 1 ข้อมูลด้านคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ก่อสร้างระบบสระเติมน้ำ

พารามิเตอร์	คุณภาพน้ำผิวดินที่ใช้เติม (1)		คุณภาพน้ำบาดาล (2)	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
EC (µS/cm)	577	180	523	531
pH	6.68	6.77	6.09	6.33
Turbidity (NTU.)	882	460	42.8	58
TSS (mg/L)	1707	74	60.5	-
Total organic carbon (mg/L)	11.09	-	ND	-
Calcium (mg/L)	19.15	64	23.48	27
Magnesium (mg/L)	8.42	4.9	4.16	6.8
Sodium (mg/L)	90.15	31	55.33	79
Potassium (mg/L)	7.94	0.2	27.41	6.8

พารามิเตอร์	คุณภาพน้ำผิวดินที่ใช้เติม (1)		คุณภาพน้ำบาดาล (2)	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
Chloride (mg/L)	11.70	7.5	40.31	44.1
Bicarbonate (mg/L)	300	85	180	197
Sulfate (mg/L)	79.24	22.2	-	41.4
Ammonia – N (mg/L)	ND	-	ND	0.34
Phosphate (mg/L)	-	1.2	-	0.9
E-coli (MPN/100mL)	-	780	-	ND
Manganese (mg/L)	8.42	0.03	1.09	1.35
Total Iron (mg/L)	24.82	6.2	12.11	12.7
Nitrate (mg/L)	-	1.4	-	0.4
DO (mg/L)	7.1	-	7.8	-
Dieldrin (µg/L)	-	<0.01	-	<0.01
Aldrin (µg/L)	-	<0.01	-	-
Chlodan (µg/L)	-	-	-	<0.02

หมายเหตุ : ND คือ ตรวจไม่พบ (Not Detection), (1) ข้อมูลสถานี SW-NN3-1, SW-NN3-2 (2) ข้อมูลบ่อ SMW04

3 การติดตามผลกระทบด้านระดับและคุณภาพน้ำบาดาล

จากการทดลองเติมน้ำพบว่าเพิ่มขึ้นสูงสุด 3.33 ม. หลังจากทดลองผ่านไป 5 วัน หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง น้ำบาดาลมีทิศทางการไหลจากพื้นที่สระเติมน้ำไปยังบริเวณโดยรอบสระและด้านทิศเหนือด้วยความเร็วการไหลเฉลี่ย 0.07 ม./วัน จากการติดตามตรวจวัดคุณภาพน้ำบาดาลทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีนัยสำคัญ

4 การจัดการและบำรุงรักษาระบบเติมน้ำผ่านสระประกอบด้วย

1) การจัดการระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ ซึ่งจากการทดสอบประสิทธิภาพบึงประดิษฐ์เพื่อลดปัญหาการอุดตัน ควรควบคุมอัตราการไหลของน้ำดิบผ่านบึงให้มีค่าไม่เกิน 10 ลบ.ม./ชม. และควบคุมความขุ่นของน้ำดิบที่จุดเข้าให้มีค่าไม่เกิน 150 NTU

2) การจัดการระบบเติมน้ำแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจวัดเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเติมน้ำ และการตรวจวัดเพื่อศึกษาผลกระทบจากการเติมน้ำ ดังนี้

(1) ทำการตรวจวัดความขุ่นของน้ำดิบและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องทุกวัน ทั้งในคลองและบึงประดิษฐ์สุดท้าย เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเติมน้ำ ซึ่งความขุ่นของน้ำที่ใช้เติมควรมีค่าไม่เกิน 50 NTU และอนุโลมให้มีค่าไม่เกิน 100 NTU ส่วนกรณีที่น้ำดิบมีความขุ่นเกิน 100 NTU ไม่ควรเติม

(2) การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาผลกระทบจากการเติมน้ำ ควรดำเนินการทั้งในขณะที่มีการเติมน้ำและไม่มีการเติมน้ำ ซึ่งประกอบด้วย การตรวจวัดข้อมูลภูมิอากาศ การตรวจวัดระดับน้ำผิวดิน การตรวจวัดคุณภาพน้ำ การตรวจวัดปริมาณน้ำ การตรวจวัดระดับน้ำบาดาล การตรวจวัดคุณภาพน้ำบาดาล และการตรวจวัดการใช้น้ำบาดาล แล้วนำไปจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้การค้นหาง่ายและสามารถนำไปวิเคราะห์ผลการเติมน้ำ รวมทั้งการรายงานผลการเติมน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3) การบำรุงรักษาระบบเติมน้ำผ่านสระ ประกอบด้วย ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ ระบบสระเติมน้ำ ระบบตรวจวัดภูมิอากาศ และระบบอาคารสถานที่ทั่วไปด้วยการติดตามตรวจสอบสภาพการใช้งาน ตามหัวข้อที่กำหนด และระเบียบวิธีการแจ้งบำรุงรักษา

5 การประเมินผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายเบื้องต้น

การประเมินผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายเบื้องต้นโดยวิธีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit-Cost Ratio, B/C Ratio) ซึ่งผลประโยชน์คำนวณจากประโยชน์ทางตรงที่เกิดจากใช้น้ำบาดาลที่เติมได้ (ประมาณร้อยละ 85 ของน้ำที่เติมได้ทั้งหมด) และก่อให้เกิดรายได้จากการปลูกข้าวประมาณ 4,600 บาท/ไร่/ปี และค่าใช้จ่ายคำนวณจากค่าก่อสร้าง (ค่าขุดสระและค่าก่อสร้างอาคารผันน้ำ) และค่าบำรุงรักษา (ค่าขุดลอกสระเติมน้ำและค่าดูแลรักษา) โดยกำหนดให้อัตราส่วนลดร้อยละ 5และโครงการมีอายุ 10 ปี ได้ทำการประเมินผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายของระบบเติมน้ำทั้ง 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 บึงประดิษฐ์และสระเติมน้ำ แบบที่ 2 สระตกตะกอนและสระเติมน้ำ และแบบที่ 3 สระเติมน้ำเต็มพื้นที่ซึ่งผลการศึกษาสามารถสรุปได้ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้นี้เป็นเพียงแนวทางสำหรับการตัดสินใจพัฒนาโครงการในเบื้องต้น

แนวทางในการปฏิบัติงานด้านการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในอนาคต

การพัฒนาระบบเติมน้ำเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์จึงควรมีแผนบูรณาการการพัฒนาระบบเติมน้ำ ซึ่งดำเนินการโดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาลร่วมกับหน่วยงานราชการต่างๆ เช่น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรมชลประทาน กรมป่าไม้ กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท เป็นต้น

ตารางที่ 2 แนวทางในการปฏิบัติงานด้านการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในอนาคต

มาตรการ	หน่วยงานรับผิดชอบ
1. ขุดลอกลำน้ำตื้นเขินให้ถึงระดับชั้นทราย เพื่อน้ำไหลสะดวกขึ้น และเป็นการเติมน้ำหลากลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
2. เร่งรัดการจัดทำแหล่งเก็บกักน้ำในบริเวณต้นน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำเพื่อเติมน้ำบาดาลและกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง	กรมชลประทาน
3. ควรเร่งขยายโครงการก่อสร้างฝายชะลอน้ำและฝายเติมน้ำในพื้นที่ป่าไม้และเขตวนอุทยานแห่งชาติ	กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรมการปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานทหารพัฒนา
4. สร้างจิตสำนึกและปลูกฝังความรู้ความเข้าใจในคุณค่าของแหล่งน้ำบาดาลและความสำคัญของการเติมน้ำบาดาล	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
5. จัดทำแผนหลักการเติมน้ำบาดาล และผลักดันให้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการทรัพยากรน้ำของชาติ	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
6. เร่งรัดให้มีการเติมน้ำในพื้นที่ประสบภัยแล้งซ้ำซาก	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
7. ดำเนินการขุดลอกคลองระบายน้ำในเขตทางหลวงสาธารณะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ และเป็นการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล	กรมทางหลวง, กรมทางหลวงชนบท, องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
8. ขอความร่วมมือจากสถานที่ราชการให้มีระบบการเติมน้ำผ่านการเก็บเกี่ยวน้ำฝน เพื่อลดปริมาณน้ำหลากและฟื้นฟูแหล่งน้ำบาดาล	กรมทรัพยากรน้ำบาดาลและหน่วยงานราชการต่างๆ
9. อนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่เติมน้ำตามธรรมชาติ เช่น บ่อทรายเก่า คูคลองสาธารณะ	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
10. เร่งพัฒนาเครือข่ายระบบบ่อสังเกตการณ์ เพื่อติดตามระดับน้ำบาดาล โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการใช้น้ำบาดาลจำนวนมาก	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานด้านการเติมน้ำผ่านสระในขั้นต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์ การประเมินการอุดตันระดับลึกและการอุดตันทางชีวเคมี การปนเปื้อนในชั้นหินให้น้ำดังนี้

1) การปรับปรุงประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์ เพื่อให้การเติมน้ำมีประสิทธิภาพและยั่งยืน รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาซึ่งการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยบึงประดิษฐ์อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติจึงไม่ต้องใช้สารเคมี กระบวนการสำคัญได้แก่ การตกตะกอน การดูดซึมของพืชและสาหร่ายการดูดซับของตะกอน การเปลี่ยนรูปทางเคมีในน้ำ การกรองผ่านพืชหรือจุลินทรีย์ที่ตายและการซึมผ่านตะกอน (Hammer, 1989; Bavor and Mitcell, 1994) งานที่ควรดำเนินการเพิ่มเติม ได้แก่ การศึกษาแนวทางการลดความขุ่นของน้ำในบึงประดิษฐ์ให้ได้ประมาณร้อยละ 90 โดยพิจารณาชนิดและความหนาแน่นของพืช (พืชพืชถิ่นที่เหมาะสม คือ กกสามเหลี่ยม) ปริมาณตะกอนที่กำจัดได้ เวลาที่น้ำเดินทาง เพื่อให้ความขุ่นของน้ำที่ใช้เติมมีค่าต่ำกว่า 50 NTU ควรควบคุมอัตราการไหลของน้ำผ่านบึงประดิษฐ์ให้มีค่าไม่เกิน 10 ลบ.ม./ชม. และความขุ่นของน้ำดิบที่จุดเข้าบึงประดิษฐ์มีค่าไม่เกิน 150 NTU ควรทำการทดลองในระยะเวลานานกว่า 100 วัน รวมทั้งควรมีผู้เชี่ยวชาญด้านบึงประดิษฐ์ให้คำแนะนำ

2) การประเมินการอุดตันระดับลึกและการอุดตันทางชีวเคมีซึ่งการอุดตันจากการเติมน้ำผ่านสระสามารถเกิดได้ที่พื้นสระและในชั้นดินใต้พื้นสระ จากกระบวนการทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ งานที่ควรดำเนินการเพิ่มเติม ได้แก่ การหาความลึกของการอุดตันในชั้นดินด้วยการติดตามตรวจวัดแรงดันและคุณภาพน้ำในชั้นดินใต้พื้นสระ การศึกษารายละเอียดของดินและการเปลี่ยนแปลงความพรุนของดินทั้งในห้องปฏิบัติการและการทดลองในภาคสนาม (Pavelic et al., 2007)

3) การปนเปื้อนในชั้นหินให้น้ำเนื่องจากการเติมน้ำผ่านสระต้องมีการศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินที่ใช้เติมและคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้นของพื้นที่นั้นๆ ว่ามีสารปนเปื้อนที่อาจกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กระทบต่อการใช้น้ำเพื่อการเกษตร หรือการอุปโภคบริโภคหรือไม่ การเก็บตัวอย่างน้ำต้องดำเนินการตามหลักวิชาการและส่งวิเคราะห์กับห้องปฏิบัติการมาตรฐาน โดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ไอออนหลัก โลหะหนัก ปุ๋ย สารกำจัดวัชพืช อินทรียสาร รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อเชื้อโรค มีการติดตามตรวจสอบทั้งคุณภาพน้ำที่ใช้เติมและน้ำบาดาลเพื่อศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเติมน้ำ รวมทั้งขอบเขตการปนเปื้อนในน้ำบาดาล

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี, 2539. แผนที่น้ำบาดาลจังหวัดสุโขทัย พิจิตร และพิษณุโลก, กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม.

กรมทรัพยากรธรณี, 2543. โครงการสำรวจออกแบบการระบายน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล พื้นที่ลุ่มน้ำแม่อาว จังหวัดลำพูน, เสนอโดยบริษัท วอเตอร์ รีซอร์ช เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด.

กรมทรัพยากรธรณี, 2545. โครงการศึกษาประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ระยะที่ 3 และการสำรวจออกแบบระบบเติมน้ำ, เสนอโดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด และ Tahal Consulting Engineers LTD.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2548. โครงการศึกษาออกแบบก่อสร้างระบบเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล พื้นที่ลุ่มแม่น้ำชายฝั่งตะวันออก, เสนอโดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2549. การศึกษาการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดินบริเวณภาคกลางตอนบน, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2550.รายงานวัดระดับน้ำบ่อสังเกตการณ์ภาคเหนือ, กรุงเทพฯ: สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล.

American Society of Civil Engineers, 2001. Standard Guidelines for Artificial Recharge of Ground Water, EWRI/ASCE 34-01. ISBN: 0784405484.

Anderson, M.P., and Woessner, W.W., 1992. Applied Groundwater Modeling, Simulation of Flow and Advective Transport : Academic Press, Inc., 381 p.

Asano, T. 1985. Artificial Recharge of Ground-water, Butterworth Publishers, Boston, 767 pp.

Bouwer, H., 2002. Artificial Recharge of Groundwater: Hydrogeology and Engineering, Hydrogeology Journal, 10: 121–142.

Central Ground Water Board. 2000. Guide on Artificial Recharge to Ground Water,Ministry of Water Resources, New Delhi, May, 2000.

Dillon, P.J. and Pavelic, P. 1996. Guidelines on the quality of stormwater and treated wastewater for injection into aquifers for storage and reuse. Urban Water Research Association of Australia Research Report No. 109.

Dillon, P.J., Pavelic, P., Page, D., Beringen, H., and Ward, J. 2009. Managed Aquifer Recharge: An Introduction, Waterlines Report Series No. 13, Australia: the National Water Commission.

Domenico, P.A., and Schwartz, F.W. 1998. Physical and Chemical Hydrogeology, New York: John Wiley and Sons, 824 p.

Hansen, C.V. and Aucott, W.R. 2000. Status of Groundwater Level and Storage Volume in the Equus Beds Aquifer Near Wichita Kansas, January 2000-2003: U.S. Geological Survey Water Resources Investigation Report 03-4298.

Pavelic, P. 1996. International Experience: Aquifer Storage and Recovery, Section 1.