อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

สัญญาเลขที่ AG-AR-063/2552

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเสียชีวิตของชาวนาจากการขาดออกซิเจนในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่ใช้เพื่อการชลประทานนาข้าว: กรณีศึกษาจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร

Farmer's Death by Oxygen Depletion in Shallow Groundwater Wells Used for Paddy Irrigation: A Case Study of Phitsanulok and Phichit

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 2 9 ส.ค. 2554
เลขทะเบียน
เลขเรียกหนังสือ

รองศาสตราจารย์ ดร.กิจการ พรหมมา มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดยกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

ประกาศคุณูปการ

ขอขอบคุณกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยรหัสโครงการ AG-AR-063/2552 ขอบคุณผู้ช่วยวิจัย นายรัฐไชย พรหมมา และนิสิตช่วยวิจัย นายชิงชัย หุมห้อง นายปกรณ์ คลังพหล และนายบารมี เนเต็ก และภรรยา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทญ.ลลิตกร พรหมมา ที่ช่วยตรวจทานข้อมูลและเป็นกำลังใจเสมอ

กิจการ พรหมมา

ชื่อเรื่อง การเสียชีวิตของชาวนาจากการขาดออกซิเจนในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่ใช้เพื่อการชลประทานนาข้าว: กรณีศึกษาจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร

ผู้วิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.กิจการ พรหมมา

ประเภทนิพนธ์ รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2552

บทคัดย่อ

ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ชาวนาลงไปก้นบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นเพื่อติดตั้งสายพาน ซ่อมเครื่องสูบน้ำ และทำความสะอาด แต่เกิดเสียชีวิตภายในบ่อน้ำเพราะว่าเป็นสถานที่อับอากาศ การวิจัยนี้รวบรวมสถิติการเสียชีวิตของชาวนาที่เกิดจากการขาดอากาศในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นในจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร และเสนอแนะวิธีการป้องกันการเสียชีวิต วิธีการศึกษาใช้การรวบรวมผลงานวิจัยในอดีต สอบถามสถิติและภูมิปัญญาชาวบ้านจากผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่ศึกษารวม 1,162 หมู่บ้าน ผลการวิจัยแสดงว่า ชาวนาเสียชีวิตเนื่องจากในบ่อมีออกซิเจนน้อยกว่า 18% และชาวนาสูดดมแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์จนรู้สึกอ่อนล้า มึนงง หมดสติและเสียชีวิตในที่สุด ออกซิเจนลดลงเนื่องจากการหมุนเวียนของออกซิเจนลดลงตามความลึกของบ่อน้ำ สารอินทรีย์สลายตัวในดินและน้ำ และเกิดสนิมเหล็ก ในพื้นที่ศึกษามีผู้เสียชีวิตจำนวน 13 คน บาดเจ็บสาหัส 5 คน หรือคิดเป็น 3.8 คนต่อ 1,000 บ่อ เหตุร้ายส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อชาวนาลงไปต่อสายพาน ใส่และซ่อมเครื่องสูบน้ำบาดาล และดินถล่มทับ วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยส่วนใหญ่คือจุดเทียน ตะเกียง หรือผ้าชุบน้ำมันแล้วหย่อนลงไปในบ่อ ส่วนวิธีการเพิ่มออกซิเจนส่วนใหญ่คือเปิดฝาบ่อทิ้งไว้ ชาวนาต้องการใช้พัดลมเป่าอากาศลงในบ่อแต่ขาดไฟฟ้า วิธีการป้องกันคือยึดหลักปลอดภัยไว้ก่อน ทำงานอย่างน้อย 3 คน ให้คนงานทำงานอยู่บนอุปกรณ์สำหรับยกคนขึ้นจากบ่อ ระบายอากาศ ห้ามจุดไฟและเครื่องยนต์ในบ่อ หมั่นทดสอบสติโดยส่งเสียงโต้ตอบกันอย่างต่อเนื่อง ถ้าพบความผิดปกติ ให้ช่วยกันยกคนงานขึ้นมาจากบ่อทันที ถ้าไม่มีวิธีช่วยดึงขึ้นได้และคนป่วยหมดสติแล้วเกินกว่า 5 นาที ห้ามผู้ใดลงไปช่วยโดยไม่สวมเครื่องช่วยหายใจ แต่ถ้าช่วยดึงขึ้นมาได้ก่อน ต้องปฐมพยาบาล ร้องขอความช่วยเหลือ และโทรศัพท์เรียกรถพยาบาลฉุกเฉิน ผู้กู้ศพต้องสวมเครื่องช่วยหายใจที่มีออกซิเจนเสมอ

Title	Farmer's Death by Oxygen Depletion in Shallow Groundwater Wells Used for Paddy Irrigation: A Case Study of Phitsanulok and Phichit
Author	Associate Professor Kitchakarn Promma, Ph.D.
Type	Final Report, Naresuan University, 2009

Abstract

In lower Northern Thailand, farmers get into shallow groundwater wells to connect cables, repair pumping machines, and clean wells but die inside them because of confined space. This study counted death tolls and injuries caused by oxygen depletion in shallow wells in Phitsanulok and Phichit and recommended protection and rescue methods. Methods include literature review and sending questionaires about accident history and local wisdom to 1,162 village leaders. Results show that farmers died inside wells because oxygen content was below 18% and they inhaled CO and CO_2 which made they feel dizzy and unconscious and die eventually. The oxygen depletion is caused by low air circulation, decomposition of organic matter, and iron oxide formation. In the study area, fatality includes 13 deaths and 5 severe injuries or 3.8 cases per thousand of wells. Common cases occurred when farmers worked for pump and well maintenance. A major security test was to light up fire on candles, lamps, or clothes soaked by fuel before placing them into wells. Most farmers increased oxygen simply by uncovering wells. A protection method is to strictly follow the rule of safety first, work as a team of 3 farmers, work on a lift capable of pulling victims out of the well, maintain good ventilation, prohibit fire and engine emission inside the well, and test the worker's conciousness by continuous conversation. Whenever appropriate, pull workers immediately out of the well. If an unsuccessful rescue lasts over 5 minutes, none must get into the well. If the rescue is successful, the first aid must apply to the patient while seeking additional helps and calling for an emergency crew. Volunteers who recover dead bodies must wear supplied-air respirators, SCBA type.

บทสรุปย่อสำหรับผู้บริหาร

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง **การเสียชีวิตของชาวนาจากการขาดออกซิเจนในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่ใช้เพื่อการชลประทานนาข้าว: กรณีศึกษาจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร**

Farmer's Death by Oxygen Depletion in Shallow Groundwater Wells Used for Paddy Irrigation: A Case Study of Phitsanulok and Phichit

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.กิจการ พรหมมา
ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-962732

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2552 งบประมาณที่ได้รับ 250,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ธันวาคม 2551 ถึง 30 พฤศจิกายน 2552

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ชาวนาสูบน้ำบาดาลระดับตื้นออกจากท่อน้ำซึ่งอยู่ภายในวงบ่อปูนซีเมนต์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร ก่อนใช้งาน ชาวนาต้องไต่ลงไปในบ่อเพื่อติดตั้งสายพานเครื่องสูบน้ำ ในระหว่างการไต่ลงไปเช่นนี้เองที่ชาวนาเกิดเสียชีวิตได้ ญาติที่เห็นเหตุการณ์มักจะไต่ตามลงไปอุ้มตัวผู้ประสบเหตุขึ้นมาจากวงบ่อ แต่ด้วยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ทำให้ญาติเสียชีวิตตามไปด้วย สร้างความสูญเสียแก่ครอบครัวของชาวนาผู้ที่เป็นหน่วยย่อยที่สำคัญที่สุดของการบริหารจัดการระบบชลประทานนาข้าว เหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นซ้ำซากทุกปี แต่กลับขาดการจดบันทึกสถิติที่ชัดเจน อีกทั้งยังขาดผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวและวิธีการป้องกันแก้ไข

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อรวบรวมสถิติการเสียชีวิตของชาวนาในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและพิจิตรในอดีตที่เกิดจากการขาดอากาศในบ่อน้ำ
2. เพื่อเสนอแนะวิธีการป้องกันและแก้ไขการเสียชีวิตของชาวนาในกรณีดังกล่าว

4. ระเบียบวิธีการวิจัย

1. สาเหตุการขาดออกซิเจนใต้ดิน ใช้วิธีการรวบรวมผลงานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับทฤษฎีทางเคมีและธรณีวิทยา

2. การสอบถามสถิติและภูมิปัญญาชาวบ้าน ได้แก่ (1) สถิติการเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น (2) สาเหตุการตายและบาดเจ็บสาหัสในบ่อตื้น (3) ภูมิปัญญาชาวบ้านในการตรวจสอบความปลอดภัยก่อนลงไปในบ่อตื้น (4) ภูมิปัญญาชาวบ้านในการเพิ่มออกซิเจนในบ่อตื้น

3. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการป้องกัน เมื่อได้ข้อมูลภูมิปัญญาชาวบ้านแล้ว ได้ทำการวิเคราะห์เหตุผลและหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเสนอแนะ (1) ขั้นตอนการป้องกันการขาดอากาศหายใจ (2) ขั้นตอนการแก้ไขการขาดอากาศหายใจ (3) ขั้นตอนการนำศพออกจากบ่อน้ำ

5. ผลการวิจัย

ชาวนาเสียชีวิตเนื่องจากในบ่อมีออกซิเจนน้อยกว่า 18% และชาวนาสูดดมแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์จนรู้สึกอ่อนล้า มึนงง หมดสติ และเสียชีวิตในที่สุด ออกซิเจนลดลงเนื่องจากการหมุนเวียนของออกซิเจนลดลงตามความลึกของบ่อน้ำ สารอินทรีย์สลายตัวในดินและน้ำ และเกิดสนิมเหล็ก ในพื้นที่ศึกษามีผู้เสียชีวิตจำนวน 13 คน บาดเจ็บสาหัส 5 คน หรือคิดเป็น 3.8 คนต่อ 1,000 บ่อ วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยส่วนใหญ่คือจุดเทียนตะเกียง หรือผ้าชุบน้ำมันแล้วหย่อนลงไปในบ่อ ส่วนวิธีการเพิ่มออกซิเจนส่วนใหญ่คือเปิดฝาบ่อทิ้งไว้ วิธีการป้องกันคือยึดหลักปลอดภัยไว้ก่อน ทำงานอย่างน้อย 3 คน ห้ามผู้ใดลงไปช่วยโดยไม่สวมเครื่องช่วยหายใจ

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ต้องหมุนเวียนอากาศให้มากที่สุดก่อนลงไปในบ่อน้ำบาดาล

2. ต้องไม่ลงไปช่วยคนตกบ่อโดยไม่สวมเครื่องช่วยหายใจ

7. การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้ทราบสาเหตุและวิธีการป้องกันแก้ไขเมื่อเกิดเหตุการณ์คนเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น

2. หน่วยงานที่ควรนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และกรมทรัพยากรน้ำ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ปัญหาการใช้น้ำบาดาล	6
ปัญหาทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้นในพื้นที่ศึกษา	7
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
4 ผลการวิจัย	24
สาเหตุการขาดออกซิเจนใต้ดิน	26
สถิติการเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น	28
สาเหตุการตายและบาดเจ็บสาหัสในบ่อตื้น	30
ภูมิปัญญาชาวบ้านในการตรวจสอบความปลอดภัย	30
ภูมิปัญญาชาวบ้านในการเพิ่มออกซิเจนในบ่อตื้น	32
อภิปรายผลการศึกษา	33
ขั้นตอนการป้องกันการขาดอากาศหายใจ	35
ขั้นตอนการแก้ไขการขาดอากาศหายใจ	37
ขั้นตอนการกู้ศพออกจากบ่อน้ำ	37
5 บทสรุป	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	44
ประวัติผู้วิจัย	48

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 ปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวกับการใช้ออกซิเจนใต้ดิน 28
2 สถิติผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บในบ่อน้ำบาดาลในจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร 29
3 สาเหตุการตายและบาดเจ็บสาหัสในบ่อตื้น 31
4 วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยในบ่อตื้น 32
5 วิธีการเพิ่มออกซิเจนก่อนลงไปในบ่อตื้น 33

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 ส่วนประกอบและโครงสร้างภายในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น 2
2 การลดลงของระดับน้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ. 2525-2545 8
3 เวลาเริ่มต้นทำนาโดยเกษตรกรผู้ใช้น้ำบาดาลระดับตื้น 10
4 แบบจำลองกรอบแนวคิดการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้น 14
5 ขั้นตอนการเสียชีวิตภายในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น 25

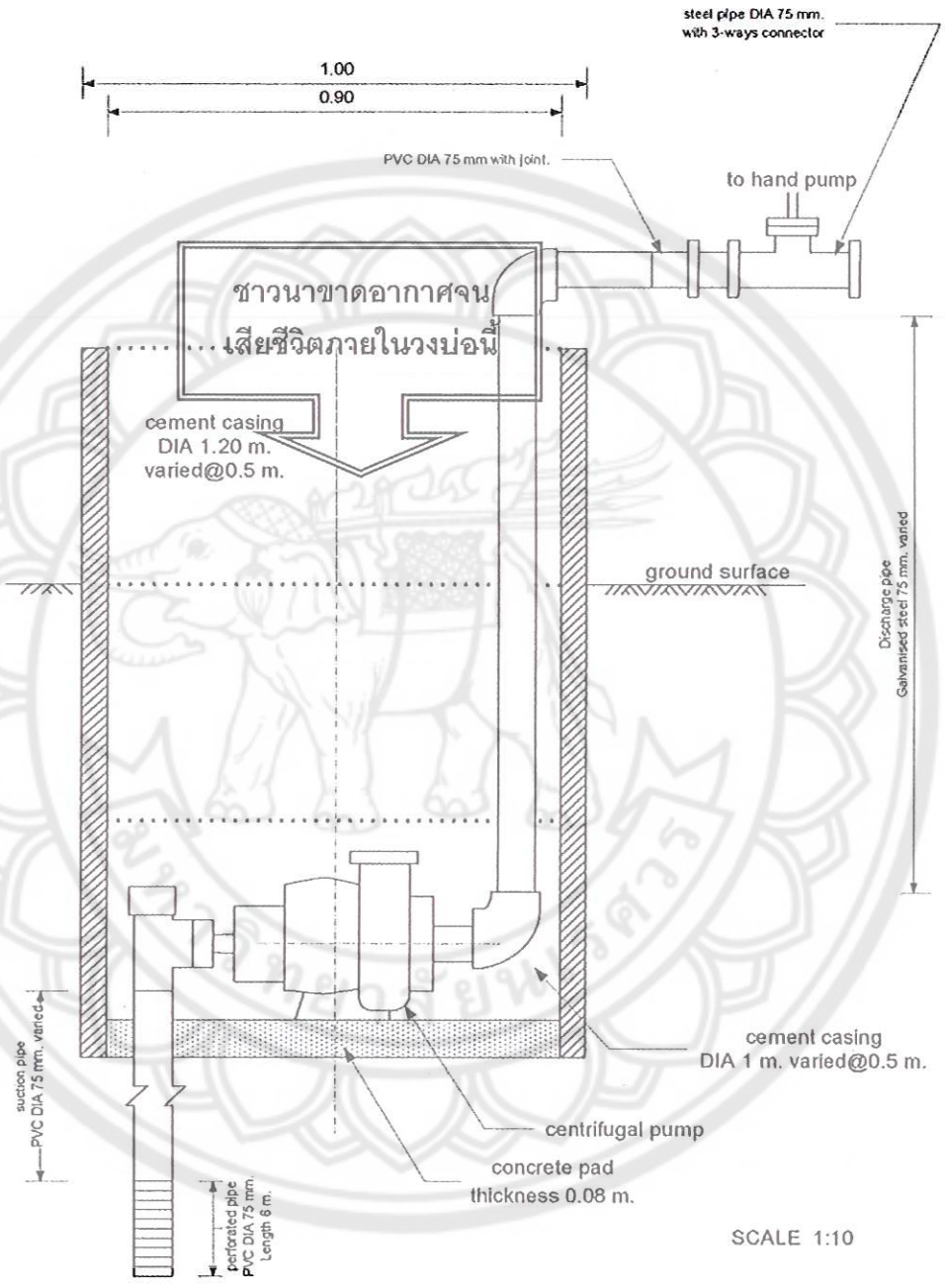
บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การวิจัยเกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบชลประทานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพื่อการผลิตทางการเกษตรเป็นประเด็นสำคัญของประเทศไทยที่ต้องวิจัยอย่างเร่งด่วน การชลประทานนาข้าว (paddy irrigation) เป็นหัวใจของการชลประทานในพื้นที่ราบของภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ชาวนาส่วนใหญ่ผสมผสานระหว่างการใช้น้ำฝนในฤดูฝน การใช้น้ำคลองชลประทานในฤดูแล้งหรือในช่วงที่ขาดแคลนน้ำ การใช้น้ำนอนคลองในช่วงต้นฤดูแล้ง และการใช้น้ำบาดาลระดับตื้นในช่วงปลายฤดูแล้งเมื่อคลองชลประทานหยุดส่งน้ำ น้ำบาดาลระดับตื้นมีความลึกไม่เกิน 30 เมตร มีการใช้ทั่วไปในพื้นที่นอกเขตชลประทานและภายในเขตชลประทานที่อยู่ท้ายคลองส่งน้ำ การสูบน้ำบาดาลมักเกิดขึ้นในระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม (กิจการ และคณะ, 2545; กิจการ, 2546, 2547)

บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นประกอบด้วยท่อน้ำบาดาลที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนใหญ่ 7.5 เซ็นติเมตร และมีวงบ่อปูนซีเมนต์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนใหญ่ 1 เมตร ครอบอยู่ภายนอก (ชินากร, 2550) (ภาพ 1) วงบ่อปูนซีเมนต์มีการซ้อนกันหลายชั้น ความลึกของวงบ่อเหล่านี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากระดับน้ำบาดาลซึ่งส่วนใหญ่มีค่าประมาณ 4 เมตร โดยมีเครื่องสูบน้ำบาดาลชนิดหอยโข่งตั้งอยู่ที่ก้นบ่อเพื่อให้เครื่องสูบน้ำสามารถดึงน้ำขึ้นได้ ชาวนาจะไต่ลงไปภายในวงบ่อเพื่อลงไปติดตั้งสายพานเครื่องสูบน้ำ ในระหว่างการไต่ลงไปเช่นนี้เองที่ชาวนาเกิดเสียชีวิตได้ ญาติที่เห็นเหตุการณ์มักจะไต่ตามลงไปอุ้มตัวผู้ประสบเหตุขึ้นมาจากวงบ่อ แต่ด้วยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์



ภาพ 1. ส่วนประกอบและโครงสร้างภายในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น (ชินากร, 2550)

ทำให้ญาติเสียชีวิตตามไปด้วย สร้างความสูญเสียแก่ครอบครัวของชาวนาผู้ที่เป็นหน่วยย่อยที่สำคัญที่สุดของการบริหารจัดการระบบชลประทานนาข้าว

การเสียชีวิตภายในบ่อน้ำเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำซากทุกปี แต่กลับขาดการจดบันทึกสถิติที่ชัดเจน อีกทั้งยังขาดผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าว ชาวนาเล่าเรื่องการเสียชีวิตภายในบ่อน้ำของคนในพื้นที่เสมอเมื่อผู้วิจัยไปออกภาคสนามสำรวจพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก-พิจิตรในระหว่างการดำเนินการวิจัยโครงการต่างๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 โดยเฉพาะอย่างยิ่งครั้งล่าสุดเมื่อออกให้บริการวิชาการกับหน่วยบริการเคลื่อนที่ (Mobile Unit) ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ในพื้นที่ตำบลรังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ชาวนาได้สอบถามถึงสาเหตุและวิธีการป้องกันการเสียชีวิต ซึ่งเป็นที่มาของโจทย์วิจัย "อะไรคือสาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหาที่สาเหตุของการเสียชีวิตของชาวนาภายในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น"

สมมุติฐานการวิจัยคือ "การขาดก๊าซออกซิเจนในอากาศภายในบ่อน้ำทำให้ชาวนาเสียชีวิต" การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมุ่ง (1) ตรวจวัดร้อยละของก๊าซออกซิเจนในอากาศที่เปลี่ยนแปลงตามความลึกภายในบ่อน้ำ (2) ทดลองสร้างระบบเติมอากาศหรือเพิ่มการไหลเวียนของอากาศภายในบ่อที่มีต้นทุนต่ำหรือไม่มีค่าใช้จ่ายโดยประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ชาวนาสามารถดำเนินการได้เอง และ (3) รวบรวมสถิติการเสียชีวิตของชาวนาที่เกิดจากการขาดอากาศภายในบ่อน้ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นบ่อน้ำภายในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก-พิจิตร จำนวนประมาณ 100 บ่อ

นอกจากโจทย์วิจัยจะสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่พบในพื้นที่ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งยวดและเร่งด่วนแล้ว การวิจัยเรื่องนี้ยังจะช่วยเพิ่มพูนองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับ "น้ำบาดาลระดับตื้น" ซึ่งมีข้าพเจ้าและคณะเป็นผู้บุกเบิกวิจัยและได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ผลการวิจัยจะช่วยทำให้ชาวนาเข้าใจสาเหตุและนำวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างง่ายไปใช้ได้ทันทีเพื่อ

ยุติการเสียชีวิตในอนาคต เมื่อชาวนาทำงานอย่างปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ชาวนาจะมีความกังวลใจลดลงและมีกำลังใจมากขึ้น ส่งผลให้การบริหารจัดการระบบการชลประทานนาข้าวของเกษตรกรโดยเกษตรกร และเพื่อเกษตรกร มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ชาวนาผู้ใช้บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่มีจำนวนไม่น้อยกว่าหนึ่งแสนครัวเรือนจะสามารถรักษาอาชีพเดิมไว้ มีชีวิตที่ปลอดภัยและดำรงชีวิตอย่างพอเพียงตลอดไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อรวบรวมสถิติการเสียชีวิตของชาวนาในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและพิจิตรในอดีตที่เกิดจากการขาดอากาศในบ่อน้ำ
2. เพื่อเสนอแนะวิธีการป้องกันและแก้ไขการเสียชีวิตของชาวนาในกรณีดังกล่าว

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรคือผู้เสียชีวิตจากการลงไปในบ่อ จังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร การวิจัยเน้นการสอบถามภูมิปัญญาชาวบ้านผ่านผู้นำชุมชน (ผู้ใหญ่บ้าน) เกี่ยวกับการตรวจสอบและเติมออกซิเจนโดยเพิ่มการไหลเวียนของอากาศภายในวงบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น แต่ไม่รวมถึงการปนเปื้อนของก๊าซพิษชนิดอื่น ๆ ภายในวงบ่อ ข้อมูลได้มาจากการสอบถามในปี พ.ศ. 2552 แต่ถามย้อนหลังประวัติการเสียชีวิตภายในแต่ละหมู่บ้าน การสำรวจใช้วิธีการเจาะจงไปยังผู้ใหญ่บ้านทุกแห่งในพื้นที่ใช้น้ำบาดาล จำนวนไม่น้อยกว่า 1000 หมู่บ้าน โดยใช้แบบสอบถามส่งทางไปรษณีย์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การตีพิมพ์เผยแพร่ในประเทศ จำนวน 1 เรื่อง

2. ได้ทราบสาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหาที่สาเหตุของการเสียชีวิตของชาวนาภายในวงบ่อ วิธีการเพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจนหรือเพิ่มการไหลเวียนของอากาศสามารถนำไปใช้ได้ทันทีและไม่มีค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น

3. หน่วยงานที่สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เผยแพร่ ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำ และกรมส่งเสริมการเกษตร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการใช้น้ำบาดาล

ประชาคมโลกกำลังวิตกกังวลเรื่องสงครามแย่งชิงน้ำจืดสะอาด เนื่องจากประชากรโลกมีจำนวนมากขึ้นไม่น้อยกว่า 2 พันล้านคน ซึ่งทำให้เกิดมลพิษทางน้ำมากขึ้น น้ำจืดสะอาดมีปริมาณลดน้อยลงอย่างต่อเนื่อง (Kemper, 2004) การใช้น้ำบาดาลอย่างไม่พอเพียงเกิดขึ้นเมื่อการสูบน้ำขึ้นมาใช้มีค่ามากกว่าปริมาณน้ำเติม (Freeze & Cherry, 1979; Sophocleous, 1997; Wood, 2001; Custodio, 2002) การใช้น้ำบาดาลอย่างพอเพียงใช้ปริมาณน้ำเติมเป็นตัวชี้วัด แต่การคำนวณปริมาณน้ำเติมยังไม่พบวิธีการที่ดีที่สุด เช่น ปริมาณน้ำเติมแนวราบจากแม่น้ำและทะเลสาบยังคงเป็นที่ถกเถียงกันว่าการตกทับถมของทรายแป้งและดินเหนียวทำให้น้ำไหลเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลได้หรือไม่ (Scanlon et al., 2002; de Vries & Simmers, 2002)

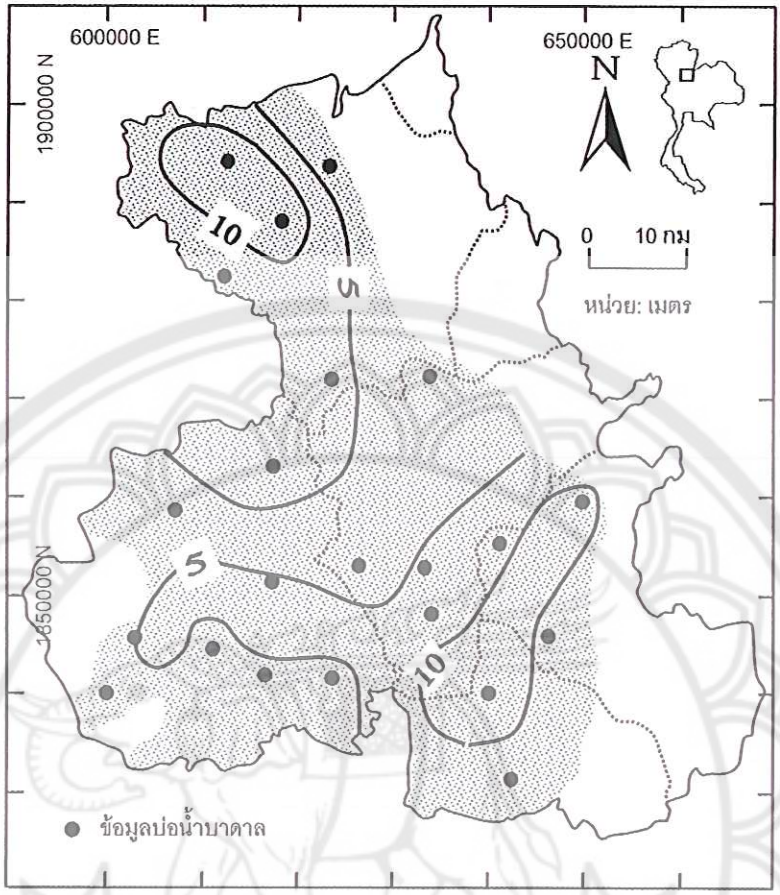
สัญญาณแรกของผลเสียจากการสูบน้ำบาดาลมากเกินพอดีคือการลดลงของระดับน้ำบาดาล ข้อสังเกตนี้นำมาสู่แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนของทรัพยากรน้ำบาดาลตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1970-1980 (Alley et al., 1999) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดปัญหาอยู่ในเขตแห้งแล้งหรือกึ่งแห้งแล้ง เช่น พื้นที่ด้านทิศตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา (DuMars & Minier, 2004; Jacobs & Holway, 2004) ประเทศไนจีเรีย (Acharya, 2004) ประเทศจอร์แดน (Chabaane et al., 2004) และประเทศตุรกี (Sakiyan & Yazicgil, 2004) เป็นต้น นอกจากนี้ การเติบโตของเมืองยังทำให้คุณภาพน้ำบาดาลด้อยลงได้ แหล่งน้ำบาดาลควรได้รับการป้องกันให้ปลอดจากมลพิษ น้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่ที่ขาดการบำบัดก่อนปล่อยทิ้งสามารถไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้ อีกทั้งการสูบน้ำ

บาดาลขึ้นมาใช้มากเกินไปยังทำให้น้ำกร่อยหรือเค็มมากขึ้นได้ (Brown, 1993; Barrett & Howard, 2002; Drangert & Cronin, 2004; Foster et al., 2004)

ปัญหาทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้นในพื้นที่ศึกษา

ในพื้นที่ราบของแอ่งเจ้าพระยา เกษตรกรได้ช่วยตนเองในการแก้ไขปัญหาภัยแล้งด้วยการสูบน้ำบาดาลระดับตื้นขึ้นมาใช้ทำนา แม้ว่ามีข้อดีคือได้บรรเทาความเสียหายของผลิตผลทางการเกษตร แต่การสูบน้ำบาดาลอย่างไม่พอเพียงกลับทำให้ทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้นลดน้อยลงอย่างต่อเนื่องจนเข้าขั้นวิกฤต บ่อน้ำบาดาลที่ชาวนาสูบใช้ส่วนใหญ่มีความลึกไม่เกิน 30 เมตร นิยมเรียกว่าบ่อตื้นซึ่งเข้าข่ายเป็นการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเพาะปลูกในการยังชีพ จึงได้รับการยกเว้นไม่ต้องเสียค่าใช้น้ำบาดาลตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 3 พ.ศ. 2546

ปัญหาของทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้นในแอ่งเจ้าพระยาเริ่มมีการศึกษาอย่างจริงจังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 จวบจนถึงปัจจุบัน (กิจการ และคณะ, 2545; กิจการ, 2546; อมรลักษณ์ และคณะ, 2546; กิจการ, 2547; สนอง, 2547; Promma et al., 2007) ปัญหาของทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้นคือการลดลงของระดับน้ำบาดาล หลังจากที่เกษตรกรสูบน้ำไปใช้ทำนาอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลา 20 ปีที่ผ่านไป ระดับน้ำบาดาลได้ลดลง 3–10 เมตร (ภาพ 2) ทำให้เกษตรกรต้องทรุดบ่อซึ่งหมายถึงการขุดและวางวงบ่อโดยรอบท่อน้ำและนำเครื่องสูบลงไปติดตั้งใต้ผิวดินให้ใกล้กับระดับน้ำบาดาลที่อยู่ลึกลงไปกว่าเดิม เพื่อให้เครื่องสูบอยู่ห่างจากระดับน้ำบาดาลไม่เกิน 6-8 เมตร (ชินากร, 2550)

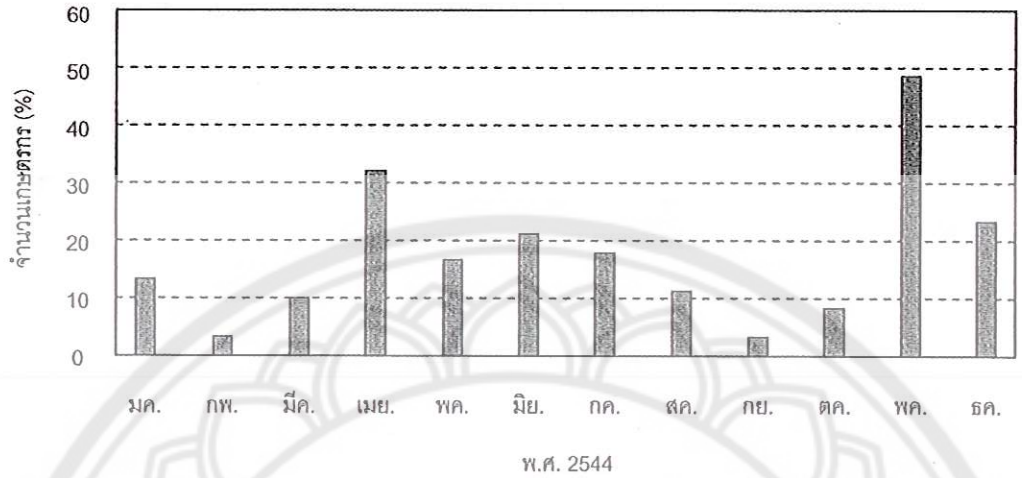


ภาพ 2. การลดลงของระดับน้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ. 2525-2545 (Promma, 2004)

ภาพ 2 แสดงพื้นที่ที่ใช้น้ำบาดาลมากเกินพอดี ดังนี้ (1) อำเภอบางกระทุ่ม ได้แก่ ตำบลท่าตาล นครป่าหมาก และไผ่ล้อม (2) อำเภอบางระกำ ได้แก่ ตำบลหนองกุลา ปลักแรด พันเสา ท่านางงาม บึงกอก วังอิทก บางระกำ คุยม่วง และชุมแสงสงคราม (3) อำเภอพรหมพิราม ได้แก่ ตำบลวังวน ตลุกเทียม และมะตูม (4) อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลบ้านกร่าง ไผ่ขอดอน และบึงพระ และ (5) อำเภอวังทอง ได้แก่ ตำบลแม่ระกาและวังทอง

เมื่อคำนวณโดยไม่พิจารณาปริมาณน้ำไหลผ่านในพื้นที่ ปริมาณน้ำเติมมีค่าเพียง 419 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี ในขณะที่ปริมาณการสูบน้ำบาดาลสูงถึง 1,560 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี (อมรลักษณ์ และคณะ, 2546; Promma, 2004) นอกจากนี้ สนอง (2547) พบว่าการใช้น้ำบาดาลมากเกินกว่าปริมาณน้ำเติมเกิดขึ้นถึง 96% ในพื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จังหวัดพิษณุโลก

เมื่อเกษตรกรสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ตลอดเวลา ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจึงเปลี่ยนแปลงไป ตัวชี้วัดที่สำคัญคือเวลาที่เกษตรกรเริ่มต้นทำนา ในปัจจุบันนี้ เกษตรกรเริ่มต้นทำนาไม่พร้อมเพรียงกัน การทำนาเริ่มต้นขึ้นได้ทุกเวลาตามต้องการ (ภาพ 3) เกษตรกรขาดการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ทั้งด้านการไถพรวน การเตรียมดิน การหว่าน การใส่ปุ๋ย การทำจัดศัตรูพืช และการเกี่ยวข้าว (Promma, 2004) เกษตรกรใช้วิธีการจ้างงานเกือบทั้งสิ้น ค่าใช้จ่ายในการลงทุนจึงเพิ่มขึ้นและนำไปสู่การขาดทุน การลงแขกที่เกษตรกรช่วยเหลือเกื้อกูลกันนั้นกำลังหายไปจากสังคมชนบทของไทย (Promma et al., 2002) หากเหตุการณ์เช่นนี้ยังคงดำเนินต่อไปอย่างไร้การบริหารจัดการที่เหมาะสม ทรัพยากรน้ำบาดาลอาจสูญสิ้นไปได้และเกษตรกรไม่สามารถใช้ชีวิตอย่างพอเพียง



ภาพ 3. เวลาเริ่มต้นทำนาโดยเกษตรกรผู้ใช้น้ำบาดาลระดับตื้น (Promma et al., 2002) เกษตรกรเริ่มต้นทำนาไม่พร้อมเพรียงกันและใช้วิธีการจ้างงานแทนการช่วยเหลือกัน ข้อมูลมีจำนวน 614 คน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไป

อุทกธรณีวิทยาของชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นในแอ่งเจ้าพระยาตอนบนมีความซับซ้อน (Promma et al., 2007; วรรณภา, 2549) ชั้นน้ำประกอบด้วยชั้นบนและล่าง น้ำบาดาลระดับตื้นที่ชาวนาสูบใช้ได้มาจากชั้นบน แต่น้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปาหมู่บ้านส่วนใหญ่ได้มาจากชั้นล่าง ชั้นบนเป็นตะกอนน้ำพา ได้แก่ กรวดและทรายหยาบ ซึ่งมีความลึกจากผิวดินระหว่าง 4.5-45 เมตร มีความหนาในช่วง 7-25 เมตร เท่าที่มีหลักฐานจากหลุมเจาะ ชั้นบนนี้มีความต่อเนื่องในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และกำแพงเพชร เป็นชนิดมีแรงดัน และถูกปิดล้อมทั้งด้านบนและล่างด้วยชั้นดินเหนียว (วรรณภา, 2549; Promma et al., 2007) ชั้นน้ำเป็นส่วนหนึ่งของแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (Wongsawadi, 1999, Department of Mineral Resources, 2001) ตะกอนส่วนใหญ่เกิด

จากทางน้ำในอดีตและบางส่วนเกิดจากทางน้ำปัจจุบัน การตกทับถมของตะกอนเกิดขึ้นในยุค Quaternary ตะกอนมีความร่วน จึงสามารถกักเก็บน้ำได้ดีมาก ชั้นน้ำสามารถให้น้ำได้ไม่น้อยกว่า 1,056 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (กิจการ, 2546) ชั้นล่างนั้นมีแนวโน้มต่อเนื่องทางกายภาพแต่ยังขาดข้อมูลหลุมเจาะที่ชัดเจน รายละเอียดจึงยังไม่ทราบมากนัก (วรรณภา, 2549)

เคมีของน้ำบาดาลระดับตื้นแตกต่างกันไปตามพื้นที่และไม่เป็นไปตาม Chebotarev's Sequence (วรรณภา, 2549) ชั้นบนมีความต่อเนื่องทางเคมีซึ่งบ่งชี้โดยใช้ลักษณะความคล้ายคลึงกันหรือความเป็นเนื้อเดียวกันของความเค็มของน้ำและการปรากฏของไอออนหลัก ไอออนหลักที่พบในชั้นบนได้แก่ Na^{+}-HCO_3^{-} และไม่มีไอออนเด่น-HCO_3^{-} แต่ภายนอกชั้นน้ำในบริเวณขอบแอ่งนั้นมีไอออนหลักเป็นชนิด Ca^{2+}-HCO_3^{-} ซึ่งคาดว่าได้รับอิทธิพลมาจากการละลายของแร่ที่มีแคลเซียมในหินแข็งที่อยู่ล้อมรอบขอบแอ่ง และอาจเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนบวกกับดินเหนียวที่ปะปนในชั้นน้ำได้

ปริมาณน้ำ

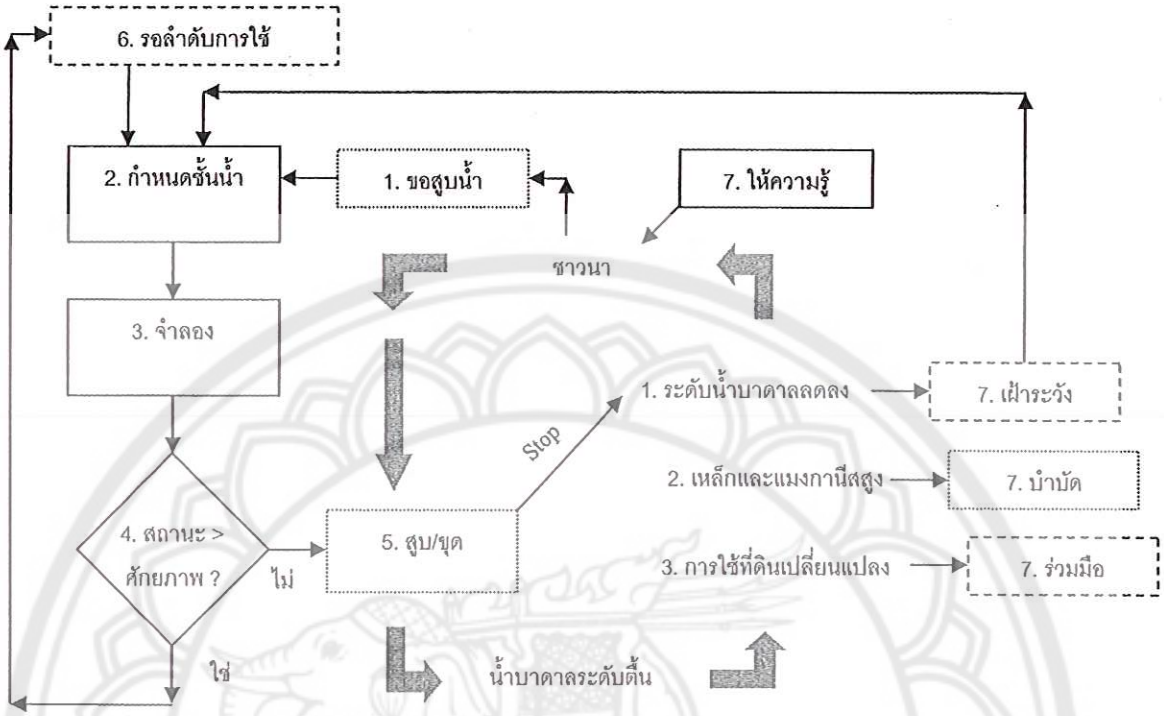
งบดุลน้ำบาดาลระดับตื้นไม่สมดุล (อมรลักษณ์ และคณะ, 2546; สนอง, 2547) เมื่อคำนวณโดยไม่พิจารณาปริมาณน้ำไหลผ่านในพื้นที่ อัตราการเติมน้ำตามธรรมชาติลงไปสู่ชั้นน้ำมีค่าเพียง 419 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี ในขณะที่อัตราการสูบมีสูงถึง 1,560 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี (Promma, 2004) การลดลงของระดับน้ำเป็นสัญญาณเตือนภัยของการเกิดแผ่นดินทรุดที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างได้ นอกจากนี้ สนอง (2547) พบว่าการใช้น้ำบาดาลมากเกินกว่าปริมาณน้ำเติมเกิดขึ้นถึง 96% ของพื้นที่ชลประทาน

ปรากฏการณ์โลกร้อนไม่มีผลมากนักต่อทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้น (สถิต, 2546) ปรากฏการณ์โลกอุ่นไม่เด่นชัดนักในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย บ่งชี้ว่า อุณหภูมิในบริเวณนี้ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างผิดปกติ ซึ่งแตกต่างไปจากพื้นที่ในเขตอบอุ่นของโลก แต่อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์ El Nino และ La Nina มีผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำฝนที่ได้มาจากพายุที่ก่อตัวขึ้นจากปรากฏการณ์นี้ในทะเลจีนใต้ ทำให้การจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้นต้องหมั่นเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของโลกเสมอ

การเติมน้ำเทียมเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นมีแนวโน้มประสบความสำเร็จ (จตุพร, 2547) โครงการน้ำใต้ดินสุโขทัยประสบปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลในฤดูแล้งในบางปี เนื่องจากมีการสูบใช้มากเพื่อแก้ไขสภาวะน้ำแล้ง ชั้นน้ำมีการวางตัวเอียงไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือซึ่งบางส่วนโผล่พ้นผิวดินหรืออยู่ใกล้ผิวดินมาก ลักษณะเช่นนี้เหมาะสมต่อการทดลองเติมน้ำเทียม การจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์แสดงว่า การเติมน้ำมีแนวโน้มประสบความสำเร็จพอสมควร

การคำนวณปริมาณการสูบน้ำบาดาลระดับตื้นควรวางแปลงสุ่มที่เหมาะสม (สุกัญญา, 2550) การคำนวณปริมาณการสูบน้ำบาดาลระดับตื้นมีความไม่แน่นอนสูง เนื่องจากไม่มีการบันทึกข้อมูลบ่อตื้นในประเทศไทย วิธีการเดียวที่จะให้จำนวนปริมาณการสูบน้ำได้คือการสุ่ม ในอดีตที่ผ่านมาใช้การวางแปลงขนาด 1x1 ตารางกิโลเมตร วิธีการสุ่มที่เหมาะสมที่สุดต่อลักษณะและความหนาแน่นของบ่อตื้นที่พบในประเทศไทยคือ แผลงที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.7x0.7 ตารางกิโลเมตร โดยใช้การสุ่มแบบใส่กล่อง

การจัดการปริมาณน้ำบาดาลระดับตื้นต้องรีบดำเนินการอย่างเร่งด่วนและมีหลักทางวิชาการ (สถิต, 2546; สนอง, 2547; Promma, 2004) ภาพ 4 แสดงแบบจำลองการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (Promma, 1999) รัฐควรกำหนดชั้นน้ำที่ต้องการบริหารจัดการให้ชัดเจนและต้องจัดหาแหล่งน้ำทางเลือกไว้ให้แก่เกษตรกรได้อย่างเพียงพอ เกษตรกรต้องให้ความร่วมมือกับชุมชนในการแจ้งความประสงค์เมื่อต้องการเจาะบ่อใหม่และก่อนการสูบน้ำ (ขั้นที่ 1) จากนั้นรัฐต้องควบคุมปริมาณปลอดภัยให้ได้ เมื่อรัฐกำหนดชั้นน้ำแล้ว (ขั้นที่ 2) รัฐต้องจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ว่าชั้นน้ำยังปลอดภัยอยู่หรือไม่ ถ้ามีการสูบน้ำเกิดขึ้น (ขั้นที่ 3) ในการนี้ ต้องใช้ข้อมูลทางอุทกธรณีวิทยาหลายประเภท เช่น การกระจายตัวและรูปร่างของชั้นน้ำ เงื่อนไขเริ่มต้นและขอบเขต อัตราการเติมน้ำ และคุณสมบัติทางชลศาสตร์อื่น ๆ ของชั้นน้ำ แบบจำลองน้ำบาดาลชนิดที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย เช่น MODFLOW–2000 (Harbaugh et al., 2000) และ Groundwater Vistas (Environmental Solutions Inc., 2001) สามารถนำมาใช้งานได้ Sakiyan & Yazicgil (2004) แสดงตัวอย่างของการใช้งานนั้น ส่วนแบบจำลองในพื้นที่ศึกษากำลังอยู่ในระหว่างการศึกษา นอกจากนี้ จะต้องมีรายงานการใช้น้ำเพื่อนำมาใช้คำนวณสถานะของทรัพยากรน้ำบาดาล จากนั้นต้องทำการเปรียบเทียบระหว่างศักยภาพและสถานะเพื่อพิจารณาว่าปัญหาด้านปริมาณน้ำกำลังเกิดขึ้นหรือไม่ ปัญหาจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสถานะมีค่ามากกว่าศักยภาพ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าศักยภาพมีค่าเกินกว่าปริมาณการสูบ (ขั้นที่ 4) เกษตรกรจะได้รับอนุญาตให้สูบน้ำบาดาลหรือขุดบ่อใหม่ได้ (ขั้นที่ 5) หากเป็นในทางตรงกันข้าม ชุมชนจำเป็นต้องจัดลำดับการอนุญาตใช้น้ำ (ขั้นที่ 6) การใช้ประโยชน์ที่ดินและระบบการเพาะปลูกในฤดูแล้งต้องมีการวางแผนเป็นอย่างดี ขั้นตอนเช่นนี้ควรดำเนินการอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี นอกจากนี้ กิจกรรมหลายชนิดต้องมีการบูรณาการ (ขั้นที่ 7) รัฐควรให้ความรู้แก่ผู้ใช้น้ำเกี่ยวกับผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาลมากเกินพอดีและขั้นตอนใหม่ใน



ภาพ 4. แบบจำลองกรอบแนวคิดการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้น (Promma, 2004) ผู้ใช้น้ำ (เส้นจุด) ต้องร่วมมือกับชุมชนโดยการแจ้งความประสงค์ขุดบ่อใหม่หรือสูบน้ำ ชุมชน (เส้นประ) ต้องเฝ้าระวังการคืนตัวของระดับน้ำบาดาล รัฐ (เส้นทึบ) ต้องดูแลรักษามิให้ปริมาณการสูบมากเกินพอดี

การแจ้งความประสงค์ของการใช้น้ำหรือขุดบ่อ เมื่อรัฐติดตั้งบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลเพียงพอสำหรับชั้นน้ำหนึ่ง ๆ แล้ว ชุมชนควรเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบและเฝ้าติดตามการคืนตัวของระดับน้ำบาดาล การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จในการจัดการ (Chebaane et al., 2004; Sandoval, 2004) นอกจากนี้ ยังมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องถ่ายทอดแบบจำลองการจัดการแบบผสมผสานไปยังพื้นที่ที่เกิดปัญหาแต่ละแห่งโดยเร่งด่วน (Brown,

1993) มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องจัดทำบัญชีบ่อ ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชั้นน้ำจะต้องเปิดเผยต่อสาธารณชนผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

คุณภาพน้ำ

น้ำบาดาลระดับตื้นตามธรรมชาติมีคุณภาพดี (กิจการ และคณะ, 2545) น้ำบาดาลระดับตื้นตามธรรมชาติมีคุณภาพโดยทั่วไปดีมาก เป็นน้ำจืดที่มีสสารละลายอยู่น้อยไม่เกิน 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร สสารต่าง ๆ ส่วนใหญ่ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม ยกเว้น เหล็ก และแมงกานีส ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นเท่ากับ 12.5 และ 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปรากฏการณ์ที่เหล็กมีความเข้มข้นสูงในน้ำบาดาลระดับตื้นระหว่างแม่น้ำสองสายเกิดจากพลวัติการไหลของน้ำบาดาล (Promma et al., 2007) ความรู้พื้นฐานนี้ได้เปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมที่ว่า เมื่อน้ำบาดาลไหลไปจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไอออนหลายชนิด โดยเฉพาะไอออนลบ แต่น้ำบาดาลระดับตื้นในระหว่างแม่น้ำน่านและแม่น้ำยมในประเทศไทยกลับได้รับอิทธิพลมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแม่น้ำมากกว่า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้น้ำไหลเข้าและออกสลับกันถึง 4 รูปแบบในปีหนึ่ง ๆ ผลที่เกิดขึ้นคือบริเวณตอนกลางระหว่างแม่น้ำทั้งสองจะมีสภาพเป็น reducing environment มีเหล็กสูงมากในบริเวณนี้และลดลงไปสู่บริเวณริมแม่น้ำ

เหล็กในน้ำบาดาลระดับตื้นมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของข้าว (อมรลักษณ์ และคณะ, 2546) เมื่อน้ำบาดาลออกมาจากบ่อน้ำแล้ว เหล็กเฟอรัสจะเริ่มตกผลึกโดยถูกออกซิไดซ์โดยก๊าซออกซิเจนในอากาศกลายเป็นเหล็กเฟอริกในรูปแบบของเหล็กออกซิไฮดรอกไซด์หรือเรียกว่าสนิม

เหล็ก เหล็กอีกส่วนหนึ่งอยู่ในน้ำแช่ขังภายในแปลงนา รากข้าวจะลดความเป็นพิษของเหล็กเฟอรัสลงโดยการปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาเองเพื่อทำให้เหล็กเฟอรัสกลายเป็นสนิมเหล็ก สนิมเหล็กที่เกิดจะเคลือบอยู่ที่รากข้าวทำให้การดูดซึมธาตุอาหารต่ำ เมล็ดข้าวลีบหรือมีแป้งลดลง ผลผลิตลดลงประมาณ 50%

เหล็กและแมงกานีสจากน้ำบาดาลระดับตื้นสะสมในดินนาและข้าว (อมรลักษณ์ และคณะ, 2546; ประจญยุทธ, 2547) เมื่อนำความเข้มข้นเฉลี่ยของเหล็กในน้ำบาดาลระดับตื้นไปคูณกับอัตราการใช้น้ำพบว่า สนิมเหล็กตกทับถมในแปลงนาสูงถึง 19.5 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่ผลกระทบจากการสะสมนี้ยังไม่กระจ่างชัด

น้ำชะขยะปนเปื้อนในน้ำบาดาลระดับตื้นได้ง่าย (สหัถยา, 2545; กิจการ, 2546) ในบางพื้นที่มีการจำกัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบ แต่ดินที่รองรับหลุมฝังกลบเป็นดินเหนียวปนทรายซึ่งมีโอกาสให้น้ำชะขยะไหลซึมผ่านลงไปปนเปื้อนในน้ำบาดาลได้ น้ำบาดาลระดับตื้นถูกเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบอย่างเป็นระบบแล้วเปรียบเทียบกับค่าธรรมชาติ พบว่ามีการปนเปื้อนจริงแต่ในระดับต่ำ การค้นพบนำไปสู่การป้องกันการเคลื่อนที่ของมลสารในน้ำบาดาลออกจากบริเวณฝังกลบขยะมูลฝอยในเวลาต่อมา

การใช้ประโยชน์

การทรุดบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นดำเนินการโดยชาวนาภายในเวลา 2 วัน (ชินากร, 2550) การสูบน้ำบาดาลระดับตื้นส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการวางเครื่องสูบต่ำกว่าผิวดิน บ่อน้ำซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5-10 เซ็นติเมตร ในส่วนใกล้ผิวดินมักจะถูกล้อมรอบด้วยบ่อวงปูนซีเมนต์ขนาด

90-120 เซ็นติเมตร บ่อวงปูนนี้มีไว้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ชาวนาในการไต่ลงไปติดตั้งเครื่องสูบน้ำและสวมสายพานกับเครื่องยนต์ก่อนติดเครื่องยนต์ทำงาน ลักษณะของการวางเครื่องสูบน้ำไว้ต่ำเช่นนี้เรียกว่าการทรุดบ่อ การทรุดบ่อเป็นเอกลักษณ์ของการใช้น้ำบาดาลระดับตื้นในภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง จึงน่าศึกษาวิจัยในรายละเอียด

เหล็กในน้ำบาดาลระดับตื้นกำจัดได้ง่ายก่อนใช้ทำนา (วรชาติ, 2547) เหล็กที่มีปริมาณมากในน้ำบาดาลระดับตื้นสามารถกำจัดได้โดยการพ่นฝอยให้น้ำได้สัมผัสกับอากาศ จากนั้นจึงกรองออกด้วยวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร ซึ่งพบว่า แกลบเป็นตัวกรองที่ดีที่สุด รองลงมาคือฟางข้าวและขี้เลื่อย แกลบให้ประสิทธิภาพดีใกล้เคียงกับทรายกรอง ต้นแบบการก่อสร้างมีราคาต่ำในปี พ.ศ. 2546 เป็นเงินเพียง 6,100 บาท

การเลือกที่ตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยควรให้ความสำคัญต่อชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น (ดวงจันทร์, 2544) ในอดีตนั้น การเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยไม่ได้ให้ความสำคัญต่อน้ำบาดาลมากนัก เกณฑ์ใหม่นี้กำหนดน้ำหนักความสำคัญของชั้นน้ำไว้หลายประการ เช่น ระยะห่างระหว่างก้นหลุมฝังกลบและผิวบนสุดของชั้นน้ำ ปริมาณการให้น้ำ ความเร็วในการไหลของน้ำบาดาล คุณภาพน้ำ และการใช้ประโยชน์ของชุมชนโดยรอบ เป็นต้น

วิธีบริหารจัดการน้ำบาดาลที่สอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้น้ำมีดังนี้ (กิจการ, 2551)

1. การใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน เป็นวิธีการใช้น้ำฝนและน้ำผิวดินในฤดูฝน และใช้น้ำบาดาลในฤดูแล้ง โดยปกติเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตรในช่วงปลายฤดูแล้ง ประมาณเดือนเมษายน-พฤษภาคม เนื่องจากคลองชลประทานหยุดส่งน้ำ และจำเป็นต้องให้น้ำแก่ข้าวในระยะเจริญเติบโตของการทำนาปรังครั้งที่ 2 เมื่อเกษตรกรกักเก็บน้ำผิวดินไว้ใช้มากขึ้น การใช้น้ำบาดาลจะลดปริมาณลง

2. การตั้งคณะกรรมการกำกับดูแลแหล่งน้ำบาดาล เป็นวิธีการตั้งคณะกรรมการขึ้นมาดูแลความเรียบร้อยและการจัดการประนีประนอมเรื่องสิทธิของผู้ใช้น้ำทุกรายในพื้นที่หนึ่ง ๆ คณะกรรมการมีองค์ประกอบแตกต่างกันไปตามแต่ท้องถิ่น (สนอง, 2547) ปัจจุบันมีคณะกรรมการทรัพยากรน้ำที่ไม่ค่อยมีบทบาทหน้าที่ชัดเจน ข้อขัดแย้งต่าง ๆ เรื่องข้อพิพาทเกี่ยวกับน้ำยังมีจำนวนไม่มาก และมักเป็นการไกล่เกลี่ยมากกว่าฟ้องร้องดำเนินคดี โดยที่คดีความต่าง ๆ ยังผ่านกระบวนการยุติธรรมตามปกติ

3. การเปลี่ยนแปลงวิธีการรดน้ำให้เกษตรกรสามารถทำนาโดยใช้น้ำน้อยลงแต่ได้ผลผลิตเท่าเดิม วิธีการนี้ยังต้องการผลการวิจัยที่ชัดเจนและการสาธิตให้เกษตรกรประจักษ์ เกษตรกรเคยชินกับการให้น้ำแก่ข้าวชนิดปล่อยให้ไหลท่วม กล่าวคือ สูบน้ำบาดาลออกมาจากบ่อแล้วปล่อยให้ท่วมไปทั่วผืนนา ขังน้ำไว้ให้มีความสูงประมาณ 10 เซ็นติเมตร โดยปกติน้ำที่ขังในแปลงนาจะแห้งลงภายในเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ หากสูบน้ำให้ขังน้อยลงกว่าเดิม จะต้องสูบบ่อยครั้งขึ้น และหากเกษตรกรปล่อยให้ดินนาแห้งลง ต้องสูบน้ำขังมากขึ้น และวัชพืชจะมีจำนวนมากขึ้นด้วย

4. การแลกเปลี่ยนน้ำสะอาดด้วยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีคุณภาพหลากหลาย น้ำใช้เพื่อการเกษตรไม่จำเป็นต้องสะอาดเท่ากับน้ำดื่ม จึงมีความเป็นไปได้ว่าที่จะนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดได้ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำใช้เพื่อการเกษตรไปแลกเปลี่ยนกับน้ำบาดาลที่สะอาดของเกษตรกร วิธีการนี้ใช้ในประเทศตะวันออกกลางแล้ว

5. การปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยทดแทนข้าว เป็นวิธีการปัจจุบันที่รัฐนิยมนำมาใช้ โดยการประกาศผ่านสื่อให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยในฤดูแล้ง เพื่อป้องกันพืชผลเสียหายจากการขาดน้ำในช่วงที่เกิดภัยแล้ง พืชที่นิยมใช้ปลูกทดแทนข้าว ได้แก่ ถั่วเหลืองและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

6. การขึ้นทะเบียนและจัดลำดับการใช้น้ำ เป็นแนวคิดที่ให้สิทธิแก่ผู้ที่มีความประสงค์ใช้น้ำก่อนให้ได้ใช้ก่อน ซึ่งแฝงนัยว่า จะมีผู้ใช้น้ำจำนวนหนึ่งไม่ได้ใช้ หรือได้ใช้ภายหลังผู้อื่นเนื่องจากแจ้งความประสงค์การใช้น้ำช้า มักมีปัญหาเรื่องข้อพิพาทในสิทธิการใช้น้ำ เพราะว่าผู้ใช้น้ำมักต้องการคงสิทธิของตนเองในการเข้าถึงทรัพยากรน้ำ

7. การเก็บค่าใช้น้ำบาดาล เป็นวิธีการป้องปรามการใช้น้ำปริมาณมาก โดยยึดตรรกะว่าผู้ใช้น้ำมากย่อมเสียค่าใช้จ่ายมาก และผู้ที่ไม่ต้องการเพิ่มต้นทุนการผลิตข้าวจะใช้น้ำลดน้อยลง สิ่งที่สำคัญคือต้องมีการบริหารจัดการเงินรายได้ที่ได้มาจากการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลไปกับการฟื้นฟูหรือบริหารจัดการแหล่งน้ำอย่างเหมาะสม ไม่เช่นนั้นการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลจะไม่เกิดผลดีต่อแหล่งกักเก็บทรัพยากรน้ำบาดาลเลย

คุณภาพชีวิต

การศึกษา อายุ รายได้ และการสืบทอดอาชีพบรรพบุรุษของครอบครัวชาวนาผู้ใช้น้ำบาดาลระดับตื้นเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไขโดยด่วน (กิจการ และคณะ, 2545) ชาวนามีความรู้น้อยส่วนใหญ่คือชั้นประถมปีที่ 4 มีอายุเฉลี่ยมากถึง 46 ปี รายได้น้อย แนวโน้มที่สำคัญคือทายาทไม่ประสงค์จะสืบทอดอาชีพชาวนา เนื่องจากไร้เกียรติ จบการศึกษาสูงกว่าบุพการี นิยมทำงานต่างถิ่น กังวลเรื่องความปลอดภัยในอาชีพชาวนาเพราะมีการใช้สารเคมีมาก และทำนาแล้วขาดทุน

ชาวนาทำนาไม่พร้อมเพรียงกัน (กิจการ และคณะ, 2545) ด้วยเหตุที่ชาวนาสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ตลอดเวลา ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจึงเปลี่ยนแปลงไป ตัวชี้วัดที่สำคัญคือเวลาที่เกษตรกรเริ่มต้นทำนา ในปัจจุบันนี้ เกษตรกรเริ่มต้นทำนาไม่พร้อมกัน (ภาพ 3) การทำนาเริ่มต้นขึ้นได้ทุกเวลาตามต้องการ เกษตรกรขาดการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ทั้งด้านการไถพรวน การเตรียมดิน การหว่าน การใส่ปุ๋ย การกำจัดศัตรูพืช และการเกี่ยวข้าว ปัจจุบันนี้เกษตรกรใช้วิธีการจ้างงานเกือบทั้งสิ้น การลงทุนจึงเพิ่มขึ้นและนำไปสู่การขาดทุน (Promma et al., 2002) การลงแขกที่เกษตรกรช่วยเหลือเกื้อกูลกันนั้นกำลังหายไปจากสังคมชนบทของไทย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สาเหตุการขาดออกซิเจนใต้ดิน ใช้วิธีการรวบรวมผลงานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับทฤษฎีทางเคมีและธรณีวิทยา

2. การสอบถามสถิติและภูมิปัญญาชาวบ้าน สิ่งที่สอบถามตัวแทนประชาชนครั้งนี้ ได้แก่ (ภาคผนวก)

(1) สถิติการเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น

(2) สาเหตุการตายและบาดเจ็บสาหัสในบ่อตื้น

(3) ภูมิปัญญาชาวบ้านในการตรวจสอบความปลอดภัยก่อนลงไปในบ่อตื้น

(4) ภูมิปัญญาชาวบ้านในการเพิ่มออกซิเจนในบ่อตื้น

ประชากรคือผู้เสียชีวิตในบ่อตื้นทุกคนในจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร จึงได้แจกแบบสอบถามเกี่ยวกับสถิติการเสียชีวิตในอดีตจากผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่ศึกษา มีจำนวนรวม 1,162 หมู่บ้าน โดยแบ่งเป็นจังหวัดพิษณุโลก 476 หมู่บ้าน และจังหวัดพิจิตร 686 หมู่บ้าน การดำเนินการมีขึ้นในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2552 กลุ่มตัวอย่างที่ตอบกลับมามีจำนวน 124 หมู่บ้าน คิดเป็น 10.67% มีบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นจำนวน 3,456 บ่อ สถานะผู้ตอบแบบสอบถามมีดังนี้ ผู้ใหญ่บ้าน 75.8% กำนัน 8.9% ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน 8.1% คนในครอบครัวของผู้ใหญ่บ้าน 2.4% อสม. 2.4% ประชาชนทั่วไป 0.8% สมาชิก อบต. 0.8% และตำแหน่งอื่น ๆ 0.8% ข้อมูลที่ได้รับจึงมีความน่าเชื่อถือสูง

รายชื่อตำบลที่ส่งแบบสอบถามในจังหวัดพิษณุโลกมีดังนี้

(1) อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลวังน้ำคู้ วัดพริก ท่าทอง ท่าโพธิ์ สมอแข ปากโทก จอมทอง บ้านกร่าง พลายชุมพล มะขามสูง บึงพระ ไผ่ขอดอน และงิ้วงาม รวมจำนวน 115 หมู่บ้าน

(2) อำเภอบางระกำ ได้แก่ ตำบลบางระกำ ปลักแรด พันเสา วังอิทก บึงกอก หนองกุลา ชุมแสงสงคราม นิคมพัฒนา บ่อทอง ท่านางงาม และคุยม่วง รวมจำนวน 135 หมู่บ้าน

(3) อำเภอบางกระทุ่ม ได้แก่ ตำบลบางกระทุ่ม บ้านไร่ โคกสลุด สนามคลี ท่าตาล ไผ่ล้อม และนครป่าหมาก รวมจำนวน 68 หมู่บ้าน

(4) อำเภอพรหมพิราม ได้แก่ ตำบลพรหมพิราม ท่าช้าง วงฆ้อง มะตูม หอกลอง ศรีภิรมย์ ตลุกเทียม วังวน หนองแขม มะต้อง และดงประคำ รวมจำนวน 113 หมู่บ้าน

(5) อำเภอวังทอง ได้แก่ ตำบลวังทอง แม่ระกา และวังพิกุล รวมจำนวน 45 หมู่บ้าน

รายชื่อตำบลที่ส่งแบบสอบถามในจังหวัดพิจิตรมีดังนี้

(1) อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลไผ่ขวาง ย่านยาว ท่าฬ่อ ปากทาง คลองคะเชนทร์ โรงช้าง เมืองเก่า ท่าหลวง บ้านบุ่ง ฆะมัง ดงป่าคำ หัวดง ป่ามะคาบ สายคำโห้ และดงกลาง รวมจำนวน 134 หมู่บ้าน

(2) อำเภอตะพานหิน ได้แก่ ตำบลงิ้วราย ห้วยเกตุ ไทรโรงโขน หนองพยอม ทุ่งโพธิ์ ดงตะขบ คลองคูณ วังสำโรง วังหว้า วังหลุม ทับหมัน และไผ่หลวง รวมจำนวน 97 หมู่บ้าน

(3) อำเภอบางมูลนาก ได้แก่ ตำบลบางไผ่ หอไกร เนินมะกอก วังสำโรง ภูมิ วังกรด ห้วยเขน วังตะกู และลำประดา รวมจำนวน 78 หมู่บ้าน

(4) อำเภอบึงนาราง ได้แก่ ตำบลห้วยแก้ว โพธิ์ไทรงาม แหลมรัง บางลาย และบึงนาราง รวมจำนวน 51 หมู่บ้าน

(5) อำเภอโพทะเล ได้แก่ ตำบลโพทะเล ท้ายน้ำ ทะนง ท่าบัว ทุ่งน้อย ท่าขมิ้น ท่าเสา บางคลาน ท่านั่ง บ้านน้อย และวัดขวาง รวมจำนวน 98 หมู่บ้าน

(6) อำเภอโพธิ์ประทับช้าง ได้แก่ ตำบลโพธิ์ประทับช้าง ไผ่ท่าโพ วังจิก ไผ่รอบ ดงเสือเหลือง เนินสว่าง และทุ่งใหญ่ รวมจำนวน 99 หมู่บ้าน

(7) อำเภอวชิรบารมี ได้แก่ ตำบลบ้านนา บึงบัว วังโมกข์ และหนองหลุม รวมจำนวน 50 หมู่บ้าน

(8) อำเภอสามง่าม ได้แก่ ตำบลสามง่าม กำแพงดิน รังนก เนินปอ และหนองโสน รวมจำนวน 79 หมู่บ้าน

3. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการป้องกัน เมื่อได้ข้อมูลภูมิปัญญาชาวบ้านแล้ว ได้ทำการวิเคราะห์เหตุผลและหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเสนอแนะดังนี้

(1) ขั้นตอนการป้องกันการขาดอากาศหายใจ

(2) ขั้นตอนการแก้ไขการขาดอากาศหายใจ

(3) ขั้นตอนการนำศพออกจากบ่อน้ำ

บทที่ 4

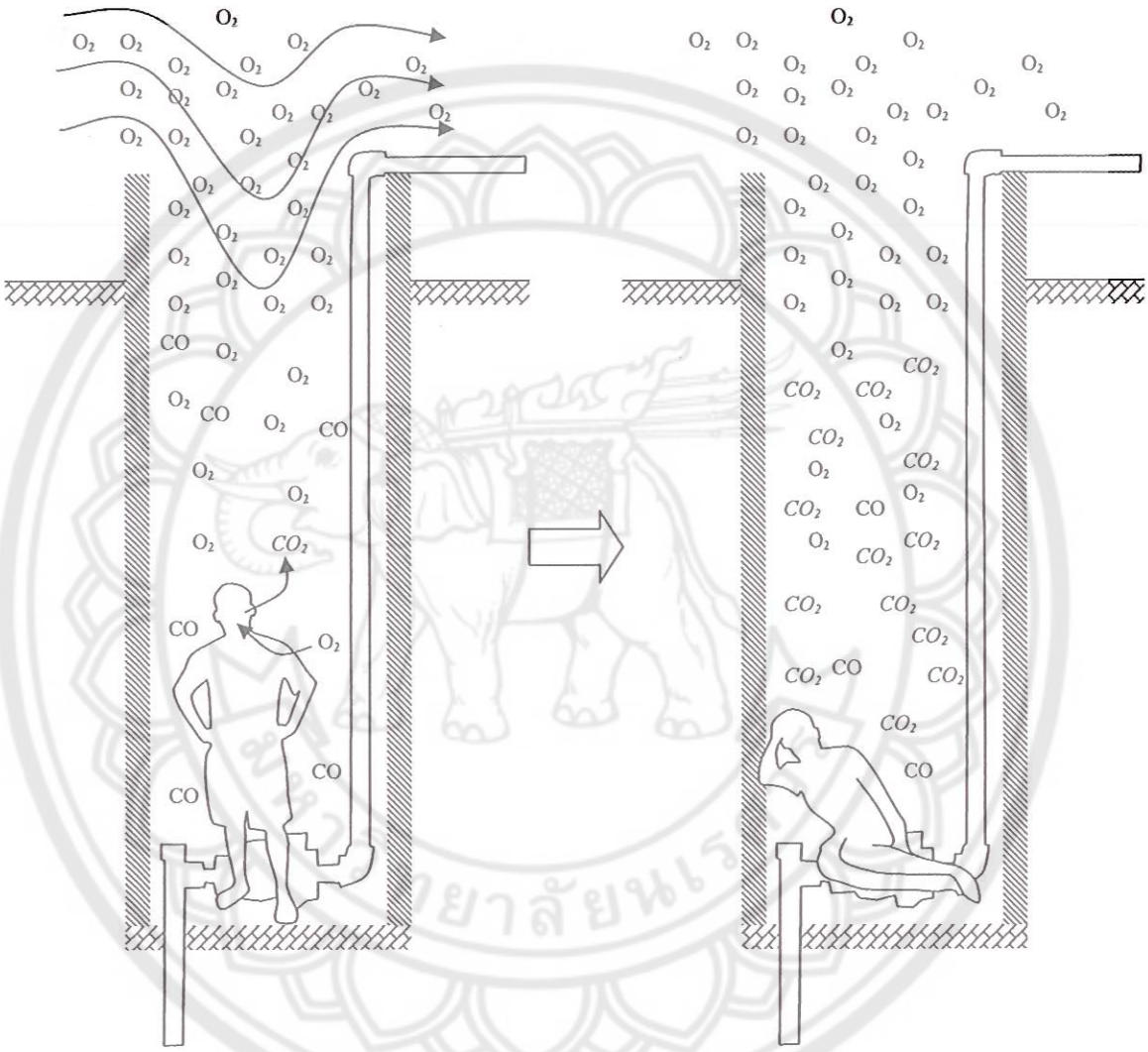
ผลการวิจัย

บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นประกอบด้วยท่อน้ำบาดาลที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนใหญ่ 7.5 เซ็นติเมตร และมีวงบ่อปูนซีเมนต์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร วางซ้อนกันหลายชั้นครอบอยู่ภายนอก ความลึกของวงบ่อมีค่า 2-15 เมตร ที่ก้นบ่อมีเครื่องสูบน้ำบาดาลหอยโข่ง (ชินากร, 2550) ชาวนาจะไต่ลงไปในบ่อโดยใช้บันไดหรือถ่างขายันขอบวงบ่อ ในบ่อตื้นมักมีออกซิเจนน้อยกว่า 18% ชาวนาหายใจเข้าจะใช้ออกซิเจนที่มีน้อยอยู่แล้วและหายใจออกเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้สูดดมเอาแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของตนเองกลับเข้าไป อีกทั้งยังสูดดมแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปนเปื้อนในบ่อ ซึ่งแก๊สนี้จะเข้าไปแทนออกซิเจนที่ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ทำให้เลือดที่ไหลเวียนไปทั่วร่างกายขาดออกซิเจน

เมื่อชาวนาได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอซึ่งเกิดขึ้นหลังจากอยู่ในบ่อตั้งแต่ 2-10 นาที ขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนคงเหลือในบ่อ ชาวนาจะไม่สามารถหายใจได้ รู้สึกอ่อนล้า หมดแรง มึนงง สมองไม่ทำงาน เกิดอาการช็อก และเสียชีวิตในที่สุด แม้ว่าหลังจากขาดออกซิเจนไปถึง 1 ชั่วโมง เซลล์เนื้อเยื่อหัวใจจะยังไม่ตายทั้งหมดก็ตาม แต่แพทย์ก็ไม่สามารถช่วยชีวิตผู้ป่วยที่ขาดออกซิเจนเกิน 5 นาทีได้ คนที่เห็นเหตุการณ์มักจะลงไปช่วย แต่เพราะไม่รู้ว่าออกซิเจนไม่มีแล้ว ทำให้คนที่ไปช่วยต้องหมดสติและเสียชีวิตตามไปด้วย (ภาพ 5)

บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นเป็นสถานที่อับอากาศ (confined space) ซึ่งหมายถึงสถานที่ที่มีทางเข้าออกของอากาศจำกัด ไม่มีการระบายอากาศที่ดีหรือเกิดการสะสมของไอระเหยของสารเคมี เนื่องจากมีทางเข้าของอากาศทางเดียวที่ปากบ่อ ทำให้อากาศไหลเวียนเข้าไปในบ่อได้ยาก ไม่มี

25
สำนักหอสมุด
29 ส.ค. 2554



ภาพ 5. ขั้นตอนการเสียชีวิตภายในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น

การแทนที่ของออกซิเจนใหม่เข้าไปในบ่อ สถานที่อับอากาศอื่น ๆ ได้แก่ ถัง ถังน้ำมัน ถังหมัก โอ่งน้ำขนาดใหญ่ ไซโล ท่อ เตา ถ้ำ อุโมงค์ ห้องใต้ดินปิดทึบ รถยนต์ปิดทึบ หรือเต็นท์สนามปิดทึบ แม้จะมีการกล่าวถึงบ่อในนิยามกฎหมาย แต่บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นกลับไม่เข้าข่ายเป็นสถานประกอบการควบคุมตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานในสถานที่อับอากาศ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 107 ตอนที่ 159 ลงวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2533 หรือกฎกระทรวงแรงงาน เรื่อง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานในที่อับอากาศ พ.ศ. 2547 เนื่องจากบ่อตื้นมีจำนวนมากและดำเนินการกันเองโดยชาวนาผู้เป็นเจ้าของบ่อ ไม่มีนายจ้างลูกจ้างตามที่กำหนดในกฎหมาย อีกทั้งถ้าให้รวมการควบคุมปฏิบัติการกับบ่อตื้น การติดตามตรวจสอบทำได้ลำบาก เพราะว่าชาวนามีจำนวนมากและไม่สะดวกในการรายงาน ขออนุญาต ไม่มีเครื่องมือตรวจสอบออกซิเจนในบ่อตื้นทุกครั้งก่อนใช้

สาเหตุการขาดออกซิเจนใต้ดิน

สาเหตุการตายในบ่อเกิดจากสาเหตุดังนี้

(1) การขาดออกซิเจน เมื่อปั๊มน้ำบาดาลออกจากบ่อ ออกซิเจนในบ่อที่ต่ำอยู่แล้วจะลดลงจาก 17% เหลือ 12-15% ได้ (NIOSH, 1979)

(2) การมีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แบคทีเรียในบ่อย่อยสลายสารอินทรีย์ทั้งในน้ำและส่วนอื่นของบ่อจะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ (NIOSH, 1972)

ออกซิเจนเป็นส่วนประกอบของอากาศที่สำคัญของบรรยากาศของโลกซึ่งประกอบด้วยแก๊สชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ไนโตรเจน 78.08% ออกซิเจน 20.95% อาร์กอน 0.93% คาร์บอนไดออกไซด์ 0.038% และแก๊สอื่น ๆ รวมทั้งไอน้ำประมาณ 1% ของปริมาตรอากาศทั้งหมด อากาศมีความดันของออกซิเจน 0.2 atm ตาม Henry's law น้ำที่สัมผัสกับออกซิเจนจะมีความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำถึง 8.26 mg/l หรือ 0.26 mmol/l ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส น้ำที่อิ่มตัวด้วยออกซิเจนไหลซึมลงไปใต้ดินและเป็น oxidant ที่สำคัญ ออกซิเจนลดความเข้มข้นลงตามความลึกอย่างรวดเร็ว ที่ระดับความลึกใต้ผิวน้ำบาดาล 5-10 เมตร ออกซิเจนลดลงจนเหลือศูนย์ การลดลงของออกซิเจนไปสู่ภาวะไร้ออกซิเจนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายในความลึกใต้ผิวน้ำ 1 เมตร (Appelo & Postma, 1993)

เมื่อลึกลงไปใต้ดินออกซิเจนลดลงจากหลายสาเหตุ ดังนี้

(1) การหมุนเวียนของออกซิเจนลดลงตามความลึกเนื่องจากเนื้อดินแน่นมากขึ้นตามความลึกและลมไม่สามารถพัดเข้าไปในบ่อได้

(2) การสลายตัวของสารอินทรีย์ในดินและน้ำ (ปฏิกิริยา 1 ตาราง 1)

(3) การเกิดสนิมเหล็ก คือ ขบวนการเติมออกซิเจนให้กับเหล็กอย่างช้าๆ โดยมีไอน้ำด้วยทำให้เกิดเหล็กออกไซด์เป็น ferrous oxide หรือ ferric oxide เกิดเป็นสนิมขึ้น เช่น pyrite oxidation ในดินทำให้ออกซิเจนลดลง (ปฏิกิริยา 2 ตาราง 1)

ตาราง 1. ปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวกับการใช้ออกซิเจนใต้ดิน

No.	Reactions
1	$CH_2O + O_2 \leftrightarrow CO_2 + H_2O$
2	$FeS_2 + 15/4\ O_2 + 7/2\ H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 2SO_4^{2-} + 4H^+$
3	$FeS_2 + 7/2\ O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2H^+$
4	$Fe^{2+} + ¼\ O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 1/2H_2O$
5	$2FeS_2 + 15/2\ O_2 + 5H_2O \rightarrow 2FeOOH + 4SO_4^{2-} + 8H^+$
6	$2Fe^{2+} + ½\ O_2 + 3H_2O \rightarrow 2FeOOH + 4H^+$
7	$2Fe^{2+} + 4HCO_3^- + ½\ O_2 + 5H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 4H_2CO_3$
8	$4Fe^{2+} + O_2 + 4H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8H^+$

ที่มา: Appelo & Postma (1993), Nordstorm (1982), Morse et al. (1987)

สถิติการเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น

ในอดีตที่ผ่านมา การลงไปในบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษามีผู้เสียชีวิตจำนวน 13 คน บาดเจ็บสาหัส 5 คน คิดเป็น 3.8 คนต่อ 1,000 บ่อ ในจำนวนนี้เกิดขึ้นเพราะมีผู้เข้าไปช่วยเหลือผู้ที่ตกลงไปในบ่อตื้นครั้งแรก ทำให้เสียชีวิตตามไปหรือบาดเจ็บสาหัสจากการที่สมองขาดออกซิเจน ทำให้คนในครอบครัวเดียวกันหรือเพื่อนบ้านข้างเคียงที่ออกไปทำนาพร้อมกันต้องเสียชีวิตทั้งคู่ (ตาราง 2)

ตาราง 2. สถิติผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บในบ่อน้ำบาดาลในจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร

ปี พ.ศ.	ชื่อ-นามสกุล	ที่อยู่
2529	นายสมจิตร คำสังวาล	255 หมู่ที่ 2 ต.แม่ระกา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก
2529	นายบัวไข ศรีค้ำคูณ	279 หมู่ที่ 2 ต.แม่ระกา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก
2533	นายสุบิน เขียวดำ	24 หมู่ที่ 7 ต.ปลักแรด อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก
2533	นายบุญธรรม เขียวดำ	24 หมู่ที่ 7 ต.ปลักแรด อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก
2540	นายคำพี แสงทอง	หมู่ที่ 6 ต.คลองคูณ อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร
2540	นายตา มากพันธ	37 หมู่ที่ 6 ต.วังวน อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก
2542	นายสมจิตร นาคสุข	92 หมู่ที่ 11 ต.เนินสว่าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร
2542	นายลำจวน นาคสุข	92 หมู่ที่ 11 ต.เนินสว่าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร (รอด)
2542	นายน้อย อินทร์ชัย	92 หมู่ที่ 11 ต.เนินสว่าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร (รอด)
2542	นายปรีชา พันคง	108 หมู่ที่ 11 ต.เนินสว่าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร (รอด)
2542	นายชาติ พันคง	108 หมู่ที่ 11 ต.เนินสว่าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร (รอด)
2542	นายสิน รักแจ้ง	116 หมู่ที่ 7 ต.สามง่าม อ.สามง่าม จ.พิจิตร
2542	นายมะลิ เม่นหวา	105/2 หมู่ที่ 7 ต.สามง่าม อ.สามง่าม จ.พิจิตร
2542	นางเล็ก เม่นหวา	105/2 หมู่ที่ 7 ต.สามง่าม อ.สามง่าม จ.พิจิตร
2549	นายลำพูน ใสใหม	48/3 หมู่ที่ 7 ต.บางกระทุ่ม อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก
2549	นายหรั่ง ใสใหม	48/3 หมู่ที่ 7 ต.บางกระทุ่ม อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก
2550	นาย ไพทูล พันธุ์สว่าง	196 หมู่ที่ 2 ต.วังโมกษ์ อ.วชิรบารมี จ.พิจิตร
2552	นายฟาง ดรุจนิมิต	86 หมู่ที่ 11 ต.เนินสว่าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร (รอด)

สาเหตุการตายและบาดเจ็บสาหัสในบ่อตื้น

ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่สำคัญเกี่ยวกับสาเหตุส่วนใหญ่ของการตายและบาดเจ็บสาหัสในบ่อตื้นได้แก่ ขาดอากาศหายใจหรือขาดแก๊สออกซิเจน มีแก๊สพิษในบ่อ อากาศไม่หมุนเวียนลงไปในบ่อ โดยเกิดเมื่อชาวนาลงไปต่อสายพาน ใส่ และซ่อมเครื่องสูบน้ำบาดาล (ตาราง 3) สาเหตุอื่น ๆ ได้แก่ ขุดบ่อหรือทรุดบ่อแล้วดินถล่มทับ ลงไปตักน้ำและโคลน ลงไปช่วยสัตว์เลี้ยงที่ตกบ่อขึ้นมา และลงไปอัดซิลปั๊ม เปิดตาลักน้ำให้แห้ง อัดจาระบี

ภูมิปัญญาชาวบ้านในการตรวจสอบความปลอดภัย

ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่สำคัญเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบความปลอดภัยส่วนใหญ่คือจุดเทียน ตะเกียง หรือน้ำมันจุ่มผ้าแล้วหย่อนลงไปในบ่อก่อน ถ้าไฟไม่ดับก็ปลอดภัย ถ้าไฟดับประมาณครึ่งบ่อ แสดงว่าไม่มีอากาศใต้บ่อ ก็จะไม่ลงไปในบ่อ (ตาราง 4) วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยอื่น ๆ ได้แก่

1. เทน้ำลงไปในบ่อใช้น้ำประมาณ 3-4 ถัง ถ้ามีกลิ่นผิดปกติ อาจมีก๊าซพิษ ให้เทน้ำมาก ๆ ก่อนลงไปทำงานในบ่อ ถ้ากลิ่นไม่หาย ชาวนาจะไม่ลงไปเพราะมีอันตราย ถ้าลงไปแล้วมีอาการหายใจไม่สะดวก มึนงง ให้เทน้ำลงไปแล้วให้คนรีบขึ้นมาจากบ่อโดยเร็ว
2. ลงไปในขณะที่แสงแดดส่องถึงก้นบ่อ ถ้าลงไปในเวลากลางคืน ต้องใช้ไฟฉายติดตัวเสมอ ถ้าจำเป็นต้องลงให้ลงในช่วงเวลาเช้า
3. สังเกตการมีชีวิตของสัตว์ที่ตกลงไปในบ่อ เช่น หนู เขียด หรืองู เป็นต้น ถ้าสัตว์ตาย ชาวนาจะไม่ลงไป

ตาราง 3. สาเหตุการตายและบาดเจ็บสาหัสในบ่อตื้น

สาเหตุ	%
1. ขาดอากาศหายใจ	22.6
2. ขาดก๊าซออกซิเจนหายใจ	21.8
3. มีแก๊สพิษในบ่อ	19.4
4. อากาศไม่หมุนเวียนลงไปในบ่อ	15.3
5. ลงไปต่อสายพานกับเครื่องสูบน้ำบาดาล	13.4
6. ลงไปใส่และซ่อมเครื่องสูบน้ำบาดาล	10.5
7. ลงไปช่วยชีวิตคนที่ตกลงไปก่อนหน้านั้น	8.9
8. ลงไปขุดหรือซ่อมบ่อน้ำ	8.9
9. อากาศร้อนจัด	8.1
10. ปิดฝาบ่อนานเกินไป	8.0
11. ประมาทและชะล่าใจเกินไป	6.5
12. พลัดตกลงไปโดยไม่ตั้งใจ	4.0
13. หน้ามืดเป็นลม	4.0
14. ร้องเรียกให้ช่วยแต่ไม่มีใครได้ยิน	2.4
15. ไม่ทำพิธีขอขมาก่อนเจาะบ่อหรือลงไปเอาน้ำ	1.6
16. ถูกสัตว์มีพิษกัดต่อยในบ่อ	1.6
17. เป็นกรรมเก่า	0.8
18. มีสิ่งลึกลับมาเอาวิญญาณคนสูบน้ำบาดาลไปทุกปี	0.8
19. อื่น ๆ	2.4

ตาราง 4. วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยในบ่อตื้น

วิธีการตรวจสอบความปลอดภัย	%
1. จุดเทียนหรือตะเกียงลงไป ถ้าไฟไม่ดับก็ปลอดภัย	31.5
2. เอาสัตว์เล็กหย่อนลงไป ถ้าไม่ตายก็ปลอดภัย	8.9
3. ดมกลิ่น ถ้าไม่มีกลิ่นแปลก ๆ ก็ปลอดภัย	8.9
4. ดูสภาพภายในบ่อว่าแปลกตาไปจากเดิมหรือไม่	8.9
5. อื่น ๆ	10.5

ภูมิปัญญาชาวบ้านในการเพิ่มออกซิเจนในบ่อตื้น

ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่สำคัญเกี่ยวกับวิธีการเพิ่มออกซิเจนส่วนใหญ่คือเปิดฝาบ่อทิ้งไว้ (ตาราง 5) ส่วนวิธีการในการเพิ่มออกซิเจนในบ่อตื้นอื่น ๆ ได้แก่

1. ใช้พัดลมเป่าลงในบ่อ เพื่อให้อากาศถ่ายเทและเพิ่มออกซิเจน โดยเฉพาะเมื่อชาวนาที่ต้องลงไปในบ่อที่ยังไม่แน่ใจว่าปลอดภัย ใช้พัดลมไฟฟ้าเป่าลงไปในกรณีบ่อตั้งอยู่ใกล้บ้าน บางรายเสนอให้ใช้เครื่องหว่านปุ๋ยหรือหว่านข้าวพ่นอากาศใส่ลงไปในบ่อก่อนลงไปในบ่อ และเอาท่อส่งน้ำพญานาคมัดปากท่อกับท่อลมของเครื่องหว่านข้าว ปล่อยท่อลงไปในบ่อเพื่อถ่ายเทอากาศ ทั้งนี้ชาวนาต้องการให้รัฐบาลตั้งงบประมาณเดินเสาไฟฟ้าไปยังแปลงนาทุกแปลง เพื่อลดต้นทุนไม่ต้องใช้น้ำมันสูบน้ำ แต่ใช้กระแสไฟฟ้าสูบน้ำแทน และยังใช้ต่อกับพัดลมเป่าลงไปในบ่อ
2. ใช้กิ่งไม้ที่มีใบไม้ติดอยู่แกว่งลงไปถึงก้นบ่อเพื่อให้อากาศภายในบ่อหมุนเวียน
3. ใช้วงบ่อขนาดใหญ่ขึ้น เพื่ออากาศจะได้ถ่ายเทสะดวก ซึ่งยังไม่ปรากฏว่ามีการเสียชีวิตเพิ่ม

ตาราง 5. วิธีการเพิ่มออกซิเจนก่อนลงไปในบ่อตื้น

วิธีการเพิ่มออกซิเจน	%
1. เปิดฝาบ่อทิ้งไว้	19.4
2. ใช้สิ่งของกวนลมภายในบ่อให้มีอากาศข้างนอกลงไปบ้าง	11.3
3. ใช้อะไรแบน ๆ พัดให้ลมลงไปในบ่อสักพักใหญ่ ๆ	10.5
4. ไม่มีวิธีการอะไร ต้องเสี่ยงดวงเอาเอง	1.6
5. อื่น ๆ	15.3

4. ราดน้ำลงไปในบ่อ ใช้น้ำประมาณ 3-4 ถัง ชาวบ้านเชื่อว่าจะทำให้เกิดออกซิเจนมากขึ้น แต่วิธีการนี้ยังไม่มีหลักทางวิชาการรับรอง
5. ใช้ก้อนน้ำแข็งมัดด้วยเชือกแล้วหย่อนลงไปในบ่อ หรือนำน้ำแข็งใส่ถังลงไปด้วย แต่วิธีการนี้ยังไม่มีหลักทางวิชาการรับรอง

อภิปรายผลการศึกษา

ตามข้อมูลของกระทรวงแรงงานของประเทศสหรัฐอเมริกา การเสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสในสถานที่อับอากาศอยู่ระหว่าง 81 คน (ค.ศ. 1998) – 100 คน (ค.ศ. 2000) ค่าเฉลี่ยภายในเวลา 5 ปี คือ 92 คนต่อปี (http://www.cdc.gov/niosh/topics/confinedspace/) สำหรับประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2546-2549 มีอุบัติเหตุในสถานที่อับอากาศ 8 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต 24 ราย และบาดเจ็บ 34 ราย ในจำนวนที่เสียชีวิตนั้น มีสาเหตุจากการขาดออกซิเจน 60% และได้รับแก๊สพิษและสาเหตุอื่น ๆ 40% เป็นที่น่าสังเกตว่า ในจำนวนที่เสียชีวิตนั้น เป็นผู้ที่เข้าไปช่วยเหลือ 56% และเป็นผู้ประสบเหตุในครั้งแรก 44% (ผู้จัดการออนไลน์ วันที่ 1 พฤษภาคม 2550)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อก่อนจะเข้าไปทำงานในพื้นที่อับอากาศ ต้องตรวจสอบ (1) ปริมาณออกซิเจน (oxygen content) โดยมีระดับออกซิเจนที่ยอมรับได้คือ 19.5% - 23.5% โดยปริมาตร (2) แก๊สและไอระเหยไวไฟ โดยมีระดับ flammability ที่ยอมรับได้คือ ไม่เกิน 10% ของ Lower Flammable Limit (LFL) และ (3) สารพิษปนเปื้อนในอากาศอื่น ๆ ที่เป็นไปได้ โดยมีระดับ toxicity ที่ยอมรับได้คือ ไม่เกิน ACGIH exposure limits หรือระดับอื่นที่ตีพิมพ์และยอมรับ (เช่น OSHA PELs และ NIOSH RELs) ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบต้องผ่านการรับรองมาตรฐานจากห้องปฏิบัติการระดับชาติ เช่น Underwriters Laboratories หรือ Factory Mutual Systems (ANSI, 1989) แต่ด้วยคุณภาพชีวิตของชาวนาในขณะนี้ คงเป็นไปได้ยากที่ชาวนาจะสามารถซื้อหรือจัดหาเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ก่อนลงไปในบ่อน้ำ จึงทำได้แต่เพียงการเพิ่มการระบายอากาศ โดยมีสมมุติฐานสถานการณ์เลวร้ายที่สุดไว้ก่อนเสมอว่า บ่อน้ำตื้นมีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าปกติ และอาจมีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ปะปนในอากาศภายในบ่อ เพื่อที่จะได้ (1) ระวังตัวในขณะที่ทำงานภายในบ่อน้ำตื้นเสมอ (2) ระบายอากาศก่อนลงไปในบ่อน้ำ (3) มีคนช่วยเฝ้าดูที่ปากบ่อตลอดเวลา (4) มีอุปกรณ์ชักรอกหรือดึงคนออกจากบ่อที่แข็งแรงและสะดวก (5) สามารถนำส่งโรงพยาบาลได้ทันการณ์

นอกจากนี้ ชาวนาควรขจัดความเชื่อผิด ๆ เรื่อง (1) การตรวจสอบบ่อว่าปลอดภัย เช่น บ่อน้ำขังปลอดภัย บ่อแห้งธรรมชาติปลอดภัย บ่อน้ำขังแล้วสูบให้แห้งไม่ปลอดภัย บ่อที่แสงแดดส่องถึงก้นบ่อปลอดภัย เป็นต้น เนื่องจากไม่ว่าบ่อชนิดใดล้วนแต่เป็นสถานที่อับอากาศทั้งสิ้น และ (2) การสร้างความปลอดภัย เช่น นำน้ำแข็งลงไปด้วยแล้วปลอดภัย ราดน้ำลงไปในบ่อก่อนแล้วปลอดภัย ห้อยพระเครื่องลงไปแล้วปลอดภัย ลงไปในบ่อในช่วงเวลาเช้าจะปลอดภัย ถ้าสัตว์เล็กที่ตกลงไปในบ่อไม่ตายจะปลอดภัย เป็นต้น เนื่องจากยังไม่มีการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการป้องกันการขาดอากาศหายใจ

1. ยึดหลัก "ปลอดภัยไว้ก่อน" เสมอ
2. ไปทำงานอย่างน้อย 3 คน เสมอ คือ (1) ผู้ลงไปทำงานในบ่อ 1 คน เรียกว่า คนงานที่ 1 (2) ผู้เฝ้าระวังอยู่ปากหลุมหรือทางขึ้นลง 1 คน เรียกว่า คนงานที่ 2 และ (3) ผู้คอยช่วยเหลืออยู่บริเวณรอบนอก 1 คน เรียกว่า คนงานที่ 3
3. เตรียมเชือกขนาดใหญ่ หรืออุปกรณ์สำหรับจุดลากขึ้นจากก้นบ่อ เช่น ชิงช้า หรือกระเช้า แล้วโยงกับเชือกขนาดใหญ่ชักผ่านรอกผ่อนแรง เพื่อให้ยกร่างกายของผู้ประสบเหตุขึ้นมาได้ทันท่วงทีหรือทำการกู้ศพได้ง่าย เป็นต้น อุปกรณ์ช่วยหายใจ เข็มขัดนิรภัย สายซูชีพ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เหมาะสม
4. ถ้าเป็นไปได้และมีเครื่องมือ ให้ตรวจสอบปริมาณออกซิเจน และแก๊สพิษในบ่อน้ำที่อับอากาศ และเก็บบันทึกผลการตรวจ ถ้าออกซิเจนต่ำกว่า 18% โดยปริมาตร ให้ระบายอากาศหรือยุติการทำงาน
5. ระบายอากาศให้ปลอดภัย โดยการเปิดพัดลมเป่าจากปากบ่อเข้าสู่ภายในบ่ออยู่ตลอดเวลาในขณะที่คนงานที่ 1 ทำงานอยู่ที่ก้นบ่อ พัดลมสามารถประดิษฐ์ขึ้นโดยใช้แรงเหวี่ยงจากเครื่องยนต์รถไถนาได้ หรือกรณีที่มีไฟฟ้าก็เปิดเครื่องพัดลมไฟฟ้าทั่วไปได้ตามปกติ
6. ห้ามจุดไฟภายในบ่อ เช่น จุดเทียน จุดตะเกียง และเผากระดาษโยนก่อนลงในบ่อ เพราะการเผาไหม้จะทำให้ออกซิเจนถูกนำไปใช้และมีปริมาณลดน้อยลง

7. ห้ามติดเครื่องยนต์ภายในบ่อ เนื่องจากควันไอเสียมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เป็นพิษ ในกรณีที่สูบน้ำบาดาลอยู่แล้วสายพานขาด ต้องให้แน่ใจว่าบ่อน้ำมีการระบายไอเสียที่ออกมาจากเครื่องยนต์ที่ปากบ่อออกจนหมดเสียก่อน
8. ผูกเชือกรอบตัว 2 คน ด้านหนึ่งคือคนงานที่ 1 ที่ก้นบ่อ อีกด้านหนึ่งคือคนงานที่ 2 ที่ปากบ่อ ให้เชื่อมโยงเชือกนี้ไว้ตลอดเวลา ในกรณีที่มีชิงช้าสำหรับ 2 คนดึง ให้มัดเชือกจากชิงช้าอีกเส้นหนึ่งไว้กับคนงานที่ 1 เสมอ เพื่อที่คนงานที่ 2 และ 3 จะสามารถดึงคนงานที่ 1 ในสภาพหมดสติขึ้นมาจากบ่อได้ทันที
9. คนงานที่ 1 ไต่ลงไปทำงานในบ่อ ให้คนงานที่ 2 ถามคำถามว่า "เป็นไง" ในทุกนาทีที่ผ่านไป และให้คนงานที่ 1 ตอบว่า "สบายดี" เสมอ เนื่องจากการหมดสติอาจเกิดขึ้นภายในเวลาเพียง 2-3 นาที
10. ถ้าคนงานที่ 2 พบความผิดปกติกับคนงานที่ 1 เช่น สังเกตเห็นว่าคนงานที่ 1 มีอาการปัปกิริยาเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ ไม่ตอบคำถาม มีอาการอ่อนเพลีย มึนงง หรือใกล้หมดสติ ให้คนงานที่ 2 เรียกคนงานที่ 3 มาช่วยกันฉุดลากคนงานที่ 1 ขึ้นมาทันที
11. ถ้าเชือกขาดจนไม่สามารถดึงคนงานที่ 1 ในบ่อน้ำขึ้นมาได้และคนงานที่ 1 หมดสติแล้วเกินกว่า 5 นาที ห้ามผู้ใดลงไปช่วยอีก เพราะจะทำให้เสียชีวิตเพิ่มเป็นคนที่สอง ให้คนงานที่ 2 และ 3 โทรศัพท์ถึงหน่วยกู้ชีพที่มีเครื่องช่วยหายใจมาช่วยกันดึงศพคนงานที่ 1 ออกมาจากบ่อ ต้องตั้งสติ ทำใจยอมรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และไม่ยอมให้มีการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นอีก

ขั้นตอนการแก้ไขการขาดอากาศหายใจ

1. **เมื่อนำคนงานที่ 1 ที่หมดสติขึ้นมาจากบ่อน้ำได้ ให้เขย่าตัวและเรียกชื่อเพื่อทดสอบสติสัมปัชชัญญะ**
2. ถ้าพบว่าคนงานที่ 1 หมดสติ ให้คนงานที่ 3 ร้องเรียกคนอื่นช่วยเหลือ หรือโทรศัพท์เรียกรถพยาบาลฉุกเฉินที่หมายเลข 1669 และอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น สภาพผู้ป่วย และสถานที่เกิดเหตุ เพื่อที่จะได้เตรียมความพร้อมและเครื่องมือมาด้วยอย่างเหมาะสม แล้วกลับมาช่วยคนงานที่ 2 ช่วยชีวิต
3. คนงานที่ 2 ทำการช่วยชีวิตเบื้องต้น โดยตรวจดูว่ามีการหายใจหรือไม่ ถ้าไม่หายใจ ให้ช่วยหายใจโดยใช้วิธีการกู้ฟื้นคืนชีพ (cardiopulmonary resuscitation, CPR) โดยการเป่าปาก 2 ครั้ง แล้วตรวจดูชีพจรที่คอว่า หัวใจยังเต้นอยู่หรือไม่ ถ้าหัวใจไม่เต้นให้ทำการปั๊มหัวใจ โดยเอามือทั้งสองข้างวางซ้อนทับกัน ใช้สันมือกดตรงกึ่งกลางระว่างหน้าอกหรือเหนือลิ้นปี่เล็กน้อย กดลงให้หน้าอกยุบลงไปประมาณ 2 นิ้ว ทำอย่างต่อเนื่องเป็นจังหวะจนกว่าคนป่วยจะหายใจได้เอง มีชีพจรเต้น หรือฟื้นคืนสติ แล้วนำส่งโรงพยาบาลทันที

ขั้นตอนการกู้ศพออกจากบ่อน้ำ

1. ระบายอากาศให้มากที่สุด เช่น เป่าอากาศลงไปในบ่อ กวนลมในบ่อให้อากาศหมุนเวียนอย่ามุงดูจนแน่นเกินไป อย่าจุดไฟหรือกระทำการใดที่ลดออกซิเจนหรือเพิ่มแก๊สอื่น ๆ
2. **พนักงานกู้ชีพต้องสวมเครื่องช่วยหายใจที่มีออกซิเจน** (supplied-air respirators, SCBA type) **ห้ามมิให้ผู้ใดที่ไม่มีเครื่องมือดังกล่าวลงไปทำงานในบ่อโดยเด็ดขาด เพราะว่าจะทำให้เสียชีวิตภายในเวลา 2-3 นาที และไม่ประมาทโดยเด็ดขาด**

บทที่ 5

บทสรุป

1. การเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นอันตรายที่มองไม่เห็น เพราะเกิดขึ้นจากการขาดออกซิเจนและการได้รับพิษต่าง ๆ เช่น คาร์บอนมอนนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์

2. แก๊สเหล่านี้ไม่มีสี ทำให้ชาวนาที่ลงไปในบ่อรู้สึกปวดศีรษะ มึนงง วิงเวียน คลื่นไส้ อ่อนแรง หมดสติ และเสียชีวิตได้

3. การเสียชีวิตที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้นซ้ำซากจากผู้ที่ไปช่วยเหลือตามลงไปในบ่อเพื่อช่วยผู้ประสบเหตุหรือกู้ศพออกจากบ่อ เมื่อเป็นเช่นนี้ ทุกคนที่ลงไปในบ่อต้องระวังความปลอดภัยเสมอ

4. การทำงานในบ่อต้องทำงานอย่างน้อย 3 คน ลงไปในบ่อ 1 คน และอีก 2 คน คอยช่วยเหลืออยู่ที่ปากบ่อ ใช้พัดลมเป่าอากาศลงไปในบ่อ ใช้เครื่องทุ่นแรงยกร่างกายของผู้ประสบเหตุขึ้นมาจากบ่อ หากทำได้เช่นนี้ การเสียชีวิตของชาวนาจากการขาดออกซิเจนในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่ใช้เพื่อการชลประทานนาข้าวจะหมดไปจากประเทศไทยได้ในที่สุด

บรรณานุกรม

กิจการ พรหมมา (2546) น้ำบาดาลระดับตื้น. ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 114 หน้า.

กิจการ พรหมมา (2547) อุทกธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม. ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 336 หน้า.

กิจการ พรหมมา (2550) การจำลองแบบการบริหารจัดการน้ำบาดาลอย่างเป็นระบบเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้ง ณ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จังหวัดพิษณุโลก. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กิจการ พรหมมา (2550) การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลระดับตื้นเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้ง. ใน Proceedings การประชุมทางวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 3. 28-29 กรกฎาคม 2550. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กิจการ พรหมมา (2551) การลดหนี้สินของชาวนาผู้ใช้น้ำบาดาลระดับตื้นที่เกิดขึ้นจากวิกฤตราคาน้ำมันเพื่อชีวิตผาสุกตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กิจการ พรหมมา, อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ, จรัสดาว คงเมือง, จรัญธร บุญญานุภาพ และวิภา หอมหวล (2545) ผลกระทบของการใช้น้ำบาดาลบ่อตื้นก่อนและหลังการบำบัดคุณภาพน้ำที่มีต่อสภาพแวดล้อมในนาข้าวและชุมชนใกล้เคียงในเขตจังหวัดพิษณุโลก. รายงานการวิจัยปีที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

จตุพร เสือมี (2547) การจำลองการเติมน้ำบาดาลเทียมโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชินากร สุวรรณประสิทธิ์ (2550) การทรุดบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นเพื่อใช้ทำนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ดวงจันทร์ สิทธิเหรียญชัย (2544) การปรับปรุงเกณฑ์การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดขยะโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะในพื้นที่เขตร้อน ทดสอบ ณ สถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยเทศบาลนครพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ประจญยุทธ ยิ้มแพร (2547) การสะสมของเหล็กและแมงกานีสจากน้ำบาดาลบ่อตื้นเข้าสู่ดินนาและข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วรชาติ พวงเงิน (2547) การกำจัดเหล็กในน้ำบาดาลบ่อตื้นโดยใช้วัสดุเหลือใช้จากการทำนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วรรณภา แพ่งประสิทธิ์ (2549) ความต่อเนื่องทางกายภาพและเคมีของชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นในแอ่งเจ้าพระยาตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สถิต บุญเป็ง (2546) การจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ณ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สนอง ปะทะนมปี (2547) การจัดการน้ำบาดาลบ่อตื้นเพื่อการเกษตรในพื้นที่ชลประทาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สหัถยา ลาดปาละ (2545) การปนเปื้อนของมลพิษจากน้ำชะขยะในน้ำบาดาลบริเวณสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยเทศบาลนครพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุกัญญา หนูทอง (2550) การวางแปลงสุ่มบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นเพื่อคำนวณปริมาณการสูบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ, กิจการ พรหมมา และสมชาย บุญประดับ (2546) ผลกระทบของการใช้น้ำบาดาลบ่อตื้นก่อนและหลังการบำบัดคุณภาพน้ำที่มีต่อสภาพแวดล้อมในนาข้าวและชุมชนใกล้เคียงในเขตจังหวัดพิษณุโลก. รายงานการวิจัยปีที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

Acharya, G. (2004) The role of economic analysis in groundwater management in semi–arid regions: The case of Nigeria. Hydrogeology Journal, 12 (1), 33–39.

Alley, W.M., Reilly, T.E., Franke, O.L. (1999) Sustainability of Groundwater Resources. U.S. Geological Survey Circular 1186.

American National Standards Institute (ANSI) (1989) Safety Requirements for Confined Spaces, ANSI Z117.1

Appelo, C.A.J., Postma, D. (1993) Geochemistry, Groundwater and Pollution. Amsterdam: Balkema.

Barrett, M.H., Howard, A.G. (2002) Urban Groundwater and Sanitation–Developed and Developing Countries, in Howard, K.W.F., Israfilov, R.G. (eds), "Current Problems in Hydrogeology in Urban Areas", Kluwer, Dordrecht, 39–56.

Brown, L.J. (1993) Sustainable, Long–Range Rational Management of Groundwater Resources, in Zoller, U. (ed), "Groundwater Contamination and Control", Marcel Dekker Inc., New York, 675–695.

Chebaane, M., El–Naser, H., Fitch, J., Hijazi, A., Jabbarin, A. (2004) Participatory groundwater management in Jordan: Development and analysis of options. Hydrogeology Journal, 12 (1), 14–32.

Custodio, E. (2002) Aquifer overexploitation: What does it mean? Hydrogeology Journal, 10, 254–277.

de Vries, J.J., Simmers, I. (2002) Groundwater recharge: An overview of processes and challenges. Hydrogeology Journal, 10, 5–17.

Department of Mineral Resources (2001) Hydrogeologic Map of Phitsanulok, Scale 1:100,000, Department of Mineral Resources, Bangkok.

Drangert, J.O., Cronin, A.A. (2004) Use and abuse of the urban groundwater resource: Implications for a new management strategy. Hydrogeology Journal, 12 (1), 94–102.

DuMars, C.T., Minier, J.D. (2004) The evolution of groundwater rights and groundwater management in New Mexico and the western United States. Hydrogeology Journal, 12 (1), 40–51.

Environmental Solutions Inc (2001) Guide to Using Groundwater Vistas Version 3. Herndon: Environmental Solutions Inc.

Foster, S., Garduno, H., Evans, R., Olson, D., Tian, Y., Zhang, W., Han, Z. (2004) Quaternary aquifer of the North China Plain–Assessing and achieving groundwater resource sustainability. Hydrogeology Journal, 12 (1), 81–93.

Freeze, R.A., Cherry, J.A. (1979) Groundwater. New Jersey:Prentice Hall.

Harbaugh, A.W., Banta, E.R., Hill, M.C., McDonald, M.G. (2000) MODFLOW–2000, the U.S. Geological Survey Modular Groundwater Model: User Guide to Modularization Concepts and the Groundwater Flow Process, USGS Open–File Report 00–92, U.S. Geological Survey, Virginia.

Jacobs, K.L., Holway, J.M. (2004) Managing for sustainability in an arid climate: Lessons learned from 20 years of groundwater management in Arizona, USA. Hydrogeology Journal, 12 (1), 52–65.

Kemper, K.E. (2004) Groundwater–from development to management. Hydrogeology Journal, 12 (1), 3–5.

Morses, C.O., Nordstrom, D.K., Herman, J.S., Mills, A.L. (1987) Aqueous pyrite oxidation by dissolved oxygen and by ferric iron. Geochimica et Cosmochimica Acta, 51, 1561–1571.

National Institute for Occupational Safety and Health (1972) Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Carbon Monoxide. HSM Publication 73-11000.

National Institute for Occupational Safety and Health. (1979). Criteria for a Recommended Standard, Working in Confined Spaces. DHEW (NIOSH) Publication No. 80-106.

Nordstrom, D.K. (1982) Aqueous pyrite oxidation and the consequent formation of secondary iron minerals. In Nordstrom, D.K. (ed), Soil Science Society of America Special Publication 10, 37–56.

Promma, K. (1999) Multidisciplinary studies for sustainable development of geologic resources in Thailand. In Khantaprab, Ch. (ed) Proceedings of the Symposium on Mineral, Energy, and Water Resources of Thailand: Towards the year 2000, Bangkok, October 28–29, 1999, 290–293.

Promma, K. (2004) Urban growth into problematic shallow groundwater resources. In Proceedings of the 2004 International Conference on Water Sensitive Urban Design, Adelaide, Australia, 418-427.

Promma, K., Preechaharn, A., Kongmuang, C., Boonyanuphap, J., Homhaul, W. (2002) Shallow–well groundwater quality and potential contamination to paddy soils, Phitsanulok, Thailand. In Proceedings of the International Seminar on Soil and Environmental Quality, Bangkok, May 6–11, 2002, 109–120.

Promma, K., Zheng, C., Asnachinda, P. (2007) Groundwater and surface-water interactions in a confined alluvial aquifer between two rivers: Effects of groundwater flow dynamics on high iron anomaly. Hydrogeology Journal, 15(3): 495-513.

Sakiyan, J., Yazicgil, H. (2004) Sustainable development and management of an aquifer system in western Turkey. Hydrogeology Journal, 12 (1), 66–80.

Sandoval, R. (2004) A participatory approach to integrated aquifer management: The case of Guanajuato State, Mexico. Hydrogeology Journal, 12 (1), 6–13.

Scanlon, B.R., Healy, R.W., Cook, P.G. (2002) Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. Hydrogeology Journal, 10, 18–39.

Schlager, E. (2007) Community management of groundwater. In Giordano, M., Villholth, K.G. (eds), The Agricultural Groundwater Revolution: Opportunities and Threats to Development. Oxfordshire: CABI.

Sophocleous, M. (1997) Managing water resources systems: Why "safe yield" is not sustainable? Ground Water, 35 (4), 561.

van Steenbergen, F. (2006) Promoting local management in groundwater. Hydrogeology Journal, 14, 380–391.

Wongsawadi, S. (1999) Groundwater resources of Thailand and development. In Khantaprab, Ch. (ed) Proceedings of the Symposium on Mineral, Energy, and Water Resources of Thailand: Towards the year 2000, Bangkok, October 28–29, 1999, 6–16.

Wood, W.W. (2001) Water sustainability–Science or management? Ground Water, 39 (5), 641.

	แบบสอบถามการเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาลและวิธีการป้องกันแก้ไข
	ตอบโดยตัวแทนประชาชนและเจ้าหน้าที่ของรัฐ
	ดำเนินการโดย รองศาสตราจารย์ ดร.กิจการ พรหมมา และคณะ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
	โครงการวิจัยการเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่สูบใช้เพื่อการชลประทานในนาข้าว สนับสนุนโดยกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร ปี พ.ศ. 2552

ที่มาของการสำรวจและประโยชน์ที่ได้รับ

อดีตที่ผ่านมามีคนตกลงไปตายในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้น (ตามภาพ) ทุกปี ๆ ละหลายคน แต่ยังไม่เคยมีการสำรวจจำนวนการเสียชีวิตอย่างเป็นทางการ วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยและการป้องกันแก้ไข มีเพียงคำบอกเล่า และรายงานในหน้าหนังสือพิมพ์ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับน้ำบาดาลระดับตื้นเป็นเวลานานกว่า 10 ปี จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการให้ข้อมูลเพื่อจัดทำสถิติและศึกษาค้นคว้าต่อไป ขอขอบคุณอย่างยิ่ง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบ

☐ ไม่ประสงค์จะบอกชื่อ-นามสกุล

ชื่อ .....

ที่อยู่ .....

หมายเลขโทรศัพท์.....

ผู้กรอกข้อมูลเป็น ☐ ประชาชนทั่วไปที่ถูกสุ่มสอบถาม

☐ กำนัน ☐ ผู้ใหญ่บ้าน ☐ คนในครอบครัวของผู้ใหญ่บ้าน ☐ ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน

☐ นายก อบต. ☐ สมาชิก อบต. ☐ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ☐ อสม.

☐ ตำแหน่งอื่น ๆ คือ.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการเสียชีวิตในบ่อน้ำบาดาล

1. ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา มีคนตายจากการตกลงไปในบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ของท่านกี่คน .....คน

2. ท่านพอจะบอกชื่อ-นามสกุลของคนตกบ่อน้ำตายได้ไหม

ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....

ที่อยู่ (ถ้ามี).....

ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....

ที่อยู่ (ถ้ามี).....

ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....

ที่อยู่ (ถ้ามี).....

ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....

ที่อยู่ (ถ้ามี).....

ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....

ที่อยู่ (ถ้ามี).....

ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....

ที่อยู่ (ถ้ามี).....

ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....
ที่อยู่ (ถ้ามี).....
ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....
ที่อยู่ (ถ้ามี).....
ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....
ที่อยู่ (ถ้ามี).....
ชื่อ .....ปี พ.ศ. ที่ตาย.....
ที่อยู่ (ถ้ามี).....

ถ้าเนื้อที่ไม่พอเขียน ให้เขียนในเนื้อที่ว่างของกระดาษตรงไหนเพิ่มเติมก็ได้

3. สาเหตุส่วนใหญ่ที่ลงไปตายในบ่อน้ำคือ (เลือกได้มากกว่า 1 อย่าง)

☐ ลงไปต่อสายพานกับเครื่องสูบน้ำบาดาล ☐ ลงไปช่วยชีวิตคนที่ตกลงไปก่อนหน้านั้น ☐ พลัดตกลงไปโดยไม่ตั้งใจ
☐ ลงไปซ่อมเครื่องสูบน้ำบาดาล ☐ ลงไปขุดบ่อน้ำหรือซ่อมเครื่อง ☐ ประมาทและชะล่าใจเกินไป ☐ เป็นกรรมเก่า
☐ อื่น ๆ (ระบุ) .....

4. ท่านเชื่อว่าสาเหตุที่คนภายในบ่อต้องตายเพราะอะไร (เลือกได้มากกว่า 1 อย่าง)

☐ อากาศไม่หมุนเวียนลงไปในบ่อ ☐ ปิดฝาบ่อนานเกินไป ☐ ขาดอากาศหายใจ ☐ ขาดก๊าซออกซิเจนหายใจ
☐ อากาศร้อนจัด ☐ หน้ามืดเป็นลม ☐ มีก๊าซพิษในบ่อ ☐ ถูกสัตว์พิษกัดต่อยในบ่อ ☐ ร้องเรียกให้ช่วยแต่ไม่มีใครได้ยิน
☐ ไม่ทำพิธีขอขมาก่อนเจาะบ่อหรือลงไปเอาน้ำ ☐ มีสิ่งลึกลับมาเอาวิญญาณคนสูบน้ำบาดาลไปทุกปี
☐ อื่น ๆ (ระบุ) .....

ส่วนที่ 3 วิธีการป้องกันแก้ไข

1. ท่านรู้จักหรือมีวิธีการอะไรในการตรวจสอบว่าลงไปในบ่อแล้วจะปลอดภัย

☐ จุดเทียนหรือตะเกียงลงไป ถ้าเทียนไม่ดับก็ปลอดภัย ☐ ดมกลิ่น ถ้าไม่มีกลิ่นแปลก ๆ ก็ปลอดภัย
☐ ดูสภาพภายในบ่อว่าแปลกตาไปจากเดิมไหม ถ้าไม่แปลกก็ปลอดภัย ☐ เอาสัตว์เล็กหย่อนลงไป ถ้าไม่ตายก็ปลอดภัย
☐ อื่น ๆ (ระบุ) .....
.....
.....
.....

2. ท่านรู้จักหรือมีวิธีการอะไรในการเพิ่มอากาศในบ่อน้ำก่อนลงไปภายในบ่อ

☐ เปิดฝาบ่อไว้ 1-2 วัน ☐ ใช้อะไรแบน ๆ พัดให้ลมลงไปในบ่อสักพักใหญ่ ๆ
☐ ใช้อะไรก็ได้กวนลมภายในบ่อให้พอมีอากาศข้างนอกลงไปบ้าง ☐ ไม่มีวิธีการอะไร ต้องเสี่ยงดวงเอาเอง
☐ อื่น ๆ (ระบุ) .....
.....
.....
.....

3. ท่านยินดีจะพาคณะวิจัยไปดูการสาธิตวิธีการตรวจสอบก่อนลงไปในบ่อหรือวิธีการเพิ่มอากาศในบ่อน้ำ

☐ ยินดีพาไป ☐ ไม่ว่างพาไป ☐ มีคนอื่นพาไปแทน (ระบุชื่อ-โทรศัพท์ติดต่อ) .....

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านที่กรุณาสละเวลาในการกรอกแบบสอบถามนี้เป็นอย่างสูง
กรุณาพับใส่ซองจดหมายที่เตรียมไว้แล้ว และส่งกลับ ขอขอบคุณ

☐ ต้องการทราบผลการวิจัยทางไปรษณีย์

การเสียชีวิตของชาวนาจากการขาดออกซิเจนในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่ใช้เพื่อการชลประทานนาข้าว: กรณีศึกษาจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร

Farmer's Death by Oxygen Depletion in Shallow Groundwater Wells Used for Paddy Irrigation: A Case Study of Phitsanulok and Phichit

กิจการ พรหมมา[1,*] และ ลลิตกร พรหมมา[2]

Kitchakarn Promma[1,*] and Lalitkorn Promma[2]

[1]ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[2]ภาควิชาทันตกรรมโรงพยาบาล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1]Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Naresuan University, Maung, Phitsanulok 65000

[2]Department of Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Maung, Phitsanulok 65000

*Corresponding author. E-mail address: kitpromma@yahoo.com

บทคัดย่อ

ชาวนาจำนวนมากในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยใช้น้ำบาดาลระดับตื้นทำนา โดยต้องลงไปก้นบ่อน้ำเพื่อติดตั้งสายพาน ซ่อมเครื่องสูบน้ำ และทำความสะอาด แต่บ่อน้ำซึ่งเป็นสถานที่อับอากาศทำให้ชาวนาเสียชีวิต วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือเพื่อรวบรวมสถิติการเสียชีวิตของชาวนาที่เกิดจากการขาดอากาศในบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นในจังหวัดพิษณุโลกและพิจิตร และเพื่อเสนอแนะวิธีการป้องกันการเสียชีวิต วิธีการศึกษาใช้การรวบรวมผลงานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับทฤษฎีทางเคมีและธรณีวิทยา และสอบถามสถิติและภูมิปัญญาชาวบ้านจากผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่ศึกษารวม 1,162 หมู่บ้าน ผลการวิจัยแสดงว่า ชาวนาเสียชีวิตเนื่องจากในบ่อมีออกซิเจนน้อยกว่า 18% และชาวนาสูดดมแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์จนรู้สึกอ่อนล้า มึนงง หมดสติ และเสียชีวิตในที่สุด ออกซิเจนลดลงเนื่องจากการหมุนเวียนของออกซิเจนลดลงตามความลึกของบ่อน้ำ สารอินทรีย์สลายตัวในดินและน้ำ และเกิดสนิมเหล็ก ในพื้นที่ศึกษามีผู้เสียชีวิตจำนวน 11 คน บาดเจ็บสาหัส 5 คน คิดเป็น 4.6 คนต่อ 1,000 บ่อ เหตุร้ายส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อชาวนาลงไปต่อสายพาน ใส่และซ่อมเครื่องสูบน้ำบาดาล และดินถล่มทับ วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยส่วนใหญ่คือจุดเทียน ตะเกียง หรือผ้าชุบน้ำมันแล้วหย่อนลงไปในบ่อ ส่วนวิธีการเพิ่มออกซิเจนส่วนใหญ่คือเปิดฝาบ่อทิ้งไว้ ชาวนาต้องการใช้พัดลมเป่าอากาศลงในบ่อแต่ขาดไฟฟ้า วิธีการป้องกันคือยึดหลักปลอดภัยไว้ก่อน ทำงานอย่างน้อย 3 คน ให้คนงานทำงานอยู่บนอุปกรณ์สำหรับยกคนขึ้นจากบ่อ ระบายอากาศ ห้ามจุดไฟและเครื่องยนต์ในบ่อ หมั่นทดสอบสติโดยส่งเสียงโต้ตอบกัน ถ้าพบความผิดปกติ ให้ช่วยกันยกคนงานขึ้นมาจากบ่อทันที ถ้าไม่มีวิธีช่วยดึงขึ้นได้และคนป่วยหมดสติแล้วเกินกว่า 5 นาที ห้ามผู้ใดลงไปช่วยโดยไม่สวมเครื่องช่วยหายใจ แต่ถ้าช่วยดึงขึ้นมาได้ก่อน ต้องปฐมพยาบาล ร้องขอความช่วยเหลือ และโทรศัพท์เรียกรถพยาบาลฉุกเฉิน ผู้กู้ศพต้องสวมเครื่องช่วยหายใจที่มีออกซิเจนเสมอ

คำสำคัญ: การเสียชีวิต , การขาดออกซิเจน , บ่อน้ำบาดาลระดับตื้น , การชลประทานนาข้าว , พิษณุโลก , พิจิตร

Abstract

A lot of farmers in lower Northern Thailand use shallow groundwater. They must get into the well to connect a cable, repair a pump, and clean the well. However, the well, a confined space, makes the farmers die inside. Objectives of this study were to count death tolls and injuries caused by oxygen depletion in the shallow well in Phitsanulok-Phichit and to suggest protection and rescue methods. Methods include literature review and sending questionaires about accident history and local wisdom to village heads of 1,162 villages. Results show that farmers died inside the well because the oxygen content was below 18% and the farmers breathed in CO and CO_2 which made they feel dizzy, unconscious, and eventually die. The oxygen depletion is caused by low air circulation decreasing as a function of depth, decomposition of organic matter, and iron oxide formation. In the study area, the fatality includes 11 deaths and 5 severe injuries or, on an average, 4.6 cases per thousand of wells. Common cases occurred when farmers worked for pump and well maintenance. A mojor security test was to light up fire on candles, lamps, or clothes soaked by fuel and place them into the well. Most farmers increased the oxygen by uncovering the well. The protection method is to strictly follow the rule of safety first, work as a team of 3 farmers, always work on a lift capable of pulling the victim out of the well, maintain good ventilation, prohibit fire and engine emission inside the well, and always test the worker's conciousness by conversation. Whenever appropriate, pull the worker immediately out of the well. If an unsuccessful rescue lasts over 5 minutes, none must get into the well. If the rescue is successful, the first aid must apply to the patient while seeking additional helps and calling an emergency crew. Volunteers who recover the dead body must wear supplied-air respirators, SCBA type.

Keywords: Death Oxygen depletion Shallow groundwater well Paddy Irrigation Phitsanulok Phichit

Hatheway A.W., Y. Kanaori, T. Cheema, J. Griffiths, and K. Promma. 2005. Tenth annual report on the international status of engineering geology—year 2004–2005: Encompassing hydrogeology, environmental geology and the applied geosciences. Engineering Geology 81: 99-130. (Impact Factor ปี 2005 มีค่า 1.040)

Hatheway A.W., Y. Kanaori, T. Cheema, J. Griffiths, and K. Promma. 2004. Ninth annual report on the international status of engineering geology—year 2003–2004: Encompassing hydrogeology, environmental geology and the applied geosciences. Engineering Geology 74: 1-31 (Impact Factor ปี 2005 มีค่า 1.040)

Promma K. 2004. Urban growth into problematic shallow groundwater resources. In Proceedings of the 2004 International Conference on Water Sensitive Urban Design, 418-427. Adelaide, Australia. วช.

Promma K. 2003. Integrated management of shallow groundwater resources. In Abstract, International Conference on Water Resources Management for Safe Drinking Water, 26 (abstract). Chiang Mai, Thailand: Chiang Mai University. วช.

Promma K, A Preechaharn, C Kongmuang, J Boonyanuphap, and W Homhaul. 2002. Shallow-well groundwater quality and potential contamination to paddy soils, Phitsanulok, Thailand. In Proceedings, International Seminar on Soil and Environmental Quality, 109-120. Bangkok, Thailand: Kasetsart University. วช.

Promma K. 2001. Using P-wave velocity logs with petrofabric effects to map natural and blast-induced fractures in hard rocks. Environmental and Engineering Geoscience 7: 267-279. (Impact Factor ปี 2005 มีค่า 0.464) U.S. Bureau of Mines

Promma K. 2001. Sustainable development of groundwater resources in Thailand during global warming. In Abstracts, Regional Conference on Global Change and Sustainable Development in Southeast Asia, 24 (abstract). Chiang Mai, Thailand: Southeast Asian Regional Committee for START. วช.

Promma K. 2000. Roles of environmental geophysics in contaminant hydrogeology. In Proceedings, International Conference on Applied Geophysics, 127-148. Chiang Mai, Thailand: Chiang Mai University. สวทช.

11. งานบริการสังคม

- **สมาชิกตลอดชีพ สมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย**
- **สมาชิกตลอดชีพ International Association of Hydrological Sciences**
- **ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณค่าบทความวิจัยนานาชาติ ผลงานทางวิชาการรองศาสตราจารย์** ข้อเสนอโครงการวิจัย รางวัลงานวิจัยของอาจารย์และนิสิต สอบวิทยานิพนธ์ภายนอกสถาบัน
- กรรมการสอบคัดเลือกผู้รับทุนโครงการ พสวท. ศึกษา ณ ต่างประเทศ
- วิทยากรบรรยายพิเศษ อาจารย์พิเศษ มช. และ มรพส.
- กรรมการสำนักหอสมุด มน. กรรมการสภาวิชาการ มรพส.

12. รางวัลหรือทุนการศึกษา

- นักวิจัยพี่เลี้ยง อาจารย์ที่ปรึกษาทุน คปก. และเมธีวิจัย สกว.
- รางวัลศิษย์เก่าดีเด่น สมาคมนักเรียนเก่าและโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ปี พ.ศ. 2546
- รางวัลเรียนดี มูลนิธิศาสตราจารย์ ดร. แถบ นีละนิธิ ปี พ.ศ. 2531
- รางวัลที่ 1 ระดับประเทศ จากรัฐมนตรีว่าการทบวงมหาวิทยาลัย (ดร.สุบิน ปิ่นขยัน) การสอบ Pre-Entrance สายวิทยาศาสตร์ Center of Knowledge ปี พ.ศ. 2530
- ทุนรัฐบาลไทย (โครงการ พสวท.) ปี พ.ศ. 2531-2542
- Oswald Scholarship/Teaching Assistantship, Texas A&M University จำนวน 2 ปี