

เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดเหล็ก ออกจากน้ำบาดาล

ผศ. สำราญ เรืองศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รศ. เกรียงศักดิ์ เขียวยิ่ง

รองศาสตราจารย์

ภาควิชาพัฒนาสังคม

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นายพิศิษฐ์ เพชรศรี

ช่างเทคนิค 5

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

ไม่เพียงแต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะขาดแคลนแหล่งน้ำผิวดินที่จะใช้ในการอุปโภคบริโภคเท่านั้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือหลายจังหวัดยังประสบปัญหาในเรื่องคุณภาพน้ำใต้ดินอีกด้วย โดยเฉพาะสิ่งเจือปนที่ละลายอยู่เช่น เหล็ก แมงกานีส ความกระด้างและความเค็ม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณภาพน้ำใต้ดินไม่เหมาะสมในการอุปโภคบริโภค โครงการนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมในการหาเทคโนโลยีง่ายๆ ที่เหมาะสมระดับหมู่บ้านหรือชุมชน เพื่อแก้ไขปัญหาของสิ่งเจือปนที่อยู่ในน้ำดังกล่าว โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบกรองเร็วที่ใช้ทรายเป็นตัวกรอง แต่ระบบดังกล่าวนี้จะแตกต่างจากระบบทั่วไปตรงที่เป็นระบบกรองย้อนขึ้นบน ซึ่งการกรองชนิดนี้ถือว่าการกรองที่ถูกต้องที่สุด เพราะทรายจะกรองเอาตะกอนที่มีขนาดใหญ่ไว้ก่อนเป็นลำดับ

Appropriate technology for iron filtration from ground water

Mr. Samran Ruangsri

Assistant Professor

Department of Environmental Engineer

Faculty of Engineering Khon Kaen University

Mr. Kriangsak Kheawying

Associate Professor

Department of Social Development

Faculty of Mumanities and Social Sciences Khon Kaen University

Mr. Pisit Phetcharasri

Technician

Department of Environmental Engineer

Faculty of Engineering Khon Kaen University

Abstract

The Northeastern region of Thailand does not only face the problem of lack of surface water for consumption, but many provinces in the region also face the problem of poor quality underground water due to certain dissolved substances such as iron, manganese, hardness and salts. This project deals with the application village-level technology to eliminate the dissolved substances from the water, especially the iron and the manganese. The method depends on the principle of rapid filtration using sand as the filter, but it is an up-flow filtration. Such filtration is regarded as the best filtration method because the sand filters out the larger particles first.

บทนำ

ด้วยเหตุท้องที่ในชนบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูง มีความแห้งแล้ง มีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 1,100-1,800 มิลลิเมตรต่อปี แหล่งน้ำในการอุปโภคบริโภคเฉพาะแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีค่อนข้างจำกัด ไม่ว่าจะเป็นแม่น้ำ ลำคลอง ห้วย หนอง และบึงต่างๆ เช่น แม่น้ำมูล แม่น้ำชี แม่น้ำพอง หนองหาร ประกอบกับแหล่งน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติเหล่านี้ มักจะเกิดการเน่าเสียอยู่เสมอโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ทั้งนี้เป็นเพราะไม่ค่อยได้รับการดูแลเท่าที่ควรจากผู้รับผิดชอบ โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ใกล้เคียงแหล่งน้ำเหล่านี้มักจะปล่อยน้ำเสียที่ยังไม่ได้บำบัดที่ตีพอลงอยู่เสมอ ทำให้แหล่งน้ำได้รับผลกระทบ เป็นผลให้น้ำเสื่อมคุณภาพลง และเกิดการสูญเสียของสิ่งที่มีชีวิตในน้ำหลายชนิด

แหล่งน้ำผิวดินอื่นๆ ที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นมาเพื่อประโยชน์ด้านการเกษตรและชลประทานซึ่งก็มีหลายแห่งด้วยกัน อาทิเช่น เขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น เขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ เขื่อนลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์ และเขื่อนลำพระเพลิง จังหวัดนครราชสีมา นอกจากนี้แล้ว ยังมีแหล่งกักเก็บน้ำขนาดเล็กในเขตพื้นที่ต่างๆ อีกหลายแห่ง ที่หน่วยงานของรัฐก่อสร้างขึ้นเพื่อเก็บกักน้ำไว้ให้เกษตรกรใช้ แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ รัฐบาลจึงได้พยายามหาทางในการพัฒนาแหล่งน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ ก็ประสบกับปัญหามากมายหลายประการโดยเฉพาะในเรื่องสิ่งเจือปนในน้ำบาดาลได้แก่ ปัญหาเรื่องความเค็ม ความกระด้าง ตลอดจนปริมาณของแร่เหล็กและแมงกานีส ที่อยู่ในน้ำในปริมาณที่มากเกินไป ทำให้น้ำบาดาลที่ได้มามีปัญหาเรื่อง สี กลิ่น และรส ไม่เหมาะแก่การอุปโภคบริโภค หรือนำไปใช้สอยอย่างอื่น

ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงเล็งเห็นความสำคัญของปัญหา โดยเฉพาะความยากจนและสุขภาพอนามัย จึงได้ถือเป็นนโยบายหลักเพื่อการรณรงค์ลดปัญหาความยากจนของประชาชน โดยร่วมกับภาคเอกชนเพื่อวางโครงการจัดหาแหล่งน้ำให้แก่ประชาชนเช่น โครงการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ โครงการฝายน้ำล้น โครงการสร้างอ่างเก็บน้ำฝน โครงการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล และโครงการบ้นตุ่มรองรับน้ำฝน อย่างไรก็ตาม การจัดแหล่งน้ำให้แก่ประชาชนก็ยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร แม้รัฐบาลจะได้ทุ่มเทกำลังงบประมาณไปมากแล้วก็ตาม ในเรื่องของคุณภาพน้ำบาดาลยังไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก โดยเฉพาะสิ่งเจือปนคือ เหล็กละลาย ความเค็ม และความกระด้าง

จากปัญหาเหล่านี้ คณะผู้ดำเนินงานโครงการเทคโนโลยีเหมาะสมในการกำจัดเหล็กออกจากน้ำบาดาล จึงได้ยกปัญหาเรื่องเหล็กละลายในน้ำมาทำการวิจัยเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้แก่ประชาชนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นเครื่องมือง่ายๆ ที่มีราคาถูก สร้างไม่สูงนัก ประชาชนสามารถเรียนรู้และสามารถนำความรู้ไปทำการก่อสร้างใช้เองได้โดยไม่ยากนัก

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อออกแบบ สร้าง และพัฒนาเครื่องกำจัดเหล็กในน้ำบาดาลด้วยเทคโนโลยีง่ายๆ ระดับชาวบ้าน โดยใช้วัสดุในท้องถิ่นและมีราคาไม่สูงนัก
2. ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็กออกจากน้ำบาดาล โดยทรายกรองเร็วเข้มข้นของสารละลายเหล็ก และอัตราการกรองที่แตกต่างกัน
3. ศึกษาถึงอายุการใช้งานของเครื่องกำจัดเหล็กที่เหมาะสม โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายเหล็ก และอัตราการกรองที่แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในการทํารว้จยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อแสวงหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมระดับชาวบ้านเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำบาดาลที่มีเหล็กเกินมาตรฐานน้ำดื่มในบ่อบาดาลที่หน่วยงานต่างๆ ของรัฐได้ขุดเจาะ ไว้แล้ว พร้อมกับการสร้างทัศนคติที่ดีของประชาชนเกี่ยวกับการใช้น้ำที่สะอาดปราศจากสิ่งเจือปน ซึ่งได้ผ่านเครื่องกำจัดเหล็กออกไปแล้ว เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะมีราคาที่ไม่สูงนัก โดยเลือกวัสดุในท้องถิ่นๆ เครื่องมือนี้ง่ายต่อการใช้ ดูแล และบำรุงรักษา ผลสูงสุดของการวิจัยครั้งนี้เชื่อว่าสามารถแก้ไขปัญหาน้ำดื่ม น้ำใช้ให้แก่ประชาชนในระดับหนึ่ง

หลักการ

หลักการที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาต้นแบบเครื่องกำจัดเหล็กออกจากน้ำบาดาล โดยใช้กระบวนการเติมออกซิเจนแล้วปล่อยให้ผ่านย่อนระบบทรายกรองเร็วที่ใช้ทรายหยาบเป็นตัวกรองชั้น

ด้านบน (up-flow system) ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้จะแตกต่างกับระบบการกรองทั่วไปที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ในกระบวนการกรองเน้นการกรองที่ถูกต้องตามหลักทฤษฎี โดยการกรองจากทรายเม็ดใหญ่ไปยังเม็ดเล็ก ตะกอนขนาดเล็กจะถูกกรองดักไปเรื่อยๆ เป็นผลให้น้ำที่ผ่านการกรองแล้ว มีลักษณะใส สามารถใช้ในการอุปโภคบริโภคได้เลย เครื่องกำจัดเหล็กชุดนี้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าระบบที่กรอง (down-flow) โดยทั่วไป ระบบการกรองของเครื่องกำจัดเหล็กชุดนี้ มีขั้นตอนดังนี้

1. สูบน้ำดิบที่มีสารละลายเหล็กเจือปนด้วยเครื่องสูบน้ำชนิดมีมือโยก หรือเครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟฟ้า
2. ปล่อน้ำดิบไหลลงถึงปฏิกิริยาที่มีถ่านไม้และหินย่อย เบอร์ 2 บรรจุอยู่ซึ่งภายในถังปฏิกิริยานี้ น้ำดิบจะมีโอกาสสัมผัสกับอากาศ โดยไหลผ่านชอกแซกไประหว่างถ่านและหิน เป็นโอกาสให้เหล็กที่ละลายน้ำสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ซึ่งเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้น ทำให้เหล็กละลายน้ำ (Fe^{++})
3. จากนั้นน้ำที่เหล็กไม่ละลายน้ำจะไหลออกจากถังปฏิกิริยาลงสู่น้ำล่างสูงสุดของเครื่อง ซึ่งจะเรียกว่า ถังตกตะกอน และตะกอนบางส่วนอาจมีโอกาสตกตะกอน ส่วนที่ยังไม่ตกตะกอนจะไหลเอ่อผ่านชั้นทรายกรองในถังกรอง ทรายจะทำหน้าที่กรองตะกอนที่ยังไม่ตกตะกอนไว้ในน้ำชั้นทราย
4. เมื่อน้ำได้ไหลผ่านทรายกรองขึ้นไปอยู่ในชั้นพักน้ำที่กรองแล้ว จะพบว่า น้ำในส่วนนี้มีลักษณะใส สามารถนำไปใช้อุปโภคบริโภคได้เลยโดยไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้อโรค ทั้งนี้เพราะน้ำบาดาลมีความสะอาดปราศจากเชื้อโรคโดยธรรมชาติอยู่แล้ว

ส่วนขั้นตอนการล้างเครื่องกำจัดเหล็กปรากฏว่า เมื่อเราใช้ไปนานๆ เชื่อว่าประมาณ 6-7 เดือน จะเกิดความผิดปกติในทรายกรองได้จำเป็นต้องล้างทำความสะอาดตะกอนที่อุดตันออกไปเสียครั้งหนึ่ง ซึ่งขั้นตอนการทำความสะอาดไม่ยุ่งยากอะไร มีลักษณะปฏิบัติง่ายๆ ดังนี้ หยุดสูบน้ำเข้าเครื่องกำจัดเหล็ก เปิดประตูน้ำขนาด 3 นิ้ว ตอนล่างของถังรับน้ำล่างสุดให้กว้างเต็มที่ น้ำที่อยู่ในถังพักน้ำใสตอนบน จะชะล้างเอาตะกอนออกไปเมื่อน้ำชะล้างหมดแล้วให้ปิดประตูน้ำใช้เครื่องกำจัดเหล็กกรองน้ำได้อีกด้วย

การก่อสร้างต้นแบบเครื่องกำจัดเหล็ก ได้ทำการศึกษาตามหลักการขั้นตอน โดยใช้ทอ พี.วี.ซี. ใส่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ประกอบและติดตั้งในห้องปฏิบัติการ เพื่อทำการทดสอบ และศึกษาถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เพื่อจะให้ทำการแก้ไขปรับปรุงให้ได้เครื่องมือที่เหมาะสม และดีที่สุด ในทางด้านวิศวกรรม ตลอดจนความสะดวกในการก่อสร้าง และติดตั้งรวมถึงการใช้งานดูแลบำรุงรักษาก่อนที่จะได้นำผลที่ได้จากการทำวิจัยไปก่อสร้างและใช้งานจริงๆ ในชนบทต่อไป

ข้อมูลจำเพาะของเครื่องกำจัดเหล็กต้นแบบ

อัตราการไหลประมาณ	60	ลิตร/นาที
ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาประมาณ	2	นาที
อัตราการกรองประมาณ	3	แกลลอน/นา/ตร.ฟุต
ทรายกรอง	ทรายแม่น้ำไม่คัดขนาด	

ลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องกำจัดเหล็กในน้ำบาดาล

โครงสร้างทั่วไปใช้ทงั่วสำเร็จ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ฝาเป็นแผ่นซีเมนต์ที่บมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ใช้ทอ พี.วี.ซี. 2 ขนาด คือ ขนาด 1 นิ้ว และ 3 นิ้วใช้อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ข้อจีบวล์ขนาด 3 นิ้ว ประตูน้ำทองเหลืองขนาด 3 นิ้ว และ 1 นิ้ว ข้อต่อ พี.วี.ซี ขนาด 3 นิ้ว และ 1 นิ้ว สามทาง พี.วี.ซี ขนาด 3 นิ้ว รวมทั้ง ถ่าน หิน และทรายกรอง ซึ่งเป็นวัสดุหลัก ส่วนประกอบของเครื่องกำจัดเหล็กในน้ำบาดาลมีดังนี้

- (1) ถังปฏิกิริยา
- (2) ถังพักน้ำ หรือถังตกตะกอน
- (3) ถังกรองทราย
- (4) ถังพักน้ำที่กรองแล้ว

ผลการกำจัดเหล็ก

7 ก.ย. 2544

ผลการกำจัดเหล็กในน้ำบาดาล จากการทดสอบคุณภาพน้ำที่ผ่านการกรองด้วยเครื่องกรองที่พัฒนาขึ้นมา โดยใช้สารเฟอร์ไรเวอร์ (Ferro Ver) เพื่อทำให้เกิดสปีกับสารละลายเหล็กในน้ำ กลายเป็นสารละลายที่มีสีชมพูอ่อนๆ สีแดง หรือสีแดงเข้ม ตามระดับความเข้มข้นของสารละลายเหล็กในน้ำ ซึ่งสารละลายสีชมพูอ่อนๆ เป็นช่วงความเข้มข้นของเหล็ก ระหว่าง 0.1-0.4 mg/l และสารละลายสีแดงหรือแดงเข้มจะเป็นช่วงความเข้มข้นของเหล็ก ระหว่าง 1.0-10.0 mg/l ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าน้ำบาดาลที่ผ่านการกรองจากระบบดังกล่าวมีส่วนผสมของสารละลายเหล็กน้อยกว่าค่ามาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ซึ่งได้กำหนดให้ความเข้มข้นของเหล็กในน้ำได้ไม่เกิน 0.4 mg/l

สรุปผลการกำจัดเหล็ก

จากการวิจัยพัฒนาเครื่องกำจัดเหล็กในน้ำบาดาล โดยใช้ระบบการกรองย้อนขึ้น (up flow filter) นับได้ว่าเป็นเทคโนโลยีง่ายๆ ที่เหมาะสมระดับชาวบ้าน สามารถก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล ทำให้ประชาชนที่อยู่ห่างไกลในชนบทมีโอกาสใช้น้ำสะอาดในการอุปโภคบริโภค เท่ากับเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น เครื่องกรองที่พัฒนาขึ้นมาสามารถก่อสร้าง ใช้งานได้และบำรุงรักษาได้ไม่ยากนักประกอบกับมีราคาถูก สามารถหาวัสดุในท้องถิ่นได้และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถกำจัดเหล็กให้อยู่ในมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกได้ (เหล็ก ต้องไม่เกิน 0.4 mg/l)

เอกสารอ้างอิง

1. ณรงค์ ยุทธเสถียร, **การจัดเหล็กและแมงกานีสในน้ำ**. วารสารเคมีวิศวกรรม เทคโนโลยีการอาหารและเชื้อเพลิง ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 ก.ค. 2523
2. นิสันต์ สัตยาสัย, **ธาตุเหล็กกับมนุษย์**. วารสารศูนย์แพทยศาสตร์, ปีที่ 6 ฉบับที่ 4 ก.ค.-ส.ค. 2523
3. วจี งามณรงค์ **ปัญหาเหล็กในน้ำบาดาล**. วารสารสมาคมการประปาแห่งประเทศไทย, 2 มิถุนายน 2517 : 81-92

4. APHA, and CSSE. Standard Medthod for the Exammination of **Water and Waste Water**. 13th ed: New York : the American Public Health Association, 1974.
5. American Water Works Association. **Water Quality and Treatment**. 3rd ed. New York : McGraw Hill Book Co., 1971.
6. AWWA, ASCE, and CSSE. **Water Treatment Plant Design**. New York: Published by American Water Works Association Inc. 1969.
7. Applebaum, S.B., and Bretchgen, M.E. **Removal of Iron and Manganese from Water**. Journal AWWA 3(1916) : 400