



เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค
ชุมชนบ้านมอกระทาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาการพัฒนาท้องถิ่นแบบบูรณาการ
บัณฑิตศึกษา สถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของสถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน



เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค
ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาท้องถิ่นแบบบูรณาการ
บัณฑิตศึกษา สถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน
ปีการศึกษา 2561



**RURAL TECHNOLOGY FOR SOLVING HARD WATER FOR
CONSUMPTION MOKAHAD COMMUNITY
NONG NAM DAENG SUB-DISTRICT, PAK-CHONG DISTRICT,
NAKHONRATCHASAMA PROVINCE**



BY

MANOP DANGJANTHUK

**THE THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE DEGREE OF MASTER OF ARTS
IN THE PROGRAM OF
INTERGRATED LOCAL DEVELOPMENT
FACULTY OF GRADUATE STUDY
LEARNING INSTITUTE FOR EVERYONE (LIFE)**

2018

วิทยานิพนธ์เรื่อง (Title) เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการ
อุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง
อำเภอปากช่องจังหวัดนครราชสีมา

ผู้วิจัย มานพ แดงจันทิก

สาขาวิชา การพัฒนาท้องถิ่นแบบบูรณาการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.เฉลิมเกียรติ สุวรรณวัฒน์

คณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.จรรยา สุวรรณทัต)

ลงชื่อ..... กรรมการ (ผู้ทรงคุณวุฒิ)
(ดร.ศรีปริญญา รูปกระจ่าง)

ลงชื่อ..... กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
(ดร.เฉลิมเกียรติ สุวรรณวัฒน์)

ลงชื่อ..... กรรมการ (ผู้แทนบัณฑิตศึกษา)
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี พงศ์พิศ)

ลงชื่อ..... กรรมการ (ผู้แทนบัณฑิตศึกษา)
(ดร.สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์)

ลงชื่อ..... เลขานุการ
(อาจารย์อัญมณี ชุมณี)

บัณฑิตศึกษา สถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาท้องถิ่นแบบบูรณาการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์เรื่อง	เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอกะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
ชื่อผู้เขียน	มานพ แดงจันทิก
ชื่อปริญญา	ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การพัฒนาท้องถิ่นแบบบูรณาการ
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.เฉลิมเกียรติ สุวรรณวัฒน์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคบริโภค ในชุมชนบ้านมอกะหาด 2) ศึกษาการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค และ 3) ศึกษาผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอกะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เริ่มวิจัยตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2560 – สิงหาคม พ.ศ.2561 ใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 40 ราย เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แนวสำรวจ แนวสังเกต แนวสัมภาษณ์ และแนวสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า

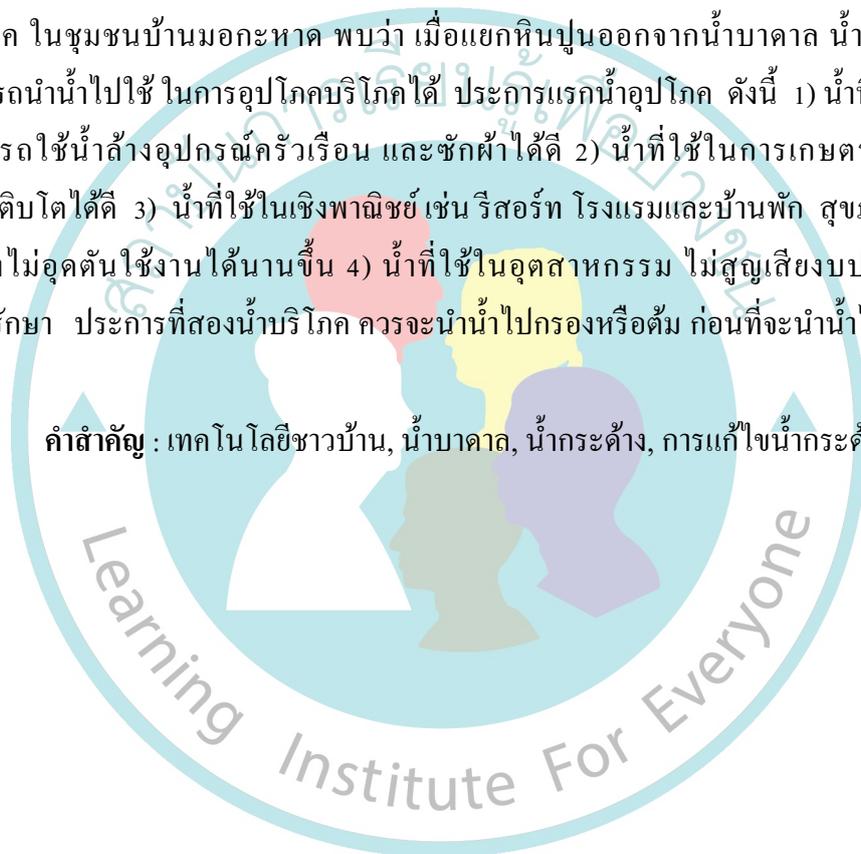
1. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอกะหาด พบว่า 1) การอุปโภค น้ำบาดาลเป็นน้ำกระด้าง มีหินปูนผสมอยู่ เมื่อนำน้ำไปใช้ทางการเกษตรไม่เจริญเติบโตเต็มที่ สุขภัณฑ์ในครัวเรือนเกิดความเสียหาย ท่อน้ำอุดตัน เครื่องกรองน้ำพังเสียหาย เนื่องจากมีคราบหินปูนติดอยู่ ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการดูแล 2) การบริโภค เกิดปัญหาบริโภคน้ำไม่ได้ เพราะน้ำกระด้างมีหินปูนผสมอยู่ อาจจะมีเชื้อโรค ซึ่งเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ ถ้าไม่ผ่านการแยกหินปูน การกรองและฆ่าเชื้อโรค

2. การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอกะหาด พบว่ามี 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง ดังนี้ 1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร 2) นำน้ำบาดาลที่กระด้างมีหินปูนมาผสมกับอากาศ โดยสูบน้ำหมุนเวียนผ่านชั้นน้ำตกกระทบเป็นเวลานาน 8 ชั่วโมง 3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ 4) ได้น้ำ

สะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำน้ำไปพักไว้ที่ถังรองจ่ายน้ำ เพื่อนำไปใช้อุปโภคบริโภค
 ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง พบว่า ได้นำน้ำบาดาลและน้ำบาดาลบำบัดไปตรวจหา
 ค่าแคลเซียมและแมกนีเซียม ณ ห้องปฏิบัติการ พบว่า ค่าแคลเซียม น้ำบาดาลกระด้างมีค่าสูงมาก
 ($> 469 \text{ Mg/l as CaCO}_3$) น้ำบาดาลบำบัด มีค่าลดลง ($< 210 \text{ Mg/l as CaCO}_3$) ส่วนค่าแมกนีเซียม
 พบว่า น้ำบาดาลมีค่าเท่ากับ (8 Mg/l as CaCO_3) ส่วนน้ำบาดาลบำบัดมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ (10 Mg/l
 as CaCO_3)

3. ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้การอุปโภค
 บริโภค ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด พบว่า เมื่อแยกหินปูนออกจากน้ำบาดาล น้ำจึงหายกระด้าง
 สามารถนำน้ำไปใช้ ในการอุปโภคบริโภคได้ ประการแรกน้ำอุปโภค ดังนี้ 1) น้ำที่ใช้ในครัวเรือน
 สามารถใช้น้ำล้างอุปกรณ์ครัวเรือน และซักผ้าได้ดี 2) น้ำที่ใช้ในการเกษตร พืชผักผลไม้
 เจริญเติบโตได้ดี 3) น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ เช่น รีสอร์ท โรงแรมและบ้านพัก สุขภัณฑ์ไม่เสียหาย
 ท่อน้ำไม่อุดตันใช้งานได้นานขึ้น 4) น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรม ไม่สูญเสียงบประมาณในการ
 บำรุงรักษา ประการที่สองน้ำบริโภค ควรจะนำน้ำไปกรองหรือต้ม ก่อนที่จะนำน้ำไปดื่ม

คำสำคัญ : เทคโนโลยีชาวบ้าน, น้ำบาดาล, น้ำกระด้าง, การแก้ปัญหาน้ำกระด้าง



Abstract

Thesis Title	Rural technology for solving hard water for consumption Morkahad community, Nong Nam Daeng Sub-district, Pak-Chong District, Nakhon Ratchasima Province.
Researcher	Manop Dangjanthuk
Degree	Master of Arts
In the Program of	Intergrated Local Development
Year	2018
Principal Thesis Advisor	Dr.Chaloemkiat Suwanwatana

This purposes of this research are 1) Study the hard water problem which affected the consumption of Morkahad community. 2) Study how to use the rural technology for solving the hard water problem for consumption. 3) Study the successful result of using rural technology for solving the hard water problem for consumption in Morkahad community, Nong Nam Daeng Sub-district, Pak-Chong District, Nakhon Ratchasima Province. This research was conducted on April 2017 to August 2018 and used the action research method. There were 40 participants in this research. Collecting data methods were observation, interviewing, and focus group. Analysis method was content analysis. The findings are:

1. The condition of hard water problem that affect to the consumption of Morkahad community: 1) the groundwater which was hard water and consisted of some Calcium Carbonate. The use of this groundwater for agriculture got immature product. The sanitary ware in the house was damage. The pipe was clogged up. The water filter was clogged up by the staining of Calcium Carbonate. These cost high maintenance expenses. 2) Undrinkable problem happened because the water consisted of some Calcium Carbonate and it might be the disease which can be harm to human and animals if the water could not be separated from the Calcium Carbonate or filtered and disinfected.

2. Bringing the rural technology to solve the hard water problem for consumption in Morkahad community has three steps. First, preparing the material and equipment. Second, do the process 1) pump the groundwater up to the tank 2000 liters 2) Mix the hard water which consisted of the Calcium Carbonate with the air by spinning for eight hours long 3) Bring the water to another tank and keep for 12 hours to precipitate the Calcium Carbonate and 4) Get the softener water separated from the precipitated Calcium Carbonate and bring to another tank for water supply. Third step is the quality testing for hard water. The result of testing in the laboratory for examination the Calcium and Magnesium is Calcium of hard water is very high ($> 469 \text{ Mg/l as CaCO}_3$) while softener water is lower value ($< 210 \text{ Mg/l as CaCO}_3$). Magnesium of hard water is 8 Mg/l as CaCO_3 while the softener water is higher as $10 \text{ Mg/l as CaCO}_3$.

3. The successful of using rural technology for solving the hard water problem for consumption in Morkahad community is when separating the Calcium Carbonate from the hard water, the water is softener and can be used for consumption. First, Softener water for consumption: 1) can be used in the house for cleaning and washing 2) can be used in agriculture and the product grows well. 3) Softener water for commercial use of water such as using in the resort, hotel or in the house, the sanitary ware was not damage and pipe was not clogged up and could be used longer time. 4) Softener water for industrial can reduce the budget of maintenance fee. Second, the softener water for drinking. It should be boiled or filter before drinking.

Keywords : Rural technology, Groundwater, Hard water, Hard water problem solving

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ โดยได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.เฉลิมเกียรติ สุวรรณวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี พงศ์พิศ อธิการบดีสถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน ดร.สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์ รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ดร.ทวิช บุญธิรัสมิ คณบดีบัณฑิตศึกษา ศาสตราจารย์ ดร.จรรยา สุวรรณทัต ประธานสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ศรีปริญญา ฐปการจ่าง ผู้ทรงคุณวุฒิ อาจารย์อัญมณี ชุมณี กรรมการและเลขานุการ ตลอดจนคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณกำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ชาวบ้านหนองน้ำแดง รวมทั้งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้เพื่อนนักศึกษาปริญญาโท รุ่นที่ 3 ศรป. ปากช่องทุกท่านที่คอยให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอมอบบูชาพระคุณบิดามารดา คุณพ่อบุญ คุณแม่โต แดงจันทิก ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านตลอดถึงครอบครัวแดงจันทิก ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด ส่งผลให้สำเร็จการศึกษาเป็นมหาบัณฑิตด้วยความภาคภูมิใจ

มานพ แดงจันทิก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ประชากร/กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	5
คำถามสำคัญในการวิจัย.....	6
คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
บริบทชุมชนบ้านมอเกาะหาด.....	8
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	8
แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีชาวบ้าน.....	10
แนวคิดเกี่ยวกับน้ำ.....	15
แนวคิดเกี่ยวกับน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค.....	21
แนวคิดเกี่ยวกับน้ำใต้ดิน.....	34
แนวคิดเกี่ยวกับน้ำบาดาล.....	37
แนวคิดเกี่ยวกับน้ำกระด้าง.....	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ไขน้ำกระด้าง.....	48
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	57
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
รูปแบบในการวิจัยวิธีการและเทคนิคที่ใช้ในการวิจัย.....	58
ประชากรวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างและขนาดตัวอย่าง.....	58
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
สถานที่ใช้ในการวิจัย.....	63
ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย.....	63
ปฏิทินการปฏิบัติงาน.....	64
4 ผลการวิจัย	
สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชน บ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.....	65
การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและ บริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา.....	75
ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการ อุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.....	84
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย.....	88
อภิปรายผลการวิจัย.....	92
ข้อเสนอแนะ.....	95

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก. เอกสารรับรองการทดสอบคุณภาพน้ำบาดาล.....	102
ภาคผนวก ข. แนวสำรวจ.....	103
ภาคผนวก ค. แนวสังเกต.....	104
ภาคผนวก ง. แนวสัมภาษณ์.....	107
ภาคผนวก จ. แนวสนทนากลุ่ม.....	110
ภาคผนวก ฉ. ภาพประกอบการวิจัย.....	113
ประวัติผู้วิจัย.....	118



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับบริโภค.....	23
2.2 โครงสร้างระบบจ่ายน้ำ.....	26
2.3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค.....	28
2.4 มาตรฐานการแบ่งความกระด้างของน้ำ.....	46
3.1 ปฏิทินการปฏิบัติงานวิจัยเรื่อง เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้้้น้ำกระด้าง เพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.....	64



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 วัฏจักรน้ำ.....	16
2.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	57
4.1 การขุดเจาะน้ำบาดาลของชุมชน.....	67
4.2 บ่อน้ำตกที่ผู้วิจัยไปทำให้ณ รีสอร์ททรินญาฮิลล์ ของผู้ว่าราชการจังหวัด.....	79
4.3 ปัญหาสุขภาพที่ท่อพีวีซี เกิดการอุดตันจากหินปูน.....	70
4.4 หินปูนเกาะตามใบไม้.....	71
4.5 โรงงานผลิตถัณฑ์นม สหกรณ์โคนมปากช่อง กำจัด.....	72
4.6 เครื่องกรองน้ำของชุมชนเสียหายใช้ได้ไม่ถึงปี.....	72
4.7 ตัวอย่างถังใส่น้ำ พลาสติก ความจุน้ำ 2,000 ลิตร.....	76
4.8 โครงเหล็กสำหรับใส่น้ำ.....	76
4.9 ชั้นน้ำตกกระทบ.....	77
4.10 ตู้ควบคุมระบบปั๊มอัตโนมัติ.....	78
4.11 แผงโซลาร์เซลล์.....	78
4.12 บั้มสูบน้ำไปเข้าถังที่ 2 ถึงปากกว้าง.....	79
4.13 บั้มสูบน้ำเพื่อจ่ายน้ำไปยังถังต่างๆ	79
4.14 สูบน้ำขึ้นมาใส่ถัง 2,000 ลิตร.....	81
4.15 สูบน้ำวนขึ้น-ลง 8 ชั่วโมง.....	82
4.16 นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ถังพักที่ 2 ถึงปากกว้าง 12 ชั่วโมง.....	82
4.17 ใต้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน.....	83
4.18 นายจักรี พุทธรักษา ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน.....	85
4.19 กำนันตำบลหนองน้ำแดงและผู้นำชุมชนศึกษาดูงาน.....	86
4.20 ผลลัพธ์ของน้ำที่ได้จากงานวิจัยนี้.....	86
4.21 โมเดลเทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ” ในการแก้ไขน้ำกระด้าง.....	87

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
1. การนำน้ำบาดาลและน้ำบาดาลที่บำบัดแล้วไปทดสอบคุณภาพน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการ.....	113
2. น้ำบาดาลที่กระด้าง.....	113
3. น้ำบาดาลที่ผ่านการบำบัดแล้ว.....	114
4. การสัมภาษณ์กลุ่มชาวบ้าน.....	114
5. การสัมภาษณ์กลุ่มชาวบ้าน.....	115
6. การสนทนากลุ่มชาวบ้าน.....	115
7. การสนทนากำนันและผู้นำชุมชน.....	116
8. กำนันและผู้นำชุมชนศึกษาดูงาน.....	116
9. การถ่ายทอดการแก้ไขน้ำกระด้างแก่นักศึกษา ศปจ.ปากช่อง.....	117



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำนับว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและน้ำยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโลกอีกด้วย โดยที่แหล่งของน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคมีหลายชนิด ได้แก่ น้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินซึ่งน้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรไม่จบสิ้นแต่ในการที่จะนำน้ำมาใช้ต้องคำนึงถึงเรื่องความสะอาดปราศจากเชื้อโรคหรือสิ่งเจือปนอันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตอันได้แก่เชื้อแบคทีเรีย สารเคมี โลหะหนักหรือซากพืชซากสัตว์ เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการน้ำที่สะอาดรวมถึงการคำนึงถึงเรื่องมาตรฐานคุณภาพน้ำด้วย (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2552, หน้า 49) น้ำเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีพของมนุษยชาติรวมทั้งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการรักษาสุขภาพสมดุลของธรรมชาติบนโลกใต้น้ำถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดแห่งชีวิตเกือบทุกสิ่งมีชีวิตและสรรพสิ่งทั้งมวลดำรงอยู่ได้ถ้าปราศจากน้ำแล้วจะไม่มีสิ่งมีชีวิตใด ๆ ในโลกจนมีคำกล่าวว่ น้ำคือชีวิตดังพระราชดำรัสที่ว่า “หลักสำคัญว่าต้องมีน้ำบริโภค น้ำใช้ น้ำเพื่อการเพาะปลูก เพราะว่าชีวิตอยู่ที่นั่นถ้ามีน้ำคนอยู่ได้ ถ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้ ไม่มีไฟฟ้าคนอยู่ได้ แต่ถ้ามีไฟฟ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้” พระราชดำรัสพระราชทานไว้ เมื่อวันที่ 17 มีนาคม พุทธศักราช 2529 ณ พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน (กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป., หน้า 1)

ปัญหาการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคเป็นปัญหาที่สำคัญและรัฐบาลดำเนินการแก้ไขปัญหามาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานในช่วงเวลาที่ผ่านมารัฐบาลได้ดำเนินการเจาะและสำรวจแหล่งน้ำบาดาลเพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคอย่างไรก็ตามการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณภาพน้ำบาดาลเนื่องจากน้ำบาดาลถูกกักเก็บตามช่องว่างรูพรุนรอยแตกรอยแยกของชั้นดินชั้นหินต่าง ๆ น้ำที่ไหลผ่านชั้นดินชั้นหินจะละลายเอาองค์ประกอบต่าง ๆ ของดินและหินออกมาด้วยทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปในบางครั้งทำให้น้ำบาดาลมีคุณภาพไม่เหมาะที่จะนำไปใช้อุปโภคบริโภค ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาลที่เป็นอุปสรรคต่อการนำไปใช้ส่วนใหญ่ได้แก่ สนิมเหล็ก ความกระด้างในแร่ธาตุฟลูออไรด์และ

คลอดไอร์แลนด์เนื่องจากน้ำที่มีเหล็กทำให้เกิดตะกอนแดงมีสีกลิ่นรสเป็นที่น่ารังเกียจไม่ชวนดื่มเกิดคราบสีเหลืองติดตามเครื่องสุขภัณฑ์อุดตันในท่อน้ำถ้าดื่มน้ำที่มีปริมาณเหล็กสูงจะเป็นโรคที่เกิดจากเหล็กสะสมในเม็ดเลือดมากผิดปกติและยังเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอดน้ำที่มีความกระด้างสูงทำให้เปลือกสบู่หรือผงซักฟอกในการซักล้างเกิดตะกอนในหม้อต้มน้ำอุดตันในท่อน้ำน้ำที่มีปริมาณไนเตรตสูงห้ามใช้บริโภคเกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตรเพราะจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย โดยเฉพาะในเด็กทารกจะทำให้เกิดโรค Cyanosis หรือโรค Blue baby disease อาการโดยทั่วไปจะทำให้ปากและนิ้วมือนิ้วเท้าเขียวต่อมาหน้าเขียวและเขียวตลอดตัวในที่สุดถ้ารุนแรงอาจทำให้เด็กตายได้น้ำที่มีฟลูออไรด์สูงถ้าดื่มเป็นประจำและเป็นเวลานานจะทำให้ฟันตกกระหรือเป็นจุดดำ ทำให้เป็นโรคกระดูกพรุนทั้งในเด็กและผู้ใหญ่แต่ประชาชนในบางพื้นที่โดยเฉพาะในชนบทมีความจำเป็นต้องใช้น้ำบาดาลในการอุปโภคบริโภคเนื่องจากไม่มีแหล่งน้ำอื่นให้เลือก ใช้หรือประปาส่วนภูมิภาคยังเข้าไม่ถึงจึงจำเป็นต้องหาวิธีการกำจัดหรือลดปริมาณแร่ธาตุต่างๆที่ละลายปนเปื้อนอยู่ในน้ำให้เหลือในปริมาณที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2555, หน้า 1)

ปากช่องเป็นพื้นที่สูงและไม่มีน้ำผิวดินใช้ ชาวตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จึงต้องหาน้ำใช้เอง โดยวิธีการเจาะน้ำบาดาลมาใช้กันเองเป็นส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นการใช้น้ำสำหรับอุปโภคและบริโภค หรือแม้แต่พื้นที่ใช้ในการเกษตร ทางองค์การบริหารส่วนตำบลก็ยังจะนำบาดาลมาทำน้ำประปาแจกจ่ายให้กับประชาชนด้วยเช่นกัน ซึ่งการเกิดของน้ำบาดาลบนพื้นผิวโลกของเรามีลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายตั้งแต่เป็นภูเขาสูง หุบเขา ที่ราบระหว่างภูเขา ทะเลทรายที่ราบสูง ที่ราบลุ่มน้ำ ที่ราบชายฝั่งทะเล ไปจนถึงพื้นที่เกาะ สภาพการดำเนินชีวิตและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในแต่ละพื้นที่ก็ล้วนแตกต่างกันออกไป แต่ที่เหมือนกันคือ ต้องพึ่งพาอาศัยน้ำในการดำรงชีวิต โลกของเรามีน้ำถึง 2 ใน 3 ประกอบไปด้วย น้ำฟ้าหรือน้ำในบรรยากาศที่อยู่ในรูปของไอน้ำ เมฆ หมอก เมื่อกลิ้งตัวก็จะตกลงมาสู่พื้นดิน ในรูปของน้ำฝนหรือหิมะกลายเป็นน้ำผิวดิน อันได้แก่ แม่น้ำลำธาร ห้วย หนอง คลอง บึง ทะเล และมหาสมุทร น้ำบางส่วนจะซึมลงสู่ใต้ดิน และถูกกักเก็บไว้ในชั้นใต้ดิน ชั้นหิน เป็นน้ำใต้ดิน หรือน้ำบาดาล ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มองไม่เห็น แต่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้ว่าเป็นรูปธรรม ความสัมพันธ์ของน้ำทั้ง 3 ชนิดนี้เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ ต่อจากนั้นน้ำส่วนที่เหลือ จะไหลซึมลึกลงไปถึงชั้นดิน ชั้นหิน อิ่มตัวด้วยน้ำ โดยน้ำจะถูกกักเก็บไว้ตามรูพรุนในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน หรือตามรอยแตก รอยแยกในหินจนกระทั่งตะกอนหรือหินดังกล่าวมีน้ำแทรกอยู่เต็มไปหมด ซึ่งน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในชั้นนี้ ที่เรียกว่า น้ำบาดาล และผิวบนสุดของบริเวณที่อิ่มตัวด้วยน้ำ เรียกว่า ระดับน้ำบาดาล ปริมาณแหล่งน้ำในประเทศไทย พบว่า น้ำบาดาลมีมากกว่าน้ำจืดประเภทอื่นถึง 24 เท่า (1.1 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร)

และมีการเพิ่มเติมของน้ำฝนลงไปชั้นน้ำบาดาลทุกปี น้ำบาดาลอยู่ลึกลงไปใต้ผิวดิน มีจำนวนหลายชั้นในที่มีความลึกตั้งแต่ 15 เมตร ถึงมากกว่า 1,000 เมตร ปัจจุบันนี้สามารถเจาะพัฒนาน้ำมาใช้ได้ พัฒนาจึงความลึกระดับ 600 เมตร ในทุกพื้นที่ เป็นแหล่งน้ำที่มั่นใจได้ว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดไปแต่น้ำที่ได้มาจากน้ำบาดาลเป็นน้ำที่มีหินปูน หรือแคลเซียมเจือปนมากับน้ำ จึงทำให้น้ำกระด้าง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2557, หน้า 1)

ชุมชนบ้านมอเกาะหาด เป็นชุมชนที่เจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในการอุปโภคและบริโภค ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน น้ำกระด้างมีหินปูนเจือปนอยู่มาก ทำให้เกิดการอุดตันของท่อน้ำหรือเครื่องและสุขภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว แม้ว่าบางครั้งการใช้เครื่องกรองหรือบำบัดบ้าง แต่ก็ยังไม่ดีขึ้นเท่าที่ควร จะเห็นได้จากการใช้เครื่องกรองน้ำต่าง ๆ แล้วเครื่องกรองก็ยังเสียบ่อยอยู่ดี นั่นคือน้ำบาดาลที่ได้มาจากการขุดบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ของอำเภอปากช่องนั้น เป็นน้ำกระด้างที่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการอุปโภค เนื่องจากมีสิ่งเจือปนที่ไม่พึงประสงค์เจือปนมากับน้ำที่ใช้ได้แก่ มีหินปูนเกาะเป็นคราบให้เห็นตามท่อสุขภัณฑ์ และยังมีกลิ่น โคลนเจือปนกับน้ำที่ใช้ด้วย ปัญหาเกิดจากน้ำบาดาลที่ชาวบ้าน เกษตรกรและหน่วยงานนำน้ำที่ได้จากน้ำบาดาล มาทำเป็นน้ำใช้สำหรับอุปโภคบริโภค และใช้ในการเกษตรแล้วเมื่อได้ใช้ไปไม่นานก็ทำให้เกิดมีหินปูนมาเกาะติดสุขภัณฑ์ เครื่องใช้ภายในบ้านต่าง ๆ ท่อน้ำและก๊อกน้ำอุดตัน จากคราบหินปูนเป็นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว ทำให้ห้องน้ำก็มีคราบหินปูนเกาะติดตามพื้น ส่งผลให้ต้องทำความสะอาดบ่อยมาก ๆ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นที่ไม่ใช่อำเภอปากช่อง ก็จะไม่มีปัญหาอย่างนี้ หรือถ้าเป็นการนำน้ำจากแม่น้ำลำคลองมาใช้ ก็จะไม่มีปัญหาอย่างเช่นการใช้น้ำบาดาลในอำเภอปากช่อง และทำให้เป็นปัญหาของการใช้อุปโภคและบริโภคของน้ำบาดาล ทำให้ไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพของคนในชุมชน หรือกับการทำการเกษตรก็เกิดปัญหาเช่นเดียวกันคือมีหินปูนมาเกาะตามต้นไม้ทำให้ต้นไม้ที่รดน้ำด้วยน้ำบาดาลจะเกิดคราบน้ำสีขาวขุ่นเกาะตามใบหรือลำต้นและตามรากของต้นไม้ด้วยไม่ว่าจะไม้อะไรก็ตามก็จะทำให้หินปูนเกาะอยู่ตามรากกล้วยไม้ก็จะไม่งอกงามสมบูรณ์เหมือนกับที่อื่น จากการแก้ปัญหา น้ำบาดาลของชาวบ้าน หรือบางหน่วยงานได้นำเครื่องกรองมาใช้ แต่ก็ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เนื่องจากหินปูนเข้าไปเกาะสุขภัณฑ์ ไม่นานเครื่องก็พังเสียหาย (อดุลย์ แดงจันทิก, นิศาเขมนิจ จูติบุญพงศ์, วสันต์ จาบจันทิก และรุ่งนภา แดงจันทิก, 2560, สัมภาษณ์)

ผู้วิจัย มีประสบการณ์เป็นช่างเจาะน้ำบาดาลมานาน จึงมีความคุ้นเคยกับน้ำบาดาลเป็นอย่างดี ได้พยายามศึกษาค้นคว้า เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขน้ำกระด้าง แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จ จนในที่สุดสามารถค้นพบแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างได้ จากการไปจัดสวนหย่อมและน้ำตกให้กับผู้ว่าราชการจังหวัด ณ ริสอร์ททรินูอิลล์ เกิดปรากฏการณ์ในน้ำมีผงสีขาวลอยเต็มบ่อและขุ่นมาก ผู้วิจัยเกิดความสงสัยว่าเพราะสาเหตุใดน้ำจึงขุ่น ได้แต่คิดหาคำตอบแต่ก็คิดไม่

ออก มีการสังเกต การทดลองหลายต่อหลายครั้ง จึงได้ข้อสรุปว่า น้ำตกที่ใสและสวยงาม เกิดมาจากการตกตะกอนของหินปูนนั่นเอง เมื่อผู้วิจัยค้นพบคำตอบแล้ว จึงมีแนวความคิดต่อยอดออกไปว่า ทำอย่างไรจึงจะนำน้ำกระด้างไปใช้ประโยชน์ได้ ด้วยการแยกหินปูนออกจากกัน จึงนึกถึงบ่อน้ำตกที่ตนเองไปทำมา ด้วยการสูบน้ำขึ้นลง จึงเป็นที่มาของเทคโนโลยีชาวบ้าน ซึ่งผู้วิจัยได้คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นมาเอง มีวิธีการ 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เช่น ถังใส่น้ำ บัมม่านบาดาล ตู้ควบคุมระบบปั๊มอัตโนมัติ โครงเหล็ก ชั้นน้ำตกกระทบ และแผงโซลาร์เซลล์ 2) การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกกระทบหมุนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือเรียกว่า การเกิดออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ใต้น้ำสะอาด จากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรอจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภคและ 3) การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง ด้วยการนำน้ำกระด้างที่ผ่านการบำบัดแล้ว ไปตรวจคุณภาพ ณ ห้องปฏิบัติการจากนั้นนำน้ำไปใช้จริง

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาสภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคศึกษาการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคและศึกษาผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอกระหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และที่สำคัญผู้วิจัยมีความตั้งใจที่จะถ่ายทอดองค์ความรู้เทคโนโลยีชาวบ้าน“ชั้นน้ำตกกระทบ” ในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอกระหาด และชุมชนอื่น ๆ สามารถนำวิธีการแก้ไขน้ำกระด้างไปปรับใช้ในครัวเรือน และชุมชนของตนเองได้ เพื่อใช้น้ำกระด้างอย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสม และมีคุณภาพในการอุปโภคและบริโภคต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอกระหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
2. เพื่อศึกษาการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอกระหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
3. เพื่อศึกษาผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคชุมชนบ้านมอกระหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่

ขอบเขตพื้นที่การวิจัย ได้แก่ บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง ตำบลขนงพระ และตำบลหมูสี อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

2. ขอบเขตเนื้อหา

ขอบเขตเนื้อหา เป็นการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และมีขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

- 2.1 บริบทชุมชนบ้านมอเกาะหาด
- 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีชาวบ้าน
- 2.3 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำ
- 2.4 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำอุปโภคบริโภค
- 2.5 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำใต้ดิน
- 2.6 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำบาดาล
- 2.7 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำกระด้าง
- 2.8 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ไขน้ำกระด้าง

ประชากร/กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากร

ประชากร ได้แก่ ประชากรบ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 199 ครัวเรือน และประชากร จำนวน 602 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 40 ราย

คำถามสำคัญของการวิจัย

1. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เป็นอย่างไร
2. การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีแนวทางแก้ไขอย่างไร
3. ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีผลสำเร็จในการพัฒนา เป็นอย่างไร

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

เทคโนโลยีชาวบ้าน หมายถึง การคิดค้น ประดิษฐ์ สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ เกิดจากภูมิปัญญาการคิดแปลง ประยุกต์ใช้ของชาวบ้านในชุมชน/ท้องถิ่นนั้น ๆ เป็นการแก้ปัญหาการดำเนินชีวิตด้านปัจจัย 4

น้ำ หมายถึง น้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค น้ำเป็นได้ทั้งของเหลวของแข็งและก๊าซ โดยเป็นสารประกอบธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน น้ำเมื่อบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและไม่มีรส

น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค หมายถึง น้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาจากน้ำใต้ดิน เพื่อใช้สำหรับอุปโภคบริโภค น้ำที่ใช้อุปโภคประกอบด้วย 1) น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน 2) น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร 3) น้ำเพื่อใช้น้ำในอุตสาหกรรม และ 4) น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ ส่วนน้ำที่บริโภค คือ น้ำที่ใส่ดื่มผ่านการกรอง และฆ่าเชื้อโรค เป็นน้ำที่สะอาด ปลอดภัยมีค่าตามมาตรฐานสำหรับบริโภคได้

น้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำบาดาลในบริเวณบ้านมอเกาะหาด ซึ่งเป็นน้ำจืดที่ขังอยู่ในช่องว่างของดินหรือหิน และยังหมายถึง น้ำที่ไหลอยู่ภายในชั้นหินอุ้มน้ำ หรือชั้นน้ำ ซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน

น้ำบาดาล หมายถึง น้ำใต้ดินในหมู่บ้านมอเกาะหาด เป็นน้ำจากน้ำฝนหรือจากแม่น้ำลำคลองที่ไหลลงสู่ใต้ดิน จากนั้นถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างในชั้นหิน ดินและทราย

น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำบาดาลในหมู่บ้านมอเกาะหาดที่ชาวบ้านสูบขึ้นมาใช้ในการอุปโภคและบริโภค เป็นน้ำที่มีเกลือและแร่ธาตุละลายอยู่มาก และทำปฏิกิริยากับสบู่ จนเกิดตะกอนขึ้น ส่งผลให้สบู่ไม่เกิดฟองหรือเกิดฟองน้อย น้ำกระด้างแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

น้ำกระด้างชั่วคราว เกิดจากเกลือไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม สามารถแก้ไขได้โดยการต้ม และน้ำกระด้างถาวร คือ น้ำที่มีความกระด้างอยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์ซัลเฟต และไนเตรตของแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งจะไม่สลายตัวเมื่อถูกความร้อน ไม่เกิดตะกอนได้ง่าย

การแก้ไขน้ำกระด้าง หมายถึง การนำเทคโนโลยีชาวบ้านเพื่อนำมาใช้แก้ไขน้ำกระด้าง ในการอุปโภคบริโภค มีวิธีการ 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ 2) การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกระทบหมุนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือเรียกว่า การเกิดออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ได้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรองจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภค 3) การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประชาชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการจัดการน้ำบาดาลอย่างถูกต้อง
2. ชาวบ้านมอเกาะหาด มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง จากการบริโภคน้ำบาดาลที่สะอาดปลอดภัย ตามเกณฑ์มาตรฐานสำหรับบริโภคได้ นอกจากนี้ยังใช้ในการอุปโภคต่าง ๆ
3. จากการได้ดำเนินการแก้ไขน้ำกระด้างแล้ว ส่งผลให้ชาวบ้านมอเกาะหาด ไม่สูญเสียทรัพย์สินในการซ่อมแซมสุขภัณฑ์ต่าง ๆ โดยใช้อย่างทนทานและคุ้มทุน
4. ประชาชนบ้านมอเกาะหาด และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง สามารถนำผลการวิจัยไปวางแผนวางแผนเพื่อปรับปรุงน้ำและจัดการน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับพื้นที่ของชุมชนตนเองต่อไป
5. ประชาชนตำบลขนงพระ และตำบลห่มสี สามารถนำผลการวิจัยไปวางแผนเพื่อปรับปรุงน้ำและจัดการน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับพื้นที่ของชุมชนตนเองต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 บริบทชุมชนบ้านมอเกาะหาด
 - 1.2 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีชาวบ้าน
 - 1.3 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำ
 - 1.4 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค
 - 1.5 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำใต้ดิน
 - 1.6 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำบาดาล
 - 1.7 แนวคิดเกี่ยวกับน้ำกระด้าง
 - 1.8 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ไขน้ำกระด้าง
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. บริบทชุมชนบ้านมอเกาะหาด

1.1 ประวัติความเป็นมา

บ้านมอเกาะหาด หมู่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ชื่อของหมู่บ้านได้มาจากในอดีตภายในบริเวณหมู่บ้านมีต้นหาดมาก จึงนำมาตั้งเป็นชื่อบ้านว่า “มอเกาะหาด” บ้านมอเกาะหาดเดิมแยกตัวออกมาจากบ้านวะกะเจียว หมู่ที่ 4 ตำบลขงนงพระ จากนั้นแยกตัวออกมาตั้งเป็นตำบลหนองน้ำแดงในปัจจุบัน (อดุลย์ แดงจันทิก, 2560 : สัมภาษณ์)

1.2 อาณาเขตติดต่อ

บ้านมอเกาะหาด หมู่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับถนนมิตรภาพ เขตเทศบาลตำบลปากช่องและบ้านไทยเดิม หมู่ที่ 7

ทิศใต้ ติดต่อกับบ้านหนองมะگرد หมู่ที่ 6

ทิศตะวันออก ติดต่อกับบ้านวะกะเจียว หมู่ที่ 4 และบ้านทรายทอง หมู่ที่ 8

ทิศตะวันตก ติดต่อกับบ้านไทยเดิม หมู่ที่ 7

1.3 การปกครอง

บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีครัวเรือนทั้งหมด 199 ครัวเรือน มีประชากรชาย 302 คน ประชากรหญิง 300 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 602 คน บ้านมอเกาะหาด มีกำนันอุดลย์ แดงจันทิก เป็นกำนันตำบลหนองน้ำแดง ซึ่งมีภูมิลำเนาอยู่ที่บ้านมอเกาะหาด

1.4 สภาพทางสังคม

บ้านมอเกาะหาด สภาพทางสังคมประชาชนตั้งหมู่บ้านริมชายเขา มีธรรมชาติที่สวยงาม วิถีชีวิตอยู่ในไร่เขาโพด ไร่มันสำปะหลัง และการประกอบการรีสอร์ท ชาวบ้านต่างคนต่างอยู่เพราะบ้านที่อาศัยห่างกัน และเข้าสู่สังคมเมืองมากขึ้น ส่งผลให้ความสัมพันธ์ที่ดี ในฐานะเพื่อนร่วมหมู่บ้านกับมีน้อยลงไปทุกที ซึ่งประชากรดั้งเดิมที่อาศัยอยู่ในปัจจุบันมีไม่ถึง 30 ครัวเรือน นอกนั้นเป็นผู้ที่เข้ามาอาศัยอยู่ใหม่ทั้งสิ้น

1.5 สภาพทางเศรษฐกิจ

บ้านมอเกาะหาด เป็นหมู่บ้านการท่องเที่ยว โดยประกอบอาชีพหลักเป็นผู้ประกอบการรีสอร์ท การทำไร่ทำสวน ได้แก่ ข้าวโพด และมันสำปะหลัง การรับจ้างทั่วไป และโรงงาน CP ส่งผลทำให้เศรษฐกิจของบ้านมอเกาะหาดดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งสาเหตุมาจากผลกระทบของการท่องเที่ยวที่ตนเองภายในหมู่บ้านมีชาวบ้านประกอบอาชีพค้าขาย โดยขายต้นไม้ แบ่งออกเป็นขายไม้ดอกไม้ประดับ จำนวน 4 ครัวเรือน และขายไม้ซุงดล้อม จำนวน 2 ครัวเรือน รวมเป็น 6 ครัวเรือน นอกจากนี้ การทำไร่ ประกอบด้วย มีพื้นที่ทำไร่อายุสั้นทั้งหมด 900 ไร่ จำนวน ครัวเรือนที่ทำไร่อายุสั้น 120 ครัวเรือน พืชอายุสั้นที่ปลูกมากที่สุดอันดับหนึ่ง ได้แก่ ข้าวโพด และมีพื้นที่ทำไร่อายุยาวทั้งหมด 30 ไร่ จำนวนครัวเรือนที่ทำไร่อายุยาว จำนวน 3 ครัวเรือน พืชอายุยาวที่ปลูกมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง ได้แก่ มะม่วง มะขาม และน้อยหน่า ครัวเรือนที่เลี้ยงโคนมเนื้อเพื่อขาย จำนวน 1 ครัวเรือน และครัวเรือนที่เลี้ยงโคนมเพื่อขายน้ำนม จำนวน 4 ครัวเรือน

1.6 ด้านศาสนา

บ้านมอเกาะหาด มีวัดบ้านนา และศูนย์ปฏิบัติธรรมโมลี เป็นศูนย์รวมจิตใจ เป็นสถานที่ทำบุญกุศลของชาวบ้าน

1.7 ด้านสาธารณสุขในหมู่บ้าน

บ้านมอเกาะหาด มีองค์การบริหารส่วนตำบลหนองน้ำแดงตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ มีศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองน้ำแดง มีศูนย์ฝึกอาชีพ ช.รุ่งเลิศ มีโรงงานผลิตภัณฑ์นม สหกรณ์โคนมปากช่องกำจัด บริษัทเบทาโกร และบริษัทเอทีเลท ฯลฯ

1.8 การประกอบอุตสาหกรรมในครัวเรือน

บ้านมอเกาะหาด มีครัวเรือนที่ใช้เครื่องจักรในการทำเกษตรขนาดเล็กเป็นของตนเอง จำนวน 4 ครัวเรือน ครัวเรือนที่มีเครื่องจักรในการทำเกษตรขนาดใหญ่เป็นของตนเอง จำนวน 15 ครัวเรือน

1.9. สภาพแรงงานและการจ้างงาน

บ้านมอเกาะหาดอายุ 15-59 ปี ประกอบอาชีพและมีรายได้ จำนวน 300 คน คิดเป็นร้อยละ 70.26 ครัวเรือนที่มีคนประกอบอาชีพรับจ้าง จำนวน 50 ครัวเรือน โดยค่าจ้างทั่วไปวันละ 300 บาท นอกจากนี้ยังมีแรงงานต่างด้าวที่เข้ามาทำงานรับจ้างในรีสอร์ทต่าง ๆ พอสมควร

1.10 สภาพแหล่งน้ำในชุมชน

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช. 2 ค) ปีพ.ศ. 2560 บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ซึ่งถือว่าเป็นหมู่บ้านเร่งรัดพัฒนา อันดับ 2 มีแหล่งน้ำ ดังนี้

1.11 บ่อน้ำตื้นส่วนตัว จำนวน 7 บ่อ

1.1.2 บ่อบาดาลสาธารณะจำนวน 7 บ่อ

1.13 บ่อบาดาลส่วนตัว จำนวน 30 บ่อ

โดยสรุป บ้านมอเกาะหาด เป็นชุมชนกึ่งเมือง เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ชาวบ้านมีวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป มีการขายที่ดินที่ทำกินไปเกือบหมด ชาวบ้านประกอบอาชีพรีสอร์ท บ้านพักตากอากาศ โฮมสเตย์ ร้านอาหาร และอื่น ๆ

2. แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีชาวบ้าน

2.1 ความหมายของเทคโนโลยีชาวบ้าน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีท้องถิ่นหรือนวัตกรรมท้องถิ่น ดังนี้ เทคโนโลยีชาวบ้าน หมายถึง การที่บุคคลที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น นำความรู้เทคนิค วิธีการต่าง ๆ มาคิดประดิษฐ์ เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ที่สะดวก ใช้งานง่าย ประหยัด โดยใช้

วัสดุที่มีในท้องถิ่น นำมาพัฒนาวิธีการทำงานของตนเองได้อย่างมีคุณภาพ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ เพื่อเป็นการต่อยอดองค์ความรู้ให้เพิ่มขึ้น (จงรัก เทศนา, 2560, ออนไลน์)

วิมล จิโรพันธ์ ประชิต สกณะพัฒน์และอุดม เขยกิจวงศ์ (2548, หน้า 101) เทคโนโลยีชาวบ้าน หมายถึง ผลงานที่เกิดขึ้นจากฝีมือของคนในท้องถิ่นด้วยการคิดค้น ประดิษฐ์ สร้างสรรค์ประยุกต์ ดัดแปลง โดยอาศัยวิธีการและรูปแบบที่ถ่ายทอดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและภูมิปัญญาสมัยใหม่ มีจุดประสงค์เพื่อใช้สอยในการดำเนินชีวิตประจำวันของชาวบ้านทั้งโดยตรงและโดยอ้อม เช่น การประกอบอาชีพทุกอาชีพ จำเป็นต้องมีเครื่องมือ อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวก ประหยัดเวลา และแรงงาน เทคโนโลยีท้องถิ่น หมายถึง เทคโนโลยีดั้งเดิม ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ในการดำเนินชีวิต การทำมาหากิน การต่อสู้กับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และการปรับตัวให้เข้ากับ สภาพแวดล้อม ของคนในท้องถิ่นนั้น เทคโนโลยีท้องถิ่น จะมีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น และมีความสามารถ ในการเปลี่ยนแปลงพัฒนาไปได้ไม่หยุดอยู่กับที่ ทั้งนี้เนื่องจาก การที่มนุษย์ต้องปรับตัว ให้เข้ากับสภาพธรรมชาติ ที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่น ควรมีพื้นฐานมาจาก การพัฒนาเทคโนโลยีพื้นบ้าน โดยการดัดแปลงแก้ไข ความรู้พื้นฐาน หรือภูมิปัญญาท้องถิ่น ให้เป็นประโยชน์ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ความสำคัญเทคโนโลยีชาวบ้าน

มนุษย์มีการดำเนินชีวิตมาตั้งแต่อดีตกาล ผ่านการดำรงชีวิตมาในรูปแบบต่าง ๆ ตามยุคตามสมัยและมีการดำรงชีวิตในแต่ละยุคที่ไม่เหมือนกัน อาจจะมีคล้ายกันบางแต่ก็ไม่เหมือนกันทั้งหมด ซึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์นั้นต้องมีการประสบพบเจอกับเรื่องหรือปัญหาต่าง ๆ ทำให้มนุษย์เกิดการคิด คิดที่จะทำอะไรซักอย่างเพื่อแก้ปัญหา นั้น ๆ แรกเริ่มอาจจะคิดแก้ปัญหาเฉพาะหน้าไปก่อนแล้วจากนั้นจึงมีการพัฒนาและต่อยอดความคิดนั้นให้สามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้นกว่าเดิม จนสามารถแก้ปัญหานั้นได้และมนุษย์ก็มีการคิดอยู่ตลอดเวลา ทำให้มนุษย์มีการพัฒนาการ เกิดความคิดประดิษฐ์ในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งมีมากมายตามยุคสมัยของมนุษย์ เทคโนโลยีเองก็เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากความคิดและการพัฒนาขึ้นของมนุษย์ เทคโนโลยี มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์มาเป็นเวลานาน เป็นสิ่งที่มนุษย์ใช้ในการแก้ปัญหาพื้นฐาน ในการดำรงชีวิตไม่ว่าจะเป็น การเพาะปลูก ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ในระยะแรกเทคโนโลยีที่นำมาใช้เป็นเทคโนโลยีพื้นฐาน ไม่สลับซับซ้อนเหมือนดังปัจจุบันการเพิ่มจำนวนของประชากรและข้อจำกัดด้านทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งมีการพัฒนาความสัมพันธ์กับต่างประเทศ เป็นปัจจัยสำคัญในการนำและพัฒนาเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้น เทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์เองก็มีความสัมพันธ์กันมาก เพราะเทคโนโลยีเกิดจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มนุษย์

ได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มาอย่างต่อเนื่อง ทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้า ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นความรู้ที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มนุษย์ได้สังเกตเห็น โดยหลักสำคัญคือ สิ่งที่มนุษย์เฝ้าสังเกตว่าทำไมจึงเกิดอย่างนั้นในปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาเป็นอย่างมากและในการดำเนินชีวิต ในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร เช่น การใช้โทรศัพท์ เป็นต้น

2.3 ระดับของเทคโนโลยีชาวบ้าน

เทคโนโลยีชาวบ้านสามารถแบ่งได้ 3 ระดับ คือ

2.3.1 เทคโนโลยีระดับพื้นฐาน ส่วนมากเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่แต่เดิมตั้งแต่ยุคโบราณเกิดขึ้นจากความจำเป็นในการยังชีพของชาวชนบทในท้องถิ่นมีการประยุกต์ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ได้จากธรรมชาติโดยตรงตลอดจนใช้แรงงานในท้องถิ่น มีการสืบทอดเทคโนโลยีต่อ ๆ กันมาพร้อมกับขนบธรรมเนียม ประเพณีและวัฒนธรรมท้องถิ่น ดังนั้นอาจเรียกเทคโนโลยีระดับต่ำ ว่าเป็นเทคโนโลยีท้องถิ่น โดยจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่าย ๆ ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในระดับต่ำ จำเป็นต้องมีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้น ๆ อย่างถูกต้อง เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้เพื่อการดำรงชีวิต แต่ก็ไม่จำเป็นต้องมีเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนถึงระดับแก้ไข คัดแปลง เพียงแต่รู้หลักและวิธีการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นก็เพียงพอแล้ว ตัวอย่าง เช่น ยาสมุนไพรพื้นบ้าน ครกตำข้าว ลอบดักปลา และกระท่อมขุดมะพร้าว เป็นต้น

2.3.2 เทคโนโลยีระดับกลาง เกิดจากการปรับปรุงพัฒนาเทคโนโลยีระดับต่ำ หรือเทคโนโลยีพื้นฐานมาเพื่อให้ได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยีนั้นมากยิ่งขึ้น ผู้พัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้จะเป็นผู้มีความรู้ลึกซึ้ง เข้าใจระบบการทำงานและกลไกต่าง ๆ ตลอดจนสามารถแก้ไขซ่อมแซม อุปกรณ์ เครื่องมือให้กลับสภาพดีดังเดิมได้ นอกจากนี้จะต้องมีประสบการณ์เข้าใจความเป็นไปของ ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามสมควร นักพัฒนามีบทบาทอย่างมากในการใช้เทคโนโลยีระดับกลาง ในการเสริมความรู้และประสบการณ์ให้กับผู้คนในท้องถิ่น ตัวอย่างเช่น การผลิตอาหารโดยใช้ ผลิตผลเหลือใช้จากการเกษตร การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อแก้ปัญหาดินเสื่อม การถนอมอาหาร การสร้างอ่างเก็บน้ำ และเครื่องขุดมะพร้าว เป็นต้น

2.3.3 เทคโนโลยีระดับสูง เกิดจากการสะสมประสบการณ์อันยาวนาน มีความ สลับซับซ้อน เทคโนโลยีระดับสูงจำเป็นต้องอาศัยการศึกษาเรียนรู้ ในสถาบันการศึกษาระดับสูง มีการวิจัยอย่างสม่ำเสมอ และมีการประดิษฐ์ คิดค้นเครื่องจักรกล เครื่องมือต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพ สูง เช่น การผลิตอาหารกระป๋อง การผลิตเครื่องคัดขนาดพืชการผลิตแผ่นผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

2.4 ประเภทเทคโนโลยีชาวบ้าน

สังคมมีการแลกเปลี่ยนทางวัฒนธรรมระหว่างชุมชน ทำให้เกิดการเพิ่มพูนและความหลากหลายในภูมิปัญญา ซึ่งภูมิปัญญาไทยก็มีสะสมองค์ความรู้ ขึ้นมาจากประสบการณ์ของชีวิต สังคมและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป และมีการสืบทอดภูมิปัญญาเหล่านี้ตามวิถีชีวิตขนบธรรมเนียม ความเชื่อทางศาสนา วิธีการทำมาหากิน ตลอดจนศิลปวิทยาการต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้เรียกว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งในปัจจุบัน ประเทศไทยสามารถพัฒนาเทคโนโลยีของภูมิปัญญาท้องถิ่นประสบความสำเร็จระดับหนึ่ง ประเภทของเทคโนโลยีชาวบ้าน สามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.4.1 เทคโนโลยีการเกษตร เช่น ความรู้ในการเพาะปลูกพืช การขยายพันธุ์พืช เป็นต้น

2.4.2 เทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การหมักน้ำปลา อาหารหมักดอง การทำเห็ดสาโท เป็นต้น

2.4.3 เทคโนโลยีทางอุตสาหกรรม ได้แก่ เทคโนโลยีกระบวนการผลิตการวางแผนการสร้างโรงงาน เป็นต้น

2.5 แนวทางการจัดการหรือพัฒนาด้านเทคโนโลยีชาวบ้าน

แนวทางการจัดการหรือพัฒนาด้านเทคโนโลยีชาวบ้าน มีกระบวนการเรียนรู้เป็นพื้นฐานและมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ (กลุ่มงานภูมิปัญญาท้องถิ่น สำนักพัฒนาการเกษตรกรรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป. หน้า 10-11)

2.5.1 รวบรวมภูมิปัญญาท้องถิ่นมีอยู่มากมายต้องเก็บรวบรวมและจัดหมวดหมู่อย่างเป็นระบบการเก็บรวบรวมทำได้หลายวิธีเช่นการสอบถามการสัมภาษณ์การจัดเวทีชาวบ้านเพื่อให้ชาวบ้านผู้รู้ในชุมชนมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลการจัดหมวดหมู่จัดได้หลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ได้แก่ การจัดตามกลุ่มของภูมิปัญญาเช่น ภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการทำมาหากินภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องประเพณีและวัฒนธรรมการจัดตามแหล่งของ ภูมิปัญญาเช่น ภูมิปัญญาของภาคจังหวัดชุมชน

2.5.2 วิเคราะห์เพื่อดูว่าภูมิปัญญานั้นควรอนุรักษ์หรือรื้อฟื้นหรือประยุกต์หรือพัฒนาต่อยอดโดยพิจารณาจากความเหมาะสมความสำคัญการใช้ประโยชน์ความเป็นไปได้และโอกาสของการพัฒนา

2.5.3 กลั่นกรองจัดลำดับและคัดเลือกภูมิปัญญาเพื่อดำเนินการต่อ (อนุรักษ์หรือรื้อฟื้นประยุกต์หรือพัฒนาต่อยอด) โดยเน้นการได้ประโยชน์ของชุมชนเจ้าของเรื่องเป็นลำดับแรก

2.5.4 พัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ได้กว้างขึ้น

2.5.5 ทดสอบความเหมาะสมกับสภาพชุมชน/ท้องถิ่นหรือสภาวะแวดล้อมที่จะนำ

ภูมิปัญญานั้นไปใช้ประโยชน์

2.5.6 เผยแพร่ขยายผลซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งการขยายผลเฉพาะกลุ่มหรือขยายผลในวงกว้าง

2.5.7 สร้างเครือข่ายการดำเนินงานเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงผนึกกำลังและแบ่งงานกันตามศักยภาพและบทบาทหน้าที่ของแต่ละฝ่าย

2.6 เทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ”

เทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ” ผู้วิจัยเป็นผู้คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นมาด้วยตนเอง จากทักษะ ประสบการณ์ การศึกษา ค้นคว้าและการทดลอง เดิมผู้วิจัยมีอาชีพเป็นช่างและรับจ้างเจาะบ่อน้ำบาดาลมานาน มีประสบการณ์เจาะบ่อน้ำบาดาลร่วม 100 บ่อ ทั้งในชุมชนและนอกชุมชนน้ำกระด้างของชุมชนบ้านมอกระทบ มีหินปูนเจือปนอยู่มาก ส่งผลกระทบท่อการใช้อุปโภคและบริโภค เช่น เครื่องสุขภัณฑ์เสียหายได้ง่าย สิ้นเปลืองเงินในการดูแลรักษา ดังนั้นผู้วิจัยพยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาน้ำกระด้าง โดยได้แนวคิดและประสบการณ์ตรงจากการไปจัดสวนหย่อมและทำบ่อน้ำตกให้แก่ท่านผู้ว่าราชการจังหวัด จากนั้นได้นำหลักการที่ได้มาทำการวิจัยแบบชาวบ้าน ส่งผลให้ประสบความสำเร็จ สามารถแยกหินปูนออกจากน้ำบาดาลได้ ด้วยเทคโนโลยีชาวบ้านชื่อว่า “ชั้นน้ำตกกระทบ” วิธีการทำไม่ได้ยุ่งยากซับซ้อนแต่อย่างใด เป็นการเลียนแบบธรรมชาติ โดยมีวิธีการทำ 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ โครงเหล็ก บัมบูน้ำบาดาล ตู้ควบคุมระบบอัตโนมัติ ชั้นน้ำตกกระทบ และแผงโซลาร์เซลล์ 2) การปฏิบัติการแก้ปัญหาน้ำกระด้าง ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกกระทบหมุนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือเรียกว่า การเกิดออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังปากกว้างและพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ใต้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรองจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภค 3) การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง ด้วยการนำน้ำกระด้างไปทดลองอีกครั้งหนึ่ง

จากความหมาย ความสำคัญ แนวคิดของเทคโนโลยีชาวบ้าน ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่าเทคโนโลยีชาวบ้าน หมายถึง การคิดค้น ประดิษฐ์ สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ เกิดจากภูมิปัญญา นำการดัดแปลง ประยุกต์ใช้ของชาวบ้านในชุมชน/ท้องถิ่นนั้นๆ เป็นการแก้ปัญหาการดำเนินชีวิตด้านปัจจัย 4

3. แนวคิดเกี่ยวกับน้ำ

3.1 ความหมายของน้ำ

ความหมายของน้ำ มีนักการศึกษาได้ให้คำนิยามไว้ ดังนี้

น้ำ เป็นสารประกอบเคมีชนิดหนึ่ง มีสูตรเคมีคือ H_2O โมเลกุลของน้ำประกอบด้วย ออกซิเจน 1 อะตอมและไฮโดรเจน 2 อะตอมเชื่อมติดกันด้วยพันธะโควาเลนต์ น้ำเป็นของเหลวที่ อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน แต่พบบนโลกที่สถานะของแข็ง (น้ำแข็ง) และสถานะแก๊ส (ไอน้ำ) น้ำยังมีในสถานะของผลึกของเหลวที่บริเวณพื้นผิวที่ขอบน้ำ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2560, ออนไลน์)

ราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 (2554, หน้า 81) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำ หมายถึง น. สารประกอบซึ่งมีองค์ประกอบเป็นธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 1:8 โดยน้ำหนัก เมื่อบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี กลิ่น รสมีประโยชน์มากเช่นใช้ดื่ม ชำระล้างสิ่งสกปรก โบราณถือว่าเป็น ธาตุ 1 ในธาตุ 4 คือดิน น้ำ ไฟ ลม ใช้เรียกสิ่งอื่นที่มีลักษณะเป็นน้ำหรือเหลว เหมือนน้ำ เช่น น้ำตาน้ำปลา น้ำพริก น้ำส้ม เป็นต้น

สวัสดี โนนสูง (2546, หน้า 25) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำ (Water) เป็นสารประกอบที่ ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน(Hydrogen) และออกซิเจน (Oxygen) ในอัตราส่วน 1: 8 โดยน้ำหนัก ตัวพบ 3 สถานะ คือ ของเหลว ของแข็ง (น้ำขั้วโลกเหนือ) และแก๊ส (น้ำในบรรยากาศ) สูตรทางเคมี คือ H_2O น้ำที่บริสุทธิ์จะเป็นของเหลวใส ใสทึบได้ ไม่มีสี และไม่มีกลิ่น

3.2 คุณค่าของน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่มนุษย์ชาติสามารถนำมาใช้ในการดำรงชีวิตได้ก็เฉพาะส่วนที่เป็น น้ำจืดที่อยู่บนผิวดินและน้ำใต้ดินซึ่งเกิดจากน้ำฝนในวงจรวัฏจักรของน้ำเท่านั้นนอกจากนี้แล้ว น้ำยังเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจอีกด้วยซึ่งคุณค่าของน้ำสามารถสรุปได้ ดังนี้ (กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป., หน้า 5-6)

3.2.1 น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนถ้าหากน้ำไม่สะอาด สำหรับบริโภคเป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหาร

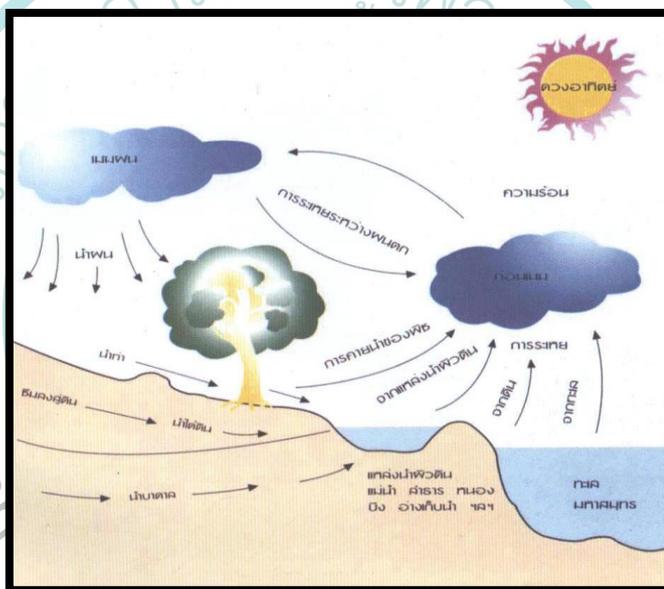
3.2.2 น้ำเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับอุตสาหกรรม ถ้าหากน้ำไม่เพียงพอต่อการ อุตสาหกรรม ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ

3.2.3 น้ำเป็นปัจจัยหลักสำหรับการเกษตร ถ้าหากน้ำไม่เพียงพอต่อการเกษตร เป็นสาเหตุให้ผลผลิตตกต่ำ

2.2.4 น้ำเป็นปัจจัยหลักในการผลิตพลังงานไฟฟ้า น้ำถูกระบายออกเพื่อผลิต ไฟฟ้าใช้เป็นไฟฟ้าสำรองในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง

3.3 วัฏจักรของน้ำ

วัฏจักรของน้ำเป็นวงจรการหมุนเวียนเกิดอยู่ในสภาพต่างๆของน้ำบนพื้นโลก ได้แก่ไอน้ำเมฆฝนหิมะน้ำผิวดิน(น้ำท่า) น้ำใต้ดิน(น้ำบาดาล) และน้ำทะเล(มหาสมุทร) โดยน้ำจากทะเล(มหาสมุทร) น้ำผิวดิน(แม่น้ำลำคลอง) หรือส่วนที่สะสมบนพื้นแผ่นดินระเหยกลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นไปในบรรยากาศแล้วก็กลั่นตัวเกิดเป็นเมฆต่อมาหยดน้ำในเมฆรวมตัวกันเป็นน้ำฝนตกลงมาบนพื้นโลกส่วนหนึ่งไหลบนผิวดินเรียกว่าน้ำผิวดินส่วนที่ไหลซึมลงดินเรียกว่าน้ำใต้ดินและส่วนหนึ่งตกลงในทะเลมหาสมุทรดังภาพประกอบ (กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป., หน้า 2)



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, (ม.ป.ป., หน้า 2)

3.4 ประเภทแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นใหม่หรือปรับปรุงแหล่งน้ำเดิมเพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มีหลายประเภท ดังนี้(กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป., หน้า 8-10)

3.4.1 อ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำเป็นแหล่งเก็บกักน้ำฝนซึ่งไหลมาบนผิวดินหรือที่ไหลมาตามร่องน้ำธรรมชาติให้ขังไว้ในแอ่งระหว่างหุบเขาหรือลูกเนิน โดยมีส่วนประกอบโครงสร้างของอ่างเก็บน้ำที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เขื่อนดินทำหน้าที่ปิดกั้นลำน้ำธรรมชาติระหว่างหุบเขาหรือลูกเนินเพื่อเก็บกักน้ำไว้เหนือเขื่อน
- 2) อาคารระบายน้ำล้นทำหน้าที่ระบายน้ำส่วนที่เกินที่อ่างจะเก็บกักน้ำไว้ได้เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลล้นสันเขื่อน
- 3) อาคารบังคับน้ำทำหน้าที่ส่งน้ำและควบคุมน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเข้าสู่ระบบกระจายน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก

3.4.2 ฝ่ายเป็นอาคารที่สร้างขึ้นขวางทางน้ำธรรมชาติเพื่อทดน้ำเก็บกักน้ำและระบายน้ำโดยมีส่วนประกอบโครงสร้างที่สำคัญ ดังนี้

- 1) อาคารทดน้ำทำหน้าที่ยกระดับน้ำในลำน้ำให้สูงขึ้นและยังสามารถให้น้ำที่ไหลมาล้นข้ามสันตัวอาคารได้
- 2) ประตูระบายน้ำทำหน้าที่ระบายตะกอนทรายหรือระบายน้ำผ่านอาคารทดน้ำ
- 3) อาคารบังคับน้ำทำหน้าที่ส่งน้ำและควบคุมน้ำออกจากฝายเข้าสู่ระบบกระจายน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก

3.4.3 สระน้ำ

สระเก็บน้ำเป็นแหล่งขังน้ำฝนน้ำท่าหรือน้ำซับ โดยการขุดดินให้เป็นบ่อเก็บน้ำขนาดใหญ่เพื่อเก็บกักน้ำไว้ในฤดูแล้งโดยมีส่วนประกอบโครงสร้างที่สำคัญ ดังนี้

- 1) ดินขุดทำหน้าที่เป็นบ่อเก็บกักน้ำ
- 2) คันสระทำหน้าที่ปิดกั้นทางน้ำไม่ให้น้ำไหลผ่าน
- 3) อาคารระบายน้ำทำหน้าที่ระบายน้ำเข้าและหรือระบายน้ำออกจากสระ
- 4) บันไคลงสระทำหน้าที่เป็นทางลงไปใช้น้ำในสระ

3.5 ความสำคัญของน้ำ

น้ำเป็นสารประกอบที่พบมากถึง 3 ใน 4 ส่วนของพื้นโลกโดยส่วนใหญ่อยู่ในสภาพน้ำเค็มในทะเลและมหาสมุทรประมาณร้อยละ 97 เป็นน้ำแข็งตามขั้วโลกประมาณร้อยละ 2 และเป็นน้ำจืดตามแม่น้ำลำคลองต่างๆ ประมาณร้อยละ 1 ถ้าโลกเราปราศจากน้ำสิ่งมีชีวิตต่างๆ บนโลกก็จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เลยดังนั้น ความสำคัญของน้ำ ดังนี้ (จิระพร จิตบำรุง, 2554, ออนไลน์)

2.5.1 ความสำคัญของน้ำต่อมนุษย์

1) เป็นส่วนประกอบที่มีมากที่สุดในร่างกายมีอยู่ 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว โดยส่วนประกอบของส่วนต่าง ๆ ในร่างกายเช่นเลือดน้ำเหลืองตับไตเนื้อ

2) ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่

3) เป็นสารที่ช่วยให้กระบวนการทางเคมีในร่างกายดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง เช่นการย่อยอาหารทั้งประเภทคาร์โบไฮเดรตไขมันและโปรตีนได้อาหารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลงที่ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้

4) ช่วยในการลำเลียงสารต่าง ๆ ในร่างกายเช่นการลำเลียงอาหารการไหลเวียนของเลือดและยังช่วยขับของเสียออกจากร่างกายเช่นปัสสาวะเหงื่อโดยปกติในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายจะเสียน้ำไปโดยเฉลี่ยประมาณ 2.7 – 3.2 ลิตรดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องหาน้ำมาทดแทนให้กับน้ำที่ร่างกายเสียไปโดยการดื่มน้ำโดยตรงหรือรับประทานอาหารที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ อาหารแต่ละประเภทจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบไม่เท่ากัน โดยเฉลี่ยอาหารประเภทผักและผลไม้จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่าประเภทอื่น ๆ

นอกจากน้ำจะมีประโยชน์ต่อร่างกายเราโดยตรงแล้วยังมีประโยชน์ต่อเราในด้านต่างๆ อีกเช่น

1. ใช้ในด้านอุตสาหกรรมทุกประเภทโดยถูกใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเป็นตัวระบายความร้อนจากเครื่องจักรต่างๆ ตลอดจนใช้เป็นตัวทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆด้วย

2. ใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ

3. ใช้ในการเกษตรกรรมทั้งการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

4. ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ

5. ใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจเป็นสถานที่ท่องเที่ยวและที่เล่นกีฬาทางน้ำ

6. ใช้ปรุงอาหารทำความสะอาดและซักผ้า

3.5.2 ความสำคัญของน้ำต่อพืช

1) น้ำเป็นวัตถุดิบสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงของพืช

2) น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการงอกของเมล็ดพืช เพราะน้ำจะช่วยทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่มต้นอ่อนสามารถแทงรากงอกออกมาจากเมล็ดได้ง่าย

3) น้ำเป็นตัวทำละลายสารอาหารและเกลือแร่ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินเพื่อช่วยให้รากดูดซึมและลำเลียงไปยังส่วนต่างๆของพืชเช่นลำต้นกิ่งก้านและใบ

4) ช่วยในการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโตถ้าขาดน้ำก็จะทำให้เซลล์ยืดยาวไม่เต็มที่ต้นจะแคระแกร็นและถ้าขาดน้ำหนักมาก ๆ พืชจะเหี่ยวและเฉาตายไปในที่สุด

5) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืชโดยพืชบกจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ ร้อยละ 60 – 90 ส่วนพืชน้ำจะมีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 95 – 99

3.6 สมบัติของน้ำ

น้ำจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำการที่มีสารต่าง ๆ ละลายปะปนอยู่ในน้ำ คุณสมบัติของน้ำมีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ ดังนี้

- 1) ลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน เช่น ความใส ความขุ่น กลิ่น สี เป็นต้น
- 2) อุณหภูมิ (อุณหภูมิของน้ำมีผลในด้านการเร่งปฏิกิริยาทางเคมี)
- 3) สี สีของน้ำเกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยในน้ำ เช่น น้ำตามธรรมชาติจะมีสีเหลืองซึ่งเกิดจากกรดอินทรีย์ น้ำในแหล่งน้ำที่มีใบไม้ทับถมจะมีสีน้ำตาล
- 4) กลิ่นและรส กลิ่นและรสของน้ำจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อย เกลือโซเดียมคลอไรด์ซึ่งจะทำให้ น้ำมีรสกร่อยหรือเค็ม
- 5) ความขุ่น เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน ซากพืช ซากสัตว์
- 6) การนำไฟฟ้า บอกถึงความสามารถของน้ำที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไอออนโดยรวมในน้ำ และอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า

3.6.2 สมบัติทางด้านเคมีของน้ำคือ ลักษณะทางเคมีของน้ำ เช่น ความเป็นกรด – เบส ความกระด้าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นต้น

- 1) pH แสดงความเป็นกรดหรือเบสของน้ำ (น้ำดื่มควรมีค่า pH ระหว่าง 6.8-7.3)
- 2) ความกระด้าง เป็นการไม่เกิดฟองกับสบู่และเมื่อต้มน้ำกระด้างนี้จะเกิดตะกอน
- 3) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) แบคทีเรียที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำต้องการออกซิเจน

4) บีโอดี (biological oxygen demand) เป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ น้ำที่มีคุณภาพดี ควรมีค่าบีโอดี ไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่าบีโอดีสูงมากแสดงว่าน้ำนั้นเน่ามาก

5) COD (Chemical Oxygen Demand) คือ ปริมาณ O₂ ที่ใช้ในการออกซิไดซ์ในการสลายสารอินทรีย์ด้วยสารเคมีโดยใช้สารละลาย โดยทั่วไปค่า COD จะมีค่ามากกว่า BOD เสมอ ดังนั้นค่า COD จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่ง que แสดงถึงความสกปรก

6) ทีโอดี (Total Organic Carbon: TOC) คือ ปริมาณคาร์บอนในน้ำ

3.7 ประโยชน์ของน้ำ

3.7.1 มนุษย์ใช้น้ำดื่ม น้ำชนิดนี้ต้องสะอาดปลอดภัย สิ่งเหล่านี้เริ่มสำคัญและจำเป็นมากขึ้นเมื่อตอนรู้จักว่าน้ำไม่สะอาดนั้นเปรียบเสมือนยาพิษ

3.7.2 มนุษย์ใช้ในบ้านเรือน เช่น ใช้อาบ ใช้ซักฟอก ใช้ปรุงอาหาร ชำระล้าง ถ่ายเทของเสียกะกันว่าคนหนึ่ง ๆ ถ้าจะใช้น้ำให้พอดี ๆ คนหนึ่ง ๆ จะต้องใช้น้ำ 100 ลิตรต่อวัน

3.7.3 ใช้ในด้านอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมทุกชนิดต้องใช้น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการถลุงเหล็ก ต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมาก คือจะใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมแต่ละชนิดบางครั้งถ้าโรงงานอุตสาหกรรมขาดแคลนน้ำมากเข้าก็อาจเลิกกิจการการอุตสาหกรรมใช้น้ำ ดังนี้

- 1) ใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์
- 2) ใช้เป็นตัวละลายวัตถุที่ใช้ในอุตสาหกรรม
- 3) ใช้เป็นตัวทำความสะอาดล้างวัตถุดิบ
- 4) ใช้กำจัดของเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

3.7.4 น้ำเป็นที่อยู่อาศัยของปลา และสัตว์น้ำ

3.7.5 ใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ เช่น ว่ายน้ำ พายเรือ และอื่น ๆ

3.7.6 ใช้เป็นทางคมนาคม การขนส่งทางน้ำมีความสำคัญมาก เพราะเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

3.7.7 น้ำให้พลังงาน อาจจะนำพลังงานไปใช้ในโรงงานต่างๆ โดยตรง หรือนำไปเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้า

3.7.8 ใช้ในการเกษตรเป็นเรื่องสำคัญ เพราะน้ำจำเป็นสำหรับความเจริญงอกงามของพืชซึ่งหมายถึงพืชที่มนุษย์เพาะปลูกด้วย น้ำที่ใช้ในการนี้มีมากกว่าการใช้น้ำประเภทอื่น ๆ

จากความหมาย แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า น้ำ หมายถึง น้ำ ในที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค น้ำเป็นได้ทั้งของเหลว ของแข็งและก๊าซ โดยเป็นสารประกอบธาตุ ไฮโดรเจนและออกซิเจน น้ำเมื่อบริสุทธิ์ มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี กลิ่น และรส

4. แนวคิดเกี่ยวกับน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค

4.1 ความหมายของน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2552, หน้า 51) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำสะอาดหมายถึงน้ำที่ใสไม่มีสีไม่มีกลิ่นไม่มีรสไม่มีจุลินทรีย์หรือเชื้อโรคปนอยู่หรือถ้าจะปะปนต้องไม่เกินมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้สำหรับอุปโภคและบริโภค และน้ำบริโภคหมายถึงน้ำที่ใช้ดื่มรวมทั้งน้ำที่ใช้ทำอาหารและเครื่องดื่ม

กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภค สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย (ม.ป.ป. หน้า 1) ได้สรุปคำกล่าวความหมายน้ำสะอาดของโกมลศิระบวรและเลิศไชยณรงค์ (2539, หน้า 46) ไว้ว่า น้ำสะอาดหมายถึงน้ำที่ใสไม่มีกลิ่นไม่มีรสไม่มีจุลินทรีย์หรือกัมมันตรังสีตลอดจนเชื้อโรคปนอยู่หรือถ้าจะปะปนอยู่ได้ก็ต้องไม่เกินมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้สำหรับอุปโภค-บริโภค

น้ำดื่ม หมายถึง น้ำซึ่งได้จาก 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ 1) น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ ได้แก่ น้ำฝนจากภาชนะเก็บกักน้ำ จากน้ำซับ น้ำกรอง น้ำจากบ่อน้ำตื้น ที่ถูกสุขอนามัย 2) น้ำจากระบบประปาในชนบท โดยการนำน้ำจากใต้ดิน หรือแหล่งผลิตน้ำผิวดินมาผลิตให้เป็นน้ำสะอาด ตามหลักวิชาการ และวิธีการอันเหมาะสม เพื่อใช้ในการบริโภค และอุปโภค โดยการจ่ายไปตามท่อผ่านมาตรวัดน้ำ บริการให้ประชาชนในหมู่บ้านทั้งนี้ องค์การอนามัยโลก และยูนิเซฟ ได้ให้คำจำกัดความว่า น้ำ ซึ่งไม่มีสารเคมี หรือสารเป็นพิษในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเจ็บป และปราศจาก กลิ่น สี และรส ที่ไม่เป็นที่ยอมรับ น้ำใช้ หมายถึง น้ำซึ่งได้จากแหล่งน้ำต่างๆ คือ บ่อเจาะขนาดเล็ก บ่อนาดาล สระขุด หนองน้ำธรรมชาติ อ่างเก็บน้ำธรรมชาติ ฝาย อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก และระบบประปา ทั้งนี้คุณภาพของน้ำจะต้องเป็นน้ำใสพอประมาณ ไม่กระด้างเกินไป และไม่เค็มเกินไป (สำนักที่ปรึกษา กรมอนามัย, 2559, ออนไลน์)

4.2 ความสำคัญของน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค

น้ำนับว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและน้ำยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโลกอีกด้วย โดยที่แหล่งของน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคมีหลายชนิดได้แก่น้ำฝนน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินซึ่งน้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรไม่จบสิ้นแต่ในการที่จะนำน้ำมาใช้ต้องคำนึงถึงเรื่องความสะอาดปราศจากเชื้อโรคหรือสิ่งเจือปนอันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตอันได้แก่เชื้อแบคทีเรีย สารเคมีโลหะหนักหรือซากพืชซากสัตว์เป็นต้น จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงเรื่องวิธีการจัดการน้ำที่สะอาดรวมถึงการคำนึงถึงเรื่องมาตรฐานคุณภาพน้ำด้วย (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย, 2552, หน้า 49)

4.3 ลักษณะของน้ำที่สะอาดและปลอดภัย

น้ำสะอาดและปลอดภัยมีลักษณะที่สำคัญคือปราศจากเชื้อที่อาจทำให้เกิดโรคโดยน้ำเป็นสื่อไม่มีสารพิษเจือปนและหากมีแร่ธาตุหรือสารบางอย่างปนอยู่ต้องไม่เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า “น้ำสะอาดและปลอดภัย” มีลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ (สำนักสุขภาพอาหารและน้ำ กรมอนามัย, ม.ป.ป., หน้า 1)

4.3.1 ไม่มีสารพิษเจือปน

4.3.2 ปราศจากเชื้อโรคที่อาจทำให้เกิดโรคโดยน้ำเป็นสื่อ

4.3.3 หากมีแร่ธาตุหรือสารบางอย่างปนอยู่ต้องไม่เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด

4.4 ลักษณะของการใช้น้ำเพื่ออุปโภคและบริโภค

ฉลอง บัวผัน (ม.ป.ป., หน้า 234-238) ได้กล่าวถึงลักษณะการใช้น้ำ ดังนี้

4.4.1 การใช้น้ำเพื่อการเกษตร

การใช้น้ำเพื่อการเกษตร สามารถแบ่งเขตเกษตรออกเป็น 2 เขตใหญ่ ๆ คือ เขตเกษตรน้ำฝนและเขตเกษตรชลประทาน ในอดีตการทำเกษตรจะอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ซึ่งสภาวะธรรมชาติก็อยู่ในสภาพสมดุล เมื่อมีการสร้างเขื่อนต่าง ๆ ขึ้นบริเวณต้นน้ำต่าง ๆ เช่น เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ และเขื่อนเจ้าพระยาในภาคเหนือ เป็นต้น ถือว่าเป็นการเริ่มยุคชลประทานสมัยใหม่ขึ้น การเกษตรสมัยใหม่ในเขตฤดูฝน ก็เริ่มมีการใช้พันธุ์ข้าวและพืชสมัยใหม่ ทำให้จำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ย และใช้ยาฆ่าแมลง นอกจากนี้ การทำไร่ เช่น ไร่อ้อย ไร่มันสำปะหลัง ข้าวโพดและปอ ยังมีส่วนทำให้มีการทำลายป่าไม้เป็นการใหญ่ มีผลกระทบต่อสภาพต้นน้ำลำธารและการเกิดดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในส่วนเขตชลประทานนับว่ามีผลมากต่อการเกิดมลภาวะในน้ำบาดาล มีการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงเป็นอย่างมากเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี โดยเฉพาะในเขตภาคกลางของประเทศไทย ส่งผลกระทบเกิดมลภาวะต่อน้ำใต้ดิน ได้แก่ น้ำบาดาล

4.4.2 ใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรม

นับวันเขตอุตสาหกรรมยิ่งขยายตัวออกไปเรื่อย ๆ แต่เดิมอาจจะจำกัดอยู่เฉพาะกรุงเทพฯ และปริมณฑล ปัจจุบันมีการกระจายไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย น้ำที่ใช้ส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมจะใช้เพื่อจุดประสงค์ 4 อย่างคือ หล่อเย็น การผลิต กระบวนการต่าง ๆ และการทำความสะอาด ซึ่งการใช้น้ำในจุดประสงค์ต่าง ๆ กัน จะมีผลทำให้เกิดมลภาวะต่าง ๆ กัน

4.4.3 การใช้น้ำเชิงพาณิชย์กรรม

การใช้น้ำในปัจจุบันนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก ได้แก่ การใช้น้ำสำหรับสนามหญ้า บริเวณตึกต่าง ๆ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสนามกอล์ฟ ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีประมาณ 1,000 สนาม กระจายอยู่ทั่วทุกภาค สนามกอล์ฟหนึ่ง ๆ ใช้น้ำเท่ากับหมู่บ้านในชนบทไม่น้อยกว่า 15 หมู่บ้าน ยังมีกิจการล้างรถ ศูนย์ซักผ้า ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ เป็นต้น

4.4.4 น้ำใช้เพื่ออุปโภคและบริโภค

น้ำสำหรับอุปโภคและบริโภค ได้แก่ น้ำที่ใช้เพื่อดื่ม ทำความเย็น ทำความสะอาด อาบน้ำ ซักล้าง ชะล้าง เครื่องทำความเย็น น้ำสำหรับสวนในบ้าน และน้ำสำหรับสระว่ายน้ำ น้ำเพื่ออุปโภคและบริโภค เป็นต้น

4.5 การควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับบริโภค

กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคสำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำกรมอนามัย (ม.ป.ป., หน้า 6-9) ได้กล่าวถึงการควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับบริโภค

4.5.1 แหล่งน้ำ

ตารางที่ 2.1 การควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับบริโภค

แหล่งน้ำ	การควบคุม
1. น้ำประปา น้ำประปาเป็นน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ โดยผ่านกระบวนการตกตะกอน การกรองและการฆ่าเชื้อโรคในตอนสุดท้ายของน้ำที่ส่งทางท่อประปาซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพื่อให้ น้ำสะอาดปลอดภัยหลังผ่านกระบวนการผลิตตามขั้นตอนสมบูรณ์แล้วน้ำประปาจะถูกกักเก็บไว้ในถังน้ำใสเพื่อให้มีเวลาเพียงพอ	1. ป้องกันการปนเปื้อนในระบบจ่ายน้ำและระบบท่อน้ำให้อยู่ในสภาพที่เสียน้อยที่สุด รู้จุดตันและก๊อกน้ำไม่ชำรุดหากชำรุดต้องปรับปรุงซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีใช้งานได้โดยเร็ว

ตาราง 2.1 การควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับบริโภค (ต่อ)

แหล่งน้ำ	การควบคุม
<p>การฆ่าเชื้อโรคจึงจ่ายเข้าเส้นท่อส่งไปยังผู้รับบริการต่อไป</p>	
	<ol style="list-style-type: none"> 2. หมั่นตรวจสอบเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำประปาเช่นเครื่องจ่ายคลอรีนเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำต่างๆ ให้สามารถใช้งานได้ปกติ 3. ล้างน้ำทรายกรองทำความสะอาดถังกรองคลองวนเวียนถึงตกตะกอนถึงน้ำใสหอดึงสูงท่อจ่ายน้ำและอื่นๆตามระยะเวลาที่เหมาะสมหรือเห็นว่าเริ่มไม่สะอาด 4. ตรวจวัดระดับคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำให้มีค่าอยู่ในช่วง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อให้สามารถฆ่าเชื้อโรคในท่อจ่ายประปาที่อาจปนเปื้อนภายหลังได้ตลอดเวลา 5. ตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพด้วยชุดทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (๑11) 6. ตรวจสอบคุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดื่มได้กรมอนามัยอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
<p>2. น้ำบาดาล น้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงใต้ดินจนสุดท้ายถูกเก็บกักไว้ในช่องว่างของชั้นหินที่เป็นเขตอิมตัวในระดับความลึกแตกต่างกันนับว่าเป็นน้ำที่ค่อนข้างสะอาดเพราะเชื้อโรคและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ถูกชั้นดินกรองไว้แต่อาจมีความกระด้างสูงเพราะขณะที่น้ำซึมลงไปดินอาจผ่านแหล่งแร่ธาตุหรือเกลือแร่ น้ำก็ละลาย</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ที่ตั้งไม่ควรอยู่ใกล้ส้วมหรือแหล่งมลพิษอื่นๆเช่นมูลสัตว์ขยะและน้ำโสโครก 2. บำรุงรักษาดูแลทางระบายน้ำให้ใช้งานได้และน้ำไม่ขังบริเวณรอบสูบน้ำโยกพื้นคอนกรีตไม่แตกร้าวชำรุดเพื่อป้องกันการไหลซึมเข้า บ่อน้ำ 3. ซ่อมแซมสูบน้ำโยกเมื่อชำรุดหลวม 4. ควรมีรั้วล้อมรอบบ่อน้ำเพื่อป้องกันสัตว์

ตาราง 2.1 การควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับบริโภค (ต่อ)

แหล่งน้ำ	การควบคุม
<p>สารต่างๆไปด้วยการนำน้ำบาดาลมาใช้ ประโยชน์ต้องใช้เครื่องมือเจาะซึ่งกระทำได้ หลายวิธีทั้งแบบฉีดพ่นแบบกระแทกและแบบ แหล่งน้ำหมุนเมื่อเจาะทะลุถึงชั้นน้ำแล้วใส่ท่อ กรูเพื่อเป็นผนังถาวรของบ่อและใส่ท่อกรอง เพื่อเป็นทางให้น้ำบาดาลไหลเข้าสู่บ่อการนำ น้ำมาใช้จะต้องใช้เครื่องสูบน้ำเพื่อป้องกัน การปนเปื้อน</p>	<p>5. ทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน โดยให้มี คลอรีนอิสระคงเหลืออยู่ในช่วง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร</p> <p>6. ตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพด้วยชุด ทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (o11)</p> <p>7. ตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมีก่อนใช้เป็นน้ำ บริโภคเนื่องจากคุณภาพน้ำทางเคมีในน้ำใต้ดิน มักมีปัญหาเนื่องจากน้ำที่ซึมผ่านลงใต้ดิน จะละลายแร่ธาตุต่าง ๆ ปะปนมาด้วย</p>
<p>3. น้ำบรรจุถัง/น้ำบรรจุขวด</p>	<p>1. สภาพภายนอกและสภาพภายในของถัง - ขวดที่ใช้บรรจุต้องสะอาดบริเวณฝาปิดต้องไม่ มีคราบปนเปื้อนฝาต้องปิดสนิทมีแผ่น พลาสติกปิดฝากันชั้นหนึ่ง</p> <p>2. ลักษณะของน้ำต้องใส ไม่มีตะกอนสีกลิ่นรส ที่ผิดปกติ</p> <p>3. ฉลากต้องระบุชื่อตรา น้ำดื่มที่ตั้งของผู้ผลิต ปริมาณสุทธิ เลขทะเบียนสารบบอาหาร (เลขทะเบียนอย.) อยู่อย่างชัดเจน</p>

4.5.2 โครงสร้างระบบจ่ายน้ำ

ตารางที่ 2.2 โครงสร้างระบบจ่ายน้ำ

แหล่งน้ำ	การควบคุม
1. ระบบท่อจ่ายน้ำ	<p>1. ต้องตรวจสอบสม่ำเสมอต้องไม่แตกรั่วซึม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรคและสิ่งสกปรกต่างๆ สู่เส้นท่อ</p> <p>2. บริเวณรอบๆ ไม่มีน้ำขังเฉอะแฉะและไม่มีสิ่งปฏิกูลแหล่งน้ำโสโครกและที่ทิ้งขยะ</p>
2. ที่กรองน้ำ	<p>1. สะอาดไม่มีฝุ่นคราบสกปรก</p> <p>2. มีการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งการล้างและการเปลี่ยนวัสดุกรองตลอดทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน</p>
3. ที่เก็บกักน้ำ	<p>1. ที่เก็บกักน้ำต้องทำจากวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายปลอดภัยจากการตกค้างของโลหะหนักไม่เป็นสนิมรักษาความสะอาดได้ง่ายกรณีที่เป็นตู้ทำความเย็นต้องเลือกซื้อที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมเกรดดีชนิดหนาการเชื่อมตะเข็บรอยต่อต้องเชื่อมด้วยก๊าซอาร์กอนการดูแลรักษาควรทำความสะอาดเป็นประจำโดยใช้ผ้านุ่มหรือฟองน้ำไม่ควรใช้เหล็กกล้าหรือฝอยเหล็กกล้าขัดถูกรณีรั่วซึมควรส่งซ่อมกับตัวแทนของบริษัทโดยตรง</p> <p>2. มีฝาปิดมิดก๊อกน้ำหรือทางเทริน</p> <p>3. ถ้าเป็นภาชนะขนาดเล็กล้างทำความสะอาดที่เก็บกักน้ำทุกๆ 1 สัปดาห์และแช่ด้วยน้ำผสมคลอรีนความเข้มข้น 1 ซ่อนชา ต่อน้ำ 20 ลิตร แช่ทิ้งไว้อย่างน้อย 5 นาที สำหรับถังสำรอง</p>

ตารางที่ 2.2 โครงสร้างระบบจ่ายน้ำ (ต่อ)

แหล่งน้ำ	การควบคุม
	ขนาดใหญ่ต้องขัดล้างทำความสะอาดอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
4. ก๊อกน้ำดื่ม	1. สภาพของก๊อกน้ำไม่ชำรุด 2. ดูแลและหมั่นล้างทำความสะอาดก๊อกน้ำดื่มทั้งภายนอกและภายในอย่างสม่ำเสมอ
5. ภาชนะสำหรับดื่มน้ำ	1. ภาชนะดื่มน้ำควรทำจากวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายมีรูปแบบที่ทำความสะอาดง่าย 2. ควรจัดเตรียมภาชนะดื่มน้ำไว้ที่จุดบริการน้ำดื่มและแยกแก้วน้ำที่ใช้แล้วกับแก้วน้ำที่ยังไม่ได้ใช้ออกจากกันหรือใช้แก้วน้ำประเภทที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของโรคติดต่อ
6. จุดบริการน้ำดื่ม / น้ำบริโภค	1. ไม่ชำรุดสะอาด ไม่มีฝุ่นละอองและคราบสกปรก 2. ไม่แฉะแฉะและมีน้ำขัง 3. มีจำนวนเพียงพอ 4. มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำบริโภคอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

4.6 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, (2552, หน้า 62-67)

ได้กล่าวถึงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค

ดัชนีคุณภาพน้ำ	เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค					
	หน่วย	ประกาศ กรมอนามัย ณวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2543	ประกาศ กระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542)	กรมควบคุม มลพิษ	การประปา นครหลวง (ตามข้อ แนะนำ ขององค์การ อนามัยโลก ปี 2536	การประปา ส่วนภูมิภาค
1. สี (Colour)	แพลตินัม- โคบอลต์	ไม่เกิน 15	5(15)	5(15)	15	5(15)
2. รส (Taste)	-	-	-	-	ไม่เป็นที่ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ รังเกียจ
3. กลิ่น (Odour)	-	-	-	-	ไม่เป็นที่ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ รังเกียจ
4. ความขุ่น (Turbidity)	เอ็นทียู (NTU)	ไม่เกิน 10	5(20) หน่วยความขุ่น	5(20) หน่วยความขุ่น	5	5(20)
5. ความเป็น กรด-ด่าง(pH)		6.5 - 8.5	7.0 -8.5 (6.5-9.2)	7.0-8.5 (6.5-9.2)	-	6.5 - 8.5 (ไม่เกิน9.2)
6. ปริมาณ สารทั้งหมด (Total Solids)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-		-	-	500(1,500)
7. สารละลาย ทั้งหมด ที่เหลือจาก สารละลาย	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 1,000	ไม่เกิน 600 (1,200)	ไม่เกิน 600 (1,200)	1,000	-

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค (ต่อ)

ดัชนี คุณภาพน้ำ	เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค					
	หน่วย	ประกาศ กรมอนามัย เมื่อวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2543	ประกาศ กระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542)	กรมควบคุม มลพิษ	การประปา นครหลวง (ตามข้อ แนะนำ ขององค์การ อนามัยโลก ปี 2536	การประปา ส่วนภูมิภาค
8. ความ กระด้าง ทั้งหมด	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 500	-	-	-	300(500)
9. ความ กระด้างถาวร (Non Hardness)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	ไม่เกิน 200 (250)	ไม่เกิน 200 (250)	-	-
10. เหล็ก (Fe)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 0.5	-	-	0.3	0.5(1.0)
11. แมงกานีส (Mn)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 0.3	-	-	0.1	0.3(0.5)
12. เหล็กและ แมงกานีส (Fe&Mn)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	-	0.5(1.0)
13. ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 1.0	-	-	1.0	1.0(1.5)
14. สังกะสี (Zn)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 3.0	-	-	3.0	5.0(15)
15. แคลเซียม (Ca)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	-	75(200)

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค (ต่อ)

ดัชนี คุณภาพน้ำ	เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค					
	หน่วย	ประกาศ กรมอนามัย เมื่อวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2543	ประกาศ กระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542)	กรมควบคุม มลพิษ	การประปา นครหลวง (ตามข้อ แนะนำ ขององค์การ อนามัยโลก ปี 2536	การประปา ส่วนภูมิภาค
16. แมกนีเซียม (Mg)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	-	50(150)
17. ซัลเฟต (SO ₄)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 250	-	-	250	200(250)
18. คลอไรด์ (Cl)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 250	-	-	250	250(600)
19. ฟลูออไรด์ (F)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 0.7	-	-	1.5	0.7(1.0)
20. คลอรีน อิสระคงเหลือ (Free Chlorine)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	มากกว่า 2	-
21. ไนเตรต (NO ₃)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 50	-	-	50	45(45)
22. ไนไตรท์ (NO ₂)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	3.0	-
23. ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ (H ₂ S)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	0.05	-

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค (ต่อ)

ดัชนี คุณภาพน้ำ	เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค					
	หน่วย	ประกาศ กรมอนามัย ณวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2543	ประกาศ กระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542)	กรมควบคุม มลพิษ	การประปา นครหลวง (ตามข้อ แนะนำ ขององค์การ อนามัยโลก ปี 2536	การประปา ส่วนภูมิภาค
24. อลูมิเนียม (Al)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	0.1	-
25. โซเดียม (Na)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	200	-
26. อัลคิลเบน ซิลซัลโฟเนต (Alkylbenzyl Sulfonate, ABS)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	0.5	(1.0)
27. ฟีนอลิก ซบสแตนซ์ (Phenolicsubs tances as phenol)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	0.001	(0.002)
28.ปรอท (Hg)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 0.001	ไม่พบ (0.001)	ไม่พบ (0.001)	0.001	0.001
29. ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 0.03	ไม่พบ (0.05)	ไม่พบ (0.05)	0.01	0.05
30. อาร์เซนิก (As)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 0.03	ไม่พบ (0.05)	ไม่พบ (0.05)	0.01	0.05

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค (ต่อ)

ดัชนี คุณภาพน้ำ	เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค					
	หน่วย	ประกาศ กรมอนามัย เมื่อวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2543	ประกาศ กระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542)	กรมควบคุม มลพิษ	การประปา นครหลวง (ตามข้อ แนะนำ ขององค์การ อนามัยโลก ปี 2536	การประปา ส่วนภูมิภาค
31. ซีลีเนียม (Se)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่พบ(0.01)	ไม่พบ (0.01)	ไม่พบ (0.01)	0.01	0.01
32. โครเมียม (Cr hexavalent)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 0.05	-	-	0.05	0.05
33. ไซยาไนต์ (CN)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	ไม่พบ (0.1)	ไม่พบ (0.1)	0.07	0.2
34. แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัม/ ลิตร	ไม่เกิน 0.003	ไม่พบ (0.01)	ไม่พบ (0.01)	0.003	0.01
35. แบเรียม (Ba)	มิลลิกรัม/ ลิตร	-	-	-	-	1.0
36. แสตน ดาร์ดเพลต เคานต์ (Standard Plate Count) เซนติเมตร (Colonies/cm 3)	โคโลนีต่อ ลูกบาศก์	-	ไม่เกินกว่า 500	ไม่เกินกว่า 500	36. แสตน ดาร์ดเพลต เคานต์ (Standard Plate Count) เซนติเมตร (Colonies/ Cm3)	โคโลนีต่อ ลูกบาศก์

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำประปาที่ใช้บริโภค (ต่อ)

ดัชนี คุณภาพน้ำ	เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค					
	หน่วย	ประกาศ กรมอนามัย ณวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2543	ประกาศ กระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542)	กรมควบคุม มลพิษ	การประปา นครหลวง (ตามข้อ แนะนำ ขององค์การ อนามัยโลก ปี 2536	การประปา ส่วนภูมิภาค
37. เอ็มพีเอ็น (MPN)(Colif orm Organism/ 100 cm3	โคลิฟอร์ม ออร์แกนีส ัมติดต่อ 100 ลูกบาศก์ เซนติเมตร	-	น้อยกว่า 2.2	น้อยกว่า 2.2	37. เอ็มพี เอ็น (MPN)(Coli form Organism/ 100 cm3	โคลิฟอร์ม ออร์แกนีส ัมติดต่อ 100 ลูกบาศก์ เซนติเมตร
38. อีโคไล (E.coli)	เอ็มพีเอ็น ต่อ100 มิลลิลิตร		ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
39. แบคทีเรีย ประเภท โคลิฟอร์ม (Coliform bacteria)	เอ็มพีเอ็น ต่อ100 มิลลิลิตร	ไม่พบ	-	-	ไม่พบ	-
40. แบคทีเรีย ประเภทฟัลส์ โคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็น ต่อ100 มิลลิลิตร	ไม่พบ	-	-	-	-

หมายเหตุ : (n) = เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุดเป็นเกณฑ์ที่อนุญาตให้สำหรับน้ำประปาหรือน้ำบาดาลที่มีความจำเป็นต้องใช้บริโภคเป็นการชั่วคราวและน้ำที่มีคุณลักษณะอยู่ในระหว่างเกณฑ์กำหนดสูงสุดกับเกณฑ์อนุโลมสูงสุดนั้นไม่ใช่หน้าที่ให้เครื่องหมายมาตรฐานได้

จากความหมาย แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค หมายถึงน้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาจากน้ำใต้ดิน เพื่อใช้สำหรับอุปโภคบริโภค น้ำที่ใช้อุปโภคประกอบด้วย 1) น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน 2) น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร 3) น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม และ 4) น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ ส่วนน้ำที่ใช้บริโภค คือ น้ำที่ใช้ดื่ม ผ่านการกรอง และฆ่าเชื้อโรค เป็นน้ำที่สะอาดปลอดภัยมีค่าตามมาตรฐานสำหรับบริโภคได้

5. แนวคิดเกี่ยวกับน้ำใต้ดิน

5.1 ความหมายน้ำใต้ดิน

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้คำนิยามน้ำใต้ดินไว้ ดังนี้ สุวิทย์ โมนะตระกูล (ม.ป.ป., หน้า 246) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำใต้ดิน หมายถึงน้ำที่มีอยู่ใต้ระดับผิวโลกลงไป ซึ่งก็ได้มาจากน้ำฝนหรือน้ำในแม่น้ำลำคลองที่ไหลซึมลงไป

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ (ม.ป.ป., หน้า 189) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำใต้ดิน หมายถึงน้ำฝนที่ตกลงมายังผิวโลกนั้น จะมีส่วนหนึ่งที่ไหลซึมลงไปอยู่ใต้ผิวดิน ซึ่งเรียกว่า น้ำใต้ดิน (underground หรือ subsurface water) ในขณะที่มันเกิดเป็นน้ำใต้ดินนี้ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายชนิด ซึ่งรวมทั้งทางภาพและทางเคมี บางส่วนของน้ำใต้ดินจะไหลกลับออกมาสู่ผิวดินแบบน้ำพุร้อนหรือน้ำซับ บางส่วนอาจจะถูกเก็บไว้ตามช่องว่าง หรือรูพรุนของหินและบางส่วนจะเปลี่ยนสภาพไปเป็นส่วนประกอบของหิน

ธงชัย พึ่งรัศมี (ม.ป.ป., หน้า 188) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำใต้ดิน หมายถึงน้ำจากบรรยากาศที่ตกลงมาสู่พื้นโลกแล้วซึมลงใต้ดิน ถูกกักเก็บไว้ในดินและในหิน น้ำใต้ดินส่วนที่ซึมอยู่ในดิน ในระดับความลึกเท่าที่รากของพืชจะไซลงไปถึง น้ำชนิดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อพืชเรียก น้ำในดิน ซึ่งอาจจะแห้งหายไปถ้าไม่มีฝนตกลงไปเพิ่มเติม หรือถูกแดดจนระเหย เป็นไอน้ำไปหมด บ่อขุดซึ่งมีน้ำใช้ในฤดูฝน แต่แห้งในฤดูแล้ง เป็นบ่อที่ได้น้ำจากน้ำในดิน

5.2 ประเภทน้ำใต้ดิน

สุวิทย์ โมนะตระกูล(ม.ป.ป., หน้า 246-247) ได้แบ่งน้ำใต้ดินออกเป็น 2 พวก คือ

5.2.1 น้ำในดิน ได้แก่ น้ำที่อยู่ระดับบน ๆ ของพื้นดิน เช่น น้ำที่แทรกปนอยู่กับดินทำให้ดินมีความชุ่มชื้น พืชส่วนมากได้รับน้ำใต้ดินในระดับนี้ เขตที่น้ำใต้ดินประเภทนี้อยู่เรียกว่า เขตไม่อิ่มตัว (Unsaturated zone) ซึ่งแบ่งเป็นชั้นย่อย ๆ ได้ 3 ชั้น ดังนี้

- 1) ชั้นความชื้นในดิน เป็นชั้นที่อยู่ระดับบนสุดซึ่งมีน้ำแทรกปนอยู่กับดิน รากของพืชส่วนมากอยู่ในระดับนี้
- 2) ชั้นกลาง เป็นชั้นที่อยู่ลึกกว่าระดับที่รากพืชหยั่งลงไปถึง
- 3) ชั้นล่าง เป็นชั้นที่อยู่ชิดกับระดับน้ำบาดาลและมีน้ำบาดาลแทรกเข้าไป ในรูพรุนของหินที่อยู่ในชั้นนี้ ช่องรูพรุนของหินที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำบาดาลจะมีน้ำบรรจุอยู่เต็ม ส่วนที่เหลือจากระดับน้ำบาดาลจะมีอากาศแทรกอยู่รูพรุนของหิน

5.2.2 น้ำบาดาลหมายถึงน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างในชั้นดินหรือในเนื้อหิน หรืออาจจะเป็นช่องว่างระหว่างเม็ดดิน รอยแตกหรือถ้ำใต้ดิน น้ำที่มากักเก็บอยู่ก็ได้อาจมาจากน้ำฝน หรือน้ำในแม่น้ำลำคลองที่ไหลซึมลงไปใต้ดิน ระดับความลึกจากบนพื้นผิวดินไปยังแหล่งกักเก็บ น้ำบาดาลที่ไม่แน่นอน บางแห่งก็อยู่ที่ระดับความลึกเพียง 6-8 เมตร บางแห่งก็ลึกมากกว่านี้ น้ำ บาดาลที่แหล่งกักเก็บจะมีระดับคงที่ ดังนั้นเมื่อสูบหรือตักมาใช้ก็จะไม่แห้งหรือ หดไป ในขณะที่สูบหรือตักน้ำระดับน้ำอาจจะลดลงไปอยู่ในระดับหนึ่ง เมื่อปล่อยไว้สักครู่ น้ำก็จะคืนสู่ระดับเดิม ในฤดูแล้งน้ำในบ่อธรรมชาติอาจจะแห้ง แต่ถ้าเป็นบ่อน้ำบาดาลจะไม่แห้ง เขตที่มีน้ำบาดาลอยู่ เรียกว่า เขตอ้อมตัว

5.3 ลักษณะน้ำใต้ดิน

น้ำใต้ดินจะอยู่ตื้นหรือลึกเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ม.ป.ป., หน้า 189)

5.3.1 ความสามารถในการให้น้ำไหลผ่าน

5.3.2 ปริมาณของน้ำที่จะไหลซึมลงไป

5.3.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ในหินที่ความพรุน ส่วนของน้ำที่อ้อมตัวอยู่ในชั้นดินลงไปจนถึงระดับสูงสุด ของน้ำใต้ดิน เรียกว่า วาโดส โซน (vadose zone) ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงต่ำ ของผิวน้ำใต้ดินมาก เช่น หลังฝนตกระดับน้ำจะสูงขึ้นมากใกล้ผิวดิน ส่วนพื้นผิวของน้ำใต้ดิน เรียกว่า ระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งมีระดับเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ส่วนของน้ำที่อยู่ใต้ระดับน้ำ ใต้ดินนี้ คือ น้ำใต้ดินนั่นเอง ระดับน้ำใต้ดิน มีลักษณะไม่สม่ำเสมอซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะผันแปรไปตาม สภาพภูมิประเทศ ค่าของ วาโดส โซน จะสูงมากเมื่อมันอยู่ใกล้ภูเขา แต่จะค่อย ๆ ลดน้อยลงเมื่อ ใกล้แม่น้ำหรือทะเล

5.4 สาเหตุน้ำใต้ดินทำให้เกิดเกลือ

สาเหตุบางประการที่น้ำใต้ดินทำให้เกิดเกลือ ซึ่งมีสาเหตุจากน้ำใต้ดิน 3 ประการ ดังนี้ (วิรัช สิทธิบัตร, ม.ป.ป., หน้า 317)

5.4.1 น้ำทะเล ท้องทะเลในอดีตที่กระทำต่อบริเวณในขณะที่จมอยู่ใต้ทะเลมาก่อน ก่อให้เกิดตะกอนทับถมเป็นหินตะกอนใต้ท้องทะเลเกิดขึ้น

5.4.2 น้ำใต้ดิน ไหลหมุนเวียนอย่างช้าๆ ผ่านหินตะกอน ละลายพวกเกลือ จากหินทำให้เกิดเกลือตกค้างอยู่

5.4.3 ตามชายฝั่งทะเล น้ำใต้ดินได้เป็นตัวการผสมกับน้ำทะเล แล้วทำให้เกิดการสะสมของเกลือขึ้น

5.5 การกระทำของน้ำใต้ดิน

อภิสัทธ์ เอี่ยมหน่อ (ม.ป.ป., หน้า 192-193) ได้กล่าวถึงการกระทำของน้ำใต้ดินไว้ดังนี้

5.5.1 การเป็นตัวทำละลาย (solvent) อิทธิพลของน้ำใต้ดิน มีลักษณะเช่นเดียวกับน้ำไหลทั่วไป คือ มีการชะพังคือน้ำ มีการกัดกร่อนขจัดสี มีการละลาย การพัดพาและการทับถม แต่ทว่ามีความรุนแรงและมีขอบเขตน้อยกว่าธารน้ำไหลมาก ทั้งนี้เนื่องจากมันไหลใต้ผิวดินและการไหลของมันเป็นไปอย่างช้าๆ ลงไปตามความลาดชัน อิทธิพลที่สำคัญของมัน คือ การเป็นตัวทำละลาย ทั้งนี้เนื่องจากมันมีความเป็นกรดอ่อน ๆ อันเนื่องมาจากมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และกรดบางชนิดปนอยู่ หินที่มีแร่ธาตุต่อการละลาย เช่น หินปูนจะถูกอิทธิพลอันนี้มากที่สุด สารเชื่อมบางชนิดจะถูกทำลายทำให้หินหักพังหรือยุบสลายได้ง่าย เช่น หินทรายที่มีสารเชื่อมเป็นพวกเหล็กหรือพวกแคล์เรียสจะสลายตัวเหลือแต่ทรายร่วนหินอัคนีที่มีแร่เฟลด์สปาร์มากก็อาจจะถูกขบวนการนี้ได้ง่าย สารละลายที่เกิดขึ้นอาจจะมีการตกตะกอนใหม่ แต่บางส่วนอาจจะถูกพัดออกไปสู่ทะเลหรือที่ต่ำกว่า

5.5.2 การทับถม สาเหตุที่ก่อให้เกิดการทับถมของสารละลาย มี 6 อย่างด้วยกัน คือ

- 1) การหะเหยเป็นไอ ซึ่งส่วนมากเกิดภายในถ้ำหรือตามรูพรุนขนาดโต ๆ
- 2) การสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์
- 3) การลดอุณหภูมิ
- 4) การลดความกดดัน
- 5) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและการทำปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน
- 6) การเปลี่ยนแปลงโดยพืชบางชนิด

สารละลายที่อยู่ในน้ำใต้ดินที่พบมาก คือ กัลไซต์ ซิลิกาและเหล็ก ที่อยู่ในรูปของสารประกอบ สารเหล่านี้จะเป็นสารเชื่อมที่ดีมาก เมื่อมันตกตะกอนตามรูพรุนของตะกอนหิน ถ้าการตกตะกอนอยู่ในที่ที่มีความกว้างมาก ๆ การตกตะกอนมักจะเกิดได้ระดับน้ำใต้ดิน ตะกอนที่ตกใหม่จะมีรูปร่างผันแปรไปได้มาก พวกซิลิกาจะเกิดแร่อาเกต สารประกอบของ

เหล็กจะตกตะกอนเป็นชั้นๆ หุ้มเศษหินและเกิดศิลาแลงขึ้น แต่สารประกอบคาร์บอเนตจะตกตะกอนเป็นก้อนมาร์ล ซึ่งค่อนข้างจะกลมและมีสีขาวขุ่น

จากความหมาย แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า น้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำบาดาล ที่สูบขึ้นมาจากน้ำใต้ดิน เพื่อใช้สำหรับอุปโภคและบริโภค เป็นน้ำที่สะอาดปลอดภัยมีค่าตามมาตรฐานสำหรับบริโภค

6. แนวคิดเกี่ยวกับน้ำบาดาล

6.1 ความหมายน้ำบาดาล

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้คำนิยามของน้ำบาดาล ดังนี้
 รัชชัย พึ่งรัมย์ (ม.ป.ป., หน้า 188) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำที่เหลือจากการดูดอมของดินจะไหลลึกลงไปอีกจนไปถูกกักอยู่ในช่องว่างของเศษหิน ดิน หินทรายหรือหิน จนกระทั่งวัตถุเหล่านั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ เรียกว่า น้ำบาดาล

สุวิทย์ โมณะตระกูล (ม.ป.ป., หน้า 247) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำบาดาล หมายถึง น้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างในชั้นหินหรือในเนื้อหิน หรืออาจจะเป็นช่องว่างระหว่างเม็ดดิน รอยแตก หรือถ้าใต้ดิน น้ำที่มากกักเก็บอยู่ก็ได้มาจากน้ำฝนหรือน้ำในแม่น้ำลำคลองที่ไหลซึมลงไปได้ดิน ระดับความลึกจากบนพื้นผิวดินไปยังแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลที่ไม่แน่นอน บางแห่งก็อยู่ที่ระดับความลึกเพียง 6-8 เมตร บางแห่งก็ลึกมากกว่านี้ น้ำบาดาลที่แหล่งกักเก็บจะมีระดับคงที่ ดังนั้นเมื่อสูบหรือตักมาใช้ก็จะไม่แห้งหรือหมดไป ในขณะที่สูบหรือตักน้ำระดับน้ำอาจจะลดลงไปอยู่ในระดับหนึ่ง เมื่อปล่อยไว้สักครู่ น้ำก็จะคืนสู่ระดับเดิม ในฤดูแล้งน้ำในบ่อธรรมชาติอาจจะแห้ง แต่ถ้าเป็นบ่อน้ำบาดาลจะไม่แห้ง เขตที่มีน้ำบาดาลอยู่เรียกว่า เขตอิ่มตัว (Zone of saturation)

กิจการ พรหมมา (2555, หน้า 77-78) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำบาดาล หมายถึง น้ำที่กักขังอยู่ในช่องว่างของวัสดุธรณีใต้ผิวดินจนเต็มช่องว่างนั้น ช่องว่างมีทั้งช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน โพรงในหิน และรอยแตกในหิน แหล่งน้ำบาดาลในประเทศไทยพบมากที่สุดในช่วงในตะกอนกรวดทราย

6.2 ความสำคัญของน้ำบาดาล

รัชชัย พึ่งรัมย์ (2531, หน้า 188) ได้กล่าวถึงความสำคัญของน้ำบาดาล ดังนี้

6.2.1 เป็นส่วนสำคัญของอุทกวัฏจักร

6.2.2 เป็นตัวทำลายและตกตะกอนเป็นสารประกอบหลายอย่างใต้ผิวดิน

6.2.3 ให้น้ำแก่ พืช สัตว์และมนุษย์

6.2.4 เป็นตัวประกอบที่สำคัญในการควบคุมการแพร่กระจายของพีช มีอิทธิพลการกร่อนที่เกิดจากธารน้ำ การเคลื่อนที่ของมวล และลม

6.3 ลักษณะของน้ำบาดาล

สุวิทย์ โมนะตระกูล (ม.ป.ป., หน้า 249-252) ได้กล่าวถึงลักษณะของน้ำบาดาลไว้ดังนี้

6.3.1 ความพรุนสำหรับอุ้มน้ำ ความพรุนของหินหรือดินก็คืออัตราส่วนของปริมาตรที่เป็นช่องว่างกับปริมาตรทั้งหมด รวมทั้งช่องว่างด้วยวัตถุ เมื่อนำเข้าไปในดินหรือหินก็จะแทรกเข้าไปอยู่ในช่องว่างที่มีอยู่ในเนื้อของหินหรือดิน เช่น ถ้าทรายปริมาตร 1 ลิตร เก็บน้ำได้เต็มที่ 0.3 ลิตร ก็เรียกว่า มีค่าความพรุนสำหรับอุ้มน้ำ ร้อยละ 30 ซึ่งแสดงว่า ร้อยละ 30 ของปริมาตรทั้งหมดของทรายเป็นช่องว่างระหว่างเม็ดทราย ค่าความพรุนสำหรับอุ้มน้ำของหินต่างชนิดกันก็จะมีค่าแปรผันแตกต่างกันไปตั้งแต่น้อยกว่า ร้อยละ 1 ในหินแกรนิต ซึ่งไม่มีรอยแตกจนถึงมากกว่าร้อยละ 40 ในพวกหินทราย ส่วนมากพวกหินตะกอนจะมีค่าความพรุนมากกว่าหินอัคนี

6.3.2 ความซึมซับน้ำของหินและดิน ค่าความซึมซับน้ำของหินและดินวัดได้จากความจุในการให้น้ำผ่านไปได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของช่องว่างรวมทั้งการเชื่อมต่อกันระหว่างช่องว่าง หินที่ซึมซับน้ำได้ดีจะมีค่าความพรุนสูง แต่หินที่มีความพรุนสูงไม่จำเป็นจะต้องมีการซึมซับน้ำได้ดีเสมอไป ชั้นหินที่มีค่าความพรุนสูงและซึมซับน้ำได้ดี จะมีการกักเก็บน้ำอยู่เป็นจำนวนมาก เรียกว่า ชั้นน้ำ (Aquifer) ชั้นน้ำมี 2 ลักษณะ คือ

6.3.3 ชั้นน้ำเปิด หมายถึง ชั้นน้ำที่อยู่ระหว่างชั้นหินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ คือมีชั้นหินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ปิดกั้นไว้ทั้งข้างบนและข้างล่าง

6.3.4 ชั้นน้ำเปิด หมายถึง ชั้นน้ำที่ไม่มีชั้นหินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ปิดกั้นไว้ทางด้านบนหรือด้านล่าง หรือทั้งด้านบนและด้านล่าง

6.3.5 ระดับน้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาลจะขึ้นลงตามระดับความสูงของพื้นที่บนพื้นผิวโลกในแต่ละบริเวณ ในบริเวณที่พื้นที่มีระดับสูงระดับของน้ำบาดาลก็จะสูงขึ้นตามด้วย เช่น ระดับน้ำบาดาลของบริเวณเนินเขาจะมีระดับสูงกว่าระดับน้ำในบริเวณหุบเขาเป็นต้น

6.3.6 ระดับน้ำบาดาลแบบเพิร์ช หมายถึง ระดับน้ำบาดาลที่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาลโดยปกติในบริเวณนั้น เนื่องจากมีพื้นหินเป็นแอ่งรูปเลนส์เว้าซึ่งขังน้ำที่จะซึมลงสู่เบื้องล่างเอาไว้

6.3.7 การซึมผ่านของน้ำ การซึมผ่านของน้ำผ่านเขตไม่อุ้มน้ำไปสู่ระดับน้ำบาดาลจะถูกควบคุมโดยองค์ประกอบเหล่านี้ คือ

1) ปริมาณของน้ำฝน

- 2) ลักษณะภูมิประเทศในบริเวณนั้น
- 3) ความชื้นชั้นน้ำของหินและดิน
- 4) พืชในบริเวณนั้น

6.3.8 การเคลื่อนที่ของน้ำบาดาล การเคลื่อนที่อย่างช้าๆ ของน้ำไปตามช่องเปิดที่เชื่อมต่อกันภายในของเขตอิมตัว จะขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของระดับน้ำบาดาลหรือความแตกต่างของระดับน้ำ และความแตกต่างในการซึมซับน้ำของชั้นหิน

6.4 คุณสมบัติของน้ำบาดาล

คุณสมบัติของน้ำบาดาลโดยทั่วๆ ไป สามารถแยกได้เป็น 4 ลักษณะ คือ คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางชีวภาพ และคุณสมบัติเกี่ยวกับกัมมันตรังสี ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ฉลอง บัวผัน, ม.ป.ป., หน้า 187 - 189)

6.4.1 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาล

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำบาดาลในกรณีน้ำจืด น้ำบาดาลส่วนประกอบทางเคมีน้ำต่างกับน้ำบาดาลเค็ม ซึ่งส่วนประกอบทางเคมีสูง เนื่องจากน้ำบาดาลไหลผ่านตัวกลางที่มีรูพรุน ได้แก่ ชั้นหินอุ้มน้ำ มีตั้งแต่หินร่วนไปจนถึงหินแข็ง มากมายหลายชนิด จึงทำให้น้ำบาดาลมีโอกาสที่จะละลายเกลือแร่ต่างๆ ให้มาอยู่ในรูปสารละลาย ซึ่งส่วนประกอบทางเคมีของน้ำบาดาลที่สำคัญประกอบด้วย ส่วนประกอบเคมีอนินทรีย์ และส่วนประกอบเคมีอินทรีย์ ซึ่งส่วนประกอบเคมีอนินทรีย์ แบ่งออกเป็น 5 พวกย่อย คือ ส่วนประกอบเคมีหลัก ส่วนประกอบเคมีน้อยมาก ส่วนประกอบเคมีเกี่ยวกับน้ำดื่ม ส่วนประกอบเคมีที่เป็นก๊าซ และส่วนประกอบเคมีอื่นๆ ดังนั้น คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาลมีมากมาย เช่น

1) pH ค่า pH ของสารละลาย หมายถึง ค่าลบ log ของปริมาณความเข้มข้นของ H^+ ion ในสารละลายนั้นๆ โดยทั่วๆ ไป pH ของสารละลายมีตั้งแต่ 0-14 หน่วย สำหรับน้ำบาดาลในกรณีน้ำจืดทั่วๆ ไป pH ก็จะอยู่ที่ 7 แต่ถ้ามี pH ต่ำกว่า 7 ก็จะมีคุณภาพเป็นกรด และถ้ามี pH สูงกว่า 7 ก็จะมีคุณภาพเป็นด่าง

2) ความนำไฟฟ้า(Electrical Conductance, EC) ค่า EC ของน้ำบาดาล หมายถึง ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำบาดาลนั้น ปกติน้ำบาดาลจะมีส่วนประกอบของ soluble salt อยู่เสมอ อาจจะมีตั้งแต่ปริมาณต่ำในน้ำจืด และสูงในน้ำเค็ม ซึ่ง soluble salt ดังกล่าวในน้ำบาดาลส่วนใหญ่เกิดจาก cationพวก Na, K, Ca และ Mg รวมอยู่กับ anion ได้แก่ Cl CO_3 HCO_3 และ SO_4 เกลือเหล่านี้บางครั้งจะทำให้น้ำบาดาลมีรสเค็มและบางครั้งก็จะทำให้เกิดความกระด้างขึ้น เป็นผลทำให้คุณภาพน้ำลดลง

3) ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness) ความกระด้างของน้ำทั้งหมด หมายถึง ความสามารถของน้ำที่ทำฟองกับสบู่ ความกระด้างทั้งหมด ประกอบด้วย ความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวร

6.4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาล

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาลประกอบด้วย อุณหภูมิ สี กลิ่น รส ความหนาแน่น และความขุ่น ซึ่งสมบัติทางกายภาพ สรุปได้ดังนี้

1) อุณหภูมิ โดยทั่ว ๆ ไปอุณหภูมิของน้ำบาดาลจะต่ำกว่าปกติ โดยเฉพาะในเวลากลางวัน แต่กลางคืนจะสูงกว่าปกติ โดยเฉพาะชั้นน้ำ unconfined aquifer ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินไม่มากนัก

2) สี น้ำบาดาลที่ดีจะต้องเป็น colorless คือ ไม่มีสี ถ้าน้ำบาดาลมีสีอาจจะ มีสิ่งเจือปน เช่น ซากพืช bacteria และ algae เป็นต้น

3) รสน้ำที่เหมาะสมสำหรับน้ำดื่มควรจะมีรสเป็นกรดเล็กน้อย เช่น น้ำฝน น้ำบาดาลถ้าจะใช้ดื่มก็จะต้องมี pH ใกล้เคียง 7 หรือ ต่ำกว่า 7 เล็กน้อย ในน้ำบาดาลส่วนใหญ่เนื่องมาจากก๊าซต่าง ๆ เกลือ จุลินทรีย์ และพวกแอลกอฮอล์

4) กลิ่น กลิ่นในน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะเนื่องมาจาก H_2S การเน่าเปื่อยผุพังของจุลินทรีย์ แอลกอฮอล์และอื่น ๆ น้ำที่ดีจะต้องไม่มีกลิ่น

5) ความหนาแน่น น้ำที่ดีควรมีความหนาแน่นเท่ากับ 1 gm/cm^3 ส่วนใหญ่ถ้าคุณภาพไม่ดี เช่น น้ำเค็ม ค่าความหนาแน่นจะมากกว่า 1 gm/cm^3 เป็นต้น แสดงว่าน้ำมีสิ่งเจือปนอยู่มาก

6) ความขุ่น เป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญจะเป็นตัวบ่งชี้ลักษณะของ suspended residue ได้แก่ พวกดินเหนียว สารแขวนลอยอื่น ๆ อินทรีย์วัตถุ และจุลินทรีย์ขนาดเล็ก ๆ น้ำบาดาลที่ดีควรมีความขุ่นต่ำปลอดจากสิ่งแขวนลอยต่าง ๆ

6.4.3 คุณสมบัติเกี่ยวกับแบคทีเรียของน้ำบาดาล

น้ำบาดาลในธรรมชาติจะปลอดจาก bacteria และ เชื้อ microorganism เมื่อมีการพัฒนาแอ่งน้ำบาดาล การเจาะ การสร้างบ่อ การพัฒนาบ่อ การสูบน้ำจากบ่อ สิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยทำให้สิ่งปนเปื้อนต่างๆ รวมทั้ง bacteria และ microorganism อื่นๆ มีโอกาสติดเข้าไปในชั้นน้ำบาดาล

6.5 คุณภาพน้ำบาดาล

6.5.1 การตรวจคุณภาพน้ำบาดาล

การพัฒนาคุณภาพน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ต้องพิจารณาถึงคุณภาพน้ำด้วย เพื่อที่จะนำไปใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ เช่น เพื่อการบริโภค การอุตสาหกรรม หรือการเกษตรกรรม ซึ่งจะต้องการความสะอาดบริสุทธิ์ของน้ำต่างกันการตรวจคุณภาพน้ำบาดาล ควรวิเคราะห์ทั้งทางฟิสิกส์และเคมี บางครั้งอาจจำเป็นต้องตรวจหาแบคทีเรีย และกัมมันตรังสีประกอบด้วยกำหนดมาตรฐานคุณภาพของน้ำจากหน่วยงานต่าง ๆ จะแตกต่างกันออกไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO) เป็นที่ยอมรับ คุณภาพทางฟิสิกส์ ได้แก่ สี กลิ่น รสและความขุ่น(turbidity) ส่วนคุณภาพทางเคมีโดยการวิเคราะห์หาส่วนต่าง ๆ ในรูปของสารละลายในน้ำได้แก่ ความกระด้าง (hardness) ค่า pH คลอไรด์ ไนเตรตซัลเฟต ฟลูออไรด์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส โซเดียม สังกะสี และสารที่เป็นพิษต่อร่างกาย เช่น สารหนู แบเรียม แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว เงิน ซีลีเนียม และไซยาไนด์ (ธงชัย พึ่งรัศมิ, ม.ป.ป., หน้า 205)

6.5.2 ลักษณะเด่นของคุณภาพน้ำบาดาล

กิจการ พรหมมา (2555, หน้า 247-248) ได้กล่าวถึงลักษณะเด่นของคุณภาพน้ำบาดาล ดังนี้

- 1) ความแตกต่างของน้ำบาดาลจากน้ำผิวดิน
- 2) ไส้ การกรองตะกอนตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นระหว่างการซึมอย่างช้าๆ เข้าสู่ชั้นน้ำทำให้น้ำบาดาลใสสะอาด แต่น้ำผิวดินมีดินเหนียวแขวนลอยอยู่ จึงขุ่นกว่าน้ำบาดาล
- 3) มีจุลินทรีย์น้อย การไหลเวียนของแก๊สออกซิเจนจากอากาศลงไปไม่ถึง และการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ใต้ดินจะดึงเอาแก๊สออกซิเจนไปใช้ จุลินทรีย์ที่ใช้ ออกซิเจนจึงไม่เจริญเติบโต

4) สมบัติคั่งที่ สมบัติและส่วนประกอบทางเคมีของน้ำบาดาลในพื้นที่หนึ่ง ๆ มักคงที่เนื่องจากการผสมของน้ำบาดาลกับสารอื่นภายนอกชั้นน้ำเกิดขึ้นได้ยาก และสิ่งแวดล้อมถูกโดดเดี่ยวจากผิวดิน ส่วนประกอบสมบัติคั่งที่ ได้แก่ สารหลัก ออกซิเจนละลายน้ำของแข็งละลายน้ำทั้งหมด การนำไฟฟ้า ความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิ จึงนิยมใช้สิ่งเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดน้ำบาดาลชั้นนำ เมื่อสูบน้ำที่ค้างภายในท่อทิ้งไป น้ำในบ่อไหลออกจนกระทั่งสมบัติหรือส่วนประกอบของน้ำบาดาลมีค่าคงที่ น้ำที่ไหลออกมาในขณะที่สมบัติคั่งที่ คือ น้ำบาดาลจากชั้นน้ำที่แท้จริง จึงสามารถเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลได้

6.5.3 ปริมาณตัวถูกละลายที่พบในน้ำบาดาล

ตัวถูกละลายเหล่านี้เกิดขึ้นจากการละลายและปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ ระหว่างแร่และน้ำบาดาลที่แข็งหรือไหลผ่าน จึงนำมาเป็นลักษณะเด่นของคุณภาพน้ำบาดาลได้อย่างหนึ่ง ตัวถูกละลายแบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) สารหลัก คือ สารที่พบมากกว่าสารชนิดอื่น ๆ ในน้ำบาดาล ได้แก่ โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม ไบคาร์บอเนต คลอไรด์ซัลเฟต และซัลเฟต สารหลักนี้มีปริมาณรวมกันอาจสูงถึงร้อยละ 90 ของสารทั้งหมดที่มีในน้ำบาดาล นิยมตรวจสอบสารหลักทุกตัว

2) สารหลักทุติยภูมิ ได้แก่ โพแทสเซียม คาร์บิเนต ฟลูออไรด์ ไนเตรต และเหล็ก

3) สารรอง กรณีที่น้อยมากจะเรียกว่า สารหายาก ได้แก่ โลหะหนักชนิดต่าง ๆ ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดมลพิษของโลหะหนักที่ออกมาจากแหล่งมลพิษชนิดต่าง ๆ

6.6 การอนุรักษ์น้ำบาดาล

น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรธรรมชาติอย่างหนึ่งที่จะต้องสงวนและรักษา เพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า การสงวนและรักษาน้ำบาดาล อาจกระทำได้ดังนี้ (สุวิทย์ โมนะตระกูล ม.ป.ป., หน้า 267)

6.6.1 จำกัดอัตราการสูบขึ้นมาใช้ให้พอกับการเพิ่มเติมปริมาณของน้ำบาดาลโดยธรรมชาติ

6.6.2 ป้องกันน้ำทะเลไม่ให้เคลื่อนเข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดินที่ใกล้ถึงทะเล

6.6.3 ควบคุมการใช้หินที่เป็นชั้นน้ำให้น้อยลง

6.6.4 ลดการสูญเสียน้ำจากการระเหย โดยการสูบน้ำมาใช้ในปริมาณที่พอดีในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ

6.6.5 ช่วยการไปแทนที่ของน้ำบาดาล เช่น ป้องกันน้ำที่ไหลป่าไม่ให้มากเกินไป

6.6.6 นำน้ำที่ใช้แล้วลงสู่พื้นดินอีก โดยถ้าเป็นน้ำเสียก็ควรมีการแก้้้น้ำเสียก่อนให้ไหลลงไปในดิน

6.7 การพัฒนาน้ำบาดาล

การพัฒนาน้ำบาดาลหมายถึง วิธีการที่จะนำน้ำบาดาลจากชั้นหินกักเก็บน้ำที่อยู่ภายใต้ผิวดิน ขึ้นมาใช้ประโยชน์ ขั้นตอนของการพัฒนาน้ำบาดาล ประกอบด้วย(ทีมวิชาการ ธรณีไทย, 2550, ออนไลน์)

6.7.1 การสำรวจน้ำบาดาล โดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบว่า ในบริเวณพื้นที่สำรวจมีน้ำบาดาลอยู่หรือไม่ มีปริมาณมากน้อยเท่าใด จะสามารถพัฒนาน้ำขึ้นมาใช้ได้เท่าไร คุณภาพน้ำบาดาลเป็นอย่างไรการสำรวจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1) การสำรวจทางด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา

2) การสำรวจทางด้านธรณีฟิสิกส์ เช่น การสำรวจความต้านทานไฟฟ้า จำเพาะการสำรวจความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Resistivity Method) คุณสมบัติทางกายภาพที่วัดคือ ความต้านทานไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนกลับของการนำไฟฟ้า โดยปกติแล้วชั้นดิน ชั้นหิน จะไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นมีน้ำแทรกอยู่ตามช่องว่าง หรือตามรอยแตกรอยแยก

6.7.2 การเจาะบ่อ (Well Drilling) มีวิธีการหลาย ๆ แบบที่ใช้เครื่องมือ แตกต่าง กันออกไป ซึ่งการเลือกวิธีการเจาะบ่อ โดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับ ชนิดของหินที่อยู่ภายใต้ผิวดินและ ความลึกที่ต้องการเจาะเป็นสำคัญ วิธีการที่นิยมใช้ได้แก่การเจาะแบบกระแทกการเจาะแบบหมุน การเจาะแบบใช้ลม

6.7.3 การปรับปรุงและพัฒนาบ่อการปรับปรุงบ่อ (Well completion) การปรับปรุง บ่อหรือการทำบ่อ ได้แก่ การทำรูเจาะให้เป็นบ่อน้ำ เพื่อพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ และ เพื่อป้องกันการพังทลายของบ่อ การปรับปรุง ประกอบด้วย การออกแบบบ่อการใส่ท่อกร การกรู กรวด ส่วนการพัฒนาบ่อ (Well Development) วัตถุประสงค์ เพื่อให้บ่อมีน้ำเพิ่มมากขึ้น ป้องกัน ไม่ให้ทรายไหลเข้าบ่อ ทำให้บ่อมีอายุ การใช้งานได้นาน หลักการ คือ ทำให้เม็ดกรวดทรายที่อยู่ รอบบ่อเรียงตัวอย่างเป็น ระเบียบ ทำให้มีความพรุนและความซึมได้สูง วิธีการที่นิยม คือ การเป่า ล้างด้วยลม

6.7.4 การสูบทดสอบ(Pumping Test) เป็นสิ่งที่จำเป็น ต้องกระทำหลังจากการ ปรับปรุงและพัฒนาบ่อเสร็จแล้ว ทำเพื่อ ให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ โดยข้อมูลเหล่านี้จะใช้เพื่อการเลือกเครื่องสูบน้ำให้ถูกต้อง และเหมาะสม

6.7.5 การตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพน้ำการตรวจสอบคุณภาพน้ำ (Water Quality Test) คุณภาพน้ำบาดาล มีความสำคัญต่อการพัฒนาบ่อบาดาลมาก เนื่องจากคุณภาพของน้ำ บาดาลจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ โดยทั่วไปอาจจำแนกการใช้น้ำ บาดาลได้เป็น 3 ประเภท คือ การใช้เพื่ออุปโภค-บริโภค การใช้เพื่อการเกษตรกรรม หรือการ ชลประทาน และการใช้ เพื่อการอุตสาหกรรม ซึ่งในการใช้งานแต่ละประเภท จะมีมาตรฐาน คุณภาพน้ำที่แตกต่างกันออกไปส่วนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ บางครั้งคุณภาพน้ำบาดาลที่พัฒนาขึ้น มาได้ ไม่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ เช่น น้ำมีปริมาณสารละลายเหล็กสูง ไม่สามารถบริโภคได้ หรือน้ำมีปริมาณความกระด้าง ไม่สามารถใช้ในการซักล้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุผล เหล่านี้ จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ได้แก่ การกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำ การกำจัดเหล็กและ แมงกานีส การกำจัดความกระด้าง การกำจัดน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม การฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น

6.7.6 การบำรุงรักษาในการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ เมื่อได้ปริมาณ และคุณภาพน้ำตามที่ต้องการแล้ว เมื่อใช้ไปในระยะเวลาที่นานหรือต้องการให้ใช้งานได้นาน ควร มีการบำรุงรักษาทั้งในแง่ของการบำรุงรักษาบ่อบาดาล และการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องสูบ โดยทั่วไปบ่อบาดาลจะมีประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากปัจจัยหลายประการ อาทิ ระดับน้ำบาดาล หรือระดับแรงดันของน้ำ ลดลง การอุดตันของท่อเจาะร่องหรือท่อกรอง รวมทั้งประสิทธิภาพ ที่ลดลงของเครื่องสูบ ซึ่งบ่อบาดาลที่มีการออกแบบไว้ดี ตั้งแต่เริ่มต้น และมีการใช้งานอย่าง เหมาะสมจะมีอายุการใช้งานได้นาน

จากความหมาย แนวคิดและทฤษฎีข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า น้ำบาดาล หมายถึง น้ำใต้ดิน เป็นน้ำจากน้ำฝนหรือจากแม่น้ำลำคลองที่ไหลลงสู่ใต้ดิน จากนั้นถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่าง ในชั้นหิน ดินและทราย

7. แนวคิดเกี่ยวกับน้ำกระด้าง

7.1 ความหมายของน้ำกระด้าง

นักวิชาการศึกษาได้ให้คำนิยามของน้ำกระด้างไว้ ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 (2554, หน้า 236) ได้ให้คำนิยามไว้ว่า น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำซึ่งเมื่อฟอกกับสบู่แล้วเกิดตะกอนขึ้น ซึ่งเรียกว่า ไคลสบู่ และไม่มีฟองสบู่เกิดขึ้นหรือ เกิดขึ้นน้อย ทั้งนี้เพราะมีเกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียมละลายอยู่

สุดใจ วงษาริ (2540, หน้า 18) ได้กล่าวไว้ว่า น้ำกระด้าง หมายถึง ความสามารถในการตกตะกอนสบู่หรือทำให้สบู่ไม่เป็นฟอง จะถูกทำให้ตกตะกอนโดยเกลือของแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg)

น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำที่ไม่เกิดฟองกับสบู่ หรือเกิดฟองสบู่เล็กน้อย และมีไคลสบู่ เกิดขึ้น เช่น น้ำคลอง น้ำบ่อ น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำทะเล เป็นต้น น้ำที่มีความกระด้างสูงนอกจาก ทำให้เปลือกสบู่หรือผงซักฟอกในการซักล้างแล้วยังก่อให้เกิดตะกรันในหม้อหรือกาต้มน้ำ และ มีรสเมื่อใช้ดื่ม สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำอ่อนน้ำกระด้าง คือ ในน้ำมี เกลือคาร์บอเนต เกลือคลอไรด์ และเกลือซัลเฟตของโลหะบางชนิดละลายอยู่ เช่น แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (จุไรรัตน์ มหาเทียน, 2560, ออนไลน์)

ความกระด้างของน้ำเกิดจากธาตุโลหะที่อยู่ในสภาพไอออนที่มีประจุบวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพไอออนที่มีประจุ +2 เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}), แมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) เป็นต้นและอาจมีธาตุอื่นๆเช่นเหล็ก (II) ไอออน (Fe^{2+}), แมงกานีส (II) ไอออน (Mn^{2+}) และสตรอนเซียมไอออน (Sr^{2+}) แต่มีอยู่ในปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของ Ca^{2+}

และ Mg^{2+} สาเหตุที่น้ำมีความกระด้างเกิดจากการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศหรือที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์บนชั้นหน้าดินของแบคทีเรียรวมตัวกับน้ำเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (Carbonic acid) ซึ่งเป็นกรดอ่อนเมื่อไหลซึมไปสัมผัสกับชั้นหินที่เป็นด่าง โดยเฉพาะชั้นหินปูนซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และแมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) เป็นองค์ประกอบหลักจะละลายหินปูนมากับน้ำทำให้มีปริมาณ Ca^{2+} และ Mg^{2+} มากขึ้นส่งผลให้ความกระด้างของน้ำเพิ่มขึ้น (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2555, หน้า 331)

7.2 ประเภทของน้ำกระด้าง

น้ำกระด้าง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท โดยอาศัยชนิดของไอออนที่มีอยู่ในน้ำ ดังนี้ (นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์ และคณิดา ตังคณานุรักษ์, 2555, หน้า 116-117)

7.2.1 น้ำกระด้างชั่วคราว (temporary hardness) หรือบางที่เรียกว่า ความกระด้างคาร์บอเนต (carbonate hardness, KH) เนื่องจากในน้ำนั้นมีคาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-}) และไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) อยู่ในน้ำจึงจะรวมกับ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ได้แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($Ca(HCO_3)_2$) แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) และแมกนีเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($Mg(HCO_3)_2$) สามารถกำจัดความกระด้างชั่วคราวโดยการต้ม การเติมปูนขาว หรือน้ำปูนใส (แคลเซียมไฮดรอกไซด์; $Ca(OH)_2$)

7.2.2 น้ำกระด้างถาวร (permanent hardness) หรืออาจเรียกว่า ความกระด้างที่ไม่ใช่คาร์บอเนต (non-carbonate hardness : NCH) เนื่องจากมีคลอไรด์ (Cl^-) ไอออนและซัลเฟต (SO_4^{2-}) ไอออนอยู่ในน้ำซึ่งจะรวมกับ (Ca^{2+}) และ Mg^{2+} ได้แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และแมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) ไม่สามารถกำจัดได้โดยการต้ม แต่อาจกำจัดได้โดยการใส่ $Ca(OH)_2$ และโซเดียมคาร์บอเนต หรือโซดาแอส (Na_2CO_3) โดยที่ $MgSO_4$ ในน้ำกระด้างถาวรจะทำปฏิกิริยากับ $Ca(OH)_2$ ได้ $Mg(OH)_2$ และ $CaSO_4$

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2555, หน้า 332) ได้กล่าวไว้ว่า ความกระด้างในน้ำที่มีอยู่ทุกประเภทจะรวมเรียกว่าความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness) แบ่งตามไอออนที่มีอยู่ในน้ำได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. แบ่งตามไอออนประจุลบที่มีอยู่ในน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

1.1 ความกระด้างคาร์บอเนตหรือความกระด้างชั่วคราว (Carbonate Hardness or Temporary Hardness) ซึ่งได้แก่คาร์บอเนตไอออน CO_3^{2-} และไบคาร์บอเนตไอออน HCO_3^- โดยส่วน

ใหญ่ในน้ำจะเป็นจำพวก HCO_3^- ซึ่งเมื่อทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะสามารถกำจัดความกระด้างประเภทนี้ได้ (เมื่อถูกความร้อนจะตกตะกอนกลายเป็นหินปูน)

1.2 ความกระด้างที่ไม่ใช่คาร์บอเนตหรือความกระด้างถาวร (Non-Carbonate Hardness or Permanent Hardness) ซึ่งได้แก่ซัลเฟตไอออน SO_4^{2-} คลอไรด์ไอออน (Cl^-) ซึ่งความกระด้างประเภทนี้จะไม่สามารถถูกกำจัดได้ต้องใช้วิธีทางเคมีในการแก้ไขในกรณีที่มีน้ำนั้นมีปริมาณ Ca^{2+} และ Mg^{2+} น้อยแต่มีปริมาณของโซเดียมไอออน (Na^+) สูงมากเพียงพอที่จะทำให้น้ำนั้นไม่เป็นฟองกับสบู่ได้เรียกว่าความกระด้างเทียม (Pseudo Hardness)

2. แบ่งตามไอออนประจุบวกในน้ำส่วนใหญ่เป็น Ca^{2+} เรียกว่า Calcium Hardness และ Mg^{2+} เรียกว่า Magnesium Hardness

7.3 การวิเคราะห์ความกระด้างในน้ำ

การวิเคราะห์ความกระด้างในน้ำจะวัดจากความกระด้างทั้งหมดซึ่งเป็นผลรวมของค่าความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวรเข้าด้วยกัน โดยอาศัยหลักการ คือ EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) สามารถสร้างไอออนเชิงซ้อนที่เสถียรกับ Ca^{2+} , Mg^{2+} และไอออนประจุบวกสองอื่นๆที่เป็นสาเหตุของความกระด้างของน้ำ เมื่อเติม Eriochrome Black T Indicator ในน้ำตัวอย่างที่มีบัฟเฟอร์ pH 10.0 ± 0.1 เติม Eriochrome Black T จะรวมกับ Ca^{2+} , Mg^{2+} เกิดเป็นสารเชิงซ้อนสีม่วง (ถ้าไม่มีไอออนของโลหะละลายอยู่จะได้สารละลายสีน้ำเงิน) เมื่อไตเตรทด้วย EDTA Ca^{2+} , Mg^{2+} และไอออนประจุบวกอื่นๆที่เป็นสาเหตุของความกระด้างของน้ำจะรวมตัวกับ EDTA เป็นสารเชิงซ้อน ซึ่งไม่มีสีและคงตัวกว่าสารเชิงซ้อนแรก โดยจะรวมตัวกับ Ca^{2+} ก่อน แล้วจึงมารวมตัวกับ Mg^{2+} เมื่อ EDTA รวมตัวกับไอออนดังกล่าวหมดแล้วจึงไปดึงไอออนโลหะ (Mg^{2+}) มาจากสารเชิงซ้อนแรกจนหมดและปล่อย Eriochrome Black T เป็นอิสระ สีของสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าถึงจุดยุติถ้ารวมความกระด้างทั้งหมดเมื่อคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต มีปริมาณต่ำกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ถือว่าน้ำนั้นเป็นไปตามมาตรฐานการแบ่งระดับความกระด้างของน้ำ ปรากฏดังตารางต่อไปนี้ (จุไรรัตน์ มหาเทียน, 2553, ออนไลน์)

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานการแบ่งความกระด้างของน้ำ

0 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	เรียกว่าน้ำอ่อน
75 - 150 มิลลิกรัมต่อลิตร	เรียกว่า น้ำกระด้างปานกลาง
150 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร	เรียกว่า น้ำกระด้าง
300 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป	เรียกว่า น้ำกระด้างมาก

7.4 ข้อดีและข้อเสียของน้ำกระด้าง

นิพนธ์ ตั้งคณาภิรักษ์ และคณิตา ตั้งคณาภิรักษ์ (2555, หน้า 127) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของน้ำกระด้าง ดังนี้

7.4.1 ข้อดีของน้ำกระด้างดังนี้

- 1) น้ำกระด้างมีรสชาติกว่าน้ำอ่อน เหมาะสำหรับการเป็นน้ำในการบริโภค
- 2) น้ำกระด้างช่วยลดเกี่ยวกับโรคหัวใจ
- 3) น้ำกระด้างมีแคลเซียมไอออน ช่วยในการเสริมสร้างฟันและกระดูก
- 4) น้ำกระด้าง จะทำให้เกิดตะกรันในท่อน้ำ ตะกรันเหล่านี้จะป้องกันไม่ให้โลหะหนักที่เป็นองค์ประกอบของท่อส่งน้ำละลายลงสู่น้ำตามท่อ และตะกรันช่วยป้องกันการสุกร่อนของท่อส่งน้ำ (น้ำประปาที่มีความกระด้างต่ำ มีโอกาสจะทำให้เกิดการกัดกร่อนท่อประปา ซึ่งเป็นโลหะทำให้มีโอกาสดูดซับสารพิษและโลหะหนัก)

7.4.2 ข้อเสียของน้ำกระด้าง

- 1) น้ำกระด้าง ทำให้เกิดโคลสบู (สิ้นเปลืองสบู่ในปริมาณมากในการชะล้าง)
- 2) น้ำกระด้าง ทำให้เกิดตะกรันไปมีผลต่อการไหลผ่านของน้ำในท่อ
- 3) น้ำประปา มีความกระด้างต่ำ หรือเป็นน้ำอ่อนมากจะทำให้ผู้บริโภคไม่สะดวกในการใช้น้ำ เช่น การอาบน้ำ เพราะจะทำให้ล้างสบู่ออกยาก จึงมีกระบวนการและขั้นตอนในการเพิ่มความกระด้างของน้ำ (rehardening) เพื่อทำให้น้ำประปามีความสะดวกต่อผู้ใช้น้ำมากขึ้น เช่น การใช้ผงหินปูน (limeatone treatment) เป็นต้น
- 4) น้ำที่มีความกระด้างสูงจะมีผลกระทบต่อรสชาติของ โกโก้ กาแฟ และเครื่องดื่มที่มึนมนเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นเครื่องชงกาแฟอัตโนมัติก็จะต้องติดตั้งระบบกำจัดความกระด้างไว้ด้วย

นอกจากนี้ความกระด้างไม่มีผลเชิงลบต่อสุขภาพ การดื่มน้ำที่มีความกระด้างเท่ากับดื่มน้ำที่มีแคลเซียม และแมกนีเซียมปนอยู่ด้วยซึ่งธาตุทั้งสองนี้มีผลต่อสุขภาพ ดังนี้

1. แคลเซียม

1.1 ช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อหัวใจการขาดแคลเซียมหัวใจจะทำงานไม่ปกติ อาจเกิดโรคหัวใจได้

1.2 เป็นตัวเร่ง (Co-Factor) การทำงานของเอนไซม์หลายชนิดในร่างกายมนุษย์เช่นการสร้าง DNA เป็นต้น

1.3 ช่วยรักษาสมดุลต่างในร่างกาย

1.4 ช่วยป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุน

2. แมกนีเซียม

- 2.1 ช่วยในการคลายตัวของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งต้องทำงานร่วมกับแคลเซียม
- 2.2 เป็นตัวเร่ง(Co-Factor)ให้กับเอนไซม์ ซึ่งมีหน้าที่เผาผลาญอาหาร แป้ง น้ำตาล และไขมัน
- 2.3 เป็นองค์ประกอบของเลซิติน (Lecitin) ป้องกันไม่ให้คลอเลสเตอรอลในเลือดสูงขึ้น
- 2.4 ป้องกันการเกิดนิ่วเนื่องจากการจับตัวของแคลเซียมออกซาเลต (Calcium Oxalate) ในไตและในถุงน้ำดี (จุไรรัตน์ มหาเทียน, 2552, หน้า 1)

จากความหมาย แนวคิดและทฤษฎีข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า น้ำกระด้าง หมายถึงน้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาใช้ในการอุปโภคและบริโภค เป็นน้ำที่มีเกลือและแร่ธาตุละลายอยู่มาก และทำปฏิกิริยากับสบู่ จนเกิดตะกอนขึ้น ส่งผลให้สบู่ไม่เกิดฟองหรือเกิดฟองน้อย น้ำกระด้างแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ น้ำกระด้างชั่วคราว เกิดจากเกลือไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม สามารถแก้ไขได้โดยการต้ม และน้ำกระด้างถาวร คือ น้ำที่มีความกระด้างอยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์ซัลเฟต และไนเตรตของแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งจะไม่สลายตัวเมื่อถูกความร้อน ไม่เกิดตะกอนได้ง่าย

8. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ไขน้ำกระด้าง

8.1 แนวคิดการแก้ไขน้ำกระด้าง

สุดใจ วงษาริ (2540, หน้า 6) กล่าวว่าไว้ว่า การปรับปรุงหรือแก้ไขน้ำคุณภาพน้ำกระด้าง หมายถึง วิธีการที่จะทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้นจนเหมาะสมแก่การใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยการลดหรือกำจัดปริมาณเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำ ปัจจุบันวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีความเหมาะสมแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการปริมาณน้ำและคุณภาพของน้ำที่จะนำไปใช้ ได้แก่ การต้ม, การกรอง, การใช้สารเคมี(เติม), การทำให้ตกตะกอน, การใช้สารกรอง, การเติมออกซิเจน, และ การใช้วิธีออสโมซิสย้อนกลับ (Reverse Osmosis)

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2555, หน้า 355) กล่าวว่าไว้ว่า วิธีการลดความกระด้างในน้ำบาดาลโดยใช้สารส้มและปูนขาวเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานในท้องถิ่นในประเทศไทยซึ่งโดยมากมีค่าความกระด้างไม่สูงมากนักโดยจะได้จัดทำคู่มือการก่อสร้างคู่มือการเดินระบบและการบำรุงรักษาระบบปรับปรุง

คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อประกอบกับแบบมาตรฐานในการก่อสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลที่มีความกระด้างต่อไป

8.2 วิธีการแก้ไขน้ำกระด้าง

วุฒิปณเกล้าอรุณ (ม.ป.ป., หน้า 3-4) ได้กล่าวถึงกระบวนการกำจัดน้ำกระด้าง โดยมี 2 วิธี ดังนี้

8.2.1 การกำจัดความกระด้างของน้ำด้วยปูนขาว-เถ้าโซดา(โซดาซักผ้า) (Lime-soda ash softening) เนื่องจาก Ca^{2+} และ Mg^{2+} เป็นสารส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดความกระด้างวิธีการนี้จะใช้หลักการของปฏิกิริยาก่อนตกตะกอน(Precipitation) เพื่อให้สารทั้งสองเป็นของแข็งแยกตัวออกจากน้ำโดยทำให้ Ca^{2+} อยู่ในรูป $\text{CaCO}_3(\text{s})$ และ Mg^{2+} อยู่ในรูป $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ ดังปฏิกิริยา



ด้วยวิธีการนี้สารเคมีสำคัญที่เราเติมลงไป在水里 คือ

CO_3^{2-} จะมาจากเถ้าโซดา(โซดาซักผ้า) (soda ash) ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า Sodium Carbonate(Na_2CO_3)

OH^- ได้มาจากน้ำปูนขาวซึ่งก็คือ Calcium Hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) แต่ในทางปฏิบัติเราจะใช้ผงปูนขาว (Calcium oxide: CaO) มาผสมน้ำให้ละลายได้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ในการตกตะกอน CaCO_3 ค่า pH ของน้ำจะต้องสูงถึง 10.3 ในขณะที่การตกตะกอนของ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ จะต้องใช้ค่า pH สูงถึง 11 นอกจากนี้ถ้าน้ำมีสาร Alkalinity HCO_3^- หรือ CO_3^{2-} ไม่เพียงพอต่อการตกตะกอนของ CaCO_3 จะต้องมีการเติม CO_3^{2-} ลงไปในน้ำซึ่งได้แก่เถ้าโซดานั่นเอง (Na_2CO_3) จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการกำจัดความกระด้าง Non-Carbonate Hardness สูงกว่า Carbonate Hardness มากเนื่องจากต้องเติม (Na_2CO_3) เพิ่มลงไปดังนั้นในทางปฏิบัติจึงยินยอมให้มี Non-Carbonate Hardness อยู่ในน้ำได้บ้างซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้นั้นก็คืออยู่ในช่วงน้ำอ่อนถึงน้ำกระด้างปานกลาง

วิธีการนี้ยังมีข้อจำกัดต่าง ๆ และค่อนข้างยุ่งยากไม่สามารถกำจัดความกระด้างได้ทั้งหมด (100%) เนื่องจากสาเหตุหลายประการเช่นน้ำที่ผ่านการเติมปูนขาว (Calcium oxide: CaO) และเถ้าโซดา (soda ash: Na_2CO_3) หากไม่มีการปรับค่า pH ให้เหลือประมาณ 8.6 CaCO_3 จะเกิดการตกตะกอนของทำให้เกิดเป็นตะกอนบนเม็ดยกรองในกระบวนการกรองหรือเกิดการอุดตันในเส้นท่อต้องมีกระบวนการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อลดค่า pH ให้เหลือประมาณ 8.6 เพื่อเป็นการป้องกันการตกตะกอนของ CaCO_3 ค่าความกระด้างต่ำสุดที่ได้จากวิธีนี้จะอยู่ที่ประมาณ 30 mg/l as CaCO_3 โดยปกติในน้ำประปาจะยอมให้ความกระด้างสุดท้ายอยู่ในช่วง

70 ถึง 120 mg/l as CaCO₃ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนในเส้นท่อและเพื่อประโยชน์ในการซักล้างแต่สำหรับอุตสาหกรรมที่มีหม้อต้มอาจจะต้องมีการกำจัดเพิ่มให้เหลือความกระด้างน้อยกว่านี้อีก ป้องกันการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและการระเบิดเมื่อมีการอุดตัน

8.2.2 การทำน้ำอ่อนด้วยการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) การแลกเปลี่ยนไอออนเป็นกระบวนการทางเคมีที่ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนไอออนแบบย้อนกลับได้ระหว่างตัวกลางของแข็งและของเหลววัสดุที่เป็นสารแลกเปลี่ยนไอออนได้แก่ซีโอไลต์ (Zeolites) หรือเรซิน (Resin) โดยปกติแล้วเรซินสังเคราะห์จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าซีโอไลต์โดยจะมีความสามารถสูงกว่าและใช้เกลือสำหรับ Regeneration น้อยกว่าแต่เรซินก็มีราคาแพงมากกว่าด้วยเช่นกันในการทำงานด้วยวิธีนี้น้ำกระด้างจะไหลผ่านถัง (หรือหลอด) ที่บรรจุด้วยสารแลกเปลี่ยนไอออน (ซีโอไลต์ (Zeolites) หรือเรซิน (Resin) Ca²⁺ และ Mg²⁺ ที่ทำให้เกิดความกระด้างในน้ำก็จะแลกเปลี่ยนกับไอออนที่อยู่บนสารแลกเปลี่ยนไอออนนั้น (โดยปกติจะเป็นโซเดียม) ดังตัวอย่างสมการเคมี



โดยที่ R เป็นวัสดุของสารแลกเปลี่ยนไอออนจากปฏิกิริยาเคมีข้างต้นจะเห็นได้ว่าแคลเซียม (หรือแมกนีเซียม) จะถูกกำจัดออกจากน้ำและถูกแทนที่ด้วยโซเดียมในปริมาณสมมูลเคมีที่เท่ากันในขณะที่ค่า Alkalinity ของน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแลกเปลี่ยนไอออนนี้จะทำให้เกิดการกำจัดความกระด้างของน้ำได้ 100% จนกระทั่งสมรรถนะ (Capacity) ของสารแลกเปลี่ยนทั้งหมดลงหรือที่เรียกกันว่าเกิดการอิ่มตัวก็จะไม่มีการกำจัดความกระด้างของน้ำ ณ จุดนี้ซึ่งเรียกว่าจุด Breakthrough ต้องฟื้นฟูประสิทธิภาพ (Regeneration) ด้วยน้ำเกลือหรือน้ำที่มีปริมาณ Na⁺ สูงเพื่อให้ไอออนของความกระด้างหลุดออกจากสารแลกเปลี่ยนไอออนดังปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออน



ดังนั้น จะเห็นได้ว่ากระบวนการกำจัดความกระด้างทั้งสองวิธีมีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นมาในการจะเลือกใช้วิธีใดนั้นจะต้องคำนึงถึงความจำเป็นในการใช้น้ำว่าใช้ในกิจการใดเช่นถ้าใช้ในอุตสาหกรรมที่ใช้หม้อต้มไอน้ำควรเป็นน้ำที่ไม่มี ความกระด้างในน้ำประปาควรเป็นน้ำกระด้างปานกลางเพื่อป้องกันการกัดกร่อนในเส้นท่อและเพื่อประโยชน์ในการซักล้าง

นอกจากนี้กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2555, หน้า 338- 341) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีในการกำจัดความกระด้างในน้ำบาดาลโดยทั่วไป 2 วิธี ได้แก่ 1) การตกผลึกทางเคมี (CHEMICAL PRECIPITATION) 2) การแลกเปลี่ยนประจุ (ION EXCHANGE)

1. การตกผลึกทางเคมี (CHEMICAL PRECIPITATION)

เป็นกระบวนการที่เติมสารเคมีลงไปในน้ำเพื่อให้สิ่งสกปรกที่ละลายน้ำเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำและตกตะกอนลงได้กระบวนการในการเกิดตะกอนทางเคมีแบ่งเป็นวิธีต่างๆมากมายเช่น

1.1 Hydroxide precipitation คือการทำให้สิ่งสกปรกที่ละลายน้ำอยู่ซึ่งจะอยู่ในสภาวะอนุภาควกตกตะกอนออกมาในรูปเกลือไฮดรอกไซด์โดยวิธีการง่ายๆคือการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้สูงขึ้นโดยให้เป็นด่างสูง(คือมีความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7) สารเคมีที่นิยมใช้คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์และปูนขาวส่วนใหญ่แล้วกระบวนการ Hydroxide precipitation มักนิยมใช้กับน้ำที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักในรูปของไอออนหรือประจุแต่สิ่งที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมคือสิ่งปนเปื้อนในน้ำมักจะประกอบด้วยสิ่งสกปรกหลายชนิดและในแต่ละชนิดก็จะมีลักษณะสมบัติในการตกตะกอนที่สภาพความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกันออกไปในกรณีของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำที่มาจากโรงงานชุบ โลหะมักจะประกอบด้วยสังกะสี โครเมียม ตะกั่ว ฯลฯ เป็นต้นดังนั้นอาจจะต้องมีการตกตะกอนโลหะหนักเหล่านั้นออกมาที่สภาพความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกันตัวอย่างเช่นมีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเป็น 8.5 ในช่วงแรกเพื่อให้สังกะสีและโครเมียมตกตะกอนออกมาในรูปของโลหะออกไซด์ก่อนแล้วจึงค่อยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเป็น 10 เพื่อให้ทองแดงและแคดเมียมตกตะกอนออกมาในขั้นที่ 2 เป็นต้น

1.2 Carbonate precipitation เป็นการตกตะกอนอนุภาควกหรืออนุมูลตว (Cation) หรือโลหะหนักออกจากน้ำในรูปของฟลักคาร์บอเนตซึ่งส่วนใหญ่เป็นไอออนของโลหะ โดยโลหะคาร์บอเนตเกือบทุกตัวมีค่าความสามารถในการละลายน้ำได้ต่ำอย่างไรก็ตามการตกตะกอนของโลหะในรูปของคาร์บอเนตจำเป็นต้องปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมด้วยเพื่อที่จะได้เกิดการตกตะกอนที่สมบูรณ์ซึ่งสภาพความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของการตกตะกอนโลหะมักจะอยู่ในสภาวะที่เป็นด่างสูงๆข้อดีของการตกตะกอนโลหะในรูปของคาร์บอเนตเมื่อเทียบกับการตกตะกอนในรูปของไฮดรอกไซด์พบว่าจะมีประสิทธิภาพของการตกตะกอนในรูปของคาร์บอเนตสูงกว่าการตกตะกอนในรูปของไฮดรอกไซด์และขนาดของตะกอนในรูปของคาร์บอเนตก็จะใหญ่กว่าด้วย

1.3 Sulfide precipitation การตกตะกอนด้วยอนุมูลซัลไฟด์เป็นการตกตะกอนโลหะหนักในรูปของเกลือซัลไฟด์โดยสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนได้แก่ Na_2S หรือ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ซึ่งมักนิยมใช้ในการตกตะกอนโลหะหนักพวกอาร์เซนิก แคดเมียม เหล็ก อะลูมิเนียม และปรอท เป็นต้น โลหะหนักซัลไฟด์ดังกล่าวจะมีค่าการละลายต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับโลหะไฮดรอกไซด์และคาร์บอเนตซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพในการตกตะกอนโลหะดังกล่าวด้วย

ซัลไฟด์ไอออนมีค่าสูงแต่โลหะซัลไฟด์ที่ตกตะกอนออกมาจากน้ำจะมีสีดำและมักจะมึนหมื่น ซึ่งเป็นข้อเสียในการบำบัดน้ำตามวิธีการนี้

1.4 Sulfate precipitation การตกตะกอนด้วยวิธีซัลเฟตเป็นการตกตะกอนอนุภาคบวกหรือไอออนบวก (Cation) ออกจากน้ำในรูปของโลหะซัลเฟตตัวอย่างเช่นการตกตะกอนแบเรียม ออกจากน้ำในรูปของแบเรียมซัลเฟตหรือเกลือซัลเฟตการเกิดการตกตะกอนผลึกให้ได้ดีต้องพิจารณาค่า pH หลังจากเกิดปฏิกิริยาทางเคมีแล้วโดยทั่วไปต้องมี pH สูงกว่า 7 จึงจะได้ผลดีตารางที่ 8.3-2 ได้แสดงค่า pH ที่เหมาะสมและชนิดสารเคมีที่เติมผสมลงไปเพื่อกำจัดหรือแยกมลสารออกจากน้ำซึ่งพบว่าแต่ละมลสารจะมีค่า pH ที่เหมาะสมแตกต่างกัน

2. การแลกเปลี่ยนประจุ (ION EXCHANGE)

การบำบัดน้ำโดยการแลกเปลี่ยนไอออนเป็นการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างไอออนต่าง ๆ ในน้ำกับไอออนของเรซินซึ่งจะส่งผลให้ไอออนของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำถูกดูดซับลงบนผิวของเรซินเพราะไอออนแต่ละชนิดจะถูกดูดซับหรือจับบนพื้นผิวของเรซินได้ไม่เท่ากันจึงทำให้ต้องมีการศึกษาถึงชนิดและสมบัติของเรซินว่าเป็นอย่างไรรวมทั้งการทดสอบประสิทธิภาพของเรซินในการดูดซับสิ่งปนเปื้อนในน้ำชนิดต่าง ๆ ในสภาวะที่แตกต่างกัน

ประเภทของเรซินการแบ่งประเภทของเรซินสามารถแบ่งตามคุณสมบัติของเรซินในการจับหรือดูดซับสิ่งปนเปื้อนดังนั้นเรซินที่ใช้ในการบำบัดน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ 1) Weak acid cation resin เป็นเรซินที่สามารถจับไอออนบวกโดยเรซินมีอนุมูล Carboxyl 2) Strong acid cation resin เป็นเรซินที่สามารถจับไอออนบวกเรซินประเภทนี้มีอนุมูล Sulfonic (SO₃H) สามารถแตกตัวได้ดีกว่า Weak acid cation resin จึงสามารถทำงานได้ที่ช่วง pH กว้างกว่าชนิด Weak acid cation resin 3) Weak base anion resin เป็นเรซินที่มีอนุมูลของ Secondary anion หรือ Tertiary anion สามารถจับไอออนลบที่สามารถเกิดเป็นกรดอินทรีย์ ที่รุนแรง (Strong mineral acid) ได้แก่ซัลเฟตไอออนคลอไรด์เป็นต้นแต่ไม่สามารถเป็นกรดอินทรีย์คาร์บอนไดออกไซด์ ซิลิกอนออกไซด์เป็นต้นและ 4) Strong base anion resin เป็นเรซินที่มีอนุมูลของ Quaternary anion สามารถจับไอออนลบทุกชนิดทั้งที่มาจากกรดแก่หรือกรดอ่อน

ชัยศรีธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, ศรีสุวรรณเกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ชูอินทร์, ทศนาวัลย์ อุฑารสกุล และสถาพรมนต์ ประภัสสร (2555, หน้า 81-82) ได้กล่าวถึง ข้อเสนอแนะให้เกิดการพัฒนาและ มาตรการในการปรับปรุงแก้ไขจากส่วนงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคในพื้นที่ ได้แก่ ค่าความเค็ม และโลหะหนักปนเปื้อน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานน้ำบริโภค โดยมาตรการที่ควรแก้ไขคุณภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ ดังนี้

1. ควรมีระบบการควบคุมตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำก่อนและหลังผลิตเป็นน้ำประปาอย่างต่อเนื่อง

2. ควรมีระบบการจัดการควบคุมและตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำในกระบวนการผลิตน้ำของแต่ละแหล่ง

3. ควรมีระบบกรองน้ำบาดาลที่เป็นมาตรฐานในพื้นที่ที่เกิดจากการวิเคราะห์ผลและปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตามสภาพที่มาเป็นข้อมูลในการออกแบบติดตั้งและเฝ้าระวัง โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ได้แก่มาตรฐานน้ำบาดาลแบบผิวดินและมาตรฐานแบบผลิตน้ำบาดาลแบบขุดเจาะจากแหล่งน้ำใต้ดินเนื่องจากปริมาณสิ่งปนเปื้อนในน้ำบาดาลแต่ละแบบมีสิ่งปนเปื้อนและปริมาณใกล้เคียงกัน

4. ควรจัดรูปแบบการผลิตน้ำประปาและน้ำบาดาลที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ซึ่งลักษณะของเทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ประกอบด้วยกระบวนการผลิตน้ำบาดาลส่วนภูมิภาคโดยผ่านกระบวนการกรองผ่านชั้นหินทรายและทำการออกซิไดซ์สารปนเปื้อนประเภทแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ โลหะแมงกานีส และเหล็กด้วยระบบโปรยกรองผ่านอากาศ (aeration process) ซึ่งกระบวนการผลิตน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคเช่นนี้อาจไม่เหมาะสมกับการบำบัดน้ำดิบที่มีคุณภาพน้ำลักษณะนี้ได้ตั้งนั้นจึงขอเสนอแนะแนวทางจัดการตามลักษณะของแหล่งน้ำดิบดังนี้

4.1 แหล่งน้ำดิบประเภทน้ำผิวดินควรมีกระบวนการกักเก็บหรือพักน้ำส่วนที่จะนำมาผลิตน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในระยะเวลาที่เหมาะสมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของแหล่งน้ำและพื้นที่กักเก็บกล่าวคือการกักเก็บน้ำที่ระยะเวลาเหมาะสมจะมีประโยชน์ทำให้สารปนเปื้อนประเภทของแข็งละลายน้ำและโลหะหนักเกิดการตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อได้ในระดับหนึ่งซึ่งอาจใช้เวลา 24 - 72 ชั่วโมง

4.2 แหล่งน้ำดิบประเภทน้ำใต้ดินในการเตรียมน้ำดิบประเภทนี้จำเป็นต้องมีการขุดเจาะที่ระดับความลึกต่าง ๆ ที่พบแหล่งน้ำใต้ดินในปริมาณที่พอเหมาะต่อการจ่ายน้ำให้ผู้ใช้ น้ำตามบ้านเรือนแต่ในการขุดเจาะจำเป็นต้องนำน้ำที่ขุดเจาะได้ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนนำมาผลิตหรือจ่ายให้กับชุมชนสิ่งสำคัญคือคุณภาพน้ำดิบต้องไม่พบสารปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อาทิ โลหะหนักประเภทตะกั่ว สารหนู แคดเมียม หรือปรอท เป็นต้น

จากความหมาย แนวคิดที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การแก้ไขน้ำกระด้าง หมายถึง การนำเทคโนโลยีชาวบ้านเพื่อนำมาใช้แก้ไขน้ำกระด้าง ในการอุปโภคบริโภค มีวิธีการ 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ 2) การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกกระทวนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือเรียกว่า การ

เกิดออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน (4) ได้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรอจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภค และ

3) การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดวงเดือน เทพนวล และนภารัตน์ จิวาลักษณ์ (2559, หน้า 120-125) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การบำบัดความกระด้างของน้ำป่อโดยใช้วัสดุจากถ่านเมล็ดลำไยที่ผ่านการปรับปรุงพื้นผิวทางเคมี งานวิจัยนี้ได้ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพพื้นผิวด้วยวิธีทางเคมีของถ่านจากเมล็ดลำไยเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดความกระด้างของน้ำ โดยการดูดซับแคลเซียมไอออนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้เกิดน้ำกระด้าง รวมถึงศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับแคลเซียมในน้ำตัวอย่าง โดยทำการเผาถ่านบอในถังถ่านเมล็ดลำไยด้วยเตาเผาถ่านชีวมวล ขนาด 200 ลิตร ที่อุณหภูมิ 350-400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วน C:KMnO₄ 2:1 หรือปรับสภาพพื้นผิวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วน C:NaOH 1.5:1 ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพพื้นผิวถ่านเมล็ดลำไย ประสิทธิภาพในการดูดซับ CaCO₃ ขึ้นอยู่กับปริมาณถ่าน ความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง รวมถึงเวลาที่ใช้ในการดูดซับ โดยพบว่าถ่านที่ได้จากการปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตให้ค่าปริมาณการดูดซับแคลเซียมที่สูงกว่า การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยมีค่า 3.69 และ 1.15 มิลลิกรัมของแคลเซียมต่อถ่าน 1 กรัม ตามลำดับ สำหรับการดูดซับสารละลายแคลเซียมความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้เวลาในการดูดซับ 2 ชั่วโมง ถ่านเมล็ดลำไยที่เตรียมได้มีประสิทธิภาพการดูดซับแคลเซียมได้ดีกว่าวัสดุกรองน้ำที่มีขายทั่วไป

ก่อเกียรติ บุญชื่น (2556, หน้า 136-140) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาหมู่บ้านพื้นที่ตำบลหันทรายอำเภออรัญประเทศจังหวัดสระแก้ว ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแยกตามพารามิเตอร์พบว่า มีประปา 5 หมู่บ้านที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ทั้ง 4 พารามิเตอร์ได้แก่ หมู่ที่ 2 บ้านหันทราย หมู่ที่ 5 บ้านหันทราย (จุดที่ 1) หมู่ที่ 5 บ้านหันทราย (จุดที่ 2) หมู่ที่ 6 บ้านหันทราย และหมู่ที่ 9 บ้านบ่อหลวง ส่วนประปา 4 หมู่บ้านและที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้บางพารามิเตอร์ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านหันทราย และหมู่ที่ 3 บ้านหนองบัวเหนือพบว่าความกระด้างรวม (Total Hardness As CaCO₃) เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ หมู่ที่ 4 บ้านหนองบัวใต้ตรวจพบเชื้ออี.โคไล (E.Coli) และหมู่

ที่ 8 บ้านดงสามหมื่นพบฟลูออไรด์ (Fluoride, F) เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ไม่เหมาะที่จะใช้บริโภคโดยภาพรวมพบว่า ประชาหมู่บ้านมีคุณภาพน้ำดิบที่จะตั้งอยู่ใกล้ชุมชนซึ่งมีการเก็บกองขยะหรือการทิ้งของเสียสิ่งปฏิกูลการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์รายพื้นที่ผลการศึกษานำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านทั้งการแก้ไขในระยะสั้นและการแก้ไขในระยะยาวต่อไป

เฉลิมชัย ชัยบุญเรือง (2556, หน้า 154-158) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า จากการศึกษาฟาร์มหมูทั้ง 3 ขนาด (ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่) โดยการสุ่มตัวอย่างจากน้ำบ่อบาดาลในพื้นที่บริเวณฟาร์มเลี้ยงหมูในระหว่างปี 2551-2552 การศึกษาค่า pH และความขุ่น พบว่า มีค่าความเป็นกรดและเบสสูง ค่าบีโอดี (BOD) มีค่าอยู่ระหว่าง 1,500 – 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินมาตรฐานน้ำบาดาลสำหรับอุปโภคบริโภค เห็นได้ว่าคุณภาพน้ำบาดาลมีแนวโน้มเสื่อมสภาพลงในช่วงปีที่ศึกษาซึ่งอาจจะทวีความรุนแรงก่อให้เกิดผลเสียหลายมากขึ้นเป็นลำดับ ดังนั้นทั้งภาครัฐและเอกชนจึงควรที่จะต้องเร่งส่งเสริมและผลักดันให้เกษตรกรพัฒนาฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของตนให้ได้มาตรฐานโดยเร็ว อันจะส่งผลดีทั้งต่อสุขลักษณะของชุมชน ผู้บริโภคและเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ในระยะยาวในการศึกษาครั้งนี้ ยังได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาด้านเทคนิค ตลอดจนการบริหารจัดการปัญหามลพิษจากฟาร์มหมูที่มีต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะน้ำบาดาล

ดวงพร อ่อนหวาน, ธนบดีดิษฐ์ วงษ์เมืองแก่น และถวิล บุญมาตา (2556, หน้า 165-170) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคของชุมชนบ้านดงสามหมื่น ตำบลแม่แดดอำเภอกัลยาณิวัฒนาจังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า น้ำที่นำมาใช้อุปโภคและบริโภคในครัวเรือนของชุมชนบ้านดงสามหมื่น ส่วนใหญ่ใช้น้ำจากน้ำบ่อส่วนรวมรองลงมาคือ น้ำบ่อส่วนตัวและน้ำฝนโดยเฉลี่ยแล้วใน 1 เดือนแต่ละครัวเรือนใช้น้ำประมาณ 6.62 ลูกบาศก์เมตรระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคมมากกว่าร้อยละ 50 ของครัวเรือนชุมชนบ้านดงสามหมื่น มีน้ำใช้เพียงพอและระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมมากกว่าร้อยละ 50 ของครัวเรือนชุมชนบ้านดงสามหมื่น มีน้ำใช้ไม่เพียงพอ ชุมชนบ้านดงสามหมื่น มีความตระหนักถึงปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชน จำนวน 75 คนคิดเป็นร้อยละ 98.7 ด้านการมีส่วนร่วมด้วยการเข้าร่วมประชุม จำนวน 57 คนคิดเป็นร้อยละ 75.0 มีความเห็นว่าผู้รับผิดชอบหลักควรเป็นผู้ใหญ่บ้านผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านกรรมการหมู่บ้านและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 54 คนคิดเป็นร้อยละ 71.0 ชุมชนบ้านดงสามหมื่น มีความต้องการน้ำประปาที่สามารถดื่มได้อยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 4.46 (SD = 0.642) แนวทางการจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคของชุมชนบ้านดงสามหมื่น ได้แก่ 1) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสนับสนุนการจัดหาแหล่งน้ำ

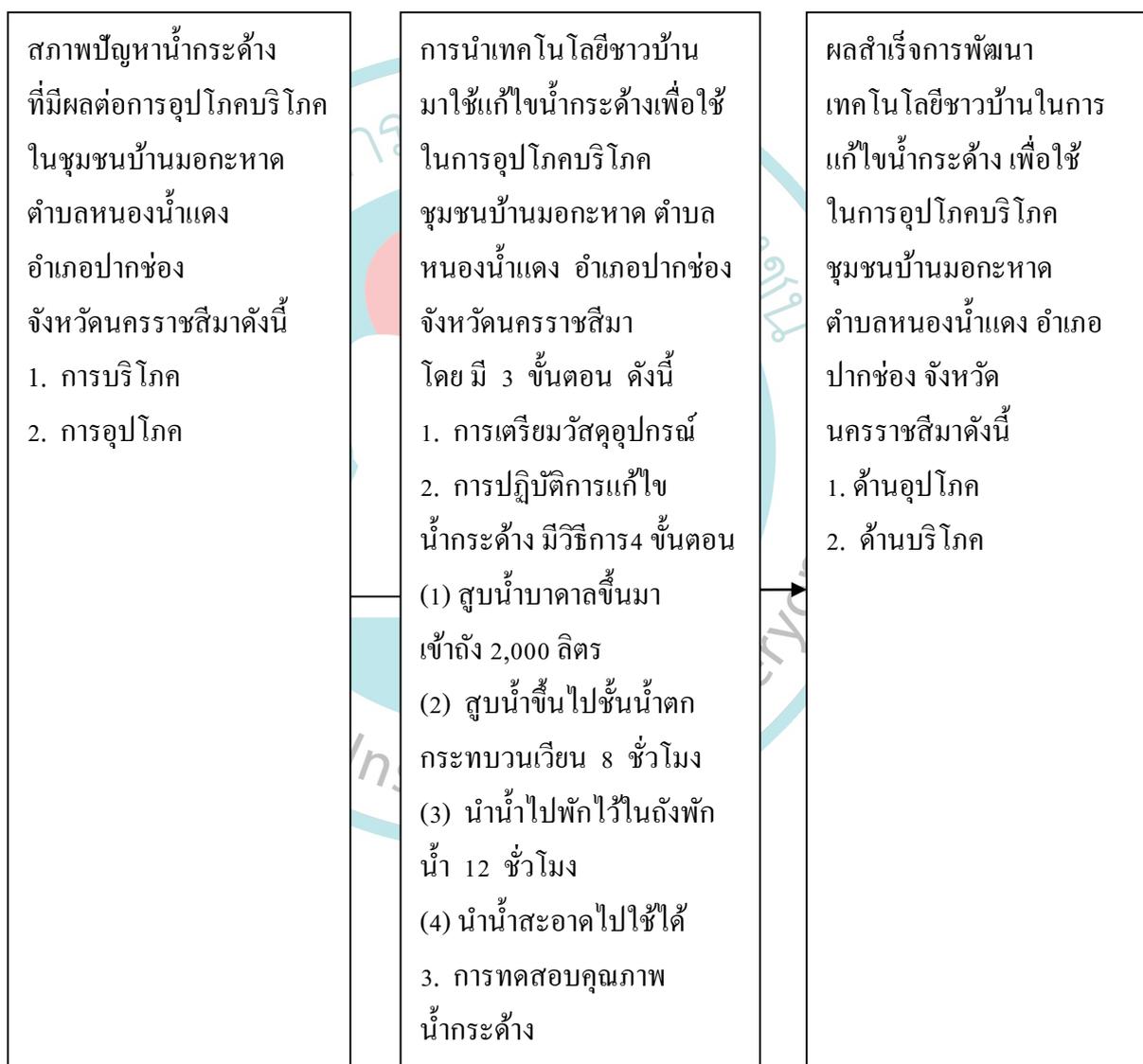
เพิ่มเติม 2) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดอบรม/แนะนำแนวทางการจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค ความสะอาดและสุขอนามัยของน้ำสำหรับบริโภคและอุปโภค และ 3) จัดตั้งคณะกรรมการหมู่บ้าน ขึ้นมาดูแลการบริหารจัดการน้ำอุปโภค และบริโภคของชุมชน

ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, ทัศนาวลัย อุทาสกุล และ สถาพร มนต์ประภัสสร (2555, หน้า 134-140) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนจังหวัดสมุทรสงครามผลการวิจัย พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดิน พบว่า อุณหภูมิของน้ำกรด-ด่าง (pH) ค่าออกซิเจนละลายน้ำค่าบีโอดี สารไนโตรเจนในรูปไนเตรตและแอมโมเนียและปริมาณฟอสฟอรัส โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมส่วนปริมาณสาร โลหะหนักได้แก่สารตะกั่วสารแคดเมียมสารสังกะสีและสารทองแดงมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษส่วนค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และค่าความขุ่นของน้ำมีค่าสูงแต่ไม่มีมาตรฐานกำหนดและความเค็มของน้ำและปริมาณไนโตรเจนในรูปไนไตรต์มีค่าต่ำแต่ไม่มีมาตรฐานกำหนดผลการวิเคราะห์น้ำบาดาล พบว่า โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้แก่ ค่ากรด-ด่างความขุ่นค่าคลอรีนไนโตรเจนในรูปไนเตรตซัลเฟตความกระด้างของน้ำสารทองแดงและสารสังกะสีส่วนคุณภาพน้ำบาดาลที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานได้แก่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) สารแคดเมียมและสารตะกั่วส่วนความเค็มของน้ำค่าความนำไฟฟ้าและสารไนโตรเจนในรูปไนไตรต์ไม่มีค่ามาตรฐานกำหนดแต่มีปริมาณต่ำแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำผิวดินได้แก่ การสร้างแนวทาง การลดน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดจัดให้มีการรวมกลุ่มเพื่อจัดการน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำนาระบบ CSR มารณรงค์ให้เกิดการปฏิบัติอย่างจริงจังจัดให้มีสถานีเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแต่ละอำเภอซึ่งทางภาครัฐควรจัดทำแผนจัดการคุณภาพน้ำแบบบูรณาการร่วมกับภาคประชาชนเป็นต้นส่วนแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำบาดาลนั้นควรมีระบบการควบคุมตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำก่อนและหลังผลิตเป็นน้ำประปาอย่างต่อเนื่องควรมีระบบการจัดการควบคุมและตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำในกระบวนการผลิตน้ำของแต่ละแหล่งควรมีระบบกรองน้ำบาดาลที่เป็นมาตรฐานในพื้นที่และควรจัดรูปแบบการผลิตน้ำประปาที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่

โดยสรุป งานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยได้คัดเลือกงานวิจัยที่เห็นว่าเกี่ยวข้องกับชื่อเรื่องงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อนำมาสนับสนุน เชื่อมโยงให้มีความสอดคล้องในการอภิปรายผลการวิจัย ส่งผลให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง“เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา” ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยได้กรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกะด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

รูปแบบในการวิจัยวิธีการและเทคนิคที่ใช้ในการวิจัย

รูปแบบในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยได้ค้นหาและประดิษฐ์คิดค้นเทคโนโลยีชาวบ้าน นำน้ำบาดาลมาทดลองในการแก้ไขน้ำกระด้างตามกระบวนการ 3 ขั้นตอน เพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา วิธีการและเทคนิคที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แนวสำรวจ แนวสัมภาษณ์ แนวสังเกต และแนวสนทนากลุ่ม

ประชากร วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างและขนาดตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ประชากรบ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 199 ครัวเรือน ประชากรจำนวน 602 คน และประชากรในตำบลขนงพระ และตำบลหมูสี

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการคัดเลือกแบบเจาะจงจากประชากรบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และประชากรจากตำบล

ชนงพระ และหมุ่สึ โดยพร้อมมึนดีเข้าร่วมในกระบวนการวิจัย และผู้นำชุมชนต้ง ๆ ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 ราย ดังนี้

- 2.1 นายกองค้การบรึหารส่วนตำบลหนองน้ำแดง จำนวน 1 ราย
- 2.2 พัฒนาการชุมชนตำบลหนองน้ำแดง จำนวน 1 ราย
- 2.3 นักวิชาการธรณีวิทยาอำเภอปากช่อง จำนวน 1 ราย
- 2.4 ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนา จำนวน 1 ราย
- 2.5 กำนันตำบลหนองน้ำแดง จำนวน 1 ราย
- 2.6 สารวัตรกำนัน จำนวน 2 ราย
- 2.7 สมาชิกกองค้การบรึหารส่วนตำบลหนองน้ำแดงบ้านมอเกาะหาด จำนวน 2 ราย
- 2.8 เจ้าหน้าทีสาธารณสุขอำเภอปากช่อง จำนวน 1 ราย
- 2.9 ชาวบ้านมอเกาะหาดจำนวน 20 ราย
- 2.10 ชาวบ้านตำบลชนงพระ จำนวน 5 ราย
- 2.11 ชาวบ้านตำบลหมุ่สึ จำนวน 5 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้
 - 1.1 แนวสำรวจ เป็นการสำรวจข้อมูลพื้นฐานต้ง ๆ ของพื้นที่
 - 1.2 แนวสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง
 - 1.3 แนวสังเกต เป็นการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วม
 - 1.4 แนวสนทนากลุ่ม
2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย
 - 2.1 แนวสำรวจ เป็นการสำรวจข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นของชุมชนบ้านมอเกาะหาดเกี่ยวกับน้ำบาดาลและน้ำกระต้ง รายละเอียด ดังนี้
 - 2.1.1 บันทีก วัน เวลา และสถานที่
 - 2.1.2 บุคคลที่เกี่ยวข้องในการสำรวจ
 - 2.1.3 เนื้อหาสาระในการสำรวจ
 - 2.1.4 เครื่องมือประกอบการสำรวจได้แก่ แบบบันทีกการสำรวจ กล้องถ่ายภาพ
 - 2.2 แนวสังเกต เป็นการสังเกตสภาพปัญหาน้ำกระต้ง การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระต้ง และผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระต้ง เพื่อใช้ใน

การอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยแบ่งการสังเกตออกเป็น 4 ประการ ดังนี้

2.2.1 บันทึก วัน เวลา และสถานที่

2.2.2 บุคคลที่เกี่ยวข้องในการสังเกต

2.2.3 เนื้อหาสาระในการสังเกต

2.2.4 เครื่องมือประกอบการสังเกตได้แก่ แบบบันทึกการสังเกต กล้องถ่ายรูป

2.3 แนวสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ ดังนี้

2.3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารตำราแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเทคโนโลยีชาวบ้าน, น้ำ, น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค, น้ำใต้ดิน, น้ำบาดาล, น้ำกระด้าง และการแก้ไขน้ำกระด้าง นอกจากนี้ศึกษางานวิจัยต่างๆ รวมทั้งแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.3.2 ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแนวสัมภาษณ์

2.3.3 สร้างแนวสัมภาษณ์โดยการร่างข้อคำถามของแนวสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างจากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจสอบความตรงเนื้อหาและสำนวนภาษา

2.3.4 นำแนวสัมภาษณ์ มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

2.3.5 นำแนวสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 ราย

2.4 แนวสนทนากลุ่ม

2.4.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารตำราแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับน้ำ, น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค, น้ำใต้ดิน, น้ำบาดาล, น้ำกระด้าง และการแก้ไขน้ำกระด้าง นอกจากนี้ศึกษางานวิจัยต่างๆ รวมทั้งแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.4.2 ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสนทนากลุ่ม

2.4.3 สร้างแนวสนทนากลุ่มโดยการร่างข้อคำถามของแบบสนทนากลุ่มจากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจสอบความตรงเนื้อหาสำนวนภาษา

2.4.4 นำแนวสนทนากลุ่ม มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

2.4.5 นำแนวสนทนากลุ่มฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากตำรา หนังสือ วารสาร บทความวิชาการ แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับน้ำ, น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค, น้ำใต้ดิน, น้ำบาดาล, น้ำกระด้าง และการแก้ไขน้ำกระด้าง เป็นต้น โดยมีแหล่งที่มาของข้อมูลดังนี้

1.1.1 ห้องสมุดประชาชน สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1.1.2 ห้องสมุดศูนย์การเรียนรู้เพื่อปวงชนปากช่อง

1.1.3 ห้องสมุดสถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน

1.1.4 สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

1.2 ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากภาคสนาม ประกอบด้วย แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบสนทนากลุ่ม รายละเอียด ดังนี้

1.2.1 แนวสำรวจ เป็นการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของบริบทชุมชนบ้านมอเกาะเกี่ยวกับน้ำบาดาลและน้ำกระด้าง ได้แก่ ประเด็นการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของชุมชนบ้านมอเกาะเกี่ยวกับน้ำบาดาลและน้ำกระด้าง

1.2.2 แนวสัมภาษณ์ผู้วิจัยเตรียมแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อไปสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 40 ราย โดยแบ่งการสัมภาษณ์ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ประกอบด้วยชื่อ-นามสกุล, เพศ, อายุ, การศึกษาและอาชีพหลักและรอง

ตอนที่ 2 ประเด็นสภาพปัญหา น้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะ ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการอุปโภค และบริโภค

ตอนที่ 3 ประเด็นการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหา น้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะ ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ 2) การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง มี 4 วิธีการ ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกระทวนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือเรียกว่า การเกิดออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ

12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ได้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรองจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภค และ 3) การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง

ตอนที่ 4 ประเด็นผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1.2.3 แนวสังเกตผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างบ้านมอเกาะหาด ด้วยการแสดงออกต่าง ๆ ผู้วิจัยเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน และสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม โดยไม่ให้กลุ่มตัวอย่างรู้ตัวว่ากำลังถูกสังเกต ซึ่งแบ่งการสังเกตออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประเด็นการสังเกตสภาพปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านอุปโภค และบริโภค

ตอนที่ 2 ประเด็นการสังเกตการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ 2) การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง มี 4 วิธีการ ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถึง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกกระทวนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือเรียกว่า การเกิดออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ได้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรองจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภค และ 3) การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง

ตอนที่ 3 ประเด็นการสังเกตผลการสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้าง เพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ดังนี้ 1) ด้านอุปโภค (1) น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน (2) น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร (3) น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม (4) น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ 2) ด้านบริโภค

1.2.4 แนวสนทนากลุ่มผู้วิจัยได้สร้างแบบสนทนากลุ่มขึ้นมา เพื่อเป็นการสนทนากลุ่มย่อย ซึ่งเป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประมาณ 7-9 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันสภาพปัญหาน้ำกระด้างในชุมชน และผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด และได้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลการสนทนากลุ่ม

ตอนที่ 2 ประเด็นการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับสภาพปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านอุปโภค และด้านบริโภค

ตอนที่ 3 ประเด็นการสนทนากลุ่ม ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ดังนี้
1) ด้านอุปโภค (1) น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน (2) น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร (3) น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม (4) น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ 2) ด้านบริโภคคือ การดื่มของคนและสัตว์

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาคสนาม ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงพรรณนาจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แนวสำรวจ แนวสัมภาษณ์ แนวสังเกต และแนวสนทนากลุ่ม

สถานที่ในการวิจัย

สถานที่ในการวิจัย คือ ชุมชนบ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา นอกจากนี้ยังมีตำบลขนงพระ และตำบลหมูสี เป็นชุมชนที่เจอน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค

ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินการวิจัย เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2560 - เดือนสิงหาคมพ.ศ. 2561

ปฏิทินการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3.1 ปฏิทินการปฏิบัติงานการวิจัย เรื่องเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ที่	รายการกิจกรรม	วัน/เดือน/ปี	ประชากร กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือวิจัย	ผลที่คาดว่าจะ ได้รับ
1	เสนอหัวข้อและแต่งตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษาฯ	เมษายน- พฤษภาคม พ.ศ.2560	-ผู้วิจัย และอาจารย์ ที่ปรึกษา	เอกสาร THE1	ได้รับการอนุมัติ ชื่อเรื่อง
2	เขียน โครงร่าง วิทยานิพนธ์	มิถุนายน- ตุลาคมพ.ศ. 2560	-ผู้วิจัย และอาจารย์ ที่ปรึกษา	แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัย	เขียน โครงร่าง วิทยานิพนธ์ ให้สำเร็จ
3	สอบ โครงร่าง วิทยานิพนธ์	พฤศจิกายน พ.ศ.2560	-ผู้วิจัย -อาจารย์ที่ ปรึกษาฯ -คณะกรรมการ สอบโครงร่างฯ	เอกสาร โครงร่าง วิทยานิพนธ์	สอบโครงร่าง วิทยานิพนธ์ผ่าน
3	ลงพื้นที่ภาคสนาม เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล	ธันวาคม 2560- กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561	-ผู้วิจัย -อาจารย์ ที่ปรึกษาฯ	-แบบสังเกต -แบบสัมภาษณ์ -แบบสนทนา กลุ่ม	ได้ข้อมูล ครบถ้วนตาม วัตถุประสงค์ ของการวิจัย
4	สอบวิทยานิพนธ์	สิงหาคม พ.ศ.2561	-ผู้วิจัย -อาจารย์ที่ ปรึกษาฯ -กรรมการสอบ วิทยานิพนธ์	เอกสาร วิทยานิพนธ์ 5 บท	สอบวิทยานิพนธ์ ผ่าน
5	เสนอวิทยานิพนธ์ฉบับ สมบูรณ์ต่อสถาบันฯ	กันยายน- ตุลาคมพ.ศ. 2561	-ผู้วิจัย	วิทยานิพนธ์ ฉบับสมบูรณ์	ได้รับการอนุมัติ ให้สำเร็จปริญญา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคบริโภค ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 2) เพื่อนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 3) เพื่อศึกษาผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา รายละเอียด ดังนี้

สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากแนวสำรวจ แนวสังเกต แนวสัมภาษณ์ และแนวสนทนากลุ่ม รายละเอียดดังนี้

1. ความเป็นมาของเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้าง

ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด หมู่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ห่างจากตัวอำเภอปากช่อง 10 กิโลเมตรนับว่าเป็นชุมชนกึ่งเมืองกึ่งชนบท และเป็นชุมชนการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เนื่องจากใกล้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ชาวบ้านส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำไร่ทำสวน และอาชีพผู้ประกอบการ รีสอร์ท โรงแรม บ้านพัก และค้าขาย ตลอดจนเป็นพนักงานในบริษัท โรงงานและห้างร้าน ในเรื่องของน้ำที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคยังคงเป็นปัญหาในชุมชน เนื่องจากห่างไกลในเขตเทศบาลเมืองปากช่อง ภาครัฐหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบ ไม่มีงบประมาณเพียงพอในการพัฒนาชุมชน เดินท่อน้ำประปายังหมู่บ้านได้ ส่งผลกระทบบให้ชุมชนบ้านมอเกาะหาดต้องช่วยเหลือตนเองในการหาแหล่งน้ำไว้ใช้ในการ

อุปโภคและบริโภค ในอดีตถึงปัจจุบันชาวบ้านคงยังมีหลายครัวเรือนที่ยังคงใช้น้ำฝนในการบริโภค รวมทั้งครอบครัวผู้วิจัยที่ยังคงตักน้ำฝนกันอยู่ แต่ต้องผ่านการกรองเสียก่อน อีกประเภทหนึ่งการนำน้ำมาใช้ในการเกษตร ชาวบ้านเพาะปลูกพืชผักผลไม้ได้แก่ ข้าวโพด น้อยหน่า แก้วมังกร ฯลฯ ส่วนพืชเศรษฐกิจก็มี มันสำปะหลัง อ้อย และยางพารา ต้องอาศัยน้ำฝน จากธรรมชาติอย่างเดียวในการเพาะปลูก ปีไหนถ้าฝนตกต้องตามฤดูกาลก็จะส่งผลให้ได้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ แต่ถ้าหากปีไหนฝนแล้ง ผลผลิตก็ออกไม่เต็มที่ เพราะปัจจัยสำคัญจากทรัพยากรน้ำเป็นหลัก จากสภาพปัญหาของน้ำดังกล่าว ชุมชนบ้านมอเกาะหาด จึงมีแนวคิดในการนำน้ำมาใช้อุปโภคบริโภคให้เพียงพอ ด้วยการเจาะใต้ดินเพื่อนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้แทนหรือควบคู่กับน้ำฝนจากธรรมชาติ ซึ่งมีหลายครัวเรือนได้เจาะเอาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จากอดีตจนถึงปัจจุบัน

ผู้วิจัยคิดว่า หลายคนคงอาจจะยังไม่เคยสัมผัสกับน้ำบาดาลในการใช้อุปโภคและบริโภคก็เป็นไปได้ ดังนั้น มาทำความรู้จักกับน้ำบาดาลให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังนี้ น้ำบาดาลหรือน้ำกระด้างคือน้ำที่มีการเจือปนของแร่ธาตุสูง และมีค่า pH เป็นด่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือน้ำกระด้างชั่วคราว และน้ำกระด้างถาวร โดยน้ำกระด้างชั่วคราวจะมีสารแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต และแมกนีเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตผสมอยู่ ส่วนน้ำกระด้างถาวรจะมีเกลือคลอไรด์ และเกลือซัลเฟตของแคลเซียมและแมกนีเซียม (แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมซัลเฟต) ปะปนอยู่ในน้ำ โดยน้ำที่สูบขึ้นมาใช้จากใต้ดินหรือน้ำบาดาลก็นับว่าเป็นน้ำกระด้างเช่นเดียวกัน และในบางครั้ง น้ำประปาในบางพื้นที่ก็มีค่าความเป็นด่างหรือค่าความกระด้างอยู่สูงได้ด้วย

ผู้วิจัยประกอบอาชีพร้านไม้ดอกไม้ประดับและไม้ผล เริ่มตั้งแต่ปีพ.ศ. 2540 จนถึงปัจจุบัน นับได้ว่าเป็นร้านแห่งแรกของชุมชนบ้านมอเกาะหาด ครอบครัวผู้วิจัยได้เจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในการอุปโภคและบริโภค และผู้วิจัยเป็นช่างในการเจาะน้ำบาดาลอีกด้วย สมัยก่อนราคาเจาะบ่อละ 7,000-10,000 บาท ความลึกไม่เกิน 25 เมตร แต่ในปัจจุบันเจาะบ่อละประมาณ 70,000-120,000 บาท ความลึกประมาณ 100 เมตร ในเขตบริเวณชุมชนบ้านมอเกาะหาดที่ต้องเจอน้ำบาดาลความลึกประมาณ 40-60 เมตร ผู้วิจัยมีประสบการณ์รับจ้างเจาะน้ำบาดาลประมาณ 100 บ่อ ทั้งในและภายนอกชุมชน ปัจจุบันชุมชนบ้านมอเกาะหาด ได้ขุดเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้โดยเป็นของส่วนรวมจำนวน 5 บ่อ ส่วนขุดเจาะบ่อส่วนตัวมีจำนวนมากตามรีสอร์ท โรงแรมและบ้านพัก ซึ่งรีสอร์ทบางแห่งได้ขุดเจาะหลายบ่อ เพื่อนำน้ำมาใช้ให้เพียงพอในกิจการ โดยกรมทรัพยากรธรณีได้มาติดตั้งมิเตอร์และเก็บค่าใช้จ่าย 3 บาทต่อคิว

ครอบครัวผู้วิจัยได้ขุดเจาะน้ำบาดาล 1 บ่อ เพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในกิจการบุญโตบ้านพัก ปัญหาที่พบ คือ น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำที่มีหินปูนเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งทำให้คุณสมบัติของน้ำนั้นเป็นด่าง ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ดีเท่าที่ควร ยกตัวอย่างเช่น เมื่อนำน้ำชนิดนี้ไปหุงข้าว จะทำให้ข้าวออกมาสีเหลืองไม่น่ารับประทาน และเมื่อนำไปใช้ซักผ้า ความเป็นด่างของน้ำจะเป็นตัวทำให้ผงซักฟอกไม่เกิดฟอง แม้แต่การนำไปใช้ในการเกษตร น้ำกระด้างนั้นไม่เหมาะสำหรับพืชหลายชนิด รวมไปถึงการเลี้ยงสัตว์เช่นกัน ดังนั้นจึงนับได้ว่า น้ำกระด้างไม่เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไปในชีวิตประจำวันสักเท่าไรนัก

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคิดค้นหาวิธีการกำจัดน้ำกระด้าง ด้วยการแยกหินปูนออกไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการทำเครื่องกรองน้ำแบบคนทั่วไปกระทำกัน โดยการใช้กรวด หิน ดิน ทราชเป็นชั้น ๆ เพื่อดักตะกอนจากน้ำบาดาล ผลปรากฏว่าใช้ได้ไม่กี่เดือนเครื่องกรองน้ำก็เกิดปัญหาการอุดตัน เพราะหินปูนไปเคลือบช่องว่างระหว่าง หิน กรวด ทราช ส่งผลให้เครื่องกรองน้ำเสียหายใช้ไม่ได้ในที่สุด



ภาพที่ 4.1 การขุดเจาะน้ำบาดาลของชุมชน

ผู้วิจัยพยายามคิดค้นหาวิธีการแก้ไขน้ำกระด้าง โดยการแยกหินปูนออกจากน้ำ แต่ทำอย่างไรก็ไม่ประสบความสำเร็จ วันหนึ่งผู้วิจัยได้รับการติดต่อว่าจ้างไปประดับตกแต่งจัดสวนหย่อมและทำน้ำตก ในรีสอร์ททรินญาฮิลล์ อำเภอปากช่อง ซึ่งเป็นรีสอร์ทของผู้ว่าราชการจังหวัดแห่งหนึ่ง ตกลงราคากันที่ 500,000 บาท หลังจากทำสวนหย่อมและทำน้ำตกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำน้ำบาดาลไปใส่ในบ่อน้ำตก และได้เปิดบ่มน้ำให้ น้ำตกหมุนเวียนเป็นเวลา 1 คืน ประมาณ 12 ชั่วโมง พอรุ่งเช้าผู้ว่าราชการจังหวัดโทรศัพท์หาตั้งแต่เช้า แล้วถามผู้วิจัยว่า คุณมานพ คุณเอาน้ำอะไรมาใส่ในบ่อน้ำตก มันทำไมขุ่นจังเลย ผู้วิจัยตอบกลับไปว่า กระผมก็เอาน้ำบาดาลที่รีสอร์ทของท่านใส่ครับ ท่านผู้ว่าราชการจังหวัดก็ยังยืนยันว่า น้ำในรีสอร์ทของเราไม่เคยขุ่นเลยนะ สรุปแล้ววันนั้นซึ่งเป็นวันจัดงานเปิดรีสอร์ทอย่างเป็นทางการ มีแขกหรือมาร่วมงานจำนวนมากผู้ว่าราชการจังหวัด ซึ่งเป็นเจ้าภาพท่านมีความหวังว่าจะโชว์สวนหย่อมและน้ำตกอย่างสวยงามให้แก่ญาติมิตรที่มาร่วมงานแสดงความยินดี ในวันงานท่านผู้ว่าฯ มีความเครียด และผู้วิจัยก็เครียดเช่นกันในเรื่องน้ำตก เพราะน้ำขุ่นมากและหาคำตอบไม่ได้ว่า น้ำขุ่นเกิดมาจากเหตุอะไรกันแน่ สรุปแล้ววันงานน้ำตกก็ขุ่นทั้งวัน ปลาดุกรัสน้ำที่ท่านผู้ว่าราชการจังหวัด ปล่อยเอาไว้เพื่อจะโชว์แขกในงานก็มองไม่เห็นตัวเลยจึงเป็นปริศนาหาคำตอบไม่ได้ ทุกคนได้แต่วิพากษ์วิจารณ์กันไปต่างๆ นานา เช่น สาเหตุมาจากปูนที่ทำหินเทียมน้ำตกละลายออกมาหรือเปล่า หรือมีคนกลั่นแกล้งเอาผงปูนขาวมาใส่หรือไม่ ในวันงานผู้วิจัยไม่สนใจเรื่องอื่น นอกจากนั่งดู พิจารณาและหาคำตอบ น้ำตกที่ขุ่นทั้งวัน แต่ก็ยังไม่พบคำตอบ หลังจากงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ปิดบ่มน้ำที่บ่อน้ำตกแล้วก็กลับบ้าน

เช้าวันต่อมา ผู้ว่าราชการจังหวัด โทรหาตั้งแต่เช้าเลย และบอกว่าน้ำในบ่อน้ำตกใสและสวยงามมากมองเห็นตัวปลาว่ายไปมา ผู้วิจัยยังเกิดความสงสัยเป็นอย่างมาก รีบเดินทางไปดูด้วยตาของตนเองทันที เมื่อเดินทางไปถึงกลับเป็นจริงอย่างที่ท่านผู้ว่าฯ กล่าวถึง ผู้วิจัยยังมีความสงสัยมากขึ้นเป็นทวีคูณ มันเกิดจากสาเหตุอะไรกันแน่ น้ำตกจึงใสขึ้นมาและสวยงามมาก จากนั้นผู้วิจัยได้เดินสำรวจและสังเกตบ่อน้ำตก เห็นว่ามีฝูงสีขาวยกตะกอนอยู่ที่ผิวพื้นบ่อ จึงเอามือไปกววนดูว่ามันคืออะไรกันแน่ แต่ก็ยังไม่ทราบว่ามันคืออะไร รู้แต่ว่าเป็นฝูงสีขาวยแต่ไม่รู้ว่าเป็นหินปูน หลังจากนั้น ผู้ว่าราชการจังหวัด ท่านเดินทางกลับกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยมีความสงสัยเป็นอย่างมาก จึงสูบน้ำและล้างบ่อน้ำตก จากนั้นเติมน้ำลงไปใหม่ เพื่อต้องการพิสูจน์ว่า น้ำทำไมถึงขุ่น และน้ำทำไมถึงใสและหายขุ่น พอเติมน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้เปิดบ่มน้ำตกอีกครั้ง ผู้วิจัยได้เฝ้าดูปฏิกิริยาของน้ำอยู่ประมาณ 6 ชั่วโมง และได้สังเกตเห็นว่า น้ำจะขุ่นขาวขึ้นมาอีกครั้ง ทำให้ผู้วิจัยยังสงสัยมากยิ่งขึ้น และมั่นใจการทดสอบในครั้งนี้ว่า เกิดจากน้ำ ไม่ได้มาจากสาเหตุอื่นเลย ก่อนกลับบ้านผู้วิจัยได้ปิดบ่มน้ำตกแล้วก็เดินทางกลับบ้าน

รุ่งอรุณของวันใหม่ ผู้วิจัยเดินทางไปดูน้ำตกตั้งแต่เช้า ผลปรากฏว่า น้ำตก ไส สวยงาม เป็นบ่อมรกต มีปลาคราฟสีทองแหวกว่ายไปมาอย่างสวยงาม ผู้วิจัยจึงได้เก็บตัวอย่างผงตะกอน สีขาวที่ตกลงไปยังก้นบ่อมาใส่ไว้ในแก้ว พร้อมกับหาเหตุผลว่า ผงสีขาวมันคืออะไรกันแน่ หลังจากนั้นผ่านไป 3-4 วัน ผงตะกอนที่เปียกได้แห้ง ผู้วิจัยได้พิจารณาอีกครั้ง มันคล้ายกับหินปูน ที่เกาะกับสุขภัณฑ์ที่บ้าน จึงนำมาบดดูเพื่อเทียบเคียงกัน จึงได้ทราบว่า ผงขาวที่สงสัย และได้มา มันคือ หินปูนนั่นเอง



ภาพที่ 4.2 บ่อน้ำตกที่ผู้วิจัยไปทำให้ ณ รีสอร์ททรินญาฮิลล์ ของผู้ว่าราชการจังหวัด

นับจากนั้นมา ผู้วิจัยได้ค้นคว้าหาความรู้จากหนังสือ ตำรา และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับ น้ำบาดาลและหินปูน ส่งผลทำให้มีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยสรุปความรู้เบื้องต้นว่า น้ำที่มี หินปูนผสมอยู่ ถ้าได้ผสมกับอากาศหรือตกกระทบ หินปูนจะทำการเกาะตัวกันหรือเรียกว่า เกิดการออกซิไดซ์ ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดว่า จะนำปรากฏการณ์นี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร จึงเกิดการทำการวิจัยแบบชาวบ้าน มีการสังเกต การศึกษาค้นคว้า และการทดลองหลายครั้ง ส่งผลทำให้ค้นพบวิธีการแก้ไขน้ำกระด้างที่เกิดจากหินปูน เพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค

2. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภค

สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภค ประกอบด้วย 1) น้ำที่ใช้ในครัวเรือน 2) น้ำที่ใช้ในการเกษตร 3) น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรม และ 4) น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ ดังนี้

2.1 น้ำที่ใช้ในครัวเรือน

1) ปัญหาการใช้น้ำทำธุระส่วนตัวกิจกรรมประจำวันของคนเรา ต้องอาบน้ำ ฉีดชำระ สระผม เพื่อชำระร่างกายให้สะอาดสะอ้าน และซักผ้าฝ้ายจะออกสีเหลือง ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ

เวลาอาบน้ำถูสบู่ สบู่จะไม่มีฟองหรือถึงมีก็ม่น้อย การซักผ้า ผงซักฟอกก็ไม่เกิดฟอง ส่งผลทำให้ ลื่นเป็ลียงผงซักฟอกนอกจากนี้ปัญหาผิวที่เกิดจากน้ำกระด้างนี้ เหตุเพราะแร่ธาตุในน้ำทำปฏิกิริยา กับผลิตภัณฑ์สำหรับผิว หรือสบู่ที่เราใช้ ทำให้ไม่เกิดฟองหรือมีฟองน้อย และเกิดสิ่งที่เรียกว่า“โคล สบู่”ขึ้น ซึ่งตัวโคลสบู่นี้เองที่กลายเป็นคราบเกาะอยู่ที่ผิว ทำให้รู้สึกสาก ไม่สบายตัว และสามารถ เข้าอุดตันรูขุมขน ก่อให้เกิดปัญหาผิวหนังตามมาได้ ทั้งสิ่ว ผิวเกิดอาการแพ้ แดง คัน จนกระทั่งผิว แห้ง และลอก (อดุลย์ แดงจันทิก, ฐิริภาค ออกุ่นและวิษฐ หวังชอกกลาง, 2561, สัมภาษณ์)

2) ปัญหาการใช้น้ำด้านสุขภัณฑ์ประกอบด้วย ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้า โถส้วม เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องกรองน้ำ กาต้มน้ำ ฯลฯ สุขภัณฑ์ต่างๆ เกิดปัญหาอุดตันได้ง่าย จากหินปูน อ่างล้างน้ำ โถส้วม มีคราบหินปูนสีขาวบนเหลืองติดอยู่ ทำความสะอาดยาก ปัญหาที่ กล่าวมาเรื่องสุขภัณฑ์ ต้องสูญเสียเงินและเวลาในการซ่อมแซมรักษา ต้องเปลี่ยนเครื่องหรือวัสดุ อุปกรณ์ตัวใหม่ เนื่องจากหินปูนเข้าไปเกาะอาศัยปะปนอยู่นั่นเอง (จักรี พุทธรักษา, 2561, สัมภาษณ์)



ภาพที่ 4.3 ปัญหาสุขภัณฑ์ท่อพีวีซี เกิดการอุดตันจากหินปูน

3) ปัญหาการใช้น้ำทำความสะอาดวัสดุครัวเรือน ได้แก่ ถ้วยชาม ช้อน แก้ว ฯลฯ เกิดคราบติดที่สุขภัณฑ์ครัวเรือน ทำให้ไม่สะอาดเท่าที่ควร

4) ปัญหาการใช้น้ำล้างรถยนต์เมื่อนำน้ำกระด้างที่มีหินปูนมาล้างรถยนต์ ผลปรากฏว่า เกิดมีคราบติดรถ โดยเฉพาะรอยสีเข้มจะเห็นอย่างชัดเจน(สมหมาย ประเสริฐสมบูรณ์ ,2561, สัมภาษณ์)

5) ปัญหาการใช้น้ำรดน้ำต้นไม้ส่งผลให้ต้นไม้เจริญเติบโตช้ากว่าปกติ แคระแกร็นโดยหिनปูนจะไปจับที่ใบ ทำให้ต้นไม้รับแสงอาทิตย์ได้น้อยลง (กิตติ เกตแก้ว, 2561, สัมภาษณ์)



ภาพที่ 4.4 หินปูนเกาะตามใบไม้

2.2 น้ำที่ใช้ในการเกษตร

ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำไร่ทำสวนมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน หลายครอบครัวได้เปลี่ยนแปลงอาชีพของตนเอง โดยเป็นประกอบการ รีสอร์ท โรงแรมและบ้านพัก ทำธุรกิจส่วนตัว ค้าขาย และพนักงานในโรงงานต่าง ๆ ชาวบ้านมีการปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย และพืชผักผลไม้ต่าง ๆ เมื่อนำน้ำกระด้างที่มีหिनปูนเจือปนอยู่ไปรดส่งผลให้พืชผักผลไม้เจริญเติบโตช้ากว่าปกติ ต้องแคระแกร็น และท่อน้ำพีวีซีที่ส่งน้ำจำเป็นน้ำหยดหรือระบบสปริงเกอร์ก็ตาม เกิดการอุดตันอย่างรวดเร็ว (สมพงษ์ สมจินดาและอรุณ โพธิ์ระหงษ์, 2561, สัมภาษณ์)

2.3 น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรม

ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด เป็นชุมชนแห่งการท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ เมื่อความเจริญเข้ามา นายทุนต่าง ๆ มาสร้างบริษัท โรงงานและห้างร้านกันเป็นจำนวนมาก เมื่อนำน้ำกระด้างที่มีหिनปูนไปใช้ในอุตสาหกรรม ส่งผลกระทบต่อสุขภาพต่าง ๆ ต้องสูญเสียงบประมาณในการซ่อมแซม บำรุงรักษา และจัดซื้อใหม่ (ขจร สุขประเสริฐ, 2561, สัมภาษณ์)



ภาพที่ 4.5 โรงงานผลิตกัณฑ์นม สหกรณ์โคนมปากช่อง กำจัด

2.4 น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์

ปัญหาการนำน้ำกระด้างที่มีหินปูนเจือปนอยู่ไปใช้ในเชิงพาณิชย์ พบว่า ชุมชนบ้านมอเกาะหาด มีรีสอร์ท โรงแรม และบ้านพัก จำนวนมาก ไม่น้อยกว่า 20 แห่ง เช่น บ้านกลางภูบุญโตบ้านพัก อิงดาวเขาใหญ่ จาริสคอนเทจ ภูหินสวย ฯลฯ ผู้ประกอบการทุกประเภท ได้จุดเจาะน้ำบาดาลของตนเอง เพื่อนำน้ำบาดาลมาใช้ในการอุปโภคบริโภคในกิจการ ประสบปัญหาสุขภาพที่เสียหาย เกิดการอุดตันจากหินปูน และมีคราบสีขาวปนเหลืองเกาะติดไปด้วย ส่งผลให้ต้องสูญเสียเงินทองในการบำรุง รักษา และซื้อตัวใหม่ (อดุลย์ แดงจันทิก, จักรี พุทธรักษาและคนอื่นๆ, 2561, สนนทนากลุ่ม)



ภาพที่ 4.6 เครื่องกรองน้ำของชุมชนเสียหายใช้ได้ไม่ถึงปี

3. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการบริโภค

สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการบริโภค คนที่ดื่มน้ำไม่สะอาดมีสิ่งเจือปนอยู่ด้วย โดยเฉพาะน้ำกระด้างที่มีหินปูนผสมอยู่ มีความเสี่ยงสูงที่จะทำให้เป็นโรคนี้ได้ในรายใดได้ ควรจะนำน้ำกระด้างไปผ่านการกรอง หรือการแยกหินปูนออกจากน้ำ หรือนำไปต้มฆ่าเชื้อโรค ก่อนที่จะดื่มจะปลอดภัยที่สุด (อดุลย์ แดงจันทิก, วสันต์ จาบจันทิกและคนอื่นๆ, 2561, สนนทากลุ่ม)

สรุปสภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภค ดังนี้

1. ความเป็นมาของเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้าง

ผู้วิจัยเป็นผู้คิดค้นเทคโนโลยีชาวบ้านขึ้นมาเอง เพื่อการแก้ไขน้ำกระด้าง โดยแยกหินปูนออกจากน้ำได้ ผ่านการวิจัยแบบชาวบ้านมาหลายครั้ง จนประสบความสำเร็จ ในอดีตผู้วิจัยเป็นช่างรับเจาะน้ำบาดาลในหมู่บ้านและภายนอกชุมชนตั้งแต่สมัยเป็นหนุ่ม โดยรับเจาะมาแล้วไม่น้อยกว่า 100 บ่อ จึงมีความคุ้นเคย และมีความรู้ความสามารถด้านการเจาะน้ำบาดาลพอสมควร ชุมชนบ้านมอเกาะหาด เป็นชุมชนที่ห่างไกลตัวอำเภอปากช่อง ทางหน่วยงานภาครัฐไม่มีงบประมาณเพียงพอในการจ่ายน้ำประปายังชุมชน ซึ่งชุมชนแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยวิธีการขุดเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในการอุปโภคบริโภค ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ชาวบ้านหลายครอบครัวเป็นผู้ประกอบการ รีสอร์ท โรงแรมและบ้านพัก จึงมีการเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้กันเป็นจำนวนมาก และในชุมชนองค์การบริหารส่วนตำบลหนองน้ำแดง ได้จัดสรรงบประมาณลงมาเพื่อเจาะน้ำบาดาลให้ชุมชนได้ใช้อุปโภคและบริโภคกัน แต่ปัญหาที่พบคือ น้ำไหลไม่เพียงพอต่อความต้องการของชุมชน และที่เป็นอุปสรรคมากกว่านั้นคือ น้ำกระด้างมีหินปูนเจือปนอยู่มาก ส่งผลกระทบต่อการใช้น้ำในด้านต่าง ๆ เช่น สุขภัณฑ์ใช้งานได้ไม่นานจากการอุดตันของหินปูน มีคราบหินปูนตามห้องน้ำ โถส้วม อ่างล้างหน้า เครื่องกรองน้ำพังเสียหาย เป็นต้น ชาวบ้านต้องสูญเสียเงินทองในการบำรุงรักษาหรือต้องซื้อใหม่ ปัญหาเหล่านี้ผู้วิจัยได้ค้นคว้าหาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างของครอบครัวเรื่อยมาแต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ

วันหนึ่ง ผู้วิจัยได้รับการติดต่อว่าจ้าง ให้ไปจัดสวนหย่อมและทำน้ำตก ณ รีสอร์ทปริญญาฮิลล์ ซึ่งเป็นรีสอร์ทเปิดใหม่ของท่านผู้ว่าราชการจังหวัด หลังจากทำสวนหย่อมและทำน้ำตก เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำน้ำบาดาลไปใส่ในบ่อน้ำตก และได้เปิดบ่อน้ำตกให้หมุนเวียน เป็นเวลา 1 คืน ประมาณ 12 ชั่วโมง พอรุ่งเช้าผู้ว่าราชการจังหวัดโทรศัพท์หาตั้งแต่เช้า แล้วถามผู้วิจัยว่าคุณมานพ คุณเอาน้ำอะไรมาใส่น้ำตก มันทำไมขุ่นจังเลย ผู้วิจัยตอบกลับไปว่า กระผมก็เอาน้ำบาดาลที่รีสอร์ทของท่านใส่ครับ ในวันงานผู้วิจัยไม่สนใจเรื่องอื่น นอกจากนั่งดู พิจารณาและหาคำตอบน้ำตกที่ขุ่นทั้งวัน แต่ก็ยังไม่พบคำตอบ หลังจากงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ปิดบ่อน้ำที่

บ่อน้ำตกรแล้วก็กลับบ้าน เช้าวันต่อมา ปรากฏว่า น้ำตก ไส สวยงามมาก เหมือนบ่อมรกตผู้วิจัยยังมีความสนใจมากขึ้นเป็นทวีคูณ มันเกิดจากสาเหตุอะไรกันแน่ ทำไมน้ำตกจึงใสขึ้นมาและสวยงามมาก จากนั้นผู้วิจัยได้เดินสำรวจและสังเกตบ่อน้ำตก เห็นว่ามีฝูงสีขาวยกตัวกอนอยู่ที่ผิวพื้นบ่อ จึงเอามือไปกวาดดู ว่ามันคืออะไรกันแน่ แต่ก็ยังไม่ทราบว่ามันคืออะไร รู้แต่ว่าเป็นฝูงสีขาวยแต่ไม่รู้ว่า เป็นหินปูน จากนั้นผู้วิจัยมีความสงสัยเป็นอย่างมาก จึงสูดน้ำและล้างบ่อน้ำตก จากนั้นเติมน้ำลงไปใหม่ เพื่อต้องการพิสูจน์ว่า น้ำทำไมถึงขุ่น และน้ำทำไมจึงใสและหายขุ่น พอเติมน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้เปิดบ่อน้ำตกอีกครั้ง ผู้วิจัยได้เฝ้าดูปฏิกิริยา ของน้ำอยู่ประมาณ 6 ชั่วโมง และได้สังเกตเห็นว่า น้ำจะขุ่นขาวขึ้นมาอีกครั้ง ทำให้ผู้วิจัยยังสงสัยมากยิ่งขึ้น และมันใจการทดสอบในครั้งนี้อาจเกิดจากน้ำ ไม่ได้มาจากสาเหตุอื่นเลย ก่อนกลับบ้านผู้วิจัยได้ปิดบ่อน้ำตกแล้วก็เดินทางกลับบ้าน

รุ่งอรุณของวันใหม่ ผู้วิจัยเดินทางไปดูน้ำตกตั้งแต่เช้า ผลปรากฏว่า น้ำตก ไส สวยงาม เป็นบ่อมรกต มีปลาคราฟสีทองแหวกว่ายไปมาอย่างสวยงาม ผู้วิจัยจึงได้เก็บตัวอย่างฝูงตะกอนสีขาวยกตัวกอนไปยังก้นบ่อมาใส่ไว้ในแก้ว พร้อมกับหาเหตุผลว่า ฝูงสีขาวยกตัวกอนคืออะไรกันแน่ หลังจากนั้นผ่านไป 3-4 วัน ฝูงตะกอนที่เปียกได้แห้ง ผู้วิจัยได้พิจารณาดูอีกครั้ง มันคล้ายกับหินปูนที่เกาะกับสุขภัณฑ์ที่บ้าน จึงนำมาบดดูเพื่อเทียบเคียงกัน จึงได้ทราบว่า ฝูงขาวที่สงสัย และได้มามันคือ หินปูนนั่นเอง

เมื่อทราบว่า เป็นหินปูนแล้ว ผู้วิจัยจึงศึกษาวิจัยแบบชาวบ้าน ทำการทดลองหลายต่อหลายครั้งเพื่อแก้ปัญหา น้ำกระด้าง แยกหินปูนออกจากน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ส่งผลให้ประสบความสำเร็จโดยมีวิธีการทำ 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตอนเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย ถังใส่น้ำพลาสติก 2,000 ลิตร จำนวน 4 ถัง โคร่งเหล็ก ชั้นน้ำตกกระทบ 6 ชั้น บั๊มน้ำ 4 ตัวและตู้ควบคุมระบบบั๊มน้ำอัตโนมัติ 1 เครื่อง 2) ขั้นตอนปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกกระทบ หมุนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือเรียกว่า การเกิดออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ใต้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรองจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภค และ 3) ขั้นตอนการทดสอบคุณภาพน้ำบาดาล ผู้วิจัยนำน้ำกระด้างที่ผ่านการทดลองแล้วไปพิสูจน์ ผลปรากฏว่า น้ำหายกระด้าง ประมาณร้อยละ 90 สามารถนำไปใช้อุปโภคได้ดี สุขภัณฑ์ต่างๆ มีอายุการใช้งานได้นานขึ้น ประหยัดเงินในการดูแลรักษา

2. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภค

สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคดังนี้ (กิตติ เกตแก้ว, สมหมาย ประเสริฐ สมบูรณ์, และคนอื่นๆ 2561, สทนทากลุ่ม)

2.1 น้ำที่ใช้ในครัวเรือน ประกอบด้วย ปัญหาการใช้น้ำทำธุระส่วนตัว ได้แก่ อาบน้ำ สระผม ซักผ้า ผลปรากฏว่า สบู่กับผงซักฟองไม่มีฟอง สากตัว เกิดค่อม และคัน เพราะบางคนอาจจะแพ้ทางโรคผิวหนังได้ ปัญหาน้ำที่ใช้กับสุขภัณฑ์ หินปูนเข้าไปเกาะเกิดการอุดตันได้ง่าย สุขภัณฑ์พังเสียหาย ปัญหาน้ำที่ใช้ล้างวัสดุครัวเรือนมีคราบติดกับวัสดุต่าง ๆ ปัญหานำน้ำไปใช้รดต้นไม้ พบว่า ต้นไม้ไม่ค่อยเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ต้นแคระแกร็น มีหินปูนเกาะตามใบไม้

2.2 น้ำที่ใช้ในการเกษตร พบว่า ชาวบ้านทำการเกษตรปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง พืชผักผลไม้ต่างๆ เกิดปัญหาหินปูนเกาะตามใบไม้ ส่งผลให้ใบไม้รับแสงได้ไม่เต็มที่ พืชผักผลไม้เจริญเติบโตไม่เต็มที่

2.3 น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมพบว่า น้ำกระด้างที่มีหินปูนไปอุดตันสุขภัณฑ์ต่างๆ เสียหายง่ายต้องสูญเสียงบประมาณในการดูแลรักษา

2.4 น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์พบว่า ปัญหาผู้ประกอบการ รีสอร์ท โรงแรมและบ้านพักที่นำน้ำกระด้างมาใช้ในกิจการ มีเครื่องกรองน้ำ แต่ก็พังเสียหายเร็วกว่าปกติ ท่อน้ำเกิดการอุดตัน และเครื่องสุขภัณฑ์ต่างๆ เกิดการชำรุดพังเสียหายได้ง่ายจากหินปูนเข้ามาเกาะติด ในแต่ละปีต้องเสียเงินในการดูแลรักษาเรื่อยๆ

3. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการบริโภค

สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการบริโภคพบว่า การบริโภคน้ำกระด้างที่มีหินปูนเจือปนอยู่ ย่อมเป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงสูงที่จะเป็นโรคนีวไต หรือโรคอื่น ๆ จากสารพิษตกตะกอนลงสู่ใต้ดินสำหรับโรงงานที่ตั้งใกล้ชุมชน

การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

การนำเทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ” ในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะหาด หมู่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ 2) การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง และ 3) การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ไขน้ำกระด้าง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีชาวบ้าน โดยใช้เครื่องมือนี้ชื่อว่า “ชั้นน้ำตกกระตบ” โดยมีวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นองค์ประกอบทั้งหมดดังนี้

1. ถังใส่น้ำพลาสติก ขนาดความจุน้ำได้ 2,000 ลิตร ความสูง 1.40 เมตร จำนวน 3 ถัง และมีถังปากกว้างมีฝาปิดจำนวนอีก 1 ถัง รวมทั้งหมดเป็น 4 ถัง



ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างถังใส่น้ำพลาสติก ความจุน้ำ 2,000 ลิตร

2. โครงเหล็ก

โครงเหล็ก 1" x 1" ความสูง 4 เมตร เพื่อทำชั้นน้ำตก จำนวน 6 ชั้น



ภาพที่ 4.8 โครงเหล็กสำหรับใส่น้ำ

3. ชั้นน้ำตกกระทบ

ชั้นน้ำตกกระทบ มีทั้งหมด 6 ชั้น มีหลักการทำงาน ดังนี้ น้ำที่ตกจากชั้นสูงสุด คือชั้นที่ 6 จะไหลลงมาสู่ชั้น 5-4-3-2-1 ตามลำดับ ส่วนชั้นที่ 1 เป็นถาดรองรับน้ำเข้าถัง



ภาพที่ 4.9 ชั้นน้ำตกกระทบ

7. ศึกษาระบบปั๊มอัตโนมัติ

ศึกษาระบบปั๊มอัตโนมัติ หน้าที่ในการทำงาน คือ ปั๊มที่ดูดน้ำบาดาล มีตัวจับเวลาอัตโนมัติ โดยตั้งเวลาสั่งปั๊มให้ทำงาน 8 ชั่วโมง ส่วนมากจะมีปัญหาเรื่องของไฟฟ้าตก ถ้ากระแสไฟฟ้าตกบ่อยๆ จะส่งผลทำให้อุปกรณ์ไหม้ ต้องสูญเสียเงินทองในการบำรุงรักษา จากการดำเนินงานมานาน ผู้วิจัยได้สังเกตว่า กระแสไฟฟ้าในชุมชนจะชดุดกอยู่ในช่วงเวลา 04.00-09.00 น. และ 16.00-20.00 น. ผู้วิจัยมีการแก้ไขปัญหาด้วยการใช้ตามเมอร์กำหนดเวลา โดยจะให้เครื่องหยุดการทำงานในช่วงเวลากระแสไฟฟ้าตกเพื่อแก้ปัญหาไม่ให้ปั๊มต่าง ๆ เสียหาย โดยให้ทำงานจากเวลา 09.00-15.00 น. และ 16.00-20.00 น.



ภาพที่ 4.10 ตู้ควบคุมระบบปั๊มอัตโนมัติ

9. แผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์ 350 วัตต์จำนวน 2 แผง ใช้กับปั๊ม DC 2 ตัว 24 โวลต์โดยจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลักในขั้นตอนของเทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ” ถ้าวันใดแสงแดด มีน้อยหรือฝนตก แผงโซลาร์เซลล์จะหยุดการทำงาน และจะมีปั๊มไฟฟ้าทำงานแทน เป็นระบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 4.11 แผงโซลาร์เซลล์

10. ปัมพ์ซับเมอร์ส (ปัมพ์น้ำบาดาล) 1 ตัว 1 แรง อยู่ในบ่อบาดาล
11. ปัมพ์สูบน้ำหมุนเวียน 1 แรง ขนาด 1 นิ้ว โดยดูดน้ำจากกันถัง ส่งไปยังชั้นสูงสุด เพื่อให้ น้ำไหลตกกระทบลงไปผสมกับอากาศโดยสูบน้ำหมุนเวียนใช้เวลา 8 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.12 ปัมพ์สูบน้ำหมุนเวียน(DC)

12. ปัมพ์สูบน้ำไปยังถังปากกว้าง เพื่อรอให้หินปูนตกตะกอน 1 แรง ขนาด 1 นิ้ว
13. ปัมพ์สูบน้ำจากถังปากกว้าง ไปถังรอจ่ายน้ำ ซึ่งมี 2 ถัง 1 แรง ขนาด 1 นิ้ว



ภาพที่ 4.13 ปัมพ์สูบน้ำเพื่อจ่ายน้ำไปยังถังต่าง ๆ

รายละเอียดค่าวัสดุอุปกรณ์ในการทำเทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ” ดังนี้

1. ถังน้ำ 2,000 ลิตร จำนวน 4 ใบๆ ละ 5,000 บาท รวมเป็นเงิน 20,000 บาท
2. ปั้มน้ำ DC 2 ตัวๆ ละ 3,000 บาท รวมเป็นเงิน 6,000 บาท
3. ปั้มน้ำ AC 2 ตัวๆ ละ 1,500 บาท รวมเป็นเงิน 3,000 บาท
4. แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 350 โวลต์ จำนวน 2 แผงๆ ละ 5,500 บาท รวมเป็นเงิน

11,000 บาท

5. ชั้นน้ำตกกระทบ 1 ชุด (6 ชั้น) เป็นเงิน 5,000 บาท

6. ตู้ควบคุมไฟฟ้า 1 ชุด เป็นเงิน 10,000 บาท

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 55,000. บาท

หมายเหตุ ! ราคาแต่ละท้องถิ่นอาจจะไม่เท่ากัน และระยะเวลาในอนาคตวัสดุอุปกรณ์

อาจจะจะมีราคาที่สูงเพิ่มขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ผู้วิจัย ได้ทำการวิจัยทำวิจัยแบบชาวบ้านมีการทดลองหลายครั้ง จนในที่สุดสามารถค้นพบเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้าง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่ได้ซับซ้อนและยุ่งยากแต่อย่างใด ผู้วิจัยหวังว่าขอให้ชาวบ้านมีความรู้ด้านช่างพอสมควร คงสามารถเข้าถึงและเข้าใจขั้นตอน ในการทำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างได้โดยไม่เกินความสามารถที่จะเรียนรู้ และนำไปประยุกต์ใช้ได้กับครอบครัวและชุมชนของตนเอง ดังนั้น ขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ค้นพบเทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ” ในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อนำน้ำไปใช้ในการอุปโภคบริโภค มีวิธีการ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสูบน้ำบาดาลเข้าถัง 2,000 ลิตร หรือเตรียมน้ำที่ได้จากจ่ายน้ำของระบบประปาของหมู่บ้านที่ใช้น้ำบาดาล เข้าพักในถัง 2,000 ลิตร



ภาพที่ 4.14 สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร

2. สูบน้ำจากถังที่ 1 โดยเจาะข้างก้นถัง แล้วให้สูบน้ำจากถังที่ 1 ที่เตรียมไว้ ส่งขึ้นไปยังชั้นน้ำตกลสูงสุด คือ ชั้นที่ 6 ปล่อยน้ำให้ตกลงมาเป็นชั้นๆ เพื่อให้ น้ำได้ผสมกับอากาศหรือออกซิเจนโดยที่ไม่ได้ใช้สารเคมีอื่นใดในการจับตัวของหินปูน ในขณะที่น้ำตกเป็นชั้น ๆ นั้น น้ำจะเกิดการจับตัวของหินปูน เรียกปฏิกิริยานี้ว่า “ออกซิไดซ์” โดยใช้เวลาสูบน้ำวนขึ้น-ลง 8 ชั่วโมง จากนั้นสูบน้ำไปไว้ถังพักที่ 2 เพื่อให้หินปูนไปตกตะกอนที่ก้นถัง (ปากกว้างที่ 2 เพื่อสะดวกในการทำความสะอาดหินปูนต่อไป)



ภาพที่ 4.15 การสูบน้ำวนขึ้น-ลง 8 ชั่วโมง

3. นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน

น้ำที่ได้มาจะมีตะกอนหินปูนขุ่นสีขาว ไปพักยังถังพักกว้าง คือ ถังที่ 2 เพื่อรอให้หินปูนตกตะกอนลงสู่พื้นถัง โดยทิ้งน้ำไว้ 12 ชั่วโมง เหตุผลที่นำน้ำมาพักไว้ในถังพักกว้าง เพื่อสะดวกในการทำความสะอาดถังที่หินปูนตกตะกอน ควรล้างทำความสะอาด 6 เดือนในรอบปี



ภาพที่ 4.16 นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำที่ 2 ถังพักกว้าง 12 ชั่วโมง

4. ได้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรองจ่ายน้ำ ถังที่ 4 เพื่อนำน้ำที่หยกกระด้าง มีหินปูนน้อยถึงน้อยที่สุด ไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคต่อไป



ภาพที่ 4.17 ได้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง

หลังจากผู้วิจัยได้ทำการแยกหินปูนออกจากน้ำบาดาลได้สำเร็จ ด้วยวิธีการ 3 ขั้นตอน ดังที่ได้กล่าวมา ส่งผลทำให้น้ำหายกระด้าง หินปูนเหลือน้อยมาก ประมาณร้อยละ 90 ผู้วิจัยจึงนำน้ำที่ได้ไปทดลองดู เพื่อหาประสิทธิภาพของน้ำก่อนที่จะนำไปใช้ในการอุปโภคบริโภค ด้วยการนำไปใช้ซักผ้า อาบน้ำ สระผม ล้างถ้วยชาม ทำให้มีผงสบู่และผงซักฟอกก็มีฟองมากขึ้น เช่นเดียวกัน นำน้ำไปล้างรถยนต์ เกิดคราบหินปูนน้อยลง ล้างแก้ว มีคราบน้อยลงมาก สุขภัณฑ์ใช้งานได้นาน ท่อน้ำไม่อุดตันง่าย เป็นต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การแก้ไขน้ำกระด้าง ด้วยวิธีการ 4 ขั้นตอน ทำให้สามารถแยกหินปูนออกจากน้ำได้จริงและมีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคโนโลยีชาวบ้านที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนอะไร ราคาก็ไม่แพง และที่สำคัญชาวบ้านสามารถเข้าถึงซึ่งองค์ความรู้นี้ได้ไม่เกินความสามารถอย่างแน่นอน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำน้ำบาดาล และน้ำบาดาลที่ผ่านการบำบัดแล้ว ไปทดสอบคุณภาพน้ำกระด้างในห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างวันที่ 7-10 กันยายน พ.ศ. 2561 ผลการทดสอบ พบว่า ได้นำน้ำบาดาลและน้ำบาดาลบำบัดไปตรวจหาค่าแคลเซียมและแมกนีเซียม ณ ห้องปฏิบัติการ พบว่าค่าแคลเซียม น้ำบาดาลกระด้างมีค่าสูงมาก ($> 469 \text{ Mg/l as CaCO}_3$) น้ำบาดาลบำบัด มีค่าลดลง

(<210 Mg/l as CaCO₃) ส่วนค่าแมกนีเซียม พบว่า น้ำบาดาลมีค่าเท่ากับ (8 Mg/l as CaCO₃) ส่วนน้ำบาดาลบำบัดมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ (10 Mg/l as CaCO₃) (เอกสารหลักฐานภาคผนวก ก.)

ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1. ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภค

ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด มีผลสำเร็จ ดังนี้ (อตุลย์ แดงจันทิก และณิศาเขมณิจ ฐิติบุญพงศ์, และคนอื่นๆ, 2561, สนนทนากลุ่ม)

น้ำที่ใช้ในครัวเรือนหลังจากที่แก้ไขน้ำกระด้างได้แล้ว โดยแยกหินปูนออกจากน้ำ ส่งผลให้การอาบน้ำ สบู่มีฟองมากขึ้น น้ำสาکتวันน้อยลง การซักผ้า มีฟองมากขึ้นกว่าเดิม การล้างรถยนต์ ล้างแก้วมีคราบน้อยลง สุขภัณฑ์มีคราบหินปูนติดน้อยลงไม่พึงเสียหายง่ายยัดเวลาใช้งาน ได้นานเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย ในการบำรุงรักษา

น้ำที่ใช้ในการเกษตร สามารถนำน้ำที่ผ่านการทดลองแล้วแก้ไขน้ำกระด้างแล้ว นำไปรดน้ำต้นไม้ ปรดพืชผักผลไม้ได้ ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตดีขึ้นกว่าเดิม

น้ำที่ใช้ในการอุตสาหกรรม ส่งผลให้เครื่องสุกภัณฑ์ต่างๆ อยู่ได้นาน ไม่พึงเสียหาย

น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ในหมู่บ้านมอเกาะหาด ชาวบ้านประกอบอาชีพหลากหลายทั้งเป็นผู้ประกอบการรีสอร์ท โรงแรม และบ้านพัก เจ้าของธุรกิจส่วนตัว ค้าขาย รับจ้าง น้ำที่ใช้ในกิจการจำเป็นต้องเพียงพอต่อการอุปโภคบริโภค

ดังนั้น น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่า และถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากในปัจจุบันเพื่อการอุปโภค บริโภค การอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ซึ่งการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้นี้ หากทำในลักษณะที่ไม่ถูกต้อง จะทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างมาก และเป็นการลดลงที่ไม่สัมพันธ์กับการเพิ่มเติมของน้ำบาดาลตามธรรมชาติก่อให้เกิดผลกระทบตามมาทั้งใจแง่ของแผ่นดินทรุด การแทรกซึมของน้ำทะเล การปนเปื้อนของน้ำบาดาล และอื่นๆ ดังนั้นเราควรมีความรู้พื้นฐานด้านการเกิดน้ำบาดาลรวมทั้งการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้อย่างถูกต้อง เพื่อให้เป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน

2. ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการบริโภค

การใช้น้ำบาดาลในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น โรงงานผลิตสุรา ห้องเย็น อาหารกระป๋อง การผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด โรงงานผลิตน้ำแข็ง น้ำอัดลม

เป็นต้นในชุมชนบ้านมอเกาะหาด จะมีโรงงานอุตสาหกรรม 3 แห่ง ได้แก่ โรงงานผลิตภัณฑ์นม สหกรณ์โคนมปากช่อง จำกัด, บริษัทเบทาโกร (ฟาร์มสุกร 2) และบริษัทเบทาโกร (อาหารสัตว์)

จากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและชาวบ้านที่สนใจมาศึกษาดูงานและมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างนายจักรี พุทธรักษา ได้กล่าวไว้ว่า “...กระผมมีความสนใจอย่างยิ่งในงานวิจัยการแก้ไขน้ำกระด้างในครั้งนี้ เนื่องจากที่บ้านทำธุรกิจโรงงานผลิตน้ำแข็ง แต่เป็นโรงงานขนาดเล็ก ประสบปัญหาน้ำที่ใช้มีหินปูนปะปนอยู่มาก และต้องทำความสะอาดเครื่องกรองเป็นประจำ จึงทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าทำให้น้ำไม่มีหินปูน ส่งผลให้เครื่องกรองน้ำและเครื่องทำน้ำแข็งก็จะใช้งานได้ดีขึ้นและมีอายุการใช้งานได้นานกว่าเดิมอย่างแน่นอน ดังนั้น จึงสนใจที่จะทำตามขั้นตอนของการวิจัยในครั้งนี้ จึงได้ติดต่อคุณมานพ ผู้วิจัยให้ไปแก้ไขน้ำกระด้าง ด้วยเทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ” ให้ที่บ้าน...” (จักรี พุทธรักษา, 2561, สัมภาษณ์)



ภาพที่ 4.18 นายจักรี พุทธรักษา ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน

อีกท่านหนึ่ง ซึ่งเป็นกำนันตำบลหนองน้ำแดง คือ กำนันอดุลย์ แดงจันทิก ท่านก็ให้เกียรติมาร่วมงานวิจัยในครั้งนี้ ท่านกล่าวไว้ว่า “...งานวิจัยชิ้นนี้น่าสนใจและเป็นประโยชน์แก่ชุมชนบ้านมอเกาะหาดและชุมชนใกล้เคียงที่ประสบปัญหาเดียวกัน กล่าวคือ น้ำบาดาลมีหินปูน

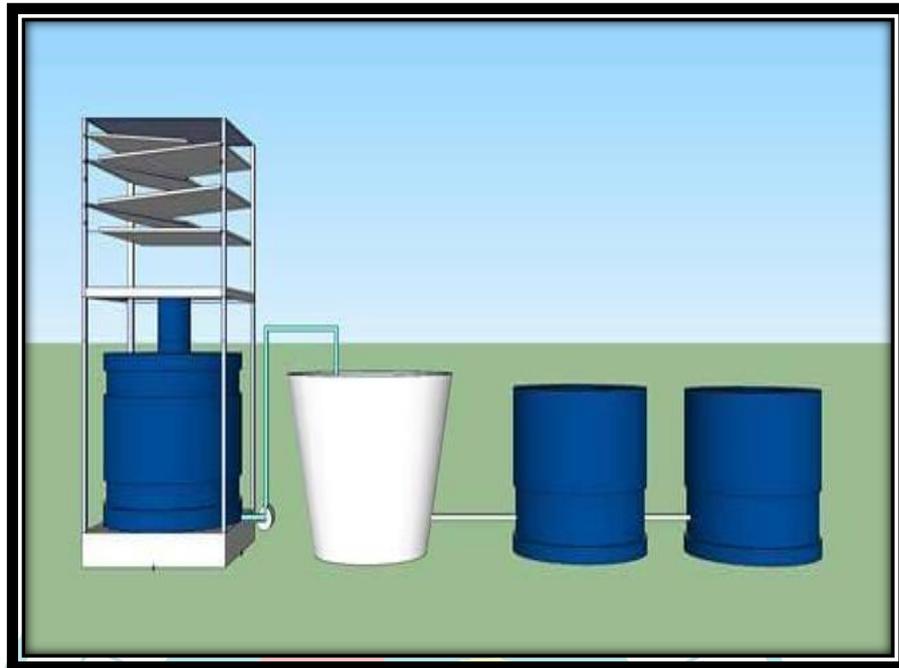
ปะปนอยู่มาก จากการสังเกตและมาเยี่ยมชมบุญโตบ้านพัก ได้เห็นเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้าง เป็นแบบชั้นน้ำตกกระทบ โดยใช้งบประมาณในการก่อสร้างไม่มาก ชาวบ้านสามารถเข้าถึงและจับจองเป็นเจ้าของได้ไม่เหนือบ่ากว่าแรง และที่สำคัญจะสรรหางบประมาณมาช่วยพัฒนาชุมชน ด้วยการก่อสร้างเทคโนโลยีชาวบ้านชั้นน้ำตกกระทบให้แก่ชุมชน เพื่อชุมชนจะได้มีน้ำใช้บริโภคและอุปโภคต่อไป...” (อดุลย์ แดงจันทิก, 2561, สัมภาษณ์)



ภาพที่ 4.19 กำเนิดตำบลหนองน้ำแดงและผู้นำชุมชนศึกษาดูงาน



ภาพที่ 4.20 ผลลัพธ์ของน้ำที่ได้จากงานวิจัยนี้



ภาพที่ 4.21 โมเดลเทคโนโลยีชาวบ้าน “ชั้นน้ำตกกระทบ” ในการแก้ไขน้ำกระด้าง



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

รายงานวิจัยเรื่อง เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยขอนำเสนอ สรุปผลอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ดังนี้

1. ความเป็นมาของเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ปัญหาน้ำกระด้าง

ผู้วิจัยเป็นผู้คิดค้นเทคโนโลยีชาวบ้านขึ้นมาเอง เพื่อการแก้ปัญหาน้ำกระด้าง โดยแยก หินปูนออกจากน้ำได้ ผ่านการวิจัยแบบชาวบ้านมาหลายครั้ง จนประสบความสำเร็จ ในอดีตผู้วิจัย เป็นช่างรับเจาะน้ำบาดาลในหมู่บ้านและภายนอกชุมชนตั้งแต่สมัยเป็นหนุ่ม โดยรับเจาะมาแล้ว ไม่น้อยกว่า 100 บ่อ จึงมีความคุ้นเคย และมีความรู้ความสามารถด้านการเจาะน้ำบาดาลพอสมควร ชุมชนบ้านมอเกาะหาด เป็นชุมชนที่ห่างไกลตัวอำเภอปากช่อง ทางหน่วยงานภาครัฐ ไม่มีงบประมาณเพียงพอในการจ่ายน้ำประปายังชุมชน ซึ่งชุมชนแก้ไขปัญหาด้วยตนเองโดยวิธีการ ขุดเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในการอุปโภคบริโภค ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ชาวบ้านหลายครอบครัว เป็นผู้ประกอบการ รีสอร์ท โรงแรมและบ้านพัก จึงมีการเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้กันเป็นจำนวนมาก และในชุมชนองค์การบริหารส่วนตำบลหนองน้ำแดง ได้จัดสรรงบประมาณลงมาเพื่อเจาะน้ำ บาดาลให้ชุมชนได้ใช้อุปโภคและบริโภคกัน แต่ปัญหาที่พบ คือ น้ำไหลไม่เพียงพอต่อความต้องการของชุมชน และที่เป็นอุปสรรคมากกว่านั้น คือ น้ำกระด้างมีหินปูนเจือปนอยู่มาก ส่งผล กระทบต่อการใช้น้ำในด้านต่างๆ เช่น สุขภัณฑ์ใช้งานได้ไม่นานจากการอุดตันของหินปูน มีคราบหินปูนตามห้องน้ำ โถส้วม อ่างล้างหน้า เครื่องกรองน้ำพังเสียหาย เป็นต้น ชาวบ้านต้อง สูญเสียเงินทองในการบำรุงรักษาหรือต้องซื้อใหม่ ปัญหาเหล่านี้ผู้วิจัยได้ค้นคว้าหาแนวทาง ทางแก้ปัญหาน้ำกระด้างของครอบครัวเรื่อยมาแต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ

วันหนึ่ง ผู้วิจัยได้รับการติดต่อว่าจ้าง ให้ไปจัดสวนหย่อมและทำน้ำตก ณ รีสอร์ท ทรินญาฮิลล์ ซึ่งเป็นรีสอร์ทที่เปิดใหม่ของท่านผู้ว่าราชการจังหวัด หลังจากทำสวนหย่อมและทำน้ำตก เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำน้ำบาดาลไปใส่ในบ่อน้ำตก และได้เปิดปั๊มให้น้ำตกหมุนเวียนเป็นเวลา 1 คืน ประมาณ 12 ชั่วโมง พอรุ่งเช้าผู้ว่าราชการจังหวัดโทรศัพท์หาตั้งแต่เช้า แล้วถามผู้วิจัยว่า คุณมานพ คุณเอาน้ำอะไรมาใส่ในน้ำตก มันทำไมขุ่นจังเลย ผู้วิจัยตอบกลับไปว่า กระจกก็เอาน้ำบาดาลที่รีสอร์ทของท่านใส่ครับ ในวันงานผู้วิจัยไม่สนใจเรื่องอื่น นอกจากนั่งดู พิจารณา และหากคำตอบที่ขุ่นทั้งวัน แต่ก็ยังไม่พบคำตอบ หลังจากงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ปิดปั๊มน้ำที่บ่อน้ำตกแล้วก็กลับบ้าน เช้าวันต่อมา ปรากฏว่า น้ำตก ไส สวยงามมาก เหมือนบ่อมรกต ผู้วิจัยยังมีความสนใจมากขึ้นเป็นพิเศษ มันเกิดจากสาเหตุอะไรกันแน่ ทำไมน้ำตกจึงใสขึ้นมาและสวยงามมาก จากนั้นผู้วิจัยได้เดินสำรวจและสังเกตบ่อน้ำตก เห็นว่ามีหงส์ขาวตกตะกอนอยู่ที่ผิวพื้นบ่อ จึงเอามือไปกวาดดู ว่ามันคืออะไรกันแน่ แต่ก็ยังไม่ทราบว่ามันคืออะไร รู้แต่ว่าเป็นหงส์ขาว แต่ไม่รู้ว่ามันเป็นหินปูน จากนั้นผู้วิจัยมีความสงสัยเป็นอย่างมาก จึงดูน้ำและล้างบ่อน้ำตก จากนั้นเติมน้ำลงไปใหม่ เพื่อต้องการพิสูจน์ว่า น้ำทำไมถึงขุ่น และน้ำทำไมจึงใสและหายขุ่น พอเติมน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้เปิดปั๊มน้ำตกอีกครั้ง ผู้วิจัยได้เฝ้าดูปฏิบัติการ ของน้ำอยู่ประมาณ 6 ชั่วโมง และได้สังเกตเห็นว่า น้ำจะขุ่นขาวขึ้นมาอีกครั้ง ทำให้ผู้วิจัยยิ่งสงสัยมากยิ่งขึ้น และมันใจการทดสอบในครั้งนี้ว่า เกิดจากน้ำ ไม่ได้มาจากสาเหตุอื่นเลย ก่อนกลับบ้านผู้วิจัยได้ปิดปั๊มน้ำตก แล้วก็เดินทางกลับบ้าน

รุ่งอรุณของวันใหม่ ผู้วิจัยเดินทางไปดูน้ำตกตั้งแต่เช้า ผลปรากฏว่า น้ำตก ไส สวยงามเป็นบ่อมรกต มีปลาคราฟสีทองแหวกว่ายไปมาอย่างสวยงาม ผู้วิจัยจึงได้เก็บตัวอย่างหงส์ขาวที่ตกลงไปยังก้นบ่อมาใส่ไว้ในแก้ว พร้อมกับหาเหตุผลว่า หงส์ขาวมันคืออะไรกันแน่ หลังจากนั้นผ่านไป 3-4 วัน หงส์ขาวที่เปียกได้แห้ง ผู้วิจัยได้พิจารณาดูอีกครั้ง มันคล้ายกับหินปูนที่เกาะกับสุขภัณฑ์ที่บ้าน จึงนำมาบดดูเพื่อเทียบเคียงกัน จึงได้ทราบว่า หงส์ขาวที่สงสัย และได้มามันคือ หินปูนนั่นเอง

เมื่อทราบว่า เป็นหินปูนแล้ว ผู้วิจัยจึงศึกษาวิจัยแบบชาวบ้าน ทำการทดลองหลายต่อหลายครั้งเพื่อแก้ปัญหา น้ำกระด้าง แยกหินปูนออกจากน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ส่งผลให้ประสบความสำเร็จ โดยมีวิธีการทำ 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตอนเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย ถังใส่น้ำพลาสติก 2,000 ลิตร จำนวน 4 ถัง โคร่งเหล็ก แผ่นสังกะสี 5 แผ่น ปั๊มน้ำ 4 ตัวและปั๊มควบคุมอัตโนมัติ 1 เครื่อง 2) ขั้นตอนปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกกระทวนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือ

เรียกว่า การเกิดออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ใต้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรอจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภค และ 3) ขั้นตอนประเมินผล ผู้วิจัยนำน้ำกระด้างที่ผ่านการทดลองแล้วไปพิสูจน์ผลปรากฏว่า น้ำหายนกระด้าง ประมาณร้อยละ 90 สามารถนำไปใช้อุปโภคได้ดี สุขภัณฑ์ต่างๆ มีอายุการใช้งานได้นานขึ้น ประหยัดเงินในการดูแลรักษา

2. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภค

2.1 น้ำที่ใช้ในครัวเรือน ประกอบด้วย ปัญหาการใช้น้ำทำธุระส่วนตัว ได้แก่ อาบน้ำ สระผม ซักผ้า ผลปรากฏว่า สบู่กับผงซักฟอกไม่มีฟอง สากตัว เกิดครู่ และคัน เพราะบางคนอาจจะแพ้ทางโรคผิวหนังได้ ปัญหาน้ำที่ใช้กับสุขภัณฑ์ หินปูนเข้าไปเกาะเกิดการอุดตันได้ง่าย สุขภัณฑ์พังเสียหาย ปัญหาน้ำที่ใช้ล้างวัสดุครัวเรือนมีคราบติดกับวัสดุต่าง ๆ ปัญหาน้ำนำไปใช้รดต้นไม้ พบว่า ต้นไม้ไม่ค่อยเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ต้นแคระแกร็น มีหินปูนเกาะตามใบไม้

2.2 น้ำที่ใช้ในการเกษตร พบว่า ชาวบ้านทำการเกษตรปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง พืชผักผลไม้ต่างๆ เกิดปัญหาหินปูนเกาะตามใบไม้ ส่งผลให้ใบไม้รับแสงได้ไม่เต็มที่ พืชผักผลไม้เจริญเติบโตไม่เต็มที่

2.3 น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมพบว่า น้ำกระด้างที่มีหินปูนไปอุดตันสุขภัณฑ์ต่าง ๆ เสียหายง่ายต้องสูญเสียงบประมาณในการดูแลรักษา

2.4 น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์พบว่า ปัญหาผู้ประกอบการ รีสอร์ท โรงแรมและบ้านพักที่นำน้ำกระด้างมาใช้ในกิจการ มีเครื่องกรองน้ำ แต่ก็พังเสียหายเร็วกว่าปกติ ท่อน้ำเกิดการอุดตันและเครื่องสุขภัณฑ์ต่างๆ เกิดการชำรุดพังเสียหายได้ง่ายจากหินปูนเข้ามาเกาะติด ในแต่ละปีต้องเสียเงินในการดูแลรักษาเรื่อยๆ (จักรี พุทธิรักษา, วสันต์ จาบจันทิก, 2561, สัมภาษณ์)

3. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการบริโภค

สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการบริโภคพบว่า การบริโภคน้ำกระด้างที่มีหินปูนเจือปนอยู่ ย่อมเป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงสูงที่จะเป็นโรคนิ่วได้ หรือโรคอื่นๆ จากสารพิษตกตะกอนลงสู่ใต้ดินสำหรับโรงงานที่ตั้งใกล้ชุมชน (อดุลย์ แดงจันทิก, ฉนิศาเขมนิจ ฐิติบุญพงษ์, 2561, สัมภาษณ์)

2. การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีกระบวนการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เช่น ถังใส่น้ำพลาสติก 4 ถัง โครงเหล็ก บั้มอัดโนมัติ แผลงสังกะสี 5 ชั้น 2) การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมา เข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำที่เตรียมไว้สูบน้ำขึ้นไปชั้นน้ำตกกระทบหมุนเวียน 8 ชั่วโมง เพื่อให้ผสมกับอากาศ แล้วหินปูนจะจับตัวกันเป็นวัตถุหนักหรือเกิดตะกอนหินปูนหรือเรียกว่า การเกิด ออกซิไดซ์ (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ได้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรอจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภคบริโภค และ 3) การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างน้ำบาดาลและน้ำบาดาลบำบัดแล้วไป ตรวจสอบคุณภาพน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการ ผลปรากฏว่า น้ำบาดาลที่บำบัดแล้ว มีคุณภาพดีขึ้น สามารถนำไปใช้ในการอุปโภคได้ หินปูนน้อยลงมาก แต่ถ้าจะนำไปบริโภค ควรผ่านการกรองน้ำหรือ ต้มน้ำให้สุกเสียก่อน เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ

3. ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

3.1 ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภค ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด สรุปได้ว่า

น้ำที่ใช้ในครัวเรือนหลังจากที่แก้ไขน้ำกระด้างได้แล้ว โดยแยกหินปูนออกจากน้ำ ส่งผลให้การอาบน้ำ สบมีฟองมากขึ้น น้ำสาکتน้อยลง การซักผ้า มีฟองมากขึ้นกว่าเดิม การล้างรถยนต์ ล้างแก้วมีคราบน้อยลง สุขภคณท์มีคราบหินปูนติดน้อยลงไม่พึงเสียดายงายชืดเวลาใช้งาน ได้นาน เป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย ในการบำรุงรักษา

น้ำที่ใช้ในการเกษตร สามารถนำน้ำที่ผ่านการทดลองแล้วแก้ไขน้ำกระด้างแล้ว นำไปรดน้ำต้นไม้ ไปรดพืชผักผลไม้ได้ ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตดีขึ้นกว่าเดิม

น้ำที่ใช้ในการอุตสาหกรรม การใช้น้ำบาดาลในภาคอุตสาหกรรม

น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ในหมู่บ้านมอเกาะหาด ชาวบ้านประกอบอาชีพหลากหลาย ทั้ง เป็นผู้ประกอบการรีสอร์ท โรงแรม และบ้านพัก เจ้าของธุรกิจส่วนตัว ค้าขาย รับจ้าง น้ำที่ใช้ในกิจการจำเป็นต้องเพียงพอต่อการใช้อุปโภคบริโภค .

ดังนั้น น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่า และถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมาก ในปัจจุบันเพื่อการอุปโภค บริโภค การอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ซึ่งการพัฒนาน้ำบาดาล

ขึ้นมาใช้นี้ หากทำในลักษณะที่ไม่ถูกต้อง จะทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างมาก และเป็นการลดลงที่ไม่สัมพันธ์กับการเพิ่มเติมของน้ำบาดาลตามธรรมชาติก่อให้เกิดผลกระทบตามมาทั้งใจแง่ของแผ่นดินทรุด การแทรกซึมของน้ำทะเล การปนเปื้อนของน้ำบาดาล และอื่นๆ ดังนั้นเราควรมีความรู้พื้นฐานด้านการเกิดน้ำบาดาลรวมทั้งการพัฒนานำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้อย่างถูกต้อง เพื่อให้เป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน

3.2 ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการบริโภคสรุปได้ว่า

การใช้น้ำบาดาลในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น โรงงานผลิตสุรา ห้องเย็น อาหารกระป๋อง การผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด โรงงานผลิตน้ำแข็ง น้ำอัดลม เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

1. สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ดังนี้

1.1 สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคดังนี้

น้ำที่ใช้ในครัวเรือน ประกอบด้วย ปัญหาการใช้น้ำทำธุระส่วนตัว น้ำกระด้างทำให้เกิดไคลสบู สิ้นเปลืองสบู่ในปริมาณมากในการชะล้าง การซักผ้าผงซักฟอกไม่มีฟอง การอาบน้ำ สากตัว เกิดตุ่ม และคัน เพราะบางคนอาจจะแพ้ทางโรคผิวหนังได้ ปัญหาน้ำที่ใช้กับสุขภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องกรองน้ำ ป้อน้ำ เครื่องทำน้ำอุ่น โถส้วม อ่างล้างหน้า และท่อน้ำ เป็นต้น หินปูนเข้าไปเกาะเกิดการอุดตันได้ง่าย สุขภัณฑ์พังเสียหาย ปัญหาน้ำที่ใช้ล้างวัสดุ ครัวเรือนมีคราบติดกับวัสดุต่าง ๆ สอดคล้องงานวิชาการของจุไรรัตน์ มหาเทียน (2550, หน้า 22) พบว่าความกระด้างสร้างปัญหาตะกรันในหม้อน้ำที่เกิดจากความกระด้าง ทำให้เครื่องทำความร้อน ท่อน้ำ ร้อน เครื่องใช้ในครัว ใช้งานได้ไม่เต็มสมรรถภาพน้ำกระด้างสูง ทำให้ผงซักฟอกและสบู่เกิดได้ยากน้ำดื่มที่มีความกระด้างจะมีรสแปลก

น้ำที่ใช้ในการเกษตร พบว่า ชาวบ้านทำการเกษตรปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง พืชผักผลไม้ต่าง ๆ เกิดปัญหาหมีหินปูนเกาะตามใบไม้ ส่งผลให้ใบไม้รับแสงได้ไม่เต็มที่ พืชผักผลไม้เจริญเติบโตไม่เต็มที่ ดินแคะแกระ

น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมพบว่า น้ำกระด้างที่มีหินปูนไปอุดตันสุขภัณฑ์ต่าง ๆ เสียหายง่ายต้องสูญเสียงบประมาณในการดูแลรักษาเครื่องทำน้ำเย็น เครื่องทำน้ำร้อนเสียหายได้

น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์พบว่า ปัญหาผู้ประกอบการ รีสอร์ท โรงแรมและบ้านพักที่ นำน้ำกระด้างมาใช้ในกิจการ มีเครื่องกรองน้ำ แต่ก็พังเสียหายเร็วกว่าปกติ ท่อน้ำเกิดการอุดตัน และเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ เกิดการชำรุดพังเสียหายได้ง่ายจากหินปูนเข้ามาเกาะติด ในแต่ละปี ต้องเสียเงินในการดูแลรักษาเรื่อยมา

1.2 สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการบริโภค

สภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการบริโภคพบว่า การบริโภคน้ำกระด้างที่มี หินปูนเจือปนอยู่ ย่อมเป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงสูงที่จะเป็นโรคนิ่วได้ หรือโรคอื่นๆ จาก สารพิษตกตะกอนลงสู่ใต้ดินสำหรับโรงงานที่ตั้งใกล้ชุมชน ปัญหาด้านการนำน้ำไปใช้ในการเลี้ยง สัตว์ ผู้วิจัยเคยทดลองนำน้ำกระด้างไปใช้เลี้ยงลูกอ๊อด(กบ) ผลปรากฏว่า ลูกอ๊อดมีการเจริญเติบโต ช้ากว่าปกติที่ควรจะเป็น นั้นแสดงว่า น้ำกระด้างมีอิทธิพลในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต สอดคล้องกับงานวิจัยของก่อเกียรติ บุญชื่น (2556, หน้า 136-140) พบว่า ตรวจพบฟลูออไรด์ เกิน มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค จึงไม่เหมาะที่จะใช้บริโภค และสอดคล้องกับเฉลิมชัย ชัยบุญเรือง (2556, หน้า 154-158) พบว่า น้ำบาดาลมีความขุ่น มีค่าความเป็นกรดและเบสสูงค่าบีโอดี (BOD) มีค่าอยู่ระหว่าง 15,00-3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินมาตรฐานน้ำบาดาลสำหรับอุปโภคบริโภค เห็นได้ว่าน้ำบาดาลมีแนวโน้มเสื่อมสภาพลงเรื่อย ๆ

2. การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค

ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

การนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีกระบวนการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เช่น ถังใส่น้ำพลาสติก 4 ถัง โครงเหล็ก บั้มอัดโนมตีแดง ลังกะสี 5 ชั้น 2) การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเข้าถัง 2,000 ลิตร (2) นำน้ำบาดาลที่กระด้างมีหินปูนมาผสมกับอากาศ โดยสูบน้ำหมุนเวียนผ่านชั้นน้ำตก กระทบ 8 ชั่วโมง (3) นำน้ำที่ได้ไปพักไว้ในถังพักน้ำ 12 ชั่วโมงเพื่อให้หินปูนตกตะกอน และ (4) ใต้น้ำสะอาดจากการตกตะกอนของหินปูน และนำไปพักไว้ที่ถังรอจ่ายน้ำ เพื่อไปใช้อุปโภค บริโภค และ 3) การประเมินผล สอดคล้องกับกองพัฒนาน้ำสะอาดกรมโยธาธิการ (ม.ป.ป., หน้า 45)การตกตะกอนในถังตกตะกอนแบบน้ำไหลทางราบ (Horizontal cross Flow)ซึ่งถังตกตะกอน เป็นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือแบบกลม ปล่อยให้ น้ำไหลจากด้านหนึ่งและไหลออกอีกด้านหนึ่ง ตาม หลักทฤษฎีได้แบ่งถังตกตะกอนออกเป็น 4 ส่วนด้วยกันดังนี้

1) ส่วนที่น้ำเข้าถัง (Inlet) ส่วนนี้ถือว่าตะกอนได้แผ่กระจายโดยทั่วและสม่ำเสมอ ตลอดหน้าตัดของถังที่ตั้งฉากกับทิศทางที่น้ำไหล

- 2) ส่วนที่ตะกอนตก (Setting zone) เป็นส่วนที่ตะกอนจะตกลงด้วยน้ำหนักของตัวเอง
- 3) ส่วนที่น้ำออกจากถังตกตะกอน (Outlet zone) ได้แก่ส่วนที่รับน้ำหลังจากที่ตะกอนได้ตกออกไปแล้ว เพื่อเข้าสู่กระบวนการกรอง
- 4) ส่วนที่เก็บตะกอน (Sludge zone) ได้แก่ ส่วนที่เก็บตะกอนที่ตกซึ่งอยู่ก้นถังเพื่อระบายไปทิ้ง

3. ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

3.1 ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค
ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด อภิปรายผลได้ดังนี้

น้ำที่ใช้ในครัวเรือนหลังจากที่แก้ไขน้ำกระด้างได้แล้ว โดยแยกหินปูนออกจากน้ำ ส่งผลให้การอาบน้ำชำระร่างกาย สบู่มีฟองมากขึ้น น้ำซักตัวน้อยลง การซักผ้า มีฟองมากขึ้นกว่าเดิม การล้างรถยนต์ ล้างแก้วมีคราบน้อยลง สุขภัณฑ์มีคราบหินปูนติดน้อยลงไม่พึงเสียหาย ย้ายยี่ดเวลาใช้งานได้นาน เป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย ในการบำรุงรักษา

น้ำที่ใช้ในการเกษตร สามารถนำน้ำที่ผ่านการทดลองแล้วแก้ไขน้ำกระด้างแล้วนำไปรดน้ำต้นไม้ ปรดพืชผักผลไม้ได้ ไม่ว่าจะเป็นน้อยหน่า ข้าวโพด มันสำปะหลัง ฯลฯ ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตดีขึ้นกว่าเดิม

น้ำที่ใช้ในการอุตสาหกรรม มีแนวโน้มการใช้ น้ำบาดาลมากขึ้นตามที่ตั้งอุตสาหกรรม โดยที่กลุ่มโรงงานนอกเขตนิคมอุตสาหกรรมหรือบริเวณที่น้ำประปายังไม่สามารถให้บริการได้จะใช้น้ำบาดาลมาก และการใช้น้ำบาดาลยังคงมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำดื่มสะอาดและอุตสาหกรรมฟอกย้อม ซึ่งใช้น้ำบาดาลเป็นปัจจัยในการผลิต รวมทั้งจังหวัดที่มีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศ มีการก่อสร้างโรงแรมและรีสอร์ทที่อยู่เป็นจำนวนมากซึ่งใช้น้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำหลักในการให้บริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในจังหวัดที่มีการใช้น้ำบาดาลสูงอยู่แล้วในปัจจุบัน ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการเติบโตทางเศรษฐกิจสูงในอันดับต้นๆของประเทศ

น้ำที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ในหมู่บ้านมอเกาะหาด ชาวบ้านประกอบอาชีพหลากหลาย ทั้งเป็นผู้ประกอบการรีสอร์ท โรงแรม และบ้านพัก เจ้าของธุรกิจส่วนตัว ค้าขาย รับจ้าง น้ำที่ใช้ในกิจการจำเป็นต้องเพียงพอต่อการใช้อุปโภคบริโภค

3.2 ผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการบริโภค

การใช้น้ำบาดาลในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น โรงงานผลิตสุรา ห้องเย็น อาหารกระป๋อง การผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด โรงงานผลิตน้ำแข็ง น้ำอัดลม เป็นต้นน้ำที่ผ่านกระบวนการแยกหินปูนออกเรียบร้อยแล้ว สามารถนำน้ำไปให้เป็นอาหารสัตว์ได้

โดยไม่เป็นอันตราย ส่วนคนเรา น้ำบาดาลอาจจะยังไม่สะอาดเพียงพอ ควรนำน้ำไปกรองเสียก่อน หรือนำน้ำไปต้ม ก่อนที่จะดื่ม เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ เนื่องจากหินปูนยังคงมีอยู่แต่เหลือ น้อยมาก ถ้าคนเราดื่มเข้าไปอาจจะเสี่ยงต่อการสะสมเป็นโรคนี้อได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

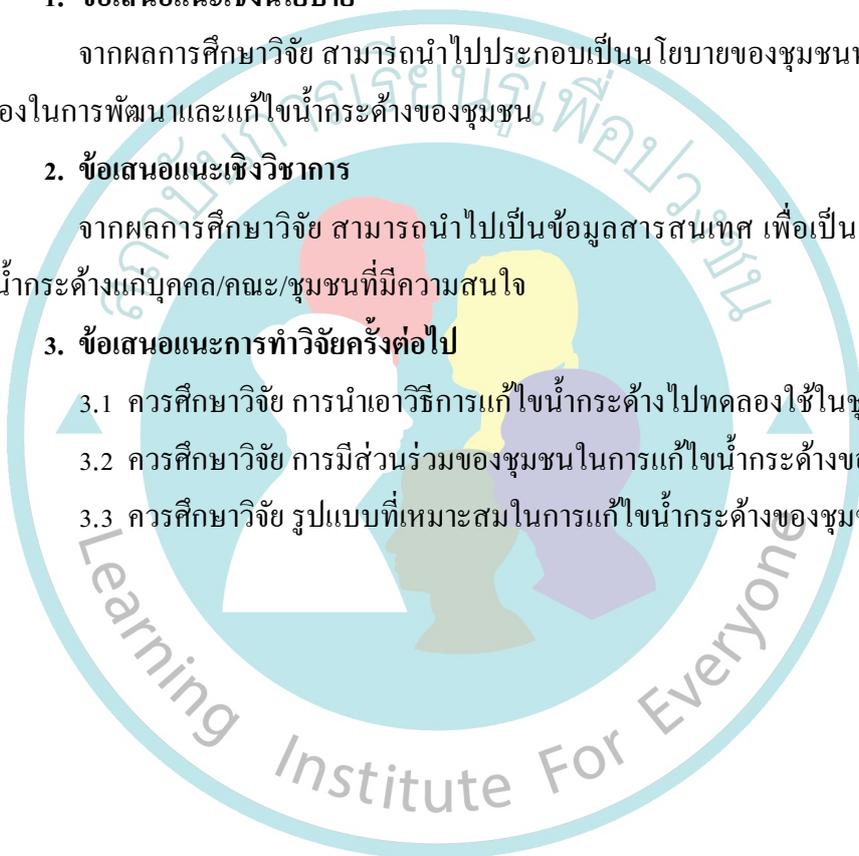
จากผลการศึกษาวิจัย สามารถนำไปประกอบเป็นนโยบายของชุมชนหรือหน่วยงานที่ เกี่ยวข้องในการพัฒนาและแก้ไขน้ำกระด้างของชุมชน

2. ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

จากผลการศึกษาวิจัย สามารถนำไปเป็นข้อมูลสารสนเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการ แก้ไขน้ำกระด้างแก่บุคคล/คณะ/ชุมชนที่มีความสนใจ

3. ข้อเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 3.1 ควรศึกษาวิจัย การนำเอาวิธีการแก้ไขน้ำกระด้างไปทดลองใช้ในชุมชนต่าง ๆ
- 3.2 ควรศึกษาวิจัย การมีส่วนร่วมของชุมชนในการแก้ไขน้ำกระด้างของชุมชน
- 3.3 ควรศึกษาวิจัย รูปแบบที่เหมาะสมในการแก้ไขน้ำกระด้างของชุมชน





บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. [ม.ป.ป.]. **การดูแลและบำรุงรักษาแหล่งน้ำ.** (เอกสารอัดสำเนา).
- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2555). **รายงานโครงการศึกษาเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล.** (เอกสารอัดสำเนา).
- กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภค สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำกรมอนามัย. [ม.ป.ป.]. **คู่มือการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคในโรงพยาบาล.** [ม.ป.ท.], [ม.ป.พ.].
- กวี พันสระน้อย. (31 พฤษภาคม 2561). **สัมภาษณ์.** ราษฎร. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- ก่อเกียรติ บุญชื่น. (2556). **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาหมู่บ้านพื้นที่ตำบลหันทราย อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- กองพัฒนาน้ำสะอาด กรมโยธาธิการ. [ม.ป.ป.]. **คู่มือสำรวจออกแบบ ประเมินราคาก่อสร้างบำรุงรักษา.** (เอกสารอัดสำเนา).
- กิจการ พรหมมา. (2556). **อุทกธรณีวิทยา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติ เกตุแก้ว. (5 มิถุนายน 2561). **สนทนากลุ่ม.** ผู้ประกอบการ บ้านพัก ช.ก้อง. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- ขจร สุขประเสริฐ. (31 พฤษภาคม 2561). **สัมภาษณ์.** ราษฎร. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- คำรณ กนกชัชวาล. (25 พฤษภาคม 2561). **สัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม.** สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลหนองน้ำแดง. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- จุไรรัตน์ มหาเทียน. (2552). **ความกระด้างของน้ำ.** สำนักงานสิ่งแวดล้อมที่ 6 นครบุรี: ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2560, จาก <http://reo06.mnre.go.th/home/index.php?option=com>.
- จิระพร จิตบำรุง. (2554). **ความสำคัญของน้ำ.** ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2560, จาก <https://www.nectec.or.th/schoolnet/library>.

- จักรี พุทธิรักษา. (8 พฤษภาคม 2561). **สัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม**. ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- ฉลอง บัวผัน. [ม.ป.ป.]. **น้ำบาดาล**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- เฉลิมชัย ชัยบุญเรือง. (2556). **การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, ทัศนาวลัย อุซารสกุล และสถาพร มนต์ประภัสสร. (2555). **แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืน จังหวัดสมุทรสงคราม**. รายงานวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ดวงเดือน เทพนวลและนภารัตน์ จิวาลักษณ์. (2559). **การบำบัดความกระด้างของน้ำป่โดยใช้วัสดุจากถ่านเมล็ดลำไยที่ผ่านการปรับปรุงพื้นผิวทางเคมี**. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ณิศาเขมณีจ จิตินุณพงศ์. (8 พฤษภาคม 2561). **สัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม**. สารวัตรกำนันตำบลหนองน้ำแดง. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- ดวงพร อ่อนหวาน, ธนบดีนทร์ วงษ์เมืองแก่น และถวิล บุญมาตา. (2556). **การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคของชุมชนบ้านดงสามหมื่น ตำบลแม่แดดอำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่**. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์ เชียงใหม่.
- โต แดงจันทิก. (15 มกราคม 2561). **สัมภาษณ์**. ผู้ประกอบการบุญโตบ้านพัก. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- ทีมวิชาการธรณีไทย. (2550). **น้ำบาดาลและการพัฒนายั่งยืน**. ค้นเมื่อ 17 สิงหาคม 2560, จาก <http://www.geothai.net/hydrogeology>.
- ธงชัย พึ่งรัมย์. [ม.ป.ป.]. **ธรณีวิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และคณิดา ตั้งคณานุรักษ์. (2555). **หลักการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญ แดงจันทิก. (15 มกราคม 2561). **สัมภาษณ์**. ผู้ประกอบการบุญโตบ้านพัก. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- กุริภาค ออกอุ่น. (5 มิถุนายน 2561). **สัมภาษณ์**. ปลัดองค์การบริหารส่วนตำบลหนองน้ำแดง. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.

- ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554**. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์ จำกัด.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2560). **ความหมายของน้ำ**. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2560, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/>.
- วิรัช สิทธิบัตร. [ม.ป.ป.]. **ธรณีวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ วิทยาครูพระนครศรีอยุธยา.
- วุฒิพล เล้าอรุณ. [ม.ป.ป.]. **ความกระด้างของน้ำ (Water Hardness)**. [ม.ป.พ.]. (เอกสารอัดสำเนา).
- วสันต์ จาบจันทิก. (25 พฤษภาคม 2561). **สัมภพณ์และสนทนากลุ่ม**. สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลหนองน้ำแดง. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- วิญญู หวังชอกกลาง. (25 พฤษภาคม 2561). **สัมภพณ์และสนทนากลุ่ม**. สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลหนองน้ำแดง. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- ศักดิ์ เกียรติเจริญ. (25 พฤษภาคม 2561). **สัมภพณ์และสนทนากลุ่ม**. ผู้ประกอบการ เกียรติเจริญ รีสอร์ท. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- สมชาย จาบจันทิก. (20 พฤษภาคม 2561). **สัมภพณ์**. ราษฎร. บ้านมอเกาะหาด หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- สมพงษ์ สมจินดา. (25 พฤษภาคม 2561). **สัมภพณ์และสนทนากลุ่ม**. ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน. บ้านมอเกาะหาด หมู่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
- สมหมาย โคกสูงเนิน. (25 พฤษภาคม 2561). **สนทนากลุ่ม**. ผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 17 ตำบลหมูสี อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- สมหมาย ประเสริฐสมบูรณ์. (20 พฤษภาคม 2561). **สนทนากลุ่ม**. ราษฎร. บ้านมอเกาะหาด หมู่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- สวัสดิ์ โนนสูง. (2546). **ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สำนักที่ปรึกษา กรมอนามัย. (2559). **ความหมายของน้ำ**. ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2560, จาก <http://www.anamai.moph.go.th/ewtadmin>
- _____. (2559). **บทที่ 7 แหล่งน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภคในชนบท**. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2560, จาก <http://www.anamai.moph.go.th/ewtadmin>.

- สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2552). คู่มือ เรื่อง มาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อม (ด้านอากาศ น้ำ ดิน เสียง ความสั่นสะเทือน ความร้อน และความเข้มแสงสว่าง). กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สุขุม ไกรทอง. (25 พฤษภาคม 2561). สันทนาการกลุ่ม. ผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 8 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- สุดใจ วงزاری. (2540). การกำจัดความกระด้างในน้ำบาดาล โดยวิธีการแลกเปลี่ยนไอออน (ION EXCHANGE). กรมทรัพยากรธรณี. (เอกสารอัดสำเนา).
- สุทธิศักดิ์ ใจดี. (25 พฤษภาคม 2561). สันทนาการกลุ่ม. ผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 1 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- สุวิทย์ โมณะตระกูล. [ม.ป.ป.]. ธรณีวิทยาทั่วไป. มหาสารคาม: เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยครูมหาสารคาม.
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. [ม.ป.ป.]. ธรณีวิทยา. กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- อดุลย์ แดงจันทิก. (25 พฤษภาคม 2561). สัมภาษณ์และสันทนาการกลุ่ม. กำนันตำบลหนองน้ำแดง. บ้านมอทะหาด หมู่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.
- อรุณ โพธิ์ระหงษ์. (25 พฤษภาคม 2561). สันทนาการกลุ่ม. ผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 4 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.



ภาคผนวก ก.
เอกสารรับรองการตรวจคุณภาพน้ำบาดาล
จากห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา
ระหว่างวันที่ 7-10 กันยายน 2561

ที่ ศร 5632(3)/Rep.1540



14 กันยายน 2561

เรียน นายมานพ แดงจันทิก

เลขที่ 139/2 หมู่ที่ 11 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 30340

รายงานผลการทดสอบ

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หมายเลขใบขอรับบริการ ผวคN1534/61

รายงานผลการทดสอบลำดับที่ RepผวคN611534

วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง 7 กันยายน 2561

วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ 7 - 10 กันยายน 2561

รายการที่	รายการทดสอบ	วิธีการ/เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ	ผลการทดสอบ	
			ชื่อตัวอย่าง : 1. น้ำบาดาล	ชื่อตัวอย่าง : 2. น้ำบาดาลบ้านัด
			หมายเลขตัวอย่าง : ผวคNS6313/61	หมายเลขตัวอย่าง : ผวคNS6314/61
			ลักษณะหรือสภาพ ตัวอย่าง : ของเหลวใส	ลักษณะหรือสภาพ ตัวอย่าง : ของเหลวใส
1	Calcium Hardness (mg/l as CaCO ₃)	EDTA Titrimetric Method	469	210
2	Magnesium Hardness (mg/l as CaCO ₃)	Titration Method	8	10

ศาสตราจารย์ ดร. ศิริวรรณ

(อาจารย์ ดร. ศิริวรรณ รุจิวรรณ)

ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้รับรองรายงานผลการทดสอบ

- รายงานนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ทำการทดสอบตามที่ระบุไว้ข้างต้นเท่านั้น
- ห้ามคัด ห้ามนำเผยแพร่ในรายงานผลการทดสอบแต่เพียงบางส่วนยกเว้นว่าทั้งฉบับโดยมิได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

End of Report

ภาคผนวก ข.

แนวสำรวจการวิจัยเรื่อง

เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะ
หาดตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

สถานที่สำรวจ.....วัน/เดือน/ปี/เวลาที่สำรวจ.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ-นามสกุล
2. เพศ
3. อายุ
4. การศึกษา
5. อาชีพหลัก / อาชีพรอง

ตอนที่ 2 ประเด็นการสำรวจเกี่ยวกับบริบทชุมชน

1. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด มีบ่อน้ำบาดาลจำนวนกี่ครัวเรือน
2. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด มีบ่อน้ำบาดาลส่วนตัวจำนวนกี่บ่อ
3. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด มีบ่อน้ำบาดาลสาธารณะจำนวนกี่บ่อ
4. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด มีบ่อน้ำบาดาลเอกชนจำนวนกี่บ่อ
5. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด เจาะน้ำบาดาลลึกประมาณกี่เมตร
6. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด น้ำบาดาลที่นำมาใช้มีคุณสมบัติเป็นกรด-ด่าง เค็ม หรือกระด้าง
7. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด น้ำบาดาลมีหินปูนหรือไม่
8. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด นำน้ำบาดาลมาดื่มหรือไม่
9. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด มีการใช้น้ำบาดาลเป็นอย่างไร
10. ชุมชนบ้านมอเกาะหาด มีวิถีชีวิตการใช้น้ำอุปโภคบริโภคเป็นอย่างไร

ภาคผนวก ก.
แนวสังเกตการวิจัยเรื่อง
เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค
ชุมชนบ้านมอทะหาดตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

สถานที่การสังเกต.....
 วัน/เดือน/ปี/เวลา ที่การสังเกต.....
 ชื่อผู้สังเกต.....

ตอนที่ 1 ประเด็นการสังเกตสภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอทะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

การสังเกตด้านอุปโภค

1. น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน
 - 1.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เป็นอย่างไร
 - 1.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานเครื่องใช้ เป็นอย่างไร
 - 1.4 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานน้ำซักผ้า เป็นอย่างไร
 - 1.5 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานรดน้ำต้นไม้ เป็นอย่างไร
2. น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร
 - 2.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานการเกษตร เป็นอย่างไร
 - 2.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานเจริญเติบโตต่อพืช เป็นอย่างไร
3. น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
 - 3.1 น้ำกระด้าง มีผลกระทบต่อโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
 - 3.2 น้ำกระด้าง มีผลกระทบต่อสุขภาพของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
4. น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์
 - 4.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อธุรกิจการรีสอร์ทหรือไม่อย่างไร
 - 4.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อธุรกิจการโรงแรมหรือไม่อย่างไร
 - 4.3 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อธุรกิจการบ้านพักหรือไม่อย่างไร

การสังเกตด้านบริโภค

1. น้ำกระด้าง นำมาบริโภคได้หรือไม่อย่างไร
2. มีสารอะไรบ้างอยู่ในน้ำกระด้าง
3. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างไร
4. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลดีต่อสุขภาพอย่างไร
5. น้ำบาดาลในบ้านมอเกาะหาด ผ่านการกรองหรือไม่อย่างไร

ตอนที่ 3 ประเด็นการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

- 1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ มีอะไรบ้าง
- 1.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ทำหน้าที่อะไรบ้าง

2. การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง

- 2.1 การเตรียมน้ำกระด้างเพื่อการทดลอง มีวิธีการเป็นอย่างไร
- 2.2 การนำน้ำผสมกับอากาศ(ออกซิเจน) มีวิธีการเป็นอย่างไร
- 2.3 การสูบน้ำไปไว้ถังพักน้ำ มีวิธีการเป็นอย่างไร
- 2.4 น้ำที่พักไว้แล้ว แก้ปัญหาน้ำกระด้างได้ มีวิธีการเป็นอย่างไร

3. การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง

- 3.1 หลังจากการปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว มีการทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง หรือไม่อย่างไร
- 3.2 น้ำกระด้างที่ผ่านการทดลองแล้ว มีคุณภาพเป็นอย่างไร
- 3.3 หินปูนที่อยู่ในน้ำกระด้าง ยังคงเหลืออยู่หรือไม่อย่างไร

ตอนที่ 4 ประเด็นผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ผลสำเร็จด้านอุปโภค

1. น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน
 - 1.1 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อสุขภัณฑ์ เป็นอย่างไร
 - 1.2 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการปลูกต้นไม้ เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการล้างรถยนต์ เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการการอาบน้ำ ชักผ้า เป็นอย่างไร
 - 1.4 น้ำกระด้าง ส่งสำเร็จต่อการรดน้ำต้นไม้ เป็นอย่างไร
2. น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร
 - 2.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จด้านการเกษตร เป็นอย่างไร
 - 2.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการเจริญเติบโตต่อพืช เป็นอย่างไร
3. น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
 - 3.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
 - 3.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อสุขภัณฑ์ของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
4. น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์
 - 4.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการกิจการรีสอร์ทหรือไม่อย่างไร
 - 4.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการกิจการโรงแรมหรือไม่อย่างไร
 - 4.3 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการกิจการบ้านพักหรือไม่อย่างไร

ผลสำเร็จด้านบริโภค

1. น้ำกระด้าง สามารถนำมาบริโภคได้หรือไม่อย่างไร
2. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างไร

ภาคผนวก ง.

แนวสัมภาษณ์การวิจัยเรื่อง

เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคชุมชนบ้านมอเกาะ
หาดตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

สถานที่สัมภาษณ์.....

วัน/เดือน/ปี/เวลา ที่สัมภาษณ์.....

ชื่อผู้สัมภาษณ์.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปผู้ให้สัมภาษณ์

1. ชื่อผู้ให้การสัมภาษณ์
2. เพศ
3. อายุ
4. การศึกษา
5. อาชีพหลัก / อาชีพรอง

ตอนที่ 2 ประเด็นสภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะ
หาดตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ปัญหาด้านอุปโภค

1. น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน
 - 1.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เป็นอย่างไร
 - 1.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานอาบน้ำ ซักผ้า เป็นอย่างไร
 - 1.4 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานรดน้ำต้นไม้ เป็นอย่างไร
2. น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร
 - 2.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานเกษตร เป็นอย่างไร
 - 2.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานเจริญเติบโตพืช เป็นอย่างไร

3. น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
 - 3.1 น้ำกระด้าง มีผลกระทบต่อโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
 - 3.2 น้ำกระด้าง มีผลกระทบต่อสุขภาพของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
4. น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์
 - 4.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อภารกิจการรีสอร์ทหรือไม่อย่างไร
 - 4.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อภารกิจการโรงแรมหรือไม่อย่างไร
 - 4.3 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อภารกิจการบ้านพักหรือไม่อย่างไร

ปัญหาด้านบริโภค

1. น้ำกระด้าง นำมาบริโภคได้หรือไม่อย่างไร
2. มีสารอะไรบ้างอยู่ในน้ำกระด้าง
3. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างไร
4. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลดีต่อสุขภาพอย่างไร
5. น้ำบาดาลในบ้านมอเกาะหาด ผ่านการกรองหรือไม่อย่างไร
6. น้ำบาดาล มีคุณภาพได้มาตรฐานบริโภคได้ตามเกณฑ์ของกรมอนามัยหรือไม่อย่างไร

ตอนที่ 3 ประเด็นการนำเทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

- 1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ มีอะไรบ้าง
- 1.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ทำหน้าที่อะไรบ้าง

2. การปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้าง

- 2.1 การเตรียมน้ำกระด้างเพื่อการทดลอง มีวิธีการเป็นอย่างไร
- 2.2 การนำน้ำผสมกับอากาศ(ออกซิเจน) มีวิธีการเป็นอย่างไร
- 2.3 การสูบน้ำไปไว้ถังพักน้ำ มีวิธีการเป็นอย่างไร
- 2.4 น้ำที่พักไว้แล้ว แก้ปัญหาน้ำกระด้างได้ มีวิธีการเป็นอย่างไร

3. การทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง

- 3.1 หลังจากการปฏิบัติการแก้ไขน้ำกระด้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว มีการทดสอบคุณภาพน้ำกระด้าง หรือไม่อย่างไร
- 3.2 น้ำกระด้างที่ผ่านการทดลองแล้ว มีคุณภาพเป็นอย่างไร

3.3 หินปูนที่อยู่ในน้ำกระด้าง ยังคงเหลืออยู่หรือไม่อย่างไร

ตอนที่ 4 ประเด็นผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ผลสำเร็จด้านอุปโภค

1. น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน
 - 1.1 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อสุขภักดิ์ เป็นอย่างไร
 - 1.2 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการปลูกต้นไม้ เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการล้างรถยนต์ เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการอาบน้ำ ซักผ้า เป็นอย่างไร
 - 1.4 น้ำกระด้าง ส่งสำเร็จต่อการรดน้ำต้นไม้ เป็นอย่างไร
2. น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร
 - 2.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จด้านการเกษตร เป็นอย่างไร
 - 2.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการเจริญเติบโตต่อพืช เป็นอย่างไร
3. น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
 - 3.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
 - 3.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อสุขภักดิ์ของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
4. น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์
 - 4.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการกิจการรีสอร์ทหรือไม่อย่างไร
 - 4.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการกิจการโรงแรมหรือไม่อย่างไร
 - 4.3 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการกิจการบ้านพักหรือไม่อย่างไร

ผลสำเร็จด้านบริโภค

1. น้ำกระด้าง สามารถนำมาบริโภคได้หรือไม่อย่างไร
2. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างไร

ภาคผนวก จ.
แนวสนทนากลุ่มการวิจัยเรื่อง
เทคโนโลยีชาวบ้านในการแก้ปัญหาน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค
ชุมชนบ้านมอเกาะหาดตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อผู้ดำเนินการ
2. สถานที่ดำเนินการ
3. ชื่อผู้บันทึกประเด็น
4. สถานที่ดำเนินการ
5. สถานที่ทำการสนทนากลุ่ม
6. ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม ประมาณ 7-9 คน

ตอนที่ 2 ประเด็นสภาพปัญหาน้ำกระด้างที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคในชุมชนบ้านมอเกาะหาดตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ปัญหาด้านอุปโภค

1. น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน
 - 1.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพคน เป็นอย่างไร
 - 1.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานอาบน้ำ ซักผ้า เป็นอย่างไร
 - 1.4 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานรดน้ำต้นไม้ เป็นอย่างไร
2. น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร
 - 2.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานเกษตร เป็นอย่างไร
 - 2.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อการใช้งานเจริญเติบโตพืช เป็นอย่างไร
3. น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
 - 3.1 น้ำกระด้าง มีผลกระทบต่อโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
 - 3.2 น้ำกระด้าง มีผลกระทบต่อสุขภาพของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร

4. น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์
 - 4.1 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อภารกิจการรีสอร์ทหรือไม่อย่างไร
 - 4.2 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อภารกิจการโรงแรมหรือไม่อย่างไร
 - 4.3 น้ำกระด้าง ส่งผลกระทบต่อภารกิจการบ้านพักหรือไม่อย่างไร

ปัญหาด้านบริโภค

1. น้ำกระด้าง นำมาบริโภคได้หรือไม่อย่างไร
2. มีสารอะไรบ้างอยู่ในน้ำกระด้าง
3. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างไร
4. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลดีต่อสุขภาพอย่างไร
5. น้ำบาดาลในบ้านมอเกาะหาด ผ่านการกรองหรือไม่อย่างไร
6. น้ำบาดาล มีคุณภาพได้มาตรฐานบริโภคได้ตามเกณฑ์ของกรมอนามัยหรือไม่อย่างไร

ตอนที่ 3 ประเด็นผลสำเร็จการนำเทคโนโลยีในการแก้ไขน้ำกระด้างเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค ในชุมชนบ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ผลสำเร็จด้านอุปโภค

1. น้ำเพื่อใช้ในครัวเรือน
 - 1.1 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อสุขภัณฑ์ เป็นอย่างไร
 - 1.2 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการปลูกต้นไม้ เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการล้างรถยนต์ เป็นอย่างไร
 - 1.3 น้ำกระด้าง ผลสำเร็จต่อการอาบน้ำ ซักผ้า เป็นอย่างไร
 - 1.4 น้ำกระด้าง ส่งสำเร็จต่อการรดน้ำต้นไม้ เป็นอย่างไร
2. น้ำเพื่อใช้ในการเกษตร
 - 2.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จด้านการเกษตร เป็นอย่างไร
 - 2.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการเจริญเติบโตต่อพืช เป็นอย่างไร
3. น้ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
 - 3.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
 - 3.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อสุขภัณฑ์ของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างไร
4. น้ำเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์
 - 4.1 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อภารกิจการรีสอร์ทหรือไม่อย่างไร

4.2 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการกิจการโรงแรมหรือไม่อย่างไร

4.3 น้ำกระด้าง ส่งผลสำเร็จต่อการกิจการบ้านพักหรือไม่อย่างไร

ผลสำเร็จด้านบริโภค

1. น้ำกระด้าง สามารถนำมาบริโภคได้หรือไม่อย่างไร
2. การบริโภคน้ำกระด้าง ส่งผลเสียดีต่อสุขภาพอย่างไร



ภาคผนวก ฉ.
ภาพประกอบการวิจัย



ภาพที่ 1 การนำน้ำบาดาล และน้ำบาดาลบำบัดแล้วไปทดสอบคุณภาพน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 2 น้ำบาดาลที่กระด้าง



ภาพที่ 3 น้ำตาลที่ผ่านการบำบัดแล้ว



ภาพที่ 4 การสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 5 การสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 6 การสนทนากลุ่มชาวบ้าน



ภาพที่ 7 การสนทนากลุ่ม กำนันและผู้นำชุมชน



ภาพที่ 8 กำนันและผู้นำชุมชนดูงานการแก้ไขน้ำกระด้าง



ภาพที่ ๑ การถ่ายทอดการแก้ไขน้ำกระด้างแก่นักศึกษาปจ.ปากช่อง



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล นายมานพ แดงจันทิก
 วันเดือนปีเกิด 4 กุมภาพันธ์ 2509
 ที่อยู่ 139/2 หมู่ 11 บ้านมอเกาะหาด ตำบลหนองน้ำแดง
 อำเภอปากช่องจังหวัดนครราชสีมา

เบอร์โทรศัพท์ 081-9664189
 อีเมล boonto_bt@hotmail.com
 สถานที่ทำงาน ประกอบอาชีพค้าขายไม้ดอกไม้ประดับและผู้ประกอบการ
 บุญไตรสรณ์ 139/2 หมู่ 11 บ้านมอเกาะหาด
 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่องจังหวัดนครราชสีมา
 ประวัติการศึกษา ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต
 สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรวิทยาลัยครุนครราชสีมา
 ปีที่สำเร็จการศึกษา 2533

ประสบการณ์เป็นช่างเจาะน้ำบาดาล

ผู้วิจัย ได้สนใจเจาะน้ำบาดาลมาตั้งแต่เด็ก เพราะที่บ้านของ
 ผู้วิจัยอยู่ในเขตขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ทางบ้านจึงคิดหาวิธีหาน้ำมาใช้ โดยการเจาะ
 น้ำบาดาลด้วยมือ คือ การเจาะแบบเสียม ยกกระทกโดยใช้น้ำหมุนเวียน ผู้วิจัยได้เรียนรู้
 และช่วยพ่อและพี่ชายเจาะน้ำบาดาล หลังจากประสบความสำเร็จในการเจาะน้ำบาดาล
 ใช้เองแล้ว มีชาวบ้านที่สนใจได้ติดต่อว่าจ้างให้ไปเจาะบ่อบาดาล จากนั้นมาจึงเป็นช่าง
 เจาะบ่อบาดาล ผู้วิจัยเรียนจบปริญญาตรี มีการพัฒนาการเจาะน้ำบาดาลแบบหมุนหรือ
 แบบโรตารี และก็นำน้ำหมุนวนเหมือนเดิม แต่ก็มีขีดจำกัดเจาะได้ไม่เกิน 30 เมตร ต่อมา
 ได้พัฒนาการเจาะแบบหมุนกระทก โดยใช้ลมเป็นแบบไฮดรอลิก ซึ่งเจาะได้ทั้งลมและ
 น้ำ ตัวกระทกจะเป่าเศษวัสดุหรือฝุ่นขึ้นมาสามารถเจาะได้ลึก นอกจากนี้ผู้วิจัย
 ประสบการณ์ในการทำงานจัดหาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรร่วมกับ ชกส. เป็นเวลา 4 ปี และ
 ยังทำงานวางระบบสปริงเกอร์ในสนามกอล์ฟและตามบ้าน แบบปิด เปิดธรรมดาและ
 แบบตั้งเวลาหรือแบบออโตเมติก