คุณภาพน้ำจากระบบการเก็บกักน้ำฝนจากหลังคาในตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

WATER QUALITY OF ROOF RAINWATER HARVESTING SYSTEM IN THAMYAI, THUNG SONG DISTRICT, NAKHON SI THAMMARAT

ปนัดดา พิบูลย์ ศิริอุมา เจาะจิตต์ วรัญญา สรเดช อุษา มูฮัมหมัด*

***Panatda Pibul*,** Siriuma Jawjit, Waranya Soradach, U-Sa Muhammad*

สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

School of Public Health, Walailak University.

****Corresponding author, e-mail:** ppanatda@wu.ac.th*

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระบบเก็บกักน้ำฝนจากหลังคาในพื้นที่ชุมชนตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม ตัวอย่างน้ำในภาชนะเก็บกักน้ำฝน จำนวน 40 ครัวเรือน ถูกสุ่มตรวจในช่วงเดือนตุลาคม 2556 เพื่อวิเคราะห์ความขุ่น สี ความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งละลายทั้งหมด ซัลเฟต และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ร่วมกับการสำรวจการปฏิบัติด้านสุขาภิบาลน้ำบริโภคของประชาชน ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำฝนจากระบบเก็บกักน้ำจากหลังคามีค่าความเป็นกรด-ด่างและซัลเฟตอยู่เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 แต่พบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 100 และค่าความขุ่น สี ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 17.5 และ 5 ตามลำดับ สาเหตุของการปนเปื้อนอาจมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ ความไม่สะอาดของพื้นที่รับน้ำ (หลังคา ราง) และการปฏิบัติด้านสุขาภิบาลน้ำบริโภคของประชาชน โดยพบว่า มีครัวเรือนร้อยละ 67.5 มีการเก็บน้ำฝนแรกทันที ร้อยละ 65 ไม่ได้ทำความสะอาดภาชนะเก็บกักน้ำฝน ร้อยละ 47.5 ไม่มีการปิดฝาภาชนะเก็บกักน้ำฝน ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงปัญหาคุณภาพน้ำบริโภคจากระบบเก็กกักน้ำจากหลังคา ดังนั้นจึงควรมีการให้ข้อมูลแนวทางการสุขาภิบาลระบบเก็บกักน้ำฝนจากหลังคาแก่ประชาชนเพื่อสร้างความตระหนักเกี่ยวกับความปลอดภัยของน้ำบริโภค

คำสำคัญ: ระบบเก็บกักน้ำฝนจากหลังคา คุณภาพน้ำ สุขาภิบาล

Abstract

This study involved analyses of roof rainwater harvesting systems at a rural housing society in Tambon Tumyai, Thung Song, Nakhon Si Thammarat, where locate near many industry plants. A total of 40 samples were collected from roofed rainwater tanks and analyzed for turbidity, color, pH, total dissolved solids, sulfate and coliforms on October, 2013. Additional information, including the domestic sanitation practice of people was examined. Analysis of harvested rainwater sample from residential roofs indicated that the measured pH and sulfate

generally matched the Department of Health guideline of drinking water B.E. 2010. On the other hand, all water samples have positive for coliform bacteria, which is an important bacteriological parameter. Turbidity and color above the limit levels 17.5 and 5 percentage, respectively. The collected rainwater is contaminated by several factors include; the clean of rooftop catchment area and gutter and the sanitation practice of people. It was found that 67.5% of household do not use first flush diverters, 65% of household do not clean inside rainwater tank, 47.5% of household use rainwater storage tank with no lid. This result shows the poor quality of stored rainwater in rainwater tank of roof rainwater harvesting system. Therefore, it is necessary to promote safe sanitation practice and raise public awareness to addressing growing threats to drinking water quality.

Keywords: Roof Rainwater Harvesting System, Water Quality, Sanitation

บทนำ

ผลการสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคในครัวเรือนทั่วประเทศไทย พบว่าในปี พ.ศ. 2558 ส่วนใหญ่ร้อยละ 56.4 ยังไม่สะอาดปลอดภัยตามเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ ประกาศกรมอนามัย (พ.ศ. 2553) โดยคุณภาพน้ำด้านจุลชีววิทยาไม่ผ่านเกณฑ์สูงสุดถึงร้อยละ 67.5 เนื่องจากตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะทางสุขาภิบาล (Sanitation Index) [1] โดยมีสาเหตุจากความไม่สะอาดของภาชนะเก็บน้ำ เครื่องกรองน้ำ และความไม่ถูกสุขลักษณะของวิธีการเก็บน้ำดื่ม โรคติดต่อทางอาหารและน้ำเป็นโรคที่พบบ่อยรองจากไข้หวัด ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย โดยเชื้อจะเข้าสู่ร่างกายโดยการรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มีเชื้อปนเปื้อนเข้าไป ข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2548-2558) พบว่าอัตราป่วยโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลันยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง รายงานการเฝ้าระวังโรคปี 2558 พบผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลัน 1,111,959 ราย อัตราป่วย 1,854.21 ต่อประชากรแสนคน เสียชีวิต 3 ราย อัตราตาย 0.02 ต่อประชากรแสนคน [2]

ปัจจุบันพื้นที่ต่างๆ ได้มีระบบผลิตน้ำประปาเพื่อให้บริการแก่ประชาชนในพื้นที่ โดยการนำน้ำจากใต้ดินหรือแหล่งน้ำผิวดินมาผลิตให้เป็นน้ำสะอาดผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพตามหลักวิชาการและจ่ายไปตามท่อ แต่สำหรับพื้นที่ชนบทบางส่วน น้ำประปายังไม่สามารถแจกจ่ายไปได้อย่างทั่วถึงหรือมีปริมาณไม่เพียงพอต่อประชาชนในพื้นที่ รวมทั้งอาจมีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่าย จึงทำให้ประชาชนบางส่วนเลือกแหล่งน้ำตามธรรมชาติมาใช้เพื่อการบริโภค เช่น น้ำฝน น้ำบาดาล น้ำบ่อ แต่ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้ส่งผลต่อปริมาณน้ำบริโภค

ระบบการเก็บกักน้ำเป็นมาตรการหนึ่งในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเพิ่มความมั่นคงในการจัดหาน้ำสะอาดเพื่อการบริโภค โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลจากแหล่งน้ำหรือนอกเขตการให้บริการระบบน้ำประปา ประกอบด้วย 1) พื้นที่รับน้ำและขนาดของพื้นที่ และ 2) รูปแบบหรือวิธีการเก็บน้ำ โดยระบบการเก็บกักน้ำจากหลังคา (Rooftop Water Harvesting) เป็นแนวทางที่สามารถเก็บกักน้ำเพื่อให้มีแหล่งน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภคระดับครัวเรือนที่นิยมใช้ในประเทศไทย โดยมีหลังคา

เป็นพื้นที่รับน้ำ (Catchment Areas) และมีระบบขนส่งน้ำด้วยรางน้ำหรือท่อ ซึ่งทำหน้าที่ส่งน้ำไปยังที่เก็บกักน้ำเพื่อนำน้ำมาใช้ประโยชน์ วัสดุที่นำมาทำหลังคามีความหลากหลายและมีความแตกต่างตามเทคโนโลยี สภาพแวดล้อม และงบประมาณ หลังคาซึ่งสร้างจากวัสดุธรรมชาติในพื้นที่เขตร้อน เช่น ฟาง ใบจาก ไม้ไผ่ จะมีราคาถูก แต่ทำความสะอาดยาก ปริมาณน้ำจะเก็บกักได้น้อย และน้ำที่ได้รับมีความขุ่นและปนเปื้อนสารพิษได้ง่าย ปัจจุบันมีวัสดุมุงหลังคาหลายประเภท เช่น คอนกรีต พลาสติกหรือไฟเบอร์ โลหะ เช่น เหล็ก โดยส่วนใหญ่จะเป็นระบบปิด คือ เก็บกักน้ำไว้ในถังเก็บน้ำ (แทงก์) โอ่ง หรือที่เก็บน้ำขนาดใหญ่ใต้ดิน (Cistern) [3]

ผลสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติในปี 2553 [4] พบว่าน้ำที่ครัวเรือนไทยนิยมใช้ดื่มมากที่สุด คือ น้ำฝน ร้อยละ 35 รองลงมาคือน้ำดื่มบรรจุขวด ร้อยละ 32 และน้ำประปา ร้อยละ 24 อย่างไรก็ตาม คุณภาพน้ำฝนอาจไม่เป็นที่น่าบริโภคและอาจเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ เนื่องจากในปัจจุบันมีปัจจัยหลายๆ ด้าน เช่น คุณภาพอากาศ สภาพการจราจร ความสะอาดของภาชนะเก็บกัก สภาพแวดล้อมทั้งจากฝุ่น ใบไม้ และมูลนกเป็นต้น ส่งผลต่อคุณภาพน้ำฝนและอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชนตามมา ข้อมูลจากกรมอนามัยที่ทำการสำรวจน้ำฝนจากภาชนะน้ำฝนในครัวเรือนของประเทศไทยในปี 2551-2559 พบว่าคุณภาพน้ำฝนผ่านเกณฑ์คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 16.3 (ช่วงร้อยละ 7.4-28.6) ตัวชี้วัดที่ไม่ผ่านเกณฑ์ได้แก่สีความขุ่นความเป็นกรด-ด่าง และแบคทีเรีย [1]

ชุมชนตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ในใกล้โรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง อาทิ โรงงานผลิตน้ำยางข้น โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา โรงโม่หิน ซึ่งมีก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล คือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่จะปนเปื้อนกับน้ำฝนที่ตกลงมา หากเกิดภาวะฝนกรดคือมีค่าพีเอชต่ำกว่า 5.6 จะเกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำฝนที่ประชาชนใช้บริโภค ข้อมูลจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลถ้ำใหญ่พบว่าชุมชนนี้มีจำนวนครัวเรือนที่มีการบริโภคน้ำฝนสูงถึง 201 ครัวเรือน (ข้อมูล ณ พ.ศ. 2555) หรือคิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาคือ น้ำดื่มในภาชนะปิดสนิท น้ำบ่อ และน้ำประปา ร้อยละ 10, 6 และ 4 ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำจากระบบการกักเก็บน้ำจากหลังคาในพื้นที่ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และการปฏิบัติด้านการสุขาภิบาลน้ำบริโภคในระดับครัวเรือนของประชาชน โดยทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำฝนในภาชนะเก็บกักทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา เพื่อเป็นข้อมูลในการหาแนวทางการปรับปรุงระบบการจัดหาน้ำสะอาดในครัวเรือนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำจากระบบกักเก็บน้ำจากหลังคาทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาในพื้นที่หมู่ที่ 4 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. เพื่อศึกษาการสุขาภิบาลน้ำบริโภคในครัวเรือนของประชาชนในพื้นที่ตำบลถ้ำใหญ่

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Descriptive Study) เพื่อประเมินคุณภาพน้ำฝนเพื่อการบริโภคของประชาชนในพื้นที่ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ครัวเรือนในพื้นที่หมู่ 4 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งใช้น้ำฝนเพื่อการบริโภคทั้งหมด จำนวน 201 หลัง กลุ่มตัวอย่างพิจารณา

จากเกณฑ์การคัดเข้าศึกษา (Inclusion Criteria) ได้แก่ ครัวเรือนในพื้นที่หมู่ 4 บ้านถ้ำใหญ่ ซึ่งใช้น้ำฝนเพื่อการบริโภค ที่มีที่ตั้งห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีปล่องระบบควบคุมมลพิษทางอากาศภายในรัศมี 5 กิโลเมตร ซึ่งมีทั้งหมด 40 หลัง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากระบบการเก็บกักน้ำจากหลังคาจากบ้านเรือน โดยเก็บตัวอย่างซ้ำจุดเก็บละ 2 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยของผลการศึกษา ส่วนที่ 2 ศึกษาการปฏิบัติของประชาชนด้านการสุขาภิบาลน้ำเพื่อการบริโภค

เครื่องมือที่ใช้และการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

(1) แบบสอบถามประชาชนในครัวเรือนซึ่งใช้น้ำฝนเพื่อการบริโภค จำนวน 40 ครัวเรือน เกี่ยวกับระบบเก็บกักน้ำฝนจากหลังคา โดยแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Item Content Validity, I-CVI) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของดัชนีวัดความสอดคล้องของเครื่องมือวัด (S-CVI/Ave) เท่ากับ 0.91 มีทั้งจำนวน 6 ข้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของที่ตั้งครัวเรือน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลระบบเก็บกักน้ำฝนจากหลังคาและการสุขาภิบาลน้ำบริโภคในครัวเรือน เนื้อหาประกอบด้วยวัสดุของพื้นที่ที่รับน้ำ (หลังคา ราง) รูปแบบและวัสดุของภาชนะเก็บกักน้ำ การปฏิบัติด้านการสุขาภิบาลน้ำบริโภคในครัวเรือน

(2) การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนในภาชนะเก็บกักในพารามิเตอร์สี ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งละลายทั้งหมด ซัลเฟต ตามวิธีของ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (21st Edition) [5] และตรวจวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยใช้แผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป 3MTH Petrifilm

การเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) สำรวจข้อมูลแหล่งน้ำเพื่อการบริโภคของประชาชนในพื้นที่หมู่ที่ 4 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

(2) เก็บข้อมูลระบบเก็บกักน้ำฝนจากหลังคาและการสุขาภิบาลน้ำเพื่อการบริโภคในครัวเรือน โดยใช้แบบสอบถาม และเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบการเก็บกักน้ำจากหลังคาในพื้นที่หมู่ที่ 4 ตำบลถ้ำใหญ่ ระหว่างวันที่ 5-7 ตุลาคม พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน โดยการเก็บตัวอย่างน้ำจากภาชนะเก็บกักน้ำประจำครัวเรือนแบ่งเป็น 2 วิธี ตามลักษณะของภาชนะเก็บกัก ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (ดังตารางที่ 1)

(2.1) ภาชนะเก็บกักน้ำลักษณะแบบเปิดจากฝา เช่น โอ่งถังพลาสติก ทำการเก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้ขันหรือแก้วที่อยู่ประจำภาชนะเก็บกัก ตักน้ำใส่ขวดโพลิเอทิลีนขนาด 200 มิลลิลิตร

(2.2) ภาชนะเก็บกักน้ำลักษณะแบบเปิดจากก๊อกน้ำ เช่น ถังคอนกรีต เริ่มจากเปิดน้ำทิ้ง 1-2 นาที จากนั้นนำน้ำใส่ในภาชนะบรรจุกลั้วทิ้ง 2-3 ครั้ง แล้วเก็บน้ำใส่ภาชนะบรรจุให้เต็มขวด ปิดฝาให้แน่น

(3) นำตัวอย่างน้ำที่รักษาสภาพมาวิเคราะห์ภายในเวลาไม่เกิน 12 ชั่วโมง หลังทำการเก็บ โดยสถานที่ทำการวิจัย คือ ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

(3.1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ สี ตรวจวัดด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) ในห้องปฏิบัติการ

(3.2) คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ใช้เครื่องวัดพีเอชแบบพกพา ตรวจวัดในภาคสนาม ความขุ่นตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความขุ่น (Nephelometer) ของแข็งละลายทั้งหมด ทำการตรวจวัดโดยนำน้ำที่ผ่านการกรองไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ส่วนซัลเฟตตรวจวัด

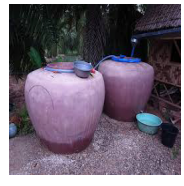
ด้วยวิธี Turbidimetric ทั้ง 3 พารามิเตอร์นี้ ทำการตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ

(3.3) คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ทำการเก็บตัวอย่างด้วยเทคนิคการปลอดเชื้อ (Aseptic Technique) และทดสอบด้วยแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป 3M Petrifilm™ E.Coli/Coliform Count Plates โดยนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 ± 2 ชั่วโมง และนับจำนวนโคโลนีสีแดงและสีน้ำเงินที่มีฟองก๊าซ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามโดยใช้สถิติเชิงพรรณา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ช่วง และนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ประกาศกรมอนามัย พ.ศ. 2553 และเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท ของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2531

ตารางที่ 1 ข้อมูลภาชนะเก็บกักน้ำฝนและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

ภาชนะเก็บกัก	ลักษณะ	จำนวนครัวเรือน (หลัง)	วิธีเก็บ
โอ่ง (ขนาดประมาณ 1,000 L)		33	เก็บโดยใช้ภาชนะที่อยู่ประจำภาชนะเก็บกัก
ถังพลาสติก (ขนาด 200 L)		4	เก็บโดยใช้ภาชนะที่อยู่ประจำภาชนะเก็บกัก
ถังคอนกรีต (ขนาดประมาณ 2,000 L)		3	เก็บจากก๊อกโดยตรง

ผลการวิจัย

คุณภาพน้ำบริโภคจากระบบการกักเก็บน้ำจากหลังคา

คุณภาพน้ำฝนในภาชนะเก็บกักในหมู่ที่ 4 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำฝน จำนวน 40 ตัวอย่าง (ครัวเรือน) ให้ผลการศึกษาดังนี้

ด้านกายภาพ เคมี พบว่าน้ำฝนในภาชนะเก็บกักมีค่าสีอยู่ในช่วง 1-17 Pt-Co โดยมี 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5 มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 และเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2531 ความขุ่นอยู่ในช่วง 0.34-6.09 NTU มี 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.5

มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำของกรมอนามัย แต่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท ร้อยละ 100 ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.63-8.46 ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดอยู่ในช่วง 65-750 mg/l และปริมาณซัลเฟตอยู่ในช่วง 0.96-6.65 mg/l ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2 - 3

ผลการตรวจคุณภาพน้ำฝนด้านจุลชีววิทยา พบว่ามีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง 2-195 MPN/100 ml โดยพบว่ามีตัวอย่างน้ำบริโภคร้อยละ 100 มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 และจำนวน 28 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 70 สูงกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท พ.ศ. 2531 (กำหนดไว้ที่ 10 MPN/100 ml)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนจากภาชนะเก็บกัก หมู่ที่ 4 บ้านถ้ำใหญ่ อ.ทุ่งสง (n = 40)

ดัชนี	ค่ามาตรฐาน*	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สี (Pt-Co)	15	1.0 - 17.0	9.0	4.5
ความขุ่น (NTU)	5	0.3 - 6.1	2.8	1.6
ของแข็งละลายทั้งหมด (mg/l)	1000	65.0 - 750.0	302.3	189.6
ความเป็นกรด-ด่าง	6.5 - 8.5	6.6 - 8.5	7.5	0.4
ซัลเฟต (mg/l)	250	1.0 - 6.7	4.1	1.2
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 ml)	ไม่พบ	0.8 - 195.0	45.0	53.5

* ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. 2553

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำจากระบบการกักเก็บน้ำจากหลังคาในพื้นที่ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ตัวอย่างที่	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนจากภาชนะเก็บกัก					
	สี (Pt-Co)	ความขุ่น (NTU)	ของแข็งละลาย(mg/l)	ความเป็นกรด-ด่าง	ซัลเฟต (mg/l)	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 ml)
1	10	1.91	145	8.19	4.59	142
2	15	2.74	100	7.61	4.04	71
2	12	5.71	595	7.78	3.39	195
4	5	3.56	370	8.02	3.50	1.32
5	11	5.9	435	7.47	5.13	59
6	7	4.25	150	7.39	4.04	44
7	1	1.06	270	7.58	6.11	6
8	11	0.37	495	7.51	2.30	66
9	2	1.56	100	7.59	4.47	18
10	7	1.09	135	7.32	0.96	17
11	8	3.56	400	7.32	6.65	12
12	4	3.11	210	7.56	4.26	2.32
13	13	1.78	75	7.04	4.15	18
14	16	1.06	275	7.81	4.58	15
15	15	1.96	90	7.88	4.91	14
16	4	3.27	115	7.43	4.91	60
17	11	6.09	750	7.31	4.04	6.77

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนจากภาชนะเก็บกัก					
	สี (Pt-Co)	ความขุ่น (NTU)	ของแข็งละลาย(mg/l)	ความเป็นกรด-ด่าง	ซัลเฟต (mg/l)	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 ml)
18	5	2.37	455	7.58	4.91	33
19	12	2.09	240	7.39	4.37	42
20	11	4.028	500	7.32	2.85	6.14
21	9	2.964	195	7.48	5.13	23
22	7	1.57	165	6.63	5.24	9
23	1	2.06	185	7.22	4.70	4
24	11	1.98	485	7.63	4.91	38
25	9	5.78	735	7.84	3.18	26
26	14	3.42	510	7.32	2.96	128
27	6	2.64	115	7.24	3.39	86
28	17	3.21	100	7.17	5.78	151
29	3	2.12	455	8.13	2.41	3.37
30	9	2.81	150	8.36	2.30	128
31	12	5.92	310	7.74	5.34	14
32	2	1.92	485	6.71	4.69	19
33	2	0.34	515	7.83	3.82	2
34	15	5.98	510	6.88	3.83	143
35	8	1.47	325	7.82	5.67	2
36	10	5.68	550	8.05	3.50	2
37	6	2.39	120	6.85	4.05	31
38	7	1.05	205	7.58	4.04	103
39	7	2.63	65	8.46	2.30	1.32
40	13	1.09	126	7.28	3.39	153
ผ่าน (%)	**95**	**82.5**	**100**	**100**	**100**	**0**
ไม่ผ่าน (%)	**5**	**17.5**	**0**	**0**	**0**	**100**

พื้นที่รับน้ำ

ผลการสำรวจพบว่า บ้านทั้ง 40 หลัง ใช้หลังคาเป็นพื้นที่รับน้ำและรวบรวมน้ำจากรางน้ำหรือท่อไปยังถังเก็บกักน้ำเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ วัสดุที่นำมาทำหลังคาแบ่งเป็นกระเบื้องซีเมนต์ลูกฟูก ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้มุงหลังคาทั่วไป จำนวน 36 หลัง (ร้อยละ 90) และหลังคาสังกะสี จำนวน 4 หลัง (ร้อยละ 10) ดังแสดงในตารางที่ 4 ในจำนวนนี้มีบ้านจำนวน 2 หลัง ที่พบว่าสังกะสีเกิดการเสื่อมสภาพ ผุกร่อน และมีสนิม โดยทั่วไปปริมาณน้ำที่เก็บกักได้จากหลังคาสามารถเก็บกักได้ประมาณร้อยละ 85 ของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงหลังคา และอีกร้อยละ 15 ที่เหลือจะระเหยหรือไหลกลายเป็นน้ำท่า [3] ส่วนลักษณะของรางที่รองรับน้ำฝนมี 2 แบบ ซึ่งทำจากวัสดุต่างกัน ได้แก่ รางสังกะสี จำนวน 38 หลัง (ร้อยละ 95) และรางพลาสติก จำนวน 2 หลัง (ร้อยละ 5) โดยรูปแบบของรางน้ำมีลักษณะแบบเปิด ไม่มีการติดตั้งลวดตาข่ายเพื่อช่วยในการกรองใบไม้หรือเศษขยะ ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนส่วนใหญ่ร้อยละ 67.5 มีการเก็บน้ำฝนทันทีที่ฝนตก ไม่ได้ปล่อยน้ำฝนที่ตกในช่วงแรกๆ ทิ้งก่อนรองรับน้ำสู่ภาชนะเก็บกัก ซึ่งอาจทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาชะเอาสิ่งต่างๆ ที่ติดอยู่ที่หลังคาและรางน้ำส่งผลให้น้ำฝนเกิดการปนเปื้อนมลสารได้

การกักเก็บน้ำ

ภาชนะที่ใช้ในการเก็บกักน้ำฝนมี 3 แบบ ได้แก่ โอ่งปูน (ขนาดประมาณ 1,000 ลิตร) มีจำนวน 33 หลัง (ร้อยละ 82.5) ถังพลาสติก (ขนาด 200 ลิตร) จำนวน 4 หลัง (ร้อยละ 10) และถังคอนกรีต (ขนาดประมาณ 2,000 ลิตร) จำนวน 3 หลัง (ร้อยละ 7.5) ทั้งนี้วัสดุที่ใช้ทำภาชนะเก็บกักมีผลต่อคุณภาพน้ำ เนื่องจากน้ำฝนเป็นน้ำที่มีพีเอชเป็นกรดอ่อน จึงเป็นตัวทำละลายที่ดีพอสมควร สามารถละลายสารต่างๆ ทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะ ดังนั้นการเก็บน้ำฝนไว้ในภาชนะต่างๆ ต้องระวังการทำละลายของน้ำฝน [6]

การสุขาภิบาลน้ำบริโภคในครัวเรือน

ด้านการทำความสะอาดภาชนะกักเก็บพบว่ามีบ้านที่ล้างทำความสะอาดภาชนะกักเก็บน้ำฝน จำนวน 14 หลัง (ร้อยละ 35) ส่วนอีก 26 หลัง (ร้อยละ 65) ไม่มีการล้างทำความสะอาดเนื่องจากมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ทำความสะอาดได้ยาก โดยบ้านที่ใช้ถังเก็บกักน้ำทำจากพลาสติกจะมีการทำความสะอาดถังเมื่อน้ำในถังใกล้หมดเป็นประจำ (ทุก 1-2 เดือน) เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและปริมาตรของถังไม่สูงนัก ส่วนภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่ เช่น โอ่งปูน ถังคอนกรีต จะล้างนานๆ ครั้ง (ทุก 2-3 ปี) และต้องรอให้มีปริมาณน้ำน้อยๆ หรือช่วงที่ฝนไม่ตก เป็นที่น่าสังเกตว่าขนาดของภาชนะเก็บกักน้ำฝนอาจมีความเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติด้านสุขาภิบาลน้ำบริโภคของประชาชนในประเด็นความถี่การล้างทำความสะอาดภาชนะเก็บกัก

ด้านการป้องกันมลพิษจากภายนอก พบว่ามีจำนวนบ้านที่ปิดฝาภาชนะเก็บกักน้ำฝน 21 หลัง คิดเป็นร้อยละ 52.5 ส่วนบ้านที่ไม่มีการปิดฝาภาชนะกักเก็บมีจำนวน 19 หลัง คิดเป็นร้อยละ 47.5 ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ใบไม้หรือฝุ่นละอองต่างๆ ที่อยู่บริเวณโดยรอบตกลงไปในภาชนะเก็บกักน้ำฝน

ด้านการปรับปรุงคุณภาพน้ำฝนก่อนนำมาบริโภค พบว่าครัวเรือนร้อยละ 62.5 ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนบริโภค แต่มีบางบ้านจะรอให้น้ำตกตะกอนเองตามธรรมชาติในภาชนะเก็บกัก ส่วนครัวเรือนร้อยละ 37.5 มีปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนบริโภคโดยการต้มร้อยละ 15.5 และการกรองด้วยเครื่องกรองน้ำสำเร็จรูปที่จำหน่ายตามท้องตลาดร้อยละ 22.5

ตารางที่ 4 ผลการสำรวจด้านสุขาภิบาลน้ำบริโภคในครัวเรือน

หัวข้อ	ครัวเรือน (หลัง)	ร้อยละ
1. ชนิดภาชนะเก็บกักน้ำฝน		
โอ่ง, ตุ่ม	33	82.5
ถังพลาสติก	4	10.0
ถังคอนกรีต	3	7.5
2. ลักษณะหลังคารองรับน้ำฝน		
กระเบื้อง	36	90.0
สังกะสี	4	10.0
3. ลักษณะรองรับน้ำฝน		
รางสังกะสี	38	95.0
รางจากท่อพลาสติก	2	5.0

ตารางที่ 4 (ต่อ)

หัวข้อ	ครัวเรือน (หลัง)	ร้อยละ
4. การล้างภาชนะรองรับ		
ล้าง	14	35.0
ไม่ล้าง	26	65.0
5. การปิดฝาภาชนะรองรับ		
ปิดฝา	25	62.5
ไม่ปิดฝา	15	37.5
6. ก๊อก, ท่อที่ต่อจากภาชนะรองรับ		
มี	13	32.5
ไม่มี	27	67.5
7. การปรับปรุงคุณภาพน้ำฝนก่อนดื่ม		
ปรับปรุงโดยการกรอง	9	22.5
ปรับปรุงโดยการต้ม	6	15.0
ไม่ปรับปรุง	25	62.5

สรุปและอภิปรายผล

ผลการตรวจคุณภาพน้ำบริโภคจากระบบการกักเก็บน้ำจากหลังคาของชุมชนตำบลบ้านถ้ำใหญ่ เทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคกรมอนามัย พ.ศ. 2553 และเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท ของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2531 พบครัวเรือนมีปัญหาคุณภาพน้ำฝนไม่ผ่านเกณฑ์ในพารามิเตอร์ สี ความขุ่น และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าอยู่ในช่วง 2-195 MPN/100 ml สูงกว่างานวิจัยของมธุรดา ปองไป [6] ซึ่งได้ทำการศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำฝนที่ใช้ดื่มในจังหวัดมหาสารคาม พบว่าค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง 2-2.6 MPN/100 ml ผ่านมาตรฐานถึงร้อยละ 96.7 โดยตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานมีการทำความสะอาดภาชนะสำหรับรองรับเป็นประจำ เมื่อนำผลคุณภาพน้ำและผลการสอบถามข้อมูลระบบเก็บกักน้ำฝนจากหลังคาและการสุขาภิบาลน้ำบริโภคในครัวเรือนมาพิจารณา พบว่าปัจจัยที่อาจมีผลต่อคุณภาพน้ำฝนในพารามิเตอร์ดังกล่าวข้างต้น คือ ครัวเรือนส่วนใหญ่ร้อยละ 60.5 ไม่มีการล้างทำความสะอาดภาชนะเก็กกักน้ำ และร้อยละ 67.5 เก็บกักน้ำฝนที่ตกในช่วงแรก หรือฝนแรกทันที โดยไม่ได้ปล่อยให้ฝนตกสักระยะเพื่อล้างสิ่งสกปรกในอากาศและพื้นที่รับน้ำ (หลังคา ราง) ให้สะอาดก่อน ซึ่งหากต้องการเก็บกักน้ำฝนที่มีคุณภาพดีเพื่อการบริโภค วิธีการปฏิบัติอย่างง่ายคือประชาชนควรนำน้ำฝนที่ตกในช่วงแรกซึ่งเป็นน้ำที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารเคมี ฝุ่นละออง แบคทีเรีย จากสภาพแวดล้อมของพื้นที่และมูลสัตว์และสิ่งปนเปื้อนจากหลังคาและรางน้ำในช่วงที่แห้งออกไปก่อน โดยการติดตั้งขาตั้งและรางน้ำตั้งอยู่ด้านหน้าเพื่อระบายน้ำล้างหลังคาทิ้งก่อนน้ำไหลไปยังรางน้ำ ท่อระบายน้ำ และลงสู่ภาชนะเก็บกักน้ำ ตามลำดับ [7]

โดยทั่วไป คุณภาพน้ำด้านจุลชีววิทยาใช้ประเมินคุณภาพน้ำฝนในแง่การบ่งบอกถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ แต่ความขุ่นและสีซึ่งเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับความน่าดื่มน่าใช้ (Aesthetic Properties) จัดเป็นพารามิเตอร์ลำดับต้นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำบริโภค [8] ผลการศึกษาครั้งนี้พบครัวเรือนที่คุณภาพน้ำฝนมีความขุ่นและสีไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคของกรมอนามัยร้อยละ 17.5 และ 5 ตามลำดับ ความขุ่นเกิดจากอนุภาคหรือสารแขวนลอยต่างๆ เช่น ดิน ตะกอน โดยทั่วไปความขุ่นเป็นลักษณะเฉพาะของน้ำผิวดิน เนื่องจากมีการสัมผัสกันระหว่างน้ำกับสิ่งต่างๆ บนผิวโลก ส่วนน้ำฝนที่เก็บโดยตรง (ไม่ผ่านภาชนะรองรับ) มักมีค่าความขุ่นน้อยมาก แต่หากผ่านหลังคาหรือภาชนะรองรับอาจทำให้ความขุ่นในน้ำฝนมีค่าสูงขึ้น เมื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเชื่อมโยงกับผลการสำรวจการเก็บกักน้ำฝน พบว่าตัวอย่างน้ำฝนจากบ้าน 7 หลัง ที่มีค่าความขุ่นไม่ผ่านเกณฑ์ คือ อยู่ในช่วง 5.71-6.09 NTU มีบ้านจำนวน 4 หลัง ที่ไม่มีฝาปิดภาชนะเก็บกักน้ำ บ้าน 3 หลัง ไม่มีการล้างทำความสะอาดรางรองรับน้ำฝน และบ้าน 1 หลัง ไม่ได้มีการดำเนินการทั้ง 2 ส่วนข้างต้น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้น้ำฝนชะสิ่งสกปรกจำพวกฝุ่นละอองต่างๆ ที่อยู่บริเวณหลังคาและรางรองรับน้ำฝน

นอกจากนี้ ชนิดของหลังคาก็อาจมีผลต่อค่าความขุ่นของน้ำฝนในภาชนะเก็บกัก ข้อมูลจากการสำรวจพบว่าความขุ่นของตัวอย่างน้ำฝนที่เก็บจากบ้านหลังคาสังกะสี 4 หลัง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.89 $\pm$ 0.18 NTU มีค่าสูงกว่าน้ำฝนที่เก็บจากบ้านที่ใช้หลังคากระเบื้อง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.47 $\pm$ 1.15 NTU ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากหลังคาที่ทำจากสังกะสีเกิดการผุกร่อนหรือเกิดสนิม เมื่อน้ำฝนตกลงมาสัมผัสกับหลังคาอาจชะเอาเศษวัสดุที่เกิดจากการผุกร่อนลงมาปะปนอยู่ในน้ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์พัฒน์ สิมะวัฒนะ [9] ซึ่งได้ทำการศึกษาสมบัติของน้ำฝนจากหลังคากระเบื้องและสังกะสีของบ้านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ผลการศึกษาพบว่าน้ำฝนที่รองรับจากหลังคาสังกะสีและหลังคากระเบื้องจะมีค่าความขุ่นผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่ค่าความขุ่นของหลังคาสังกะสีอยู่ในช่วง 0.266-0.430 NTU มีค่าสูงกว่าค่าความขุ่นของน้ำฝนที่ใช้หลังคากระเบื้อง ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.176-0.327 NTU แม้ว่าของแข็งและความขุ่นในน้ำสามารถกำจัดหรือทำให้ลดลงได้หลายวิธี เช่น การกรอง การตกตะกอน แต่ผลการสำรวจพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 62.5 ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำใดๆ ก่อนนำมาบริโภค เพียงแค่ปล่อยทิ้งให้เกิดการตกตะกอนตามธรรมชาติภายในภาชนะเก็บกัก ซึ่งแม้ว่าการบริโภคน้ำดื่มที่มีความขุ่นหรือมีค่าน้อยอาจไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ แต่ทำให้น้ำไม่น่าบริโภค และมีผลต่อระบบการกรอง ทำให้เครื่องกรองอุดตันและเสื่อมสภาพ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน เนื่องจากอนุภาคความขุ่นจะห่อหุ้มจุลินทรีย์ไว้ทำให้คลอรีนไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ [10]

ส่วนสีในน้ำ โดยทั่วไป 2 ชนิด คือ สีแท้และสีปรากฏ สีแท้ส่วนใหญ่เกิดจากสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากประเภทกรดฮิวมิคและกรดฟูลวิค ส่วนสีปรากฏเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ ซึ่งสามารถกำจัดออกได้โดยวิธีการทางกายภาพ เช่น การกรอง น้ำฝนตามธรรมชาติจะมีลักษณะใสไม่มีสี แต่สาเหตุที่ทำให้สีของน้ำฝนเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากการเน่าเปื่อยของใบไม้หรือเกิดจากสารแขวนลอยต่างๆ [11] ผลการศึกษาพบว่ามีบ้าน 3 หลัง ที่ค่าสีไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยทั้งหมดเป็นบ้านที่ไม่มีการปิดฝาภาชนะเก็บกักน้ำฝน โดยบริเวณบ้านที่ทำการสำรวจบางส่วนมีการปลูกไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ไว้ในบริเวณบ้าน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เศษใบไม้และกิ่งไม้ตกลงไปเกิดการเน่าเปื่อยและสะสมในปริมาณมากจนทำให้สีของน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไปจากธรรมชาติ โดยงาน

วิจัยของ Despins [12] พบว่าการสะสมของส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชเนื่องจากมีต้นไม้อยู่เหนือพื้นที่รับน้ำฝนจะมีผลเสียต่อคุณภาพน้ำฝนที่ถูกชะลงมาเก็บกักในภาชนะเก็บกักน้ำ นอกจากนี้พบว่าบ้านดังกล่าวข้างต้นไม่มีการทำความสะอาดภาชนะเก็บกักน้ำฝน อย่างไรก็ตามทั้ง 3 หลังนี้ ได้มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนบริโภคโดยใช้เครื่องกรองสำเร็จรูปที่จำหน่ายตามท้องตลาด ซึ่งสามารถลดสีได้ จึงอาจทำให้ประชาชนไม่เห็นความสำคัญการดูแลบำรุงรักษาระบบเก็บกักน้ำฝนเพื่อการบริโภค

ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำฝนในภาชนะเก็บกักทั้งหมดมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยครัวเรือนร้อยละ 90 ใช้ภาชนะในการเก็บกักน้ำฝนที่ทำจากวัสดุคอนกรีต สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Despins และคณะ [12] ซึ่งพบว่าวัสดุที่ใช้ทำภาชนะเก็บกักมีผลสำคัญต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ น้ำฝนในภาชนะเก็บกักที่ทำจากวัสดุคอนกรีตจะมีค่าเป็นด่างเนื่องจากผนังภาชนะจะมีการปล่อยแคลเซียมคาร์บอเนตออกมา ส่วนวัสดุพลาสติกมีแนวโน้มเป็นกรดอ่อน

น้ำฝนจัดว่าเป็นน้ำที่สะอาด แต่ก็สามารถเกิดสิ่งสกปรกได้ง่าย ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของสถานที่ตั้งบ้านเรือน โดยพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรม การจราจรหนาแน่น หรือมีปัญหามลพิษทางอากาศ มีปัจจัยเสี่ยงจากฝุ่นละอองไอจากท่อไอเสีย ควันจากโรงงาน โดยเฉพาะก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล มีผลทำให้น้ำฝนปนเปื้อนสารต่างๆ ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมรอบชุมชนบ้านถ้ำใหญ่โดยเฉพาะมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากโรงงานอุตสาหกรรมยังไม่ก่อให้เกิดปัญหาฝนกรด เห็นได้จากปริมาณซัลเฟตและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ผ่านเกณฑ์ แต่คุณภาพน้ำจากระบบการกักเก็บน้ำจากหลังคาของพื้นที่ชุมชนบ้านถ้ำใหญ่มีปัญหาในพารามิเตอร์ สี ความขุ่น และด้านจุลชีววิทยา คือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมีการประชาสัมพันธ์แนวทางในการดูแลบำรุงรักษาระบบการกักเก็บน้ำฝนจากหลังคา และการปฏิบัติด้านการสุขาภิบาลน้ำบริโภคให้กับประชาชนอย่างต่อเนื่องและทั่วถึง

เอกสารอ้างอิง

[1] Department of Health. (2018). *Quality of Drinking water Situation of Thailand 2008 - 2016*. Retrieved April 1, 2018, from https://www.m-society.go.th/article_attach/21561/21296.pdf

[2] Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control. (2017). *Annual Epidemiology Surveillance Report 2015*. Retrieved October 18, 2017, from http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2015/sum_aesr.php

[3] Arrunrata, Chanawat. (2017). *Water Harvesting (2)*. Retrieved October 19, 2017, from http://www.dwr.go.th/contents/files/article/article_th-07092016-134322-829057.pdf

[4] National Statistical Office. (2017). *The 2012 Household Socio-Economic Survey Whole Kingdom*. Retrieved October 18, 2017, from http://service.nso.go.th/nso/web/article/article_60.html

[5] APHA, AWWA, WEF. (2005). *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater.* 21st ed. Washington DC: American Public Health Association.

[6] Pongpai, Mathurada, Theibmung, Anongluk, Chirdmongcon, Orawan. (2007*). Qualitative Study of Coliform Bacteria in Rain Water Containers: A Case Study at Amphur Kosumpisai, Maha Sarakham*. Rajabhat Maha Sarakham University.

[7] Fayez A. Abdulla; Al-Shareef A. W. (2009). Roof Rainwater Harvesting Systems for Household Water Supply in Jordan. *Desalination.* 243(1-3): 195-207.

[8] Zhu, Kun; Zhang, Linus; Hart, William; Liu, Mancang; and Chen, Hui. (2004). Quality Issues in Harvested Rainwater in Arid and Semi-Arid Loes Plateau of Northern China. *Journal of Arid Environments*. 57(4): 487-505.

[9] Simawathana, Pimpat. (2007). *Study the Properties of Rain Water from the Many Kinds of Roof's Houses in Amphur Maung Ubonratchathani Province*. Dissertation, M.Sc. (Chemistry). Ubonratchathani Rajabhat University.

[10] Maimunsomsook, Paitoon. (2017). *Turbidity*. Retrieved October 19, 2017, from http://www2.diw.go.th/Research/เอกสารเผยแพร่/4-Turbidity-w.pdf

[11] Tuntoolavest, Munsin; and Tuntoolavest, Munruk. (2002). *Chemistry of Water and Wastewater*. 2nd ed. Bangkok: Chulalongkorn University.

[12] Despins, Christopher; Farahbakhsh, Khosrow; and Leidl, Chantelle. (2009). Assessment of Rainwater Quality from Rainwater Harvesting Systems in Ontario, Canada. *Journal of Water Supply*: *Research and Technology*. 58(2): 117-134.