การประเมินคุณภาพน้ำบาดาลในพื้นที่อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ด้วยดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล

Assessment of Groundwater Quality in Phanom Sarakham District, Chachoengsao Province, Using Groundwater Quality Index.

(Received: August 14,2025 ; Revised: August 23,2025 ; Accepted: August 24,2025)

จุฑามาศ คำแก้ว[1] คณิตา ตังคณานุรักษ์[2] และ วัชรพงษ์ วาระรัมย์[2]
Jutamas Kamkaew[1], Kanita Tungkananuruk[2] and Watcharapong Wararam[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะที่เป็นพิษ ของน้ำบาดาล ในพื้นที่ตำบลบ้านซ่อง และตำบลท่าถ่าน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และประเมินคุณภาพน้ำบาดาลด้วยดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (Groundwater Quality Index; GWQI) จำนวนทั้งสิ้น 16 พารามิเตอร์ ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ และมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566

ผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวนทั้งสิ้น 32 ตัวอย่าง มีคุณลักษณะทางเคมีเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน คุณภาพน้ำบาดาลมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 14 ตัวอย่าง พบค่า เหล็ก (Fe) 1.1 ± 0.0 – 690 ± 17.0 mg/L ฟลูออไรด์ (F^-) 1.4 ± 0.1 – 1.8 ± 0.1 mg/L ไนเตรท (NO_3^-) 47 ± 3 – 110 ± 10 mg/L และแมงกานีส (Mn) 0.6 ± 0.1 – 8.2 ± 0.1 mg/L มีคุณลักษณะที่เป็นพิษเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน คุณภาพน้ำบาดาลมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 1 ตัวอย่าง พบค่า นิกเกิล (Ni) 0.0280±0.0007 mg/l และประเมินคุณภาพน้ำบาดาลด้วยดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI) ตัวอย่างน้ำบาดาลส่วนใหญ่ จำนวน 30 ตัวอย่าง มีคุณภาพที่ดีมากเหมาะสำหรับการบริโภค โดยมีค่า GWQI อยู่ระหว่าง 0.04 – 21.67 อย่างไรก็ตาม มีหนึ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพดี (GWQI = 32.34) และอีกหนึ่งตัวอย่างมีคุณภาพไม่ดี (GWQI = 59.30)

คำสำคัญ: การประเมินคุณภาพน้ำบาดาล, ดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล, อำเภอพนมสารคาม

Abstract

This research is a survey-based study aimed at investigating the chemical and toxic characteristics of groundwater in Ban Song and Tha Than subdistricts, Phanom Sarakham district, Chachoengsao province. It also seeks to assess groundwater quality using the Groundwater Quality Index (GWQI) across 16 parameters, in accordance with the standards for potable groundwater quality and groundwater quality. Sampling was conducted in March 2023.

The findings indicated that, among the 32 groundwater samples analyzed, 14 samples exhibited chemical characteristics exceeding the standards. Detected concentrations were in the ranges of Fe 1.1 ± 0.0 – 690 ± 17.0 mg/L, F^- 1.4 ± 0.1 – 1.8 ± 0.1 mg/L, NO_3^- 47 ± 3 – 110 ± 10 mg/L, and Mn 0.6 ± 0.1 – 8.2 ± 0.1 mg/L. Regarding toxic characteristics, one sample exceeded the standards, with Ni detected at 0.0280 ± 0.0007 mg/L. Groundwater quality assessment using the Groundwater Quality Index (GWQI) revealed that the majority of the samples (n = 30) were classified as having very good quality, suitable for consumption, with GWQI values ranging from 0.04 to 21.67. However, one sample was classified as good quality (GWQI = 32.34), while another was classified as poor quality (GWQI = 59.30).

Keywords: Groundwater Quality Assessment, Groundwater Quality Index, Phanom Sarakham District

บทนำ

น้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำจืดหลักสำหรับประชากรทั่วโลกที่มีการใช้ในครัวเรือน การเกษตร และ

[1] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2] อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุตสาหกรรม ประมาณหนึ่งในสามของประชากรทั่วโลกที่ใช้น้ำบาดาลในการดื่ม น้ำบาดาลจึงเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างยิ่งในพื้นที่แห้งแล้ง และกึ่งแห้งแล้ง ซึ่งน้ำผิวดินและปริมาณน้ำฝนมีอยู่อย่างจำกัด[1] โดยทั่วไปน้ำบาดาลเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากสารแขวนลอย แต่การปนเปื้อนด้วยน้ำที่มีคุณภาพด้อยกว่าทำให้คุณภาพน้ำบาดาลเปลี่ยนไป การปนเปื้อนมลสารในน้ำบาดาลมี 2 สาเหตุหลัก คือ การปนเปื้อนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเป็นผลมาจากลักษณะทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา รวมถึงสภาพภูมิอากาศ[2] และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีการนำน้ำบาดาลไปใช้ประโยชน์ ซึ่งการปนเปื้อนในเขตเมืองมีความเชื่อมโยงกับกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การปล่อยน้ำเสียจากอุตสาหกรรม และน้ำชะขยะจากแหล่งฝังกลบ[3] ในขณะที่พื้นที่ชนบทการปนเปื้อนส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางการเกษตร มลสารที่ปนเปื้อน เช่น โลหะที่เป็นพิษ, สารประกอบไฮโดรคาร์บอน, สารปนเปื้อนอินทรีย์, ยาฆ่าแมลง และไมโครพลาสติก ก่อให้เกิดภัยคุกคามต่อสุขภาพมนุษย์ นิเวศวิทยา การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม มลพิษในน้ำบาดาลจึงกลายเป็นปัญหาระดับโลกที่น่ากังวล[4] แสดงให้เห็นว่าน้ำบาดาลมีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนจากธรณีวิทยาของชั้นหินอุ้มน้ำ สภาพอากาศ และกิจกรรมมนุษย์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนในน้ำบาดาลส่งผลให้คุณภาพน้ำบาดาลเสื่อมลง จากรายงานสถานการณ์น้ำบาดาลประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2565[5] พบว่าคุณภาพน้ำบาดาลส่วนใหญ่มีคุณภาพดีอยู่ ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคได้ตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ยกเว้นบางพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารอันตรายที่เป็นแหล่งทิ้งขยะชุมชน แหล่งรับกำจัดของเสียและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากอุตสาหกรรมกระจายตัวในหลายพื้นที่ทั่วประเทศไทย ตำบลบ้านซ่อง และตำบลท่าถ่าน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาล ประกอบกับจังหวัดฉะเชิงเทราเป็นพื้นที่โครงการเขตพัฒนาพิเศษ ภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor; EEC) โดยผลักดันตามแผนยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจประเทศยุคอุตสาหกรรม 4.0 ที่มีจุดมุ่งหมายพัฒนาตลาดและฐานการผลิตของไทยสู่การกระจายสินค้า การบริการ รวมถึงการลงทุนและแรงงานได้อย่างเสรี

การประเมินคุณภาพน้ำบาดาลด้วยดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (Groundwater Quality Index: GWQI) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำ โดยใช้ประกอบการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างเหมาะสม โดยบ่งชี้ถึงผลกระทบโดยรวมขององค์ประกอบ ทางเคมีต่อคุณภาพน้ำ เพื่อประเมินว่าแหล่งน้ำบาดาลนั้นมีความเหมาะสมต่อการอุปโภคและบริโภคหรือไม่ ในประเทศอินเดียมีการใช้คุณลักษณะทางกายภาพ และคุณลักษณะทางเคมีของน้ำบาดาลเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (WHO) และสำนักงานมาตรฐานของอินเดียเพื่อประเมินคุณภาพน้ำสำหรับการบริโภค[6] ในขณะที่ประเทศโกตดิวัวร์ได้ใช้หลักเกณฑ์คล้ายกันโดยเน้นการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีกับมาตรฐาน WHO เช่นกัน[7] ส่วนในประเทศเคนยา การประเมินคุณภาพน้ำบาดาลมีความแตกต่างออกไป ซึ่งมีการนำคุณลักษณะทางเคมีร่วมกับคุณลักษณะทางแบคทีเรียมาใช้ประกอบการประเมินคุณภาพน้ำ ทั้งนี้ยังมีการอ้างอิงมาตรฐานน้ำดื่มของ WHO และสำนักงานมาตรฐานของเคนยา[8] แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยจะยังไม่มีการกำหนดพารามิเตอร์เฉพาะสำหรับน้ำบาดาลในการนำมาประเมิน GWQI เหมือนกับ WQI สำหรับน้ำผิวดิน ได้มีการประเมินคุณภาพ น้ำบาดาล โดยนำคุณลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีมาพิจารณาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำใต้ดินและน้ำแร่เพื่อการบริโภคตามที่หน่วยงานรัฐกำหนด[9]

จะเห็นได้ว่าแต่ละประเทศมีการประเมินคุณภาพน้ำบาดาลด้วย GWQI ที่มีการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของแต่ละประเทศ เพื่อให้มีความสอดคล้องกับค่าพื้นฐานของมลสารในน้ำบาดาลที่มีความแตกต่างกันตามลักษณะสภาพธรณีวิทยา ดังนั้น เพื่อให้การประเมินคุณภาพน้ำบาดาลในประเทศไทยมีความถูกต้องและเหมาะสม จึงควรพิจารณาการใช้ GWQI โดยอ้างอิงมาตรฐานจากหน่วยงานของรัฐที่ทำหน้าที่กำกับดูแลทรัพยากรน้ำบาดาล

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการประเมินคุณภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ตำบลบ้านซ่อง และตำบลท่าถ่าน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เนื่องจาก ในพื้นที่ดังกล่าวมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยนำพารามิเตอร์คุณลักษณะทางเคมีและคุณลักษณะที่เป็นพิษ เพื่อมาคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาลซึ่งเป็นตัวเลขที่บ่งชี้คุณภาพน้ำบาดาลว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการอุปโภคและบริโภคมากน้อยเพียงใด เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของประชาชน ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและกำหนดมาตรการในการควบคุมมลพิษของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนส่งเสริมการบริหารจัดการและการใช้น้ำบาดาล อย่างเหมาะสม เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงแหล่งน้ำบาดาลที่มีคุณภาพและปลอดภัยอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะ ที่เป็นพิษ ของน้ำบาดาลในพื้นที่ตำบลบ้านซ่อง และตำบลท่าถ่าน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. เพื่อประเมินคุณภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ตำบลบ้านซ่อง และตำบลท่าถ่าน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ด้วยดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล

วิธีการวิจัย

1. พื้นที่การศึกษา

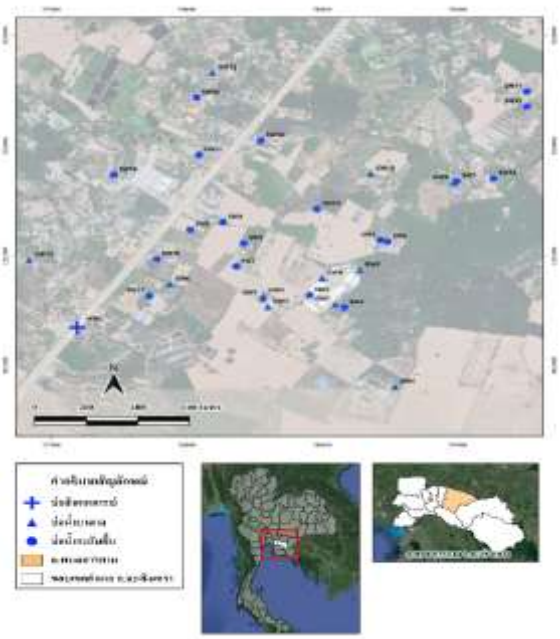
อำเภอพนมสารคาม เป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดฉะเชิงเทรา อยู่ห่างจากจังหวัดฉะเชิงเทราประมาณ 34 กิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มสลับกับที่ราบสูง มีภูเขาที่สำคัญคือ เขาดงยาง และมีคลองเพียงสายเดียวที่ไหลผ่าน คือ คลองท่าลาด (เดิมชื่อแม่น้ำพนมสารคาม) การใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนใหญ่ใช้ในการประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม พื้นที่ดำเนินการศึกษาอยู่ระหว่างพิกัด 757500 E, 1524500 N ถึง 759000 E, 1523000 N ในระบบ UTM โซน 47P มีพื้นที่ 4 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมตำบลบ้านซ่อง และตำบลท่าถ่าน[10] ดังภาพที่ 1

2. การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล

ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566 จำนวน 32 ตัวอย่าง โดยวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลอ้างอิงตามประกาศ กรมทรัพยากรธรณี ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2542)[11] ในการศึกษาครั้งนี้จะเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลหลังจากเริ่มสูบใช้ในวันที่เก็บตัวอย่างแล้วไม่น้อยกว่า 15 นาที การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ภาชนะที่ใส่ตัวอย่างน้ำเป็นขวดพลาสติกขนาด 1,000 มิลลิลิตร ล้างทั้งขวดและฝาด้วยน้ำที่จะบรรจุประมาณ 2 – 3 ครั้ง แล้วจึงบรรจุตัวอย่างน้ำให้เต็มปิดฝาให้สนิท และการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะ ที่เป็นพิษ ภาชนะที่ใส่ตัวอย่างน้ำเป็นขวดพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร ล้างทั้งขวดและฝาด้วยน้ำที่จะบรรจุประมาณ 2 – 3 ครั้ง แล้วจึงบรรจุตัวอย่างน้ำปริมาตร 240 มิลลิลิตร และเติมกรดไนตริกความเข้มข้น 1:1 จำนวน 1 มิลลิลิตร[12] เพื่อทำให้ตัวอย่างน้ำมีค่า pH < 2 ปิดฝาให้แน่น และเขย่าให้เข้ากันติดฉลากบนภาชนะเก็บตัวอย่าง โดยระบุหมาย เลขบ่อ พิกัด ความลึกของบ่อ ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง วันที่เก็บตัวอย่าง และสารเคมีที่เติม เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะที่เป็นพิษ ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ พ.ศ. 2551[13] และมาตรฐานน้ำใต้ดิน พ.ศ. 2543[14]

3. พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลดำเนินการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 คุณลักษณะ ได้แก่ คุณลักษณะทางเคมี จำนวน 10 พารามิเตอร์ และคุณลักษณะที่เป็นพิษ จำนวน 6 พารามิเตอร์ รวมทั้งสิ้น 16 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย แคลเซียม (Ca) ทำการทดสอบด้วย EDTA titrimetric method โดยการไทเทรตด้วย 0.02N CDTA และใช้ Murexide เป็นอินดิเคเตอร์, แมกนีเซียม (Mg) ทำการทดสอบด้วยวิธีการคำนวณ, คลอไรด์ (Cl^-) ทำการทดสอบด้วย Argentometric method โดยการไทเทรตด้วย $AgNO_3$ และใช้ K_2CrO_4 เป็นอินดิเคเตอร์, ฟลูออไรด์ (F^-) ทำการทดสอบด้วย Ion Selective Electrode โดยใช้ Ion Analyzer รุ่น EA 940 (Orion, USA), ซัลเฟต (SO_4^{2-}) ทำการทดสอบด้วย Automated Methyl thymol blue method โดยใช้ Automated Wet Chemistry Analyzer รุ่น San^{++} Series (Skalar Analytical B.V. Breda, The Netherlands), ไนเตรท (NO_3^-) ทำการทดสอบด้วย Colorimetric Method โดยใช้ Automated Wet Chemistry Analyzer รุ่น San^{++} Series (Skalar Analytical B.V. Breda, The Netherlands), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) ทำการทดสอบด้วย Atomic Absorption Spectrometry โดยใช้ Atomic Absorption Spectrometer รุ่น 240FS AA (Varian, Australia) และสารหนู (As), แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ปรอท (Hg), นิกเกิล (Ni) และตะกั่ว (Pb) ทำการทดสอบด้วย Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometry โดยใช้ Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometer รุ่น iCAP RQ Plus (Thermo Fisher Scientific, USA) โดยวิธีการที่ใช้ทดสอบตาม Standard methods for the examination of water and wastewater[15]



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา และจุดเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล

4. วิธีการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล

การประเมินคุณภาพน้ำบาดาล ด้วยวิธีคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI) เป็นตัวเลขที่ บ่งบอกคุณภาพน้ำบาดาลว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการอุปโภคและบริโภคมากน้อยเพียงใด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดขอบเขตคุณภาพน้ำบาดาลได้ โดยดัชนีคุณภาพน้ำบาดาลเป็นสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้แปลงข้อมูลคุณภาพน้ำที่มีจำนวนมากให้เป็นข้อมูลเดียว ซึ่งการประเมินคุณภาพน้ำบาดาลในการศึกษาครั้งนี้ใช้ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล จำนวน 32 ตัวอย่าง จากบ่อน้ำบาดาลที่มีความลึกไม่เกิน 100 เมตร โดยจัดกลุ่มระดับความ เป็นพิษตามพารามิเตอร์คุณลักษณะทางเคมีและคุณลักษณะที่เป็นพิษ จำนวน 16 พารามิเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มไม่เป็นพิษ จำนวน 4 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย แคลเซียม, แมกนีเซียม, เหล็ก และคลอไรด์ กลุ่มเป็นพิษ จำนวน 6 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย ฟลูออไรด์, ซัลเฟต, ไนเตรท, ทองแดง, แมงกานีส และสังกะสี และกลุ่มเป็นพิษมาก จำนวน 6 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย สารหนู, แคดเมียม, โครเมียม, ปรอท, นิกเกิล และตะกั่ว

วิธีการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาลโดยใช้สมการ (1) นำผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลแต่ละตัวอย่างมาคำนวณหาคะแนนคุณภาพน้ำจำแนกตามพารามิเตอร์คุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะที่เป็นพิษตามสมการ (2) เทียบกับค่ามาตรฐาน (Si) โดยค่ามาตรฐานที่ใช้คือ มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ และมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินของพารามิเตอร์นั้น จากนั้นนำมารวมกันในลักษณะการถ่วงน้ำหนักให้ได้เพียงค่าเดียว[16]

$$GWQI = \frac{\sum Q_i W_i}{\sum W_i} \qquad (1)$$

GWQI คือ ค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล

Qi คือ คะแนนคุณภาพน้ำของแต่ละพารามิเตอร์ที่สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$Q_i = 100 \times \left[\left(\frac{V_i - V_0}{S_i - V_0}\right)\right] \qquad (2)$$

V_i คือ ค่าความเข้มข้นในตัวอย่างน้ำที่วิเคราะห์

V_0 คือ ค่าความเข้มข้นของน้ำสะอาดในอุดมคติ มีค่าเท่ากับศูนย์

S_i คือ ค่ามาตรฐานของแต่ละพารามิเตอร์

$_i$ คือ พารามิเตอร์แต่ละชนิด

W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละพารามิเตอร์ที่สามารถคำนวณได้จากสมการ (3)

$$W_i = \frac{K}{S_i} \qquad (3)$$

K คือ อัตราส่วนค่าคงที่ ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (4)

$$K = \frac{1}{\sum \frac{1}{S_i}} \qquad (4)$$

ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI) ที่ได้จากการคำนวณตามสมการข้างต้น ถูกนำมาจำแนกคุณภาพน้ำบาดาลออกเป็น 5 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกระดับคุณภาพน้ำบาดาลจากค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI)[16]

ระดับ	ค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI)	คุณภาพน้ำบาดาล
1	0 – 25	ดีมาก
2	26 – 50	ดี
3	51 – 75	แย่
4	76 – 100	แย่มาก
5	มากกว่า 100	ไม่เหมาะต่อการบริโภค

ผลการวิจัย

1. ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล จำนวน 32 ตัวอย่าง ตามมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ และมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน โดยพิจารณาคุณลักษณะทางเคมี จำนวน 10 พารามิเตอร์ และคุณลักษณะที่เป็นพิษ จำนวน 6 พารามิเตอร์ ทั้งสิ้น 16 พารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลตามคุณลักษณะทางเคมี

จุดเก็บตัวอย่าง	mg/L									
	Ca	Mg	Fe	Cl^-	F^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cu	Mn	Zn
MW1	71±1.4	20±0.5	2.7±0.0	10±1.5	0.4±0.0	< 1	1.1±0.1	0.0±0.0	1.3±0.1	0.0±0.0
GW1	61±1.0	28±1.5	350±8.0	0.0±0.0	0.4±0.0	8±1	24±3	0.0±0.0	11±0.2	0.7±0.1
GW2	230±7.5	100±5.5	690±17.0	0.0±0.0	0.3±0.0	1±0	40±5	0.0±0.0	8.2±0.1	0.2±0.0
GW3	68±1.0	17±0.5	120±3.0	460±10	0.1±0.0	49±3	7.0±0.1	0.2±0.0	5.5±0.1	0.8±0.1
GW4	12±2.0	4.8±0.5	0.1±0.0	18±0.5	1.4±0.1	1±0	<0.9	0.0±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0
GW5	83±1.7	21±1.0	0.2±0.0	6.4±0.3	0.2±0.0	1±0	1.1±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
GW6	18±1.6	4.5±0.1	0.1±0.0	8.0±0.5	0.2±0.0	< 1	5.0±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
GW7	22±0.5	11±0.7	3.2±0.0	8.4±0.2	0.4±0.0	3±0	14±2	0.0±0.0	0.6±0.1	0.0±0.0

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลตามคุณลักษณะทางเคมี

จุดเก็บตัวอย่าง	mg/L									
	Ca	Mg	Fe	Cl^-	F^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cu	Mn	Zn
GW8	4.8±0.5	7.4±1.4	0.2±0.0	9.6±0.3	0.2±0.0	< 1	43±5	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
GW9	79±2.0	24±1.5	0.4±0.0	5.6±0.1	0.8±0.0	< 1	0.9±0.1	0.0±0.0	1.6±0.1	0.0±0.0
GW10	7.2±1.4	0.1±0.0	0.3±0.0	9.2±0.7	0.2±0.0	< 1	<0.9	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
GW11	58±1.7	6.8±0.5	0.1±0.0	20±1.0	0.3±0.0	< 1	47±3	0.0±0.0	0.2±0.0	0.0±0.0
GW12	7.8±1.6	2.3±0.0	0.0±0.0	5.6±1.5	1.8±0.1	12±1	4.7±0.5	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW1	4.2±0.1	2.9±0.1	0.3±0.0	5.2±1.0	0.1±0.0	< 1	23±3	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW2	51±1.5	17±0.5	250±5.0	0.0±0.0	0.7±0.0	1±0	5.3±0.1	0.0±0.0	3.4±0.1	0.0±0.0
SW3	22±1.0	11±0.5	0.0±0.0	79±2.0	0.1±0.0	< 1	33±4	0.0±0.0	0.1±0.0	0.0±0.0
SW4	2.9±0.5	2.5±0.5	0.0±0.0	9.6±1.7	0.1±0.0	< 1	19±2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW5	0.0±0.0	1.5±0.3	0.0±0.0	5.6±1.7	0.1±0.0	< 1	<0.9	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW6	3.5±0.3	0.0±0.0	1.1±0.0	4.0±0.2	0.1±0.0	< 1	<0.9	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW7	8.8±0.5	3.8±0.4	0.0±0.0	18±1.0	0.1±0.0	1±0	<0.9	0.0±0.0	0.1±0.0	0.0±0.0
SW8	34±1.0	6.9±0.7	0.4±0.0	93±3.0	0.2±0.0	2±0	2.5±0.2	0.0±0.0	0.3±0.0	0.0±0.0
SW9	120±5.0	37±1.0	2.4±0.1	420±10	0.2±0.0	< 1	2.8±0.3	0.0±0.0	0.6±0.0	0.0±0.0
SW10	44±1.5	4.1±0.3	0.1±0.0	110±3.0	0.2±0.0	1±0	60±7	0.0±0.0	0.1±0.0	0.0±0.0
SW11	4.0±0.7	1.3±0.1	0.1±0.0	11±0.5	0.1±0.0	< 1	30±6	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW12	6.9±0.3	2.9±0.1	0.1±0.0	15±0.3	0.1±0.0	< 1	21±2	0.0±0.0	0.1±0.0	0.0±0.0
SW13	24±1.7	7.1±0.5	0.0±0.0	43±1.1	0.1±0.0	< 1	110±10	0.0±0.0	0.4±0.0	0.0±0.0
SW14	9.8±0.7	5.3±0.3	0.3±0.0	38±1.2	0.1±0.0	< 1	32±5	0.0±0.0	0.1±0.0	0.0±0.0

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลตามคุณลักษณะทางเคมี

จุดเก็บตัวอย่าง	mg/L									
	Ca	Mg	Fe	Cl^-	F^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cu	Mn	Zn
SW15	5.0±0.5	1.6±0.1	0.1±0.0	4.8±0.7	0.2±0.0	< 1	20±3	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW16	44±1.0	2.4±0.1	0.5±0.0	18±1.0	0.3±0.0	2±0	3.2±0.2	0.0±0.0	0.1±0.0	0.0±0.0
SW17	4.2±0.5	0.6±0.0	0.0±0.0	5.6±0.5	0.2±0.0	1±0	17±2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW18	33±1.3	1.3±0.1	0.4±0.0	16±1.0	0.2±0.0	15±2	27±3	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
SW19	12±0.5	2.1±0.5	0.0±0.0	9.6±0.7	0.1±0.0	2±0	29±3	0.1±0.0	0.1±0.0	0.0±0.0

หมายเหตุ: < หมายถึง มีปริมาณน้อยกว่าขีดความสามารถของวิธีทดสอบ

MW หมายถึง บ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล, GW หมายถึง บ่อน้ำบาดาล และ SW หมายถึง บ่อน้ำตื้น

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลตามคุณลักษณะที่เป็นพิษ

จุดเก็บตัวอย่าง	mg/L					
	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb
MW1	0.0406±0.0009	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0071±0.0004	0.0008±0.0000
GW1	-	-	-	-	-	-
GW2	-	-	-	-	-	-
GW3	0.0214±0.0008	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0280±0.0007	0.0009±0.0000
GW4	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0030±0.0003	0.0007±0.0000

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลตามคุณลักษณะที่เป็นพิษ

จุดเก็บตัวอย่าง	mg/L					
	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb
GW5	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	<0.0010	0.0054±0.0001
GW6	<0.0028	<0.0004	0.0025±0.0002	<0.0002	0.0016±0.0002	0.0008±0.0000
GW7	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	<0.0010	<0.0007
GW8	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0033±0.0002	0.0052±0.0001
GW9	0.0056±0.0005	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0028±0.0002	0.0039±0.0001
GW10	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0015±0.0001	0.0007±0.0000
GW11	0.0032±0.0003	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0060±0.0003	0.0016±0.0001
GW12	0.0050±0.0005	<0.0004	<0.0024	<0.0002	<0.0010	<0.0007
SW1	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0029±0.0002	0.0064±0.0002
SW2	-	-	-	-	-	-
SW3	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0092±0.0006	0.0010±0.0001
SW4	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0022±0.0001	0.0018±0.0001
SW5	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0013±0.0000	0.0017±0.0001
SW6	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0011±0.0000	0.0012±0.0001
SW7	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	<0.0010	<0.0007
SW8	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0086±0.0004	0.0010±0.0001
SW9	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0128±0.0005	0.0011±0.0001
SW10	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0064±0.0003	0.0035±0.0002
SW11	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0020±0.0001	0.0014±0.0001
SW12	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0038±0.0002	0.0025±0.0002
SW13	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0107±0.0005	0.0025±0.0002
SW14	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0042±0.0002	0.0039±0.0002
SW15	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0033±0.0002	0.0012±0.0001
SW16	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	<0.0010	<0.0007
SW17	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0017±0.0001	0.0019±0.0001
SW18	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0058±0.0003	0.0015±0.0001
SW19	<0.0028	<0.0004	<0.0024	<0.0002	0.0049±0.0003	0.0027±0.0001

หมายเหตุ: < หมายถึง มีปริมาณน้อยกว่าขีดความสามารถของวิธีทดสอบ

- หมายถึง ไม่ได้ดำเนินการวิเคราะห์

MW หมายถึง บ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล, GW หมายถึง บ่อน้ำบาดาล และ SW หมายถึง บ่อน้ำตื้น

จากผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลตามคุณลักษณะทางเคมี พบว่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น เหล็ก (Fe) พบความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 1.1±0.0 – 690±17.0 mg/L (ค่ามาตรฐาน ≤1.0 mg/L), ฟลูออไรด์ (F^-) พบความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 1.4±0.1 – 1.8±0.1 mg/L (ค่ามาตรฐาน ≤1.0 mg/L), ไนเตรท (NO_3^-) พบความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 47±3 – 110±10 mg/L (ค่ามาตรฐาน ≤45

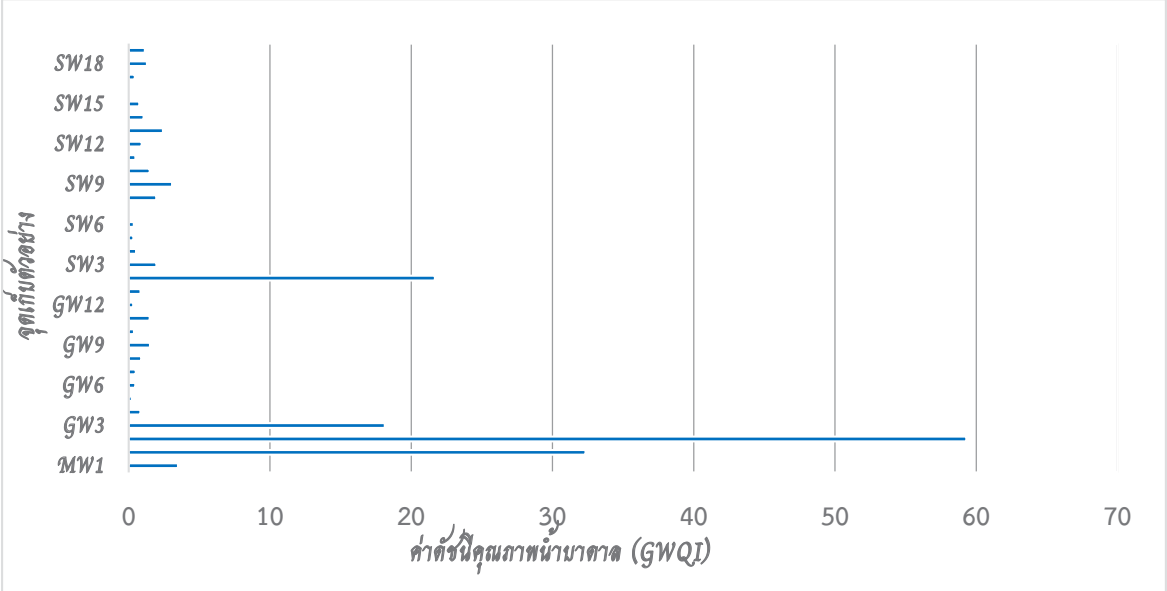
mg/L) และแมงกานีส (Mn) พบความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.6±0.1 – 8.2±0.1 mg/L (ค่ามาตรฐาน ≤0.5 mg/L) ที่มีค่าเกินมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

และจากผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลตามคุณลักษณะที่เป็นพิษพบว่าทุกพารามิเตอร์มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น นิกเกิล (Ni) พบความเข้มข้น 0.0280±0.0007 mg/L (ค่ามาตรฐาน <0.02 mg/L) ที่มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

2. ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล

ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล จำนวน 32 ตัวอย่าง ในพื้นที่อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา จากพารามิเตอร์ ทั้งสิ้น 16 พารามิเตอร์ ดังภาพที่ 2 และแสดงในตารางที่ 4

ผลการศึกษาค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI) พบว่าตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 30 ตัวอย่าง มีค่า GWQI อยู่ระหว่าง 0.04 – 21.67 คิดเป็นร้อยละ 93.8 อยู่ในระดับ 1 คุณภาพน้ำบาดาลดีมาก มีตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 1 ตัวอย่าง ค่า GWQI = 32.34 คิดเป็นร้อยละ 3.1 อยู่ในระดับ 2 คุณภาพน้ำบาดาลดี และตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 1 ตัวอย่าง ค่า GWQI = 59.30 คิดเป็นร้อยละ 3.1 อยู่ในระดับ 3 คุณภาพน้ำบาดาลแย่ และไม่พบตัวอย่างน้ำบาดาลอยู่ในระดับ 4 และ 5 คุณภาพน้ำบาดาลแย่มากถึงไม่เหมาะต่อการบริโภค



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

ตารางที่ 4 แสดงระดับคุณภาพน้ำบาดาลที่คำนวณจากค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาลของจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด

ระดับ	ค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI)	คุณภาพน้ำบาดาล	จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง	คิดเป็น (%)
1	0 – 25	ดีมาก	30	93.8
2	26 – 50	ดี	1	3.1
3	51 -75	แย่	1	3.1
4	76 – 100	แย่มาก	-	-
5	มากกว่า 100	ไม่เหมาะต่อการบริโภค	-	-
		รวม	32	100

สรุปและอภิปรายผล

การปนเปื้อนของมลสารในน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ดำเนินการศึกษามีการใช้ประโยชน์ที่ดินโดย ส่วนใหญ่ทำการเกษตร และมีบางส่วนเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม อาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนมลสารต่าง ๆ ในบางจุดเก็บตัวอย่าง กล่าวคือ การปนเปื้อนของเหล็ก และแมงกานีส (จุดเก็บตัวอย่าง: MW1, GW1, GW2, GW3, GW7, GW9, SW2, SW6, SW9) เกิดจากธาตุทั้ง 2 ชนิดเป็นองค์ประกอบของชั้นหินอุ้มน้ำประกอบกับตัวอย่างน้ำบาดาลมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 2.7±0.1 – 5.1±0.1 ส่งผลต่อ การละลายของเหล็กและแมงกานีสในชั้นหินอุ้มน้ำ เพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการปนเปื้อนเหล็กและแมงกานีสที่มาจากความสามารถของน้ำบาดาลในการละลายชั้นหินอุ้มน้ำ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างที่ส่งผลต่อกระบวนการนี้[17,18] การปนเปื้อนของฟลูออไรด์ (จุดเก็บตัวอย่าง: GW4, GW12) อยู่ในชั้นน้ำบาดาลระดับลึก มีความลึกระหว่าง 70 – 99 เมตร เป็นผลมาจากชั้นดินชั้นหินที่อุดมไปด้วยแร่ธาตุฟลูออไรด์ และในสภาพแวดล้อมทางธรณีวิทยาจะพบฟลูออไรด์ในแร่ธาตุซิลิเกตซึ่งเป็นองค์ประกอบของเปลือกโลก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่ของฟลูออไรด์ในน้ำบาดาลของประเทศศรีลังกา บ่งชี้ว่าสภาพอุทกธรณีวิทยามีผลต่อการกระจายตัวของฟลูออไรด์[19] การปนเปื้อนของไนเทรต (จุดเก็บตัวอย่าง: GW11, SW10, SW13) มีสาเหตุมาจากบ่อน้ำบาดาลอาจเกิดการปนเปื้อนจากพื้นที่ทางการเกษตรที่มีการใช้ปุ๋ย และการทำปศุสัตว์[20] เนื่องจากในพื้นที่ดำเนินการศึกษามีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการทำการเกษตรเป็นหลัก และการปนเปื้อนของนิกเกิล (จุดเก็บตัวอย่าง: GW3) เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นที่ตั้งของโรงงานบดย่อยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์[21]

จากผลการศึกษาค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI) พบว่า ตัวอย่างน้ำบาดาลส่วนใหญ่ (93.8%) มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ 1 ซึ่งบ่งชี้ว่าน้ำบาดาลมีคุณภาพดีมาก และสามารถใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคได้อย่างปลอดภัย[22] การที่ค่าดัชนี GWQI อยู่ในช่วง 0.04 - 21.67 สะท้อนให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาไม่ได้รับผลกระทบจากมลพิษหรือปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลให้คุณภาพน้ำลดลง อย่างไรก็ตาม มีตัวอย่างน้ำบาดาลจำนวน 1 ตัวอย่าง (3.1%) (จุดเก็บตัวอย่าง: GW1) ที่มีค่า GWQI = 32.34 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ 2 หมายถึง น้ำบาดาลยังคงมีคุณภาพดีแต่เริ่มมีการปนเปื้อนในระดับต่ำ ซึ่งอาจเกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษบางชนิด เช่น การรั่วซึมของสารเคมีจากภาคเกษตรกรรมหรืออุตสาหกรรม[23] นอกจากนี้ยังพบตัวอย่างน้ำบาดาลอีก 1 ตัวอย่าง (3.1%) (จุดเก็บตัวอย่าง: GW2) ที่มีค่า GWQI = 59.30 ซึ่งอยู่ในระดับ 3 หรือมีคุณภาพน้ำบาดาลที่แย่ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค หากไม่มีการบำบัดที่เหมาะสม[12,24] การที่พบตัวอย่างน้ำบาดาลในระดับ 3 เพียง 3.1% แสดงให้เห็นว่ามลพิษในแหล่งน้ำบาดาลยังคงอยู่ในระดับที่ควบคุมได้ แต่จำเป็นต้องมีการติดตามคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในอนาคต

พื้นที่ดำเนินการศึกษาในอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าบ่อน้ำบาดาลโดยรอบโรงงานอุตสาหกรรมมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI) อยู่ในระดับที่ดีเยี่ยม ในขณะเดียวกันบ่อสังเกตการณ์ภายในโรงงานมีค่า GWQI อยู่ในระดับแย่ ซึ่งมีการปนเปื้อนของเหล็ก แมงกานีส และนิกเกิลที่สูงเกิน ค่ามาตรฐาน จะเห็นได้ว่า GWQI เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสื่อสารผลการประเมินคุณภาพ น้ำบาดาลในภาพรวม แต่อาจมีข้อจำกัดในการสะท้อนผลกระทบของมลพิษที่ปนเปื้อนในน้ำบาดาล ที่ส่งผลต่อสุขภาพ และการดำรงชีวิตของมนุษย์ จึงควรพิจารณาควบคู่กับค่ามาตรฐานที่กำหนด โดยหน่วยงานของรัฐ ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้หน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปประกอบการพิจารณาเลือกพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่เพื่อการประเมินคุณภาพน้ำ

บาดาลด้วย GWQI ที่มีความแม่นยำน่าเชื่อถือ สามารถวางแผนในการอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาล และเสนอแนะวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล ที่เหมาะสมให้แก่ประชาชนในพื้นที่ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถวางแผนในการอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาล โดยทำหน้าที่กำกับ ดูแล และติดตามไม่ให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำบาดาลที่ประชาชนในพื้นที่ใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค

2. ประชาชนในพื้นที่ทราบผลคุณภาพน้ำบาดาล และสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบาดาลเพิ่มเติม เช่น ฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมภาคอุตสาหกรรมในอนาคต เพื่อให้สามารถกำหนดมาตรการป้องกันและบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล

2. ควรทำการศึกษาพารามิเตอร์ที่มีความเป็นพิษสูงเพิ่มเติมตามมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน เช่น กลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds) และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เนื่องจากพื้นที่ดำเนินการศึกษามีการใช้ประโยชน์ที่ดินทำการเกษตร และเป็นที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ข้อมูลในการประเมินคุณภาพน้ำบาดาลด้วยดัชนีคุณภาพน้ำบาดาล (GWQI) ที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ในการสนับสนุนเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล ตลอดจนหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่อำนวยความสะดวกในการลงพื้นที่เก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

1. Li P, Karunanidhi D, Subramani T, Srinivasamoorthy K.(2021). Sources and consequences of groundwater contamination. Archives of environmental contamination and toxicology. 2021; 80:1-10.
2. Chiamsathit C, Auttamana S, Thammarakcharoen S.(2021). Heavy metal pollution index for assessment of seasonal groundwater supply quality in hillside area, Kalasin, Thailand. Applied Water Science. 2020; 10(6):1-8.
3. Ozoko DC, Onyekwelu IL, Aghamelu OP.(2022). Multivariate and health risks analysis of heavy metals in natural water sources around Enugu dumpsite, southeastern Nigeria. Applied Water Science. 2022; 12(9):224.
4. Zhai Y, Cao X, Xia X, Wang B, Teng Y, Li X.(2021). Elevated Fe and Mn concentrations in groundwater in the Songnen Plain, Northeast China, and the factors and mechanisms involved. Agronomy. 2021; 11(12):2392.
5. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล.(2565). รายงานสถานการณ์น้ำบาดาล ประจำปี พ.ศ. 2565. 2565.
6. Prasad M, Sunitha V, Reddy YS, Suvarna B, Reddy BM, Reddy MR.(2019). Data on water quality index development for groundwater quality assessment from Obulavaripalli Mandal, YSR district, A.P India. Data in Brief. 2019; 24:103846.
7. Gountô A, Kouamé IK, Mangoua JMO, Kouassi AK, Savané I.(2019). Using Water Quality Index for Assessing of Physicochemical Quality of Quaternary Groundwater in the Southern Part of Abidjan District (Côte d'Ivoire). Journal of Water Resource and Protection. 2019; 11(10):1278-91.
8. Wekesa AM, Otieno C.(2022). Assessment of Groundwater Quality Using Water Quality Index from Selected Springs in Manga Subcounty, Nyamira County, Kenya. The Scientific World Journal. 2022; 2022(1):3498394.
9. Loungmuang N.(2023). Spatial Distribution of Groundwater Quality and Finding the Relationship of Land Use from Groundwater Use in Chon Buri Province. NKRAFA JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. 2023; 19(1):43-55.

10. คณะกรรมการบริหารงานอำเภอแบบบูรณาการ.(2564). แผนพัฒนาอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา 5 ปี (พ.ศ. 2561 - 2565) ฉบับทบทวนปี พ.ศ. 2564: ฝ่ายแผนยุทธศาสตร์ อำเภอพนมสารคาม; 2564. 147 หน้า.
11. กรมทรัพยากรธรณี.(2542). กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล. 2542.
12. Akoto O, Samuel A, Gladys L, Sarah OAA, Apau J, Opoku F.(2022). Assessment of groundwater quality from some hostels around Kwame Nkrumah University of Science and Technology. Scientific African. 2022; 17:e01361.
13. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.(2551). กำหนดหลักเกณฑ์มาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ. 2551.
14. คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.(2543). กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน. 2543.
15. Greenberg AE, Clesceri, L. S., Eaton, A. D., & Franson, M. A. H.(2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 2012.
16. Ram A, Tiwari SK, Pandey HK, Chaurasia AK, Singh S, Singh YV.(2021). Groundwater quality assessment using water quality index (WQI) under GIS framework. Applied Water Science. 2021; 11(2):46.
17. Khozyem H, Hamdan A, Tantawy AA, Emam A, Elbadry E.(2019). Distribution and origin of iron and manganese in groundwater: case study, Balat-Teneida area, El-Dakhla Basin, Egypt. Arabian Journal of Geosciences. 2019; 12:1-16.
18. Zhang Z, Xiao C, Adeyeye O, Yang W, Liang X.(2020). Source and mobilization mechanism of iron, manganese and arsenic in groundwater of Shuangliao City, Northeast China. Water. 2020; 12(2):534.
19. Chandrajith R, Padmasiri J, Dissanayake C, Prematilaka K.(2012). Spatial distribution of fluoride in groundwater of Sri Lanka. 2012; 40(4):303-309.
20. Abascal E, Gómez-Coma L, Ortiz I, Ortiz A.(2022). Global diagnosis of nitrate pollution in groundwater and review of removal technologies. Science of The Total Environment. 2022; 810:152233.
21. Egbueri JC, Agbasi JC, Ighalo JO, Uwajingba HC, Abba SI.(2025). Lead, Nickel, Arsenic, and Chromium Contamination in Nigerian Groundwater: Sources, Potential Impacts, and Removal Techniques. In: Ali S, Negm A, editors. Groundwater in Developing Countries: Case Studies from MENA, Asia and West Africa. Cham: Springer Nature Switzerland; 2025: 327-355.
22. Khan S, Ahmad, N., & Ali, A.(2022). Groundwater quality assessment using Water Quality Index (WQI) and GIS techniques: A case study of urban and rural areas. Environmental Science and Pollution Research. 2021; 14(28):17650–17665.
23. Rao R, Sharma, P., & Verma, D.(2022). Evaluation of groundwater contamination and human health risk assessment: An integrated approach. Journal of Hydrology. 2022; 608:127673.
24. Guleria A, Chakma S.(2019). Probabilistic human health risk assessment of groundwater contamination due to metal leaching: A case study of Indian dumping sites. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 2019; 27:1-33.