



คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำพุร้อนในจังหวัดนครศรีธรรมราช

The Physical and Chemical Properties of Hot spring Waters

in Nakhon Si Thammarat Province.

สุรศักดิ์ แก้วอ่อน*

Surasak Kaew-on

อำนวย น้อยผา*

Amnuay Noipa

จิราภรณ์ สังข์ผุด**

Jeeraporn Sungpud

บทคัดย่อ

สำรวจพบแหล่งน้ำพุร้อนจำนวน 6 แหล่ง ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้งหมดเกิดใกล้กับร่องน้ำหรือ
ลูกคลอง อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 41.13 - 58.07 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี พบว่า
น้ำพุร้อนที่พบมีสภาพเป็นกลาง คือ ค่าพีเอช ระหว่าง 6.98 – 8.26 ค่าความนำไฟฟ้า ระหว่าง 174.87 – 374.00 ไม
โครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่าความขุ่น ระหว่าง 0.15 – 2.62 NTU ปริมาณสารทั้งหมด ระหว่าง 241.00 - 410.67
มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ ระหว่าง 219.00 -321.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างทั้งหมด
ระหว่าง 14.01 – 215.69 มิลลิกรัม $CaCO_3$ ต่อลิตร ปริมาณคลอไรด์ ระหว่าง 2.48 – 8.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ
ซัลเฟต ระหว่าง 4.80-20.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณซิลิกา ระหว่าง 40.20 – 106.93 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนปริมาณ
แร่ธาตุอื่น ๆ ที่พบมาก ได้แก่ โซเดียม แคลเซียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียม มีค่าอยู่ในช่วง 9.13 – 96.10, 7.87 –
72.00, 3.11 – 4.74 และ 4.77 – 24.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และปริมาณแร่ธาตุที่พบน้อย ได้แก่ เหล็ก
แมงกานีส และทองแดง มีค่าอยู่ในช่วง 0.04 – 0.37, 0.00 – 0.14 และ 0.00 – 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วน
คุณลักษณะที่เป็นพิษ คือ ตะกั่วและสารหนู พบน้อยมากและไม่พบเลย ดังนั้นน้ำพุร้อนที่พบในจังหวัด
นครศรีธรรมราช จึงจัดเป็นน้ำพุร้อนทั่วไป เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และมีส่วนประกอบของ
แร่ธาตุต่าง ๆ น้อยกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์ด้านการผลิตน้ำแร่สำหรับบริโภค
นันทนาการ และการท่องเที่ยว

คำสำคัญ : น้ำพุร้อน, คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำพุร้อน, คุณสมบัติทางเคมีของน้ำพุร้อน, ธรณีวิทยาแหล่ง
น้ำพุร้อน, การใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อน, นครศรีธรรมราช

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
โทรศัพท์ /โทรสาร 075-377443, E-mail: sukaewon@hotmail.com

**ศูนย์วิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โทรศัพท์ /โทรสาร 075-377446,
E-mail: sungpue@hotmail.com



Abstract

The survey of physical and chemical characteristics of 6 hot spring resources in Nakhon Si Thammarat Province are identified. The hot spring resources were often found near water course or canal. The temperature was at the range of $42.0^{\circ}\text{C} - 53.9^{\circ}\text{C}$. The result of the analysis on physical and chemical properties revealed that thermal spring resources were in neutrality. The value of pH was at the range of 6.98 - 8.26. The value of electrical conductivity was at the range of 174.78 – 374.00 microsiemen/centimeter, turbidity value 0.15 – 2.62 NTU. Total solid was at the range of 241.00 – 410.67 milligram/liter, total dissolved solid was at the range of 219.00 – 321.00 milligram/liter. Total Hardness was at the range of 14.01 – 215.69 milligram CaCO_3 per liter, the quantities of chloride 2.48 – 8.33 milligram/liter, the quantities of sulfate 4.80 – 20.92 milligram/liter, the quantities of silica 40.20 -106.93 milligram/liter. The other mineral elements most found were Sodium (Na), Calcium (Ca), Potassium (K), and Magnesium (Mg). The values were at the range of 9.13 – 96.10, 7.87 – 72.00, 3.11 – 4.74, and 4.77 – 24.17 milligram/liter respectively. In addition, mineral elements less found were Iron (Fe), Manganese (Mn) and Copper (Cu). The values were at the range of 0.04 - 0.37, 0.00 – 0.14, and 0.00 – 0.02 milligram/liter respectively. However, The poisonous substances as Lead and Arsenic were rarely found and not found at all respectively.

Hot springs found in Nakhon Si Thammarat are the normal ones ; type temperature is below 60 celcius, the element of various mineral below 1,000 milligram/liter. It is appropriate for producing mineral water for consuming , recreation and tourism.

Keywords : Hot Spring, physical and chemical properties, Geology of Hot Spring, Benefit of Hot Spring, Nakhon Si Thammarat



บทนำ

น้ำพุร้อนหรือบ่อน้ำร้อน (Hot spring) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ดิน เป็นการแสดงให้เห็นว่าภายในโลกยังคงมีความร้อนอยู่ ปรากฏให้เห็นตามบริเวณต่าง ๆ ของโลก โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตที่เปลือกโลกมีการเคลื่อนที่ เขตที่ภูเขาไฟยังคุกรุ่นอยู่ และบริเวณที่เปลือกโลกซึ่งมีหินหนืดร้อนอยู่ตื้นกว่าปกติ ทำให้เกิดรอยแตกของชั้นหินซึ่งปกคลุมแล้วขนาดของแนวรอยแตกที่ผิวดินจะใหญ่และค่อย ๆ เล็กลงเมื่อลึกลงไปใต้ผิวดิน และเมื่อน้ำฝนหรือน้ำตามแม่น้ำลำคลองไหลผ่านมาในบริเวณดังกล่าว ก็จะมีน้ำบางส่วนไหลซึมลงไปภายใต้ผิวโลกตามแนวรอยแตกและชั้นหินที่มีรูพรุน ลงไปสู่ชั้นหินระดับลึกโดยน้ำจะไปสะสมตัวและได้รับความร้อนจากชั้นหินที่มีความร้อนจนกระทั่งน้ำกลายเป็นน้ำร้อน และไอน้ำซึ่งมีค่าของอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น จึงเกิดแรงลอยตัวของน้ำร้อนแล้วพยายามแทรกตัวตามแนวรอยแตกของชั้นหินขึ้นมาบนผิวดิน ปรากฏให้เห็นเป็นน้ำพุร้อนและบ่อน้ำร้อน

ประเทศไทยมีการสำรวจพบแหล่งน้ำพุร้อนแล้วมากกว่า 12 แหล่ง (มานพ รักษาสกุลวงศ์, 2544) กระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ทางภาคเหนือ เป็นแนวเรียงลงมาทางภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ วัดอุณหภูมิผิวดินอยู่ระหว่าง 40 – 100 องศาเซลเซียส ส่วนมากพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว นันทนาการ และอาบน้ำพุร้อน มีน้ำพุร้อนที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพียงแหล่งเดียวที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ที่มีกำลังการผลิต 300 กิโลวัตต์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2531 (Electric Generating Authority of Thailand, 1988)

ภาคใต้ของประเทศไทย มีแหล่งน้ำพุร้อน ปรากฏให้เห็นอยู่ทั่วไป ตั้งแต่จังหวัดระนอง ชุมพร พังงา กระบี่ ตรัง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช

พัทลุง สตูล ยะลา และนราธิวาส โดยส่วนใหญ่พัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวและสถานที่อาบน้ำแร่เพื่อสุขภาพบำบัด

จังหวัดนครศรีธรรมราช มีแหล่งน้ำพุร้อนจำนวนหลายแหล่ง แต่ยังคงการศึกษาสำรวจและรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำพุร้อนจากแหล่งต่าง ๆ ที่พบในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมตามศักยภาพของน้ำพุร้อนในแต่ละแหล่ง ทั้งในด้านการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว อุตสาหกรรมน้ำแร่เพื่อการบริโภค และสถานที่อาบน้ำแร่เพื่อสุขภาพบำบัด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำพุร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ค่าพีเอช) ค่าความขุ่น ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณสารทั้งหมด ปริมาณสารที่ละลายได้ ความกระด้าง คลอไรด์ ซัลเฟต ซิลิกา และปริมาณแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค และน้ำแร่ธรรมชาติ
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำพุร้อนในจังหวัดนครศรีธรรมราชกับแหล่งอื่น ๆ
3. เพื่อเป็นข้อมูลให้กับท้องถิ่นในการพัฒนาแหล่งน้ำพุร้อนให้สามารถใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมตามศักยภาพ เช่น อุตสาหกรรมน้ำแร่เพื่อการบริโภค และ/หรืออุปโภค สถานที่อาบน้ำแร่เพื่อสุขภาพบำบัด และการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว



วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำพุร้อนที่พบในจังหวัดนครศรีธรรมราช จาก 6 แหล่ง จำนวน 7 บ่อ ได้แก่ แหล่งน้ำพุร้อนบางขัน (อุทยานน้ำพุร้อนบางขัน) อำเภอบางขัน จำนวน 2 บ่อ เนื่องจากเป็นแหล่งขนาดใหญ่ มีจำนวนบ่อน้ำพุร้อนถึง 9 บ่อ แหล่งน้ำพุร้อนกรุงชิง อำเภอนบพิตำ แหล่งน้ำพุร้อนบ้านห้วยปรือ อำเภอฉวาง แหล่งน้ำพุร้อนบ้านหุบ แหล่งน้ำพุร้อนบ้านหนองบัว และแหล่งน้ำพุร้อนบ้านห้วยทรายขาว อำเภอพิปูน แหล่งละ 1 บ่อ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาและเก็บข้อมูลภาคสนามประกอบด้วย

1.1 วัดอุณหภูมิของน้ำพุร้อนในแต่ละบ่อ โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ แบบกระเปาะแก้วที่วัดอุณหภูมิได้ในช่วง 0 – 100 องศาเซลเซียส

1.2 การศึกษาลักษณะทั่วไป และเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนแต่ละแหล่งไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยเลือกจากบ่อน้ำร้อนที่มีน้ำใส อุณหภูมิสูง มีการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด บ่อละ 3 ตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างน้ำพุร้อนที่จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียม แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส โพแทสเซียม ทองแดง แมกนีเซียม ตะกั่ว และสารหนู จะต้องเติมกรดไฮโดรคลอริก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร

1.3 ในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำพุร้อนสำหรับการตรวจวิเคราะห์ จะเก็บไว้ในตู้เย็น โดยควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 4 องศาเซลเซียส

2. การตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

สำหรับการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำพุร้อนในห้องปฏิบัติการจาก 6 แหล่ง จำนวน 7 บ่อ ได้แก่ แหล่งน้ำพุร้อนบางขัน (อุทยานน้ำพุร้อนบาง

ขัน) อำเภอบางขัน จำนวน 2 บ่อ แหล่งน้ำพุร้อนกรุงชิง อำเภอนบพิตำ แหล่งน้ำพุร้อนบ้านห้วยปรือ อำเภอฉวาง แหล่งน้ำพุร้อนบ้านหุบ แหล่งน้ำพุร้อนบ้านหนองบัว และแหล่งน้ำพุร้อนบ้านห้วยทรายขาว อำเภอพิปูน แหล่งละ 1 บ่อ โดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำพุร้อนใน 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน เดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม และฤดูฝน คือ เดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำพุร้อน ได้แก่ ค่าพีเอช (ใช้เครื่อง pH meter ยี่ห้อ orion 1260) ค่าการนำไฟฟ้า (ใช้เครื่องวัดการนำกระแสไฟฟ้าของสารละลายยี่ห้อ WTW รุ่น 3000 และค่าความขุ่น (ใช้เครื่อง Turbidity meter ยี่ห้อ Huck รุ่น 2100N)

2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำพุร้อน ได้แก่ ปริมาณสารทั้งหมด ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (ตามวิธี AOAC., 2000) ปริมาณซัลเฟต ปริมาณซิลิกา คลอไรด์ (ตามวิธี American Public Health Association and others 1992) ความกระด้างทั้งหมด (ตามวิธี American Public Health Association and others 1995) Part 2040 : (2-35) การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุ ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส (ตามวิธี AOAC., 2000 ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 3100 โดยใช้เทคนิค AAS-Flame) ส่วนคุณลักษณะที่เป็นพิษ ได้แก่ ตะกั่วและสารหนู (ตามวิธี AOAC., 2000 ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ Varian รุ่น 640 โดยใช้เทคนิค AAS-graphite)

3. วัสดุ-อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ประกอบด้วย

แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา



เครื่องตรวจพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) กล้องถ่ายรูป ดิจิตอล เทอร์มอมิเตอร์ สารเคมี อุปกรณ์การตรวจวิเคราะห์ เครื่องมือตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำพุร้อน

ผลการวิจัย/การวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำพุร้อน ที่พบในจังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้ง 6 แหล่ง จำนวน 7 บ่อ ได้แก่ แหล่งน้ำพุร้อนบางขัน(อุทยานน้ำพุร้อนบางขัน)

อำเภอบางขัน จำนวน 2 บ่อ เป็นแหล่งใหญ่ มีบ่อน้ำพุร้อนถึง 9 บ่อ แหล่งน้ำพุร้อนกรุงชิง อำเภอนบพิตำ แหล่งน้ำพุร้อนบ้านห้วยปรือ อำเภอฉวาง แหล่งน้ำพุร้อนบ้านหุบ แหล่งน้ำพุร้อนบ้านหนองบัว และแหล่งน้ำพุร้อนบ้านห้วยทรายขาว อำเภอพิปูน แหล่งละ 1 บ่อ ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำพุร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช การนำไฟฟ้า และความขุ่น ผลจากการตรวจวิเคราะห์ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าอุณหภูมิ พีเอช การนำไฟฟ้า และความขุ่นของน้ำพุร้อน

แหล่ง	อุณหภูมิ (°C)		พีเอช		การนำไฟฟ้า ($\mu S/cm$)		ความขุ่น (NTU)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
บ่อยา(บางขัน)	51.00	51.50	7.82	6.98	332.33	374.00	0.52	2.62
บ่อน้ำทิพย์(บางขัน)	41.23	44.23	8.02	7.14	338.33	367.67	0.86	2.20
กรุงชิง	53.73	53.77	8.25	7.95	306.33	310.33	0.96	1.26
บ้านหุบ	58.07	57.93	8.26	8.06	290.47	292.20	0.17	0.46
บ้านหนองบัว	41.50	42.97	8.22	7.80	290.77	287.43	0.15	0.38
บ้านห้วยทรายขาว	41.13	41.50	8.19	8.00	301.67	304.00	0.23	0.36
บ้านห้วยปรือ	53.83	52.50	7.94	7.60	274.86	275.60	0.29	0.45
เฉลี่ยแต่ละฤดู	48.86	49.32	8.10	7.65	283.11	317.87	0.48	1.19
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	49.01		7.84		299.68		0.85	

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของน้ำพุร้อนอยู่ในช่วง 41.13 – 58.07 องศาเซลเซียส จัดเป็นบ่อน้ำอุ่น เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส (มานพ รักาสกุลวงศ์, 2544)

ค่าพีเอช มีสภาพเป็นกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง 6.98-8.26 จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค คือ ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า

กวน้ำพุร้อนในภาคเหนือ เช่น เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และลำปาง จะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 8.0-9.5 มีสภาพเป็นด่าง (วรรณภา จำราช, 2546) การที่น้ำพุร้อนทางภาคเหนือมีสภาพเป็นด่าง อาจเนื่องมาจากน้ำพุร้อนบริเวณนี้มีปริมาณไบคาร์บอเนต (HCO_3) สูง



ค่าการนำไฟฟ้า อยู่ระหว่าง 274.87 – 374.00 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ฤดูฝนจะสูงกว่าฤดูร้อน เนื่องจากมีน้ำผิวดินไหลมาผสมจึงมีส่วนประกอบของสารละลายสูงขึ้น ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเพิ่มขึ้น และถ้ามีการผสมกันระหว่างน้ำพุร้อนจากใต้ดินกับน้ำเค็ม ก็จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมาก เช่น แหล่งน้ำพุร้อนบ้านน้ำพุร้อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี แหล่งน้ำพุร้อนบ้านบ่อคำ จังหวัดพังงา และแหล่งน้ำพุร้อนสระพาน จังหวัดกระบี่ มีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 20,400 5,100 และ 24,800 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (วรรณภา จำราช, 2546)

ค่าความขุ่น อยู่ระหว่าง 0.15 – 2.62 NTU ซึ่งต่ำมาก โดยน้ำพุร้อนทั้ง 6 แหล่ง มีลักษณะใส

ช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน เนื่องจากแหล่งน้ำพุร้อนที่พบเกิดในที่ลุ่มทำให้น้ำฝนและน้ำจากแหล่งอื่นไหลลงไปผสม นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงความขุ่นของน้ำยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น เช่น การกัดเซาะหรือการพังทลายของดินบริเวณแหล่งน้ำ ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล และกิจกรรมของมนุษย์ (เพิ่มเกียรติ อันสา, อมรรัตน์ เสนน้อย และทิพวรรณ เล็กนอก, 2547)

2. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำพุร้อนที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณสารทั้งหมด ปริมาณสารที่ละลายได้ ความกระด้าง คลอไรด์ ซัลเฟต และซิลิกา ผลการตรวจวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ปริมาณสารทั้งหมด ปริมาณสารที่ละลายได้ และความกระด้าง

แหล่ง	ปริมาณสารทั้งหมด ($\frac{mg}{l}$)		ปริมาณสารที่ละลายได้($\frac{mg}{l}$)		ความกระด้าง ($\frac{mg (CaCO_3)}{l}$)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
บ่อยา(บางขัน)	279.67	278.67	219.67	270.33	215.19	187.17
บ่อน้ำทิพย์(บางขัน)	269.33	279.25	253.67	271.33	215.69	186.83
กรุงชิง	286.33	353.33	274.00	319.00	26.10	40.04
บ้านหูนบ	275.33	373.67	265.67	273.67	19.05	14.01
บ้านหนองบัว	268.67	410.67	260.33	278.67	30.03	27.52
บ้านห้วยทรายขาว	300.00	406.00	293.67	321.00	23.73	16.51
บ้านห้วยปรึก	241.00	324.00	219.00	239.00	35.70	34.03
เฉลี่ยแต่ละฤดู	273.48	346.10	255.41	281.44	88.91	78.40
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	312.35		268.69		81.23	

จากตารางที่ 2 ปริมาณสารทั้งหมด ในช่วง 241.00 – 410.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในช่วงฤดูฝนมีการไหลของน้ำจากแหล่งอื่นมาผสมกับน้ำพุร้อน หรือ

เกิดจากฝุ่นละอองในอากาศตกลงมาทำให้ปริมาณสารทั้งหมดสูงกว่าฤดูร้อน และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปริมาณสารทั้งหมดกับค่าความขุ่นพบว่า เมื่อค่าความขุ่นของน้ำพุร้อนสูงขึ้น จะส่งผล



ให้ปริมาณสารทั้งหมดสูงขึ้นด้วย แต่มีค่าไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ปี 2006 (Lenntech Water treatment & air purification Holding B.V., 2006)

ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ ในช่วง 219.00 – 321.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน แต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 125 (พ.ศ.2551) คือปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ มีค่าน้อยกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่างจากน้ำพุร้อนทางภาคใต้หลายแห่งมีค่าสูงกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่น บ้านน้ำพุร้อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี อุทยานบ่อน้ำร้อน จังหวัดตรัง คลองบ่อน้ำร้อน จังหวัดกระบี่ และน้ำตกร้อน สะพาน จังหวัดกระบี่ มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้สูงสุดเท่ากับ 13,690, 14,975, 16,120 และ 18,570 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (วรรณภา จาราช, 2546) เนื่องจากความร้อนไหลจากชั้นกักเก็บความร้อนขึ้นมาที่ระดับดินและเกิดการผสมกับน้ำทะเลหรือน้ำเค็ม ทำให้ปริมาณสารละลายและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำเค็มผสมกับน้ำพุร้อนส่งผลให้ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าสูง

ค่าความกระด้างทั้งหมด ส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำ ยกเว้นแหล่งน้ำพุร้อนบางชั้น ที่มีค่าสูง ระหว่าง 186.83-215.69 มิลลิกรัม CaCO_3 ต่อลิตร โดยในช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าฤดูร้อน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแหล่งน้ำพุร้อนบางชั้นมีชั้นของหินปูน (carbonate) สูง จึงทำให้มีปริมาณของเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำมีสูง ซึ่งจัดเป็นแหล่งน้ำพุร้อนที่มีน้ำกระด้างมาก คือ มีความกระด้างมากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนแหล่งน้ำพุร้อนบ้านห้วยทรายขาว บ้านหนองบัว กรุงชิง บ้านห้วยปรือ และบ้านหุบ ทั้ง 2 ช่วงฤดู มีค่าความกระด้างทั้งหมดอยู่ในช่วง 14.01-40.04 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงจัดเป็นน้ำอ่อน คือ มีความกระด้างอยู่ในช่วง 11-100 มิลลิกรัมต่อลิตร (วรรณชัย พรหมเกิด, 2549) ซึ่งค่าความกระด้างของน้ำมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่าง (alkalinity) และความเป็นกรดต่าง โดยน้ำกระด้างสามารถช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษหลายชนิด เช่น โปรทตะกั่ว และแคดเมียม (อนุพงศ์ มาลี, 2545)

สำหรับปริมาณคลอไรด์ ซัลเฟต และซิลิกา ผลจากการตรวจวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 ปริมาณคลอไรด์ ซัลเฟตและซิลิกา

แหล่ง	คลอไรด์ (mg/l)		ซัลเฟต (mg/l)		ซิลิกา (mg/l)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
บ่อยา(บางขัน)	5.71	5.58	5.94	5.07	42.35	38.20
บ่อน้ำทิพย์(บางขัน)	5.46	5.91	13.39	12.08	44.21	37.98
กรุงชิง	2.48	3.06	20.92	19.02	82.59	78.57
บ้านหูนบ	7.53	7.75	9.00	6.99	106.39	103.56
บ้านหนองบัว	7.61	8.33	16.91	14.83	81.79	75.58
บ้านห้วยทรายขาว	7.69	7.91	10.91	9.04	84.11	79.10
บ้านห้วยปรึก	7.69	6.33	5.30	4.80	71.58	66.88
เฉลี่ยแต่ละฤดู	6.04	6.25	11.77	10.26	73.37	68.55
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	6.24		11.02		71.68	

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าปริมาณคลอไรด์ มีค่าค่อนข้างต่ำ ระหว่าง 2.48 – 8.33 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแหล่งกรุงชิงจะมีค่าต่ำที่สุด และค่าสูงสุดที่แหล่งบ้านหนองบัว เหมาะที่จะนำน้ำพุร้อนมาใช้ในการบริโภค เนื่องจากมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 125 (พ.ศ.2551) และตามมาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 199 (พ.ศ. 2543) คือ มีปริมาณคลอไรด์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณซัลเฟต จะมีค่าอยู่ระหว่าง 4.80-20.92 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงที่แหล่งกรุงชิง โดยในช่วงฤดูร้อน มีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 20.90 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีปริมาณต่ำสุดเท่ากับ 4.80 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วงฤดูฝนที่แหล่งบ้านห้วยปรึก แต่มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับแหล่งน้ำพุร้อนในจังหวัดอื่น ๆ ทางภาคใต้ เช่น สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่

และตรัง มีปริมาณซัลเฟตสูงมาก เนื่องจากน้ำพุร้อนจากชั้นกักเก็บความร้อนดันขึ้นมาในระดับต้นและเกิดการผสมกับน้ำทะเลหรือน้ำเค็ม ทำให้มีปริมาณซัลเฟตสูงมากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

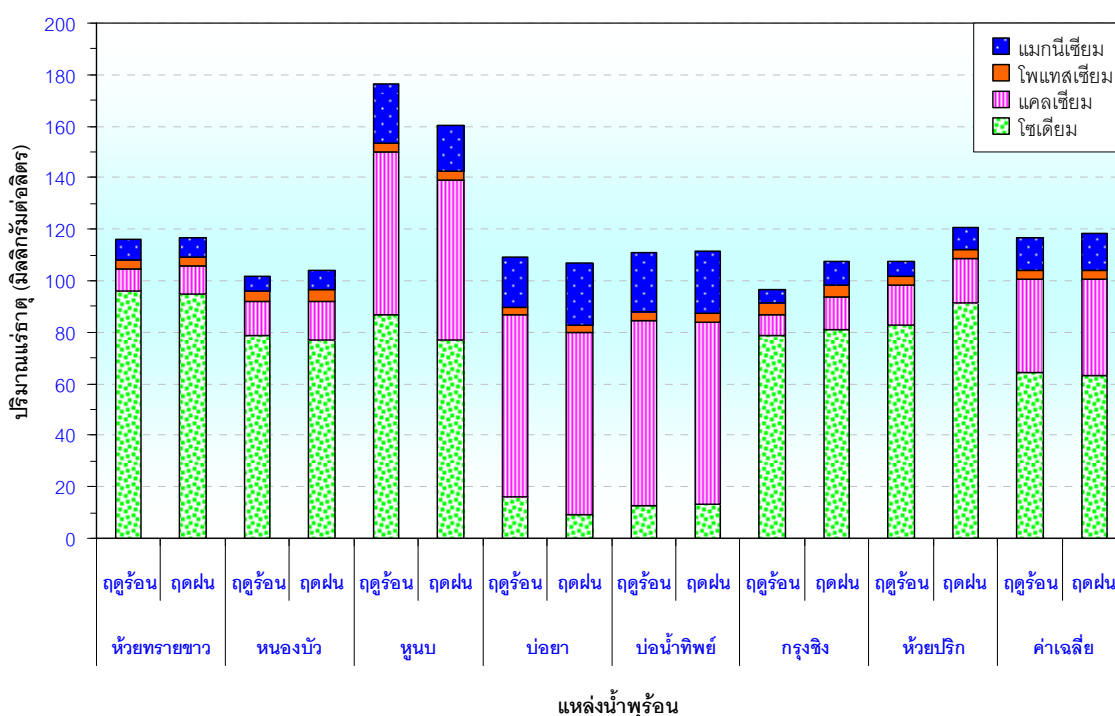
ปริมาณซิลิกา มีค่าระหว่าง 40.20-106.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงฤดูร้อนจะมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูฝน โดยมีค่าสูงสุดที่แหล่งบ้านหูนบ เท่ากับ 106.39 มิลลิกรัมต่อลิตร และต่ำสุดในช่วงฤดูฝน เท่ากับ 37.98 มิลลิกรัมต่อลิตรที่แหล่งบางขัน โดยปริมาณซิลิกาจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวดินของน้ำพุร้อน นั่นคือ น้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิสูงจะมีปริมาณซิลิกาสูงด้วย ส่วนน้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณ ซิลิกิต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี (2530) พบว่า แหล่งน้ำพุร้อน ปังนาคำ อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ อุณหภูมิผิวดินของแหล่งน้ำพุร้อนอยู่ในช่วง 96-99 องศาเซลเซียส มีปริมาณซิลิกาสูง คือเท่ากับ 115 -152 มิลลิกรัมต่อลิตร และแหล่งน้ำพุร้อนปึงไถ้ อำเภอเชียงดาว



จังหวัดเชียงใหม่ อุณหภูมิผิวดินของน้ำพุร้อนอยู่ในช่วง 55-70 องศาเซลเซียส มีปริมาณซิลิกา เท่ากับ 58.6 -66.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. ปริมาณแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค และน้ำแร่ธรรมชาติ ผลจากการวิเคราะห์เป็นดังนี้

แร่ธาตุที่พบปริมาณมาก มีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ โซเดียม (Na) แคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) แสดงได้ดังภาพที่ 1

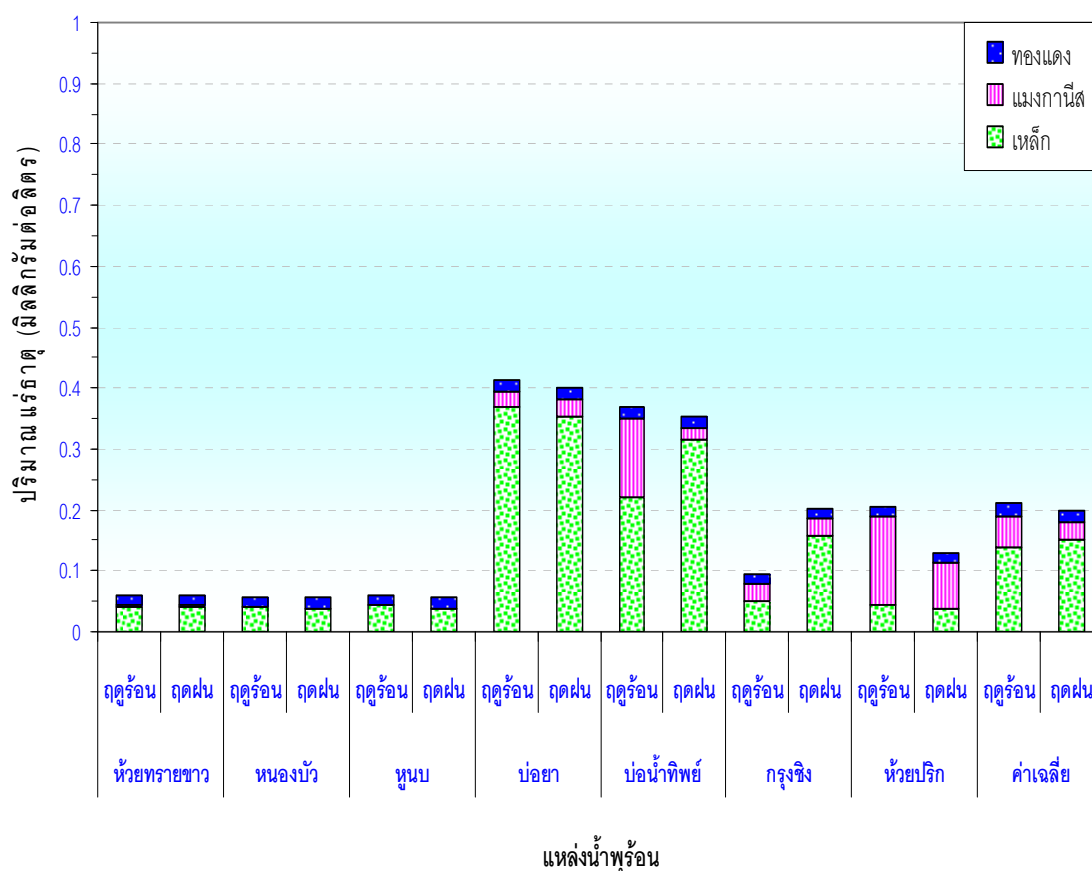


ภาพที่ 1 แร่ธาตุที่พบปริมาณมากของน้ำพุร้อนในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากภาพที่ 1 ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในช่วงฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน ส่วนปริมาณโซเดียมช่วงฤดูร้อนจะมีค่าสูงกว่าฤดูฝน ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณแร่ธาตุที่พบมีค่าไม่มากนัก คือ มีปริมาณโซเดียมอยู่ในช่วง 9.13-96.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคลเซียมอยู่ในช่วง 7.87 -72.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 3.11-4.74 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 2.30-27.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งน้อยกว่าแหล่งน้ำพุร้อนในจังหวัดกระบี่ คือ น้ำตกร้อน

สะพาน และบ้านน้ำร้อน มีปริมาณโซเดียมสูงสุดเท่ากับ 5,479 และ 5,375 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคลเซียม 1,005 และ 919 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโพแทสเซียม 169 และ 208 มิลลิกรัมต่อลิตร และแมกนีเซียม 250 และ 375 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เนื่องจากบริเวณนี้ น้ำพุร้อนไหลจากชั้นกักเก็บความร้อนขึ้นมาที่ระดับดินและเกิดการผสมกับน้ำทะเลหรือน้ำเค็ม

แร่ธาตุที่พบปริมาณน้อย มี 3 ชนิด ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) และทองแดง (Cu) มีค่าดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แร่ธาตุที่พบปริมาณน้อยของน้ำพุร้อนในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่าปริมาณแมงกานีส และเหล็ก ในน้ำพุร้อนทั้ง 2 ฤดู มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยแหล่งบางขันมีปริมาณเหล็กสูงสุดเท่ากับ 0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนแมงกานีส พบมากที่สุดแหล่งบ้านห้วยปรัง เท่ากับ 0.14 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณทองแดงมีค่าเท่ากันทุกแหล่ง คือ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เล่มที่ 125 ตอนพิเศษ 85 ง ราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 21 พฤษภาคม

2551. และมาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 199 พ.ศ.2543 ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม 2554

ส่วนคุณลักษณะที่เป็นพิษของน้ำพุร้อน ที่ทำการศึกษา คือ ตะกั่ว (Pb) และสารหนู (As)

ผลจากการตรวจวิเคราะห์ พบว่าในช่วงฤดูร้อนปริมาณตะกั่วของแหล่งน้ำพุร้อนทุกแหล่งมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่พบสารหนูเลย ช่วงฤดูฝนไม่พบทั้งตะกั่วและสารหนู



สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแหล่งน้ำพุร้อนในจังหวัดนครศรีธรรมราช จาก 6 แหล่ง จำนวน 7 บ่อ พบว่าอุณหภูมิของน้ำพุร้อน อยู่ในช่วง 41.13 – 58.07 องศาเซลเซียส จัดเป็นบ่อน้ำอุ่น เหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการและการท่องเที่ยว ได้แก่ การพัฒนาให้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจของนักท่องเที่ยว เป็นที่สำหรับการอาบน้ำเพื่อสุขภาพ การทำห้องอบเซาน่า อบไอน้ำ และการทำสระว่ายน้ำร้อน ส่วนคุณสมบัติทางเคมีของน้ำพุร้อนแต่ละแหล่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 125 (พ.ศ.2551) และมาตรฐานน้ำแร่ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 199 (พ.ศ.2543) เรื่อง น้ำแร่ธรรมชาติ แต่มีปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ในปริมาณน้อย

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำพุร้อนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้ง 6 แหล่ง เป็นการศึกษาข้อมูลขั้นพื้นฐาน เพื่อเป็นข้อมูลให้กับท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำพุร้อนอย่างคุ้มค่าตามศักยภาพของแต่ละแหล่ง จึงควรทำการสำรวจชั้นรายละเอียดทั้งด้านธรณีวิทยา ธรณีเคมี และธรณีฟิสิกส์ต่อไปในอนาคต เพื่อให้ได้ข้อมูลมากพอในการประเมินศักยภาพแหล่งน้ำพุร้อนในแต่ละแหล่ง นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ผู้สนับสนุนทุนวิจัย ศูนย์วิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัย

ราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่สนับสนุนด้านการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

- ทรัพยากรธรณี, กรม. (2530). รายงานการสำรวจ ฉบับที่ 1. แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม.
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เล่มที่ 125 ตอนพิเศษ 85 ง ราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 21 พฤษภาคม 2551. เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อม เป็นพืษ พ.ศ. 2551.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 199 พ.ศ. 2543. เรื่อง น้ำแร่ธรรมชาติ. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม 2554.
- มานพ รักษาสกุลวงศ์. (2544, เมษายน). น้ำพุร้อน : แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ. วารสารเศรษฐธรณีวิทยา 3 (4).
- วรรณชัย พรหมเกิด. (2549). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการเลี้ยงปลาน้ำจืด. นครศรีธรรมราช : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- วรรณภา จำราช. (2546). คุณลักษณะทางเคมีแหล่งน้ำพุร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี.



- American public health association, American water work and water federation. (1992). **Standard methods for examination of wastewater.** (18th ed.) New York.: Author.
- American public health association, American water work and water federation. (1995). **Standard methods for examination of wastewater.** (19th ed.) Washing DC, New York : Part 2040.
- AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists.** (Volume I.) (17th ed.). Gaithersburg, MD, USA : Official Method 11.1.26.
- Chumthaisong, Charoen. & Intravuta, Teerawath. (1992). **Role of Groundwater Resources for Rural Development. Proceeding of a National Conference on Geologic Resources of Thailand : Potential for Department of Mineral Resources, Ministry of Industry.** Bangkok, Thailand : Department of Mineral.
- Electric Generating Authority of Thailand. (1988). **Fang geothermal power plant: Brochure prepared by Information Section, Electric Generating Authority of Thailand.** Nonthaburi : Author.
- Mainza, D. (2006). **The chemistry of geothermal waters of SW-Uganda.** Iceland : The United Nations University.
- Saji, I. Nishikawa, O. Belkova, N. Okrugina, V. & Tazaki, K. (2004). Chemical and microbiological investigations of hot spring deposits found at the hydrothermal systems of Kamchatka Peninsula, Russia. **Science Rep.** 24 (1, 2), 73-106.
- World Energy Council. (1994). **New renewable energy resources.** London : Kogan Page.
- หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
ทรัพยากรธรณี, กรม. (2552). การแบ่งประเภทน้ำพุร้อนและประโยชน์จากการอาบน้ำพุร้อน. ค้นเมื่อ พฤษภาคม 4, 2552, จาก <http://www.dmr.go.th/hotspring/index.htm>
- เพิ่มเกียรติ อ้นสา อมรัตน์ เสนน้อย และทิพวรรณ เล็กนอก. (2547). คุณลักษณะของน้ำ ใน พื้นฐานวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ค้นเมื่อ มีนาคม 23, 2552, จาก <http://www.sut.ac.th/e-texts/Medicine/behs/lesson2/lesson2-2.html>.
- สุรพงษ์ ตันชนศรีกุล. (2541). **ท่องเที่ยวธรรม-อาบ น้ำแร่ที่วัดวังขนาบ.** ค้นเมื่อ พฤศจิกายน 20, 2549, จาก <http://www.komchadluek.net/column/pra/2006/04/07/01.php>.
- อนุพงศ์ มาลี. (2545). คุณสมบัติของน้ำเบื้องต้น. ค้นเมื่อ มิถุนายน 15, 2552, จาก http://www.nicaonline.com/new_141.htm.
- Lenntech Water treatment & air purification Holding B.V. (2006). **WHO's drinking water standards 2006.** Retrieved 2009, May 7, from <http://www.lenntech.com/WHO's-drinking-water-standards06.htm#ixzz0GUMRj1Lq&A>.