รายงานวิจัย

การศึกษาปริมาณแคดเมียมในน้ำจากบ่อน้ำร้อน กรณีศึกษา: บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

The Study of Cadmium in the Water from Hot Spring Case Study: Khaochaison Hot Spring Amphur Khaochaison, Phattalung Province

จิราวดี แก้วสองสี

ศิรารัตน์ เมืองสง

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2561

114317
14 ส.ค. 2562

ใบรับรองงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย การศึกษาปริมาณแคดเมียมในน้ำจากบ่อน้ำร้อน
กรณีศึกษา: บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง
The Study of Cadmium in the Water from Hot Spring
Case Study: Khaochaison Hot Spring Amphur Khaochaison,
Phattalung Province

ชื่อผู้ทำงานวิจัย จิราวดี แก้วสองสี และศิรารัตน์ เมืองสง

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์หิรัญาดี สุวิบูรณ์)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....ประธานหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนะ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่ 27 มิ.ย. 2562 เดือน.....พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อเรื่อง การศึกษาปริมาณแคดเมียมในน้ำจากบ่อน้ำร้อน
กรณีศึกษา: บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

ชื่อผู้ทำงานวิจัย นางสาวจิราวดี แก้วสองสี รหัสนักศึกษา 584231005
นางสาวศิรารัตน์ เมืองสง รหัสนักศึกษา 584231029

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณแคดเมียมในน้ำจากบ่อน้ำร้อน กรณีศึกษา: บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน รวมถึงศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ มีการเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้ง ต่อเนื่องทุก 2 สัปดาห์ ในเดือนธันวาคม 2560 และมกราคม 2561 จำนวน 4 จุด จากบ่อพิศาล (บ่อต้นน้ำ) 1 จุด และบ่อใช้ประโยชน์ 3 จุด นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม และคุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแคดเมียมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0013±0.0006 - 0.0010±0.0000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแคดเมียมที่พบนั้นมีปริมาณที่น้อย เนื่องจากเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำใต้ดินที่ปลอดภัยสามารถใช้อุปโภคได้ และคุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 40.00±1.00 - 47.67±1.15 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.35±0.04 - 7.59±0.03 สภาพนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 436.67±15.01 - 454.00±7.55 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรความขุ่นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.05±0.06 - 2.17±0.21 เอ็นทียู และปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.89±0.70 - 13.44±2.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

คำสำคัญ: แคดเมียม คุณภาพน้ำ บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

Study Title	The Study of Cadmium in the Water from Hot Spring Case Study: Khaochaison Hot Spring Amphur Khaochaison, Phattalung Province
Authors	Miss. Jirawadee Kawsongsee Student Code 584231005
	Miss. Sirarath muangsong Student Code 584231029
Advisor	Dr. Sucheewan Yoyrurob
Bachelor of science degree	Environment Science
Institution	Songkhla Rajabhat University
Academic year	2018

Abstract

This research is a The Study of Cadmium in the Water from Hot Spring Case Study: Khaochaison Hot Spring Amphur Khaochaison, Phattalung Province to compare with undergroundwater quality standards and study some general water quality Water samples were collected three time, continuously every 2 weeks. In December 2017 and January 2018, 4 point from the Pisarn pond (upstream pond) one point and three point useful pond, to analyze cadmium content and some general water quality. The result indicated that the average cadmium amount was 0.0013±0.0006 - 0.0010±0.0000 Mg per liter. the amount of cadmium was found at the low levels, due to naturally occurring. Which meets the water quality standards in safe underground water sources, can be used. For the general water quality, the average temperature ranged from 40.00±1.00 - 47.67±1.15 degree Celsius. The average acid-base value was 7.35±0.04 - 7.59±0.03. The average conductivity condition was in the range of 436.67±15.01 - 454.00±7.55 Micro Cm per centimeter. The average turbidity was ranged from 1.05±0.06 - 2.17±0.21 NTU. and the average total suspended solids was 1.89±0.70 - 13.44±2.01 Mg per liter.

Key word: Cadmium, Water Quality, Khaochaison Hot Spring

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาการวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (4453502) รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ ที่ได้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในการดำเนินการและคำแนะนำเพิ่มเติม แก้ไขข้อบกพร่องในรายงายวิจัยเพื่อปรับปรุงให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นตลอดจนเป็นกำลังใจและยังรวมถึงคณาจารย์ในโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ให้คำปรึกษาต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และมีส่วนช่วยเหลือผลงานวิจัยในครั้งนี้ ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว เพื่อน ๆ บุคคลผู้อยู่เบื้องหลัง ที่คอยให้กำลังใจในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่า และคุณประโยชน์ใด ๆ ที่พึงได้จากงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นรางวัลแห่งความภาคภูมิใจแด่บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอดการดำเนินงาน

จิราวดี แก้วสองสี

ศิรารัตน์ เมืองสง

มิถุนายน 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ตัวแปร	3
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บ่อน้ำร้อน	5
2.2 การปนเปื้อนโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม	9
2.3 แคดเมียม	10
2.4 คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการที่วิเคราะห์ในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	11
2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 ขอบเขตของงานวิจัย	17
3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	18
3.3 การเก็บรักษาตัวอย่าง	19
3.4 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	21
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	22
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 ปริมาณแคดเมียมในน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	23
4.2 คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ	24
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	30
5.2 ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์	ผก-1
ภาคผนวก ข ภาพประกอบวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค แบบเสนอโครงร่างวิจัย	ผค-1
ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย	ผง-1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7-1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
2.1-1	บ่อน้ำร้อนทางภาคใต้ของประเทศไทย	6
2.5-1	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	13
3.3-1	วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ และช่วงเวลาที่ยอมให้เก็บก่อนทำการวิเคราะห์	20
3.4-1	วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	21
5.1-1	สรุปผลการวิจัย	31

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญภาพ

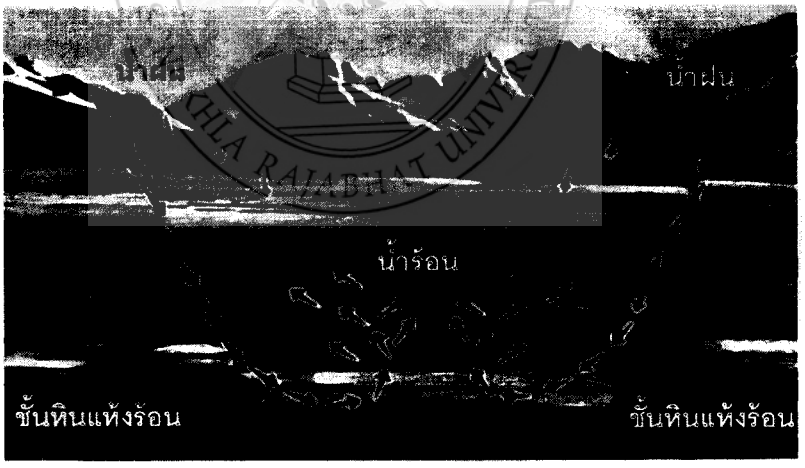
ภาพที่		หน้า
1.1-1	การเกิดแหล่งความร้อนใต้พิภพ	1
2.1-1	ที่ตั้งบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	8
3.1-1	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อพิศาล (บ่อต้นน้ำ)	17
3.1-2	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อใช้ประโยชน์	18
4.1-1	ปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	23
4.2-1	อุณหภูมิของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	24
4.2-2	ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	25
4.2-3	สภาพนำไฟฟ้าของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	26
4.2-4	ความขุ่นของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	27
4.2-5	ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน	28

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

ในปัจจุบันมีการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง บ่อน้ำร้อนเป็นแหล่งน้ำที่มีการใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ ใช้รักษาโรคปวด วิถีประสาท และโรคปวดข้อ การอาบน้ำร้อนจากบ่อน้ำร้อนเป็นประจำจะช่วยในการฟื้นฟูสมรรถภาพและใช้ในการผลิตน้ำแร่สำหรับดื่ม เป็นต้น บ่อน้ำร้อน (hot spring) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ดิน ซึ่งบ่อน้ำร้อนในประเทศไทยมักมีความสัมพันธ์หรืออยู่ภายใต้อิทธิพลของรอยแตกรอยเลื่อน บ่อน้ำร้อนเกิดจากการที่น้ำเย็นที่เป็นน้ำฝนหรือน้ำตามแม่น้ำลำคลองไหลซึมผ่านช่องว่างหรือรอยแตกของหินที่ลึกลงไปในใต้ดิน ซึ่งน้ำเย็นเหล่านี้เมื่อลงไปใต้ดินจะได้รับความร้อนจากหินใต้โลก ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีความดันเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ไหลกลับสู่ผิวดินตามรอยเลื่อนรอยแตกของหินสู่เบื้องบน เกิดเป็นบ่อน้ำร้อน ดังแสดงใน**ภาพที่** 1.1-1 (ศิริพร สูงปานเขา และมานพ รักษาสกุลวงศ์, 2544) เช่น บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง



ภาพที่ 1.1-1 การเกิดแหล่งความร้อนใต้พิภพ
ที่มา: สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย (2557)

บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง มีลักษณะเป็น ตาน้ำร้อนผุดขึ้นมารวมเป็นแอ่งน้ำร้อน บริเวณโดยรอบเขาชัยสนมีความยาว 6 กิโลเมตร เขาชัยสนสูง 33 เมตร เป็นลักษณะเขาหินปูน มีลักษณะพิเศษกว่าภูเขาอื่น ๆ คือ มีลำคลองใต้ภูเขามีความยาว

ประมาณ 4.5 กิโลเมตร มีน้ำไหลผ่านตลอดปี สภาพป่าบนเขาชัยสนมีความอุดมสมบูรณ์ บริเวณเชิงเขามีบ่อน้ำร้อนลักษณะเป็นแอ่งน้ำร้อนประมาณ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นหากได้รับแรงสะเทือนมีน้ำร้อนไหลตลอดเวลา (สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดพัทลุง, 2559)

จากการศึกษาของณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล (2548) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง พบว่า สารหนูมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0008 - 0.0061 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่วมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0003 - 0.0011 มิลลิกรัมต่อลิตร และแคดเมียมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0008 - 0.0036 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งในการวิเคราะห์พบว่าปริมาณแคดเมียมบางจุดเก็บตัวอย่างมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ที่ 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร (ณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล, 2548)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า แคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง คือ ทางการกินและการหายใจ พิษเฉียบพลันจากการหายใจสูดไอของแคดเมียมเข้าไปในร่างกาย จะมีอาการไอ แน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก ไข้ หนาวสั่น ปวดเมื่อยตามร่างกาย หากอาการรุนแรงมากขึ้นอาจพบภาวะบวมอักเสบและบวมน้ำ แคดเมียมเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะจับกับเม็ดเลือดและ albumin (โปรตีนชนิดหนึ่งที่ลอยได้ในกระแสเลือดที่ถูกผลิตขึ้นจากตับและมีปริมาณมากกว่าโปรตีนชนิดอื่น) มีส่วนน้อยที่จะกลายเป็น metallothionin ซึ่งเป็นพิษ ครึ่งหนึ่งจะเก็บไว้ที่ไตและตับ จะขับออกมาได้ช้ามาก โดยจะมีค่าครึ่งชีวิต 15-30 ปี การได้รับแคดเมียมเป็นระยะเวลานานอาจอันตรายต่อไต โรคที่เกิดจากพิษแคดเมียมเรียกว่า โรคพิษแคดเมียม หรือ โรคอิไต-อิไต แคดเมียมอาจปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้จากการหลอมโลหะบางชนิด อุตสาหกรรมต่าง ๆ (กรมควบคุมโรค, 2557) ซึ่งน้ำในบ่อน้ำร้อนที่ผุดออกมาจากใต้ชั้นหิน ก็มีคุณลักษณะทางสารพิษเหล่านี้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเพราะเป็นองค์ประกอบของหิน และอาจจะไม่ได้มีแค่แคดเมียม แต่ยังมีโลหะหนักอีกหลายชนิด เช่น สารหนู ปรอท ตะกั่ว ซีลิเนียม แคดเมียม และไซยาไนด์ แต่มีอยู่ในปริมาณที่น้อยที่ละลายออกมา ซึ่งมีโอกาสเป็นไปได้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2535)

ในปัจจุบันมีประชาชนนำน้ำจากบ่อน้ำร้อนมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากแต่ไม่มีข้อมูลทางวิชาการที่เป็นปัจจุบันที่สุดมายืนยันได้ว่าบ่อน้ำร้อนแห่งนี้ เมื่อเวลาผ่านไป 13 ปี ปริมาณแคดเมียมจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินหรือไม่ และเพื่อนำผลการวิจัยที่ได้รับ มาเป็นฐานข้อมูลให้ความรู้แก่ประชาชน ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาปริมาณแคดเมียมที่ให้โทษแก่ผู้อุปโภคว่ามีปริมาณเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้หรือไม่ อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยอาศัยอยู่และได้ใช้ประโยชน์จากน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จึงสนใจตรวจสอบ

ความปลอดภัยของบ่อน้ำร้อน อีกทั้งสร้างความมั่นใจให้กับนักท่องเที่ยวที่มาใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปบางประการของน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน กับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น: ตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

ตัวแปรตาม: ปริมาณแคดเมียม คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการของน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

ตัวแปรควบคุม: ระยะเวลา จุดเก็บตัวอย่าง จำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่าง

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 แคดเมียม (cadmium) เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่ม II b ของตารางพีริออดิคเช่นเดียวกับสังกะสีและปรอท เป็นโลหะหนักที่มีสีเงินแกมขาว ไม่มีกลิ่น อ่อนตัว สามารถเกิดได้ตาธรรมชาติ และเป็นสารที่มีคุณสมบัติในแง่ของพิษสะสมสูง (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

1.4.2 คุณภาพน้ำ คือ ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมเฉพาะของมนุษย์คุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ จะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6, 2554)

1.4.3 บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ดินมารวมกับเป็นแอ่งน้ำ ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง (สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดพัทลุง, 2559)

1.5 สมมติฐาน

ปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถทราบถึงปริมาณแคดเมียม และคุณภาพน้ำทั่วไปบางประการของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

1.6.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเผยแพร่ให้แก่ประชาชนที่ใช้น้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

1.6.3 เป็นข้อมูลให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อแก้ไขปรับปรุงคุณภาพน้ำ

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาดำเนินงาน 20 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2560 ถึง มิถุนายน 2562 โดยเว้นระยะช่วงการฝึกประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ธันวาคม 2561 ถึง กุมภาพันธ์ 2562) สำหรับแผนการดำเนินงานตลอดโครงการแสดงไว้ใน**ตารางที่ 1.7-1** ส่วนโครงร่างวิจัยแสดงไว้ใน**ภาคผนวก ข**

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินการ																					
	พ.ศ. 2560							พ.ศ. 2561									พ.ศ. 2562					
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน
1) รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	▬	▬	▬																■	■	■				
2) สอบโครงร่างวิจัย			▲																■	■	■				
3) เก็บตัวอย่างและทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ							▬												■	■	■				
4) สอบรายงานความก้าวหน้าวิจัย										▲									■	■	■				
5) วิเคราะห์ผลและสรุปผล											▬	▬							■	■	■				
6) การเขียนเล่มวิจัย													▬	▬	▬	▬	▬		■	■	■				
7) สอบจบวิจัย																		▲	■	■	■				
8) แก้ไขเล่มวิจัยและส่งเล่มวิจัย																						▬	▬	▬	▬

หมายเหตุ ▬ หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย ▲ หมายถึง ช่วงการสอบวิจัย

■ หมายถึง ช่วงการฝึกงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บ่อน้ำร้อน

2.1.1 บ่อน้ำร้อน

บ่อน้ำร้อน (hot spring) มักพบบริเวณหินอัคนี เมื่อน้ำใต้ดินได้รับการถ่ายเทความร้อนจากหินอัคนีที่ร้อนในระดับลึก และไหลย้อนกลับสู่ผิวดิน จะเกิดใกล้หรือเกิดอยู่ในหินแกรนิตจะได้รับความร้อนจากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ซึ่งพบมีค่าค่อนข้างสูงอยู่ในหิน บ่อน้ำร้อนที่เกิดอยู่บริเวณรอยเลื่อนมีพลังได้รับการถ่ายเทความร้อนจากแรงเฉือน และรอยเลื่อนดังกล่าวเป็นช่องทางนำน้ำเย็นไหลลงสู่ระดับลึกแล้วไหลขึ้นสู่ผิวดินเป็นบ่อน้ำร้อน รอยเลื่อนปกติในทิศทางเหนือ-ใต้ ที่เกิดอยู่ทั่วไปในช่วงเวลาไม่เกิน 1.8 ล้านปี (หลังยุคเทอร์เชียรี) เป็นตัวให้ความร้อนเพิ่มขึ้น บริเวณประเทศไทยมีค่าการไหลถ่ายความร้อนสูง (high heat flow) ซึ่งเป็นผลมาจากชั้นเปลือกโลกและชั้นแมนเทิล (mantle) บาง หรืออยู่ตื้นกว่าปกติ

ประเภทของบ่อน้ำร้อน มี 5 ประเภท

1) บ่อน้ำร้อนทั่วไป (simple springs) มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน เกลือ และแร่อื่น ๆ น้อยกว่า 1 กรัม มีประโยชน์ในการรักษาโรคปวดวิถีประสาท และโรคปวดข้อ การอาบน้ำบ่อน้ำร้อนเป็นประจำจะช่วยในการฟื้นฟูสมรรถภาพ

2) บ่อน้ำร้อนคาร์บอเนต (carbonate springs) ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและแร่อื่น ๆ น้อยกว่า 1 กรัมต่อลิตร ลักษณะทั่วไปคล้ายกับบ่อน้ำร้อนทั่วไปแต่มีปริมาณของคาร์บอเนตสูงกว่า อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ หรือเป็นน้ำพุเย็น มีประโยชน์ในการรักษาโรคเกี่ยวกับหัวใจ ทำให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น รักษาโรคประสาทและความผิดปรกติของเพศหญิง

3) บ่อน้ำร้อนดินคาร์บอนหนัก (heavy carbon soil springs) มีธาตุคาร์บอน และแร่อื่น ๆ มากกว่า 1 กรัมต่อลิตร มีประโยชน์ในการรักษาโรคปวดข้อ โรคปวดวิถีประสาท และโรคผิดปรกติของผิวหนังเรื้อรัง การดื่มน้ำจากแหล่งน้ำนี้ช่วยผ่อนคลายปัญหาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารและอาการบวมหรืออักเสบของกระเพาะอาหาร

4) บ่อน้ำร้อนเกลือ (salt springs) ประกอบด้วยสารเคมีมากกว่าบ่อน้ำร้อนทั่วไป คือมีแร่ธาตุต่าง ๆ มากกว่า 1 กรัมต่อลิตร ในกรณีที่น้ำประกอบด้วยเกลือระหว่าง 1-5 กรัมต่อลิตร เรียกว่าน้ำพุเกลืออ่อน (weak saline) เกลือระหว่าง 5-10 กรัมต่อลิตร เรียกว่า น้ำพุเกลือ และเกลือมากกว่า

10 กรัมต่อลิตร เรียกว่า น้ำพุเกลือเข้มข้น (strong salt) และมีคุณสมบัติเก็บรักษาอุณหภูมิและความร้อนได้ดี มีประโยชน์เช่นเดียวกับ บ่อน้ำร้อนดินคาร์บอเนต

5) บ่อน้ำร้อนเกลือ โซเดียม ไฮโดรเจน คาร์บอเนต (saltine sodium hydrogen carbomate springs) เป็นน้ำพุเกลือ ที่มีส่วนประกอบของโซเดียม ไฮโดรเจนคาร์บอเนต และ alkaline base มีประโยชน์เช่นเดียวกับ บ่อน้ำร้อนดินคาร์บอเนต

บ่อน้ำร้อน เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภายในโลกยังคงมีความร้อนอยู่ ปัจจุบันแหล่งบ่อน้ำร้อนที่พบในประเทศไทยมี 112 แหล่ง กระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ วัดอุณหภูมิน้ำร้อนที่ผิวดินอยู่ในช่วง 40-100 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปบ่อน้ำร้อนเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่น่ามหัศจรรย์ แต่บ่อน้ำร้อนยังสามารถนำมาพัฒนาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า ด้านอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม อีกด้วย บ่อน้ำร้อนที่พบในภาคใต้มี 33 แหล่ง ดัง**ตารางที่ 2.1-1** (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

ตารางที่ 2.1-1 บ่อน้ำร้อนทางภาคใต้ของประเทศไทย

บ่อน้ำร้อน	อำเภอ	จังหวัด	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH
1) ละแม	ละแม	ชุมพร	50	-
2) วัดตโปทาราม	เมือง	ระนอง	65	8.3
3) บ้านทุ่งยอ	เมือง	ระนอง	40	8.3
4) บ้านพรรั้ง	เมือง	ระนอง	45	8.4
5) คลองบางริ้น	เมือง	ระนอง	50	-
6) ราชกรูด	เมือง	ระนอง	46	-
7) ห้วยน้ำร้อน	กะเปอร์	ระนอง	75	-
8) บ้านน้ำพุร้อน	ไชยา	สุราษฎร์ธานี	45	7.74
9) เขานางฮี	ไชยา	สุราษฎร์ธานี	40	7.84
10) วัดธารน้ำร้อน	ท่าฉาง	สุราษฎร์ธานี	51	7.86
11) บ้านบ่อน้ำร้อน	กาญจนดิษฐ์	สุราษฎร์ธานี	41	8.32
12) บ้านวังหิน	นาสาร	สุราษฎร์ธานี	42	8.41
13) บ้านเขาน้อย	คีรีรัฐนิคม	สุราษฎร์ธานี	53	8.1
14) รัตนโกสัย	พุนพิน	สุราษฎร์ธานี	70	7.9

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

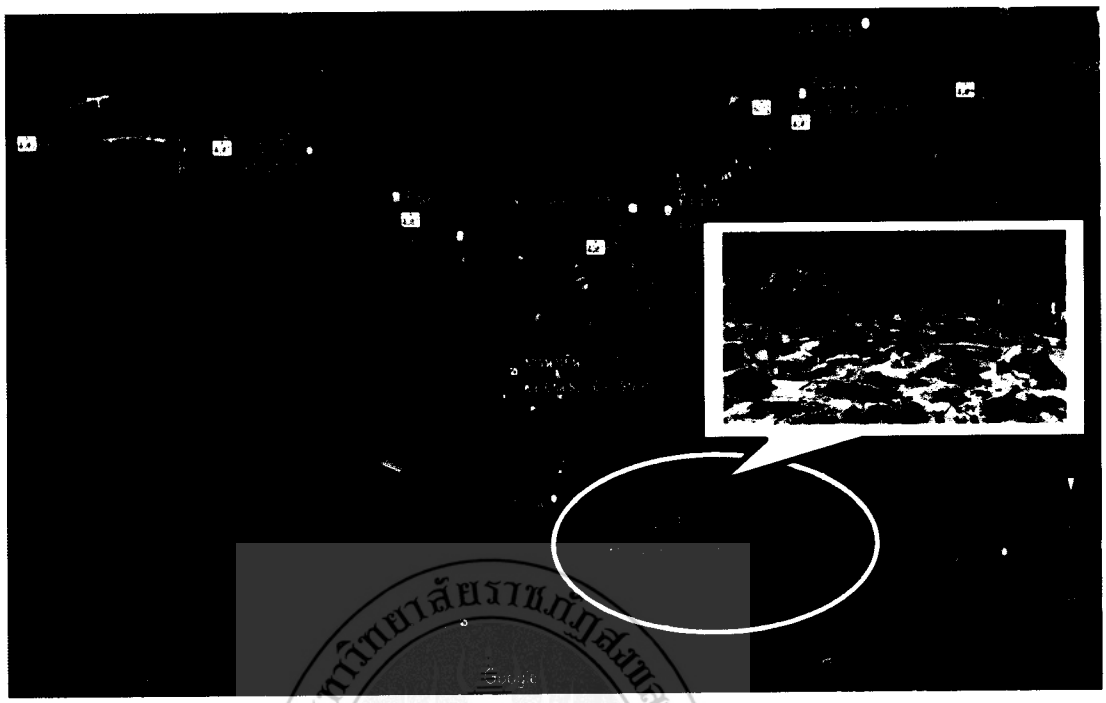
ตารางที่ 2.1-1 บ่อน้ำร้อนทางภาคใต้ของประเทศไทย (ต่อ)

บ่อน้ำร้อน	อำเภอ	จังหวัด	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH
15) บ้านเขาพลู	บ้านนาเดิม	สุราษฎร์ธานี	56	-
16) บ้านเขาเตอก	เคียนซา	สุราษฎร์ธานี	62	
17) อุทยานบ่อน้ำร้อน	บางขัน	นครศรีธรรมราช	55	-
18) คลองปลายพู่	กะปง	พังงา	60	7.8
19) รมณีย์	กะปง	พังงา	63	-
20) บ้านบ่อดาน	ท้ายเหมือง	พังงา	45	-
21) บ้านห้วยยูงตก	เหนือคลอง	กระบี่	45	7.2
22) คลองบ่อน้ำร้อน	เหนือคลอง	กระบี่	47	-
23) บางผึ้ง	คลองท่อม	กระบี่	45	7.2
24) บ้านน้ำร้อน	คลองท่อม	กระบี่	47	7.2
25) น้ำตกร้อนสะพานยูง	คลองท่อม	กระบี่	47	7
26) อุทยานบ่อน้ำร้อน	กันตัง	ตรัง	52	7.1
27) บ้านควนสระ	ปะเหลียน	ตรัง	41	6.7
28) เขาชัยสน	เขาชัยสน	พัทลุง	57	7.7
29) บ้านโล๊ะจังกระ	กงหรา	พัทลุง	46	8
30) บ้านนาทุ่งโพธิ์	กงหรา	พัทลุง	50	8
31) บ้านระหว่างควน	ควนขนุน	พัทลุง	41	-
32) บ้านโตนปาหนัน	ควนกาหลง	สตูล	50	7.7
33) บ้านทุ่งนุ้ย	ควนกาหลง	สตูล	60	-
34) ตาเนาะแมเราะ	เบตง	ยะลา	80	7.8

ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2559)

2.1.2 บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง อยู่ห่างจากอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ประมาณ 75 กิโลเมตร ห่างจากอำเภอเมืองพัทลุง ประมาณ 25 กิโลเมตร ดังแสดงใน**ภาพที่ 2.1-1**



ภาพที่ 2.1-1 ที่ตั้งบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

ที่มา: Google Maps ที่ระดับความสูง 300 เมตร วันที่ 23 มิถุนายน 2562

บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน มีลักษณะเป็นแอ่งน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส อยู่บริเวณเชิงเขาชัยสน ประชาชนทั่วไปเชื่อกันว่าเป็นบ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์ สามารถอาบรักษาโรคผิวหนังได้ อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้นหากได้รับแรงกระทบกระเทือนบริเวณนั้น น้ำร้อนจะไหลตลอดเวลาหน่วยงานรับผิดชอบ กรมศิลปากรประกาศขึ้นทะเบียนเป็นโบราณสถานประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 52 ตอนที่ 75 วันที่ 8 มีนาคม 2478 โดยกรมศิลปากรอยู่ในฐานะผู้ดูแลรักษาคุ้มครองป้องกันโบราณสถาน การดำเนินการซ่อมแซม แก้ไข เปลี่ยนแปลง รื้อถอน ต่อเติม ทำลาย เคลื่อนย้าย โบราณสถานหรือส่วนต่าง ๆ ของโบราณ หรือขุดค้นสิ่งใด ๆ หรือปลูกสร้างอาคารภายในบริเวณโบราณสถานจะต้องขออนุญาตเป็นหนังสือจากอธิบดี และอธิบดีได้มีหนังสืออนุญาตให้องค์การบริหารส่วนตำบลเขาชัยสนพัฒนาปรับปรุงพื้นที่ภูมิทัศน์ในปี 2541

จากการวิเคราะห์น้ำแร่จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 12/1 ตรัง กระทรวงสาธารณสุข (2552) พบว่าน้ำจากบ่อน้ำร้อนสามารถผลิตน้ำดื่มที่มีคุณค่าต่อร่างกายได้ โดยมีคุณสมบัติ 4 ประการ (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 12/1 ตรัง, 2552) คือ

1) น้ำใสสะอาดบริสุทธิ์ ไม่มีจุลินทรีย์และเชื้อโรคใด ๆ

2) ไม่มีสารปนเปื้อนใด ๆ เช่น ปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืชหรือยาฆ่าแมลง เพราะเป็นน้ำพุที่มาจากใต้พื้นพิภพ

3) ไม่มีสารโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เช่น สารปรอท สารตะกั่ว สารหนู และกลิ่นของกำมะถัน

4) มีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนี้

4.1) แคลเซียม มี 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน ทั้งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายและช่วยในการแข็งตัวของหลอดเลือด

4.2) แมกนีเซียม มี 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยปรับความสมดุลของประสาท และกล้ามเนื้อ และช่วยเม็ดเลือดขาว สลายเชื้อโรค

4.3) โซเดียม มี 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยเชื่อมประสาทและกล้ามเนื้อ ช่วยรักษาความเป็นกรด เป็นด่างของร่างกาย

4.4) ไบคาร์บอเนต มี 191 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยลดกรดในกระเพาะอาหาร และช่วยควบคุมความสมดุลของน้ำในร่างกาย

4.5) ซัลเฟต มี 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยระบบการย่อยอาหาร

4.6) ไนเตรต มี 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยควบคุมระบบการไหลเวียนของโลหิต เพื่อไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และช่วยขยายหลอดเลือด

4.7) โปรแทสเซี่ยม มี 228 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยระบบการไหลเวียนของโลหิต

4.8) ฟลูออออร์ไรด์ มี 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน ป้องกันฟันผุ

4.9) คลอไรด์ มี 16 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยควบคุมความสมดุลของระบบกระเพาะอาหาร

2.2 การปนเปื้อนโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม

2.2.1 โลหะหนักในสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

แหล่งที่มาของโลหะหนักที่เข้าสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำมาจาก 2 แหล่งที่สำคัญ คือ การเคลื่อนที่ของโลหะหนักในแม่น้ำ เนื่องจากกระบวนการผุพังตามธรรมชาติหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และกายภาพของเปลือกโลก และมาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่น้ำเอาโลหะหนักต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการผลิต แหล่งที่มาอีกแหล่งหนึ่งก็คือการเคลื่อนที่ของสารโลหะหนักจากชั้นบรรยากาศในรูปของฝุ่นละออง ซึ่งเมื่อน้ำฝนไหลผ่านก็จะชะล้างลงสู่แหล่งน้ำได้ (วัชรี สิทธิ และคณะ, 2558)

2.2.2 โลหะหนักที่ปนเปื้อนในบ่อน้ำร้อน

บ่อน้ำร้อนจะมีปริมาณโลหะหนักอยู่น้อยมาก หากมีมากแสดงว่ามีการปนเปื้อน เนื่องจากแร่ธาตุในบ่อน้ำร้อนมีมากมายหลายชนิดทั้งที่มีประโยชน์และมีโทษ เช่น ไซยาไนด์ ไนเตรท ไนไตรต์ สารหนู

ฟลูออรีน โบรอน ไอโอดีน โมลิบดินัม แวนนาเดียม ซีลีเนียม โครเมียม ตะกั่ว แคดเมียม แร่ธาตุเหล่านี้อาจอยู่ในน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งหากมีปริมาณมากอาจเป็นพิษต่อร่างกายได้ (วีทิต วรรณเลิศลักษณ์, 2560)

2.3 แคดเมียม

แคดเมียม (cadmium) มีเลขอะตอมอยู่ในกลุ่ม II b เลขมวลของตารางพีริออดิค เป็นโลหะหนักมีลักษณะสีเงินแกมขาว ไม่มีกลิ่น อ่อนตัว แคดเมียมสามารถเกิดได้ตามธรรมชาติ ซึ่งแคดเมียมเป็นสารที่มีคุณสมบัติในแง่ของพิษสะสมสูง เนื่องจากมีวงจรครึ่งชีวิต มากกว่า 10 ปี ไม่สามารถสลายตัวได้ การสะสมจะมากขึ้นตามอายุ

ปริมาณครึ่งหนึ่งของแคดเมียมในร่างกายจะถูกเก็บสะสมอยู่ที่ตับและไต สิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดมีโอกาสมากในการที่จะเก็บสะสมแคดเมียม เนื่องจากแคดเมียมมีคุณสมบัติทางเคมีที่คล้ายกับสังกะสี ทำให้แคดเมียมสามารถเข้าไปแทนที่สังกะสีในเอ็นไซม์บางชนิด ด้วยเหตุนี้ทำให้หน้าที่ในการ metabolic ถูกทำให้เปลี่ยนไปจะปกติ แคดเมียมจะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์โดยผ่านทางอาหาร น้ำ อากาศ หรือผ่านทางการดูดซับทางผิวหนังจากการสัมผัส ในทางเกษตรกรรมกระบวนการผลิตทางเภสัชกรรม กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม (การประปานครหลวง, 2553)

2.3.1 แหล่งที่มาของแคดเมียมในแหล่งน้ำ

แคดเมียมสามารถเกิดได้ 2 วิธี คือ แคดเมียมจากธรรมชาติ และแคดเมียมจากกิจกรรมของมนุษย์ แคดเมียมในธรรมชาติ จะสะสมอยู่ในดินที่มีซากพืชซากสัตว์ เมื่อฝนตกชะหน้าดินไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้แคดเมียมปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม เช่น การนำน้ำมาใช้ทางการเกษตรกรรม ทำให้แคดเมียมปนเปื้อนสู่ห่วงโซ่อาหาร เป็นต้น และแคดเมียมจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองแร่สังกะสี ตะกั่วและทองแดงซึ่งมีแคดเมียมเป็นเพื่อนแร่ จากควันหรือไอระเหยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จากการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตที่มีแคดเมียมเจือปน เป็นต้น

2.3.2 ความเป็นพิษของแคดเมียม

1) ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันต่อระบบทางเดินอาหาร ระบบทางเดินอาหารจะเป็นระบบแรกในร่างกายที่จะได้รับพิษเมื่อร่างกายได้รับแคดเมียมโดยการกิน ซึ่งส่วนใหญ่มาสาเหตุมาจากการกินอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีแคดเมียมปนเปื้อน อาการที่ปรากฏเริ่มแรกคือ รู้สึกคลื่นไส้อย่างรุนแรง ตามด้วยอาเจียน ท้องร่วง เป็นตะคริว และน้ำลายฟูมปาก ในรายที่เป็นมากจะมีอาการอย่างอื่นตามมาใน 2 ลักษณะ คือ อาจจะเกิดอาการช็อค เนื่องจากร่างกายสูญเสียน้ำมาก และอาจทำให้ตายได้ภายใน 24 ชั่วโมง หรืออีกลักษณะหนึ่งคือ ระบบการทำงานของไตล้มเหลวและอาจถึงตายได้ภายใน 7 หรือ 14 วัน นอกจากนี้อาจจะมีผลไปทำลายตับด้วย

2) ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันต่อระบบหายใจ เนื่องจากการสูดหายใจฟูมของแคดเมียม ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากกิจการอุตสาหกรรม แต่โดยทั่วไปในขณะที่สูดหายใจจะไม่ปรากฏอาการหรือมีอาการเพียงเล็กน้อย และฟูมที่เกิดขึ้นจากการใช้กระแสไฟฟ้าจะมีความเป็นพิษเป็นสองเท่าของฟูมที่เกิดขึ้นจากความร้อน อาการโดยรวมจะปรากฏหลังจากสูดหายใจฟูมเข้าไปแล้ว 2-3 ชั่วโมง คือ เกิดอาการระคายเคืองที่หลอดลมและปอด ซึ่งรวมถึงอาการอื่น ๆ ด้วย เช่น ระคายเคืองที่จมูกและคอ ไอ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ อ่อนเพลีย หนาวสั่น มีไข้ เจ็บหน้าอก นอกจากนี้ยังมีอาการอื่นปรากฏด้วย เช่น คลื่นไส้ อาเจียน และท้องร่วง

3) ความเป็นพิษแบบเรื้อรังที่มีต่อมนุษย์หลังร่างกายได้รับแคดเมียมในปริมาณปานกลางติดต่อกันเป็นเวลานาน โรคที่เกิดจากแคดเมียม หากร่างกายได้รับแคดเมียมเข้าไปจะเกิดการสะสมของแคดเมียม โดยเฉพาะที่ไต ทำให้การทำงานของไตผิดปกติ ทำให้เกิดโรคไต เมื่อไตทำงานผิดปกติ นำไปสู่การเกิดโรคกระดูกพรุน แคดเมียมที่สะสมในร่างกายส่งผลทำให้เกิดโรคเบาหวานโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจอีกด้วย ออกอาการรุนแรงขึ้น อีกหนึ่งโรคที่จะมาคู่กับแคดเมียมคือ โรคอิไต-อิไต เป็นโรคชนิดหนึ่งเกิดจากแคดเมียม ชื่อโรคอิไต-อิไต มาจากภาษาญี่ปุ่น ที่มาจากเสียงร้องของผู้ป่วย (คำว่า อิไต-อิไต แปลว่า โอ๊ย โอ๊ย) แสดงถึงความเจ็บปวด โรคอิไต-อิไต พบครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น แถบแม่น้ำจินสุ เขตโตยามา 2493 เนื่องมาจากมีการทิ้งขี้แรจากการทำเหมืองสังกะสีลงในแม่น้ำสายนี้ ขี้แร่นี้มีแคดเมียมปนเปื้อนอยู่ ชาวบ้านที่ใช้น้ำจากแม่น้ำหรือได้รับ แคดเมียมทางอ้อมจากแม่น้ำจะเกิดเป็นโรคไต กระดูกผุ เจ็บปวดบริเวณหลังและเอวอย่างรุนแรงมาก และการมีเด็กพิการในอัตราสูงผิดปกติ จึงเป็นที่มาของโรคอิไต–อิไต (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

2.4 คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการที่วิเคราะห์ในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปบางประการในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ได้เลือกพารามิเตอร์ที่จะทำการวิเคราะห์มา 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพนำไฟฟ้า ความขุ่น และปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 อุณหภูมิ

บ่อน้ำร้อนในประเทศไทย มีอุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 40 ถึง 100 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิใช้ในการจำแนกประเภทของบ่อน้ำร้อน และประเมินความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์โดยอุณหภูมิสามารถจำแนกประเภทของบ่อน้ำร้อนได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) บ่อน้ำร้อนชนิดร้อนจัด มีอุณหภูมิของน้ำระหว่าง 50–100 องศาเซลเซียสและมีปริมาณสารละลายค่อนข้างสูง

2) บ่อน้ำร้อนชนิดอุ่น มีอุณหภูมิของน้ำ ต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส และมีปริมาณสารละลายค่อนข้างต่ำ (กรมทรัพยากรธรณี, 2546)

อุณหภูมิจะมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ในแหล่งน้ำทั้งในเชิงกายภาพ เคมี และชีวภาพ น้ำจากบ่อน้ำร้อนที่ผ่านการใช้ประโยชน์แล้ว จะมีอุณหภูมิลดลง แต่อาจสูงกว่าอุณหภูมิน้ำในแหล่งธรรมชาติ เพราะมีความร้อนตกค้าง (waste heat) หากปล่อยออกมาทันทีอาจเกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมได้ (สำนักงานพัฒนาการท่องเที่ยว, 2549)

2.4.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

บ่อน้ำร้อนในประเทศไทย มีค่า pH ของน้ำอยู่ระหว่าง 6.35 ถึง 9.5 ซึ่งน้ำธรรมชาติมีค่า pH อยู่ในช่วง 4-9 และน้ำในบ่อน้ำร้อนส่วนใหญ่เป็นด่างอ่อน ๆ การที่น้ำในบ่อน้ำร้อนมีสภาพเป็นด่าง อาจเนื่องมาจากน้ำมีปริมาณไบคาร์บอเนตเพิ่มขึ้น ค่า pH เป็นค่าบ่งชี้ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของแหล่งน้ำ ซึ่งแหล่งน้ำที่มีค่า pH เท่ากับ 7 จะมีสภาพเป็นกลาง น้ำที่มีค่า pH มากกว่า 7 จะถือว่าน้ำนั้นมีสภาพเป็นด่าง แต่น้ำที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 จะมีสภาพเป็นกรด แหล่งน้ำที่ดีควรมีค่า pH ใกล้เคียง 7 ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การอุปโภค เพราะค่า pH ที่เหมาะสม จะไม่ทำให้เกิดการระคายเคือง (กรมทรัพยากรธรณี, 2546) ตามมาตรฐานคุณภาพประปาที่ใช้อุปโภค อนุโลมให้ค่า pH ควรอยู่ในช่วง 6.5-8.5 แหล่งน้ำใดที่มีค่า pH ไม่ได้มาตรฐานอาจเป็นอุปสรรคต่อการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

2.4.3 สภาพนำไฟฟ้า

บ่อน้ำร้อนในประเทศไทย มีค่าสภาพนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ระหว่าง 225 ถึง 26,500 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร (กรมทรัพยากรธรณี, 2546) ซึ่งสภาพนำไฟฟ้าเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อนำทางไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความหนาแน่นของปริมาณสารอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำ แต่ไม่สามารถบอกถึงชนิดของสารที่ละลายในน้ำเพราะค่าสภาพนำไฟฟ้าเป็นค่ารวมของไอออนในน้ำ รวมทั้งอุณหภูมิขณะที่วัดค่าสภาพนำไฟฟ้า เนื่องจากสภาพนำไฟฟ้าจะแปรผันตามอุณหภูมิของน้ำ ค่าสภาพนำไฟฟ้าของน้ำมีความสำคัญมากต่อการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ควรจะมีการตรวจวัดเป็นอันดับแรกเพื่อประเมินคุณภาพน้ำเสมอ สภาพนำไฟฟ้าอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางหรือสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

2.4.4 ความขุ่น

ความขุ่นของน้ำเกิดจากการที่มีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำทำให้ขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำนั้น เมื่อแสงส่องกระทบสารแขวนลอยจะเกิดการหักเหของแสงอย่างไม่เป็นระเบียบหรือแสง

นั้นอาจจะถูกกั้นไม่ให้ทะลุผ่านไปได้ จึงทำให้มองเห็นน้ำนั้นว่าขุ่น สารแขวนลอยเหล่านี้ ได้แก่ ดิน เหนียว อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ความขุ่นของน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของพื้นท้องน้ำ ความเร็วของน้ำ อุณหภูมิ เป็นต้น น้ำที่มีความขุ่นมากจะมีผลต่อการนำน้ำนั้นไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยทั่วไปแหล่งน้ำควรมีค่าความขุ่นไม่เกิน 100 เอ็นทียู ความขุ่นจะมีผลต่อการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

2.4.5 ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

เกิดจากของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ แต่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ได้แก่ ตะกอนสารอินทรีย์และตะกอนสารอนินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งสารอินทรีย์ ได้แก่ สาหร่าย หรือแพลงก์ตอน เป็นต้น ส่วนสารอนินทรีย์ ได้แก่ ดิน หรือตะกอนอื่น ๆ ที่ไม่ย่อยสลาย สารแขวนลอยในน้ำอาจเพิ่มขึ้นจากหลายปัจจัย ได้แก่ กระบวนการทางธรรมชาติ คือ ฤดูกาล เช่น ในช่วงฤดูฝนจะมีฝนตกทำให้ตะกอนที่อยู่ใต้น้ำฟุ้งกระจาย และการกระทำของมนุษย์ เช่น การที่มนุษย์ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ซึ่งปริมาณของแข็งแขวนลอยเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำเกิดความขุ่น (ปราโมช เชี่ยวชาญ, 2552)

2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน คือ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารอันตรายที่ยอมให้มีได้ในน้ำใต้ดิน โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เมื่อนำน้ำใต้ดินมาใช้ประโยชน์ คุณภาพน้ำใต้ดินต้องมีมาตรฐาน ดัง**ตารางที่ 2.5-1** (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4, 2556)

ตารางที่ 2.5-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
โลหะหนัก (heavy metals)			
1) แคดเมียม (cadmium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 0.003	วิธี direct aspiration/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (hexavalent chromium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 0.05	วิธี direct aspiration/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) ทองแดง (copper)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 1.0	วิธี direct aspiration/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma /plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ตารางที่ 2.5-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
4) ตะกั่ว (lead)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 0.01	วิธี direct aspiration/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5) แมงกานีส (manganese)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 0.5	วิธี direct aspiration/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
6) นิกเกิล (nickel)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 0.02	วิธี direct aspiration/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
โลหะหนัก (heavy metals)			
7) สังกะสี (zinc)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 5.0	วิธี direct aspiration/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
8) สารหนู (arsenic)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 0.01	วิธี hydride generation/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
9) ซีลีเนียม (selenium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 0.01	วิธี hydride generation/atomic absorption spectrometry หรือวิธี inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
10) ปรอท (mercury)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่เกิน 0.001	วิธี cold-vapor atomic absorption spectrometry/ plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2543)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์อินทะนิล (2548) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง โดยทำการวิเคราะห์สารหนู ตะกั่ว และแคดเมียม รวมทั้งลักษณะทางกายภาพบางประการ โดยทำการศึกษา 3 ครั้ง ในช่วงเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ได้ผลเป็นค่าเฉลี่ยดังนี้ สารหนูมีค่าเท่ากับ 0.0034 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่วมีค่าเท่ากับ 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร แคดเมียมมีค่าเท่ากับ 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 7.44 อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 50.6 องศาเซลเซียส

การนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 2.06 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าความขุ่นมีค่าเท่ากับ 0.482 เอ็นทียู สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาและนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินของกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพบว่า ผลที่ได้มีค่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดไม่เกินจากค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ แต่มีบางจุดที่ปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนเกินค่ามาตรฐานน้ำใต้ดิน ซึ่งปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีค่าเกินค่ามาตรฐานน้ำใต้ดินเพียงเล็กน้อย จึงไม่น่าจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์หากนำไปอุปโภคและบริโภค แต่ถ้าบริโภคเป็นระยะเวลานานก็อาจมีโอกาสเกิดการสะสมและเป็นอันตรายได้

จำเรียง หนูสีแก้ว และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบเชิงปริมาณของน้ำแร่จากบ่อน้ำร้อนธรรมชาติบางแหล่งในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ซึ่งได้แก่ บ่อน้ำร้อนบ้านโพรง อ.นาทวี บ่อน้ำร้อนเขาแดง อ.สะบ้าย้อย บ่อน้ำร้อนบ้านโล๊ะจังกระ อ.กงหรา และบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อ.เขาชัยสน พบว่าลักษณะ บ่อน้ำร้อนทั้ง 4 แหล่ง มีน้ำไหลซึมออกมาจากผิวดินเกิดเป็นบ่อน้ำร้อน มีความใส ไม่มีสี มีกลิ่นกำมะถันเล็กน้อย และมีฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และพบสาหร่ายสีเขียว อุณหภูมิใต้ผิวน้ำพุร้อนอยู่ในช่วง 44.6-65.0 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.0-8.9 และค่าสภาพนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 260.0-475.7 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร และจากการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบในน้ำแร่เชิงปริมาณด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ พบธาตุอลูมิเนียม ร้อยละ 0.001-0.004 ซิลิกอน ร้อยละ 0.004-0.010 โปแตสเซียม ร้อยละ 0.008 แคลเซียม ร้อยละ 0.006-0.030 แมงกานีส ร้อยละ 0.010 นิกเกิล ร้อยละ 0.006-0.011 และทองแดง ร้อยละ 0.004-0.012

อรรณพ หอมจันทร์ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาสภาพแวดล้อม อุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยาและคุณภาพน้ำ เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวบ่อน้ำร้อนในภาคตะวันตกของประเทศไทย ผลการศึกษาสรุปได้ว่า บ่อน้ำร้อนที่ศึกษา โดยทั่วไปมีลักษณะทางกายภาพเป็นพื้นที่เชิงเขา พื้นที่ลอนลาด หรือพื้นที่หุบเขา ลักษณะทางธรณีวิทยาสามารถจำแนกประเภทของหินออกเป็น 4-5 กลุ่ม คือ หินตะกอน หินแปร หินกึ่งแข็งตัว ตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวและหินอัคนี ซึ่งประกอบด้วยหินยุคต่างๆ ลักษณะทางปฐพีวิทยาเป็นดินทรายร่วนชนิดต่าง ๆ ความชื้น ร้อยละ 8-31 สภาพการซึมได้ 2.21×10^{3}–2.25×10^{5} เมตรต่อวัน ระดับความเป็นกรดด่าง 6.2-8.2 สภาพนำไฟฟ้า 63-2,450 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร อินทรียวัตถุ ร้อยละ 0.28-4.6 และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ 7.8-102 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และเหล็กอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ ลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดูกาล อุทกวิทยาของบ่อน้ำร้อนส่วนใหญ่เกิดจากการแทรกดันของน้ำขึ้นมาจากรอยแตก บางพื้นที่อาจเกิดน้ำ

หลากได้ เช่น บ่อน้ำร้อนห้วยแม่กลอง และโป่งกระทิง ลักษณะอุทกธรณีวิทยา มีชั้นหินอุ้มน้ำ 2 ประเภท คือ แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง ด้านคุณภาพน้ำ พบว่าบ่อน้ำร้อนที่จัดว่าเป็นบ่อน้ำร้อนแบบร้อนจัด (อุณหภูมิมากกว่า 50 องศาเซลเซียส) ได้แก่ น้ำพุร้อนแม่กาษา ห้วยน้ำนัก พระร่วงและหนองหญ้าปล้อง และคุณภาพบ่อน้ำร้อนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการอาบแช่เพื่อสุขภาพ ยกเว้นสารหนู (As) ส่วนใหญ่เกินมาตรฐานโดยเฉพาะที่น้ำพุร้อนบ้านเก่า มีปริมาณสารหนูสูงมาก จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและฟีคอลโคลิฟอร์ม มีค่าเกินมาตรฐานในบางแหล่ง เชื้อก่อโรคที่พบในบางแหล่ง คือ stophylococcus aureus ซึ่งอาจเป็นการปนเปื้อนมาจากน้ำผิวดิน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในฤดูฝน พบว่าปริมาณสารละลายต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง ส่วนคุณภาพน้ำผิวดินในบ่อน้ำร้อนแม่กาษา หินดาด และหนองเจริญ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 1 ยกเว้นแมงกานีสและแคดเมียม บ่อน้ำร้อนที่ได้รับคัดเลือกในการศึกษาเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวและใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำร้อน ได้แก่ บ่อน้ำร้อนห้วยน้ำนัก หินดาด และหนองหญ้าปล้อง โดยคณะผู้วิจัยได้จัดอบรมถ่ายทอดความรู้และจัดทำโปสเตอร์สรุปสาระจากผลการวิจัยให้กับชุมชนบ่อน้ำร้อนทั้งสามแห่งด้วย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว จึงนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง มีประโยชน์ โดยทำการศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ ตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ปริมาณแคดเมียม คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการของบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ระยะเวลาจุดเก็บตัวอย่าง และจำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่าง เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่ถูกต้องและสมบูรณ์ ซึ่งจะนำมาเป็นฐานข้อมูลความรู้ให้แก่ประชาชน อีกทั้งสร้างความมั่นใจให้กับนักท่องเที่ยวที่มาใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการการ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ในเดือนธันวาคม 2560 ถึงมกราคม 2561 โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม (composite samples) และแบบจ้วง (grab samples) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเป็น 4 จุด จากบ่อน้ำร้อน 2 บ่อ คือ บ่อต้นน้ำ และบ่อที่ใช้ประโยชน์ แล้วนำตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำร้อนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ และส่งตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม

3.1.1 พื้นที่ศึกษา

บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตั้งอยู่ ณ หมู่ที่ 3 ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

3.1.2 จุดเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำ 4 จุด ได้แก่

- จุดที่ 1 บ่อพิศาล (บ่อต้นน้ำ) จะเก็บตัวอย่างน้ำแบบสุ่ม 3 จุด ดังแสดงใน**ภาพที่ 3.1-1** มารวมกัน โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม (composite samples)

สัญลักษณ์ ⊗ จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ภาพที่ 3.1-1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อพิศาล (บ่อต้นน้ำ)

- บ่อที่ใช้ประโยชน์ จะเก็บตัวอย่างน้ำ 3 จุด ดังแสดงใน**ภาพที่ 3.1-2** โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (grab samples)

ภาพที่ 3.1-2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อใช้ประโยชน์

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.2.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1) ลังโฟมบรรจุน้ำแข็ง

2) กระดาษกรองใยแก้ว GF/C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Whatman

3) อลูมีเนียมฟรอย

4) กรรไกร

5) ถุงมือ

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler)

2) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่ทำด้วยพลาสติก (polyethylene; PE)

3) เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ (beaker), ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask), ชุดกรอง, กระบอกตวง (cylinder)

4) เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)

5) เครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟฟีโลมิเตอร์ (nephelometer) รุ่น 2100N ยี่ห้อ turbidity meter HACH

6) เครื่องวัดสภาพนำไฟฟ้า (conductivity meter) รุ่น 3200 ยี่ห้อ YSI

7) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) รุ่น pH 30 ยี่ห้อ clean pH

8) ตู้อบแห้ง (hot air oven) รุ่น SFE ยี่ห้อ memmert

9) กรวยบูชเนอร์ (buchner funnel)

10) เครื่องชั่ง แบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น pL 3002 ยี่ห้อ METTLER TOLEDO

11) เครื่องกรองดูดพร้อมปั๊มดูดอากาศ (suction air pump)

12) ตู้ดูดความชื้น (dessicator)

3.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1) กรดไนตริก เข้มข้น ร้อยละ 65 ขนิด AR Grade

2) น้ำกลั่น (distilled water)

3) น้ำปราศจากอิออน (deionized water)

3.3 การเก็บตัวอย่างและรักษาตัวอย่างน้ำ

การเก็บและรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ เป็นขั้นตอนแรกในการตรวจสอบ และวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่สำคัญมาก เนื่องจากวิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บและรักษาสภาพตัวอย่างน้ำนี้จะมีผลต่อความถูกต้องของค่าในการการวิเคราะห์

3.3.1 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำมีความสำคัญต่อผลการวิเคราะห์ จึงต้องวางแผนการในการเก็บอย่างรอบคอบ จะเก็บตัวอย่างน้ำที่เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำอย่างแท้จริง ทั้งนี้วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ของแหล่งน้ำ ซึ่งการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีวิธีเก็บตัวอย่างน้ำดังนี้

1) บ่อพิศาล (บ่อต้นน้ำ) เก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม (composite samples)

2) บ่อที่ใช้ประโยชน์ เก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (grab samples)

ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้ง ต่อเนื่องทุก 2 สัปดาห์ ครั้งที่ 1 วันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ครั้งที่ 2 วันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2561 และครั้งที่ 3 วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2561 เนื่องจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน กำหนดวันล้างบ่อที่ใช้ประโยชน์ คือ ทุกวันจันทร์ เวลา 06:00 น.–08:00 น. ดังนั้น

ผู้วิจัยจะเก็บตัวอย่างน้ำก่อนวันล้างบ่อ คือ วันอาทิตย์ เวลา 08:00 น. เพราะเป็นเวลาที่ยังไม่มีนักท่องเที่ยวมาใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำร้อน จึงสะดวกในการเก็บตัวอย่างน้ำ

3.3.2 การเก็บรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำ

1) การล้างขวดพลาสติก (polyethylene; PE)

ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์แคดเมียม จะต้องกำจัดโลหะหนักที่ติดอยู่ภายในและฝาของขวดเก็บตัวอย่างน้ำ โดยทั่วไปจะใช้สารละลายกรดไนตริกเจือจางในการทำความสะอาด ก่อนนำมาใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังขั้นตอนต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 ล้างขวดเก็บตัวอย่างด้วยสารชำระล้าง (detergent) และล้างออกด้วยน้ำประปา
- ขั้นที่ 2 แช่ขวดเก็บตัวอย่างน้ำในกรดไนตริก ร้อยละ 10 (โดยใช้กรดไนตริกเข้มข้น ร้อยละ 65 ปริมาณ 154 มิลลิลิตรต่อน้ำปราศจากอิออน 1 ลิตร) ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดโลหะหนักที่ติดมากับขวด
- ขั้นที่ 3 ล้างขวดเก็บตัวอย่างด้วยน้ำปราศจากอิออน อย่างน้อย 2 ครั้ง และทิ้งไว้ให้แห้ง

2) วิธีการเก็บรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำ (sample preservation)

โดยทั่วไปควรทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังจากเก็บมาในทันที เพื่อผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือที่สุด แต่ในบางกรณีไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ จึงมีวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ และระยะเวลาที่ยอมให้เก็บรักษา ซึ่งในแต่ละพารามิเตอร์มีความแตกต่างกัน ดัง**ตารางที่ 3.3-1**

ตารางที่ 3.3-1 วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ และช่วงเวลาที่ยอมให้เก็บก่อนทำการวิเคราะห์ (Standard Methods and Recommended Standard Methods)

ค่าที่ต้องการวิเคราะห์	วิธีเก็บรักษา	ระยะเวลาที่ยอมให้เก็บรักษา
1) แคดเมียม	- เติมกรดไนตริก เข้มข้นร้อยละ 65 ชนิด AR Grade 5 ml ต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร เพื่อปรับ pH ให้น้อยกว่า 2 - แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	6 เดือน (6 เดือน *)
2) อุณหภูมิ	ตรวจวัดทันที	-
3) ความเป็นกรด-ด่าง	ตรวจวัดทันที	2 ชั่วโมง (2 ชั่วโมง *)
4) สภาพนำไฟฟ้า	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	28 วัน (28 วัน *)

ตารางที่ 3.3-1 วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ และช่วงเวลาที่ยอมให้เก็บก่อนทำการวิเคราะห์ (Standard Methods and Recommended Standard Methods) (ต่อ)

ค่าที่ต้องการวิเคราะห์	วิธีเก็บรักษา	ระยะเวลาที่ยอมให้เก็บรักษา
5) ความขุ่น	ไม่จำเป็น	24 ชั่วโมง (48 ชั่วโมง *)
6) ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	เก็บไว้ในตู้เย็น	7 วัน (7 14 วัน *)

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าที่ยอมให้เก็บรักษาได้นานที่สุด

ที่มา: ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข (2535)

3.4 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature) ความเป็นกรดด่าง (pH) สภาพนำไฟฟ้า (conductivity) ความขุ่น (turbidity) และปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids (TSS)) ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละประเภท ดัง **ตารางที่ 3.4-1**

ตารางที่ 3.4-1 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
1) การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม (ส่งตัวอย่างวิเคราะห์)	- Inductively Coupled Plasma Emission Spectrophotometoer (ICP)
2) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ	
- อุณหภูมิ	- เทอร์โมมิเตอร์
- ความเป็นกรดด่าง	เครื่อง pH meter แบบ electrometric
- สภาพนำไฟฟ้า	- เครื่อง conductivity meter
- ความขุ่น	- เครื่อง turbidity meter
- ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	- โดยกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้วแล้วทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส

ที่มา: ณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงค์อินทะนิล (2548)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

- การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) คือ สถิติที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เพื่อนำเสนอผลการศึกษา

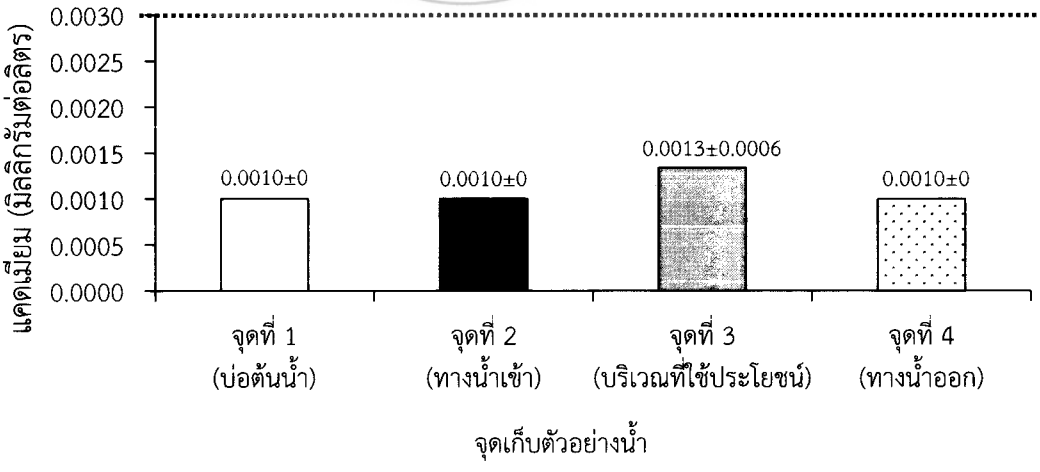
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง โดยวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม รวมถึงวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง สภาพนำไฟฟ้า ความขุ่น และปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด เก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 3 ครั้ง จะเก็บ 4 จุด ได้แก่ บ่อต้นน้ำ (บ่อพิศาล) ให้เป็น จุดที่ 1 และบ่อที่ใช้ประโยชน์แบ่งเป็น 3 จุด คือ จุดที่ 2 ทางน้ำเข้า, จุดที่ 3 บริเวณที่ใช้ประโยชน์ และจุดที่ 4 ทางน้ำออก สำหรับรายละเอียดผลการศึกษามีดังนี้

4.1 ปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง พบว่าปริมาณแคดเมียมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0013±0.0006 - 0.0010±0.0000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคดเมียมในแต่ละจุดมีค่าเท่ากัน คือ 0.0010 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ในผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 พบว่า จุดที่ 3 (บริเวณที่ใช้ประโยชน์) ปริมาณแคดเมียมมีค่าเท่ากับ 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจมีผลมาจากการที่แคดเมียมสามารถเคลื่อนที่มาตามชั้นบรรยากาศในรูปของฝุ่นละออง (วัชรี สิทธิ และคณะ, 2558) ซึ่งเมื่อน้ำฝนไหลผ่านก็จะชะล้างลงสู่บ่อน้ำร้อนได้ แต่ยังคงมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ไม่เกิน 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) ดังแสดงใน**ภาพที่ 4.1-1**



หมายเหตุ ..... ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ≤ 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2543)

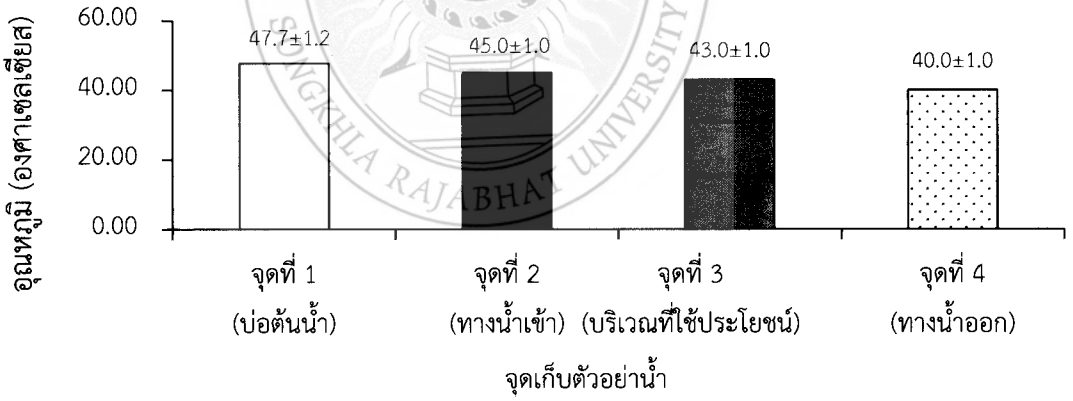
ภาพที่ 4.1-1 ปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

ซึ่งแคดเมียมที่พบมีปริมาณน้อย อาจเนื่องจากเป็นแคดเมียมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการวิจัยของณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล (2548) ที่พบว่าบริเวณบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีปริมาณแคดเมียมเฉลี่ยเท่ากับ 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีบางจุดเก็บตัวอย่างที่ปริมาณแคดเมียมเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ซึ่งมีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้ โดยปริมาณแคดเมียมอาจจะลดลงจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของเปลือกโลกตามกาลเวลา (วัชรี สิทธิ และคณะ, 2558)

4.2 คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ

4.2.1 อุณหภูมิ

จากผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง พบว่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ย 43.92±1.04 องศาเซลเซียส และมีค่าสูงสุดที่จุดที่ 1 (บ่อต้นน้ำ) มีค่า 47.67±1.15 องศาเซลเซียส เนื่องจากจุดนี้มีตาน้ำร้อนผุดขึ้นมาจากซอกหิน และจะลดลงตามการใช้ประโยชน์ รองลงมาเป็นบริเวณจุดที่ 2 (ทางน้ำเข้า), จุดที่ 3 (บริเวณที่ใช้ประโยชน์) และจุดที่ 4 (ทางน้ำออก) มีค่า 45.00±1.00, 43.00±1.00 และ 40.00±1.00 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิของน้ำลดลงตามการใช้งาน ดังแสดงใน**ภาพที่ 4.2-1**



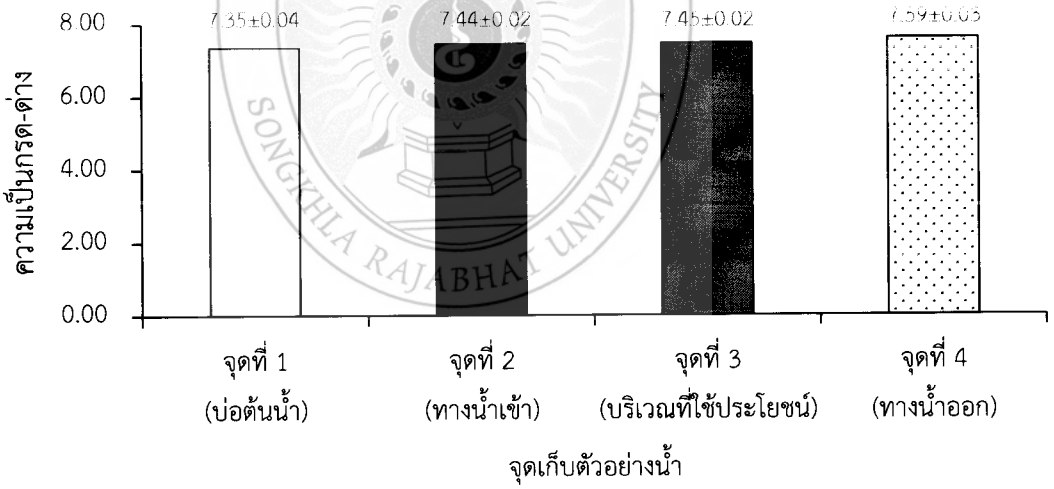
ภาพที่ 4.2-1 อุณหภูมิของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

อุณหภูมิของน้ำในบ่อน้ำร้อนที่ผ่านการใช้งานมาแล้วยังคงสูงกว่าแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เพราะยังมีความร้อนตกค้าง หากปล่อยออกสิ่งแวดล้อมทันทีอาจเกิดผลเสียได้ ซึ่งอุณหภูมิจะมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ ทั้งในเชิงกายภาพ เคมี และชีวภาพ (สำนักงานพัฒนาการท่องเที่ยว, 2549) เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการวิจัยของณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล (2548) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ผลการตรวจวัดอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.6 องศาเซลเซียส และ

รายงานการวิจัยจำเรียง หนูสีแก้ว และคณะ (2548) ที่ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบเชิงปริมาณของน้ำแร่จากบ่อน้ำร้อนธรรมชาติบางแหล่งในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ผลการตรวจวัดอุณหภูมิในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่ตรวจวัดในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิของน้ำมีการผันแปรไปตามอุณหภูมิของอากาศขณะตรวจวัด ซึ่งบ่อน้ำร้อนในประเทศไทยจะมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 40 ถึง 100 องศาเซลเซียส (กรมทรัพยากรธรณี, 2546)

4.2.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากผลการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง พบว่า pH ของน้ำมีค่าเฉลี่ย 7.46± 0.03 และมีค่าสูงสุดที่จุดที่ 4 (ทางน้ำออก) มีค่า 7.59±0.03 รองลงมาเป็นบริเวณจุดที่ 3 (บริเวณที่ใช้ประโยชน์), จุดที่ 2 (ทางน้ำเข้า) และจุดที่ 1 (บ่อต้นน้ำ) มีค่า 7.45±0.02, 7.44±0.02 และ 7.35±0.04 ตามลำดับ ซึ่งน้ำในแต่ละจุดจะมีความเป็นด่างอ่อน ๆ อาจเนื่องมาจากน้ำมีปริมาณไบคาร์บอเนตเพิ่มขึ้น (กรมทรัพยากรธรณี, 2546) ดังแสดงใน**ภาพที่ 4.2-2**



ภาพที่ 4.2-2 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

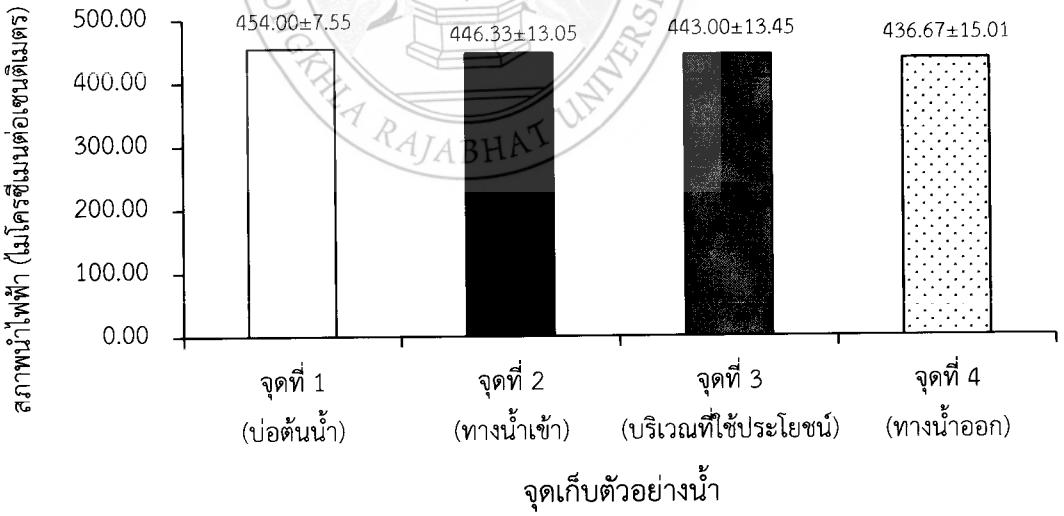
เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการวิจัยของณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล (2548) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ผลการตรวจวัด pH มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.44 แสดงให้เห็นว่า pH ที่ตรวจวัดได้ในครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกัน และรายงานการวิจัยจำเรียง หนูสีแก้ว และคณะ (2548) ที่ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบเชิงปริมาณของน้ำแร่จากบ่อน้ำร้อนธรรมชาติบางแหล่งใน

14 ส.ค. 2562

พื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ผลการตรวจวัด pH ในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.05 แสดงให้เห็นว่า pH ที่ตรวจวัดในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากบ่อน้ำร้อนในประเทศไทย มีค่า pH ของน้ำอยู่ระหว่าง 6.35 ถึง 9.5 แหล่งน้ำที่ดีควรมีค่า pH ใกล้เคียง 7 ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การอุปโภค เพราะค่า pH ที่เหมาะสมจะไม่ทำให้เกิดการระคายเคือง (กรมทรัพยากรธรณี. 2546)

4.2.3 สภาพนำไฟฟ้า

จากผลการสภาพนำไฟฟ้า ของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง พบว่าสภาพนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าเฉลี่ย 445.00±12.27 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร และมีค่าสูงสุดที่จุดที่ 1 (บ่อต้นน้ำ) มีค่า 454.00±7.55 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร เนื่องจากจุดนี้เป็นจุดที่ตาน้ำร้อนผุดขึ้นมาจากซอกหิน ทำให้มีอุณหภูมิสูงสุด ซึ่งสภาพนำไฟฟ้าจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูงสภาพนำไฟฟ้าก็จะสูงขึ้นเช่นกัน และจะลดลงตามการใช้ประโยชน์ รองลงมาเป็นบริเวณจุดที่ 2 (ทางน้ำเข้า), จุดที่ 3 (บริเวณที่ใช้ประโยชน์) และจุดที่ 4 (ทางน้ำออก) มีค่า 446.33±13.05, 443.00±13.45 และ 436.67±15.01 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ตามลำดับ เพราะน้ำได้ผ่านการใช้ประโยชน์มาแล้วทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลงส่งผลให้สภาพนำไฟฟ้าลดลงเช่นกัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) ดังแสดงใน**ภาพที่ 4.2-3**



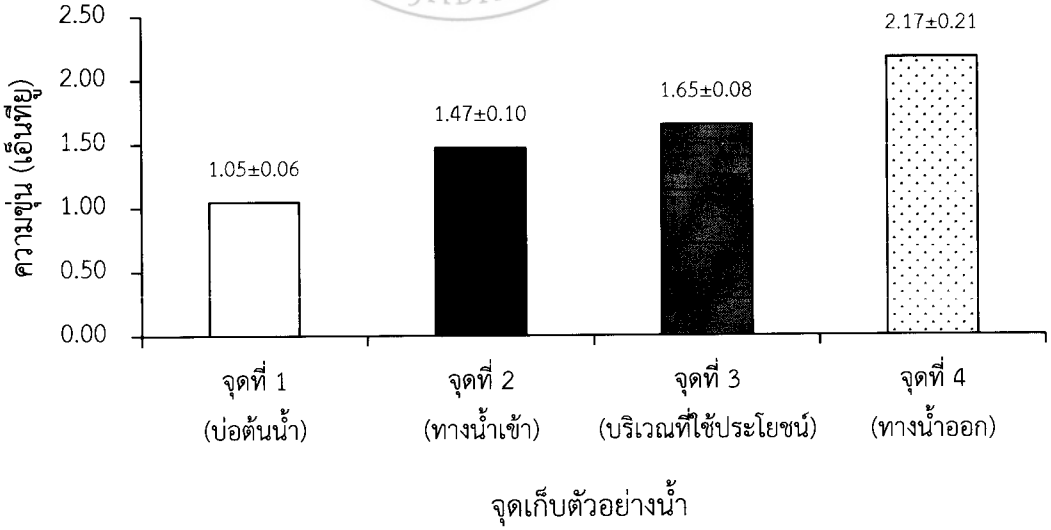
ภาพที่ 4.2-3 สภาพนำไฟฟ้าของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการวิจัยของณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล (2548) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ผลการตรวจวัดสภาพนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.06 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร พบว่าสภาพนำ

ไฟฟ้าที่ตรวจวัดในครั้งนี้มีค่าสูงกว่ามาก แต่จากการสำรวจบ่อน้ำร้อนในประเทศไทย มีค่าสภาพนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ระหว่าง 225 ถึง 26,500 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร (กรมทรัพยากรธรณี, 2546) อาจเนื่องมาจากปัจจัยหลายประการที่ไม่สามารถทราบได้ ทำให้ผลการตรวจวัดสภาพนำไฟฟ้าในครั้งนั้นมีค่าผิดปกติ และรายงานการวิจัยของจำเรียง หนูสีแก้ว และคณะ (2548) ที่ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบเชิงปริมาณของน้ำแร่จากบ่อน้ำร้อนธรรมชาติบางแหล่งในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ผลการตรวจวัดสภาพนำไฟฟ้าในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 368 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร พบว่าสภาพนำไฟฟ้าที่ตรวจวัดในครั้งนี้มีค่าสูงกว่า อาจเนื่องมาจากสภาพนำไฟฟ้าอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม ซึ่งสภาพนำไฟฟ้ายังเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อนำทางไฟฟ้า ความหนาแน่นของปริมาณของสารอนินทรีย์ต่าง ๆ และการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณไอออนในน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

4.2.4 ความขุ่น

จากผลการตรวจวัดความขุ่น ของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง พบว่าความขุ่น ของน้ำมีค่าเฉลี่ย 1.58±0.11 เอ็นทียู และมีค่าต่ำสุดที่จุดที่ 1 (ทางน้ำเข้า) มีค่า 1.05±0.06 เอ็นทียู เนื่องจากไม่มีการใช้ประโยชน์โดยตรงจากบ่อนี้ มีเพียงการตักน้ำไปอาบเป็นครั้งคราว จึงมีความขุ่นน้อยกว่าจุดอื่น ๆ ในขณะที่บริเวณจุดที่ 2 (ทางน้ำเข้า), จุดที่ 3 (บริเวณที่ใช้ประโยชน์) และจุดที่ 4 (ทางน้ำออก) มีค่า 1.47±0.10, 1.65±0.08 และ 2.17±0.21 เอ็นทียู ตามลำดับ ซึ่งความขุ่นของน้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามการใช้ประโยชน์ ดังแสดงใน**ภาพที่ 4.2-4**

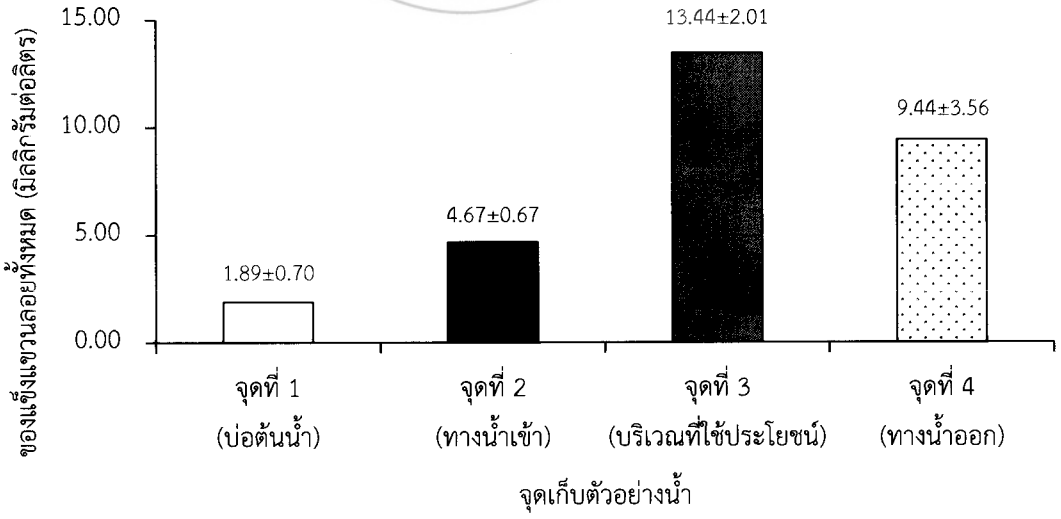


ภาพที่ 4.2-4 ความขุ่นของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการวิจัยของณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล (2548) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ผลการตรวจวัดความขุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.483 เอ็นทียู พบว่าความขุ่นที่ตรวจวัดในครั้งนี้มีค่าสูงกว่า ความขุ่นเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากพื้นท้องน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งคุณหภูมิ และความเร็วของน้ำขณะเก็บตัวอย่าง ซึ่งโดยทั่วไปแหล่งน้ำควรมีค่าความขุ่นไม่เกิน 100 เอ็นทียู จึงเหมาะแก่การใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน ความขุ่นสามารถบอกถึงปริมาณสารแขวนลอยที่ขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำนั้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

4.2.5 ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

จากผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของน้ำมีค่าเฉลี่ย 7.36±1.73 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในจุดที่ 1 (บ่อต้นน้ำ) มีค่า 1.89±0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากไม่มีการใช้ประโยชน์โดยตรงจากบ่อนี้ มีเพียงการตักน้ำไปอาบเป็นครั้งคราว จึงมีตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่บริเวณจุดที่ 2 (ทางน้ำเข้า), จุดที่ 4 (ทางน้ำออก) และจุดที่ 3 (บริเวณที่ใช้ประโยชน์) มีค่า 4.67±0.67, 9.44±3.56 และ 13.44±2.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของแข็งแขวนลอยจะเพิ่มมากขึ้นตามการใช้ประโยชน์ เพราะบริเวณที่ประชาชนใช้ประโยชน์จะเกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนจากใต้น้ำ ดังแสดงใน **ภาพที่ 4.2-5**



ภาพที่ 4.2-5 ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการวิจัยของณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงค์ อินทะนิล (2548) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่วิเคราะห์ในครั้งนี้มีค่าสูงกว่ามาก เนื่องจากปริมาณของแข็งแขวนลอยสามารถเพิ่มขึ้นด้วยหลายปัจจัย ซึ่งก่อนเก็บตัวอย่างน้ำในครั้งนี้มีฝนตกลงมาเล็กน้อย และอาจมีการใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ทำให้ตะกอนที่อยู่ใต้น้ำเกิดการฟุ้งกระจาย ในขณะเดียวกันปริมาณของแข็งแขวนลอยเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้น้ำเกิดความขุ่น (ปราโมช เชี่ยวชาญ, 2552)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาหาปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง เก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้ง โดยทำการศึกษาเก็บตัวอย่าง 2 สัปดาห์ ต่อ 1 ครั้ง ครั้งที่ 1 วันที่ 24 ธันวาคม 2560 ครั้งที่ 2 วันที่ 7 มกราคม 2561 และครั้งที่ 3 วันที่ 21 มกราคม 2561 ในแต่ละครั้งจะเก็บตัวอย่างน้ำ 4 จุด ได้แก่ บ่อพิศาล ให้เป็น จุดที่ 1 (บ่อต้นน้ำ) และบ่อที่ใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 3 จุด ให้เป็น จุดที่ 2 (ทางน้ำเข้า), จุดที่ 3 (บริเวณที่ใช้ประโยชน์) และจุดที่ 4 (ทางน้ำออก) โดยวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม (cadmium) และคุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature), ความเป็นกรดด่าง (pH), สภาพนำไฟฟ้า (conductivity), ความขุ่น (turbidity) และ ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids) สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1) การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0010±0.0000 - 0.0013±0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตร ยังคงมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด อาจจะลดลงได้จากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของเปลือกโลกตามกาลเวลา และอาจมีผลมาจากการที่แคดเมียมสามารถเคลื่อนที่มาตามชั้นบรรยากาศในรูปของฝุ่นละออง

2) คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ

- อุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 40.00±1.00 - 47.67±1.15 องศาเซลเซียส มีการผันแปรไปตามอุณหภูมิของอากาศ

- ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.35±0.04 - 7.59±0.03 น้ำมีความเป็นด่างอ่อนๆ ถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่ดี จะสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การอุปโภค ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเหมาะสม ไม่ทำให้เกิดการระคายเคือง

- สภาพนำไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 436.67±15.01 - 454.00±7.55 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร สภาพนำไฟฟ้าของน้ำที่แตกต่างกัน บ่งบอกถึงความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อนำทางไฟฟ้า ความหนาแน่นของปริมาณของสารอนินทรีย์ต่าง ๆ และแสดงถึงการมีปริมาณไอออนในน้ำค่อนข้างสูง เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำสูงถึง 47.67 องศาเซลเซียส และอาจสูงขึ้นในฤดูร้อน

- ความขุ่น มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.05±0.06 - 2.17±0.21 เอ็นทียู เกิดจากปริมาณสารแขวนลอยในน้ำที่ขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำนั้นทำให้เห็นว่าน้ำนั้นขุ่น สารแขวนลอยเหล่านี้

อาจจะมาจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนี้ ความขุ่นของน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของพื้นท้องน้ำ ความเร็วของน้ำ และอุณหภูมิ

- ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.89±0.70 - 13.44±2.01 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเกิดจากฝนตกทำให้ตะกอนที่อยู่ใต้น้ำฟุ้งกระจาย และกิจกรรมมนุษย์ที่มาใช้บ่อน้ำร้อน น้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนค่อยข้างสะอาด สามารถใช้อุปโภคได้ แต่อาจจะเพิ่มจำนวนวันล้างบ่อเพื่อน้ำที่สะอาดยิ่งขึ้น ดัง**ตารางที่ 5.1-1**

ตารางที่ 5.1-1 สรุปผลการวิจัย

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ				เกณฑ์คุณภาพน้ำใต้ดิน	เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (*,**)
		จุดที่ 1 (บ่อต้นน้ำ)	จุดที่ 2 (ทางน้ำเข้า)	จุดที่ 3 (บริเวณที่ใช้ประโยชน์)	จุดที่ 4 (ทางน้ำออก)		
ปริมาณแคดเมียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.0010	0.0010	0.0013	0.0010	0.0030	0.0020*
คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการ							
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	47.67	45.00	43.00	40.00		50.60* 57**
- ความเป็นกรด-ด่าง	-	7.35	7.44	7.45	7.59	-	7.44* 8.05**
- สภาพนำไฟฟ้า	ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร	454.00	446.33	443.00	436.67	-	2.06* 368**
- ความขุ่น	เอ็นทียู	1.05	1.47	1.65	2.17	-	0.482*
- ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	มิลลิกรัมต่อลิตร	1.89	4.67	13.44	9.44	-	0.007*

หมายเหตุ * ณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ, วรพงศ์ อินทะนิล. (2548). การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

** จำเรียง หนูสีแก้ว และคณะ. (2548). การวิเคราะห์หาธาตุ องค์ประกอบของน้ำแร่จากแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติบางแหล่งน้ำในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุงโดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอ็กซ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรวิเคราะห์หาจุลินทรีย์และแบคทีเรียต่าง ๆ เช่น เชื้อลีจิโอเนลลา ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่ง ที่มีแหล่งอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้นสูง และเจริญได้ดีในน้ำที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ เพื่อความปลอดภัยของผู้ที่มาใช้มาประโยชน์จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

- ควรทำการศึกษาโลหะหนักชนิดอื่นควบคู่ไปด้วย เช่น ไซยาไนด์ ไนเตรท ไนไตรต์ สารหนู ฟลูออรีน โบรอน ไอโอดีน โมลิบดินัม แวนนาเดียม ซีลีเนียม โครเมียม ตะกั่ว เนื่องจากแร่ธาตุเหล่านี้อาจอยู่ในน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งหากมีปริมาณมากอาจเป็นพิษต่อร่างกายได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2541). **แคดเมียม** (Online). http://infofile.pcd.go.th/haz/16-Cadmium.pdf, 29 พฤศจิกายน 2561.

กรมควบคุมมลพิษ. (2543). **มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน** (Online). http://www.pcd.go.th, 5 พฤศจิกายน 2561.

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **วิธีปฏิบัติสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ** (Online). http://infofile.pcd.go.th/water/Water_CollNat_Manual.pdf, 1 พฤษภาคม 2562.

กรมทรัพยากรธรณี. (2535). **100 ปี กรมทรัพยากรธรณี.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

กรมทรัพยากรธรณี. (2559). **น้ำพุร้อนในประเทศไทย** (Online). http://www.dmr.go.th/main, 5 พฤศจิกายน 2561.

กรมทรัพยากรธรณี. กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี. (2546). **คุณลักษณะทางเคมีแหล่งน้ำพุร้อนในประเทศไทย.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

กรมควบคุมโรค. (2557). **โรคจากแคดเมียม** (Online). http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/61, 5 พฤศจิกายน 2561

การประปานครหลวง. (2553). **อันตรายและแนวทางการกำจัดโลหะหนัก** (Online). https://www.mwa.co.th/ewt_dl_link.php?nid=509, 6 พฤศจิกายน 2561.

จำเรียง หนูสีแก้ว อรวรรณ บุญธรรม ฉัตร ผลนาค และสุวิทย์ เพชรห้วยลึก. (2548). การวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบของน้ำแร่จากแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติบางแหล่งน้ำในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุงโดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอ็กซ์. **วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ**. 2. (2).

ณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล. (2548). **การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง.** เอกสารวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ปราโมช เชี่ยวชาญ. (2552). **คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี** (Online). https://www.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/2552_3/healthiness.html, 5 พฤษภาคม 2562.

ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข. (2535). **การเก็บและรักษาสภาพน้ำตัวอย่าง** (Online). http://www2.diw.go.th/Research/เอกสารเผยแพร่/2-Sampling-w.pdf, 3 พฤษภาคม 2562.

วัชรี สิทธิ อลิษา เขียนเขว้า และอุษณีย์ คหภูสิทธิ์. (2558). **การวิเคราะห์ตะกั่ว เหล็ก และแคดเมียมในน้ำบาดาล โดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี**. เอกสารวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

วีทิต วรรณเลิศลักษณ์. (2560). **พลังงานจากน้ำพุร้อน** (Online). http://www.scimath.org/lesson physics/item/7271 2017 06 13 14 23-15, 5 พฤศจิกายน 2561.

ศิริพร สูงปานเขา และมานพ รักษาสกุลวงศ์. (2544). น้ำพุร้อน พลังงานความร้อนใต้พิภพ. **วารสารเศรษฐธรณีวิทยา.** 3. (4).

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 12/1 ตรัง. (2552). **สำรวจคุณภาพน้ำจากบ่อน้ำร้อนในพื้นที่ภาคใต้** (Online). http://rmsctrang.go.th/frontpage, 6 พฤศจิกายน 2561.

สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย. (2557). **พลังงานความร้อนใต้พิภพ** (Online). http://www.reca.or.th/library-geothermal-energy.aspx, 20 พฤศจิกายน 2561.

สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดพัทลุง. (2559). **บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน** (Online). http://203.150.224.249/ewtadmin_mculture/ewt/phatthalung/ewt_news.php, 6 พฤศจิกายน 2561

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4. (2556). **มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน** (Online). http://www.reo4.go.th/article-detail.php?AID=202, 13 พฤศจิกายน 2561.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6. (2554). **น้ำ** (Online). http://reo06.mnre.go.th/newweb/index.php/2011-07-27-08-44-12, 13 มิถุนายน 2562.

สำนักพัฒนาการท่องเที่ยว. (2549). **น้ำพุร้อนกับสิ่งแวดล้อม** (Online). http://61.19.236.142/hotspring/knowing1.html, 2 พฤษภาคม 2562

อรรณพ หอมจันทร์ พัชรี สุทรนันท์ พงศกร จิวาภรณ์คุปต์ กัญจน์นรี ช่วงฉ่ำ และดาวรุ่ง สังข์ทอง. (2557). **การศึกษาสภาพแวดล้อม อุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยาและคุณภาพน้ำ เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวบ่อน้ำร้อนในภาคตะวันตกของประเทศไทย.** (เอกสารวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

Google Maps. **บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน.** (Online). http://maps.google.com, 1 พฤษภาคม 2562

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์แคดเมียม โดยใช้ ICP spectrophotometer มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1) เขย่าตัวอย่างน้ำ ปิเปต 200 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริก (1:1) 3 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระจกนาฬิกาเพื่อกันการกระเด็น

2) นำไปย่อยโดยให้ความร้อนและระเหยจนเหลือปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็น และเติมกรดไนตริก (1:1) 3 มิลลิลิตร และให้ความร้อนต่อจนการย่อยสมบูรณ์ (ตัวอย่างน้ำจะใส)

3) เติมกรดไฮโดรคลอริก (1:1) 2 มิลลิลิตร และให้ความร้อนต่อจนเกือบแห้งเพื่อละลายสิ่งตกค้าง

4) ล้างบีกเกอร์และกระจกนาฬิกาด้วยน้ำกลั่น กรองแล้วปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร

5) ฉีดสารละลายที่ได้จากการเตรียมเข้าเครื่อง ICP spectrophotometer คำนวณหาค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างจากกราฟของสารละลายมาตรฐาน (calibration curve)

2. การวัดอุณหภูมิ โดยใช้ เทอร์โมมิเตอร์ มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1) ตรวจสอบว่า เทอร์โมมิเตอร์อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่ โดยตรวจสอบปรอทที่อยู่ด้านล่างของกระเปาะว่าไม่ค้างอยู่ด้านบน และเส้นปรอทไม่ขาดตอน

2) นำเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิแหล่งน้ำที่ต้องการศึกษา

3) การอ่านค่าอุณหภูมิต้องให้ปรอทหยุดการเคลื่อนที่ก่อน

3. การวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1) ปรับค่ามาตรฐานของเครื่องมือควรทำก่อนการตรวจวัด

2) ล้างหัวอิเล็กโทรดและบริเวณรอบๆ ด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้ง

3) วัดค่า pH กวนเบา ๆ ด้วยแท่งอิเล็กโทรดและรอจนกระทั่งตัวเลขที่ปรากฏบนหน้าจอปากกาวัดค่า pH หรือเครื่องวัดค่า pH คงที่

4) อ่านค่า pH

4. การวัดค่าสภาพนำไฟฟ้า โดยใช้ conductivity meter มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1) ปรับค่ามาตรฐานของเครื่องมือควรทำก่อนการตรวจวัด

2) ทำการวัดค่าการนำไฟฟ้าตามคู่มือการใช้งานของเครื่อง

5. การวัดค่าความขุ่นโดยใช้ turbidity meter มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1) เปิดเครื่องวัดความขุ่นและเตรียมเครื่องตามคู่มือการใช้งาน

2) น้ำตัวอย่างต้องเขย่าให้เข้ากันดีก่อนเทใส่หลอดวัดตัวอย่างเพื่อนำไปวัดความขุ่น

3) วัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างตามวิธีของเครื่องนั้น ๆ

6. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด โดยกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้วแล้วทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1) เตรียมกระดาษกรองใยแก้ว

2) นำกระดาษกรองใยแก้วมาอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3) นำกระดาษกรองใยแก้วที่อบเรียบร้อยแล้ว มาใส่ในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที

4) นำกระดาษกรองใยแก้วออกจากตู้ดูดความชื้นมาชั่งน้ำหนัก โดยเครื่องชั่งละเอียด จากนั้นบันทึกน้ำหนัก (ก่อน)

5) วางกระดาษกรองลงบนกรวยบุชเนอร์ (buchner's funnel) ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศโดยใช้ปากคีบที่สะอาด ใช้น้ำกลั่นฉีดบนกระดาษกรองให้ทั่ว แล้วเปิดปั๊มดูดอากาศเพื่อให้กระดาษกรองแนบสนิทดีกับกรวย

6) นำน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่ไปบนกระดาษกรองทีละน้อยพร้อมกับเปิดปั๊มดูดอากาศพยายามให้ของแข็งกระจายไปทั่วๆกระดาษกรอง

7) ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งติดอยู่ข้างกรวยจนหมดและรอจนกว่าจะแห้ง แล้วใช้ปากคีบค่อย ๆ หยิบกระดาษกรองออกนำไปวางบนภาชนะที่ใส่เดิม

8) นำไปอบให้แห้งในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (หลัง)

9) คำนวณหาค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

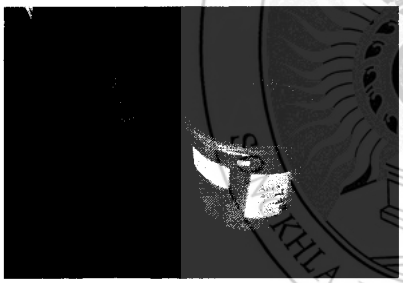
ภาพประกอบการวิจัย

ภาพประกอบการวิจัย

เตรียมกรดไนตริก เข้มข้น ร้อยละ 10

วัดปริมาตรของกรดไนตริกโดยใช้กรดในตริก เข้มข้น ร้อยละ 65 ปริมาณ 154 มิลลิลิตร ต่อสารละลาย 1 ลิตร

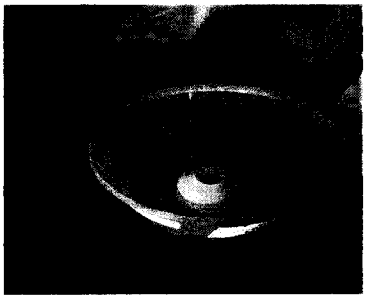
ภาพที่ ผค-1 การเตรียมกรดไนตริก



เตรียมภาชนะสำหรับแช่ขวดโพลิเอทิลีน

วัดปริมาตรน้ำกลั่น

เทน้ำกลั่นใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ผสมกับกรดไนตริก



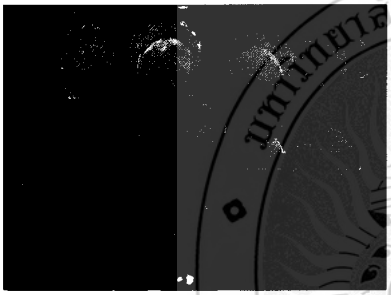
นำขวดโพลิเอทิลีนใส่ลงไปในภาชนะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

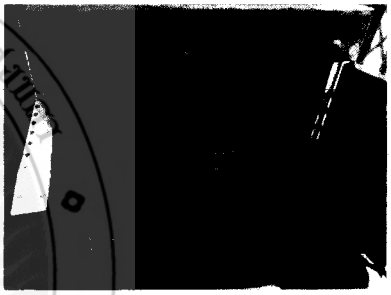
ล้างขวดโพลิเอทิลีนทั้งด้านนอกและด้านในและแช่ไว้ 24 ชั่วโมง

นำขวดที่แช่เตรียมไว้ครบ 24 ชั่วโมงมาล้างด้วยน้ำ DI และตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง

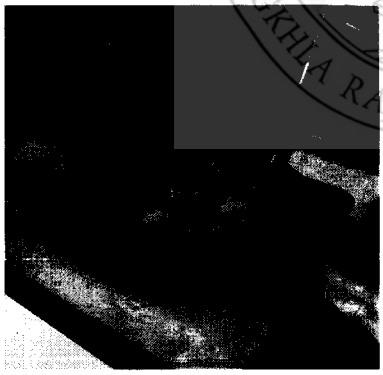
ภาพที่ ผค-2 การเตรียมขวดโพลิเอทิลีนสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ



เตรียมกระดาษกรองใยแก้ว



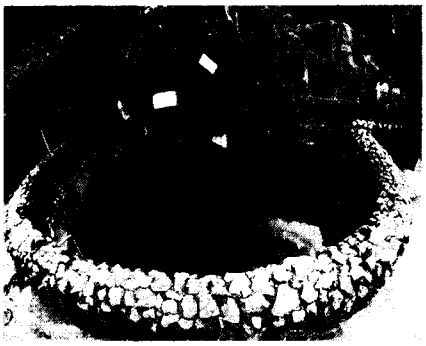
นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง



นำมาใส่ในโถดูดความชื้น 30 นาที

นำกระดาษกรองใยแก้วออกจากตู้มาชั่งน้ำหนักโดยละเอียด (ก่อน)

ภาพที่ ผค-3 การเตรียมกระดาษกรองใยแก้ว

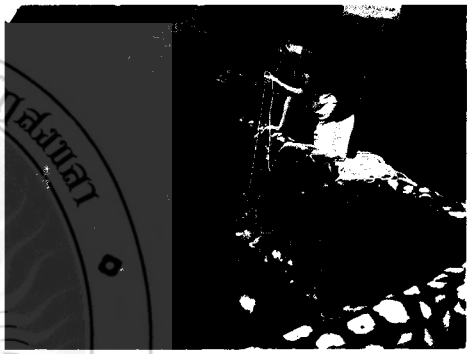


บ่อพิศาล (บ่อต้นน้ำ)

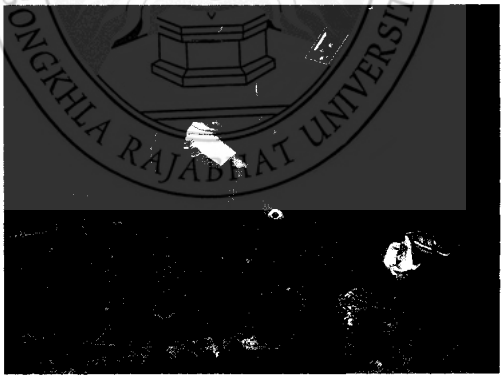
บ่อที่ใช้ประโยชน์

ภาพที่ ผค-4 บ่อเก็บตัวอย่างน้ำ

วัดอุณหภูมิก่อนเก็บตัวอย่างน้ำ



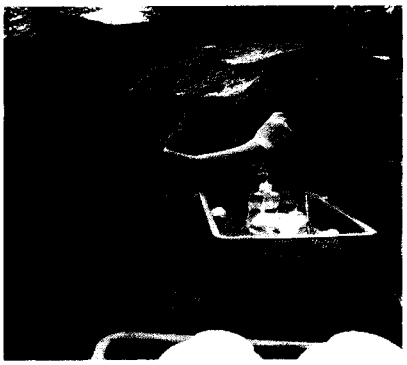
บ่อพิศาล เก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม



บ่อที่ใช้ประโยชน์ จะเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง

ภาพที่ ผค-5 การวัดอุณหภูมิและการวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

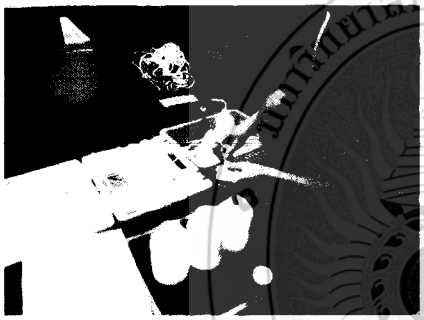
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY



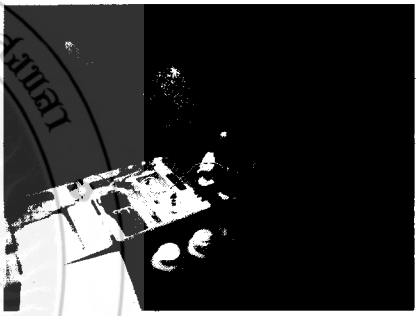
เตรียมกรดไนตริก เข้มข้น ร้อยละ 65

เติมกรดไนตริก เข้มข้น ร้อยละ 65 เพื่อปรับ pH ของน้ำตัวอย่างให้มี pH ‹ 2

ภาพที่ ผค-6 การเก็บรักษาคุณภาพน้ำตัวอย่าง

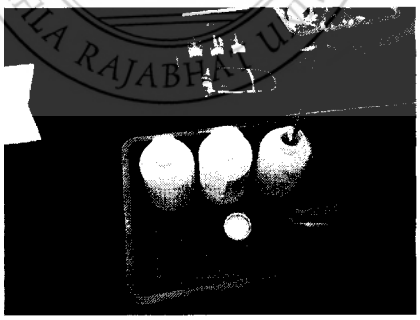


วัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ



รอจนเลขปรากฏบนหน้าจอคงที่แล้วอ่านค่า

ภาพที่ ผค-7 การวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter



วัดสภาพนำไฟฟ้าของน้ำ รอจนเลขปรากฏบนหน้าจอคงที่แล้วอ่านค่า

ภาพที่ ผค-8 การวัดสภาพนำไฟฟ้า โดยใช้ conductivity meter

วางกระดาษกรองลงบนกรวยบุชเนอร์ ต่อกับเครื่องดูดอากาศ ฉีดน้ำกลั่นให้ทั่วแล้วเปิดปั๊มดูดอากาศเพื่อให้กระดาษกรองแนบกันกรวย

นำน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่ลงทีละน้อย พร้อมเปิดปั๊มดูดอากาศ

นำกระดาษที่มีของแข็งติดอยู่กลับมาวางที่เดิม

นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง

ทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้น

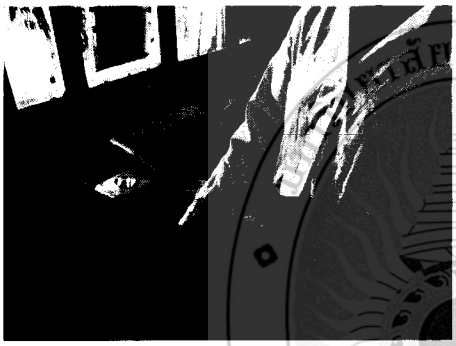
ชั่งน้ำหนักโดยละเอียด (หลัง)

ภาพที่ ผค-9 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ SONGKHLA NAKARINDRA UNIVERSITY

เตรียมเครื่องตามคู่มือการใช้งาน

คนตัวอย่างน้ำให้เข้ากันดี



เทน้ำใส่หลอด

เช็ดทำความสะอาดหลอด

ใส่หลอดลงในเครื่องวัดค่าความขุ่น

วัดความขุ่นตามวิธีของเครื่องนั้นๆ

ภาพที่ ผค-10 การวิเคราะห์ค่าความขุ่น โดยใช้ turbidity meter

ภาคผนวก ค

แบบเสนอโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง

โครงร่างวิจัยเฉพาะทาง

1. ชื่อโครงการ

ภาษาไทย การศึกษาปริมาณแคดเมียมในน้ำจากบ่อน้ำร้อน
กรณีศึกษา: บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

ภาษาอังกฤษ The Study of Cadmium in the Water from Hot Spring
Case Study: Khaochaison Hot Spring Amphur Khaochaison,
Phattalung Province

2. สาขาวิชา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

3. ชื่อผู้วิจัย

1) นางสาวจิราวดี แก้วสองสี รหัสนักศึกษา 584231005
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2) นางสาวศิรารัตน์ เมืองสง รหัสนักศึกษา 584231029
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ในปัจจุบันมีการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง บ่อน้ำร้อนเป็นแหล่งน้ำที่มีการใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ ใช้รักษาโรคปวด วิถีประสาท และโรคปวดข้อ การอาบน้ำร้อนจากบ่อน้ำร้อนเป็นประจำจะช่วยในการฟื้นฟูสมรรถภาพและใช้ในการผลิตน้ำแร่สำหรับดื่ม เป็นต้น บ่อน้ำร้อน (hot spring) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ดิน ซึ่งบ่อน้ำร้อนในประเทศไทยมักมีความสัมพันธ์หรืออยู่ภายใต้อิทธิพลของรอยแตกรอยเลื่อน บ่อน้ำร้อนเกิดจากการที่น้ำเย็นที่เป็นน้ำฝนหรือน้ำตามแม่น้ำลำคลองไหลซึมผ่านช่องว่างหรือรอยแตกของหินที่ลึกลงไปในใต้ดิน ซึ่งน้ำเย็นเหล่านี้เมื่อลงไปใต้ดินจะได้รับความร้อนจากหินใต้โลก ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีความดันเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ไหลกลับสู่ผิวดินตามรอยเลื่อนรอยแตกของหินสู่เบื้องบน เกิดเป็นบ่อน้ำร้อน ดังแสดงใน**ภาพที่ 1.1-1** (ศิริพร สูงปานเขา และมานพ รักษาสกุลวงศ์, 2544) เช่น บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ 1.1-1 การเกิดแหล่งความร้อนใต้พิภพ

ที่มา: สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย (2557)

บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง มีลักษณะเป็น ตาน้ำร้อนผุดขึ้นมารวมเป็นแอ่งน้ำร้อน บริเวณโดยรอบเขาชัยสนมีความยาว 6 กิโลเมตร เขาชัยสนสูง 33 เมตร เป็นลักษณะเขาหินปูน มีลักษณะพิเศษกว่าภูเขาอื่น ๆ คือ มีลำคลองใต้ภูเขามีความยาวประมาณ 4.5 กิโลเมตร มีน้ำไหลผ่านตลอดปี สภาพป่าบนเขาชัยสนมีความอุดมสมบูรณ์ บริเวณเชิงเขามีบ่อน้ำร้อนลักษณะเป็นแอ่งน้ำร้อนประมาณ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นหากได้รับแรงสะเทือนมีน้ำร้อนไหลตลอดเวลา (สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดพัทลุง, 2559)

จากการศึกษาของณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล (2548) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง พบว่า สารหนูมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0008 - 0.0061 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่วมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0003 - 0.0011 มิลลิกรัมต่อลิตร และแคดเมียมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0008 - 0.0036 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งใน

การวิเคราะห์พบว่าปริมาณแคดเมียมบางจุดเก็บตัวอย่างมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ที่ 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร (ณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล, 2548)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า แคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง คือ ทางการกินและการหายใจ พิษเฉียบพลันจากการหายใจสูดไอของแคดเมียมเข้าไปในร่างกาย จะมีอาการไอ แน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก ไข้ หนาวสั่น ปวดเมื่อยตามร่างกาย หากอาการรุนแรงมากขึ้นอาจพบภาวะปอดอักเสบและปอดบวมน้ำ แคดเมียมเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะจับกับเม็ดเลือดและ albumin (โปรตีนชนิดหนึ่งที่ลอยได้ในกระแสเลือดที่ถูกผลิตขึ้นจากตับและมีปริมาณมากกว่าโปรตีนชนิดอื่น) มีส่วนน้อยที่จะกลายเป็น metallothionin ซึ่งเป็นพิษ ครึ่งหนึ่งจะเก็บไว้ที่ไตและตับ จะขับออกมาได้ช้ามาก โดยจะมีค่าครึ่งชีวิต 15-30 ปี การได้รับแคดเมียมเป็นระยะเวลานานอาจอันตรายต่อไต โรคที่เกิดจากพิษแคดเมียมเรียกว่า โรคพิษแคดเมียม หรือ โรคอิไต-อิไต แคดเมียมอาจปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้จากการหลอมโลหะบางชนิด อุตสาหกรรมต่าง ๆ (กรมควบคุมโรค, 2557) ซึ่งน้ำในบ่อน้ำร้อนที่ผุดออกมาจากใต้ชั้นหิน ก็มีคุณลักษณะทางสารพิษเหล่านี้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเพราะเป็นองค์ประกอบของหิน และอาจจะไม่ได้มีแค่แคดเมียม แต่ยังมีโลหะหนักอีกหลายชนิด เช่น สารหนู ปรอท ตะกั่ว ซีลิเนียม แคดเมียม และไซยาไนด์ แต่มีอยู่ในปริมาณที่น้อยที่ละลายออกมา ซึ่งมีโอกาสเป็นไปได้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2535)

ในปัจจุบันมีประชาชนนำน้ำจากบ่อน้ำร้อนมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากแต่ไม่มีข้อมูลทางวิชาการที่เป็นปัจจุบันที่สุดมายืนยันได้ว่าบ่อน้ำร้อนแห่งนี้ เมื่อเวลาผ่านไป 13 ปี ปริมาณแคดเมียมจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินหรือไม่ และเพื่อนำผลการวิจัยที่ได้รับ มาเป็นฐานข้อมูลให้ความรู้แก่ประชาชน ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาปริมาณแคดเมียมที่ให้โทษแก่ผู้อุปโภคว่ามีปริมาณเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้หรือไม่ อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยอาศัยอยู่และได้ใช้ประโยชน์จากน้ำในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จึงสนใจตรวจสอบความปลอดภัยของบ่อน้ำร้อน อีกทั้งสร้างความมั่นใจให้กับนักท่องเที่ยวที่มาใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

6. วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาปริมาณแคดเมียมและคุณภาพน้ำทั่วไปในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

2) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

7. สมมติฐาน

ปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีค่าเกินค่ามาตรฐานน้ำใต้ดิน

8. ตัวแปร

ตัวแปรต้น: ตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

ตัวแปรตาม: ปริมาณแคดเมียม คุณภาพน้ำทั่วไปบางประการของน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

ตัวแปรควบคุม: ระยะเวลา จุดเก็บตัวอย่าง จำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่าง

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับรับ

1) สามารถทราบถึงปริมาณแคดเมียม (cadmium) คุณลักษณะน้ำทางกายภาพในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

2) สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเผยแพร่ให้แก่ประชาชนที่ใช้น้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

3) เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อแก้ไขปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน และน้ำผิวดิน

10. ขอบเขต

1) พื้นที่ศึกษา

บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตั้งอยู่ ณ หมู่ที่ 3 ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

2) จุดเก็บตัวอย่าง

2.1 เก็บตัวอย่างน้ำจาก 2 บ่อ ได้แก่ บ่อ A และ บ่อ B

บ่อ A: บ่อไพศาล
(บ่อต้นทางของสายน้ำร้อน)

บ่อ B: บ่อใช้ประโยชน์
(บ่อแช่น้ำร้อน)

2.2 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 4 จุด ดังนี้

บ่อ A ชื่อว่า บ่อไพศาล (เป็นบ่อต้นน้ำที่มีตาน้ำผุดขึ้นมาในบ่อนี้)

- จุดที่ 1: บ่อ A

บ่อ A : จะเก็บตัวอย่างน้ำ 3 จุด โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม

(composite samples)

(ภาพจุดเก็บตัวอย่างที่ 1)

บ่อ B คือ บ่อที่ใช้ประโยชน์

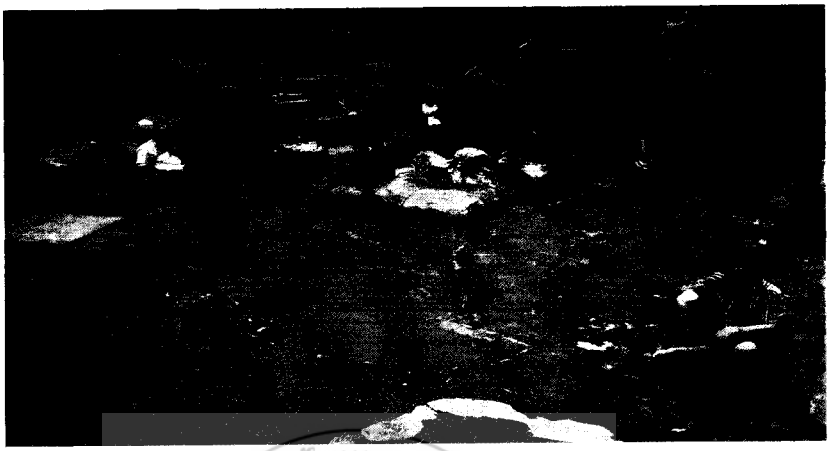
บ่อ B : จะเก็บตัวอย่างน้ำ 3 จุด โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง

(grab samples)

- จุดที่ 1 : ทางน้ำเข้า

(ภาพจุดเก็บตัวอย่างที่ 2)

- **จุดที่ 2** : บ่อ B (จุดที่ใช้ประโยชน์)



(ภาพจุดเก็บตัวอย่างที่ 3)

- **จุดที่ 3** : บ่อ B (ทางน้ำออก)

(ภาพจุดเก็บตัวอย่างที่ 4)

3) ความถี่ในการวิเคราะห์

เนื่องจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน กำหนดวันล้างบ่อ B คือ ทุกวันจันทร์ เวลา 06:00 น. – 08:00 น.

- จะเก็บตัวอย่างน้ำก่อนวันล้างบ่อ คือ วันอาทิตย์

- เวลา 08:00 น. เพราะเป็นเวลาที่ยังไม่มีนักท่องเที่ยวมาใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำร้อน จึงสะดวกในการเก็บตัวอย่างน้ำ

- ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง คือ จะเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่าง 2 สัปดาห์ ต่อ 1 ครั้ง เพราะจะได้สะดวกในการเดินทาง

4) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

- การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม (cadmium)
- การวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำทางกายภาพ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ (temperature) การนำไฟฟ้า (conductivity) ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids (TSS)) ความขุ่น (turbidity)

11. นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

1) แคดเมียม (cadmium) เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่ม II b ของตารางพีริออดิคเช่นเดียวกับสังกะสี และปรอท เป็นโลหะหนักที่มีสีเงินแกมขาว ไม่มีกลิ่น อ่อนตัว สามารถเกิดได้ตาธรรมชาติ และเป็นสารที่มีคุณสมบัติในแง่ของพิษสะสมสูง (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

2) บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ดินมารวมกับเป็นแอ่งน้ำ ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง (สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดพัทลุง, 2559)

12. งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์อินทะนิล (2548) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง โดยทำการวิเคราะห์สารหนู ตะกั่ว และแคดเมียม รวมทั้งลักษณะทางกายภาพบางประการ โดยทำการศึกษา 3 ครั้ง ในช่วงเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ได้ผลเป็นค่าเฉลี่ยดังนี้ สารหนูมีค่าเท่ากับ 0.0034 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่วมีค่าเท่ากับ 0.0008 มิลลิกรัมต่อลิตร แคดเมียมมีค่าเท่ากับ 0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 7.44 อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 50.6 องศาเซลเซียส การนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 2.06 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าความขุ่นมีค่าเท่ากับ 0.482 เอ็นทียู สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาและนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินของกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพบว่า ผลที่ได้มีค่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดไม่เกินจากค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ แต่มีบางจุดที่ปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนเกินค่ามาตรฐานน้ำใต้ดิน ซึ่งปริมาณแคดเมียมในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสนมีค่าเกินค่ามาตรฐานน้ำใต้ดินเพียงเล็กน้อย จึงไม่น่าจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์หากนำไปอุปโภคและบริโภค แต่ถ้าบริโภคเป็นระยะเวลานานก็อาจมีโอกาสเกิดการสะสมและเป็นอันตรายได้

จำเรียง หนูสีแก้ว และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบเชิงปริมาณของน้ำแร่จากบ่อน้ำร้อนธรรมชาติบางแหล่งในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ซึ่งได้แก่ บ่อน้ำร้อนบ้านโพร่ง อ.นาทวี บ่อน้ำร้อนเขาแดง อ.สะบ้าย้อย บ่อน้ำร้อนบ้านโล๊ะจังกระ อ.กงหรา และบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อ.เขาชัยสน พบว่าลักษณะ บ่อน้ำร้อนทั้ง 4 แหล่ง มีน้ำไหลซึมออกมาจากผิวดินเกิดเป็นบ่อน้ำร้อน มีความใส ไม่มีสี มีกลิ่นกำมะถันเล็กน้อย และมีฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และพบสาหร่ายสีเขียว อุณหภูมิใต้ผิวน้ำพุร้อนอยู่ในช่วง 44.6 - 65.0 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.0-8.9 และค่าสภาพนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 260.0 - 475.7 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร และจากการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบในน้ำแร่ เชิงปริมาณด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ พบธาตุอลูมิเนียม ร้อยละ 0.001 - 0.004 ซิลิกอน ร้อยละ 0.004 - 0.010 โปแตสเซียม ร้อยละ 0.008 แคลเซียม ร้อยละ 0.006 - 0.030 แมงกานีส ร้อยละ 0.010 นิกเกิล ร้อยละ 0.006 - 0.011 และทองแดง ร้อยละ 0.004 - 0.012

อรรณพ หอมจันทร์ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาสภาพแวดล้อม อุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยาและคุณภาพน้ำ เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวบ่อน้ำร้อนในภาคตะวันตกของประเทศไทย ผลการศึกษาสรุปได้ว่า บ่อน้ำร้อนที่ศึกษา โดยทั่วไปมีลักษณะทางกายภาพเป็นพื้นที่เชิงเขา พื้นที่ลอนลาด หรือพื้นที่หุบเขา ลักษณะทางธรณีวิทยาสามารถจำแนกประเภทของหินออกเป็น 4-5 กลุ่ม คือ หินตะกอน หินแปร หินกึ่งแข็งตัว ตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวและหินอัคนี ซึ่งประกอบด้วยหินยุคต่างๆ ลักษณะทางปฐพีวิทยาเป็นดินทรายร่วนชนิดต่าง ๆ ความชื้น ร้อยละ 8 - 31 สภาพการซึมได้ 2.21×10^{3} – 2.25×10^{5} เมตรต่อวัน ระดับความเป็นกรดด่าง 6.2 - 8.2 สภาพนำไฟฟ้า 63 - 2,450 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร อินทรียวัตถุ ร้อยละ 0.28 - 4.6 และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ 7.8 - 102 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และเหล็ก อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ ลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดูกาล อุทกวิทยาของบ่อน้ำร้อนส่วนใหญ่เกิดจากการแทรกดันของน้ำขึ้นมาจากรอยแตก บางพื้นที่อาจเกิดน้ำหลากได้ เช่น บ่อน้ำร้อนห้วยแม่กลอง และโป่งกระทิง ลักษณะอุทกธรณีวิทยา มีชั้นหินอุ้มน้ำ 2 ประเภท คือ แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง ด้านคุณภาพน้ำ พบว่าบ่อน้ำร้อนที่จัดว่าเป็นบ่อน้ำร้อนแบบร้อนจัด (อุณหภูมิมากกว่า 50 องศาเซลเซียส) ได้แก่ น้ำพุร้อนแม่กาษา ห้วยน้ำนัก พระร่วงและหนองหญ้าปล้อง และคุณภาพบ่อน้ำร้อนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการอาบแช่เพื่อสุขภาพ ยกเว้นสารหนู (As) ส่วนใหญ่เกินมาตรฐานโดยเฉพาะที่น้ำพุร้อนบ้านเก่า มีปริมาณสารหนูสูงมาก จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและฟีคอลโคลิฟอร์ม มีค่าเกินมาตรฐานในบางแหล่ง เชื้อก่อโรคที่พบในบางแหล่ง คือ stophylococcus aureus ซึ่งอาจเป็นการปนเปื้อนมาจากน้ำผิวดิน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในฤดูฝน

พบว่าปริมาณสารละลายต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง ส่วนคุณภาพน้ำผิวดินในบ่อน้ำร้อนแม่กาษา หินดาด และหนองเจริญ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 1 ยกเว้นแมงกานีสและแคดเมียม บ่อน้ำร้อนที่ได้รับคัดเลือกในการศึกษาเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวและใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำร้อน ได้แก่ บ่อน้ำร้อนห้วยน้ำนัก หินดาด และหนองหญ้าปล้อง โดยคณะผู้วิจัยได้จัดอบรมถ่ายทอดความรู้และจัดทำโปสเตอร์สรุปสาระจากผลการวิจัยให้กับชุมชนบ่อน้ำร้อนทั้งสามแห่งด้วย

13. วิธีการดำเนินการวิจัย

1) วิธีดำเนินการ

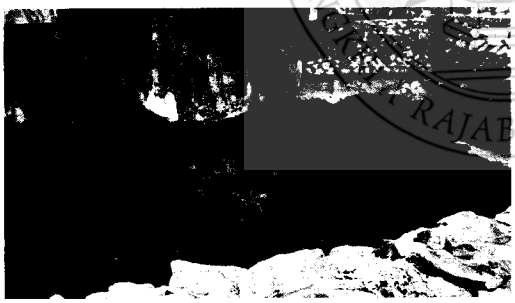
1.1 กำหนดจำนวนครั้งที่จะเก็บตัวอย่างน้ำ เนื่องจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน กำหนดวันล้างบ่อ B คือ ทุกวันจันทร์ เวลา 06:00 น. – 08:00 น.

- จะเก็บตัวอย่างน้ำก่อนวันล้างบ่อ คือ วันอาทิตย์

- เวลา 08:00 น. เพราะเป็นเวลาที่ยังไม่มีนักท่องเที่ยวมาใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำร้อน จึงสะดวกในการเก็บตัวอย่างน้ำ

- ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง คือ จะเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่าง 2 สัปดาห์ ต่อ 1 ครั้ง เพราะจะได้สะดวกในการเดินทาง

1.2 กำหนดเก็บตัวอย่างน้ำจาก 2 บ่อ ได้แก่ บ่อ A และ บ่อ B



บ่อ A
(บ่อต้นทางของสายน้ำร้อน)

บ่อ B
(บ่อแช่น้ำร้อน)

1.2.1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 4 จุด ดังนี้

บ่อ A ชื่อว่า บ่อไพศาล (เป็นบ่อต้นน้ำที่มีตาน้ำผุดขึ้นมาในบ่อนี้)

- จุดที่ 1: บ่อ A

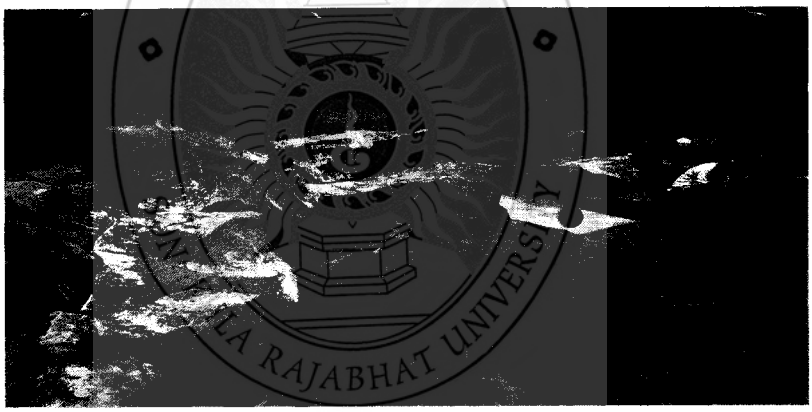
บ่อ A: จะเก็บตัวอย่างน้ำ 3 จุด โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม (composite samples)

(ภาพจุดเก็บตัวอย่างที่ 1)

บ่อ B คือ บ่อที่ใช้ประโยชน์

บ่อ B: จะเก็บตัวอย่างน้ำ 3 จุด โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (grab samples)

- **จุดที่ 1**: ทางน้ำเข้า



(ภาพจุดเก็บตัวอย่างที่ 2)

- **จุดที่ 2**: บ่อ B (จุดที่ใช้ประโยชน์)

(ภาพจุดเก็บตัวอย่างที่ 3)

- จุดที่ 3: บ่อ B (ทางน้ำออก)

(ภาพจุดเก็บตัวอย่างที่ 4)

1.3 กำหนดพารามิเตอร์ คือ

- ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม (cadmium)
- คุณลักษณะน้ำทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature), สภาพนำไฟฟ้า (conductivity), ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids (TSS)), ความขุ่น (turbidity) และ ความเป็นกรด ด่าง (pH)

1.4 เก็บตัวอย่างน้ำโดย บ่อ A จะเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม (composite samples) และบ่อ B จะเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (grab samples)

1.5 นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมโดยใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma Spectrophotometer (ICP) รวมทั้งวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำทางกายภาพของแต่ละพารามิเตอร์ดังตารางต่อไปนี้

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
1. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก	
- ปริมาณแคดเมียม (cadmium)	- Inductively Coupled Plasma Emission Spectrophotometoer (ICP)
2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั่วไป	
- อุณหภูมิ (temperature)	- เทอร์โมมิเตอร์
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	- เครื่อง pH meter แบบ electrometric
- สภาพนำไฟฟ้า (conductivity)	- เครื่อง conductivity meter
- ความขุ่น (turbidity)	- เครื่อง turbidity meter
- ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids (TSS))	- โดยกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้วแล้วทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส

1.6 นำค่าปริมาณแคดเมียม มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน และนำค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), อุณหภูมิ (temperature), การนำไฟฟ้า (conductivity), ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids (TSS)), ความขุ่น (turbidity) มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้

2) วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

2.1 ตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน

2.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler)

2.3 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่ทำด้วยพลาสติก (polyethylene : PE)

2.4 น้ำแข็งใช้เพื่อรักษาอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส

2.5 กล่องโฟมสำหรับใส่น้ำแข็งเพื่อเก็บรักษาตัวอย่างน้ำระหว่างการเดินทาง

2.6 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ

2.7 เครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrophotometoer (ICP-OES) สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม

2.8 เทอร์โมมิเตอร์ สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำ

2.9 เครื่อง conductivity meter สำหรับวัดสภาพนำไฟฟ้าของน้ำ

2.10 กระดาษกรองใยแก้วใช้สำหรับกรองของแข็งแขวนลอย

2.11 เครื่อง nephelometer สำหรับวัดความขุ่นของน้ำ

2.12 เครื่อง pH meter แบบ electrometric สำหรับวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

2.13 ตู้อบแห้ง (hot air oven)

2.14 bucher's funnel

2.15 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.16 เครื่องกรองดูดพร้อมปั๊มดูดอากาศ

2.17 โถดูดความชื้น (dessicator)

สารเคมี

- กรดไนตริก เข้มข้น ร้อยละ 65 ชนิด AR Grade
- น้ำกลั่น (distilled water)
- น้ำปราศจากอิออน (deionized water)

14. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2560							2561		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	—	—	—							
สอบโครงร่างวิจัย				▲						
แก้ไขโครงร่างวิจัย					—					
ทำการทดสอบภาคสนาม						—				
ทำการทดสอบให้องปฏิบัติการ						—	—			
สอบรายงานความก้าวหน้าวิจัย								▲		
วิเคราะห์ผลและสรุปผล								—	—	
การเขียนเล่มวิจัย									—	
สอบและแก้ไขเล่มวิจัย										▲
ส่งเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์										—

หมายเหตุ —— หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย ▲ หมายถึง ช่วงการสอบวิจัย

15. งบประมาณ

รายการ	งบประมาณที่ใช้
ค่าใช้สอย	
- ค่าเอกสารค้นคว้า	100
- ค่าถ่ายเอกสาร	200
- ค่าทำเอกสาร	500
ค่าวัสดุ	
- ค่าวัสดุทางวิทยาศาสตร์	5,000
รวม	5,800

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

16. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2541). **แคดเมียม** (Online). http://infofile.pcd.go.th/haz/16-Cadmium.pdf, 29 พฤศจิกายน 2561.

กรมทรัพยากรธรณี. (2535). **100 ปี กรมทรัพยากรธรณี.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ. ผู้แต่ง.

จ้าเรียง หนูสีแก้ว อรวรรณ บุญธรรม ฉัตร ผลนาค และสุวิทย์ เพชรห้วยลึก. (2548). การวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบของน้ำแร่จากแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติบางแหล่งน้ำในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุงโดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอ็กซ์. **วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ**. 2. (2).

ณัฐวัฒน์ ชนะวรรณโณ และวรพงศ์ อินทะนิล. (2548). **การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง.** เอกสารวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ศิริพร สูงปานเขา และมานพ รักษาสกุลวงศ์. (2544). น้ำพุร้อน พลังงานความร้อนใต้พิภพ. **วารสารเศรษฐธรณีวิทยา**. 3. (4).

สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดพัทลุง. (2559). **บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน** (Online). http://203.150.224.249/ewtadmin_mculture/ewt/phatthalung/ewt_news.php, 6 พฤศจิกายน 2561.

อรรณพ หอมจันทร์ พัชรี สุทรนันท์ พงศกร จิวาภรณ์คุปต์ กัญจน์นรี ช่วงฉ่ำ และดาวรุ่ง สังข์ทอง. (2557). **การศึกษาสภาพแวดล้อม อุทกวิทยา อุทกธรณีวิทยาและคุณภาพน้ำ เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวบ่อน้ำร้อนในภาคตะวันตกของประเทศไทย.** (เอกสารวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ภาคผนวก ง

ประวัติผู้ทำวิจัย

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล นางสาวจิราวดี แก้วสองสี

วัน เดือน ปีเกิด 23 พฤศจิกายน 2539

ที่อยู่ 109/1 หมู่ที่ 10 ตำบลควนขนุน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง 93130

เบอร์โทรศัพท์ 090-8827579

การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2. ชื่อ-สกุล นางสาวศิรารัตน์ เมืองสง

วัน เดือน ปีเกิด 21 กรกฎาคม 2539

ที่อยู่ 360 หมู่ที่ 1 ตำบลควนขนุน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง 93130

เบอร์โทรศัพท์ 086-3026631

การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY