วน ๒๐๒ ล ๑๕๒
๒๕๖๒

รายงานวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

The Study of Water Quality in Municipal Water Supply of Khonklan Village, Khonklan Subdistrict, Thungwa District, Satun Province

[redacted]

สมรักษ์ เจ๊ะสา

ธีรศักดิ์ เกื้อเม่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2561

ใบรับรองงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย การศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

The Study of Water Quality in Municipal Water supply of Khonklan Village, Khonklan Subdistrict, Thungwa District, Satun province

ชื่อผู้ทำงานวิจัย สมรักษ์ เจ๊ะสา และธีรศักดิ์ เกื้อเม่ง

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

.....ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

.....ประธานหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

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

เมื่อวันที่ 9 ก.ค. 2562 เดือน.....พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่องานวิจัย	การศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล
ชื่อผู้ทำงานวิจัย	นายสมรักษ์ เจ๊ะสา รหัสนักศึกษา 584232019 นายธีรศักดิ์ เกื้อเม่ง รหัสนักศึกษา 584232005
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นัดดา โปดำ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล โดยเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 11 จุด วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง คือ ช่วงฤดูฝน (14 มกราคม 2561) และช่วงฤดูร้อน (24 เมษายน 2561) โดยทำการศึกษาพบว่าในช่วงฤดูฝน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 25±0.45 องศาเซลเซียส สภาพนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 16.38±1.65 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความขุ่นมีค่าเฉลี่ย 484.73±236.26 เอ็นทียู ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 1437.73±53.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ย 7.06±0.16 ความกระด้างมีค่าเฉลี่ย 188±5.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรทมีค่าเฉลี่ย 4.44±0.89 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็กมีค่าเฉลี่ย 2.55±1.77 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับในช่วงฤดูร้อนพบว่า อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 25±0.81 องศาเซลเซียส สภาพนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 14.18±2.52 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความขุ่นมีค่าเฉลี่ย 5.10±3.16 เอ็นทียู ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 1090.64±179.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ย 7.65±0.11 ความกระด้างมีค่าเฉลี่ย 151±24.61 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรทมีค่าเฉลี่ย 3.68±0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็กมีค่าเฉลี่ย 0.11±0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคพบว่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ผ่านมาตรฐาน ยกเว้น ความขุ่น แข็งละลายน้ำทั้งหมด และเหล็กในช่วงฤดูฝน ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน มาอุปโภคบริโภคต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพก่อนนำมาใช้

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ น้ำประปา ประปาหมู่บ้าน

เลข Bib # 1114480
รับที่
เลขเรียกหนังสือ

Study Title The Study of Water Quality in Municipal Water Supply of Khonklan Village, Khonklan Subdistrict, Thungwa District, Satun Province

Authors Somrak Cheasa Student Code 584232019

Teerasak Kueameng Student Code 584232005

Advisor Miss Nadda Podam

Co- Advisor Mr.Kamonnawin Inthanuchit

Bachelor of science Environmental Science

Institution SongKhla Rajaphat University

Academic Year 2561

Abstract

The purpose of this research is to study the quality of the water supply of the Ban Khon Klan village, Thungwa, Satun province. The water samples were collected in 11 places. The physical and chemical characteristics were investigated of the samples by collecting in 2 seasons, the first in the rainy (14^{th}, January 2018) and the second summer season (24^{th}, April 2018). In the rainy season the results found that average temperature of 25±0.45 °C, average electrical conductivity of 16.38±1.65 µs/cm, average turbidity of 484.73±236.26 NTU, total average dissolved solids 1437.73±53.49 mg/L, average acidity and alkalinity (pH) 7.06±0.16, average hardness of 188±5.26 mg/L, average nitrate content 4.44±0.89 mg/L and average Iron content 2.55±1.77 mg/L. Furthermore, the summer season the average temperature of 25±0.81°C, the average electrical conductivity of 14.18±2.52 µs/cm, average turbidity of 5.10±3.16 NTU, average total dissolved solids content 1090.64±179.24 mg/L, average acidity and alkalinity (pH) 7.65±0.11, average hardness 151±24.61 mg/L, average nitrate content 3.68±0.21 mg/L and average Iron content of 0.11±0.05 mg/L. The results were compared with the quality standard of the water supply of provincial waterworks authority, the most properties were passed the standard, exceptionally turbidity, total dissolved solid content in the rainy season. Accordingly, the filtered and sedimented of the water supply of Ban Khon Klan village before consumed in the household.

Keywords: Water Quality, Water Supply, Village Water Supply

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณอาจารย์นัดดา โปดำ และอาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง วิธีการ และขั้นตอนการศึกษาในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนการตรวจทาน แก้ไขงานวิจัยนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์เพื่อให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่คอยให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณองค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลานที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวก ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ ตลอดจนการสนับสนุนทำให้งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดี

สมรักษ์ เจ๊ะสา
ธีรศักดิ์ เกื้อเม่ง
สิงหาคม 2562

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1 5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กระบวนการผลิตน้ำประปา	5
2.2 ลักษณะของน้ำที่ใช้สำหรับบริโภค	6
2.3 การปนเปื้อนของเหล็กในน้ำ	9
2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย	19
3.2 ขอบเขตการวิจัย	20
3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	20
3.4 การเก็บและการรักษาน้ำตัวอย่าง	22
3.5 วิธีการเคราะห์	25
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

4.1 คุณลักษณะของน้ำทางกายภาพ 28

4.2 คุณลักษณะของน้ำทางเคมี 36

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 42

5.2 ข้อเสนอแนะ 43

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบเสนอโครงร่างวิจัย ก-1

ภาคผนวก ข พิกัดจุดเก็บตัวอย่าง ข-1

ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ค-1

ภาคผนวก ง ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย ง-1

ภาพผนวก จ ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำด้วยสถิติ T-Test จ-1

ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้วิจัย ฉ-1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.7-1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
2.3-1	มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค	13
2.4-1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
3.4-1	วิธีการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ	25
3.5-1	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ	26
3.5-2	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี	26
4.1-1	อุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	29
4.1-2	สภาพนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	30
4.1-3	ความขุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	32
4.1-4	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	34
4.1-5	ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	35
4.2-1	ความกระด้างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	37
4.2-2	ไนเตรทของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	39
4.2-3	เหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	40

KHON KHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.3-1	อาณาเขตของตำบลขอนคลาน	10
2.3-2	แนวเส้นท่อแจกจ่ายน้ำประปา	13
3.1-1	กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย	19
3.4-1	จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	23
3.4-2	ภาพประกอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง	23
4.1-1	อุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	29
4.1-2	สภาพการนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	31
4.1-3	ความขุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	32
4.1-4	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	34
4.1-5	ความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	36
4.2-1	ความกระด้างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	38
4.2-2	ไนเตรทของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	39
4.2-3	เหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน	41

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรที่จำเป็นและสำคัญต่อการดำรงชีวิต โดยมนุษย์ต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ปัจจุบันมีความต้องการในการใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคมากขึ้น เนื่องจากมีการขยายตัวของชุมชนจึงมีการผลิตน้ำประปาชุมชนใช้ในการอุปโภค และบริโภค โดยใช้น้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินมาเป็นแหล่งน้ำดิบในการผลิต ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความสะอาดมากขึ้น จึงได้น้ำประปาที่ดีมีคุณภาพสะอาดปราศจากสารมลพิษหรือเชื้อโรคปนเปื้อน

การตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภค จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้น้ำ ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ และคณะ (2559) มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย (2553) พบว่า ด้านกายภาพน้ำประปาภูเขาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ค่าความขุ่น ด้านเคมี เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ ยกเว้น ปริมาณแมงกานีส ส่วนด้านชีวภาพ พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์ ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำประปาภูเขามาใช้ในการอุปโภคและบริโภคควรมีการกรองน้ำ และต้มน้ำก่อนเพื่อให้น้ำมีความสะอาดขึ้นและช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ และการศึกษาของปัทมา ไชยรักษ์ และคณะ (2552) ทำการศึกษาคุณภาพภาพประปาหมู่บ้านบ้านดอนดู่ ตำบลน้ำปลีก อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ ผลการวิจัยพบว่าส่วนมากนั้นยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ยกเว้น ความขุ่นในช่วงเดือนพฤศจิกายน ที่มีค่าสูงเกินมาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ดังนั้นในการนำไปใช้ในการอุปโภคจะไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภคโดยตรง ต้องผ่านขบวนการฆ่าเชื้อก่อนเช่น การต้มก่อนนำมาใช้รวมถึงการศึกษาของวรินทร มะโนวร และคณะ (2555) การประเมินคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน ตำบลสาวะถี จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่าส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ได้แก่ ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว ฟลูออไรด์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาทุกแห่งอย่างสม่ำเสมอ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจคุณภาพน้ำประปาทุกเดือนและการให้ความรู้เกี่ยวกับการ

ดูแลระบบประปาและการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแก่ผู้ดูแลระบบประปาของหมู่บ้าน จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคเพื่อการอุปโภคและบริโภคในบางด้านโดยเฉพาะความขุ่นและชีวภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อคุณภาพน้ำทีดีต่อการให้บริการแก่ชุมชน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคุณภาพน้ำประปาของหมู่บ้านบ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล มีประชากรที่ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาจำนวน 2,547 คน จำนวน 619 ครัวเรือน จากการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่และการสอบถามผู้ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาหมู่บ้าน พบว่าลักษณะทางกายภาพของน้ำไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค เนื่องจากน้ำประปาที่ใช้มีความขุ่น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของคุณภาพน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคโดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำประปาทางกายภาพ และเคมี เพื่อทราบถึงปริมาณสารมลพิษที่ปนเปื้อน หากพบว่ามีปริมาณสารมลพิษเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจำเป็นต้องปรับคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภคที่สะอาดและปลอดภัยส่งผลให้สุขภาพของคนในชุมชนดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น: น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล 2 ฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูฝน)

ตัวแปรตาม: คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

ตัวแปรควบคุม: พื้นที่เก็บตัวอย่างและช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 คุณภาพน้ำประปา หมายถึง คุณลักษณะของน้ำที่ต้องการหรือเหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

1.4.2 ประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน หมายถึง โรงประปาที่ให้บริการในพื้นที่ของหมู่บ้าน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ที่มีระยะท่อส่งน้ำระยะทางสั้นๆ ภายในหมู่บ้าน

1.5 สมมติฐาน

คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล มีค่าไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของน้ำประปาหมู่บ้าน

1.6.2 เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการวิจัยทั้งหมด 25 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่ มิถุนายน พ.ศ. 2560 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2562 รายละเอียดแสดงดัง **ตารางที่ 1.7-1** สำหรับโครงร่างวิจัยแสดงรายละเอียดไว้ใน **ภาคผนวก ก**

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2560							2561											2562							
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	■	■	■																▒	▒	▒	▒					
สอบโครงร่าง				△															▒								
การทดสอบภาคสนาม					■	■	■												▒	▒	▒	▒					
ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ								■	■		■								▒	▒	▒	▒					
วิเคราะห์ผลการวิจัย									■	■	■								▒	▒	▒	▒					
สอบรายงานความก้าวหน้าวิจัย										△									▒	▒	▒	▒					
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล											■	■	■	■	■	■	■		▒	▒	▒	▒					
การเขียนเล่มวิจัย											■	■	■	■	■	■	■		▒	▒	▒	▒					
สอบและแก้ไขเล่มวิจัย																		△	▒	▒	▒	▒	■	■	■	■	■

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ △ หมายถึง การสอบแต่ละครั้ง

สัญลักษณ์ ■ หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินการ

สัญลักษณ์ ▒ หมายถึง ช่วงที่ไม่มีการดำเนินการวิจัยเนื่องจากเป็นระยะเวลาฝึกประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการผลิตน้ำประปา

น้ำประปา เป็นน้ำที่มีการผ่านกระบวนการต่างๆ จะเป็นน้ำที่ให้บริการแก่ชุมชน มีขั้นตอนการผลิตน้ำประปาหลายขั้นตอน ต้องมีการลงทุนที่สูงมากในการปรับสภาพน้ำจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติให้มีคุณภาพก่อนให้บริการแก่ชุมชน มีกระบวนการผลิตน้ำประปาดังต่อไปนี้

2.1.1 กระบวนการสูบน้ำ

การผลิตน้ำประปาเริ่มจากเครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำ ทำการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติเพื่อเข้าสู่กระบวนการการผลิตน้ำประปา ซึ่งน้ำดิบที่จะสามารถผลิตน้ำประปาได้นั้นจะต้องไม่เกิดลักษณะทางกายภาพ ดังนี้ สี กลิ่น ไม่มีสิ่งสกปรกโสโครกในน้ำไม่เกินกว่าที่กำหนด ซึ่งผ่านจากกระบวนการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และจะต้องมีปริมาณมากพอที่จะนำมาผลิตน้ำประปา

2.1.2 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

น้ำดิบที่ถูกส่งมาจากเครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำจะมีการเติมสารเคมี เพื่อทำให้ตะกอนเกิดการตกตะกอน เช่น การปรับสภาพด้วยสารส้มและปูนขาว เป็นต้น สารส้มมีคุณสมบัติทำให้ตะกอนจับตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น ตกลงสู่ก้นถัง และสารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และจะมีการเติมคลอรีนในน้ำประปาเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรค

2.1.3 กระบวนการตกตะกอน

จะรับน้ำที่ผ่านกระบวนการเติมสารเคมีแล้ว มาตกตะกอนในถังตกตะกอน มีการหมุนเวียนเพื่อให้สารเคมีรวมตัวจับตัวกัน เพื่อการตกตะกอนที่ก้นถัง หลังจากนั้นเมื่อมีตะกอนเกิดขึ้นจะหยุดการหมุนน้ำเพื่อให้น้ำนิ่ง และเข้าสู่กระบวนการตกตะกอน ตะกอนจะตกลงสู่ก้นถัง ส่วนน้ำใสจะเข้าสู่กระบวนการต่อไป

2.1.4 กระบวนการกรอง

ในการกรองจะใช้ทรายหยาบและทรายละเอียด เพื่อการกรองตะกอนขนาดเล็กในน้ำ และให้มีความสะอาดมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ น้ำที่ผ่านการกรองจะมีความใสแต่จะมีความขุ่นหลงเหลืออยู่เล็กน้อย และทรายกรองจะมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้การกรองมีประสิทธิภาพ

2.1.5 กระบวนการฆ่าเชื้อโรค

น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความสดใส แต่อาจจะมีเชื้อโรคเจือปนมากับน้ำ ดังนั้นจึงต้องมีการเติมคลอรีนเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรค คลอรีนสามารถฆ่าเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี น้ำที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวจะเป็นน้ำที่สามารถให้บริการแก่ชุมชนได้แล้ว จะเรียกน้ำในส่วนนี้ว่า น้ำประปา และจะมีการเก็บในถังใหญ่เพื่อรอแจกจ่ายต่อไป

2.1.6 การควบคุมคุณภาพน้ำประปา

น้ำที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ มาแล้วจะต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาก่อนให้บริการแก่ชุมชน และการตรวจสอบนี้จะต้องดำเนินการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้คุณภาพน้ำผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค อยู่ตลอดการให้บริการ

2.1.7 การสูบจ่าย

น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้ว จะต้องมีการบริการถึงบ้านเรือนเนื่องจากน้ำประปามีความจำเป็นต่อการใช้ในครัวเรือน โดยมีเส้นท่อเพื่อลำเลียงน้ำประปา โดยมีการสูบน้ำเข้าสู่หอถังสูงและมีการติดตั้งเครื่องน้ำแรงดันสูงเพื่อแจกจ่ายน้ำได้ทั่วถึง

2.2 ลักษณะของน้ำที่ใช้สำหรับอุปโภคบริโภค

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ

1) อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของสภาพอากาศ ซึ่งจะเกี่ยวเนื่องกับฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ ความเข้มแสง กระแสลม อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการกินอาหาร และการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในน้ำรวมทั้งสัตว์น้ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ จะทำให้

ออกซิเจนในน้ำถูกใช้เพิ่มขึ้นทำให้ออกซิเจนภายในน้ำลดน้อยลง เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนมากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การละลายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำลดลง เนื่องจากค่าอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (ปิยะวรรณ นาคินชาติ และสุชีวรรณ ยอยรู้รอบ, 2554)

2) สภาพนำไฟฟ้า (conductivity)

เป็นการวิเคราะห์ความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของไอออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิขณะที่ทำการวัด สารละลายอินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีเพราะแตกตัวให้ไอออนบวกและลบ ส่วนสารอินทรีย์ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็นไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร หรือไมโครซีเมนซ์ต่อเซนติเมตร และเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity) ซึ่งมีหน่วยเป็นโฮห์ม ค่าสภาพนำไฟฟ้านำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้ตรวจวัดความบริสุทธิของน้ำกลั่นและน้ำปราศจากไอออน ใช้เป็นดัชนีชี้นำว่าจะใช้ปริมาณตัวอย่างมากน้อยเท่าใดในการวิเคราะห์สารต่างๆ ทางเคมี เช่นการวิเคราะห์คลอไรด์ ความกระด้าง ของแข็งละลายน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำดิบและน้ำตัวอย่างได้อย่างรวดเร็ว

3) ความขุ่น (turbidity)

วัดโดยการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแสงที่กระจัดกระจายของตัวอย่างกับของสารมาตรฐานภายใต้สภาวะเดียวกัน ความเข้มของแสงที่กระจัดกระจายมากก็จะมีความขุ่นมาก สารละลายความขุ่นมาตรฐานที่ใช้คือ ฟอร์มาซินโพลีเมอร์ (formazin polymer) ประกอบด้วยสารละลาย 2 อย่างคือ สารละลายไฮดราซินซัลเฟต (hydrazine sulfate) กับสารละลายเฮกซะเมธิลลีน เตตระมีน (hexamethylene tetramine) ในการเก็บตัวอย่างน้ำควรจะรีบวัดความขุ่นเลย ถ้าไม่สามารถทำได้ให้เก็บไว้ในที่มืดและไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง ก่อนวัดความขุ่นต้องเขย่าให้ตัวอย่างเข้ากันดีก่อน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2546)

4) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (total dissolved solids)

น้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ในถ้วยระเหยทราบน้ำหนัก จะถูกนำไประเหยด้วยไอน้ำจนแห้งแล้วนำไปอบที่ 103-105 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่มคือ น้ำหนักของของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรืออาจหาได้จากนำค่าของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมาหักออกจากค่าของแข็งทั้งหมด สิ่งที่อาจรบกวนการวิเคราะห์ เช่น แคลเซียม คลอไรด์ แมกนีเซียม และซัลเฟต ที่มีปริมาณสูงๆ จะดูดความชื้นได้ง่าย ทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นได้ค่าเกินจริง ดังนั้นควรใช้เวลาในการทำให้

แห้งให้มากขึ้น เก็บในโถงดูดความชื้นนานๆ และเวลาชั่งต้องทำอย่างรวดเร็ว อีกอย่าง คือ ควรเจือจางตัวอย่างก่อนเสมอ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2546)

5) ความเป็นกรด–ด่าง

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ ซึ่งเกิดจากการแตกตัวของกรดในน้ำ น้ำบริสุทธิ์ควรมีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7 ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 4-9 น้ำบาดาลจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ เพราะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่มาก มีความสามารถในการกัดกร่อนท่อโลหะ และน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงมากจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้สารเคมีตกตะกอน การฆ่าเชื้อ และการแก้ความกระด้างในกระบวนการผลิตน้ำประปา จำเป็นต้องปรับความเป็นกรด-ด่าง ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดตามมาตรฐานกำหนดค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 6.5-8.5 (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

2.2.2 ลักษณะทางด้านเคมี

ลักษณะของน้ำ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีแร่ธาตุหรือสารประกอบต่าง ๆ ละลายอยู่ในน้ำ สารเหล่านี้มีพิษก็ได้ ซึ่งลักษณะทางเคมี ได้แก่

1) ความกระด้าง (hardness)

ความกระด้างของน้ำเป็นการวัดความสามารถของน้ำ สาเหตุของความกระด้างเกิดจากไอออนบวกของโลหะที่มีวาแลนซี่ 2+ ได้แก่ แคลเซียม (Ca^{2+}) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) สตรอนเทียม (Sr^{2+}) เหล็ก (Fe^{2+}) และแมงกานีส (Mn^{2+}) แต่เนื่องจากในธรรมชาติมักมีแคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่าโลหะอื่นๆ ดังนั้นต้นเหตุที่สำคัญของความกระด้างจึงมาจาก แคลเซียมและแมกนีเซียม และถือว่าเป็นความกระด้างทั้งหมดของน้ำ อย่างไรก็ตามไอออนโลหะตัวอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น ถ้ามีอยู่เป็นจำนวนมากก็ต้องนำมาคิดรวมด้วย ความกระด้างของน้ำ นอกจากทำให้สบู่เกิดฟองน้อยและยังทำให้เกิดตะกรันในหม้อหรือกาน้ำ อาจทำให้เกิดโรคนิ่วได้ ความกระด้างส่วนใหญ่ในน้ำมาจากชั้นของดินและหินที่น้ำนั้นไหลผ่านน้ำใต้ดินมักจะมีความกระด้างมากกว่าน้ำผิวดิน สำหรับน้ำประปาควรมีความกระด้างอยู่ในช่วงประมาณ 50-80 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูป $CaCO_3$ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

2) ไนเตรท (nitrate)

คือสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการสร้างโปรตีน เพื่อเป็นอาหารของคนและสัตว์ ไนเตรทเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของ

เสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนภายในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียซึ่งพืชนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนได้ ถ้ามีปริมาณมากเกินความต้องการแอมโมเนียจะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนไตรต์และไนเตรท แต่ในน้ำผิวดินจะพบไนเตรทในปริมาณน้อย มักต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และอย่างสูงก็ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่สำหรับน้ำใต้ดินอาจมีไนเตรทสูงตั้งแต่ 0-1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ นอกจากไนเตรทเข้าสู่แหล่งน้ำจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตแล้วยังมาจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตรกรรมและน้ำเสีย น้ำที่มีปริมาณไนเตรทสูงเกินไปอาจทำให้เด็กทารกเกิดโรค methemoglobinemia ดังนั้นจึงกำหนดให้น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคไม่ควรมีไนเตรทเกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

3) เหล็ก (iron)

ในน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะน้ำผิวดินจะพบเหล็กอยู่ด้วยเสมอ เหล็กถือว่าเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่เป็นสารที่ก่อปัญหาให้กับผู้ใช้น้ำประปา เช่น ทำให้น้ำมีสีแดง มีความขุ่นและมีกลิ่น ทำให้เกิดคราบสนิมขึ้นกับเครื่องสุขภัณฑ์หรือทำให้เสื้อผ้าเปื้อน เป็นต้น นอกจากนี้เหล็กยังเป็นแหล่งอาหารให้กับแบคทีเรียที่เรียกว่า Iron Bacteria อีกด้วยการเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าวทำให้น้ำประปามีกลิ่นและรส เป็นที่น่ารังเกียจ ในน้ำผิวดินมักมีเหล็กละลายอยู่น้อยกว่าน้ำใต้ดินและน้ำบาดาล เหล็กที่พบในน้ำผิวดินอาจเป็นเหล็กอินทรีย์ซึ่งเป็นสารประกอบของเหล็กที่อยู่รวมกับสารอินทรีย์ซึ่งเกิดจากการเน่าเปื่อยของพืชในน้ำ และอาจมีการปนเปื้อนของเหล็กในช่วงท่อส่งน้ำเนื่องจากท่อส่งน้ำเป็นเหล็ก จากระยะเวลาการใช้งานเป็นเวลานาน อาจเกิดการถูกกัดกร่อนโดยน้ำที่มีความกระด้างสูง จึงทำให้มีค่าเหล็กเพิ่มขึ้น แม้ว่าเหล็กเป็นธาตุอาหารของมนุษย์เพราะช่วยทำให้เม็ดเลือดมีสีแดง แต่มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคกำหนดไว้ไม่ควรมีเหล็กเกินกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าร่างกายได้รับเหล็กมากเกินไปและไม่สามารถขับถ่ายออกได้หมดเหล็กจะถูกสะสมไว้ที่ตับทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับตับได้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

2.3 ข้อมูลทั่วไปของตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

ภูมิประเทศของตำบลขอนคลานส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลอันดามัน บางบริเวณเป็นพื้นที่ป่าชายเลนมีไม้ป่าชายเลนขึ้นหนาแน่น บางบริเวณเป็นพื้นที่ป่าชายหาดมีทิวสนขึ้นหนาแน่นตลอดชายฝั่ง สภาพดินเป็นดินร่วนปนทรายมีลักษณะเป็นสีดำ เนื่องจากสภาพพื้นที่ของตำบลขอนคลาน จึงมีความจำเป็นต้องมีน้ำที่สะอาดและปลอดภัยในการอุปโภคบริโภคไว้ใช้งาน เนื่องจากน้ำบ่อตื้นบางส่วนมีสถานะเป็นน้ำกร่อยไม่เหมาะต่อการอุปโภคบริโภค

2.3.1 ข้อมูลประชากร

ประชากรของตำบลขอนคลานทั้งหมด 619 ครัวเรือน จำนวนประชากรทั้งหมด 2,547 คน ดังนั้นทางองค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลาน จึงมองเห็นปัญหาดังกล่าว มีนโยบายผลิตน้ำประปาใช้ภายในหมู่บ้าน โดยใช้งบประมาณ ปี 2553 และเริ่มเปิดให้บริการ ปี 2559 โดยเดินเส้นท่อส่งน้ำครอบคลุมทั้งตำบลขอนคลาน แบ่งออกเป็น 4 หมู่บ้าน ประกอบด้วย

หมู่ที่ 1 บ้านขอนคลานตะวันออก จำนวน 106 ครัวเรือน ประชากรรวม 426 คน

หมู่ที่ 2 บ้านราไวใต้ จำนวนประชากร 165 ครัวเรือน ประชากรรวม 662 คน

หมู่ที่ 3 บ้านขอนคลานตะวันตก จำนวน 183 ครัวเรือน ประชากรรวม 757 คน

หมู่ที่ 4 บ้านราไวเหนือ จำนวน 166 ครัวเรือน ประชากรรวม 702 คน

2.3.2 อาณาเขตของตำบลขอนคลาน

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลทุ่งบุหลัง อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

ทิศใต้ ติดกับ ตำบลแหลมสน อำเภอละงู จังหวัดสตูล

ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลนาทอน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

ทิศตะวันตก ติดกับ ทะเลอันดามัน

ภาพที่ 2.3-1 อาณาเขตของตำบลขอนคลาน

ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

2.3.3 สภาพภูมิอากาศ

ฤดูกาลของตำบลขอนคลาน พิจารณาตามลักษณะอากาศของประเทศไทย เป็น 3 ฤดู คือ

1) ฤดูร้อน

เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคมระยะนี้เป็นช่วงว่างของฤดูมรสุม จะมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุม ทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป เดือนที่มีอากาศร้อนที่สุด คือเดือนมีนาคม

2) ฤดูฝน

เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และในช่วงปลายฤดูฝนจะมีร่องความกดอากาศต่ำ เลื่อนลงมาปกคลุมพื้นที่ ทำให้มีฝนตกมากที่สุดในเดือนตุลาคม

3) ฤดูหนาว

เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะพาลมเย็นและแห้งจากประเทศจีนพัดผ่าน ทำให้มีอากาศเย็น แต่เนื่องจากจังหวัดสตูลอยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิจะลดลงเพียงเล็กน้อย อากาศจึงไม่หนาวเย็นมากนัก และตามชายฝั่งมีฝนตกทั่วไป

2.3.4 ลักษณะทางกายภาพ

เนื่องจากจังหวัดสตูลเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และมีฝนตกชุกในฤดูฝน เพราะอยู่ทางด้านรับลม จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดผ่านมหาสมุทรอินเดียอย่างเต็มที่ ส่วนฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัด เพราะอยู่ไกลจากอิทธิพลของอากาศหนาวพอสมควรบางครั้งอาจมีฝนตกได้ เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทยพาเอาฝนมาตก แต่มีปริมาณน้อยกว่าจังหวัดที่อยู่ทางด้านตะวันออกของภาคใต้

2.3.5 ลักษณะทางเศรษฐกิจ

เศรษฐกิจของจังหวัดสตูล ขยายตัวเล็กน้อย ทั้งในภาคการค้า การก่อสร้างคึกคักขึ้นส่วนหนึ่งเนื่องจากการใช้นโยบายกระตุ้นเศรษฐกิจของภาครัฐ แต่เริ่มชะลอลงบ้างในช่วงปลายปี

ทั้งนี้การขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยส่วนใหญ่ขึ้นกับภาคการเกษตร ทั้งการทำสวนยางพารา และการทำสวน ซึ่งในปีนี้อยู่ในเกณฑ์ดี

2.3.6 การผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

การผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลานเป็นการนำน้ำผิวดินหรือน้ำดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อให้ได้น้ำประปา ซึ่งน้ำที่ได้จะนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมบางประเภทที่ไม่ต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพสูง ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) กระบวนการสูบน้ำ

รับน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาจากโรงประปาบ้านท่าศิลา ตำบลนาทอน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ซึ่งเป็นการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติส่งผ่านท่อส่งน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิตที่โรงประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ซึ่งน้ำดังกล่าวจะมีความขุ่นและมีสารละลายต่างๆ รวมถึงโลหะหนักอาจจะมีการเจือปนอยู่

2) ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

โดยการใส่สารส้มและปูนขาว เพื่อเกิดการตกตะกอนและปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง

3) การตกตะกอน

โดยน้ำที่ผสมสารส้มและปูนขาวแล้วจะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอน เพื่อให้ตะกอนที่มีขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นตะกอนขนาดใหญ่และตกลงสู่ก้นถัง จนได้น้ำที่มีความใสสะอาด

4) กรองเพื่อกำจัดตะกอน

สิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็ก โดยการกรองด้วยทรายกรอง กรวดกรอง เพื่อให้ได้น้ำมีความใสสะอาด

5) ฆ่าเชื้อโรค

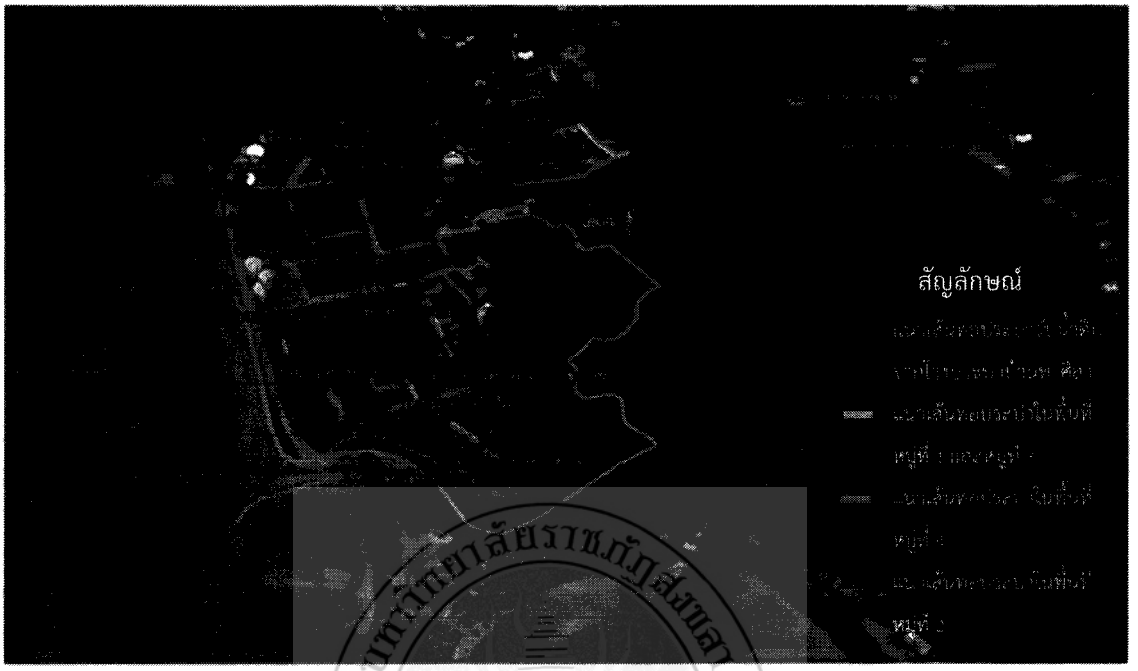
โดยการใส่คลอรีนในอัตราส่วนที่พอเหมาะและ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย แล้วนำไปเก็บไว้ในถังน้ำใสเพื่อรอการสูบจ่าย

6) ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้

7) แจกจ่ายน้ำสู่บ้านเรือน

ปล่อยน้ำจากหอถังสูงหรือสูบอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อจ่ายน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ

ดังภาพเส้นทางการเดินท่อจ่ายน้ำ**ดังภาพที่ 2.3-2**



ภาพที่ 2.3-2 แนวเส้นท่อแจกจ่ายน้ำประปา

ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

2.3.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน จะใช้มาตรฐานเดียวกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2554 ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.3-1**

ตารางที่ 2.3-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

รายการ	**หน่วย**	**มาตรฐาน คุณภาพน้ำประปา**
1. คุณลักษณะทางกายภาพ		
สีที่ปรากฏ (apperancecolour)	Pt-Co Unit	15
รสและกลิ่น (taste and odour)	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
ความขุ่น (turbidity)	NTU	4
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5 - 8.5
2. คุณลักษณะทางเคมี		
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (total dissolved solids)	mg/L	600
เหล็ก (iron)	mg/L	0.3

ตารางที่ 2.3-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (ต่อ)

รายการ	หน่วย	มาตรฐาน คุณภาพน้ำประปา
แมงกานีส (manganese)	mg/L	0.3
ทองแดง (copper)	mg/L	2.0
สังกะสี (zinc)	mg/L	3.0
ความกระด้างทั้งหมด (total hardness as $CaCO_3$)	mg/L	300
ซัลเฟต (sulfate)	mg/L	250
คลอไรด์ (chloride)	mg/L	250
ฟลูออไรด์ (fluoride)	mg/L	0.7
ไนเตรทในรูปไนเตรท (nitrate as NO_3)	mg/L	50
ไนไตรท์ในรูปไนไตรท์ (nitrite as NO_2)	mg/L	3
3. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา		
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (total coliform bacteria)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
อีโคไล (escherichia coli)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
สแตฟฟิลโลค็อคคัส ออเรียล (stophylococcusoureus)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
แซลโมเนลลา (salmonellaspp.)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
คลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ (clostridium perfringens)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
4. สารเป็นพิษ		
ปรอท (inorganic mercury)	mg/L	0.001
ตะกั่ว (lead)	mg/L	0.01
สารหนู (arsenic)	mg/L	0.01
ซีลีเนียม (selenium)	mg/L	0.01
โครเมี่ยม (chomium)	mg/L	0.05
แคดเมียม (cadmium)	mg/L	0.003
แบเรียม (barium)	mg/L	0.7
ไซยาไนด์ (cyanide)	mg/L	0.07
5.สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช		
อัลตรินและดิลครีน (aldrin and dieldrin)	µg/L	0.03
คลอเดน (chlordane)	µg/L	0.2

ตารางที่ 2.3-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปา ส่วนภูมิภาค (ต่อ)

รายการ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา
ดีดีที (dichlorodiphenyl trichloroethane)	µg/L	1
เฮปตาคลอและเฮปตาคลออีพอกไซด์ (heptachlor and heptachlor epoxide)	µg/L	0.03
เฮกซะคลอโรเบนซีน (hexachlorobenzene)	µg/L	1
ลินเดน (lindane)	µg/L	2
เมททอกซิคลอร์ (methoxychlor)	µg/L	20
6. ไตรฮาโลมีเทน		
คลอโรฟอร์ม (chloroform)	µg/L	300
โบรโมไดคลอโรมีเทน (bromodichloromethane)	µg/L	60
ไดโบรโมคลอโรมีเทน (dibromochloromethane)	µg/L	100
โบรโมฟอร์ม (bromoform)	µg/l	100
7. สารกัมมันตภาพรังสี		
ความแรงรวมรังสีแอลฟา (gross alpha activity)	Bq/L	0.5
ความแรงรวมรังสีเบต้า (gross beta activity)	Bq/L	1

หมายเหตุ คลอรีนคงเหลือในระบบจ่ายน้ำประปาไม่น้อยกว่า 0.2 mg/L

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำประปาผิวดิน แสดงใน**ตาราง ที่ 2.4-1**

ตารางที่ 2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แหล่งข้อมูล	รายละเอียด	อ้างอิง
1. การติดตามคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านในเขตอำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานี	ศึกษาคุณภาพน้ำประปาจำนวน 5 จุด ตามระยะทางของเส้นที่สองท่อน้ำตั้งแต่ก่อนเข้าระบบส่งน้ำต้น กลางท่อ และปลายท่อ ตามฤดูกาล คือ ฤดูฝน (ตุลาคม) ฤดูร้อน (พฤศจิกายน) ทำการศึกษาด้านกายภาพ ได้แก่ สี ความเป็นกรด-ด่าง ความขุ่น ค่าการนำไฟฟ้า และศึกษาคุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ ความกระด้างทั้งหมด	กัญญา เกิดศิริ (2552)

ตารางที่ 2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	รายละเอียด	อ้างอิง
	เหล็กในน้ำประปา เปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา กรมอนามัย พบว่า pH สี ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ	
2. การการประเมินประสิทธิภาพระบบประปาหมู่บ้านในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี	จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านจาก 20 โรงผลิต ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคม 2552 พบว่า พารามิเตอร์กายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น ของแข็งทั้งหมดในน้ำ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด สารแขวนลอยทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด ไนเตรท ส่วนมากยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพการประปาส่วนภูมิภาค ยกเว้น เดือนสิงหาคม ความกระด้างมีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานและมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ปริมาณโลหะหนักได้แก่เหล็ก แมงกานีส ปริมาณไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ปริมาณเหล็ก	ยุภาพร อำนาจ, นันทพร สุทธิประภา และวัฒนาชัย มาลัย (2557)
3. การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาชุมชน	การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาชุมชน โดยการสุ่มตัวอย่างระบบประปาชุมชน จำนวน 27 แห่ง จาก 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย 2 และจังหวัดสุรินทร์ ณ จุดใช้งานในครัวเรือน พบว่า พารามิเตอร์ที่มีตัวอย่างน้ำที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมากกว่าร้อยละ 30 และพารามิเตอร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ความขุ่น ของแข็งละลายน้ำ เหล็ก และแมงกานีส ส่วนแหล่งน้ำบาดาลที่ทำการศึกษาจำนวน 8 แห่งในช่วงฤดูฝน และ 1 แห่งในช่วงฤดูแล้ง พบว่า คุณภาพน้ำที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมากว่า ร้อยละ 30 ได้แก่ สี และพารามิเตอร์ที่มีตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 30 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่าของแข็งละลายน้ำ และ มีค่าคลอรีนตกค้างน้อยกว่า 0.20 มิลลิกรัม	จรียา ยิ้มรัตนบวร (2555)

ตารางที่ 2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	รายละเอียด	อ้างอิง
4. คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ กรด-ด่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษ ส่วนคุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าบีโอดีและค่าไนโตรเจน ปริมาณสารโลหะหนักในน้ำ พบว่า สารตะกั่ว สารแคดเมียมมีค่าสูงกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษกำหนด	ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และ รชาดา บัวไพร (2555)
5. การประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำของระบบผลิตประปาหมู่บ้าน:กรณีศึกษาบ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง	การศึกษาคุณภาพอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส่ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนกันยายน 2552 ซึ่งเป็นการศึกษาเฉพาะด้านกายภาพจะศึกษาตามฤดูกาล คือ ฤดูฝนหนึ่งครั้งและฤดูแล้งหนึ่งครั้งผลการศึกษาคุณภาพในด้านกายภาพพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ความขุ่น TDS อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่สามได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคสื่อโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนและเพื่อการเกษตรและเมื่อนำผลคุณภาพน้ำทางกายภาพเคมีและชีวะภาพของอ่างเก็บน้ำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งโดยใช้สถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน	ธนาวัฒน์ รักกมล ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์ และสมเกียรติยศ วรเดช (2552)

ตารางที่ 2.4-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	รายละเอียด	อ้างอิง
6. การคุณภาพน้ำประปาภูเขาหมู่บ้านนางแลในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาเขาของหมู่บ้านนางแลในด้านกายภาพ ด้านเคมีแล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 เพื่อประเมินคุณภาพน้ำ พบว่าค่าความขุ่น ค่าความกระด้าง ปริมาณ ฟลออไรด์ ปริมาณเหล็ก และปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ส่วนค่าความขุ่น ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ.2553	ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ ประเสริฐ ไวยะกา สุนทรีกรโอชาเลิศ และวิภาวรรณ ปุ๊คำปวง (2559)

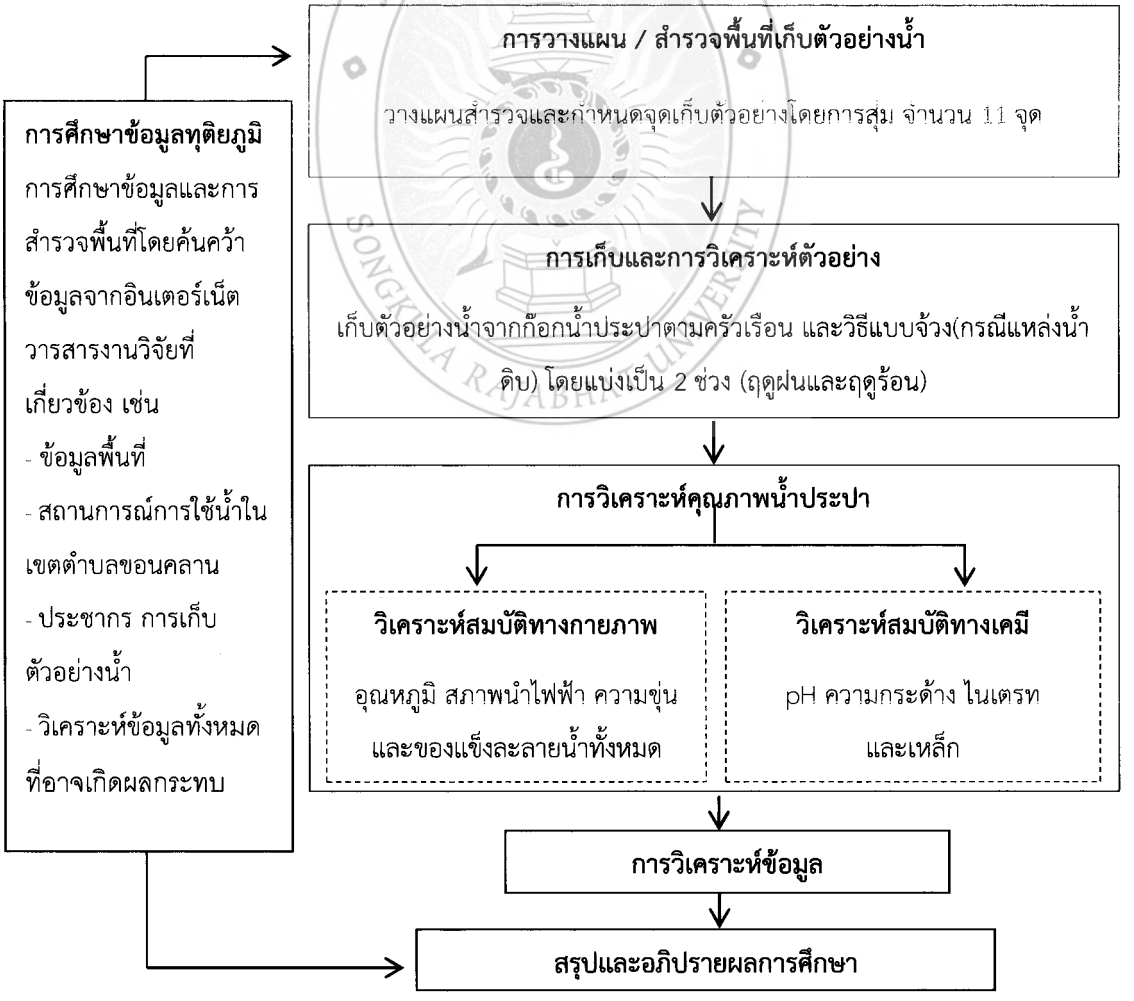
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ฤดู ในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูร้อน ทำการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ และทางเคมี จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำปา พบว่า ส่วนใหญ่น้ำประปาเหมาะสมต่อการอุปโภค แต่ไม่เหมาะสมต่อการบริโภค โดยเฉพาะในด้านกายภาพคือ ความขุ่น ด้านชีวภาพคือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งน้ำประปาหมู่บ้านก่อนนำมาใช้ในการบริโภคนั้นต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อก่อนำมาใช้ เช่น การต้ม ดั้งนั้นคุณภาพน้ำประปามีความสำคัญต่อการให้บริการแก่ชุมชน จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาดและปลอดภัย

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล จำนวน 11 จุด ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง คือ ช่วงฤดูฝน (14 มกราคม 2561) และ ช่วงฤดูร้อน (24 เมษายน 2561) แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี มีรายละเอียดดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล แสดงใน **ภาพที่** 3.1-1



ภาพที่ 3.1-1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ และทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการสุ่ม และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล จำนวน 11 จุด จากก๊อกน้ำประปาตามครัวเรือน และวิธีแบบจ้วง (กรณีแหล่งน้ำดิบ) ทำการเก็บตัวอย่าง จำนวน 2 ครั้ง คือ ช่วงฤดูฝน (14 มกราคม 2561) และ ช่วงฤดูร้อน (24 เมษายน 2561) แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

3.2.2 พื้นที่ศึกษา

1) พื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลอน ตำบลขอนคลอน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

2) พื้นที่วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1) กระดาษกรองใยแก้ว GF/C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm

2) ขวดน้ำกลั่น

3) ชามระเหย (evaporating dish)

4) ที่วางหลอดทดลอง (rack)

5) เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ (beaker), บิวเรต (burtte), ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask), ปิเปต (pipette), หลอดเนสเลอร์ (nessler Tube), ชุดกรอง (vacuum filter set), หลอดทดลอง (reaction tube), หลอดวัดตัวอย่างน้ำ (sample tubes), และกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone)

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
2) เครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟฟีโลมิเตอร์ รุ่น 2100N ยี่ห้อ turbidity meter HACH
3) เครื่องดูดอากาศ (suction air pump)
4) ตู้อบแห้ง (hot air oven) รุ่น SFE ยี่ห้อ memmert
5) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น PL 3002 ยี่ห้อ METTLER TOLEDO
6) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ยี่ห้อ memmert
7) เครื่องวัดสภาพกรด-ด่าง (pH meter) รุ่น pH 30 ยี่ห้อ clean pH
8) เครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-spectrophotometer) รุ่น T80+ ยี่ห้อ PG Instruments Ltd
9) เครื่องวัดสภาพนำไฟฟ้า (conductivity meter) รุ่น 3200 ยี่ห้อ YSI

3.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1) น้ำกลั่น (distilled water)
2) สารละลายสต๊อกความขุ่นมาตรฐาน
3) สารละลายบัฟเฟอร์เทียบค่า pH
4) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (conc.NH_4OH)
5) เกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ
6) เกลือไดโซเดียม
7) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)
8) แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2.6H_2O$)
9) แอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride, NH_4Cl)
10) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (NH_4OH)
11) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
12) อิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์
13) แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)

14) กรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น (conc.H_2SO_4)

15) เมทธีลเรดอินดิเคเตอร์

16) โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3)

17) โซเดียมอาร์เซไนต์ ($NaAsO_2$)

18) บรูซีนซัลเฟต

19) กรดซัลฟานิลิค ($C_6H_7NO_3S$)

20) กรดซัลฟูริคเข้มข้น (Conc.H_2SO_4)

21) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

22) กรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น (HCl)

23) สารละลายไฮดรอกซีลามีน (H_3NO)

24) สารละลายแอมโมเนียมอะเซเตตบัฟเฟอร์ ($C_2H_7NO_2$)

25) สารละลายฟีแนนทรลีน ($C_{20}H_{14}O_4$)

26) สารละลายสต๊อกเหล็ก ($FeSO_4$)

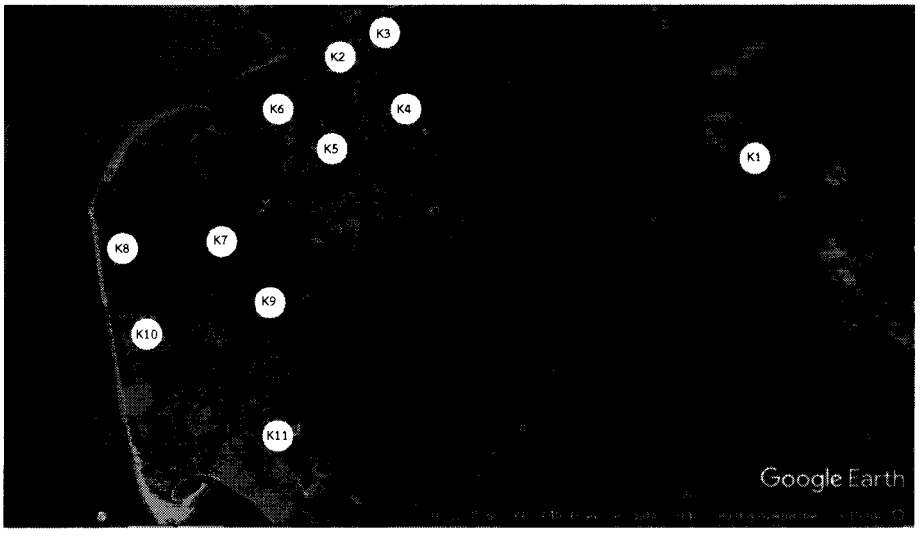
27) สารละลายมาตรฐานเหล็ก ($FeSO_4$)

28) ไดไอโซโพรพิลหรือไอโซโพรพิลอีเธอร์ (C_3H_8O)

3.4 การเก็บ และรักษาตัวอย่างน้ำ

3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

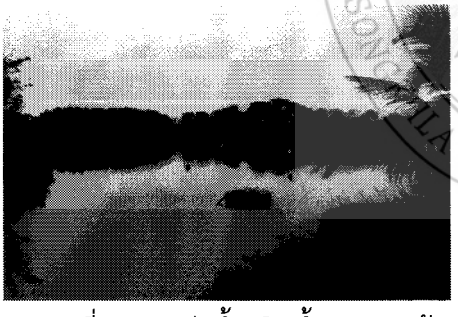
การศึกษานี้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 11 จุด เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีการใช้น้ำประปาและสะดวกต่อการเก็บตัวอย่างน้ำประปาการเลือกจุดเก็บตัวอย่าง ดังแสดงใน**ภาพที่ 3.4-1** และตารางจุดพิกัดเก็บตัวอย่างแสดงใน**ภาตผนวก ข**



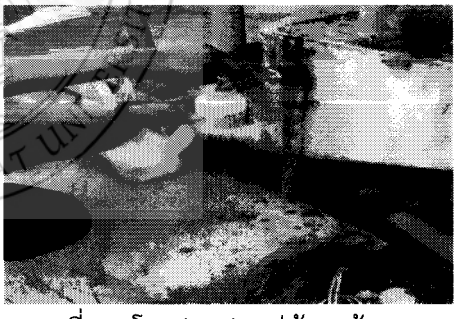
ภาพที่ 3.4-1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

ที่มา: Google Earth (2561) ที่ระดับความสูง 5.15 เมตร

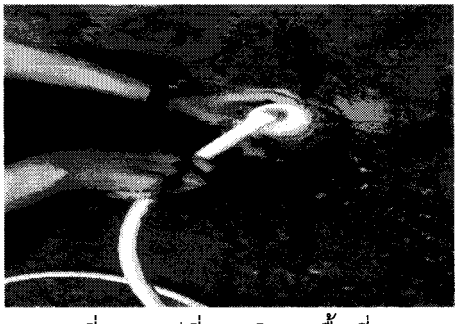
เก็บตัวอย่างโดยการเปิดน้ำประปาจากก๊อกตามครัวเรือนและกรณีแหล่งน้ำดิบใช้วิธี (แบบจ้วง) เก็บตัวอย่างเวลา 8:00–11:00 น. จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ในช่วงฤดูฝน วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2561 และครั้งที่ 2 ในช่วงฤดูร้อน วันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2561 สำหรับภาพแสดงบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแสดงใน **ภาพที่ 3.4-2**



(ก) จุดที่ K1 แหล่งน้ำผลิตน้ำประปา บ้านท่าศิลา



(ข) จุดที่ K2 โรงประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน



(ค) จุดที่ K3 หมู่ที่ 3 บริเวณพื้นที่ชาวประมง

(ง) จุดที่ K4 หมู่ที่ 3 บริเวณครัวเรือน

ภาพที่ 3.4-2 ภาพประกอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

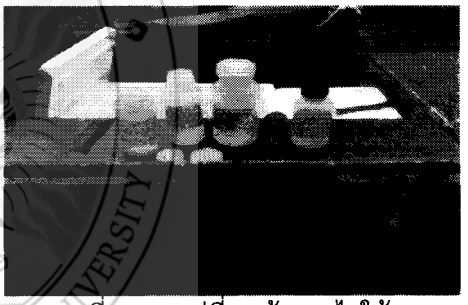
(จ) จุดที่ K5 หมู่ที่ 1 บริเวณพื้นที่ชาวประมง

(ฉ) จุดที่ K6 หมู่ที่ 1 ตลาดนัดบ้านขอนคลาน

(ช) จุดที่ K7 หมู่ที่ 4 องค์การบริหารส่วนตำบล

(ซ) จุดที่ K8 หมู่ที่ 4 สวนสาธารณะบ้านราไว

(ฌ) จุดที่ K9 หมู่ที่ 2 กศน.บ้านราไว



(ญ) จุดที่ K10 หมู่ที่ 2 บ้านราไวใต้

(ฎ) จุดที่ K11 หมู่ที่ 2 สิ้นสุดแนวท่อประปาบ้านราไวใต้

ภาพที่ 3.4-2 ภาพประกอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง (ต่อ)

[redacted]

3.4.2 วิธีการเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง

การเก็บรักษาตัวอย่างคุณภาพน้ำ ตามคำแนะนำของกรมควบคุมมลพิษ (2553) ดังแสดงรายละเอียดใน**ตารางที่ 3.4-1**

ตารางที่ 3.4-1 วิธีการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	ภาชนะบรรจุ	วิธีการเก็บรักษา	ระยะเวลาเก็บรักษาที่ยอมรับให้เก็บได้
อุณหภูมิ (tamperature)	-	ตรวจวัดทันที	-
การนำไฟฟ้า (conductivity)	-	ตรวจวัดทันที	-
ความขุ่น (turbidity)	-	-	-
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	พลาสติกHDPE, แก้ว	แช่เย็นอุณหภูมิ 4±2 °C	7 วัน
ความเป็นกรด–ด่าง	-	ตรวจวัดทันที	-
ความกระด้าง	พลาสติกHDPE, แก้ว	เติม HNO_3 ให้ pH<2	6 เดือน
ไนเตรท	พลาสติกHDPE, แก้ว	แช่เย็นอุณหภูมิ 4±2 °C	48 ชั่วโมง หรือ 28 วันหากมีคลอรีนปนอยู่
เหล็ก	พลาสติกHDPE, แก้วที่กลั้ว (rinse) ด้วยกรด (1+1 Nitric)	สำหรับ dissolved metalsd รองทันทีและเติม HNO_3 ให้ pH<2	6 เดือน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2553)

3.5 วิธีการวิเคราะห์

สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำประปานี้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีตามคุณสมบัติที่กำหนดโดยน้ำของกรมควบคุมมลพิษ (2553) มีรายละเอียดดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ความขุ่น ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และความเป็นกรด-ด่าง วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาแสดงใน**ตารางที่ 3.5-1** และภาพประกอบรวมถึงวิธีการวิเคราะห์แสดงใน **ภาคผนวก ค.และภาคผนวก ง**.

ตารางที่ 3.5-1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

พารามิเตอร์	เครื่องมือ/อุปกรณ์	วิธีอ้างอิง
1) อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์	APHA et al. (2005)
2) สภาพนำไฟฟ้า	conductivity meter YSI 3200	standard method 2510B
3) ความขุ่น	turbidity meter HACH รุ่น 2100N	standard method 2130B
4) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	grarimetric method	APHA et al. (2005)
5) ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter HACH รุ่น Sessions 1	Standard method 4500-H+ B

3.5.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

กาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความกระด้าง ไนเตรท และเหล็ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาแสดงใน**ตารางที่ 3.5-2** และภาพประกอบรวมถึงวิธีการวิเคราะห์แสดงใน **ภาคผนวก ค.และภาคผนวก ง**.

ตารางที่ 3.5-2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

พารามิเตอร์	เครื่องมือ/อุปกรณ์	วิธีอ้างอิง
1) ความกระด้าง	วิธีไทเทรชั่นด้วย อีดีทีเอ (EDTA titration)	APHA et al. (2005)
2) ไนเตรท	spectrophotometric method	APHA et al. (2005)
3) เหล็ก	phenanthroline method	APHA et al. (2005)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา

การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำเสนอผลการศึกษาคุณภาพน้ำประปา

3.6.2 การวิเคราะห์ด้วยสถิติอ้างอิง

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านบ้านขอนคลานระหว่างฤดูฝน และฤดูร้อนด้วยสถิติแบบ paired samples T-Test

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ทางด้านกายภาพและทางเคมี โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ในช่วงฤดูฝน (14 มกราคม 2561) และช่วงฤดูร้อน (24 เมษายน 2561)

4.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

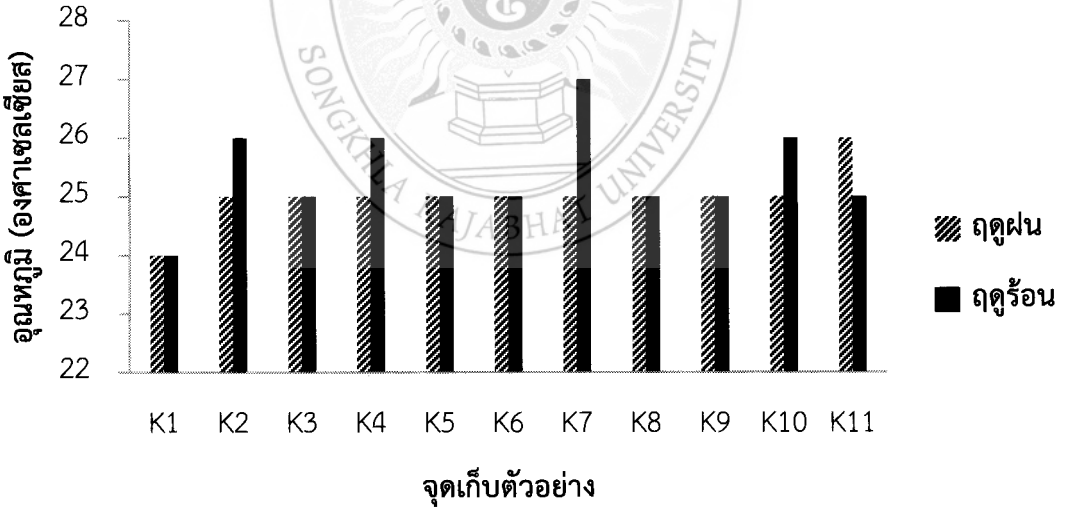
สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านทางกายภาพ ได้ทำการวิเคราะห์ อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ความขุ่น ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และความเป็นกรด-ด่าง โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2554 มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 อุณหภูมิ

ผลการศึกษาของอุณหภูมิ (temperature) น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบว่า ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.00±0.45 องศาเซลเซียส ต่ำสุดอยู่ที่จุด K1 เท่ากับ 24 องศาเซลเซียส สูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 26 องศาเซลเซียส ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.36±0.81 องศาเซลเซียส โดยต่ำสุดที่จุด K1 เท่ากับ 24 องศาเซลเซียส และสูงสุดที่จุด K7 เท่ากับ 27 องศาเซลเซียส ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.1-1 และภาพที่ 4.1-1** เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \geq 0.05$) (**ภาคผนวก จ**) เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำแปรผันไปตามอุณหภูมิของอากาศ ฤดูร้อนอากาศร้อน ความชื้นในอากาศน้อย โอกาสที่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ลงมาสู่ผิวน้ำมีมากทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนวรรณ บุญมณี (2549) การศึกษาคุณภาพน้ำบ่อตื้นในแหล่งชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่าง พบว่าในช่วงฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.1-1 อุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	24	24
K2	25	26
K3	25	25
K4	25	26
K5	25	25
K6	25	25
K7	25	27
K8	25	25
K9	25	25
K10	25	26
K11	26	25
เฉลี่ย	**25.00±0.45**	**25.36±0.81**



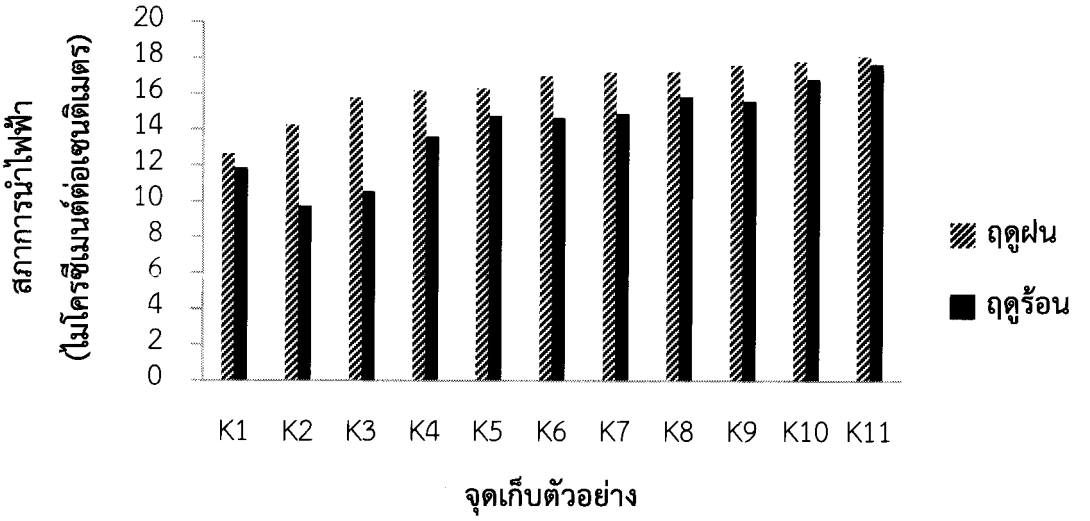
ภาพที่ 4.1-1 อุณหภูมิของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

4.1.2 สภาพนำไฟฟ้า

ผลการศึกษาสภาพนำไฟฟ้า (Conductivity) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบว่าในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของสภาพนำไฟฟ้าสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.38±1.65 โครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K1 เท่ากับ 12.64 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร สูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 18.11 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนในช่วง ฤดูร้อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.18±2.52 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยต่ำสุดที่จุด K2 เท่ากับ 9.74 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และสูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 17.67 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.1-2** และ**ภาพที่ 4.1-2** เมื่อเปรียบเทียบสภาพนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) (**ภาคผนวก จ**) เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างมีสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ ที่ละลายในน้ำค่อนข้างสูง ถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแสดงว่าสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ที่แตกตัวในน้ำเพิ่มขึ้น ถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลงจะมีผลต่อการแตกตัวของสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์มากขึ้นด้วย ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานวิจัยของชไมพร แก้วศรีทอง และคณะ (2554) การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในพรุควนเคร็ง พบว่าในช่วงฤดูผ่นน้ำมีค่าเฉลี่ยของสภาพนำไฟฟ้าสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.1-2 สภาพนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	สภาพนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	12.64	11.85
K2	14.28	9.74
K3	15.78	10.54
K4	16.17	13.62
K5	16.30	14.75
K6	16.99	14.65
K7	17.22	14.88
K8	17.25	15.83
K9	17.63	15.58
K10	17.82	16.82
K11	18.11	17.67
เฉลี่ย	**16.38±1.65**	**14.18±2.52**



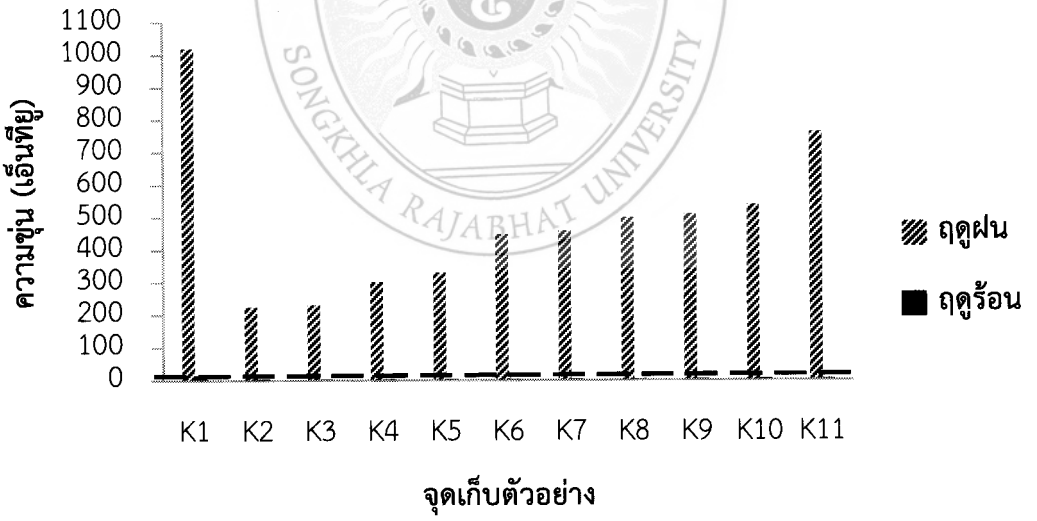
ภาพที่ 4.1-2 การนำไฟฟ้าของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

4.1.3 ความขุ่น

ผลการศึกษาความขุ่น (turbidity) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบว่าในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของความขุ่นสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 484.73±236.26 เอ็นทียู ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K2 เท่ากับ 226 เอ็นทียู สูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 1,020 เอ็นทียู ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.10 ±3.16 เอ็นทียู โดยต่ำสุดที่จุด K2 เท่ากับ 3.48 เอ็นทียู และสูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 14.57 เอ็นทียู ดังแสดง **ในตารางที่ 4.1-3 และภาพที่ 4.1-3** เมื่อเปรียบเทียบความขุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อนด้วยสถิติแบบ T-Test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) (**ภาคผนวก จ**) ทั้ง 2 ฤดูมีค่าความขุ่นไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 4 เอ็นทียู ยกเว้นจุด K2 K3 และ K4 ในช่วงฤดูร้อนที่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำของการประปาส่วนภูมิภาค เนื่องจากมีฝนตกในพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำฝนชะเอาตะกอนดินลงสู่น้ำ ทำให้ความขุ่นของแหล่งน้ำผิวดินมีค่าสูงและแปรปรวนไปตามฤดูกาล โดยมีค่าสูงในฤดูฝนและต่ำในช่วงฤดูร้อน ค่าความขุ่นของน้ำเกิดจากการที่มีของแข็งแขวนลอยต่างๆ เช่น ดินเหนียวสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งอนุภาคเหล่านี้มีผลทำให้แสงส่องผ่านลงในแหล่งน้ำลดลง ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานวิจัยของชไมพร แก้วศรีทอง และคณะ (2554) การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการใน พรุควนเคร็ง พบว่าในช่วงฤดูฝนน้ำมีค่าเฉลี่ยของความขุ่นสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.1-3 ความขุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	1020	14.57
K2	226	3.48
K3	231	3.90
K4	301	4.00
K5	331.33	4.01
K6	449	4.08
K7	460.33	4.12
K8	499.66	4.19
K9	511.67	4.30
K10	539.33	4.51
K11	762.67	4.90
เฉลี่ย	**484.73±236.26**	**5.10±3.16**



หมายเหตุ: – – มาตรฐานคุณภาพประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าความขุ่นไว้ ไม่เกิน 4 เอ็นทียู

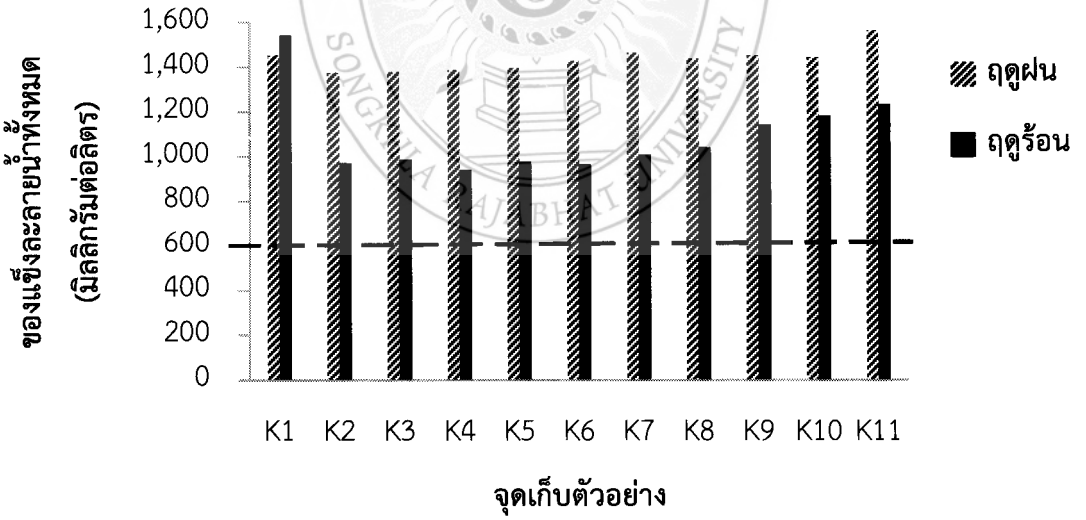
ภาพที่ 4.1-3 ความขุ่นของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

4.1.4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

ผลการศึกษาของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (total dissolved solids) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบว่าในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1437.73±53.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K2 เท่ากับ 1,378 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 1,234 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วง ฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1090.64±179.24 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยต่ำสุดที่จุด K4 เท่ากับ 942 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 1,543 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงใน **ตารางที่ 4.1-4** และ**ภาพที่ 4.1-4** เมื่อเปรียบเทียบของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้านบ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) (**ภาคผนวก จ**) ทั้งสองฤดูมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในฤดูฝนมีกรดอินทรีย์ที่ละลายในน้ำที่มาจากการชะล้างหน้าดินลงสู่แหล่งน้ำทำให้ค่าของแข็งละลายน้ำสูงขึ้นมากกว่าฤดูร้อน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของรีวาย๊ะ บูตา และสูไวบ๊ะ สาเลราช (2552) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินที่ใช้อุปโภค ในพื้นที่หมู่ 6 บ้านไร่ และหมู่ 7 บ้านทรายขาว ตำบลทุ่งหวัง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา พบว่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.1-4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	1,456	1,543
K2	1,378	971
K3	1,382	987
K4	1,390	942
K5	1,400	977
K6	1,431	966
K7	1,469	1,009
K8	1,440	1,041
K9	1,456	1,144
K10	1,447	1,183
K11	1,566	1,234
เฉลี่ย	**1437.73±53.49**	**1090.64±179.24**



หมายเหตุ: – – มาตรฐานคุณภาพประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดไว้ ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

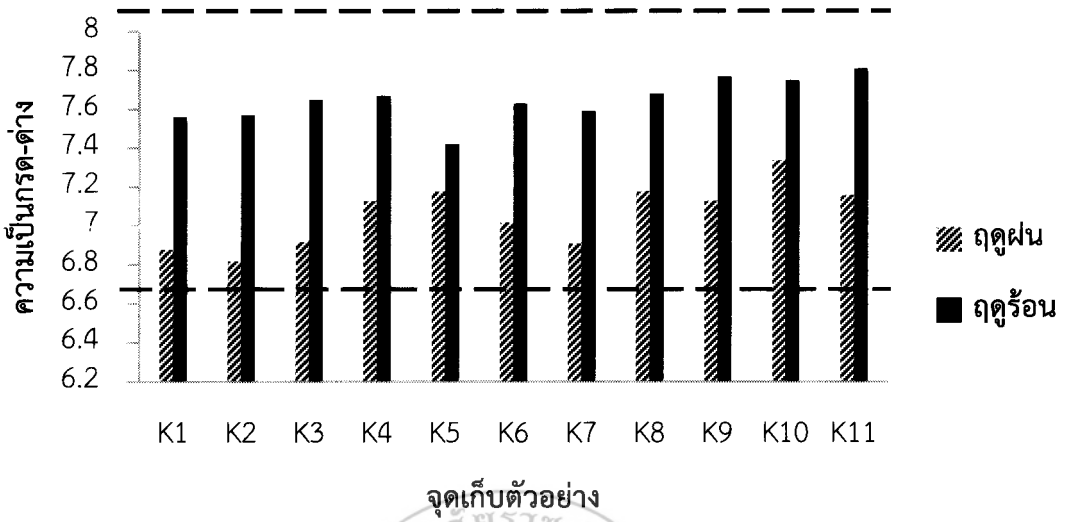
ภาพที่ 4.1-4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

4.1.5 ความเป็นกรด-ด่าง

ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบว่า ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.06±0.16 ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K2 เท่ากับ 6.82 สูงสุดที่จุด K10 เท่ากับ 7.34 ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.65±0.11โดยต่ำสุดที่จุด K5 เท่ากับ 7.42 และสูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 7.81 ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.1-5 และภาพที่ 4.1-5** เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) **(ภาคผนวก จ)** ทั้ง 2 ฤดูมีค่าความเป็นกรด-ด่างผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้อยู่ในช่วง 6.5-8.5 เนื่องจากแหล่งน้ำเป็นอ่างกักเก็บน้ำเพื่อผลิตน้ำประปานั้นเป็นแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีการปล่อยน้ำเสียจากแหล่งอื่นลงไปค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดูกาล สอดคล้องกับงานวิจัยของรีวาย๊ะ บูตา และสูไวบ๊ะ สาเลราช (2552) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินที่ใช้อุปโภคในพื้นที่ หมู่ 6 บ้านไร่ และหมู่ 7 บ้านทรายขาว ตำบลทุ่งหวัง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ผลการศึกษาพบว่าความเป็นกรด-ด่างในฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.1-5 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ความเป็นกรด-ด่าง	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	6.88	7.56
K2	6.82	7.57
K3	6.92	7.65
K4	7.13	7.67
K5	7.18	7.42
K6	7.02	7.63
K7	6.91	7.59
K8	7.18	7.68
K9	7.13	7.77
K10	7.34	7.75
K11	7.16	7.81
เฉลี่ย	**7.06 ±0.16**	**7.65± 0.11**



หมายเหตุ: – – มาตรฐานคุณภาพประปาของการประปาส่วนภูมิภาคกำหนด (2554) ค่าความเป็นกรด-ด่างไว้อยู่ในช่วง 6.5-8.5

ภาพที่ 4.1-5 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

4.2 คุณลักษณะของน้ำทางเคมี

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านทางเคมี ได้ทำการวิเคราะห์ ความกระด้าง ไนเตรท และเหล็ก โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2554 มีรายละเอียดดังนี้

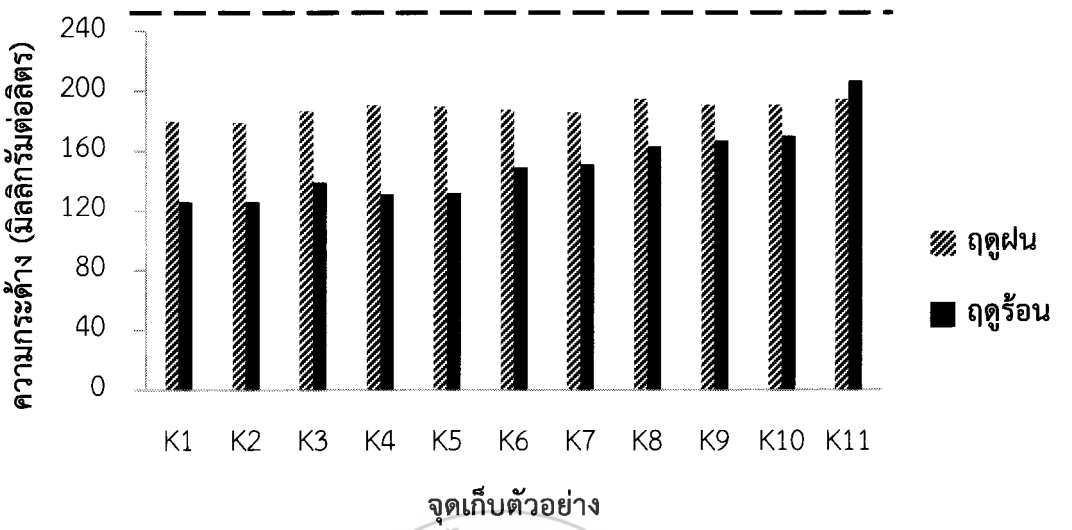
4.2.1 ความกระด้าง

ผลการศึกษาความกระด้าง (hardnees) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบว่า ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของความกระด้างสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 188±5.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K2 เท่ากับ 179 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงสุดที่จุด K8 และ K11 เท่ากับ 195 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 151±24.61 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยต่ำสุดที่จุด K1 และ K2 เท่ากับ 126 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดที่จุด K11 เท่ากับ 207 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.2-1** และ**ภาพที่ 4.2-1** เมื่อเปรียบเทียบความกระด้างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

(**ภาคผนวก จ**) ทั้ง 2 ฤดูผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าความกระด้างไม่ได้เป็นอันตรายต่อการบริโภค หากกระด้างมากเกินไป ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการอุปโภคบริโภค เนื่องจากทำให้ฟองสบู่น้อยลงและเกิดตะกรันในภาชนะ สอดคล้องกับงานวิจัยของสัมพันธ์ พลันสังเกตุ และคณะ (2545) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการประปาของมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ผลการศึกษาพบว่าในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของความกระด้างสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.2-1 ความกระด้างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	180	126
K2	179	126
K3	187	139
K4	191	131
K5	190	132
K6	188	149
K7	186	151
K8	195	163
K9	191	167
K10	191	170
K11	195	207
เฉลี่ย	**188±5.26**	**151± 24.61**



หมายเหตุ: – – มาตรฐานคุณภาพประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าความกระด้างไว้ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

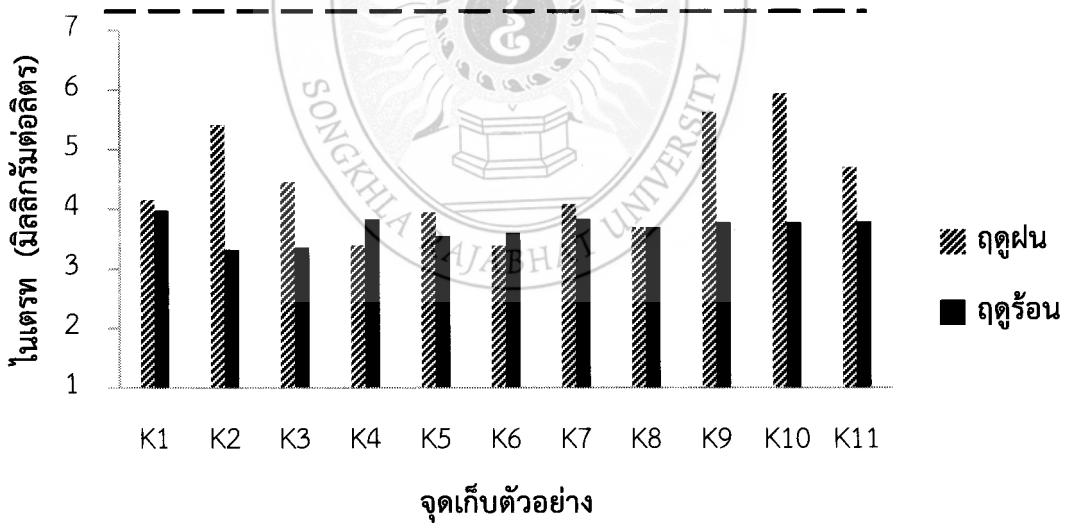
ภาพที่ 4.2-1 ความกระด้างของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

4.2.2 ไนเตรท

ผลการศึกษาไนเตรท (nitrate) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบว่าในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของไนเตรทสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44±0.89 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K6 เท่ากับ 3.39 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงสุดที่จุด K9 เท่ากับ 5.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงฤดูร้อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68±0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยต่ำสุดที่จุด K2 เท่ากับ 3.32 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 3.98 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.2-2** และ**ภาพที่ 4.2-2** เมื่อเปรียบเทียบไนเตรทของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \geq 0.05$) (**ภาคผนวก จ**) ทั้ง 2 ฤดู มีค่าไนเตรท ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดไว้ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในฤดูฝนนั้น มีการชะละลายหน้าดินที่ประกอบไปด้วยธาตุต่างๆ ที่ก่อให้เกิดไนเตรทภายในน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสัมพันธ์ พลันสังเกตุ, และคณะ (2545) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการประปาของมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พบว่ามีค่าปริมาณไนเตรทฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อนเล็กน้อย

ตารางที่ 4.2-2 ไนเตรทของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	4.16	3.98
K2	5.42	3.32
K3	4.46	3.36
K4	3.40	3.83
K5	3.95	3.55
K6	3.39	3.60
K7	4.09	3.83
K8	3.70	3.70
K9	5.63	3.78
K10	5.94	3.78
K11	4.71	3.79
เฉลี่ย	**4.44±0.89**	**3.68±0.21**



หมายเหตุ: – – มาตรฐานคุณภาพประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าไนเตรทไว้ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

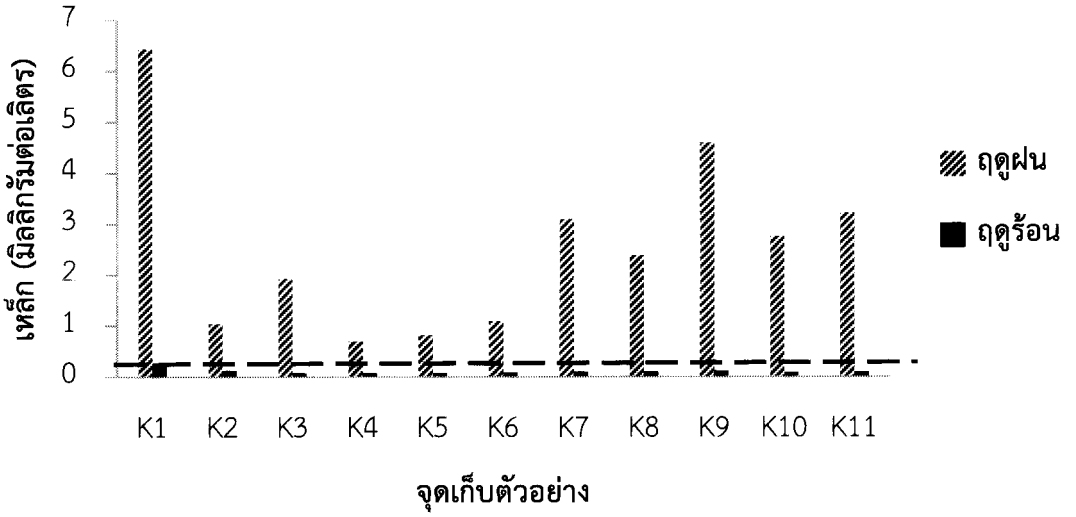
ภาพที่ 4.2-2 ไนเตรทของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

4.2.3 เหล็ก

ผลการศึกษาเหล็ก (iron) ของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล พบว่า ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีค่าเฉลี่ยของเหล็กสูงกว่าฤดูร้อน โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.55±1.77 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำสุดอยู่ที่จุด K4 เท่ากับ 0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร สูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 6.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11±0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยต่ำสุดที่จุด K3 และ K4 เท่ากับ 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดที่จุด K1 เท่ากับ 0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.2-3** และ**ภาพที่ 4.2-3** เมื่อเปรียบเทียบเหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ด้วยสถิติแบบ T-Test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) (**ภาคผนวก จ**) ฤดูฝนมีค่าเหล็กไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคที่กำหนดไว้ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในฤดูฝนมีการชะละลายหน้าดินที่ประกอบไปด้วยธาตุต่างๆ ที่ก่อให้เกิดเหล็กภายในน้ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของสัมพันธ์ พลันสังเกตุ และคณะ (2545) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการประปาของมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พบว่าปริมาณเหล็กในฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 4.2-3 เหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

จุดเก็บตัวอย่าง	เหล็ก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน
K1	6.43	0.27
K2	1.04	0.13
K3	1.94	0.08
K4	0.70	0.08
K5	0.82	0.08
K6	1.10	0.09
K7	3.10	0.10
K8	2.38	0.11
K9	4.60	0.12
K10	2.76	0.09
K11	3.22	0.10
เฉลี่ย	**2.55±1.77**	**0.11±0.05**



หมายเหตุ: – – มาตรฐานคุณภาพประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (2554) กำหนดค่าเหล็กไว้ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพที่ 4.2-3 เหล็กของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาทั้งหมด 11 จุด โดยครั้งที่ 1 ในช่วงฤดูฝน (วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2561) และครั้งที่ 2 เก็บในช่วงฤดูร้อน (วันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2561) และนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการทดลองสมบัติทางกายภาพของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน พบว่า ช่วงฤดูฝน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 25±0.45 องศาเซลเซียส สภาพนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 16.38±1.65 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความขุ่นมีค่าเฉลี่ย 484.73±236.26 เอ็นทียู ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 1,437.73±53.49 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ย 7.06±0.16 สำหรับฤดูร้อน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 25±0.81 องศาเซลเซียส สภาพนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 14.18±2.52 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความขุ่นมีค่าเฉลี่ย 5.10±3.16 เอ็นทียู ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 1,090.64±179.24 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.65±0.11 เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค พบว่าความเป็นกรด-ด่างผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ความขุ่นและของแข็งละลายน้ำทั้งหมดไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ยกเว้นความขุ่นจุด K2 K3 และ K4 ในช่วงฤดูร้อนที่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ส่วนอุณหภูมิ สภาพนำไฟฟ้า มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคไม่ได้กำหนดไว้

5.1.2 ผลการทดลองสมบัติทางเคมีของน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน พบว่า ฤดูฝน ความกระด้างมีค่าเฉลี่ย 188±5.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรตมีค่าเฉลี่ย 4.44±0.89 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็กมีค่าเฉลี่ย 2.55±1.77 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย ความกระด้าง 151±24.61 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรต 3.68±0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็ก 0.11±0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค พบว่าคุณภาพน้ำทางเคมีทั้งหมดผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ยกเว้น เหล็กในช่วงฤดูฝนที่ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

5.2 ข้อเสนอแนะ

1.ควรทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพเพิ่มเติม เพื่อจะได้ทราบปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำประปา

2.เพื่อเป็นข้อมูลให้กับประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดค่าความขุ่น ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และเหล็ก

บรรณานุกรม

กัญญา เกิดศิริ. (2552). **การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านในเขตอำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานี** (รายงานผลการวิจัย). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **วิธีการปฏิบัติสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ** (Online). http://infofile.pcd.go.th/water/Water_CollNat_Manual.pdf. วันที่ 16 กรกฎาคม 2560

จรียา ยิ้มรัตนบวร และสุดจิต ครุจิต.(2555) **การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาชุมชน** (รายงานผลการวิจัย). สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จารุวรรณ สุจริต. (2529). **ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชไมพร แก้วศรีทอง, เสาวคนธ์ รุ่งเรือง, สุวิมล สี่หิรัญวงศ์,ศราวุธ เจะโสะ และจีรนันท์ อุไรประสิทธ์.(2545). **คุณภาพน้ำบางประการในพรุควนเคร็ง.** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์.ประเสริฐ ไวยะกา.สุนทรีกรโอชาเลิศและวิภาวรรณ ปุ๊คำปวง. (2559). **การคุณภาพน้ำประปาภูเขาหมู่บ้านนางแลในตำาบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย**. โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาราชภัฏเชียงราย. วารสารการวิจัยกาสะลองคำ,101-113

ธนวรรณ บุญมณี. (2549). **คุณภาพน้ำบ่อตื้นในแหล่งชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่าง**. (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

ธนาวัฒน์ รักกมล, ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์ และสมเกียรติยศ วรเดช. (2552). **การประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำของระบบผลิตประปาหมู่บ้าน**: กรณีศึกษา บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง. คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณวิทยาเขตพัทลุง

นัยนา นิยมวัน. (2548). **วิถีแห่งน้ำ** : ธารชีวิตแห่งโลก.กรุงเทพฯ: ประพันธ์สาส์น.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ปัทมา ไชยรักษ์ มาริษา ศรีสุพรรณ สุนิดา ทองโท. (2557). **การศึกษาคุณภาพภาพประปาหมู่บ้านบ้านดอนดู่ ตำบลน้ำปลีก อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ** (รายงานผลการวิจัย). โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศน์. (2545). **เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยุภาพร อำนาจ นันทพร สุทธิประภาและวัฒนาชัย มาลัย. (2557). **การประเมินประสิทธิภาพระบบประปาหมู่บ้านในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี** (รายงานผลการวิจัย). สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 6(12)

รีวาย๊ะ บูตา และสูไวบ๊ะ สาเลราช. (2552). **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินที่ใช้อุปโภคในพื้นที่ หมู่ 6 บ้านไร่ และหมู่ 7 บ้านทรายขาว ตำบลทุ่งหวัง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา** (รายงานผลการวิจัย) โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

วริทร มะโนวร, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง และอุไรวรรณ อินทร์ม่วง. (2556). **การประเมินคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน ตำบลสาวะถี จังหวัดขอนแก่น** (รายงานผลการวิจัย). คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และรชาดา บัวไพร. (2555). **คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม** (รายงานผลการวิจัย). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สัมพันธ์ พลันสังเกตุ, วรากร วิศพันธ์ และวิภา พลันสังเกตุ. (2545). **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการประปาของมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง** (รายงานผลการวิจัย). โปรแกรมวิชาเคมี. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยทักษิณ

สุขีวรรณ ยอยรู้รอบ และปิยวรรณ นาคินชาติ. (2554). **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

บรรณานุกรม (ต่อ)

Google Earth. (2561). **แผนที่ตำบลขอนคลานและตำบลนาทอน** (Online). http://www.Google.co.th/maps/search แผนที่ตำบลขอนคลานและตำบลนาทอน, 15 พฤศจิกายน 2562

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โครงร่างวิจัยเพาะทาง

โครงร่างวิจัยเฉพาะทาง

1. **ชื่อโครงการ** น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

2. **สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์ส่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

3. **ชื่อผู้วิจัย** นายธีรศักดิ์ เกื้อเม่ง รหัส 584232005 นักศึกษาปริญาตรี
สาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
นายสมรักษ์ เจ๊ะสา รหัส 584232019 นักศึกษาปริญาตรี
สาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. **คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์นัดดา โปดำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. **ความสำคัญและที่มาของการวิจัย**

น้ำเป็นทรัพยากรที่จำเป็นและสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์มีความต้องการในการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ปัจจุบันมีความต้องการในการใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคมากขึ้น เนื่องจากมีการขยายตัวของชุมชน จึงมีการผลิตน้ำประปาชุมชนเพื่อการใช้ประโยชน์ในการอุปโภค บริโภค สำหรับการผลิตน้ำประปามีการนำน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินมาเป็นแหล่งน้ำดิบที่ใช้ผลิตโดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความสะอาดมากขึ้น ซึ่งน้ำประปาที่ดีควรมีคุณภาพสะอาดปราศจากสารมลพิษ หรือเชื้อโรคปนเปื้อน

การตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภค จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้น้ำ ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ และคณะ (2559) มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพน้ำประปาภูเขา ด้านกายภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ยกเว้น ค่าความขุ่น การตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาภูเขาด้านเคมีผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ยกเว้นปริมาณแมงกานีสด้านชีวภาพ พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำประปาภูเขามาใช้ในการอุปโภคและบริโภคควรมีการกรองน้ำ และต้มน้ำก่อนเพื่อให้น้ำมีความสะอาดขึ้นและช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ และการศึกษาของปัทมา ไชยรักษ์ และคณะ (2552) ทำการศึกษาคุณภาพภาพประปาหมู่บ้านบ้านดอนดู่ ตำบลน้ำปลีก อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ ผลการวิจัยพบว่าส่วนมากนั้นยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ยกเว้น ความขุ่นในช่วงเดือนพฤศจิกายน ที่มีค่าสูงเกินมาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ดังนั้นในการนำไปใช้ในการอุปโภคจะไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภคโดยตรง ต้องผ่านขบวนการฆ่าเชื้อก่อนเช่น การต้มก่อนนำมาใช้ การศึกษาของวรินทร มะโนวร และคณะ (2555) การประเมินคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน ตำบลสาวะถี จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่าส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยที่กำหนดไว้ ได้แก่ ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว ฟลูออไรด์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาทุกแห่งอย่างสม่ำเสมอ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจคุณภาพน้ำประปาทุกเดือน และการให้ความรู้เกี่ยวกับการดูแลระบบประปาและการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแก่ผู้ดูแลระบบประปาของหมู่บ้าน จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคเพื่อการอุปโภคและบริโภคในบางด้านโดยเฉพาะความขุ่นและชีวภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อคุณภาพน้ำที่ดีต่อการให้บริการแก่ชุมชน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคุณภาพน้ำประปาของหมู่บ้านบ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล มีประชากรที่ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาจำนวน 2,547 คน จำนวน 619 ครัวเรือน จากการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่และการสอบถามผู้ใช้ประโยชน์จากน้ำประปาหมู่บ้าน พบว่าลักษณะทางกายภาพของน้ำไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค เนื่องจากน้ำประปา

ที่ใช้มีความขุ่น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของคุณภาพน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคโดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำประปาทางกายภาพ และเคมี เพื่อทราบถึงปริมาณสารมลพิษที่ปนเปื้อน หากพบว่ามีปริมาณสารมลพิษเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจำเป็นต้องปรับคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภคที่สะอาดและปลอดภัยส่งผลให้สุขภาพของคนในชุมชนดีขึ้น

6. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

7. ตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ น้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

ตัวแปรตาม คือ คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี

ตัวแปรควบคุม คือ พื้นที่ ช่วงเวลา

8. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

8.1 คุณภาพน้ำประปา หมายถึง คุณลักษณะของน้ำที่ต้องการหรือเหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

8.2 ประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน หมายถึง โรงประปาที่ให้บริการในพื้นที่ของหมู่บ้านตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ที่มีระยะท่อส่งน้ำระยะทางสั้นๆ ภายในหมู่บ้าน

9. สมมติฐาน

คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

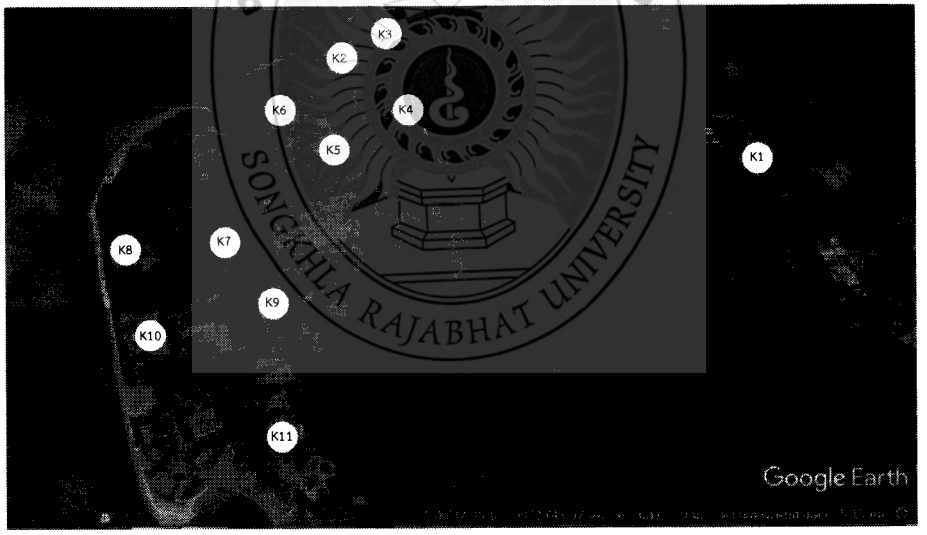
10.1 ทราบคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของน้ำประปาหมู่บ้าน

10.2 เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

11. ขอบเขตการวิจัย

พื้นที่ศึกษา คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ตัวอย่างแบ่งการเก็บเป็น 3 โซน คือ โซนที่ 1 น้ำดิบ โซนที่ 2 ต้นท่อ (น้ำจุดตำแหน่งใกล้โรงประปา) โซนที่ 3 ปลายท่อ (บ้านเรือน) ช่วงเวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ระหว่างเดือนมกราคม 2561-เมษายน 2561สถานที่ทดลอง ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ขอบเขตการวิจัย



รูปที่10-1 แผนที่การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา

ที่มา: Google Earth (2561) ที่ระดับความสูง 5.15 เมตร

12. นิยามศัพท์เฉพาะ

12.1 แหล่งน้ำดิบ

แหล่งน้ำดิบที่นำไปใช้ในการผลิตน้ำประปา ก่อนที่จะทำการผลิตน้ำประปาจำเป็น

จะต้องมี การศึกษาและสำรวจถึงแหล่งน้ำที่จะน้ามาผลิตน้ำประปา ว่ามีปริมาณเพียงพอและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมหรือไม่ เพื่อที่จะได้น้ำประปาที่มีคุณภาพสูงเหมาะแก่การอุปโภคบริโภค แหล่งน้ำดิบที่ใช้ ในกระบวนการผลิตน้ำประปามี 2 ประเภท คือ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, 2550)

12.2 คุณภาพน้ำ

ลักษณะสมบัติของน้ำดิบและน้ำประปา แบ่งออกเป็น คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและทางด้านแบคทีเรีย มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) ลักษณะทางกายภาพ

1.1) ความขุ่น

เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน ทราย สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และ สาหร่ายเซลเดียว แพลงตอน สามารถท้าให้เกิดแสงหักเหในน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินว่า ผู้บริโภคต้องการใช้น้ำหรือไม่ และเนื่องจากความขุ่นเป็นพารามิเตอร์ที่วัดได้ง่าย จึงนิยมใช้ความขุ่นเป็นเครื่องวัด

1.2) สี

เกิดจากพืชที่เน่าเสียและมักมีสีชา การที่น้ำมีสีผิดปกติเป็นที่น่ารังเกียจ

1.3) กลิ่นและรส

เกิดจากสาเหตุ จุลินทรีย์ต่าง ๆ สาหร่าย ก๊าซต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ในน้ำซึ่งขาดออกซิเจน เป็นต้น มาตรฐานกำหนดว่าต้องไม่เป็นที่น่ารังเกียจ

1.4) อุณหภูมิ

น้ำธรรมชาติมักมีอุณหภูมิปกติ อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงได้ และยังมีอิทธิพลต่อกรรมวิธีในการผลิตน้ำประปาอีกด้วย

2) คุณสมบัติทางเคมี

2.1) พีเอช

น้ำในธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6-8.5 น้ำบาดาลจะมีค่าพีเอชสูง หรือต่ำเกินไปมักเป็นอุปสรรคในกระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation) ด้วยสารส้ม

2.2) ความเป็นด่าง (Alkalinity)

น้ำที่มีความเป็นด่างสูงเป็นน้ำที่มีความสามารถในการ ต้านทานการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชได้ดีหรือที่เรียกว่า buffering capacity คุณสมบัตินี้มีความสำคัญ

สำหรับการตกตะกอนด้วยสารส้มในระบบประปา มีประโยชน์ช่วยให้ปฏิกิริยาในกระบวนการโคแอกกูเลชันเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3) ความกระด้าง (Hardness)

หมายถึง ความเข้มข้นหรือปริมาณของอนุมูลโลหะประจุ 2+ ในน้ำ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สตรอยเซียม รวมทั้งเหล็ก และอลูมิเนียม โดยธรรมชาติสาเหตุของความกระด้างในน้ำธรรมชาติเกิดแคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่าเหล็กและ โลหะอื่น น้ำจากแหล่งต่างๆ จะมีความกระด้างไม่เท่ากัน อาจแบ่งระดับความกระด้างตามปริมาณ แคลเซียมคาร์บอเนต

13 วิธีดำเนินการการวิจัย

1) เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยจากหนังสือบทความวิจัย วารสาร

2) ทำการสำรวจภาคสนามเพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมทั่วไปและเก็บพิกัดที่ตั้งของแหล่งน้ำผิวดินและพิกัดของโรงผลิตน้ำประปา พื้นที่บ้านขอนคลาน ตำบลขอนคลาน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล

3) จัดทำแผนที่เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ณ เส้นทางการจ่ายน้ำประปา

4) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

5) นำน้ำตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์

ตารางที่ 12-1 แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์	APHA et al. (2005)
การนำไฟฟ้า	Conductivity Meter YSI 3200	Standard method 2510B
ความขุ่น	Naphelometric method	Standard method 2130B
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	Grarimetric Method	APHA et al. (2005)
ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter HACH รุ่น Sessions 1	Standard method 4500-H+ B
ความกระด้าง	วิธีไทเทรชั่นด้วย อีดีทีเอ (EDTA Titration)	APHA et al. (2005)
ไนเตรท	Spectrophotometric Method	APHA et al. (2005)
เหล็ก	Phenanthroline Method	APHA et al. (2005)

6) วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำประปา

6.1) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โดยโปรแกรม SPSS V10

วิเคราะห์ข้อมูลแบบพรรณเช่นร้อยล่ะค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อนำเสนอการศึกษาวิจัยวิเคราะห์สถิติแบบอ้างอิง เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

13.แผนดำเนินงานตลอดโครงการ

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2560							2561											2562							
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	■	■	■																▒	▒	▒	▒					
สอบโครงร่าง				△															▒	▒	▒	▒					
การทดสอบภาคสนาม					■	■	■												▒	▒	▒	▒					
ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ								■	■	■	■								▒	▒	▒	▒					
วิเคราะห์ผลการวิจัย									■	■	■								▒	▒	▒	▒					
สอบรายงานความก้าวหน้าวิจัย										△									▒	▒	▒	▒					
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล											■								▒	▒	▒	▒					
การเขียนเล่มวิจัย												■	■	■	■	■	■		▒	▒	▒	▒					
สอบและแก้ไขเล่มวิจัย																		△	■	■	■	■	■	■	■	■	■

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ △ หมายถึง การสอบแต่ละครั้ง

สัญลักษณ์ ■ หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินการ

สัญลักษณ์ ▒ หมายถึง ช่วงที่ไม่มีการดำเนินการวิจัยเนื่องจากเป็นระยะเวลาฝึกประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

14.งบประมาณ

ค่าเดินทางในการหาข้อมูล	1500	บาท
ค่าเอกสารในการเก็บรวบรวมข้อมูล	300	บาท
ค่าสารเคมีที่ใช้ในห้องทดลอง	50	บาท
ค่าส่งตรวจ	3000	บาท
ค่าจัดทำรายงาน	3000	บาท
รวมเงินทั้งหมด	7850	บาท

16.เอกสารอ้างอิง

กัญญา เกิดศิริ. 2552. **การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านในเขตอำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานี**. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และรชาดา บัวไพร. 2555. **คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนทีจังหวัดสมุทรสงคราม.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ธนาวัฒน์ รักกมล ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์และสมเกียรติยศ วรเดช. 2552. **การประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำของระบบผลิตประปาหมู่บ้าน:** กรณีศึกษา บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง. คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณวิทยาเขตพัทลุง

ยุภาพร อำนาจ นันทพร สุทธิประภาและวัฒนาชัย มาลัย. 2557. **การประเมินประสิทธิภาพระบบประปาหมู่บ้านในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี**. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 6(12)

ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ ประเสริฐ ไวยะกา สุนทรีกรโอชาเลิศและวิภาวรรณ ปุ๊คำปวง. 2559. **การคุณภาพน้ำประปาภูเขาหมู่บ้านนางแลในตำาบลนางแล อำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย.** โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาราชภัฏเชียงราย. วารสารการวิจัยกาสะลองคำ,101-113

มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน จะใช้มาตรฐานเดียวกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2554

รายการ	หน่วย	มาตรฐาน คุณภาพน้ำประปา
1. คุณลักษณะทางกายภาพ		
สีที่ปรากฏ (apperancecolour)	Pt-Co Unit	15
รสและกลิ่น (taste and odour)	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
ความขุ่น (turbidity)	NTU	4
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5 - 8.5
2. คุณลักษณะทางเคมี		
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)	mg/L	600
เหล็ก (iron)	mg/L	0.3
แมงกานีส (manganese)	mg/L	0.3
ทองแดง (copper)	mg/L	2.0
สังกะสี (zinc)	mg/L	3.0
ความกระด้างทั้งหมด (total hardness as $CaCO_3$)	mg/L	300
ซัลเฟต (sulfate)	mg/L	250
คลอไรด์ (chloride)	mg/L	250
ฟลูออไรด์ (fluoride)	mg/L	0.7
ไนเตรทในรูปไนเตรท (nitrate as NO_3)	mg/L	50
ไนไตรท์ในรูปไนไตรท์ (nitrite as NO_2)	mg/L	3
3. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา		
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (total coliform bacteria)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
อีโคไล (escherichia coli)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
สแตฟฟิลโลค็อคคัส ออเรียล (stophylococcusoureus)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
แซลโมเนลลา (salmonellaspp.)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ
คลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ (clostridium perfringens)	ต่อ 100 mL	ไม่พบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (ต่อ)

รายการ (Parameter)	หน่วย (Units)	มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา
4. สารเป็นพิษ		
ปรอท (inorganic mercury)	mg/L	0.001
ตะกั่ว (lead)	mg/L	0.01
สารหนู (arsenic)	mg/L	0.01
ซีลีเนียม (selenium)	mg/L	0.01
โครเมี่ยม (chomium)	mg/L	0.05
แคดเมียม (cadmium)	mg/L	0.003
แบเรียม (barium)	mg/L	0.7
ไซยาไนด์ (cyanide)	mg/L	0.07
5.สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช		
อัลตรินและดิลครีน (aldrin and dieldrin)	µg/L	0.03
คลอเดน (chlordane)	µg/L	0.2
ดีดีที (dichlorodiphenyl trichloroethane)	µg/L	1
เฮปตาคลอและเฮปตาคลออีพอกไซด์ (heptachlor and heptachlor epoxide)	µg/L	0.03
เฮกซะคลอโรเบนซีน (hexachlorobenzene)	µg/L	1
ลินเดน (lindane)	µg/L	2
เมททอกซิคลอร์ (methoxychlor)	µg/L	20
6. ไตรฮาโลมีเทน		
คลอโรฟอร์ม (chloroform)	µg/L	300
โบรโมไดคลอโรมีเทน (bromodichloromethane)	µg/L	60
ไดโบรโมคลอโรมีเทน (dibromochloromethane)	µg/L	100
โบรโมฟอร์ม (bromoform)	µg/L	100
7. สารกัมมันตภาพรังสี		
ความแรงรวมรังสีแอลฟา (gross alpha activity)	Bq/L	0.5
ความแรงรวมรังสีเบต้า (gross beta activity)	Bq/L	1

หมายเหตุ คลอรีนคงเหลือในระบบจ่ายน้ำประปาไม่น้อยกว่า 0.2 mg/L

ภาคผนวก ข

พิกัดกัดจุดเก็บตัวอย่าง

พิกัดจุดเก็บตัวอย่างและการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

จุดที่	พิกัดจุด		จุดเก็บตัวอย่าง
	Latitude	Longitude	
K1	N 7° 0'11.38	E 99°43'12.57	แหล่งน้ำผลิตน้ำประปาบ้านท่าศิลา
K2	N 7° 0'50.78	E 99°41'14.82	โรงประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน
K3	N 7° 1'0.37	E 99°41'28.47	หมู่ที่3 บริเวณพื้นที่ชาวประมง
K4	N 7° 0'31.05	E 99°41'30.08	หมู่ที่3 บริเวณครัวเรือน
K5	N 7° 0'10.43	E 99°41'11.55	หมู่ที่1 บริเวณพื้นที่ชาวประมง
K6	N 7° 0'30.85	E 99°40'58.40	หมู่ที่1 ตลาดนัดบ้านขอนคลาน
K7	N 6°59'44.05	E 99°40'49.45	หมู่ที่4 องค์การบริหารส่วนตำบลขอนคลาน
K8	N 6°59'40.80	E 99°40'27.14	หมู่ที่4 สวนสาธารณะบ้านราไว
K9	N 6°59'25.67	E 99°41'2.87	หมู่ที่2 กศน.บ้านราไว
K10	N 6°59'3.46	E 99°40'41.37	หมู่ที่ 2 บ้านราไวใต้
K11	N 6°58'48.43	E 99°41'9.38	หมู่ที่ 2 สิ้นสุดแนวท่อประปาบ้านราไวใต้

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1.1 อุณหภูมิ

หลักการ

โดยปกติทั่วไปค่าอุณหภูมิ (Temperature) ของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิประเทศความเข้มแสงกระแสลม ความขุ่น และความลึกของแหล่งน้ำ อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราเมตาโบลิซึม การกินอาหาร และการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในน้ำรวมทั้งสัตว์น้ำ โดยเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงมากขึ้นกว่าปกติจะมีผลทำให้ปฏิกิริยาชีวเคมีของพวกจุลินทรีย์สูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำถูกเพิ่มมากขึ้นและทำให้การเจริญเติบโตของพืชที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำมีมากกว่าปกตินอกจากนี้ยังมีมีผลให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลง เนื่องจากค่าอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำจะลดลงเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิของน้ำเป็นค่าที่ต้องทำการตรวจวัดในภาคสนามทันที และต้องมีการบันทึกเวลาที่วัดไว้ด้วย เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำในรอบวันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอท

2) กระดาษจดบันทึก

วิธีการวัด

1) ตรวจสอบว่าเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ หรือไม่โดยตรวจสอบปรอทที่อยู่ด้านล่างของกระเปาะว่าไม่ค่างอยู่ด้านบน และเส้น ปรอทไม่ขาดตอน

2) นำเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิน้ำในแหล่งน้ำที่ต้องการศึกษากรณีที่เป็นน้ำที่มีความลึกมากกว่า 5 เมตรขึ้นไป ควรวัดอุณหภูมิทั้งที่ระดับผิวน้ำและพื้นท้องน้ำ ส่วนแหล่งน้ำที่มีความลึก 10 เมตรขึ้นไปควรวัดอุณหภูมิทั้ง 3 ระดับคือ ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และพื้นท้องน้ำส่วนแหล่งน้ำหรือบ่อที่มีขนาดกวางหรือใหญ่มากควรวัดอุณหภูมิหลายจุด แล้วนำค่าที่ได้ไปเฉลี่ย จะได้ค่าอุณหภูมิที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3) การอ่านค่าอุณหภูมิต้องให้ปรอทหยุดการเคลื่อนที่ก่อน บันทึกเวลาที่ทำการวัด ด้วยหน่วยของอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}$C) ถ้าหากเปลี่ยนหน่วยของอุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮน์ ($^{\circ}$F) และเคลวิน (K) สามารถคำนวณได้ดังสูตร

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

$$K = 273.15 + C$$

1.2 สภาพนำไฟฟ้า

หลักการ

สภาพนำไฟฟ้า (conductivity) เป็นคุณลักษณะหรือดัชนีคุณภาพน้ำ ที่สำคัญชนิดหนึ่งโดยจะบ่งบอกถึงความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้านี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายชนิด ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำอุณหภูมิของน้ำขณะทำการตรวจวัดชนิดของสารที่มีประจุและความเข้มข้นของสารมีประจุแต่ละชนิดซึ่งส่วนมากจะเกิดจากสารประกอบอนินทรีย์มากกว่าสารประกอบอินทรีย์ เนื่องจากสารละลาย อนินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีสามารถแตกตัวให้ไอออนบวกและลบ ส่วนสารอินทรีย์ เช่น ซูโครสและเบนซินจะไม่แตกตัวในน้ำ จึงไม่นำไฟฟ้า นอกจากนี้จำนวนประจุของสารที่มีประจุก็จะมีผลต่อความสามารถในการนำไฟฟ้าของน้ำนั้นด้วย

ค่าการนำไฟฟ้า ไม่ได้เป็นค่าเฉพาะตัวของไอออนตัวใดตัวหนึ่งแต่เป็นค่ารวมของไอออนทั้งหมดในน้ำ ค่าไม่ได้บอกให้ทราบถึงชนิดของสารในน้ำ บอกเพียงแต่ว่ามีการเพิ่มหรือลดของไอออนที่ละลายในน้ำ เท่านั้น กล่าวคือถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแสดงว่า มีสารที่แตกตัวได้ในน้ำเพิ่มขึ้นหรือถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลงแสดงว่า มีสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง

ค่าการนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็น ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร (μmhos/cm) หรือไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร (μSiemens/cm) และเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity) ซึ่งมีหน่วยเป็นโอห์ม (ohm) การวัดสภาพนำไฟฟ้าก็จะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของสารละลายด้วยเนื่องจากสภาพนำไฟฟ้าจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ **ดังตารางที่ 1.2-1**

ตารางที่ 1.2-1 สภาพนำไฟฟ้าของสารละลายโพเทสเซียมคลอไรด์ 0.01 M อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร)
21	1305
22	1332
23	1359
24	1386
25	1413
26	1441
27	1468
28	1496

ประโยชน์ของการหาค่าสภาพนำไฟฟ้า

สภาพนำไฟฟ้านี้มีประโยชน์ในการประเมินหรือคาดคะเนปริมาณสารบางชนิดหรือคุณภาพของน้ำได้หลายประการ ตัวอย่างเช่น

1) สามารถใช้ในการตรวจสอบความผิดปกติของน้ำในกรณีที่ได้รับผลกระทบจากการประกอบกิจการอุตสาหกรรมที่มีการระบายน้ำทิ้งที่มีสารที่มีประจุอยู่มากลงสู่แหล่งน้ำ

2) ใช้ในการคาดคะเนปริมาณของแข็งทั้งหมดในตัวอย่างน้ำกรณีที่ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดและสภาพนำไฟฟ้า

3) ใช้ในการคาดคะเนผลของประจุไฟฟ้าต่างๆที่มีต่อสมดุลทางเคมีผลทางกายภาพที่มีต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์และผลกระทบต่ออัตราการกัดกร่อนของสารต่าง ๆ

4) ใช้ในการประเมินหรือตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำ ที่ผ่านการบำบัดต่างๆ เช่น การกลั่น การกรองหรือการบำบัดแบบรีเวอร์สออสโมซิส (reversed osmosis) เป็นต้น เพื่อให้ทราบว่า น้ำนั้นมีคุณภาพเหมาะที่จะใช้ตามวัตถุประสงค์ หรือไม่

5) ใช้ในการคาดคะเนจำนวนสารประกอบไอออนิกที่จะใช้ในการตกตะกอนและการทำให้สารละลายเป็นกลาง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter)

2) เทอร์โมมิเตอร์

สารเคมี

สารละลายมาตรฐานอ้างอิง (Standard Reference Solution) Standard KCl Solution 0.1 โมลาร์

1) อบ KCl ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและทิ้งให้เย็นใน Dessicator

2) ชั่ง KCl ที่อบแห้งแล้ว 7.456 กรัม จากนั้นละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

ทำการวัดอุณหภูมิและค่าการนำไฟฟ้าตามคู่มือการใช้งานของเครื่อง

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

1) วิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าให้ทำตามคู่มือการใช้งานของเครื่อง รวมทั้งวิธีการดูแลรักษา

2) ควรตรวจสอบเครื่องอย่างสม่ำเสมอ

3) ถ้าต้องวัดค่าการนำไฟฟ้าทั้งน้ำดี และน้ำเสียควรจะวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำดีก่อน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนในระหว่างการวัดแต่ละตัวอย่าง เมื่อฉีดล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นแล้วควรจะใช้ตัวอย่างที่จะวัดล้างหัววัดก่อนอีกครั้ง

1.3 ความขุ่น

หลักการ

ความขุ่น (turbidity) หมายถึง สิ่งแขวนลอยที่กั้นทางเดินของแสงในน้ำ ความขุ่นของน้ำเกิดจากสิ่งแขวนลอยนานาชนิดที่มีขนาดแตกต่างกัน อาจเป็นพวกสารอินทรีย์สารอนินทรีย์ สารอนินทรีย์ เช่น ดิน ทรายละเอียดมากแพลงค์ตอน สารอินทรีย์ขนาดเล็กหรือจุลินทรีย์ เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดการกระจัดกระจาย (scattered) และดูดซึม (absorbed) ของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง สิ่งแขวนลอยที่เป็นความขุ่น ในน้ำจะเป็นสิ่งใดขึ้นอยู่กับการสัมผัสของน้ำที่ไหลผ่าน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ความขุ่น เป็นลักษณะสมบัติเฉพาะของน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินมักไม่มีความขุ่น

การตรวจวัดความขุ่น สามารถกระทำได้หลายวิธีแต่ที่ใช้กันมากคือการใช้เครื่องวัดความขุ่น (nephelometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบความเข้มของแสงที่กระเจิงออกมาของตัวอย่างน้ำ เทียบกับของสารมาตรฐานภายใต้สภาวะที่กำหนดโดยถ้าความเข้มของแสงที่กระเจิงออกมามากขึ้นนั้น คือตัวอย่างน้ำนั้น จะมีความขุ่นมาก

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องวัดความขุ่น แบบเนฟฟีโลมิเตอร์เครื่องวัดต้องสามารถวัดค่าความแตกต่างของความขุ่นได้ 0.02 เอ็นทียู หรือน้อยกว่าในกรณีที่ความขุ่นมีค่าน้อยกว่า 1 เอ็นทียู ตัวอย่างของเครื่องวัดประเภทนี้ได้แก่ เครื่องวัดความขุ่นยี่ห้อ HACH

2) หลอดวัดตัวอย่างน้ำหลอดวัดตัวอย่างน้ำ ต้องเป็นแก้วใสไม่มีสีต้องดูแลให้สะอาดอยู่เสมอทั้งด้านนอกด้านใน และต้องระวังอย่า ให้มีรอยขีดข่วน

สารเคมี

1) น้ำกลั่นที่ใสและไม่มีความขุ่น

นำน้ำกลั่นที่ผ่านการกรองด้วยเมมเบรนขนาด 0.2 ไมครอน ใช้ในการเตรียมสารละลายความขุ่นมาตรฐาน และใช้สำหรับเจือจางตัวอย่างน้ำ

2) สารละลายมาตรฐานฟอร์มาซิน (formazin standard solution) 4,000 เอ็นทียู เตรียมจาก

2.1) สารละลาย A ละลายไฮดราซีนซัลเฟต [$(NH_2)_2.H_2SO_4$] 5.0 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร

2.2) สารละลาย B ละลาย hexamethylenetetramine [$(CH_2)6N_4$] 50.0 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร เทสารละลายทั้ง 2 ชนิดผสมกันลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ความขุ่นของสารละลายที่ได้จะมีค่าเท่ากับ 4000 เอ็นทียู ซึ่งนำไปเจือจางด้วยน้ำกลั่น ตามความขุ่น ที่ต้องการ

หมายเหตุ: ควรเตรียมสารละลายนี้ทุกๆ เดือนและเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้สำหรับสารละลายเจือจาง

วิธีการวิเคราะห์

1) เปิดเครื่องวัดความขุ่นและเตรียมเครื่องตามคู่มือการใช้ และวัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างตามวิธีของเครื่องมือนั้น ๆ

2) น้ำตัวอย่างต้องเขย่าให้เข้ากันดีก่อนเทใส่หลอดวัดตัวอย่างเพื่อนำไปวัดความขุ่น

3) เครื่องวัดความขุ่นบางรุ่นจะมีสารละลายมาตรฐานความขุ่นมาให้แล้ว ต้องมีการตรวจเช็คว่าเสื่อมคุณภาพหรือไม่ โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานความขุ่นที่เตรียมขึ้นใหม่

4) ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่นเกินที่เครื่องจะวัดได้ให้เจือจางตัวอย่างน้ำลงก่อนข้อควรระวัง หลอดวัดตัวอย่าง ต้องระวังไม่ให้มีรอยขีดข่วน เมื่อใช้เสร็จแล้วให้ล้างด้วยน้ำประปาก่อนแล้วนำมาแช่กรดโครมิกเพื่อแก้วจะได้ใส ไม่เป็นฝ้า เมื่อจะนำมาใช้ให้ล้างด้วยน้ำประปาและฉีดล้างด้วยน้ำกลั่น

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

หลอดวัดตัวอย่าง ต้องระวังอย่า ให้มีรอยขีดข่วน เมื่อใช้เสร็จแล้วให้ล้างด้วยน้ำประปาก่อนแล้วนำ มาแช่กรดโครมิกเพื่อแก้วจะได้ใส ไม่เป็นฝ้า เมื่อจะนำมาใช้ให้ล้างด้วยน้ำประปาและฉีดล้างด้วยน้ำกลั่น

1.4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

หลักการ

ของแข็ง (solids) หมายถึง สิ่งเจือปนในน้ำที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมถึงสารบางอย่างที่ระเหยไปกับน้ำ เช่น กรดอินทรีย์และกรดต่างๆ ที่ละลายในน้ำสิ่งเจือปนที่เหลือเป็นของแข็งนี้มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซึ่งอาจจะละลายในน้ำ หรือไม่ก็ได้การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งในน้ำทำได้โดยการชั่งน้ำหนัก (gravimetric method) แล้วรายงานผลในรูปน้ำหนัก สารต่อปริมาตรของน้ำตัวอย่าง

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1) ชามระเหย (Evaporating Dish)

2) อ่างไอน้ำ (Water Bath)

3) ตู้อบแห้ง (Hot Air Oven)

4) โถดูดความชื้น (Dessicator)

5) เครื่องชั่ง ละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1) กรองของแข็งที่สามารถกรองออกได้ออกทิ้ง หรือใช้ส่วนที่ได้จากการกรอง (filtrale) ที่เหลือจากการหาปริมาณของแข็งแขวนลอย

2) ชั่งน้ำหนักชามระเหยที่นำไปอบให้แห้งในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน ตู้ดูดความชื้น (dessicator) แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก สมมติได้น้ำหนัก = A กรัม

3) ตวงน้ำส่วนที่ได้จากการกรอง 50 มิลลิลิตร (ปริมาตรของตัวอย่างน้ำขึ้นอยู่กับขนาดของจานระเหย) ใส่ในชามระเหย

4) นำไปตั้งบนเครื่องอังน้ำให้น้ำระเหยจนแห้ง

5) นำชามระเหยที่ระเหยน้ำแห้องแล้วไปใส่ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นนานประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็นใน Dessicator

6) เมื่อเย็นแล้วจึงนำมาชั่งสมมติ = B กรัม

7) ควรทำข้อ 1-6 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่ หรือจนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่า 4 ของน้ำหนักครั้งก่อนหรือประมาณ 0.5 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{(B\ A).10^6}{mL\ sample}$$

โดยที่ A = น้ำหนักชามระเหยก่อนการวิเคราะห์ (กรัม)

B = น้ำหนักชามระเหยหลังการวิเคราะห์ (กรัม)

1.5 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

หลักการ

ความเป็นกรด-ด่างหรือที่เรียกกันว่าค่า pH เป็นค่าที่แสดงปริมาณหรือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ (Hydrogen or Hydronium ion; H^+or H_3O^+) ซึ่งเกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้อนุมูลกรด (H^+) หรือด่าง (OH^-) ได้ค่า pH มีค่าตั้งแต่ 0-14 ถ้าตัวอย่างน้ำ มีค่า pH ต่ำกว่า 7 หมายถึงน้ำ มีสภาพเป็นกรด ถ้าตัวอย่างน้ำ มีค่า pH สูงกว่า 7 หมายถึงน้ำ มีสภาพเป็นด่าง และถ้าตัวอย่างน้ำที่มีค่า pH เท่ากับ 7 หมายถึงน้ำมีสภาพเป็นกลาง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องวัด pH (pH meter)

เป็นเครื่องมือทางไฟฟ้าที่ใช้วัด pH ของสารละลายโดยหลักการวัดความต่างศักย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคืออิเล็กโทรดและตัวเครื่อง

1.1) อิเล็กโทรด

ทำหน้าที 6 เป็นภาคตรวจรับในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นอิเล็กโทรดรวม (combine electrode) ซึ่งออกแบบไว้ให้สะดวกในการใช้งานโดยรวมอิเล็กโทรดอ้างอิงและอิเล็กโทรดตรวจวัดมาอยู่ด้วยกันอิเล็กโทรดตรวจวัดทำด้วยแก้วพิเศษที่ยอมให้ไฮโดรเจนไอออนผ่านส่วนใหญ่ออกแบบเป็นรูปกระเปาะภายในบรรจุบัฟเฟอร์เอาไว้อิเล็กโทรดอ้างอิงทำหน้าที่ให้ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้วตรวจวัดเกิดครบวงจรโดย KCl ชนิดอิ่มตัวที่อยู่ในอิเล็กโทรดอ้างอิงซึมผ่านออกมาเป็น salt bridge เชื่อมกับอิเล็กโทรดตรวจวัด

1.2) ตัวเครื่อง (potentionmeter) ทำหน้าที่ 6 สำคัญ 3 ประการคือ

1) ปรับความต่างศักย์ให้กับอิเล็กโทรดอ้างอิงให้มีค่าความต่างศักย์เป็นศูนย์และคงที่

2) แปลสัญญาณจากความต่างศักย์ของไอออนของอิเล็กโทรดให้เป็นความต่างศักย์ทางไฟฟ้า

3) ขยายสัญญาณของความต่างศักย์ทางไฟฟ้าให้เพิ่มมากขึ้นอย่างเพียงพอให้เข็มหรือตัวเลขแสดงออกทางมิเตอร์

2) บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร

3) เครื่องกวนแม่เหล็ก (magnetic stirrer)

วิธีการวิเคราะห์

1) หลังจากเปิดเครื่องวัดสภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ควรปล่อยให้เครื่องร้อนอย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน

2) ปรับเทียบมาตรฐาน (standardization) เครื่องให้พร้อมก่อนที่จะวัด สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่าง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่าความเป็นกรดด่าง แน่นอน วิธีปรับเทียบโดยทั่ว ๆ ไปมี 2 วิธี คือ

2.1) การเทียบมาตรฐานสภาพความเป็นกรดด่าง แบบจุดเดียว (single point Standardization) คือการใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ดูค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้ไม่เท่ากับค่าความเป็นกรด-ด่างจริงของสารละลายบัฟเฟอร์ ให้ใช้ปุ่ม calibrate ปรับค่าให้ได้เท่ากัน จากนั้นเครื่องก็พร้อมวัดตัวอย่างต่อไป วิธีนี้มีข้อเสีย คือ ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ ค่าที่ได้จะมีโอกาสผิดพลาดมาก

2.2) การเทียบมาตรฐานแบบ 2 จุด (two point standardization) คือ การใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 2 ตัว เป็นตัวเทียบมาตรฐาน โดยการจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานด้วยตัวแรก (มี pH 7) ใช้ปุ่ม calibrate ปรับค่าให้ได้เท่ากับค่าของสารละลายบัฟเฟอร์ ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษนุ่ม ๆ เบา ๆ แล้วแล้วจุ่มลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานตัวที่ 2 (มีค่า pH 4 หรือ 10) ถ้าอ่านค่าได้ไม่ตรงให้ใช้ slop control ปรับให้ตรง สำหรับเครื่องวัด pH รุ่นใหม่ที่ควบคุมด้วย Microprocessor ก็มีหลักการเช่นเดียวกันนี้ แต่จะสะดวกสบายกว่า ให้ทำตามคู่มือกรใช้จากบริษัทผลิต วิธีเทียบมาตรฐานวิธีนี้จะวัดค่า pH ได้ถูกต้อง

กว่าวิธีแรก โดยเฉพาะเมื่อวัด pH ของตัวอย่างน้ำที่มีค่าอยู่ระหว่าง 2 จุด ที่ standardize ไว้ ควรทำการ calibrate อย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์

3) ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาวัด pH ต้องปล่อยให้อุณหภูมิคงที่เสียก่อน เช่น ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำแช่เย็นไว้ ต้องนำออกจากตู้เย็น ตั้งทิ้งไว้จนหายเย็น จึงจะนำไปวัด pH เพราะค่า pH จะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ

4) ก่อนวัด เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันดี เทใส่บีกเกอร์และวางบนเครื่องกวนแม่เหล็กจุ่มอิเล็กโทรด แล้วเปิดเครื่องกวนให้หมุนเบาๆ (ถ้าไม่มีเครื่องกวนแม่เหล็ก ให้ขยับอิเล็กโทรดเบาๆ) จนตัวเลขแสดงค่า pH หยุดนิ่ง อ่านค่า pH ของตัวอย่างน้ำ

5) เมื่อจะวัดตัวอย่างให้ฉีดล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วซับด้วยกระดาษหรือผ้านุ่มๆ แล้วจึงวัดตัวอย่างถัดไป แต่จะเลิกวัดหลังจากที่ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด และซับให้แห้ง แล้วให้แช่อิเล็กโทรดไว้ในสารละลายที่มีไอออนมากพอสมควร และมีฤทธิ์เป็นกรด เช่น สารละลายบัฟเฟอร์ 4 หรือที่ดีที่สุดในน้ำยาสำหรับเก็บรักษาอิเล็กโทรด

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

1) ขณะวัด pH ต้องเปิดช่องอากาศของอิเล็กโทรดเพื่อให้ KCl ซึมผ่านออกมาได้ และปิดเมื่อเลิกใช้

2) การใช้อิเล็กโทรดควรใช้ด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะส่วนปลายสุดที่มีความบอบบางมากซึ่งถ้าเสียเพียงเล็กน้อยก็จะทำให้อิเล็กโทรดตัวนั้นเสียเลย

3) ในกรณีไม่ได้ใช้เครื่องวัด pH นาน ๆ ควรเก็บอิเล็กโทรดใส่กล่อง ก่อนเก็บให้สวมปลายอิเล็กโทรดด้วยที่ครอบที่มีความชื้นเพียงพอ เช่น ใช้สำลีชุบน้ำยาบัฟเฟอร์ หรือน้ำยาเก็บรักษาอิเล็กโทรด หุ้มไว้และควรปิดช่องอากาศด้วย ไม่ควรแช่อิเล็กโทรดในบีกเกอร์เพราะอาจเผลอทิ้งไว้นานจนน้ำในบีกเกอร์แห้งหมด ซึ่งจะทำให้อิเล็กโทรดเสีย

4) สารละลายบัฟเฟอร์เสื่อมคุณภาพได้เพราะการเจริญเติบโตของเชื้อราหรือจากการปนเปื้อนของสารอื่น จึงควรเตรียมใช้ใหม่

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

2.1 ความกระด้าง

หลักการ

การหาความกระด้างโดยวิธี EDTA titrimetric method และใช้อิริโอโครม แบลค ที (eriochromeblack T, EBT) เป็นอินดิเคเตอร์ อาศัยหลักการคือ เมื่อเติม อิริโอโครม แบลค ที ลงไปในตัวอย่างน้ำที่มี Ca^{2+},Mg^{2+} และไอออนอื่นๆ ที่ทำให้เกิดความกระด้างในสภาวะที่เป็นด่าง ประมาณ 10 ± 0.1 Ca^{2+}, Mg^{2+}และไอออนอื่นๆ จะจับกับอิริโอโครม แบลค ที เกิดเป็นสารเชิงซ้อนสีม่วงแดง เมื่อนำไปไตเตรทกับ อีดีทีเอ (ethylenediaminetetraacetic acid dihydrate, EDTA) Ca^{2+}, Mg^{2+}และไอออนอื่นๆ จะรวมตัวกับอีดีทีเอเกิดเป็น chelated soluble complex ซึ่งคงตัวกว่าสารเชิงซ้อนแรก เมื่ออีดีทีเอรวมตัวกับไอออนดังกล่าวหมด จะปล่อยอิริโอโครม แบลค ทีเป็นอิสระ สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าถึงจุดยุติ (end point) ดังสมการ pH

$$M^{2+} + EBT \xrightarrow{pH=10} [M\text{-}EBT]\ complex$$

สีม่วงแดง

$$[M\text{-}EBT]\ complex + EDTA \xrightarrow{pH=10} [MEDTA]\ complex + EBT$$

สีน้ำเงิน

เครื่องมือและอุปกรณ์(Apparatus)

1) ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร

2) ปิเปต (pipette) ขนาด 25 มิลลิลิตร

3) บิวเรต (burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร

สารเคมี

1) สารละลายบัฟเฟอร์ (buffer solution) เลือกชนิดใดชนิดหนึ่ง

1.1) ชั่ง แอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride, NH_4Cl) 16.9 กรัม ละลายในแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (conc. ammonium hydroxide, conc.NH_4OH) 143 มิลลิลิตร เติมเกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ (magnesium salt of EDTA) 1.25 กรัม และปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรหรือ 3.1.2 ชั่ง เกลือไดโซเดียมของ EDTA (disodium salt of EDTA) ชนิด analytical grade 1.179 กรัม และ แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตระไฮเดรต (magnesium sulfate heptahydrate, $MgSO_4.7H_2O$) 0.78 กรัม หรือแมกนีเซียมคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต (magnesium chloride hexahydrate, $MgCl_2.6H_2O$) 0.644 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายนี้ลงในสารละลายของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (conc.ammonium hydroxide, conc.NH_4OH) 143 มิลลิลิตร และแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammoniumchloride, NH4Cl) 16.9 กรัม ผสมให้เข้ากัน และปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร เก็บสารละลายบัฟเฟอร์ 3.1.1 หรือ 3.1.2 ในขวดพลาสติก หรือขวดแก้ว borosilicate ไม่ควรเก็บสารละลายนี้เกิน 1 เดือน และปิดจุกให้แน่นเพื่อป้องกันการสูญเสียแอมโมเนีย หรือการดูดซึมจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สีม่วงแดง สีน้ำเงิน

2) อินดิเคเตอร์ (indicators)

2.1) อิริโอโครม แบลค ทีเป็นเกลือโซเดียมของ 1-(1-hydroxy-2-naphthylazo) -5-nitro2-naphthol-4-sulfonic acid ชั่ง อิริโอโครม แบลค ที 0.5 กรัม ละลายใน 2,2'2"nitrilotriethanol (triethanolamine) หรือ 2-methoxyethanol (ethylene glycol. monomethyl ether) 100 กรัม และใช้ 2 หยดต่อตัวอย่างที่น้ามาไตเตรท 50 มิลลิลิตร

2.2) calmagite : 1-(1- hydroxyl - 4- methyl-2-phenylazo)-2-naphthol-4-sulfonicacid ชั่ง calmagite 0.10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และใช้ 1 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร

2.3) อินดิเคเตอร์ทั้งข้อ 3.2.1 และ 3.2.2 สามารถใช้ในรูปของผงแห้งถ้าสามารถหลีกเลี่ยงการใช้ในปริมาณที่มากเกินพอได้

2.4) เมทธีลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red indicator) สำหรับ standardization ละลายเมทธีลเรด 0.1 กรัม ใน 95% ethanol และ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วย 95% Ethanol

3) complexing agent .

ใช้ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำมีตัวขัดขวางการเกิดสีของอินดิเคเตอร์ ทำให้เห็นการเปลี่ยนสีไม่ชัด จำเป็นต้องเติม complexing agent เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่จุดยุติเห็นได้ชัดยิ่งขึ้น complexing agent ที่ใช้ได้แก่

3.1) อินฮิบิเตอร์ 1(inhibitor I)

ปรับ pH ของตัวอย่างให้เป็น 6 หรือสูงกว่าด้วยบัฟเฟอร์ หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

เติมโซเดียมไซยาไนด์ (sodium cyanide, NaCN) 250 มิลลิกรัม (โซเดียมไซยาไนด์เป็นสารที่มีความเป็นพิษสูงจึงควรระมัดระวังเป็นพิเศษในการใช้)

เติมบัฟเฟอร์เพื่อปรับ pH ให้เป็น 10 ± 0.1

3.2) อินฮิบิเตอร์ 2(inhibitor II)

ชั่ง โซเดียมซัลไฟด์นาโนไฮเดรต (sodium sulfide nanohydrate, $Na_2S. 9 H_2O$) 5.0 กรัม หรือ โซเดียมซัลไฟด์เพนตระไฮเดรต (sodium sulfide pentrahydrate, $Na_2S. 5 H_2O$) 3.7 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

3.3) MgCDTA: เกลือแมกนีเซียมของ 1, 2-cyclohexanediamine-tetraacetic acid เติม 250 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร และละลายให้หมดก่อนเติมสารละลายบัฟเฟอร์

3.4) สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ (standard EDTA solution) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ชั่ง อีดีทีเอไดโซเดียมซอลท์ (EDTA di-sodium salt, EDTA) 3.723 กรัม ละลายในน้ำกลั่นต้มที่ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นต้มในขวดวัดปริมาตร เก็บสารละลายในขวด polyethylene หรือขวดแก้ว borosilicate glass หากเก็บในขวดแก้วธรรมดา EDTA สามารถดึงไอออนบวกจากขวดแก้วเข้าไปในสารละลายได้

3.5) สารละลายมาตรฐานแคลเซียม (standard calcium solution) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ชั่ง แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, $CaCO_3$) ชนิด primary standard (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 1.000 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร วางกรวยไว้บนคอขวด ค่อย เติมๆ 1+1 HCl ลงไปทีละน้อยเพื่อละลายแคลเซียมคาร์บอเนต จนหมดพอดี เติมน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร น้ำไปต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาที

เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมเมทธีลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red indicator) ลงไป 2-3 หยด ปรับให้เป็นกลางด้วย 3N NH_4OH หรือ 1+1 HCl จนมีสีเหลืองอมส้มหรือสีส้มกลางๆ ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

3.6) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide, NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

ชั่ง โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

3.7) กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid, HCl) ความเข้มข้น 1+1

ปิเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. hydrochloric acid) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

3.8) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide) ความเข้มข้น 3 นอร์มอล

ปิเปตแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

3.9) น้ำกลั่น (distilled water)

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

วิธีการวิเคราะห์

1) standardization

standardize สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ ด้วยสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

1.1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ปริมาตร 10 mL ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

1.2) เติมบัฟเฟอร์ 1 มิลลิลิตร แต่ถ้าน้ำมีความเป็นกรดสูงอาจเติม 2 มิลลิลิตร แกว่งให้เข้ากัน

1.3) เติม อิริโอโครม แบลค ทีชนิดผง ลงไปเล็กน้อย แกว่งให้เข้ากัน

1.4) นำไปไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์ เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน คำนวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ

จากสมการ $N_1V_1 = N_2V_2$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ

V_1 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่ใช้ในการไตเตรท

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต

V_2 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต

2) การทดสอบตัวอย่าง

2.1) ปิเปตตัวอย่างน้ำ ปริมาตร 25.0 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นใน ขวดวัดปริมาตร และเทลงในขวดรูปชมพู่

2.2) เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 1 มิลลิลิตร เพื่อปรับพีเอชให้ได้ประมาณ 10.0-10.1 แกว่งให้เข้ากัน

2.3) เติม อิริโอโครม แบลค ทีอินดิเคเตอร์ ลงไปเล็กน้อย แกว่งให้เข้ากัน

2.4) นำไปไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์ จนถึงจุดยุติ สารละลายจะ เปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน จดปริมาตรที่ใช้

การคำนวณ

$$\text{hardness (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)}}$$

โดย A = ปริมาตรของอีดีทีเอ ที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลตร)

B = mg แคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งสมมูลกับ 1.00 มิลลิลิตร อีดีทีเอ

หรือ ความเข้มข้นของอีดีทีเอ (โมลาร์) ×100

2.2 ไนเตรท

หลักการ

ปกติจะพบไนเตรทน้อยมากในน้ำผิวดิน แต่จะพบสูงในน้ำใต้ดินบางแห่ง ในน้ำโสโครกใหม่ๆ จากอาคารบ้านเรือนก็จะพบไนเตรทในปริมาณที่น้อยมากแต่ใน effluent ของ nitrifying biological treatment plant อาจพบไนเตรทในปริมาณที่สูงถึง 50 มิลลิกรัม ไนโตรเจนต่อลิตร

สารประกอบของไนโตรเจนสามารถเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรทได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและแอมโมเนีย โดยแหล่งใหญ่สำหรับการปนเปื้อนของ ไนเตรทอินทรีย์มาจากของเสียขับถ่ายจากคนและสัตว์ในขณะที่จากไนเตรทอนินทรีย์มาจาก โพแทสเซียมไนเตรท และแอมโมเนียมไนเตรท ซึ่งใช้ในปุ๋ยเคมีเกินกว่า 80% และยังมาจากวัตถุระเบิด ประมาณ 16% ซึ่งแหล่งการปนเปื้อนส่วนใหญ่ มาจากการชะจากแหล่งดินในการเกษรกรรมที่ใช้ ปุ๋ยเคมี

นั่นเอง และเนื่องจากดินสามารถการดูดซับไนเตรทไว้ได้น้อยมากไนเตรท จึงสามารถชะละลายในน้ำได้เป็นอย่างดีและละลายอยู่ในน้ำผิวดิน เพราะไนเตรทไม่สามารถกลายเป็นไอได้ไนเตรทจึงคงตัวในน้ำจนกว่าจะมีการนำไปใช้ประโยชน์โดยพืชและสิ่งมีชีวิตเช่น แบคทีเรีย การสลายตัว (degradation) ของไนเตรทเกิดได้เร็วในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic conditions)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่อง (spectrophotometer)

2) เครื่องอังไอน้ำควบคุมอุณหภูมิ (heating water bath)

3) หลอดทดลอง

4) น้ำกลั่น

สารเคมี

1) stock nitrate solution

ละลายแอนไฮดรัสโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) 721.8 มิลลิกรัมต่อกรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร (สารละลายนี้มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร)

2) standard nitrate solution ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ไปเปต stock nitrate solution 20 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

3) brucine-Salfanilic acid solution

ละลาย brucine sulfate ($C_23H_26N_2O_4$)2.H_2SO_4 1 กรัม และกรดซัลฟูริค (H_2SO_4) 0.1 กรัม ในน้ำร้อน 70 มิลลิลิตร จากนั้นเติม conc. HCl 3 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร (สารละลายนี้เก็บไว้ได้นานหลายเดือน สีชมพูที่ค่อย ๆ เกิดขึ้น ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์แต่ให้ระวังสารเข้าปากเพราะมีความเป็นพิษ)

4) H_2SO_4 (4+1)

ค่อย ๆ เท conc.H_2SO_4 500 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

5) sodium chloride solution

ละลาย NaCl 300 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น

วิธีการวิเคราะห์

1) การเตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรท

เตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรทในช่วง 0.1-2 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร โดยการเจือจาง 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 และ 10 มิลลิลิตร ของ standard nitrate solution ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานไนเตรทที่มีความเข้มข้น 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 20 ไมโครกรัมไนโตรเจน ตามลำดับ

2) การทำให้เกิดสี

2.1) จัดหลอดลงใน rack ให้ห่างกันพอควรเพื่อให้มีที่ว่างรอบหลอด จัดที่สำหรับ Black และStandard ด้วย

2.2) ไปเปตตัวอย่างมา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง และวาง rack ในน้ำเย็น

2.3) เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ลงไป 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.4) จากนั้นเติม H_2SO_4 (4+1) ลงไป 10 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากันและวาง rack ในน้ำเย็น ปล่อยทิ้งให้เย็น ถ้าหากมีสีหรือความขุ่นเกิดขึ้นให้อ่านค่า sample blank ที่ 410 นาโนเมตร

2.5) เติม brucine-sulfanilic acid solution ลงไป 0.5 มิลลิลิตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน

2.6) จากนั้น นำ rack วางลงในอ่างในน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 95 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที จากนั้นวาง rack ในน้ำเย็น แล้วนำไปอ่านค่า absorbance ที่ 410 นาโนเมตร

2.7) นำค่า standard ที่อ่านค่าได้มาลบกับค่า blank ที่อ่านได้ก่อนนำไป plot กราฟ standard curve และนำค่า blank มาหักลบค่าของ sample ที่อ่านได้เช่นกัน

การคำนวณ

$$NO_3^- - N\ (mg/L) = \frac{\mu g \text{ ที่อ่านได้จากกราฟ}}{mL\ Sample}$$

2.3 เหล็ก

หลักการ

สารละลายของเหล็ก Fe^{3+} ในน้ำสามารถถูกสกัดด้วยสารละลาย 8-hydroxyquinoline (oxine) ในคลอโรฟอร์มในสารละลายที่มี pH ระหว่าง 2-10 สารละลายที่มี pH ในช่วง 2-2.5 ไอออนของโลหะนิกเกิล โคบอลต์ ซีเลียม (III) และอะลูมิเนียม จะไม่รบกวนในวิธีการสกัดเมื่อนำสารละลายของ Fe (III) ในน้ำผสมของสารละลาย oxine 1% ในคลอโรฟอร์ม แล้วเขย่าเมื่อตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นจากกันจะพบว่า ชั้นคลอโรฟอร์มเป็นสีเขียวแกมเหลืองของ Ferric oxinate ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก (III) ออกซิน ละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม ดังนั้นเหล็ก (III) จึงถูกสกัดออกจากชั้นน้ำได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) สเปกโทรโฟโตเมทรี spectrophotometry
2) pH paper
3) volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร
4) volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร
5) volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร
6) beaker ขนาด 25 มิลลิลิตร
7) pipette ขนาด 1.00 , 5.00 มิลลิลิตร
8) dropper , plaster pipette
9) ลูกยางดูดสารละลาย

สารเคมี

1) 1% 8-hydroxyquinoline (A.R.grade) / chloroform
2) สารละลายตัวอย่างเหล็ก Fe^{3+}
3) สารละลายมาตรฐานเหล็ก Fe^{3+} (stock solution) เข้มข้นประมาณ 100 ppm
4) HCl เข้มข้น 1.0 M และ 0.001

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

วิธีการวิเคราะห์

1) เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน ตวงตัวอย่างปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร (ถ้าตัวอย่างน้ำมีเหล็กมากกว่า 200 ไมโครกรัม ต้องใช้ปริมาณตัวอย่างน้ำน้อยลง แล้วเติมน้ำมันให้เป็น 50 มิลลิลิตร

2) เติมกรดเกลือเข้มข้น 2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไฮดรอกซีลามีน 1 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้ว 3-4 เม็ด นำไปต้มบนเตาแผ่นให้เดือดเพื่อให้แน่ใจว่าเหล็กในน้ำละลายหมดแล้วต้มต่อไปจนกระทั่งปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ยกลงทำให้เย็นลงจนเท่าอุณหภูมิห้อง

3) เทใส่หลอดเนสเลอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายอะเซเตตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิลิตร และสารละลายฟีแนนโทรลีน 4 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ครบขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10-15 นาที เพื่อให้เกิดสีเข้มที่สุด

4) นำไปวัด absorbance ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์ แทนตัวอย่างน้ำแล้วทำขั้นตอนการวิเคราะห์เหมือนตัวอย่าง (ข้อ 1-3) อ่านค่าจากกราฟมาตรฐาน

5) ทำกราฟมาตรฐานโดยเตรียมอนุกรมของสารละลายเหล็กให้มีความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 ไมโครกรัม โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานเหล็กที่มีความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัม ถึง 10 ไมโครกรัม มา 1,2,3,4,5 และ 6 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเนสเลอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตรเทใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วทำตามขั้นตอนข้อ 2-4 พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นเหล็กเป็นไมโครกรัมกับ absorbac

ภาคผนวก ง

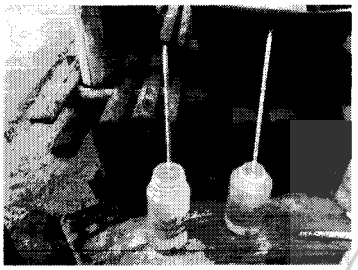
รูปประกอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา

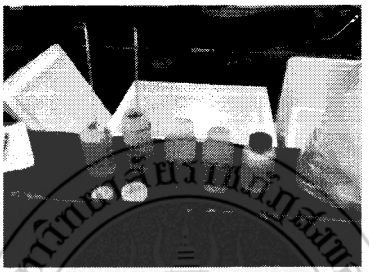
จุด K1แหล่งน้ำดิบ

จุด K2 โรงประปาบ้านขอนคลาน

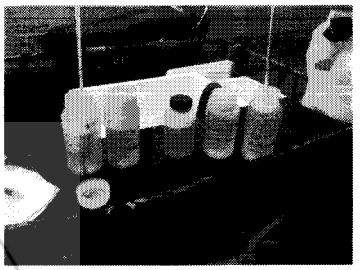
จุด K3 บ้านขอนคลานตะวันตก



จุด K4 บ้านขอนคลานตะวันตก



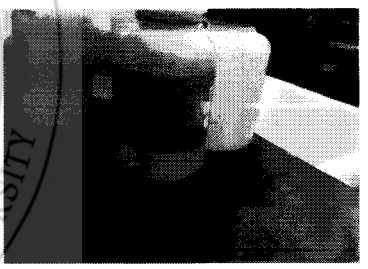
จุด K5 ขอนคลานตะวันออก



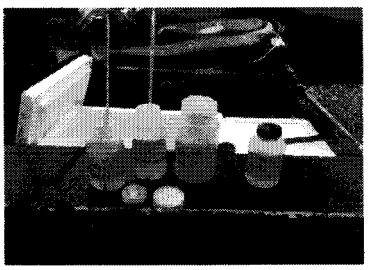
จุด K6 ขอนคลานตะวันตก

จุด K7 บ้านราไวเหนือ

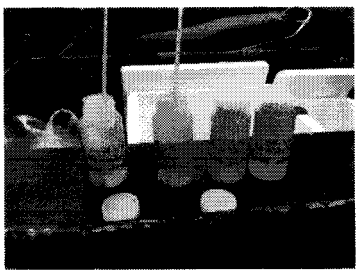
จุด K8 บ้านราไวเหนือ



จุด K9 บ้านราไวใต้

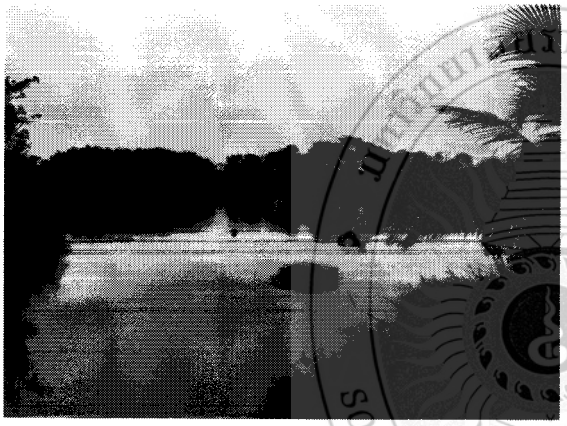


จุด K10 บ้านราไวใต้



จุด K11 สิ้นสุดแนวท่อประปาบ้านราไวใต้

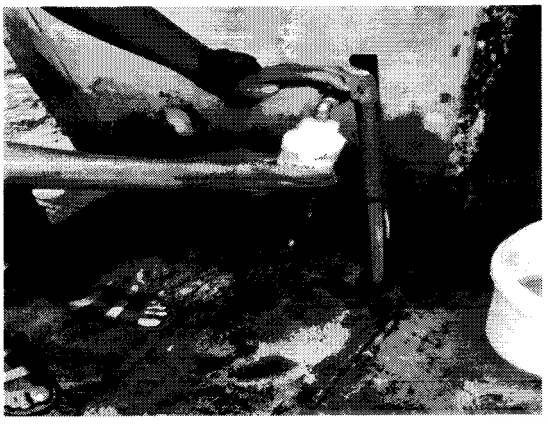
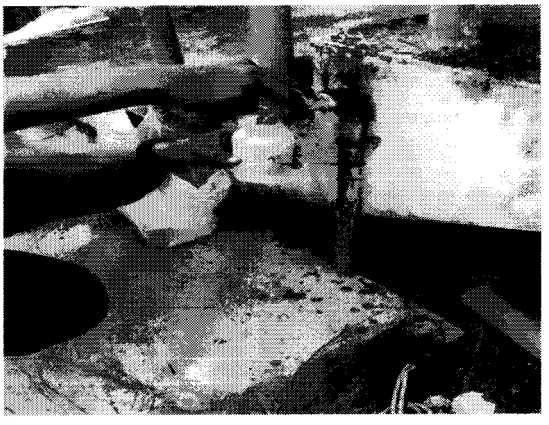
โรงประปาหมู่บ้าน บ้านขอนคลาน



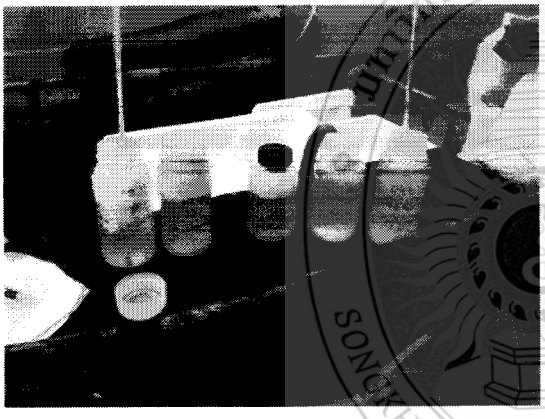
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพประกอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

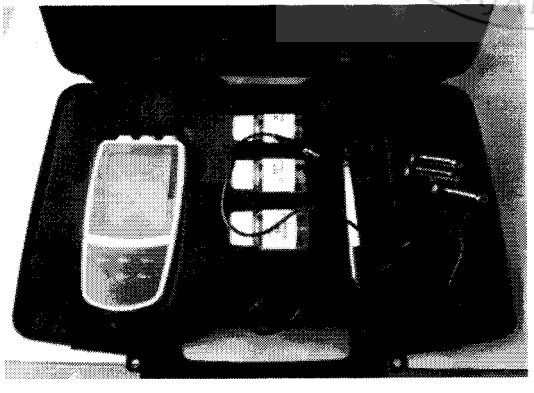
ภาพที่ ง-1 การเก็บตัวอย่างน้ำประปา

ภาพที่ ง-2.การวิเคราะห์ อุณหภูมิ



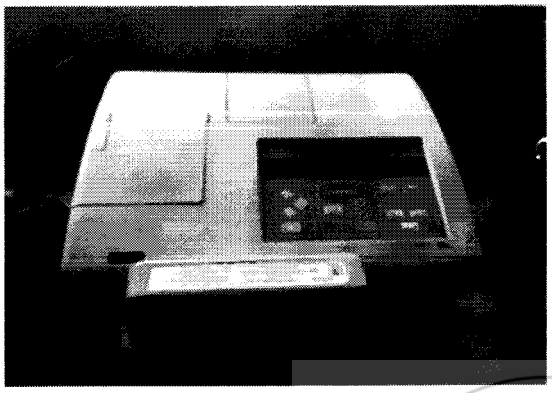
ภาพที่ ง-3 การวิเคราะห์ การน้ำไฟฟ้า



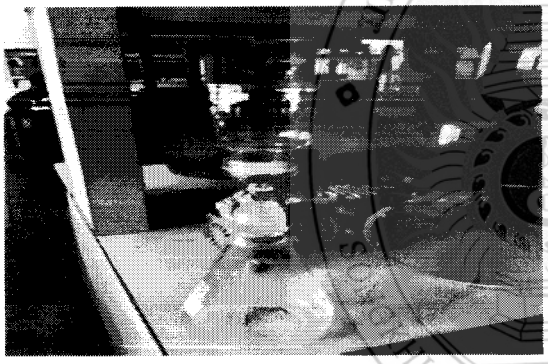
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

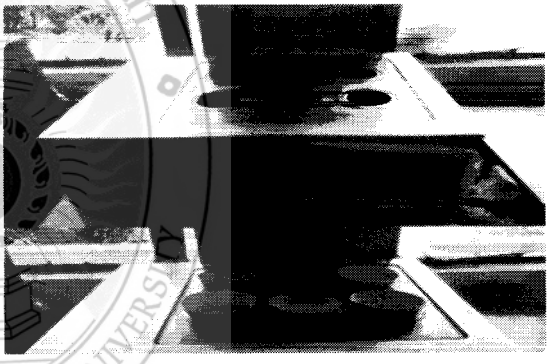
ภาพประกอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ต่อ)

ภาพที่ ง-4 การวิเคราะห์ ค่าความขุ่น



ภาพที่ ง-5 การวิเคราะห์ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

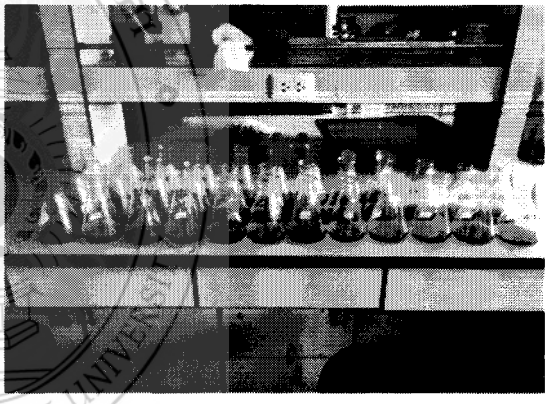




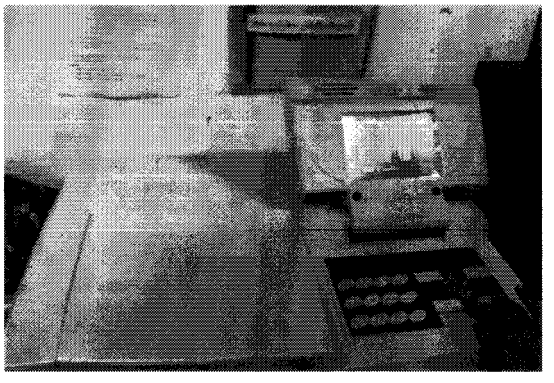
ภาพประกอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ต่อ)

ภาพที่ ง-6 การวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรดด่าง

ภาพที่ ง-7 การวิเคราะห์ ความกระด้าง



ภาพที่ ง-8 การวิเคราะห์ ไนเตรท



มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

ผลการวิแคราะห์ทางด้านสถิติ T-Test

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำด้วยสถิติ T-Test

อุณหภูมิ

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ฤดูฝน	25.0000	11	.44721	.13484
	ฤดูร้อน	25.3636	11	.80904	.24393

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ฤดูฝน & ฤดูร้อน	11	.276	.411

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	ฤดูฝน - ฤดูร้อน	-.36364	.80904	.24393	-.90716	.17988	-1.491	10	.167

วิเคราะห์ทางสถิติ

สภาพนำไฟฟ้า

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ฤดูฝน	16.3805	11	1.65012	.49753
	ฤดูร้อน	14.1757	11	2.51966	.75971

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ฤดูฝน & ฤดูร้อน	11	.821	.002

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ฤดูฝน - ฤดูร้อน	2.20482	1.49846	.45180	1.19814	3.21150	4.880	10	.001

วิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าความขุ่น

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ฤดูฝน	484.7264	11	236.25724	71.23424
	ฤดูร้อน	5.0964	11	3.16228	.95346

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ฤดูฝน & ฤดูร้อน	11	.816	.002

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1 ฤดูฝน - ฤดูร้อน	479.63000	233.68272	70.45799	322.63981	636.62019	6.807	10	.0001

วิเคราะห์ทางสถิติ

ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ฤดูฝน	1437.7273	11	53.48849	16.12739
	ฤดูร้อน	1090.6364	11	179.24468	54.04430

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ฤดูฝน & ฤดูร้อน	11	.532	.092

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ฤดูฝน - ฤดูร้อน	347.09091	157.47156	47.47946	241.30008	452.88174	7.310	10	.0002

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

วิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ฤดูฝน	7.0609	11	.16146	.04868
	ฤดูร้อน	7.6455	11	.11067	.03337

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ฤดูฝน & ฤดูร้อน	11	.420	.198

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	ฤดูฝน - ฤดูร้อน	-.58455	.15267	.04603	-.68711	-.48198	-12.699	10	.0002

วิเคราะห์ทางสถิติ

ความกระด้าง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ฤดูฝน	188.4545	11	5.26049	1.58610
	ฤดูร้อน	151.0000	11	24.60894	7.41988

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ฤดูฝน & ฤดูร้อน	11	.711	.014

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	ฤดูฝน - ฤดูร้อน	37.45455	21.19605	6.39085	23.21484	51.69425	5.861	10	.0001

วิเคราะห์ทางสถิติ

ไนเตรท

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ฤดูฝน	4.4409	11	.88727	.26752
	ฤดูร้อน	3.6836	11	.20559	.06199

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ฤดูฝน & ฤดูร้อน	11	-.121	.724

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ฤดูฝน - ฤดูร้อน	.75727	.93463	.28180	.12938	1.38517	2.687	10	.023

วิเคราะห์ทางสถิติ

เหล็ก

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ฤดูฝน	2.5536	11	1.76780	.53301
	ฤดูร้อน	.1136	11	.05446	.01642

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ฤดูฝน & ฤดูร้อน	11	.778	.005

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ฤดูฝน - ฤดูร้อน	2.44000	1.72576	.52034	1.28062	3.59938	4.689	10	.001

ภาคผนวก ฉ

ประวัติของผู้วิจัย

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อผู้ทำวิจัย นายสมรักษ์ เจ๊ะสา

วันเดือนปีเกิด 2 สิงหาคม พ.ศ.2539

ที่อยู่ 109/2 หมู่ 4 ต.ขอนคลาน อ.ทุ่งหว้า จ.สตูล 91120

ประวัติการศึกษานักศึกษา โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อผู้ทำวิจัย นายธีรศักดิ์ เกื้อเม่ง

วันเดือนปีเกิด 6 กรกฎาคม พ.ศ.2539

ที่อยู่ 85/32 หมู่ 2 ต.ทรายขาว อ.คลองท่อม จ.กระบี่ 81170

ประวัติการศึกษานักศึกษา โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY