รายงานการวิจัย

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

The Analysis of Physical and Chemical Characterisation of Tap Water in Phetchabun Rajabhat University.

นางสาวขนิษฐา ศรีสวัสดิ์ และคณะ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

PCRU_2563_I 003

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

The Analysis of Physical and Chemical Characterisation of Tap Water in Phetchabun Rajabhat University.

ขนิษฐา ศรีสวัสดิ์ ศูนย์วิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เสาวภา ชูมณี รองคณบดีศูนย์วิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนงบประมาณรายได้ ประเภทวิจัยสถาบัน โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2563

ชื่องานวิจัย การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

The Analysis of Physical and Chemical Characterisation of Tap Water in Phetchabun Rajabhat University.

ผู้วิจัย ขนิษฐา ศรีสวัสดิ์และคณะ

ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา ดร. เสาวภา ชูมณี

สาขาวิชา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ **ปีเสร็จวิจัย** 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา ที่นำมาใช้ในการอุปโภค บริโภค ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปามาตรวจวิเคราะห์ จำนวน 6 เดือน เดือนละ 1 ตัวอย่าง คือ ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำประปา พบว่า ค่าสีในน้ำมีค่าระหว่าง 2.66 - 15.84 แพลทินัม-โคบอลต์ ค่าความขุ่นในน้ำมีค่าระหว่าง 0.58 - 4.57 NTU คุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา พบว่าค่าซัลเฟตในน้ำมีค่าระหว่าง 49.6 - 115.3 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าไนเตรทในน้ำมีค่าระหว่าง 0.02 - 3.38 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความกระด้างทั้งหมดในน้ำมีค่าระหว่าง 30 - 180 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความกระด้างถาวรในน้ำมีค่าระหว่าง 20 - 151 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ มีค่าระหว่าง 245 - 698 มิลลิกรัม/ลิตร

คำสำคัญ : คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำ, คุณลักษณะทางเคมีของน้ำ, น้ำประปา

Title The Analysis of Physical and Chemical Characterisation of Tap Water in Phetchabun Rajabhat University.

Researcher Kanittha Srisawat

Co-Researcher Saowapa Chumanee

Department Science and Technology Phetchabun Rajabhat University.

Years of Research completed 2020

Abstract

The aims in this research is study of physical and chemical characterisation of tap water for used consumer in Phetchabun Rajabhat University. The tap water was kept during 6 months by 1 sample per month from February to July 2020.

The physical characterisation of tap water quality analysis found that the color was value between 2.66 - 15.84 platinum cobalt, the turbidity was value between 0.58 – 4.57 NTU. The chemical characterisation of tap water quality analysis showed that the sulfate was value between 49.6 - 115.3 mg/l, the nitrate was value between 0.02 – 3.38 mg/l, the total hardness in water was value between 30 - 180 mg/l, non-carbonate hardness was value between 20 - 151 mg/l, and total dissolved solids was value between 245 - 698 mg/l.

Keywords: Physical Characterisation, Chemical Characterisation, Tap water

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เสาวภา ชูมณี รองคณบดีฝ่ายศูนย์วิทยาศาสตร์ งานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำให้แก่ผู้วิจัย และขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูงในการทำการวิเคราะห์ทดสอบในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัย งบประมาณรายได้ ประเภทวิจัยสถาบันครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ขนิษฐา ศรีสวัสดิ์

20 สิงหาคม 2563

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญตาราง.....จ
สารบัญรูป.....ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2
1.4 ระยะเวลาในการวิจัย.....3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6
2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้.....6
2.2 มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้.....9
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....12
3.1 วิธีแบ่งกลุ่มตัวอย่างน้ำ.....12
3.2 วิธีทดสอบคุณภาพน้ำ.....13
3.3 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงาน.....24
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....25
4.1 ผลการทดสอบสี (Color) 26
4.2 ผลการทดสอบความขุ่น (Turbidity) 27
4.3 ผลการทดสอบซัลเฟต (SO_4) 28
4.4 ผลการทดสอบไนเตรท (NO_3) 29
4.5 ผลการทดสอบความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCo_3$).....30

สารบัญ (ต่อ)

4.6 ผลการทดสอบความกระด้างถาวร (Non-carbonate as $CaCo_3$).....31
4.7 ผลการทดสอบปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids).....32
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....33
5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล.....33
5.2 ข้อเสนอแนะ.....34
บรรณานุกรม.....35
ภาคผนวก.....36
ภาคผนวก ก บันทึกข้อความ เรื่องขอส่งผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำประปา
ให้งานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อมเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนสิงหาคม พ.ศ.2563.....37
ประวัติผู้วิจัย.....42

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 ตัวอย่างน้ำ กลุ่ม 1.....12
3.2 ตัวอย่างน้ำ กลุ่ม 2.....13
3.3 วิธีทดสอบคุณภาพน้ำ.....13
3.4 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงาน.....24
4.1 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำ...25

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

4.1 กราฟแสดงค่าสีในน้ำประปา.....26
4.2 กราฟแสดงค่าความขุ่นในน้ำประปา.....27
4.3 กราฟแสดงค่าซัลเฟตในน้ำประปา.....28
4.4 กราฟแสดงค่าไนเตรทในน้ำประปา.....29
4.5 กราฟแสดงค่าความกระด้างทั้งหมดในน้ำประปา.....30
4.6 กราฟแสดงค่าความกระด้างถาวรในน้ำประปา.....31
4.7 กราฟแสดงค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำประปา.....32

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

น้ำ ถือเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยมนุษย์ใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภค ไม่ว่าจะเป็นใช้อาบน้ำ ซักผ้า ล้างจาน รดน้ำต้นไม้ หรือประกอบอาหาร ใช้ชะล้างสิ่งสกปรกต่าง ๆ ใช้ในการเกษตรกรรม การทำสวนไร่นา ทำสวนครัว เลี้ยงสัตว์ ฯลฯ สรุปแล้วน้ำจึงมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์มาก ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นๆก็ล้วนแล้วแต่ต้องใช้น้ำในการดำรงชีวิตทั้งสิ้น ซึ่งถึงแม้น้ำจะมีประโยชน์แก่มนุษย์อย่างมหาศาล แต่ก็มีโทษอยู่หลายประการด้วยกัน ตัวอย่างเช่น ในฤดูน้ำหลาก ท่วมไร่นา ชุมชน ถนนหนทาง และบ้านเรือนเสียหายอยู่บ่อย ๆ และน้ำยังเป็นพาหนะนำโรคต่าง ๆ เช่น อหิวาตกโรค (Cholera) ไข้รากสาด (Typhoid fever) ไข้รากสาดเทียม (Para-typhoid fever) โรคบิด (Dysentery) และโรคท้องร่วง (Diarrhia) ฯลฯ ซึ่งเราเรียกโรคพวกนี้ว่า โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ ดังนั้นการหาแหล่งน้ำที่สะอาด ไม่มีสารพิษ ไม่มีเชื้อโรคไว้สำหรับอุปโภค บริโภค จึงเกิดระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำ หรือระบบการประปาเกิดขึ้น ซึ่งในปัจจุบันปัญหาเรื่องน้ำประปาของชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนในชนบทกำลังเป็นปัญหาที่รุนแรงมาก ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้งทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี และทางด้านบักเตรีของน้ำดิบให้มาเป็นน้ำที่ใช้ดื่มใช้บริโภคต่างๆ จึงจำเป็นมากสำหรับผู้อุปโภคบริโภค เพราะถ้าน้ำไม่สะอาดอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้น้ำ ดังนั้นเราจึงต้องมีการส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่เราใช้เป็นประจำสม่ำเสมอ เพื่อที่จะให้ได้น้ำสะอาด มีคุณภาพ อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ภายใต้การดำเนินงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหน่วยงานที่ให้บริการด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และงานให้บริการด้านการตรวจวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่าง ไม่ว่าจะเป็นตัวอย่างน้ำและอาหาร ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและปัญหาในด้านนี้ ประกอบกับในช่วงเดือนกันยายนที่ผ่านมา ทางศูนย์วิทยาศาสตร์ได้รับบันทึกข้อความจากงานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม ที่ดูแลเรื่องระบบการผลิตน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์แจ้งมาว่าแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการทำน้ำประปาในมหาวิทยาลัย ประสบปัญหาน้ำมีตะกอน มีสิ่งเจือปนซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ซึ่งทางศูนย์วิทยาศาสตร์ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดิบ และให้คำแนะนำเบื้องต้นในการปรับปรุงแก้ไขไปแล้ว แต่น้ำหลังผ่านกระบวนการผลิตเป็นน้ำประปาเรายังไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทดสอบ ดังนั้นข้าพเจ้าจึงอยากทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและ

คุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำประปาไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทุกๆ 1 เดือน จำนวน 6 เดือน เพื่อเก็บรวมรวมสถิติข้อมูลคุณภาพน้ำของมหาวิทยาลัย และนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการให้คำปรึกษาแนะนำกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยได้ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพน้ำประปาให้มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน สะอาด ปลอดภัยต่อสุขภาพนักศึกษา ตลอดจนบุคลากรที่ใช้น้ำประปาในการอุปโภค บริโภค ภายในมหาวิทยาลัยต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปาที่นำมาใช้ในการอุปโภค บริโภค ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.2.2 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพของน้ำประปา ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์และนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ให้ดีขึ้น

1.2.1 เพื่อเสนอแนะแนวทางและวิธีการ ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานต่อไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.3.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้คือ ตัวอย่างน้ำประปา บริเวณโรงผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.3.3 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูล ทำการเก็บตัวอย่าง จำนวน 1 ครั้งต่อเดือน จำนวน 6 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่ เดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลตามช่วงระยะเวลาต่างๆ คือ ทุกๆ เดือน โดยหาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย โดยวิธีเลขคณิต (Arithmetic Mean) สร้างกราฟเพื่อนำเสนอภาพรวมที่ได้จากการวิเคราะห์

1.3.4 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมี รายการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่

1.3.4.1 สี (Color)

1.3.4.2 ความขุ่น (Turbidity)

รายการทดสอบคุณลักษณะทางเคมี ได้แก่

1.3.4.3 ซัลเฟต (SO_4)

1.3.4.4 ไนเตรท (NO_3)

1.3.4.5 ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCo_3$)

1.3.4.6 ความกระด้างถาวร (Non-carbonate as $CaCo_3$)

1.3.4.7 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)

3.4.2 ตัวแปรตาม คือ ผลการทดสอบคุณภาพน้ำที่ได้ในแต่ละรายการ

1.4 ระยะเวลาในการวิจัย

6 เดือน ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2563 - สิ้นสุด สิงหาคม 2563

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

น้ำ หมายถึง สารประกอบซึ่งมีองค์ประกอบเป็นธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 1 : 8 โดยน้ำหนัก เมื่อบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีกลิ่น รส ดื่มได้ และชำระล้างสิ่งสกปรก สำหรับในทางวิทยาศาสตร์แล้วน้ำถือว่าเป็นสารมาตรฐานที่สามารถอยู่ได้ 3 สถานภาพ คือ ของแข็ง (น้ำแข็ง) ของเหลว (น้ำ) และก๊าซ (ไอน้ำ) ราชบัณฑิตยสถาน, 2538 โดยน้ำจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำ

น้ำประปา หรือ น้ำก๊อก คือ น้ำที่ไหลออกมาจากก๊อกน้ำ เริ่มใช้กันมาตั้งแต่ปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 และเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐานที่จำเป็นในปัจจุบัน น้ำประปาผลิตมาจากน้ำดิบสูบเข้าไปยังถังพักตกตะกอน และผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อโรค จากนั้นจึงเพิ่มแรงดันและส่งไปยังท่อน้ำต่างๆในบ้านของผู้ใช้น้ำ

คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมเฉพาะของมนุษย์ คุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (เกษม, 2526)

คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำ คือ ลักษณะทางภายนอกที่แตกต่างกัน เช่นความใส ความขุ่น กลิ่น สี เป็นต้น

คุณลักษณะทางเคมีของน้ำ คือ ลักษณะทางเคมีของน้ำ เช่น ซัลเฟต ไนเตรท ความกระด้าง ปริมาณสารที่ละลายได้ในน้ำ เป็นต้น

ดัชนีคุณภาพน้ำทางกายภาพ

สี (Color) สีของน้ำเกิดจากการปนเปื้อนของสารต่างๆ ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์และทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ สีในน้ำอาจจะเป็นผลมาจากน้ำนั้นมีอิออนของโลหะในธรรมชาติ เช่น เหล็กและแมงกานีส เป็นต้น สีจำแนกออกเป็น 2 ประเภทคือ สีจริง (Real or true color) และสีปรากฏ (Apparent Color) โดยสีจริง(True color) คือสีของน้ำที่เป็นสีที่วัดได้หรือมองเห็นหลังจากที่แยกเอาสารแขวนลอยที่ทำให้น้ำขุ่นออกไปแล้ว นั่นคือ สีจริงเป็นสีที่เกิดจากสารที่ละลายในน้ำ ส่วนสีปรากฏ (Apparent color) คือสีของน้ำที่เป็นสีที่วัดได้หรือมองเห็นจริงๆ ในตัวอย่างน้ำโดยไม่มีการแยกเอาสารแขวนลอยที่ทำให้น้ำขุ่นออกไป นั่นคือสีปรากฏเป็นสีที่เกิดจากสารที่ละลายในน้ำและที่ไม่ละลายได้ในน้ำรวมกัน

ความขุ่น (Turbidity) ความขุ่นของน้ำเกิดจากสีสารแขวนลอยต่างๆ อย่างเช่น ดิน ตะกอนสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ แพลงตอน (Plankton) และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆ ควรวิเคราะห์ทันที เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมา ถ้าจำเป็นไม่สามารถวิเคราะห์ได้ในวันนั้น จะต้องเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส และควรวิเคราะห์ภายใน 24 ชั่วโมง (ธงชัย และ อุษา, 2535) กล่าวว่า การพังทลายของดินแต่ละครั้งแต่ละแห่งนั้น ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินเสมอ ซึ่งสิ่งที่ถูกพัดพาเหล่านั้นจะมีผลทำให้น้ำขุ่นอันเกิดจากตะกอน ความขุ่นของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทยอยู่ระหว่าง 25 – 75 NTU.

ซัลเฟต (Sulfate :SO_4^{2-}) มีอยู่ในน้ำธรรมชาติและในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยซัลเฟตเกิดจากการออกซิไดซ์ของซัลเฟอร์ หรือในบริเวณที่มีแร่ซัลเฟต แต่ส่วนมากจะมาจากการปล่อยน้ำเสีย น้ำซักล้างลงแหล่งน้ำโดยเป็นองค์ประกอบในกรดอะมิโนของโปรตีน ซัลเฟอร์ที่มีอยู่ในน้ำเสียจะอยู่ในรูปของ organic sulfur เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟต์ ธาตุซัลเฟอร์ และสารซัลเฟต เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหากลิ่นเหม็นจากการย่อยสลายน้ำเสียและการกัดกร่อนต่อสภาพแวดล้อม

ไนเตรท จะพบในปริมาณค่อนข้างน้อยในน้ำธรรมชาติ โดยปกติจะสามารถพบความเข้มข้นของไนเตรท ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตรในน้ำเสียจะมีปริมาณของไนเตรทมากเป็นพิเศษและอาจทำให้เกิดการเพิ่มประชากรของพืชน้ำอย่างรวดเร็ว และเป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นได้รับผลกระทบจากการลดปริมาณของออกซิเจนในเวลากลางคืนด้วย

ความกระด้างทั้งหมด (Hardness : $CaCO_3$) ความกระด้างของน้ำจะเกิดจากธาตุในกลุ่มที่เรียกว่า Alkaline Earth Metal โดยอยู่ในสภาพไอออนที่มีประจุบวกสอง เช่น Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, และ Mn^{2+} แต่โดยส่วนใหญ่ ไอออนที่มีประจุบวกสองในน้ำจะเป็นจ้าพวก Ca^{2+} และ Mg^{2+} ดังนั้น คำจำกัดความของความกระด้างของน้ำจะแทนค่าด้วยความเข้มข้นทั้งหมดของ Ca^{2+} และ Mg^{2+} โดยจะแสดงในหน่วยของ มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/l as $CaCO_3$) สาเหตุ

ที่น้ำมีความกระด้าง เกิดจากน้ำฝน ซึ่งมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ ทำให้เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (Carbonic Acid, H_2CO_3) ซึ่งเป็นกรดอ่อน และเมื่อซึมลงใต้ดินผ่านชั้นดินซึ่งก็จะทำให้เกิดปริมาณกรดคาร์บอนิกมากยิ่งขึ้น ซึ่งเมื่อน้ำที่ซึมผ่านชั้นสัมผัสกับชั้นหิน โดยเฉพาะหินปูนซึ่งมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ $CaCO_3$ และ แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) ก็จะเกิดละลายของหินปูนก็จะทำให้ปริมาณ Ca^{2+} และ Mg^{2+} หรือความกระด้างของน้ำเพิ่มขึ้น ความกระด้างในน้ำที่มีอยู่ทุกประเภทจะรวมเรียกว่า ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness) โดยส่วนใหญ่อุตสาหกรรมทุกประเภท ต้องการน้ำที่มีความกระด้างต่ำหรือน้ำอ่อน เพื่อไม่ต้องการให้เกิดการตกผลึก หรือตะกรันในเครื่องจักร หรือมีความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์

ความกระด้างถาวร (Non-carbonate as $CaCo_3$) เกิดจากอิออนประจุบวกจากสารประกอบแคลเซียมและแมกเนเซียม (หรืออิออน +2, +3)ที่รวมตัวกับอิออนลบซัลเฟต (SO_4^{2-}), คลอไรด์ (Cl^-) หรือไนเตรต(NO_3^-)น้ำกระด้างถาวรไม่สามารถกำจัดโดยการให้ความร้อนได้ แต่สามารถทำให้สารละลายเกลือตกตะกอนและคัดแยกทีหลังได้ วิธีทำให้ตกตะกอนสามารถใช้ปูนขาวและโซดาแอชเติมลงในน้ำกระด้างถาวร

ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids ,TDS) หมายถึงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและสามารถไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว แล้วนำน้ำที่กรองได้ไประเหยจนแห้ง แล้วจึงนำไปอบก็จะได้ค่า TDS มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ทราบคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปาที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภค ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ว่ามีคุณภาพและมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

1.6.2 ได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทดสอบมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ให้ดีขึ้น

1.6.3 ได้เสนอแนะแนวทางและวิธีการในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัย ราชภัฏเพชรบูรณ์ ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้พัฒนาปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐาน

บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยนี้ ได้มุ่งเน้นที่จะศึกษาวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำ เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาที่มหาวิทยาลัยผลิตว่ามีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นน้ำประปาเพื่อการอุปโภคบริโภคภายในมหาวิทยาลัยหรือไม่ รวมถึงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละเดือน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาคุณภาพ ระบบการผลิตน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคที่มีความเหมาะสมและเสนอแนะแนวทางในการจัดการทรัพยากรน้ำให้แก่บุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของมหาวิทยาลัย เพื่อให้เกิดความมั่งคงของทรัพยากรน้ำ เพื่อการอุปโภคบริโภคของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ต่อไป

2.1. แนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้

2.1.1 ความหมายของการวิจัยเชิงทดลอง

นักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ดังนี้

Best and Kahn (1993 : 125) กล่าวว่าการวิจัยเชิงทดลองเป็นการวิจัยที่มุ่งบรรยายและวิเคราะห์สิ่งที่ควรเกิดขึ้นภายใต้สภาพการณ์ควบคุมอย่างระมัดระวัง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 31) กล่าวว่าการวิจัยเชิงทดลองเป็นการวิจัยที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรของปรากฏการณ์ต่างๆ โดยมีการจัดกระทำกับตัวแปรที่เป็นเหตุ แล้วสังเกตดูว่าจะเกิดผลเช่นไร นอกจากนี้ ยังมีการควบคุมสภาพการณ์บางอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องให้หมดไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2551 : 131) กล่าวว่าการวิจัยเชิงทดลองเป็นการค้นหาข้อเท็จจริงซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล (cause and effect relationship) ที่เกิดขึ้นภายใต้ภาวการณ์ควบคุมสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงทดลอง หมายถึง การวิจัยที่ศึกษาหาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรภายใต้การควบคุมสถานการณ์ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 ประเภทของการวิจัยเชิงทดลอง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 33) การวิจัยด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการ (laboratory experiment) เป็นการวิจัยที่ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้น เป็นการยึดถือการใช้กฎของ

ตัวแปรเดียว (law of singlevariable) กล่าวคือพยายามควบคุมหรือขจัดตัวแปรที่ไม่ต้องการศึกษาให้หมดไป ให้เหลือแต่ตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษาเพียงตัวเดียวเท่านั้น ทำการทดลองเพื่อวัดผลที่ ตัวแปรตาม เพื่อดูว่าเกิดจากตัวแปรอิสระที่คิดว่าเป็นสาเหตุจริงหรือไม่ การวิจัยเชิงทดลองในลักษณะนี้ เหมาะสำหรับการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ (physical science)

2.1.3 ความมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง การวิจัยเชิงทดลองมีความมุ่งหมายที่สำคัญ คือเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล (cause and effect relationship) ระหว่างตัวแปรที่เป็นสาเหตุกับตัวแปรที่เป็นผลมาจากการทดลอง การทำการทดลองมักจะ เริ่มจากความอยากรู้อยากเห็นของผู้วิจัยว่า ถ้าเปลี่ยนค่าตัวแปรนี้แล้วผลที่เกิดตามมาจะเป็นอย่างไร เช่น อยากรู้ว่าถ้าเปลี่ยนสูตรปุ๋ยแล้วจะทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตหรือไม่ อย่างไร เป็นต้น ในกรณีที่ผู้วิจัยยังไม่มี ทฤษฎีที่จะนำมาใช้พยากรณ์ผลที่เกิดขึ้น จึงยังไม่มีสมมติฐานที่จะทดสอบ แต่ก็สนใจอยากทราบว่าผลจะ เป็นอย่างไร เมื่อทำการศึกษาด้วยการทดลอง ผลการทดลองก็จะออกมาในลักษณะที่ว่าถ้าทำอย่างนี้แล้ว ผลจะเป็นอย่างนั้น ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์เชิงประจักษ์เท่านั้น เพื่อตรวจสอบทฤษฎี โดยยึดเกณฑ์การพยากรณ์เป็นสำคัญ หากการพยากรณ์ของทฤษฎีไม่ตรงกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แสดงว่าทฤษฎีนั้นผิดพลาด การใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง เพื่อตรวจสอบทฤษฎีเป็นวิธีการที่ค่อนข้างสะดวก เพราะสามารถที่จะทดสอบเมื่อไรก็ได้ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงขั้นตอน บางส่วนของการทดลอง เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงก็สามารถทำ

2.1.4 การวิจัยเชิงทดลองมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

(Koul. 1984 : 131 ; พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2554 : 180-181 ; สุวิมล ติรกานันท์. 2554 : 79-80) กล่าวว่าการวิจัยเชิงทดลองมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1 การสุ่ม (randomization) เป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่เกิดจากกลุ่มตัวอย่าง และวิธีการ

2 การจัดการตัวแปร (manipulation) ตัวแปรในการวิจัยเชิงทดลองเป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยจัด กระทำขึ้น (active variable) โดยสามารถแบ่งตัวแปรออกเป็นระดับต่าง ๆ หลายวิธีที่ใช้ในการทดลอง การ แบ่งระดับของตัวแปรที่ศึกษาเป็นหลายระดับ เพื่อศึกษาผลที่ได้จากแต่ละระดับของตัวแปร

3 การควบคุม (control) เป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอื่นๆตัวอย่าง เช่น สภาพ แวดล้อมในการ ทดลอง การทดลองในห้องปฏิบัติการ (lab) เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับในทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถ ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ดีที่สุด

4 การสังเกต (observation) จะต้องมีการวัด หรือการสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม เพื่อศึกษาว่าเป็นผลมาจากตัวแปรอิสระ

ที่ทดลองหรือไม่ การออกแบบการทดลอง จะต้องมีการออกแบบการทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การวิจัยมี ความเที่ยงตรงภายในและภายนอก อันจะนำไปสู่การได้ผลการวิจัยที่ตรงตามความจริงกลุ่มเปรียบเทียบ (replication) การวิจัยเชิงทดลองจะต้องมีกลุ่มควบคุมเอาไว้เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ เพราะการควบคุมตัวแปรภายนอกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างหรือวิธีอื่น ๆ นั้น สามารถควบคุมได้เพียงระดับหนึ่งเท่านั้น ยังไม่อาจควบคุมอิทธิพลของตัวแปรภายนอกได้ทั้งหมด จึงจำเป็นต้องมี กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการทดลองเอาไว้เปรียบเทียบ เพื่อให้เห็นลักษณะของการวิจัยเชิงทดลองชัดเจน

2.1.5 ระเบียบวิธีวิจัยของการวิจัยเชิงทดลอง

ระเบียบวิธีวิจัยของการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่ง ประกอบด้วยขั้นตอนที่ละเอียด ดังต่อไปนี้

1 เลือกหัวข้อปัญหาเพื่อทำการวิจัย หัวข้อปัญหาจะต้องกำหนดขอบข่ายของงานวิจัยว่าจะศึกษาใน ขอบเขตแค่ไหน และในแง่มุมใด

2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีและ หลักการเกี่ยวกับตัวแปรที่ศึกษา ซึ่งจะทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรที่ศึกษามากยิ่งขึ้น และได้แนวทาง ในการตั้งสมมติฐานการวิจัยอย่างเหมาะสม

3 พิจารณาหัวข้อปัญหาที่จะวิจัย เพื่อให้ทราบว่าต้องการศึกษาตัวแปรอะไร อะไรเป็นตัวแปร อิสระ อะไรเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรแทรกซ้อนที่จะต้องควบคุมมีอะไรบ้าง

4 ทำการนิยามปัญหาให้ชัดเจน เพื่อจะได้ตรวจสอบโดยวิธีวิจัย

5 ตั้งสมมติฐานการวิจัยให้ชัดเจน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

6 ออกแบบการวิจัย (experimental design) โดยการกำหนดรายละเอียดของสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องใน การทดลอง ได้แก่

6.1 การกำหนดตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรทดลอง หรือตัวแปรจัดการ

6.2 การกำหนดตัวแปรที่ไม่ต้องการศึกษา และหาวิธีการที่จะควบคุมตัวแปรเหล่านั้น

6.3 เลือกแบบการทดลอง

6.4 กำหนดและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

6.5 กำหนดและสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนการตรวจสอบคุณภาพของ เครื่องมือ

6.6 ทำการศึกษา (pilot study) ก่อนทำจริง เพื่อศึกษาลู่ทาง และหาทางขจัดปัญหาอันอาจเกิดขึ้นในขณะดำเนินการทดลอง

7 ดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองที่ได้กำหนดไว้

8 จัดการข้อมูล และวางแผนการนำเสนอข้อค้นพบ

9 สรุปผลการทดลอง

10 เขียนรายงานการวิจัย

2.2 มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

คุณลักษณะทางกายภาพ

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
สี (Color) 5	(หน่วยแพลทินัม-โคบอลต์)	15 (หน่วยแพลทินัม- โคบอลต์)
ความขุ่น (Turbidity)	5 (หน่วยความขุ่น)	20 (หน่วยความขุ่น)
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.0-8.5	6.5-9.2

คุณลักษณะทางเคมี

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
เหล็ก (Fe)	ไม่เกิน 0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 0.3	0.5
ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0	15
ซัลเฟต (SO_4)	ไม่เกิน 200	250
คลอไรด์ (Cl)	ไม่เกิน 250	600
ฟลูออไรด์ (F)	ไม่เกิน 0.7	1.0
ไนเตรท (NO_3)	ไม่เกิน 45	45
ความกระด้างทั้งหมด	ไม่เกิน 300	500
ความกระด้างถาวร (Non-carbonate hardness as $CaCO_3$)	ไม่เกิน 200	250
ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)	ไม่เกิน 600	1,200

คุณลักษณะที่เป็นพิษ

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
สารหนู (As)	ต้องไม่มี	0.05
ไซยาไนด์ (CN)	ต้องไม่มี	0.10
ตะกั่ว(Pb)	ต้องไม่มี	0.05
ปรอท(Hg)	ต้องไม่มี	0.001
แคดเมียม(Cd)	ต้องไม่มี	0.01
ซีลีเนียม(Se)	ต้องไม่มี	0.01

คุณลักษณะทางบัคเตรี/แบคทีเรีย

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม
Standard plate count	ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
Most probable number of Coliform organism (MPN)	น้อยกว่า 2.2 ต่อร้อยลูกบาศก์เซนติเมตร
E. coli	ต้องไม่มี

(ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2551)

2. 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุธีลา และคณะ (2544) กล่าวว่าจำเป็นต้องมีตัวกำหนด (parameters) หรือดัชนีชี้วัด ที่จะบอกลักษณะของน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะคุณภาพน้ำได้ดังนี้ ดัชนีคุณภาพน้ำด้านกายภาพ (physical quality) เช่น อุณหภูมิ สี กลิ่น ความขุ่น ฯลฯ ดัชนีที่แสดงคุณภาพน้ำด้านเคมี (chemical quality) เช่น ซัลเฟต ไนเตรท ความกระด้าง เป็นต้น และดัชนีที่แสดงคุณภาพน้ำด้านชีววิทยา (biological quality) เช่น จุลินทรีย์ ประเภทต่างๆ เป็นต้น

กรมชลประทาน (2555) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ บริเวณสระน้ำ รอบพระตำหนักสวนปทุมโดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 6 จุด มาทำการวิเคราะห์ทดสอบ ความเป็นกรดและด่าง ด่าง ออกซิเจนละลาย การนำไฟฟ้าของน้ำ ความเค็ม อุณหภูมิของน้ำ และของแข็งละลายทั้งหมด ฯลฯ ผลการตรวจวิเคราะห์โดยรวมพบว่ายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำใช้ชลประทานเพื่อการเกษตร

ชัยศรี และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืน จังหวัดสมุทรสงครามมีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ในจังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อสำรวจ ตรวจสอบคุณภาพน้ำดิบที่นำมาผลิตเพื่อการอุปโภคบริโภคภายในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม จัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แหล่งน้ำจังหวัดสมุทรสงคราม และเสนอแนะแนวทางการดำเนินงานในการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการ อุโภคบริโภค โดยการเก็บตัวอย่างน้ำได้แก่น้ำผิวดินและน้ำบาดาล ในจังหวัดสมุทรสงคราม ในฤดูหนาวในเดือนธันวาคม 2554 ฤดูร้อน เดือนมีนาคม 2555 และฤดูฝน เดือนสิงหาคม 2555 พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2546) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในคลองอัมพวา พบว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี ปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าอยู่ในช่วง 4.5 – 6.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณบีโอดีอยู่ในช่วง 1.2 – 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจานวนแบคทีเรียกลุ่มโคลีฟอร์มสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่าระหว่าง 35,000 – 920,000 MPNต่อ 100 มิลลิลิตร (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 20,000 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร) และมีจานวนแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลีฟอร์มระหว่าง 330 – 4,900 MPNต่อ 100 มิลลิลิตร (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 4,000 MPNต่อ 100 มิลลิลิตร) บริเวณที่พบจานวนแบคทีเรียกลุ่มโคลีฟอร์มค่อนข้างสูงเป็นบริเวณช่วงตลาดปากคลองอัมพวาที่มีการตั้งบ้านเรือนหนาแน่น ส่วนบริเวณที่พบจานวนโคลีฟอร์มแบคทีเรียน้อย คือบริเวณริมสองฝั่งคลองผีหลอก

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปา ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์และนำมาวิเคราะห์ทดสอบที่ห้องปฏิบัติการวิจัยศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยทำการเก็บตัวอย่าง จำนวน 1 ครั้งต่อเดือน จำนวน 6 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่ เดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 ทำการทดลองวิเคราะห์น้ำประปา จำนวน 7 รายการทดสอบ

การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่

1 สี (Color) ใช้วิธีทดสอบ UV-VIS Spectroscopy

2 ความขุ่น (Turbidity) ใช้วิธีทดสอบ Turbidimetric

การทดสอบคุณลักษณะทางเคมี ได้แก่

3 ซัลเฟต (SO_4) ใช้วิธีทดสอบ Turbidimetric

4 ไนเตรท (NO_3) ใช้วิธีทดสอบ Second - derivative UV-VIS

5 ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCo_3$)ใช้วิธีทดสอบ EDTA titrimetric

6 ความกระด้างถาวร (Non-carbonate as $CaCo_3$) ใช้วิธีทดสอบ EDTA titrimetric

7 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids) ใช้วิธีทดสอบ Evapurater at 180 ^{0}C

3.1 วิธีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างน้ำ

เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาทดสอบ ตัวอย่างน้ำจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มน้ำตัวอย่างที่จะต้องทำการวิเคราะห์ให้เร็วที่สุดหรือทันทีที่ได้รับน้ำตัวอย่าง โดยไม่ต้องกรองน้ำตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ ใช้วิเคราะห์พารามิเตอร์ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างน้ำกลุ่ม 1

พารามิเตอร์	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ml)	การกรองน้ำ	การวิเคราะห์
1. สี (Color)	150	x ไม่ต้องกรอง	วิเคราะห์ให้เร็วที่สุด
2. ความขุ่น (Tubidity)	150	x ไม่ต้องกรอง	วิเคราะห์ให้เร็วที่สุด
3.ปริมาณมวลสารทั้งหมด (Total solid)	300	x ไม่ต้องกรอง	วิเคราะห์ให้เร็วที่สุด

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มน้ำตัวอย่างที่ต้องกรองน้ำตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ โดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 42 ใช้วิเคราะห์พารามิเตอร์ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างน้ำกลุ่ม 2

พารามิเตอร์	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ml)	การกรองน้ำ	การวิเคราะห์
1. ซัลเฟต (SO_4^{2-})	150	✓กรองเบอร์ 42	-วิเคราะห์ปกติ
2.ไนเตรต (NO_3)	150	✓กรองเบอร์ 42	-วิเคราะห์ปกติ
3.ปริมาณความกระด้างทั้งหมด	150	✓กรองเบอร์ 42	-วิเคราะห์ปกติ
4.ปริมาณความกระด้างถาวร	250	✓กรองเบอร์ 42	-วิเคราะห์ปกติ

3.2 วิธีการทดสอบคุณภาพน้ำ

วิธีการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีวิธีและขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 3-3 วิธีทดสอบคุณภาพน้ำ

รายการ	วิธีทดสอบ
สี (Color)	UV-VIS Spectroscopy
ความขุ่น (Turbidity)	Turbidimetric
ซัลเฟต (SO_4)	Turbidimetric
ไนเตรท (NO_3)	Second - derivative UV-VIS
ความกระด้างทั้งหมด(Total hardness as $CaCo_3$)	EDTA titrimetric
ความกระด้างถาวร (Non-carbonate as $CaCo_3$)	EDTA titrimetric
ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)	Evapurater at 180 ^{0}C

3.2.1 การวิเคราะห์หาค่าสี (Color)

หลักการ

สีของน้ำเกิดจากการปนเปื้อนของสารต่างๆ ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์และทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ สีในน้ำอาจจะเป็นผลมาจากน้ำนั้นมีอิออนของโลหะในธรรมชาติ เช่น เหล็กและแมงกานีส เป็นต้น สีจำแนกออกเป็น 2 ประเภทคือ สีจริง (Real or true color) และสีปรากฏ (Apparent Color) โดยสีจริง(True color) คือสีของน้ำที่เป็นสีที่วัดได้หรือมองเห็นหลังจากที่แยกเอาสารแขวนลอยที่ทำให้น้ำขุ่นออกไปแล้ว นั่นคือ สีจริงเป็นสีที่เกิดจากสารที่ละลายในน้ำ ส่วนสีปรากฏ (Apparent color) คือสีของน้ำที่เป็นสีที่วัดได้หรือมองเห็นจริงๆในตัวอย่างน้ำโดยไม่มีการแยกเอาสารแขวนลอยที่ทำให้น้ำขุ่นออกไป นั่นคือสีปรากฏเป็นสีที่เกิดจากสารที่ละลายในน้ำและที่ไม่ละลายได้ในน้ำรวมกัน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. Sample cell
2. เครื่อง UV-VIS Spectroscopy
3. บีกเกอร์
4. น้ำกลั่น

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ

-

วิธีการทดสอบ

หาค่าสีในน้ำ โดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ Specord 200 Plus มีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
2. เปิดเครื่อง UV-VIS Spectroscopy
3. ดับเบิ้ลคลิ๊กเข้าโปรแกรม ตรวจวิเคราะห์
4. ตั้งค่าโปรแกรมในการตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 360 – 830 nm
5. นำตัวอย่างน้ำประปาใส่ไปใน Sample cell (1 ตัวอย่างทำ 3 ซ้ำ) จากนั้นนำไปใส่ในช่องใส่ Cell โดยให้ ตำแหน่งที่ 1 เป็น Blank และตำแหน่งที่ 2 เป็นตัวอย่าง
6. กดปุ่ม Start ในคอมพิวเตอร์ จากนั้นรอเครื่องทำการตรวจวัด
7. อ่านค่าสีที่ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์

3.2.2 การวิเคราะห์หาความขุ่น (Turbidity)

บทนำ

ความขุ่นของน้ำเกิดจากการที่มีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำทำ ให้ขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำนั้น เมื่อแสงส่องกระทบสารแขวนลอยจะเกิดการหักแหของแสงอย่างไม่เป็นระเบียบหรือแสงนั้นอาจจะถูกกั้นไม่ให้ทะลุผ่านไปได้ จึงทำให้มองเห็นน้ำนั้นว่าขุ่น สารแขวนลอย เหล่า นี้ ได้แก่ ดินเหนียว อินทรีย์สารอนินทรีย์สาร แพลงตอนและสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ความขุ่นของน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของพื้นท้องน้ำ ความเร็วของน้ำ การใช้ที่ดินต้นน้ำลำธาร การย่อยสลายของพืช อุณหภูมิ เป็นต้น น้ำที่มีความขุ่นมากจะมีผลต่อการนำน้ำนั้นไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การใช้บริโภค การเกษตร และการอุตสาหกรรม

หลักการ

การหาความขุ่นด้วยวิธีนี้ ใช้หลักการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแสงผ่านตัวอย่างน้ำทิ้งกับความเข้มข้นของแสงที่ผ่านสารละลายที่มีความขุ่นมาตรฐาน ถ้ามีความขุ่นของตัวอย่างน้ำทิ้งสูงจะทำให้ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาน้อย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter)
2. Sample Cell
3. บีกเกอร์

สารเคมี

1.สารละลายมาตรฐานความขุ่น (Formazin Turbidity Standard) ที่มีค่าความขุ่น 2,20, 200 และ 4000 NTU

วิธีการทดสอบ

หาค่าความขุ่นในน้ำ โดยใช้เครื่องวัดความขุ่น Hach 2100N Turbidimeter ในการตรวจวัด โดยมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. เปิดเครื่องวัดความขุ่น Hach 2100N Turbidimeter และวอร์มเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 20 - 30 นาที

2.นำสารละลายมาตรฐานความขุ่น (Formazin Turbidity Standard) ที่มีค่าความขุ่น 2,20, 200 และ 4000 NTU ใส่ลงไปใน Sample cell แล้วนำไป calibrate เครื่อง และอ่านค่าที่ได้

3. นำตัวอย่างน้ำประปาใส่ไปใน Sample cell และอ่านค่าที่ได้ (ทำ 3 ซ้ำ ต่อ 1 ตัวอย่าง)

3.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟต (SO_4)

หลักการ

ซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) จะตกตะกอนกับแบเรียมคลอไรด์ ($Bacl_2$) กลายเป็นแบเรียมซัลเฟต ($BaSO_4$) ในสภาวะที่อยู่ในสารละลายกรดอะซิติก ขนาดของผลึกจะมีขนาดเล็ก สามารถดูดกลืนแสงของ ตะกอนแบเรียมซัลเฟต ซึ่งจะแปรโดยตรงกับความเข้มข้นของซัลเฟต ดังนั้นเราสามารถวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตได้จากการดูดกลืนแสงของตะกอนแบเรียมซัลเฟตโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. Magnetic sterier จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่อง UV – VIS จำนวน 1 เครื่อง
3. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เครื่อง
4. บีกเกอร์ขนาด 100 ml จำนวน 8 ใบ
5. ขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ml จำนวน 1 ใบ
6. ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mlจำนวน 1 ใบ
7. ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mlจำนวน 5 ใบ
8. ปิเปตต์ขนาด 10 ml จำนวน 1 อัน
9. ปิเปตขนาด 1 ml จำนวน 1 อัน
10. แท่งแก้วคน
11. ช้อนตักสาร, หลอดหยด

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ

1. แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2.6H_2O$)
2. โซเดียมอะซีเตต ($CH_3COONa.3H_2O$)
3. โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)
4. กรดอะซิติกเข้มข้น (CH_3COOH)
5. แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$)
6. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)

วิธีการทดสอบ

การหาปริมาณซัลเฟตในน้ำ โดยใช้เครื่องวัดความขุ่น Hach 2100N Turbidimeter ในการตรวจวัด โดยมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. วิธีการเตรียมสารละลาย

1.1. การเตรียมสารละลาย Buffer โดยชั่ง แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_6H_2O$) 3 กรัม โซเดียมอะซีเตต ($CH_3COONa.3H_2O$) มา 1.25 กรัม , โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) 0.1 กรัม และปิเปตกรดอะซิติกเข้มข้น (CH_3COOH) 2 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

1.2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมซัลเฟตโดยชั่งโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) มา 0.0148 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 100 ppm จากนั้นปิเปตสารละลายมาตรฐานโซเดียมซัลเฟต 0 5 10 15 20 25 30 35 ml ปรับปริมาตร 100 ml จะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 5 10 15 20 25 30 35 ตามลำดับ

2. วิธีทำกราฟมาตรฐาน

2.1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมซัลเฟตที่มีความเข้มข้น 5 ppm มาเติมผง $BaCl_2$ จำนวน 1 ช้อนเบอร์ 1 แล้วนำไปกวนด้วย Megnetic sterrer เป็นเวลา 5 นาที โดยขณะกวนค่อยๆเติมสารละลายบัฟเฟอร์ทีละน้อย จำนวน 10 ml

2.2. นำไปใส่ Sample cell แล้วนำไปวัดค่าความขุ่น โดยใช้วิธีการทดลองเดียวกันทุกความเข้มข้น

2.3. วิธีการเตรียมน้ำตัวอย่าง ทำได้โดยการนำน้ำตัวอย่างที่เก็บมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 เพื่อเอาพวก insoluble matter เก็บใส่ขวด Polyethylene ปิดจุกขวด

3. การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตในน้ำ

3.1. ปิเปตตัวอย่างน้ำมา 50 ml เติมผง $BaCl_2$ จำนวน 1 ช้อนเบอร์ 1 แล้วนำไปกวนด้วย Megnetic sterrer เป็นเวลา 5 นาที โดยขณะกวนค่อยๆเติมสารละลายบัฟเฟอร์ทีละน้อย จำนวน 10 ml

3.2. นำตัวอย่างน้ำไปใส่ Sample cell แล้วนำไปวัดค่าความขุ่น บันทึกค่าที่ได้

3.2.4 การวิเคราะห์หาไนเตรท (NO_3)

บทนำ

จะพบในปริมาณค่อนข้างน้อยในน้ำธรรมชาติ โดยปกติจะสามารถพบความเข้มข้นของไนเตรท ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตรในน้ำเสียจะมีปริมาณของไนเตรท มากเป็นพิเศษ และอาจทำให้เกิดการเพิ่มประชากรของพืชน้ำอย่างรวดเร็ว และเป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นได้รับผลกระทบจากการลดปริมาณของออกซิเจนในเวลากลางคืนด้วย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Sample cell
2. เครื่อง UV-VIS Spectroscopy
3. บีกเกอร์
4. น้ำกลั่น

สารเคมี

1.สารละลายมาตรฐาน NO_3

วิธีการทดสอบ

หาค่าไนเตรทในน้ำ โดยใช้ UV-VIS Spectroscopy ในการตรวจวัด โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน NO_3 ที่ความเข้มข้น 0.5 1 1.5 2 2.5 mg/l

2. สร้างกราฟมาตรฐานโดยนำสารละลายมาตรฐาน NO_3 ที่ความเข้มข้น 0.5 1 1.5 2 2.5 mg/l มาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยวิธี Second - derivative UV-VIS ที่ความยาวคลื่น 200 – 250 nm บันทึกค่าที่ได้

3. นำตัวอย่างน้ำ(ถ้าขุ่นให้กรอง) มาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยวิธี Second - derivative UV-VIS ที่ความยาวคลื่น 200 – 250 nm บันทึกค่าที่ได้

3.2.5 การวิเคราะห์หาความกระด้างทั้งหมด(Total hardness as $CaCo_3$)

หลักการ

ความกระด้างของน้ำเกิดจากไอออนบวกของโลหะหนักที่มีวาเลนซี +2 ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม สตรอนเทียมและแมงกานีส เนื่องจากธรรมชาติมีแคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่าโลหะชนิดอื่นๆ ดังนั้นการหาความกระด้างจึงหมายถึง การค่าแคลเซียมและแมกนีเซียมและถือเป็นค่าความกระด้างทั้งหมดของน้ำ ส่วนใหญ่น้ำใต้ดินจะมีความกระด้างมากกว่าน้ำผิวดิน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml

2 ขวดปรับปริมาตร ขนาด 50 100 250 ml

3 บิวเรตขนาด 50 ml

4 บีกเกอร์ขนาด 50 ml

5 ปิเปตขนาด 1 25 ml

6 แท่งแก้วคนสาร

7 ช้อนตักสาร หลอดหยด

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ

1 แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2.6H_2O$)

2 EDTA

3 Eriochrome Black T

4 Methylred

5 แคลเซียมคาร์บอเนต $CaCO_3$

6 แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ NH_4OH

7 Ethanol

8 ไฮโดรคลอริก HCL

9 แอมโมเนียมคลอไรด์ NH_4Cl

วิธีการเตรียมสารละลาย

หาปริมาณความกระด้างทั้งหมด(Total hardness as CaCo3)ในน้ำ โดยวิธี EDTA titrimetric โดยมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน EDTA 0.01 M โดยชั่ง EDTA มา 1.862 g ปรับปริมาตรให้ครบ 500 ml ด้วยน้ำกลั่น

2. เตรียม Methyl red indicator ความเข้มข้น 0.1%W/V โดยชั่ง 0.05 g ของ Methyl red ปรับปริมาตรให้ครบ 50 ml ด้วยเอทานอล

3.เตรียมสารละลายมาตรฐาน $CaCO_3$ โดยชั่ง anhydrous $CaCO_3$ 0.25 g (ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml) ค่อยๆหยด 1+1 HCL ลงไปทีละหยดผ่านกรวยแก้วจน $CaCO_3$ ละลายหมดเติมน้ำกลั่นลงไป 50 ml แล้วต้มให้เดือนประมาณ 2 – 3 นาที ทำให้เย็นหยด Methyl red indicator 2-3 หยด ปรับสารละลายให้ได้สีส้มโดยใช้ NH_4OH ถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 250 ml แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 250 ml ด้วยน้ำกลั่น

4.เตรียมสารละลาย Buffer pH = 10 โดยชั่ง EDTA 0.2358 g และ MgCl2.6H2O 0.1288 g ละลายในน้ำกลั่น 10 ml เติมสารละลาย NH_4Cl 3.38 g และ NH_4OH 28.6 ml ผสมให้เข้ากันปรับปริมาตรให้ได้ 50 ml

วิธีการทดลอง

1.Standardize

1.1. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน $CaCO_3$ จำนวน 25 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml

1.2. เติมสารละลาย buffer pH = 10 ลงไป 1 ml

1.3. เติมอินดิเคเตอร์ Eriochrome Black T ลงไปเล็กน้อยเพื่อให้ได้สารละลายที่เปลี่ยนเป็นสีชมพูใส

1.4. นำไปไทเทรตกับสารละลาย EDTA 0.01 M จนถึงจุดยุติ จนได้สารละลายสีน้ำเงินใส (การไทเทรตต้องทำให้เสร็จภายใน 5 นาที)

2. น้ำตัวอย่าง

2.1. นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง 25 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml

2.2. เติมสารละลาย buffer pH = 10 ลงไป 1 ml

2.3. เติมอินดิเคเตอร์ Eriochrome Black T ลงไปเล็กน้อยเพื่อให้ได้สารละลายที่เปลี่ยนเป็นสีชมพูใส

2.4 นำไปไทเทรตกับสารละลาย EDTA 0.01 M จนถึงจุดยุติ จนได้สารละลายสีน้ำเงินใส (ทำ 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่างและ การไทเทรตต้องทำให้เสร็จภายใน 5 นาที)

3.2.6 การวิเคราะห์หาความกระด้างถาวร (Non-carbonate as CaCo3)

หลักการ

เกิดจากอิออนประจุบวกจากสารประกอบแคลเซียมและแมกเนเซียม (หรืออิออน +2, +3)ที่รวมตัวกับอิออนลบซัลเฟต (SO_4^{2-}), คลอไรด์ (Cl^-) หรือไนเตรต(NO_3^-)น้ำกระด้างถาวรไม่สามารถกำจัดโดยการให้ความร้อนได้ แต่สามารถทำให้สารละลายเกลือตกตะกอนและคัดแยกทีหลังได้ วิธีทำให้ตกตะกอนสามารถใช้ปูนขาวและโซดาแอชเติมลงในน้ำกระด้างถาวร

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml

2 ขวดปรับปริมาตร ขนาด 50 100 250 ml

3 บิวเรตขนาด 50 ml

4 บีกเกอร์ขนาด 50 ml

5 ปิเปตขนาด 1 25 ml

6 แท่งแก้วคนสาร

7 ช้อนตักสาร หลอดหยด

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ

1 แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2.6H_2O$)

2 EDTA

3 Eriochrome Black T

4 Methylred

5 แคลเซียมคาร์บอเนต $CaCO_3$

6 แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ NH_4OH

7 Ethanol

8 ไฮโดรคลอริก HCL

9 แอมโมเนียมคลอไรด์ NH_4Cl

วิธีการเตรียมสารละลาย

หาปริมาณความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as CaCo3)ในน้ำ โดยวิธี EDTA titrimetric โดยมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน EDTA 0.01 M โดยชั่ง EDTA มา 1.862 g ปรับปริมาตรให้ครบ 500 ml ด้วยน้ำกลั่น

2. เตรียม Methyl red indicator ความเข้มข้น 0.1%W/V โดยชั่ง 0.05 g ของ Methyl red ปรับปริมาตรให้ครบ 50 ml ด้วยเอทานอล

3.เตรียมสารละลายมาตรฐาน $CaCO_3$ โดยชั่ง anhydrous $CaCO_3$ 0.25 g (ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml) ค่อยๆหยด 1+1 HCL ลงไปทีละหยดผ่านกรวยแก้วจน $CaCO_3$ ละลายหมดเติมน้ำกลั่นลงไป 50 ml แล้วต้มให้เดือนประมาณ 2 – 3 นาที ทำให้เย็นหยด Methyl red indicator 2-3 หยด ปรับสารละลายให้ได้สีส้มโดยใช้ NH_4OH ถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 250 ml แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 250 ml ด้วยน้ำกลั่น

4.เตรียมสารละลาย Buffer pH = 10 โดยชั่ง EDTA 0.2358 g และ MgCl2.6H2O 0.1288 g ละลายในน้ำกลั่น 10 ml เติมสารละลาย NH_4Cl 3.38 g และ NH_4OH 28.6 ml ผสมให้เข้ากันปรับปริมาตรให้ได้ 50 ml

วิธีการทดลอง

1.Standardize

1.1. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน $CaCO_3$ จำนวน 25 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml

1.2. เติมสารละลาย buffer pH = 10 ลงไป 1 ml

1.3. เติมอินดิเคเตอร์ Eriochrome Black T ลงไปเล็กน้อยเพื่อให้ได้สารละลายที่เปลี่ยนเป็นสีชมพูใส

1.4. นำไปไทเทรตกับสารละลาย EDTA 0.01 M จนถึงจุดยุติ จนได้สารละลายสีน้ำเงินใส (การไทเทรตต้องทำให้เสร็จภายใน 5 นาที)

2. น้ำตัวอย่าง

2.1. นำน้ำตัวอย่างไปต้มให้เดือดนาน 30 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ปิเปตน้ำที่ผ่านการกรอง จำนวน 25 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml

2.2. เติมสารละลาย buffer pH = 10 ลงไป 1 ml

2.3. เติมอินดิเคเตอร์ Eriochrome Black T ให้ได้สารละลายที่เปลี่ยนเป็นสีชมพูใส

2.4. นำไปไทเทรตกับสารละลาย EDTA 0.01 M จนถึงจุดยุติ จนได้สารละลายสีน้ำเงินใส (ทำ 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่างและ การไทเทรตต้องทำให้เสร็จภายใน 5 นาที)

3.2.7 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids , TDS)

หลักการ

Total Dissolved Solid, TDS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสามารถไหลผ่านกระดาษกรองเมื่อปริมาณสารแขวนลอยออกหมดแล้ว เอาน้ำใสที่ผ่านกระดาษกรองใยแก้วไประเหยจะหาปริมาณสารละลายได้ TDS มีหน่วยเป็น มก./ลบ.ดม.

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. ถ้วยกระเบื้อง จำนวน 3 ใบ
2. เครื่องอังน้ำ จำนวน 1 เครื่อง
3. ตู้อบ จำนวน1 เครื่อง
4. โถดูดความชื้น จำนวน 1 โถ
5. เครื่องชั่งละเอียด จำนวน 1 เครื่อง
6. กระบอกตวง จำนวน 1 อัน

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ

-

วิธีการทดสอบ

หาค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้โดย Evapurater at 180 ^{0}C มีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. นำถ้วยกระเบื้องไปอบที่ อุณหภูมิ 180 ^{0}C จำนวน2 ชม.
2. ทิ้งไว้ให้เย็นใน Desicator ชั่งน้ำหนัก
3. กรองน้ำตัวอย่าง 100 ml ใส่ในถ้วยกระเบื้อง นำไปอังบน Water bate จนน้ำแห้ง
4. นำถ้วยกระเบื้องไปอบที่ อุณหภูมิ 180 ^{0}C จำนวน 1 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นใน Desicator ชั่งน้ำหนัก
5. ทำซ้ำข้อที่ 5 จนกว่าน้ำหนักที่ชั่งได้คงที่ หรือน้ำหนักลดลงน้อยกว่า 4 % ของการชั่งครั้งที่แล้ว

3.3 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3-4 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลา (เดือน) (เริ่ม กุมภาพันธ์ 63 - สิ้นสุด สิงหาคม 63)							ร้อยละของกิจกรรม
	1	2	3	4	5	6	7	
1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←	→						5
2.กำหนดรายละเอียดในการดำเนินงานวิจัย	←	→						5
3.ดำเนินการเตรียมอุปกรณ์ /เครื่องมือที่ใช้ทดลอง		↔						5
4.เก็บตัวอย่าง/เตรียมตัวอย่าง		←	—	—	→			15
5.ทำการทดลองวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ 1.สี 2.ความขุ่น คุณลักษณะทางเคมี 3.ซัลเฟต (SO_4) 4.ไนเตรท (NO_3) 5.ความกระด้างทั้งหมด 6.ความกระด้างถาวร 7.ปริมาณสารทั้งหมด		←	—	—	→			20
6.วิเคราะห์ข้อมูล		←	—	—	→			20
7.แปรผลและสรุปผลการทดลอง		←	—	—	—	→		20
8.จัดทำคู่มือและรายงาน						↔		10

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยทำการทดลองวิเคราะห์น้ำประปา จำนวน 7 รายการทดสอบ

รายการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่

1 สี (Color)

2 ความขุ่น (Turbidity)

รายการทดสอบคุณลักษณะทางเคมี ได้แก่

3 ซัลเฟต (SO_4)

4 ไนเตรท (NO_3)

5 ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCo_3$)

6 ความกระด้างถาวร (Non-carbonate as $CaCo_3$)

7 ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)

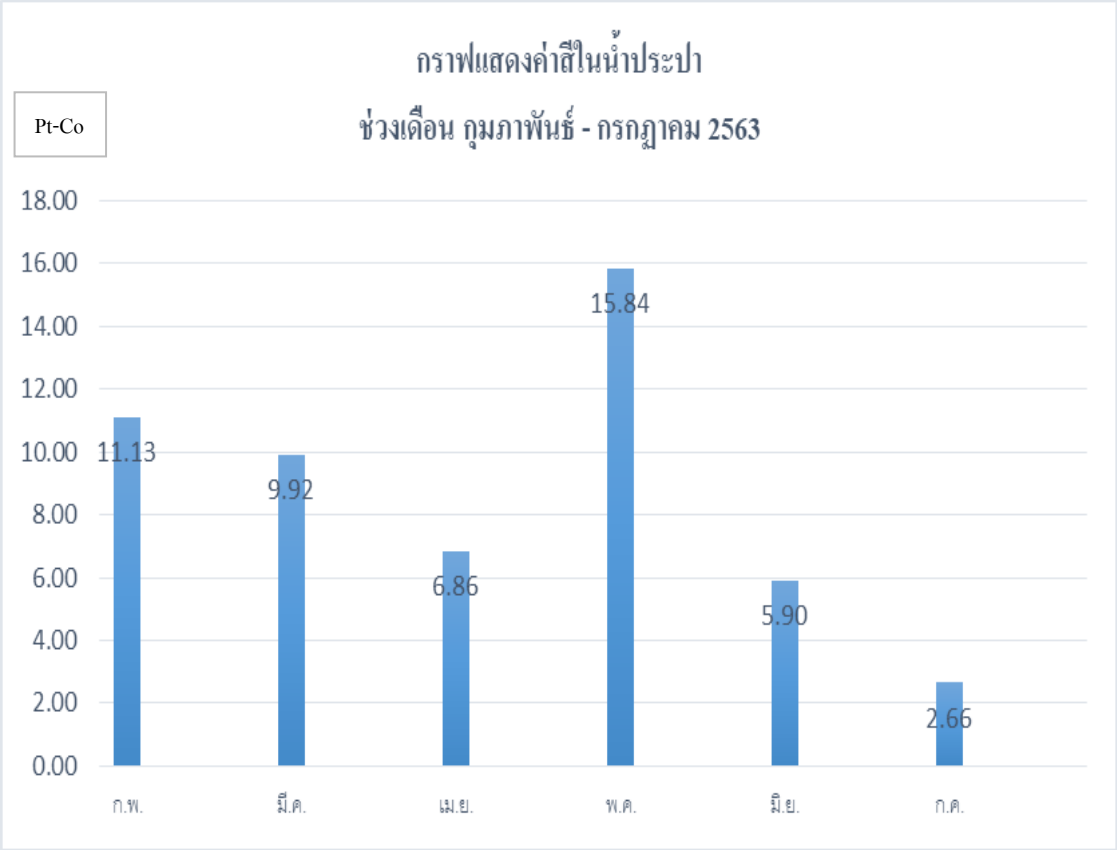
โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 1 ครั้งต่อเดือน จำนวน 6 เดือน เริ่มตั้งแต่ เดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ มาวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลตามช่วงระยะเวลาต่างๆ คือ ทุกๆ เดือน โดยหาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย โดยวิธีเลขคณิต (Arithmetic Mean) สร้างกราฟเพื่อนำเสนอภาพรวมที่ได้จากการวิเคราะห์ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4 -1 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำ

รายการทดสอบ	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	เฉลี่ย	Max	Min
1.สี	11.13	9.92	6.86	15.84	5.9	2.66	8.72	15.84	2.66
2.ความขุ่น	2.37	0.77	1.22	4.57	0.59	1.14	1.77	4.57	0.59
3.ซัลเฟต	98.3	49.6	100.8	69.2	115.3	84.3	86.25	115.3	49.6
4.ไนเตรท	0.7	0.76	0.33	2.17	3.38	0.02	1.23	3.38	0.02
5.ความกระด้างทั้งหมด	121	110	180	60	59	37	94.50	180	37
6.ความกระด้างถาวร	73	60	151	25	20	24	58.83	151	20
7.ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้	311	272	245	484	696	698	451	698	245

4.1 สี (Color)

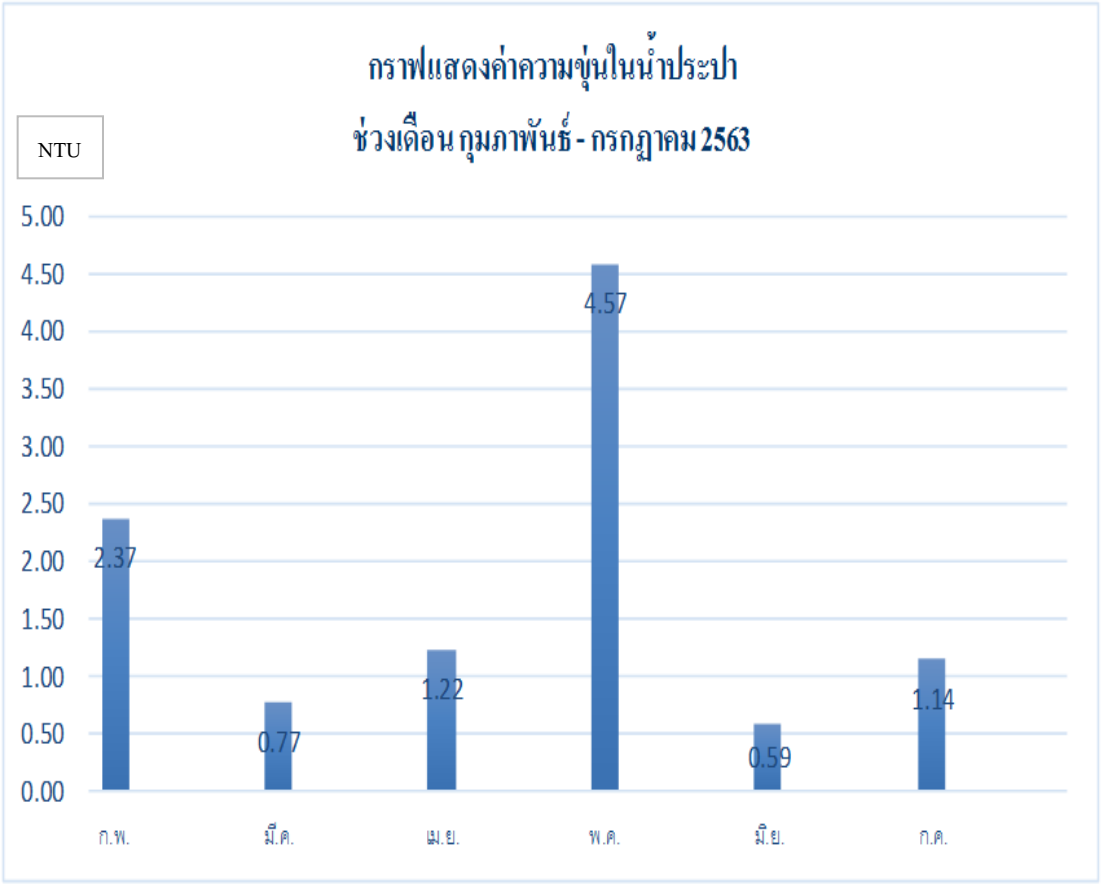
จากการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของสีในตัวอย่างน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของสีในน้ำอยู่ที่ 8.72 แพลทินัม-โคบอลด์ มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม เท่ากับ 15.84 แพลทินัม-โคบอลด์ และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม อยู่ที่ 2.66 แพลทินัม-โคบอลด์ โดยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่า ค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4-1 กราฟแสดงค่าสีในน้ำประปา
ช่วงเดือน กุมภาพันธ์- กรกฎาคม 2563

4.2 ความขุ่น (Turbidity)

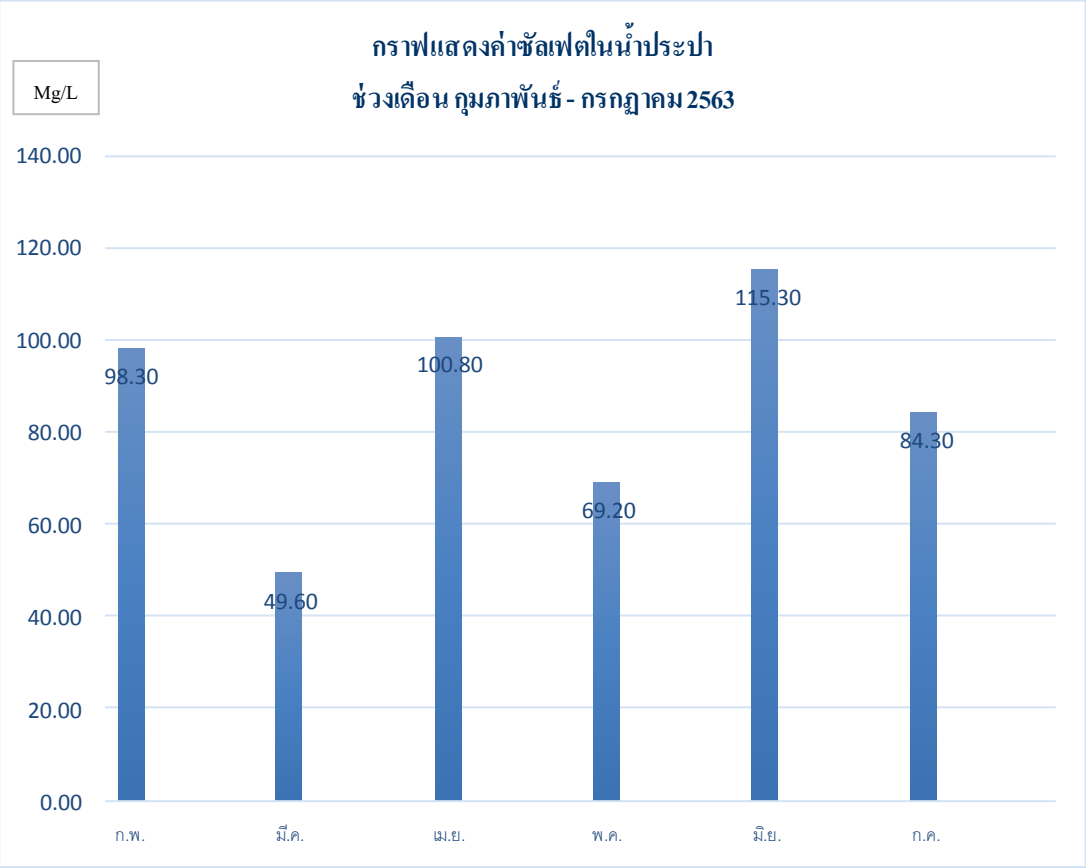
จากการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของความขุ่นในตัวอย่างน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความขุ่นในน้ำอยู่ที่ 1.77 NTU มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 4.57 NTU และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายน อยู่ที่ 0.59 NTU โดยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4-2 กราฟแสดงค่าความขุ่นในน้ำประปา
ช่วงเดือน กุมภาพันธ์- กรกฎาคม 2563

4.3 ซัลเฟต (SO_4)

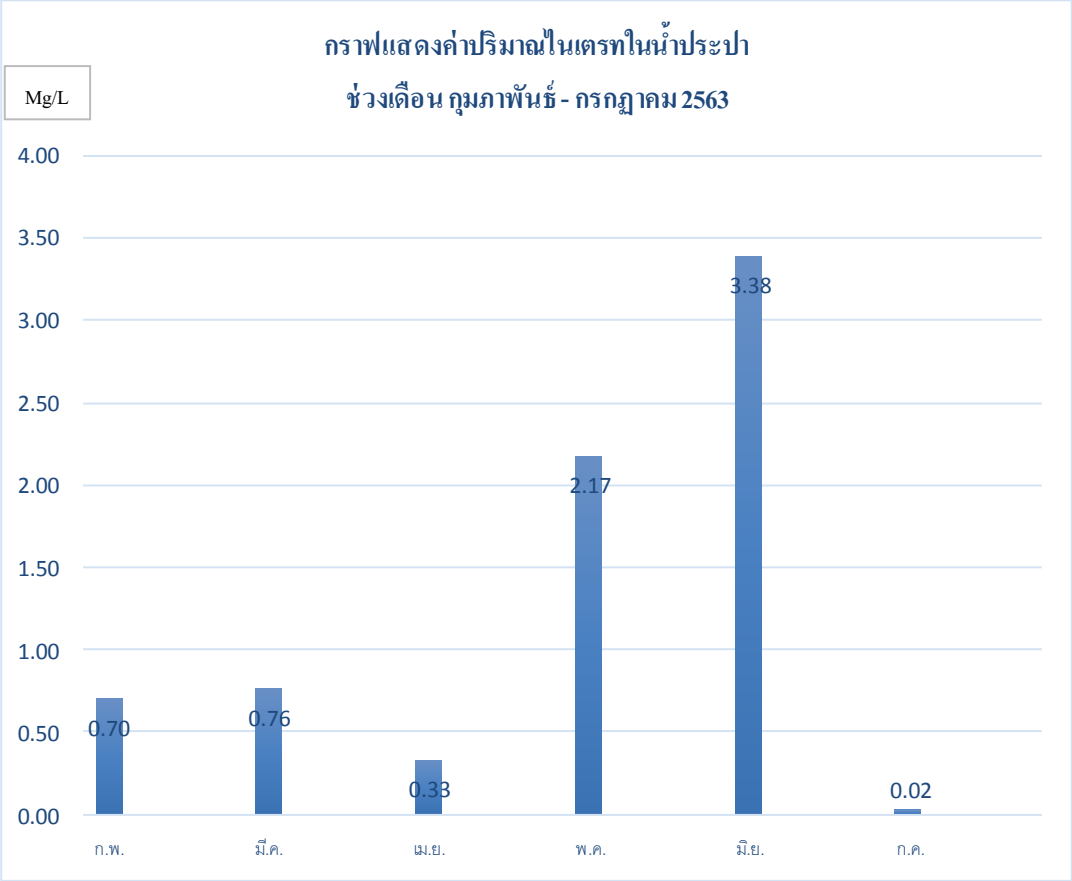
จากการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีของซัลเฟต(SO_4) ในตัวอย่างน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของซัลเฟตในน้ำอยู่ที่ 86.25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายน เท่ากับ 115.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคม อยู่ที่ 49.6 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4-3 กราฟแสดงค่าซัลเฟตในน้ำประปา
ช่วงเดือน กุมภาพันธ์- กรกฎาคม 2563

4.4 ไนเตรท (NO_3)

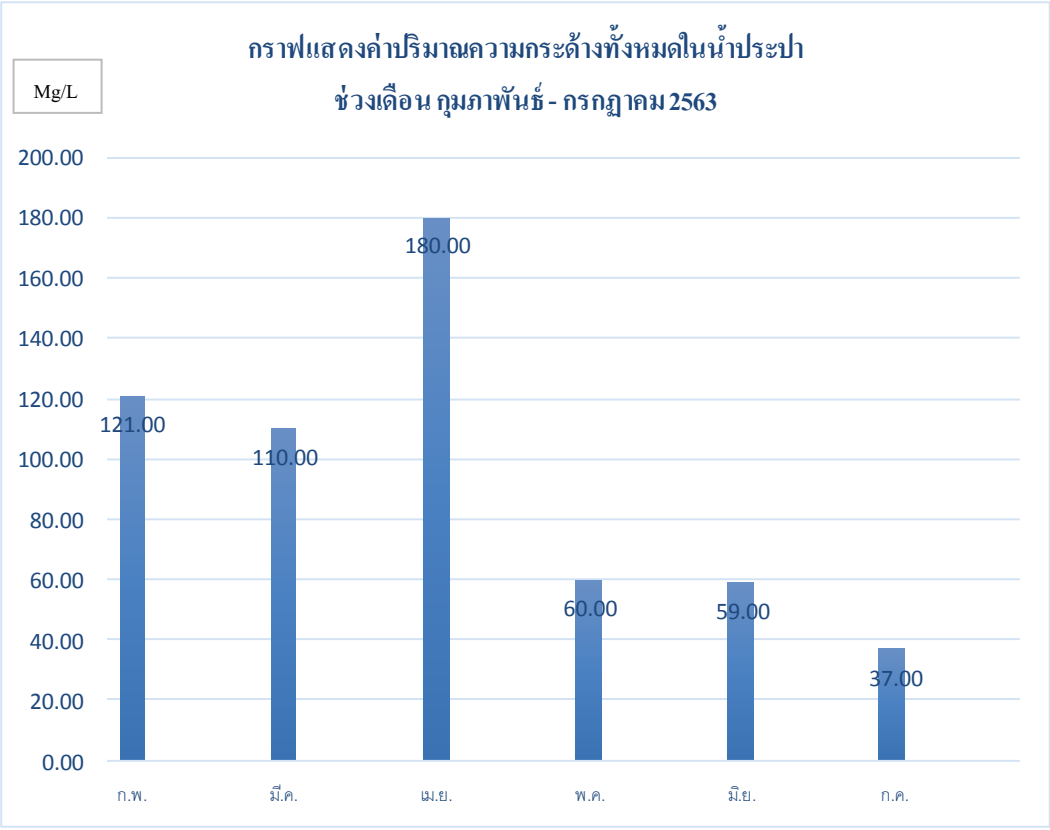
จากการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีของไนเตรท ในตัวอย่างน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของไนเตรท ในน้ำอยู่ที่ 1.23 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายน เท่ากับ 3.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม อยู่ที่ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4-4 กราฟแสดงค่าไนเตรท ในน้ำประปา
ช่วงเดือน กุมภาพันธ์- กรกฎาคม 2563

4.5 ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCo_3$)

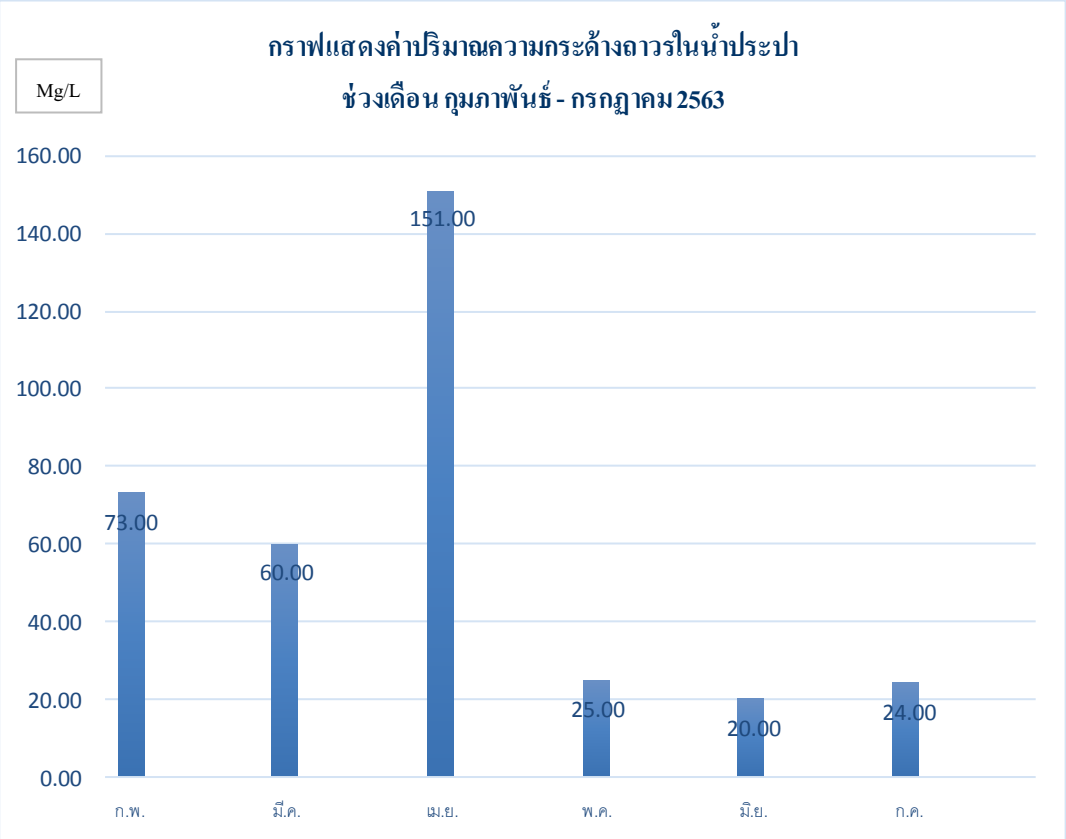
จากการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีของความกระด้างทั้งหมด ในตัวอย่างน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความกระด้างทั้งหมดในน้ำอยู่ที่ 94.50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน เท่ากับ 180 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม อยู่ที่ 37 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4-5 กราฟแสดงค่าปริมาณความกระด้างทั้งหมดในน้ำประปา
ช่วงเดือน กุมภาพันธ์- กรกฎาคม 2563

4.6 ความกระด้างถาวร (Non-carbonate as $CaCo_3$)

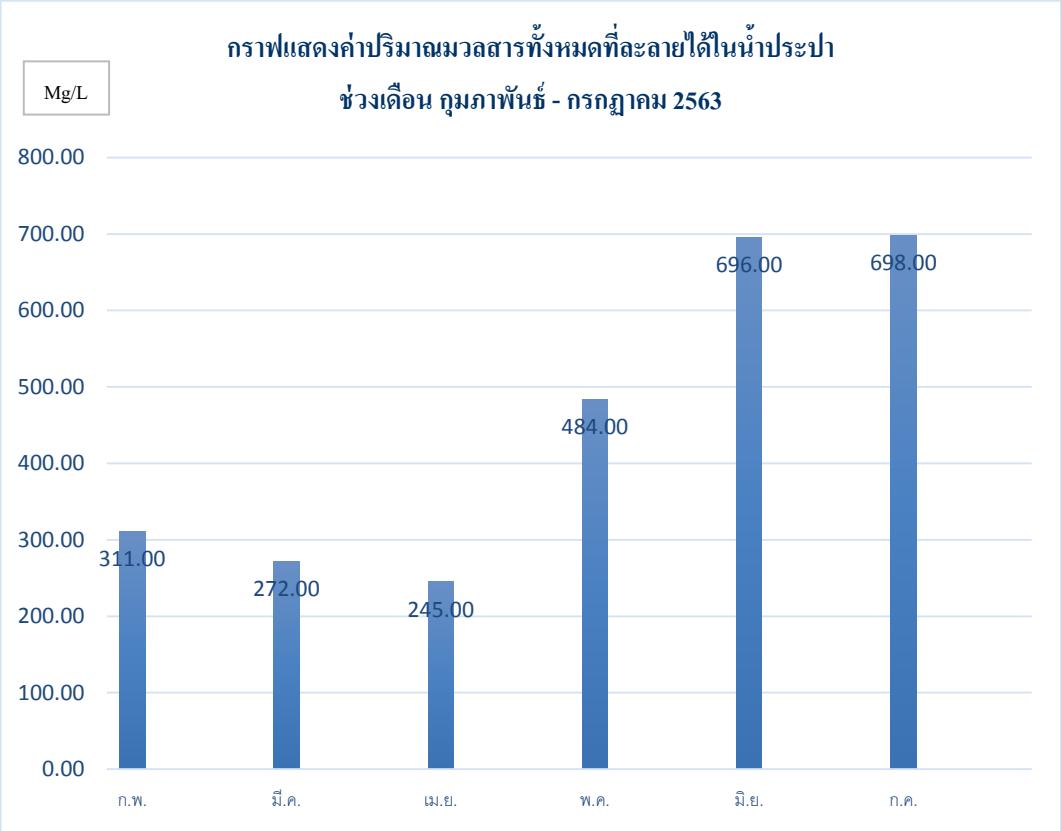
จากการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีของความกระด้างถาวรในตัวอย่างน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความกระด้างถาวรในน้ำอยู่ที่ 58.83 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน เท่ากับ 151 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายน อยู่ที่ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4-6 กราฟแสดงค่าความกระด้างถาวรในน้ำประปา
ช่วงเดือน กุมภาพันธ์- กรกฎาคม 2563

4.7 ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)

จากการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีของปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ในตัวอย่างน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำอยู่ที่ 451 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม เท่ากับ 698 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนเมษายน อยู่ที่ 245 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4-7 กราฟแสดงปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ ในน้ำประปา ช่วงเดือน กุมภาพันธ์- กรกฎาคม 2563

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยทำการทดลองวิเคราะห์น้ำประปา จำนวน 7 รายการทดสอบ

รายการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่

1 สี (Color) โดยวิธีทดสอบ UV-VIS Spectroscopy

2 ความขุ่น (Turbidity) โดยวิธีทดสอบ Turbidimetric

รายการทดสอบคุณลักษณะทางเคมี ได้แก่

3 ซัลเฟต (SO_4) โดยวิธีทดสอบ Turbidimetric

4 ไนเตรท (NO_3) โดยวิธีทดสอบ Second - derivative UV-VIS

5 ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCo_3$) โดยวิธีทดสอบ EDTA titrimetric

6 ความกระด้างถาวร (Non-carbonate as $CaCo_3$) โดยวิธีทดสอบ EDTA titrimetric

7 ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids) โดยวิธีทดสอบ Evapurater at 180 ^{0}C

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปาที่นำมาใช้ในการอุปโภค บริโภค ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพของน้ำประปา ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ให้ดีขึ้น และเสนอแนะแนวทางวิธีการในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานต่อไป โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปา จำนวน 1 ครั้งต่อเดือน จำนวน 6 เดือน เริ่มตั้งแต่ เดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม 2563 และนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ มาวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลตามช่วงระยะเวลาต่างๆ คือ ทุกๆ เดือน โดยหาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย โดยวิธีเลขคณิต (Arithmetic Mean) สร้างกราฟเพื่อนำเสนอภาพรวมที่ได้จากการวิเคราะห์ ทำการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา จำนวน 7 รายการทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดคุณลักษณะทางกายภาพ คือ ค่าสีของน้ำ ค่าความขุ่นของน้ำ และคุณลักษณะทางเคมีของน้ำ คือ ค่าซัลเฟต ไนเตรท ความกระด้างทั้งหมด ความกระด้างถาวร และ

ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมดของน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ตัวอย่างน้ำประปาที่เก็บมานั้น บางรายการทดสอบต้องทำการวิเคราะห์ทดสอบทันที และต้องเก็บตัวอย่างน้ำไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียสเพื่อรักษาสภาพน้ำก่อนนำมาวิเคราะห์

5.2.2 มหาวิทยาลัยควรส่งน้ำประปามาให้ศูนย์วิทยาศาสตร์ทดสอบคุณภาพเป็นประจำทุกเดือน อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อจะได้ทราบคุณภาพของน้ำประปาที่จะนำไปใช้อุปโภคบริโภคภายในมหาวิทยาลัยว่ามีความปลอดภัย อยู่ในเกณฑ์ตามที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่ โดยถ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผู้ใช้น้ำจะได้รู้สึกเชื่อมั่น และปลอดภัย แต่ถ้าไม่อยู่ตามเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดจะได้หาแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพน้ำต่อไป

บรรณานุกรม

กรมอนามัย . **การตรวจวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมในห้อง ปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2539.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏจันทรเกษม, 2549.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. **เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และดร.มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ. (2551, 21 พฤษภาคม). **ราชกิจจานุเบกษา.** เล่ม 125 ตอนพิเศษ 85 ง. หน้า 15- 18

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , APHA/AWWA /WEF , 22nd Edition, 2017, part 2540 D.

ภาคผนวก ก

บันทึกข้อความ เรื่องขอส่งผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำประปา

ให้งานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อมเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนสิงหาคม พ.ศ.2563

ที่ ศธ ๐๕๓๙.๓ /๖๙

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ถนนสระบุรี - หล่มสัก
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
๖๗๐๐๐

๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๙

เรื่อง ส่งผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

เรียน ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายภูมิทัศน์ หัวหน้างานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม

อ้างถึง หนังสือ ขอตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
ลงวันที่ ๑๓ กันยายน ๒๕๖๑ และ วันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จำนวน ๒ แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง งานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม กองกลาง สำนักงานอธิการบดี ได้ขอให้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์น้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ดังรายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ มูลศรี)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทร. ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๒ ต่อ ๒๗๐๕
โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๓

ที่ ศธ ๐๕๓๙.๓ /๑๒๖

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ถนนสระบุรี - หล่มสัก
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
๖๗๐๐๐

๗ เมษายน ๒๕๖๓

เรื่อง ส่งผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

เรียน ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายภูมิทัศน์ หัวหน้างานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม

อ้างถึง หนังสือ ขอตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
ลงวันที่ ๑๓ กันยายน ๒๕๖๒ และ วันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จำนวน ๔ แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง งานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม กองกลาง สำนักงานอธิการบดี ได้ขอให้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์น้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ดังรายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ มูลศรี)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทร. ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๒ ต่อ ๒๗๐๕
โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๓

ที่ ศธ ๐๕๓๙.๓ /๑๔๗

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ถนนสระบุรี - หล่มสัก
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
๖๗๐๐๐

๑๕ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ส่งผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

เรียน ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายภูมิทัศน์ หัวหน้างานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม

อ้างถึง หนังสือ ขอตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
ลงวันที่ ๑๓ กันยายน ๒๕๖๒ และ วันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จำนวน ๔ แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง งานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม กองกลาง สำนักงานอธิการบดี ได้ขอให้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์น้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ดังรายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ มูลศรี)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทร. ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๒ ต่อ ๒๗๐๕
โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๓

ที่ ศธ ๐๕๓๙.๓ /๑๙๗

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ถนนสระบุรี - หล่มสัก
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
๖๗๐๐๐

๑๙ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ส่งผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

เรียน ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายภูมิทัศน์ หัวหน้างานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม

อ้างถึง หนังสือ ขอตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
ลงวันที่ ๑๓ กันยายน ๒๕๖๒ และ วันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จำนวน ๔ แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง งานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม กองกลาง สำนักงานอธิการบดี ได้ขอให้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์น้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ดังรายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ มูลศรี)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทร. ๐-๕๖๗๓-๗๑๒๒ ต่อ ๒๗๐๕
โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๓

ที่ ศธ ๐๕๓๙.๓ /๒๙๓

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ถนนสระบุรี - หล่มสัก
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
๖๗๐๐๐

๔ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ส่งผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

เรียน ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายภูมิทัศน์ หัวหน้างานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม

อ้างถึง หนังสือ ขอตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
ลงวันที่ ๑๓ กันยายน ๒๕๖๒ และ วันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จำนวน ๒ แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง งานพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม กองกลาง สำนักงานอธิการบดี ได้ขอให้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์น้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ดังรายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ มูลศรี)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทร. ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๒ ต่อ ๒๗๐๕
โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๗๑๒๓

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวขนิษฐา ศรีสวัสดิ์
Miss. Kanittha srisawat
2. หมายเลขบัตรประชาชน 1510100192487
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (สายสนับสนุน)
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 091-8595122 E-mail : Kanittha.sri@pcru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา วทบ. (เคมี) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
- เคมีวิเคราะห์
- เคมีอินทรีย์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย (หัวหน้าโครงการวิจัยและดำเนินการเสร็จสิ้น)
-การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตาลทรายตามมาตรฐาน ICUMSA ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทวิจัยสถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์