

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำแบบง่าย

The study on physical qualities of the groundwater filtered by simple water filters

โรสลีนา จาราวะ ซาลิฮา นามายัม และรุสนี อีแตะ

Roseleena Jarawae^{*} Saliha Namayam and Rusnee E-tea

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000

*Corresponding author. E-mail : roseleena.y@yru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย โดยสร้างชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำและสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย สำหรับการทดลองหาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน สำหรับส่วนที่ 1 ศึกษาอัตราการไหลของน้ำเมื่อผ่านสารกรองแต่ละชนิด ได้แก่ สารกรอง ททราย คาร์บอน เมงกานีส แอนทราไซด์ และเรซิน จากการทดลองพบว่า อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรอง ททราย คาร์บอน เมงกานีส แอนทราไซด์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ $25 \times 10^{-3} - 27 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ แต่เมื่อนำตัวอย่างน้ำผ่านสารกรองเรซิน พบว่าค่าอัตราการไหลของน้ำมีค่าที่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ $8.22 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ส่วนที่ 2 ศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านชุดทดสอบที่ผ่านสารกรองทุกชนิด โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรอง 4 ชนิด ได้แก่ ททราย คาร์บอน เมงกานีส และ แอนทราไซด์ กับ อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรอง 5 ชนิด ได้แก่ ททราย คาร์บอน เมงกานีส แอนทราไซด์ และ เรซิน ผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างน้ำที่ผ่านสารกรอง 4 ชนิด มีอัตราการไหลเท่ากับ $27.28 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ และชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรอง 5 ชนิด มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ $8.10 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ สำหรับการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 550 nm ของตัวอย่างน้ำทั้ง 5 พื้นที่ ได้แก่ ปลาย 1 ปลาย 2 ไส้กรอง 1 ไส้กรอง 2 และตือเบาะ ก่อนผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำค่าการดูดกลืนแสงมีค่าเท่ากับ 0.040 0.021 0.034 0.010 และ 0.018 ตามลำดับ และหลังผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำค่าการดูดกลืนแสงมีค่าเท่ากับ 0.005 0.012 0.020 0.007 และ 0.007 ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่าก่อนและหลังผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ น้ำจากพื้นที่ปลาย 1 มีค่าการดูดกลืนแสงมากที่สุดและน้อยที่สุด จากนั้นนำตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ปลาย 1 ทดสอบผ่านเครื่องกรองน้ำขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของความเป็นกรดด่าง (pH ที่ 25 °C) ความขุ่น ของแข็งละลายทั้งหมด ปริมาณคลอไรด์ ความกระด้าง ซัลเฟต ไนเตรต และเหล็ก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.9, 2.12 NTU, 244 mg/L, 4.49 mg/L, 0 mg/L, 83.50 mg/L, 0.7 mg/L และ 0.14 mg/L ตามลำดับ โดยค่าดังกล่าวผ่านข้อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ ตามมาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อม ดังนั้น เครื่องกรองน้ำขนาดเล็กที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำบาดาลและสามารถนำมาใช้สำหรับบริโภคได้

คำสำคัญ: สมบัติทางกายภาพ น้ำบาดาล เครื่องกรองน้ำ

Abstract

This research aims to study the physical properties of the groundwater through a simple water filter by creating a water flow rate tester and a simple water filter. For the experiment of the flow rate of water through the test flow rate of the water, the study was divided into two parts. For the first part, the rate of water flow through the each filter material all of 5 types (sand, carbon, manganese, anthracite and resins). The results found that the flow of water through the sand, carbon, manganese and anthracite were the same as value was $25 \times 10^{-3} - 27 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. When the water sample through resins, the rate of flow of water was difference as shown the value of $8.22 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. In the second part, the flow rates of the water through four types (sand, carbon, manganese and anthracite) and five types (sand, carbon, manganese, anthracite and resins) of filters were considered. The results showed that flow rate of $27.28 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ was found in water samples which were filtered through four types of filter, whereas water samples which were filter through five filters types showed the average flow rate of $8.10 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. The absorption of light at a wavelength of 550 nm of water samples from 5 areas (Palas 1, the Palas 2, the Sarong 1, the Sarong 2 and the Tebah) before flow rate testing were 0.040, 0.021, 0.034, 0.010 and 0.018, respectively and after the flow rate of water absorption were 0.005, 0.012, 0.020, 0.007 and 0.007, respectively. The flow rate testing of tests before and after showed that water from Palas 1 has the highest and lowest absorption values. Water from Palas 1 areas was further detected to analyze the physical properties. The results determined that the pH, turbidity, total dissolved solids (TDS), chloride, hardness, sulfate, nitrate and iron were 7.9 pH at 25 °C, 2.12 NTU, 244 mg/L, 4.49 mg /L, 0 mg /L, 83.5 mg/L, 0.7 mg/L, 0.14 mg/L, respectively. The values is on standards for water consumption, according to bureau of environment health. Therefore, small water filters constructed in this research can improve the quality of groundwater and can be used for consumption.

Keywords: Physical properties, groundwater, water Filter

บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศเพราะน้ำเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต ปัจจุบันประชากรของโลกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งน้ำที่มีอยู่ในโลกนี้ส่วนมากจะอยู่ในมหาสมุทรประมาณร้อยละ 97 ส่วนน้ำในแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินที่สามารถนำมาใช้นั้นมีเพียงร้อยละ 0.63 เท่านั้น

นอกนั้นเป็นน้ำแข็งอยู่ที่ขั้วโลก [1] น้ำที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นน้ำที่ได้จากฝนที่ตกลงสู่พื้นโลก ในขณะที่น้ำฝนตกลงผ่านบรรยากาศของโลก ซึ่งละลายเอาก๊าซและสารต่างๆ ในบรรยากาศไว้ด้วยรวมทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้น้ำไม่บริสุทธิ์ก่อให้เกิดปัญหาเมื่อนำน้ำมาใช้ประโยชน์ น้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำสำคัญที่มีการพัฒนาขึ้นมาใช้เพื่ออุปโภคบริโภค เกษตรกรรม ปศุสัตว์และอุตสาหกรรม ชั้นน้ำบาดาล เป็นชั้นหินหรือชั้นตะกอนที่มีสมบัติยอมให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างตะกอน

กว้าง หรือมีโพรงหรือรอยแตกต่อเนื่องกัน จึงทำให้เก็บน้ำไว้ได้เป็นปริมาณมากจนกลายเป็นน้ำใต้ดิน [2] ซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติแหล่งหนึ่งที่ให้ปริมาณน้ำได้มากแต่ก็มีปัญหาในเรื่องคุณภาพทางด้านกายภาพ ซึ่งมีแร่ธาตุชนิดต่างๆ เจือปนอยู่ในระดับเกินมาตรฐาน อีกทั้งมีปริมาณเหล็กและแมงกานีสสูง การที่น้ำบาดาลมีความกระด้าง เหล็ก และแมงกานีสสูงจะทำให้เกิดผลเสียหาย กล่าวคือ น้ำจะมีสีเหลืองหรือสีแดง มีรส และมีกลิ่น ซึ่งก่อให้เกิดคราบตามภาชนะ สุขภัณฑ์และอุปกรณ์ต่างๆ

การปรับปรุงคุณภาพของน้ำบาดาลสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้วิธีการออกซิเดชัน [3,4] การให้น้ำผ่านชั้นกรองต่างๆ [5] การใช้ระบบ PAC- MBR (Powdered activated carbon-amended membrane bioreactor) [6] หรือการใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต [7] เป็นต้น ซึ่งวิธีการดังกล่าว ทำให้น้ำบาดาลมีความบริสุทธิ์มากขึ้น สามารถลดจำนวนเหล็ก แมงกานีส และแอมโมเนียและเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำบาดาล

ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของการนำน้ำบาดาลมาใช้เพื่ออุปโภคและบริโภคของคนในพื้นที่ ซึ่งยังประสบปัญหาจากการใช้น้ำบาดาลมีการปนเปื้อนต่างๆ โดยในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างน้ำบาดาลและสร้างเครื่องกรองขนาดเล็ก และวิเคราะห์คุณภาพของน้ำบาดาลเพื่อให้ผ่านข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพของน้ำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคได้ [8]

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ตัวอย่างน้ำบาดาล

ในการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจะเลือกพื้นที่ที่มีน้ำบาดาลที่มีลักษณะของน้ำเป็นสีแดงหรือสีเหลือง ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจาก 5 พื้นที่ ได้แก่ ปาลัส 1 ปาลัส 2 ไส่รัง 1 ไส่รัง 2 และ ตือเปาะ

2. การสร้างชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ

สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดรายละเอียดของชุดทดสอบอัตราการไหลดังนี้

2.1 เพื่อทำฐานของชุดทดสอบ นำไม้ 1 อัน ขนาดความกว้าง 19 เซนติเมตร ยาว 29 เซนติเมตร และเพื่อทำแกนยึดทั้งสองข้าง นำไม้ 2 อัน ขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 59 เซนติเมตร นำไม้ทั้ง 3 อัน มาประกอบ

2.2 นำเส้นลวดมาซึ่งไว้ที่ไม้ทั้ง 2 ด้าน ที่ตำแหน่งความสูงจากพื้น 40 เซนติเมตร

2.3 ตัดขวดพลาสติกให้ได้ขนาดความยาว 49.60 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.50 เซนติเมตรและวางตำแหน่งของขวดพลาสติกสูงจากพื้น 23.00 เซนติเมตร

2.4 ตัดผ้าขาวบางให้ได้ขนาดความกว้าง 8.50 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตร แล้วนำมามัดที่ปากขวดเพื่อไม่ให้สารกรองไหลออก

2.5 จากขั้นตอนที่ 1-4 ได้ชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ ดัง Figure 1.



Figure 1. The water flow rate tester

3. การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำจากชุดทดสอบ

ในการศึกษาอัตราการไหลของน้ำจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรองแต่ละชนิด ได้แก่ ททราย แอนทราไซต์ แมงกานีสคาร์บอน เรซิน และ ส่วนที่ 2 ทำการศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรองทุกชนิดในชุดทดสอบเดียวกัน

และนำตัวอย่างน้ำบาดาลไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงก่อนและหลังผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ

ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรองแต่ละชนิด

1. เพื่อทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรองแต่ละชนิด จึงทำการเตรียมตัวอย่างน้ำบาดาลจากพื้นที่ ปาลัส 1 ในปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
2. นำสารกรองทรายใส่ลงไปในชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำดัง Figure 1. โดยกำหนดความหนาของสารกรอง 6.50 เซนติเมตร
3. ทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรองแต่ละชนิด ดังสมการที่ (1) [9] โดยกำหนดเวลาในการทดสอบ 1 นาที

$$Q=AV \quad (1)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)

A คือ พื้นที่หน้าตัดการไหล (m^2)

v คือ ความเร็วเฉลี่ยของการไหล (m/s)

4. ทำการทดสอบอัตราการไหลของน้ำเป็นจำนวน 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยบันทึกผลการทดสอบลงใน Table 1.
5. ทำข้อ 2-4 ซ้ำ โดยเปลี่ยนสารกรองเป็น แอนทราไซด์ แมงกานีส คาร์บอน และ เรซิน ใส่ลงในชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำแต่ละชุด

ส่วนที่ 2 ศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรองทุกชนิดในชุดทดสอบเดียวกัน

1. นำตัวอย่างน้ำบาดาล 5 ตัวอย่าง จากพื้นที่ ปาลัส 1 ปาลัส 2 ไส้กรอง 1 ไส้กรอง 2 และ ดือเบาะ ไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงก่อนผ่านชุดทดสอบอัตราไหลของน้ำ ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
2. นำสารกรอง ทราย แอนทราไซด์ แมงกานีส คาร์บอน ใส่ลงในชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ โดยกำหนดขนาดของหน้าของสารกรองแต่ละชนิดเท่ากับ 6.5 เซนติเมตร ดัง Figure 2.



Figure 2. The filter material in flow rate tester

3. นำตัวอย่างน้ำบาดาลจากพื้นที่ปาลัส 1 ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ทดสอบอัตราการไหลของน้ำ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 1 นาที หลังจากนั้นเปลี่ยนตัวอย่างน้ำบาดาลเป็น ปาลัส 2 ไส้กรอง 1 ไส้กรอง 2 และดือเบาะ ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยโดยบันทึกผลการทดสอบใน Table 2.
4. ทำซ้ำข้อ 2 – 3 โดยข้อที่ 2 ใส่สารกรองเพิ่มอีก 1 ชนิด คือ เรซิน บันทึกผลการทดสอบอัตราการไหลของน้ำใน Table 3.

5. นำตัวอย่างน้ำบาดาลที่ผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง

4. การสร้างเครื่องกรองน้ำบาดาลขนาดเล็ก

ในการสร้างเครื่องกรองน้ำบาดาลขนาดเล็กง่ายจะทำการออกแบบเครื่องกรองน้ำเป็น 2 ท่อ ดัง Figure 3. โดยท่อที่ 1 ใส่ทราย แมงกานีส แอนทราไซด์ คาร์บอน และท่อที่ 2 ใส่สารกรองเรซิน โดยใส่สารกรองชนิดละ 1 ลิตร (1:1:1:1:1)

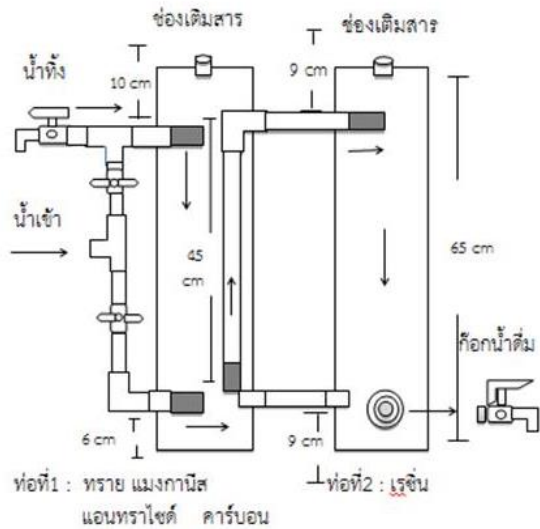


Figure 3. Model of the water filter

ในการสร้างเครื่องกรองน้ำมีขั้นตอนดังนี้

1. ตัดท่อพีวีซีขนาดกว้าง 4 นิ้ว ยาว 65 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น เพื่อใช้เป็นตัวเครื่องกรองน้ำทั้ง 2 ท่อ
2. ทำสแนปเปอร์ หัวดักจับสารกรองไม่ให้ไหลย้อนกลับออกมาจากเครื่องกรองน้ำ Figure 4.



Figure 4. Snapper

3. ตัดมุ้งลวดสเตนเลส ขนาด 5 x 6 เซนติเมตร ม้วนหุ้มเป็นวงกลม ให้พอดีกับความกว้างและความยาวของท่อพีวีซี เพื่อป้องกันไม่ให้สารหลุดออกจากสแนปเปอร์
4. ใช้เครื่องเป่าลมร้อนเพื่อเชื่อมท่อพีวีซีกับแผ่นมุ้งลวดสเตนเลส โดยจับแผ่นมุ้งลวดสเตนเลสทาบบนท่อพีวีซีแล้วใช้เครื่องเป่าลมร้อนกดแผ่นมุ้งลวดสเตนเลสให้แนบกับท่อพีวีซี จนกระทั่ง แผ่นมุ้งลวดสเตนเลสยึดแน่นกับท่อพีวีซี จากนั้นค่อยๆ เป่าลมร้อนกดไล่ไปตามแนวยาว

และแนววางท่อพีวีซี จนมุ้งลวดสเตนเลสทั้งแผ่นยึดติดกับท่อพีวีซี

5. นำชิ้นงานของแต่ละส่วนประกอบมาทากาว แล้วใส่กับข้อต่อตรงขนาด 0.5 นิ้ว เมื่อเสร็จแล้วนำมาประกอบกับตัวเครื่องกรองน้ำ ดัง Figure 5.



Figure 5. The simple water filter

5. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำขนาดเล็ก

นำตัวอย่างน้ำบาดาลจากพื้นที่ पालีส 1 ซึ่งเป็นน้ำที่มีสีเข้มและมีความขุ่นมากที่สุด วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคได้ทั้งก่อนและหลังผ่านเครื่องกรองน้ำขนาดเล็ก โดยส่งตรวจวิเคราะห์ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย โดยการศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ วิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางกายภาพที่ผ่านชั้นกรองแต่ละชนิด และสร้างเครื่องกรองน้ำบาดาลขนาดเล็กได้ผลการทดลองดังนี้

1. อัตราการไหลของน้ำเมื่อผ่านสารกรองแต่ละชนิด

เมื่อนำตัวอย่างน้ำมาทดสอบอัตราการไหลของสารกรองแต่ละชนิด พบว่า อัตราการไหลของน้ำผ่านสารกรองคาร์บอน แมงกานีส แอนทราไซต์ และทราย มีอัตราการไหลของน้ำที่ใกล้เคียงกัน $25 \times 10^{-3} - 26 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ และเรซินมีอัตราการไหลน้อยที่สุดเท่ากับ $8.22 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ (Table 1.) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาโมเลกุลของสารกรองพบว่า สารกรองคาร์บอน แมงกานีส แอนทราไซต์ และทราย มีขนาดของโมเลกุลที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้อัตราการไหลของน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับโมเลกุลของเรซิน มีขนาดเล็กกว่าสารกรองทั้ง 4 ชนิด จึงส่งผลให้เมื่อโมเลกุลของสารที่มีขนาดเล็กกว่ามีช่องว่างระหว่างโมเลกุลน้อยกว่า ทำให้อัตราการไหลของน้ำช้ากว่าโมเลกุลที่ขนาดใหญ่กว่า ดัง Figure 6.

Table 1. The flow rate of water through the filter material

Filter material	Volume of water (L)	Flow rates (m^3/s)
Carbon	$1,545 \times 10^{-3}$	25.75×10^{-3}
Manganese	$1,573 \times 10^{-3}$	26.22×10^{-3}
Anthracite	$1,545 \times 10^{-3}$	25.75×10^{-3}
Sand	$1,523 \times 10^{-3}$	25.38×10^{-3}
Resin	493×10^{-3}	8.22×10^{-3}

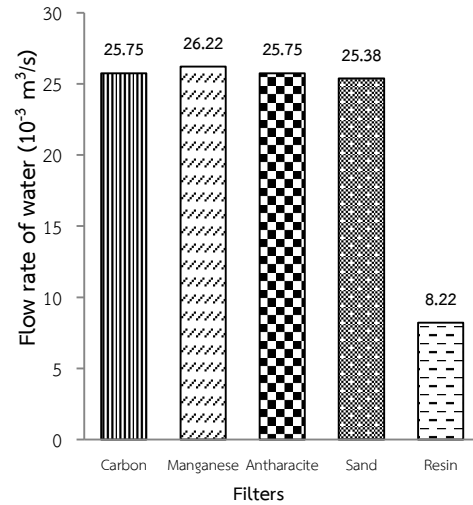


Figure 6. Relationship between the flow rate and filters

2. อัตราการไหลของน้ำเมื่อผ่านสารกรองทุกชนิดในชุดทดสอบเดียวกัน

เมื่อนำสารกรองคาร์บอน แมงกานีส แอนทราไซต์ และทราย มาใส่ในชุดทดสอบอัตราการไหลชุดเดียวกัน โดยใช้สารกรองแต่ละชนิดในอัตราส่วน $1 : 1 : 1 : 1$ และทำการทดสอบอัตราการไหลของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ ภาลัส 1 ภาลัส 2 ไสรง 1 ไสรง 2 และตีอเบาะ จากการทดสอบพบว่า ตัวอย่างน้ำในแต่ละพื้นมีค่าอัตราการไหลที่ใกล้เคียงกัน คือ 27.38×10^{-3} , 27.38×10^{-3} , 27.38×10^{-3} , 27.21×10^{-3} , และ $27.08 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ตามลำดับ

Table 2. The flow rate of water through mixed filter flow rate when no resins

Filter material	Water samples	Volume of water (L)	Flow rates ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)
M : S : A : C (1:1:1:1)	Palas 1	1.643	27.38
	Palas 2	1.643	27.38
	Sarong 1	1.643	27.38
	Sarong 2	1.633	27.21
	Tebah	1.625	27.08

M : manganese, S : sand, A : anthracite, C : carbon

เมื่อนำสารกรองคาร์บอน แอนทราไซต์ แมงกานีส ทราย และเรซิน มาใส่ในชุดทดสอบอัตราการไหล โดยใส่สารกรองแต่ละชนิดในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 : 1 พบว่าตัวอย่างน้ำที่ผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำจากพื้นที่ ปาลัส 1 ปาลัส 2 ไสรง 1 ไสรง 2 และตือเบาะ มีค่าอัตราการไหลที่ใกล้เคียงกัน คือ 8.12×10^{-3} , 8.00×10^{-3} , 8.13×10^{-3} , 8.10×10^{-3} และ $8.12 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ตามลำดับ

Table 3. The flow rate of water through mixed filter flow rate when add resins

The filter material	Water samples	Volume of water (L)	Flow rates ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)
M : S : A : C : R (1:1:1:1:1)	Palas 1	0.487	8.12
	Palas 2	0.480	8.00
	Sarong 1	0.488	8.13
	Sarong 2	0.486	8.10
	Tebah	0.487	8.12

M : manganese, S : sand, A : anthracite, C : carbon

R : Resin

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำ และตัวอย่างน้ำแต่ละพื้นที่ เมื่อเติมและไม่เติมสารเรซิน (Figure 7.) พบว่า ชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่ไม่เติมสารเรซินมีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ $27.28 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ และชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ

ที่เติมสารเรซินมีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ $8.10 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ซึ่งค่าอัตราการไหลของน้ำจากชุดทดสอบทั้งสองมีความแตกต่างกันประมาณ 70% ดังนั้น ในการสร้างเครื่องกรองน้ำขนาดอย่างง่ายจะนำผลของอัตราการไหลของน้ำในส่วนนี้มาเป็นข้อมูลในการออกแบบสร้างเครื่องกรองน้ำ โดยสร้างเครื่องกรองน้ำแบบ 2 ท่อ ให้ท่อที่ 1 ใส่สารกรองที่มีโมเลกุลใกล้เคียงกัน ได้แก่ คาร์บอน แอนทราไซต์ แมงกานีส และทราย และท่อที่ 2 ใส่เฉพาะสารกรอง เรซิน

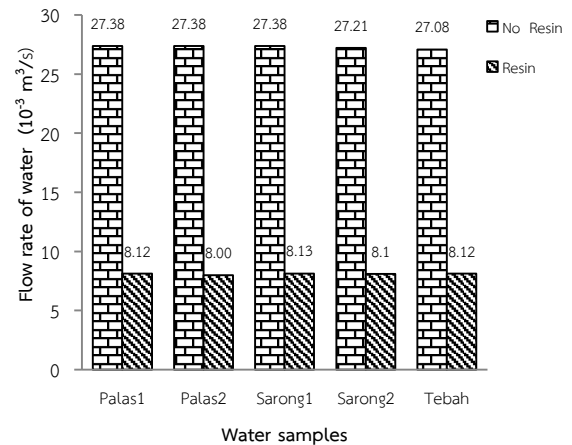


Figure 7. The relationship between the rate of water flow and water samples for each area with and without resin

3. การดูดกลืนแสงก่อนและหลังผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ

เมื่อทำการเปรียบเทียบการดูดกลืนแสงก่อนและหลังผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่ความยาวแสง 550 nm ซึ่งเป็นช่วงความยาวคลื่นแสงที่สายตามนุษย์มองเห็นได้ชัดสุดคือนำตัวอย่างน้ำจาก 5 พื้นที่ ได้แก่ ปาลัส 1 ปาลัส 2 ไสรง 1 ไสรง 2 และตือเบาะ มาเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสง ดัง Figure 8.

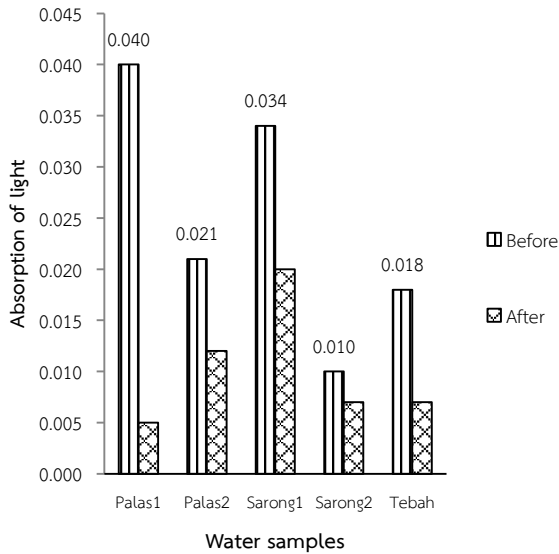


Figure 8. The relationship between the light absorption of water sample from 5 areas

จากการทดลองวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 550 nm ของตัวอย่างน้ำทั้ง 5 พื้นที่ คือ ปาลัส 1 ปาลัส 2 โสร่ง 1 โสร่ง 2 และตือเบาะ ก่อนผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำการดูดกลืนแสงมีค่าเท่ากับ 0.040, 0.021, 0.034, 0.010 และ 0.018 ตามลำดับ และหลังผ่านชุดทดสอบการดูดกลืนแสงมีค่าเท่ากับ 0.005, 0.012, 0.020, 0.007 และ 0.007 ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าหลังผ่านชุดทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำทั้งหมดมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกับตัวอย่างน้ำก่อนผ่านชุดทดสอบ โดยตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ ปาลัส 1 มีค่าการดูดกลืนแสงก่อนผ่านชุดทดสอบเท่ากับ 0.040 ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสงที่มากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างน้ำในพื้นที่อื่น และค่าการดูดกลืนแสงดังกล่าวก็มีความสอดคล้องกับสีของน้ำเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า พบว่าน้ำจากพื้นที่ปาลัส 1 มีสีที่เข้มที่สุด โดยทั่วไป สี มักเกิดจากสารละลายในน้ำตามธรรมชาติ เช่น สารอินทรีย์ หรือโลหะบางชนิด ถ้าน้ำมีปริมาณเหล็กสูง มักมีสีเหลืองอ่อน หรือ สีแดง ซึ่งสีของน้ำที่ปรากฏไม่สามารถบอกผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงได้แต่อาจจะบ่งบอกประเภทของสิ่งเจือปนในน้ำได้ นอกจากนี้คุณภาพของน้ำบาดาลที่มีลักษณะใส จะเกิด

จากการกรองตะกอนตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นระหว่างทางที่น้ำซึมเข้ามาเข้าสู่ชั้นน้ำ ทำให้น้ำบาดาลใสสะอาด [10] และหลังจากผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำค่าการดูดกลืนแสงของน้ำจากพื้นที่ปาลัส 1 มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.005 ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสงน้อยที่สุด และจากการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ ปาลัส 1 ทั้งก่อนและหลังการทดสอบพบว่า มีสีที่เข้มที่สุดและมีสีที่ใสที่สุด ตามลำดับ เมื่อเทียบกับตัวอย่างน้ำจากพื้นที่อื่น 4 พื้นที่ ดังนั้น จึงนำตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ปาลัส 1 มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาลตามข้อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคได้ ตามมาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อม [11]

4. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำขนาดอย่างง่าย

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาลก่อนและหลังผ่านเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย โดยส่งวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา พบว่าตัวอย่างน้ำบาดาลก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำมีค่าความเป็นกรดต่าง ความขุ่น ของแข็งละลายทั้งหมด ปริมาณคลอไรด์ ความกระด้าง ซัลเฟต ไนเตรต และเหล็ก เท่ากับ 7.9 pH at 25 °C, 2.38 NTU, 440 mg/L, 61.48 mg/L, 282.90 mg/L, 154.00 mg/L, 11.65 mg/L และ 0.40 mg/L ตามลำดับ และผลการทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างน้ำบาดาลหลังผ่านเครื่องกรองน้ำมีค่าเท่ากับ 7.9 pH at 25 °C, 2.12 NTU, 244 mg/L, 4.49 mg/L, 0 mg/L, 83.50 mg/L, 0.7 mg/L และ 0.14 mg/L ตามลำดับ (Table 4.) ซึ่งจะเห็นได้ว่าคุณภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายสามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำบาดาลให้มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้นและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำบาดาลสำหรับใช้บริโภค ดังเช่น ค่าของแข็งละลายทั้งหมด ซึ่งเป็นค่าที่บอกความเข้มข้นของไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำบาดาล และเป็นตัวชี้วัดความเค็มของน้ำ โดยน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองขนาดเล็กมีค่า

ของแข็งละลายทั้งหมดลดลง 44% สำหรับค่าคลอไรด์ โดยส่วนใหญ่ น้ำบาดาลจะมีคลอไรด์มาจากไอเกลือของทะเลที่ปะปนกับน้ำฝนและจากแร่เฮไลต์ [12] ค่านี้เป็นตัวชี้วัดระดับการปนเปื้อนของมลพิษในน้ำบาดาลที่มีส่วนผสมของคลอไรด์ เช่น หลุมฝังกลบขยะ โดยน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองขนาดเล็กมีค่าคลอไรด์ลดลงมากถึง 92% นอกจากนี้ คุณภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำขนาดเล็กมีค่าของเหล็กที่ลดน้อยลงมากกว่า 50% โดยทั่วไป เมื่อสังเกตน้ำบาดาลที่เพิ่งสูบออกมาจะเห็นมีฝ้าลอยอยู่บนผิวน้ำ ต่อมาน้ำจะเริ่มขุ่นแดง และตกตะกอนลง ถ้านำน้ำนี้ไปใช้สีแดงของเหล็กจะติดอยู่ตามเสื้อผ้า และเครื่องสุขภัณฑ์ และสนิมเหล็กที่พอกหนาสามารถอุดตันท่อน้ำได้ เป็นต้น

Table 4. The quality of the groundwater test before and after filtered process

Test	Standard	Before	After
pH at 25 °C	7.0-8.50	7.90	7.90
Turbidity (NTU)	5	2.38	2.12
TDS (mg/L)	600	440	244
Chloride (mg/L)	250	61.48	4.49
Hardness (mg/L)	300	282.10	0
Sulfate (mg/L)	200	154	83.50
Nitrate (mg/L)	45	11.65	0.70
Iron (mg/L)	0.5	0.4	0.14

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่อง คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำแบบง่าย โดยใช้สารกรอง 5 ชนิด ได้แก่ ททราย เมงกานีส แอนทราไซด์ คาร์บอน และเรซิน และตัวอย่างน้ำบาดาล 5 ตัวอย่างจากพื้นที่ ปาลัส 1 ปาลัส 2 ไสรัง 1 ไสรัง 2 และตือเบาะ โดยได้ทำการทดลองหาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านชุดทดสอบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน สำหรับส่วนที่ 1 หาอัตราการไหลของน้ำ โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรองแต่ละชนิด ซึ่งผลการทดลอง

พบว่า เมื่อนำตัวอย่างน้ำที่ผ่านสารกรอง ททราย คาร์บอน เมงกานีส แอนทราไซด์ มีค่าอัตราการไหลของน้ำใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำตัวอย่างน้ำที่ผ่านสารกรองเรซินพบว่าค่าอัตราการไหลของน้ำมีค่าที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง สำหรับส่วนที่ 2 ทำการหาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านชุดทดสอบที่ผ่านสารกรองทุกชนิด โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรอง 4 ชนิด ได้แก่ ททราย คาร์บอน เมงกานีส และ แอนทราไซด์ กับอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านสารกรอง 5 ชนิด ได้แก่ ททราย คาร์บอน เมงกานีส แอนทราไซด์ และ เรซิน ผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างน้ำที่ผ่านสารกรองที่ไม่เติมสารเรซินมีอัตราการไหลมากกว่าชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่เติมสารเรซิน สำหรับค่าการดูดกลืนทางแสงที่ความยาวคลื่น 550 nm ของตัวอย่างน้ำทั้ง 5 พื้นที่ ปาลัส 1 ปาลัส 2 ไสรัง 1 ไสรัง 2 และตือเบาะ ผลปรากฏว่าค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างก่อนผ่านชุดทดสอบ น้ำจากพื้นที่ปาลัส 1 มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดเมื่อเทียบกับอีกสี่พื้นที่ และหลังผ่านชุดทดสอบอัตราการไหลของน้ำ น้ำจากพื้นที่ปาลัส 1 มีค่าการดูดกลืนแสงน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสี่พื้นที่ จากนั้นนำน้ำจากพื้นที่ ปาลัส 1 มาทดสอบผ่านเครื่องกรองน้ำขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของความเป็นกรดต่าง ความขุ่น ของแข็งละลายทั้งหมด ปริมาณคลอไรด์ ความกระด้าง ซัลเฟต ไนเตรต และเหล็ก พบว่าผ่านข้อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ ตามมาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อม ดังนั้น เครื่องกรองน้ำอย่างง่ายที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำบาดาลสำหรับใช้บริโภคได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากงบประมาณการศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปี 2558 คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

1. Barbara, S and Thomus, R. . 2546. *สำรวจโลกวิทยาศาสตร์ : น้ำของโลก*. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.
2. วิชัย ศรีบุญเหลือ. 2552. *อุทกวิทยา*. ขอนแก่น:โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
3. Burger, M., Krentz, C., Merce, r and Gagon, G. 2008. Manganese removal and occurrence of manganese oxidizing bacteria in full-scale biofilters. *Water Supply Res Technol*. 57: 351-359.
4. Ellis, D., Bouchard, C. and Lantagna, G. 2000. Removal of iron and manganese from groundwater by oxidation and microfiltration. *Desalination*. 130: 255:264.
5. Tekerlekopoulou, A. and Vayenas, D. 2007. Ammonia, iron and manganese removal from potable water using trickling filters. *Desalination*. 210: 225 -235.
6. Xing, D., Guangyang, L., Fangshu, Q., Kai, L., Senlin, S., Guibai, L. and Heng, L. 2017. Removal of iron, manganese and ammonia from groundwater using a PAC-MBR system: The anti-pollution ability, microbial population and membrane fouling. *Desalination*. 403: 97-106.
7. Qiu, Y., Mao, L. and Wang, W. 2014. Removal of manganese from waste water by complexation – ultrafiltration using copolymer of maleic acid and acrylic acid, *Trans. Nonferrous Metals Soc.* 24:1196-1201.
8. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2551. *กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการ สำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 85 ง. กรุงเทพฯ*
9. จรัส บุญยธรรมมา. 2546. *ฟิสิกส์ ระดับมหาวิทยาลัย ภาคกลศาสตร์ของไหล ความร้อน และคลื่น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
10. กิจการ พรหมมา. 2555. *อุทกธรณีวิทยา*. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
11. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2552. *คู่มือมาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ : สำนักกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก
12. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2551. *ชุดคู่มือการปฏิบัติงานด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล*. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.