

ตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

Quality Testing of Water Sources at Chaiyaphum Rajabhat University

วิภารัตน์ นิสายัย^{1*} และวรเชษฐ์ แสงสีดา²

Wiparat Nisapai^{1*} and Worachate Sangsida²

^{1*} สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและระบบอัตโนมัติ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ 36000

² สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ 36000

^{1*} Production Engineering and Automation System Program, Faculty of Art and Science, Chaiyaphum Rajabhat University, Chaiyaphum, Thailand, 36000

² Mechanical Engineering Program, Faculty of Art and Science, Chaiyaphum Rajabhat University, Chaiyaphum, Thailand, 36000

^{1*}Corresponding Author, E-mail: Wiparat.ni@cpru.ac.th

Received: 17 May 2025, Revised: 4 September 2025, Accepted: 25 September 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ โดยการสุ่มตัวอย่างน้ำ เพื่อทดสอบจากแหล่งน้ำ 5 แหล่ง ได้แก่ สระน้ำข้างหอประชุม บ่อน้ำดิบผลิตประปามหาวิทยาลัย อาคารเรียนรวม 9 ชั้น อาคารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอาคารศิลปศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โลหะหนักที่ทำการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ ทองแดง เหล็ก นิกเกิล แมกนีเซียม สังกะสี แคดเมียม ตะกั่ว โพแทสเซียม สารหนู และปรอท โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมากรองด้วยไซริงค์ฟิลเตอร์ขนาด 0.22 ไมครอนเมตร และทำการย่อยกับกรดไนตริก แล้วนำไปหาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่องอะตอมมิกแอพซอพชั่นสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ผลการทดลองพบว่าแหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยมีค่าโลหะหนักที่ทำการศึกษาค้นคว้าในปริมาณน้อยกว่าค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ

คำสำคัญ : โลหะหนัก, แหล่งน้ำดิบ, การบำบัดน้ำเสีย

Abstract

The aim of this study was to investigating heavy metals in water resource of Chaiyaphum Rajabhat University. The sampling was taken from five places: the lake beside convention hall, raw water from university waterworks production, the nine-storeyed

building, faculty of Engineering building and faculty of art and science building. The selected heavy metals were Copper (Cu), Iron (Fe), Nickel (Ni), Magnesium (Mg), Zinc (Zn), Cadmium (Cd), Lead (Pb), Potassium (K), Arsenic (As) and Mercury (Hg). The samples were filtered and digested by concentrated Nitric acid (HNO₃). The decomposed samples were investigated for heavy metals by Atomic Absorption Spectrophotometer. The findings showed that heavy metals in Chaiyaphum Rajabhat University water resource were found lower than the standard indices prescribed by Pollution Control Department.

Keywords : Heavy metal, Raw water resource, Wastewater treatment

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ เป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มีบทบาทและหน้าที่หลักในการจัดการศึกษาและพัฒนาคนให้เป็น “คนดี มีคุณธรรม นำสังคม” โดยน้อมนำพระราชโองการด้านการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ในหลวงรัชกาลที่ 10 การศึกษาต้องมุ่งสร้างพื้นฐานให้แก่ผู้เรียน 4 ด้าน ได้แก่ มีทัศนคติที่ถูกต้องต่อบ้านเมือง คือ (1) ความรู้ความเข้าใจต่อชาติบ้านเมือง (2) ยึดมั่นในศาสนา (3) มั่นคงในสถาบันพระมหากษัตริย์ (4) มีความเอื้ออาทรต่อครอบครัวและชุมชนของตน มีพื้นฐานชีวิตที่มั่นคง มีคุณธรรม จึงได้กำหนดกรอบการพัฒนามหาวิทยาลัยที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบันและการคาดการณ์ในอนาคต เพื่อยกระดับคุณภาพอุดมศึกษาไทยในการผลิตและพัฒนาบุคลากรที่มีคุณภาพ สามารถปรับตัวสำหรับงานที่เกิดขึ้นตลอดชีวิต พัฒนาศักยภาพอุดมศึกษาในการสร้างความรู้และนวัตกรรม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในโลก สนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืนของท้องถิ่นไทยโดยใช้กลไกของหลักธรรมาภิบาล และเครือข่ายทางการศึกษา บนพื้นฐานของเสรีภาพทางวิชาการความหลากหลายและเอกภาพเชิงระบบ (กองนโยบายและแผนมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ:2563)

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิได้เล็งเห็นความสำคัญในการเข้าร่วมการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ของเครือข่ายยูไอ กรีน เมตริก (UI Green Metric World University Rankings Network) ผ่านเกณฑ์การประเมิน 6 ข้อ ดังนี้ (1) สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI) (2) พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC) (3) ของเสีย (WC) (4) การจัดการน้ำ (WR) (5) การขนส่ง (TR) (6) การศึกษาและวิจัย (ED) โดยการเข้าร่วมการจัดอันดับนั้น จะช่วยสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของความยั่งยืนในระดับภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย เช่น แนวโน้มจำนวนประชากร ภาวะโลกร้อน การแสวงหาประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติแบบเกินควร การพึ่งพาพลังงานจากน้ำมันเป็นหลัก การขาดแคลนน้ำ และอาหาร และความยั่งยืน ทำให้เห็นได้ว่าการศึกษาระดับอุดมศึกษามีบทบาทสำคัญในการจัดการความท้าทายเหล่านี้ การจัดอันดับกรีนเมตริกทำให้เห็นถึงบทบาทสำคัญที่สถาบันอุดมศึกษาจะสามารถช่วยสร้างความตระหนักโดยทำการ

ประเมิน และเปรียบเทียบ ความพยายามด้านการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน งานวิจัยด้านความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยสีเขียวและการขยายบริการเชิงรุกสู่สังคม และถือเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัย เนื่องจากมหาวิทยาลัยประสบปัญหาน้ำไม่พอใช้ มีการจ่ายน้ำสำหรับการอุปโภคอยู่เป็นประจำ ทำให้เกิดปัญหาในการดำเนินชีวิตประจำวัน และกิจกรรมต่าง ๆ เนื่องจากมหาวิทยาลัยมีการใช้น้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาเพียงแหล่งเดียว คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอาน้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัยมาปรับใช้เพื่อการอุปโภคได้อย่างเพียงพอและยั่งยืน (กองนโยบายและแผนมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ:2563)

สำหรับงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและพัฒนา นวัตกรรมการจัดการน้ำ (WR) เพื่อยกระดับมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ สู่มหาวิทยาลัยสีเขียว โดยมุ่งเน้นในประเด็นการใช้น้ำในมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สำคัญใน UI Green Metric จุดมุ่งหมายคือการสนับสนุนให้มหาวิทยาลัยลดการใช้น้ำบาดาล เพิ่มโปรแกรมการอนุรักษ์และปกป้องแหล่งที่กำเนิด โปรแกรมการอนุรักษ์น้ำ โปรแกรมการรีไซเคิลน้ำ การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ การใช้น้ำ อย่างมีประสิทธิภาพและการใช้น้ำที่ผ่านการบำบัด เป็นเกณฑ์สำคัญโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้มหาวิทยาลัยคำนึงถึงการใช้น้ำอย่างคุ้มค่า ด้วยการเพิ่มโครงการอนุรักษ์น้ำโครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ และการใช้น้ำที่ผ่านการปรับคุณภาพแล้วต่างอยู่ในเกณฑ์ข้อนี้ทั้งสิ้น

การบำบัดน้ำเสียถือเป็นการบริหารจัดการน้ำอีกอย่างหนึ่ง เนื่องจากต้องมีการบำบัดน้ำเสียเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ต่อได้อีก วิธีการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี และการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ โดยแต่ละวิธีจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยของการปนเปื้อน และความเหมาะสมต่อการนำน้ำไปอุปโภคในกิจกรรมใด

โดยวัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำเสีย คือต้องการนำน้ำที่ใช้แล้วหมุนเวียนกลับมาใช้เพื่อการอุปโภคอีกครั้ง การตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้การบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องทราบถึงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ และทำการปรับสภาพน้ำในแหล่งให้เหมาะสมก่อนเข้าสู่ขั้นบำบัดน้ำเสียต่อไป

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าโลหะหนักเป็นสารที่มีความอันตรายต่อมนุษย์ งานวิจัยนี้จึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่อาจปนเปื้อนในแหล่งน้ำที่เป็นแหล่งน้ำดิบในการนำไปบำบัดน้ำเพื่อการอุปโภคในมหาวิทยาลัย ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของนักศึกษา และบุคลากรในมหาวิทยาลัย

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ เพื่อเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

2.2 เพื่อทราบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

3. แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว มีตัวชี้วัดในการประเมินหลายหมวดหมู่ งานวิจัยนี้ดำเนินการในหมวดการจัดการด้านน้ำ (WR) ซึ่งมีตัวชี้วัดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดที่เสนอให้ใช้ในการจัดอันดับปี ค.ศ. 2020 หมวดการจัดการน้ำ (WR) (คู่มือการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ยูไอ กรีน เมตริก (UI Green Metric), 2017)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	การให้น้ำหนัก
4	การจัดการน้ำ (WR)		10%
WR1	โครงการอนุรักษ์น้ำ	300	
WR2	โครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่	300	
WR3	การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ	200	
WR4	การใช้น้ำที่บำบัดแล้ว	200	
	รวม	1000	

กรอบการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1 ตามคำแนะนำของ การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ยูไอ กรีน เมตริก 2563 โดยอาศัยโครงการพื้นฐาน บริบท และทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่เดิม โดยจะมีการศึกษาองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อทำให้มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ก้าวเข้าสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวโดยอาศัยความเชื่อมโยงของกิจกรรมภายใต้โครงการ ความเชื่อมโยงของกิจกรรมภายใต้โครงการ อย่างครบวงจรต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน โดยงานนี้คณะผู้วิจัยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับข้อ WR2 โครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ซึ่งมีคะแนนตามเกณฑ์การประเมินคือ 300 คะแนน เริ่มต้นจากการตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อให้ทราบถึงองค์ประกอบที่ปนเปื้อนในน้ำ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัย

3.2 ทรัพยากรน้ำ

ประเทศไทยนับว่ามีความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรน้ำ ทำให้วิถีชีวิตของคนไทยมีความผูกพันกับน้ำมาตั้งแต่อดีตที่มีการใช้แหล่งน้ำเป็นเส้นทางคมนาคมหลักในการประกอบกิจกรรมต่างๆ แม้ปัจจุบันประเทศไทยไม่ได้ใช้เส้นทางน้ำเป็นเส้นทางคมนาคมเหมือนในอดีต แต่น้ำยังคงมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของคนไทยตลอดมา ไม่ใช่แค่เพื่อการอุปโภคบริโภคในครัวเรือนเพียงอย่างเดียว ยังมีความสำคัญต่อภาคเกษตรกรรมภาคอุตสาหกรรมอีกด้วย (สำนักทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2562)

ดังนั้นน้ำจึงเป็นทรัพยากรที่สำคัญสำหรับการดำเนินกิจกรรม การดำรงชีวิต เมื่อมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก ก็ทำให้ปริมาณน้ำที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ความก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดด ทางเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม ประกอบกับพฤติกรรมของมนุษย์ ทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสียเพิ่มมากขึ้น การขาดแคลนมากขึ้น ทำให้มีแรงผลักดันให้เกิดการดำเนินการร่วมกันทั้งภาครัฐและภาคเอกชนเพื่อเพิ่มและปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการน้ำ

3.3 คุณภาพน้ำ (Water quality)

คุณภาพน้ำ (Water quality) หมายถึง ลักษณะทางเคมี กายภาพ ชีวภาพ และรังสีของน้ำที่มีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น การอุปโภค บริโภค เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ การเอื้อประโยชน์ต่อสัตว์ที่อาศัยในแหล่งน้ำ การเกษตรกรรม และกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงคุณภาพแหล่งน้ำธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ ลักษณะของธรณีวิทยา พืชพรรณธรรมชาติ โดยปัจจัยที่ชี้วัดคุณภาพของน้ำประกอบด้วย 3 ปัจจัย ดังนี้ (APHA, AWWA, & WEF, 2017)

3.3.1 คุณภาพทางกายภาพ ประกอบด้วย

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSD) ตามแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่า TSD ในน้ำอยู่ระหว่าง 0-500 มิลลิกรัมต่อลิตร

สีของน้ำ แหล่งน้ำตามธรรมชาติที่มีคุณภาพนั้นต้องไม่มีสี โดยสีของน้ำตามธรรมชาติความขุ่นมาจากการที่น้ำไหลผ่านสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนประกอบเมื่อเกิดการสลายตัวให้สารแทนนิน กรดฮิวเมตและกรดฮิวมิกซึ่งเป็นสารมีสีจากไอออนของโลหะในน้ำ หรือจากการปะปนของน้ำปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม สีของน้ำจากธรรมชาตินั้นมีค่าตั้งแต่ 1-200 หน่วยมาตรฐาน

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) บ่งบอกถึงปริมาณของไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้า โดยน้ำที่มีไอออนมากจะมีค่า EC สูง ส่วนค่า EC ของแหล่งน้ำจืดทั่วไปอยู่ระหว่าง 100-2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

3.3.2 คุณภาพทางเคมี ประกอบด้วย

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง หรือค่า pH เป็นตัวบ่งชี้สำคัญในการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำ ถ้าค่า pH สูงหรือต่ำเกินไปบ่งบอกถึงอันตรายต่อการใช้น้ำ น้ำที่มีค่าพีเอชต่ำหรือเป็นกรดจะทำให้เกิดการกัดกร่อนหรือละลายโลหะและสารอื่นๆ มาตรฐานค่าความเป็นกรดและด่างของแหล่งน้ำในประเทศไทยอยู่ในช่วง 6.5-8.5

ความกระด้างของน้ำ หากน้ำมีความกระด้างจะมีแร่ธาตุละลายในน้ำสูง โดยส่วนใหญ่จะเป็นแมกนีเซียมและแคลเซียม ถ้าแร่ธาตุเหล่านี้มีสูงมากเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ความกระด้างของน้ำเกิดจากแหล่งน้ำในธรรมชาติ น้ำบาดาล ทะเลสาบหรือน้ำจากผิวดิน แร่ธาตุที่ละลายในน้ำรวมถึงตะกอนอาจทำให้น้ำมีความกระด้างได้

ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen DO) เป็นตัวแปรสำคัญในการวัดคุณภาพของน้ำ ออกซิเจนในน้ำมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยภายในแหล่งน้ำ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำหากมีสูงหรือต่ำเกินไปอาจส่งผลกระทบหรือมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ โดยทั่วไปสัตว์น้ำต้องการความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.3.3 คุณภาพทางชีวภาพ ประกอบด้วย

Biochemical oxygen demand (BOD) เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการบำบัดน้ำ ค่าที่แสดงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ แบคทีเรีย ใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ โดยเป็นดัชนีความต้องการออกซิเจนในน้ำเสีย BOD ใช้เพื่อวัดผลกระทบของน้ำในระยะสั้น

Chemical oxygen demand (COD) คือ ปริมาณออกซิเจนที่สารอินทรีย์ออกซิไดซ์ทางเคมีไปยังผลิตภัณฑ์ขั้นตอนสุดท้ายเป็นสารอนินทรีย์ โดยค่านี้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของน้ำหรือน้ำเสีย นิยมใช้ค่า COD เพื่อติดตามตามประสิทธิภาพการบำบัดน้ำของโรงงานอุตสาหกรรม

3.4 น้ำเสีย (Wastewater)

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆ มากมาย จนกระทั่งกลายมีลักษณะ กลิ่น สี รส น่ารังเกียจของ คนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไปถ้าปล่อยลงสู่ลำนน้ำธรรมชาติจะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสื่อมโทรมได้ (สันติ ศิริอนันต์ไพบูลย์, 2563) น้ำเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีหลายสาเหตุจาก น้ำเสียที่เกิดจากชุมชน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการเกษตร

3.5 โลหะหนัก (Heavy Metals)

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ 5 เท่าขึ้นไป เช่น สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) สารหนู (As)ปรอท (Hg) เป็นสารที่มีอัตราการสลายตัวช้า ทำให้มีการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน มนุษย์สามารถรับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคน้ำ พืช น้ำ สัตว์น้ำ ที่อยู่ในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก เกิดการสะสมโลหะหนักในเนื้อเยื่อสัตว์ และเนื้อเยื่อพืช ความเป็นพิษของโลหะหนักขึ้นอยู่กับรูปแบบทางเคมีของสารประกอบของโลหะหนักแต่ละชนิด และเส้นทางที่ร่างกายได้รับเข้าไป เช่น ทางระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ผิวหนัง เป็นต้น (Alloway, B. J., 2013)

3.6 การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)

การบำบัดน้ำเสีย หมายถึง การเปลี่ยนสภาพน้ำที่มีการปนเปื้อนสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรับน้ำเสีย และสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ วิธีการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี

และการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพของเสียที่พบปนเปื้อนในแหล่งน้ำและอาจส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำเป็นต้นเหตุของการเน่าเสียของน้ำหากมีปริมาณมากเกินไปเกินมาตรฐานกำหนด (Metcalf & Eddy, Inc., 2014)

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chris Seijger, 2023 ศึกษาปัญหาสภาวะโลกร้อนที่โลกกำลังเผชิญอยู่ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำของโลก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างเพียงพอ โดยภาคเกษตรกรรมมีการใช้น้ำ ร้อยละ 72 และปล่อยน้ำทิ้งสิ่งแวดลอมมากถึงร้อยละ 56 ในขณะที่ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคก็มีเพิ่มมากขึ้นพร้อมกับภาวะโลกร้อน ปัญหาด้านการจัดการน้ำจึงเป็นปัญหาหลักที่ควรมีการแก้ไขอย่างเร่งด่วน C. Marx et al., (2023) นอกจากนี้การบำบัดน้ำเสียเพื่อให้มีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยในปัจจุบันพบว่ามีการศึกษาการบำบัดน้ำเสียหลากหลายวิธี ขึ้นอยู่กับน้ำเสียและวัตถุประสงค์ของการนำน้ำที่บำบัดแล้วกลับไปใช้สำหรับกิจกรรมใด โดยวิธีการบำบัดน้ำเสียที่พบโดยส่วนใหญ่มี 3 วิธี คือการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางกายภาพในการกำจัดขยะที่เป็นของแข็งในน้ำเสีย กระบวนการนี้ถือเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น เมื่อมีการบำบัดน้ำเสียในกระบวนการทางกายภาพแล้ว หากต้องการนำน้ำที่บำบัดได้ ไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมประจำวันของมนุษย์ และสัตว์ จึงจำเป็นต้องมีการบำบัดน้ำเสียในกระบวนการถัดไป ดังนี้ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพเป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสภาพของของเสียในน้ำให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาภาวะมลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ เปลี่ยนให้กลายเป็นแก๊ส ทำให้มีกลิ่นเหม็น เป็นต้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการช่วยเปลี่ยนสภาพสิ่งสกปรกในน้ำเสียคือ จุลินทรีย์ และวิธีการบำบัดน้ำเสียอีกหนึ่งวิธีคือการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการทางเคมี เป็นวิธีการที่ใช้สารเคมี หรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีกระบวนการและขั้นตอนที่หลากหลาย เช่น การทำให้สารแขวนลอยเกิดการตกตะกอน ซึ่งเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า การสร้างตะกอน (Coagulation) Shuyuan Tang et al. (2023) การรวมตะกอน (Flocculation) Hyun-Kyu Lee et al., (2022) และการดูดซับ (Adsorption) Xiaobing LI et al., (2010)

Gokulan Ravindiran และคณะ, 2023 ศึกษาและกำจัดโลหะหนักน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยวิธีการดูดซับโดยใช้ถ่านไบโอชาร์จากสาหร่ายทะเล พบว่า สามารถกำจัด โครเมียมได้ร้อยละ 90.38 นิกเกิลร้อยละ 91.23 และ สังกะสีร้อยละ 89.92

Wei Yang และคณะ, 2023 ศึกษาและกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียด้วยวิธีการดูดซับโดยใช้ซีโอไลต์ ZIF-18 เป็นตัวดูดซับ ทองแดงและ ตะกั่ว พบว่าสามารถดูดซับทองแดงได้ 378.5 มิลลิกรัมต่อกรัม และสามารถดูดซับตะกั่วได้ 92.74 มิลลิกรัมต่อกรัม

Bing Bai และคณะ, 2022 ศึกษาและกำจัดโลหะหนักน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยวิธีการดูดซับโดยกากตะกอนแดงเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า สามารถกำจัด ตะกั่วได้ร้อยละ 94.5 แคดเมียมร้อยละ 92.8 และ ทองแดงร้อยละ 78.1

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับโลหะหนักพบว่า โลหะหนักเป็นสารอนินทรีย์ที่สามารถสะสมในแหล่งน้ำได้ยาวนานเนื่องจากสลายตัวยากและมีความเป็นพิษสูง Wei Yang et al., (2023) ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อมโดยตรง โลหะทองแดงสังกะสี แคดเมียมและตะกั่ว มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย และถูกปล่อยออกสู่ธรรมชาติในปริมาณมาก Junde Qin et al., (2023) ดังนั้นการตรวจหาปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อทราบถึงคุณภาพของน้ำก่อนเข้าสู่การบำบัดต่อไป

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิทั้งหมด 5 แหล่ง ซึ่งเป็นทั้งแหล่งน้ำดิบ และน้ำในระบบประปาของมหาวิทยาลัยที่ผ่านการบำบัดน้ำแล้ว ดังนี้ สระน้ำข้างหอประชุมบ่อน้ำดิบสำหรับผลิตประปามหาวิทยาลัยน้ำจากอาคารเรียนรวม 9 ชั้น น้ำจากอาคารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม น้ำจากอาคารศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำ ในช่วงที่มีอุณหภูมิไม่สูงมากเนื่องจากอุณหภูมิสูงอาจทำให้ค่าบางค่ามีการเปลี่ยนแปลงชั่วคราว ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงเลือกเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาประมาณ 7.00 – 9.00 น. ของเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำสะสมในแหล่งน้ำมากขึ้นตอนในการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน และตัวอย่างน้ำจากระบบประปา มีขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำที่แตกต่างกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2565)

จึงดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำด้วยวิธีมาตรฐานตามกรมวิชาการเกษตร จุดละ 3 ตัวอย่าง ดังนี้

4.3.1 การเก็บแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำผิวดินที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นแหล่งน้ำนิ่งที่ไม่มีการไหลของน้ำ จึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางน้ำ ระดับได้ผิวน้ำ 6 นิ้วลงไป พร้อมล้างขวดตัวอย่างน้ำสีชาด้วยน้ำในแหล่งน้ำที่เก็บจนถึงคอขวดโดยไม่ให้มีอากาศเหลือภายในขวด

4.3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อกประปา ทำการเลือกก๊อกที่ต่อโดยตรงจากท่อหลัก (Main Pipe) โดยทำการใช้สลิชบูแอลกอสอลล์ทำความสะอาดก๊อกน้ำ หลังจากนั้นเปิดก๊อกให้น้ำไหลทิ้ง ประมาณ 3 - 5 นาที เพื่อให้ น้ำที่ค้างตามท่อไหลทิ้งจนหมดจึงนำขวดไปรองรับตัวอย่างน้ำ

4.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

4.2.1 เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก Flame Atomic Absorption Spectrometer; AAS ยี่ห้อ Perkin Elmers รุ่น PinAAcle900F เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณโลหะที่ปนเปื้อนในน้ำ โดยสามารถวิเคราะห์ปริมาณโลหะแม้มีการปนเปื้อนอยู่เพียงเล็กน้อยได้ในระดับ หนึ่งในล้านส่วน (Part per million; PPM) การวัดค่าโลหะหนักทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

4.2.2 เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH Meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่า pH ของแหล่งน้ำ ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าคุณภาพน้ำมีความเป็นกรดเป็นด่างเกินมาตรฐานหรือไม่ เหมาะสมต่อการนำไปบำบัด

เพื่อการอุปโภคได้หรือไม่ การวัดค่า pH จึงมีความจำเป็นสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

4.2.3 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) แบบปากกา ค่า EC คือ การวัดความสามารถของน้ำในการผ่านกระแสไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นไอออนของเกลือและสารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ เช่น คลอไรด์ ซัลไฟด์ และสารประกอบคาร์บอเนต เป็นต้น โดยมาตรฐานคุณภาพน้ำจืด ค่า EC อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำ จากแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิทั้งหมด 5 แหล่ง ซึ่งเป็นทั้งแหล่งน้ำดิบ และน้ำในระบบประปาของมหาวิทยาลัยที่ผ่านการบำบัดน้ำแล้ว ดังนี้ สระน้ำข้างหอประชุมบ่อน้ำดิบสำหรับผลิตประปามหาวิทยาลัย น้ำจากอาคารเรียนรวม 9 ชั้น น้ำจากอาคารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม น้ำจากอาคารศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำจุดละ 3 ตัวอย่าง ซึ่งมีขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำ ดังนี้

4.3.1 การเก็บแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำผิวดินที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นแหล่งน้ำนิ่งที่ไม่มีการไหลของน้ำ จึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางน้ำ

4.3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อกประปา ทำการเลือกก๊อกที่ต่อโดยตรงจากท่อหลัก (Main Pipe) โดยทำการใช้สาลีสับแอลกอฮอล์ทำความสะอาดก๊อกน้ำ หลังจากนั้นเปิดก๊อกให้น้ำไหลทิ้ง ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้น้ำที่ค้างตามท่อไหลทิ้งจนหมดจึงนำขวดไปรองรับตัวอย่างน้ำ

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างน้ำด้วยเครื่องมือวิเคราะห์เฉพาะ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ 3 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ดังนี้

4.4.1 วิเคราะห์ปริมาณโลหะที่ปนเปื้อนในน้ำ โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์โลหะหนัก Flame Atomic Absorption Spectrometer; AAS ยี่ห้อ Perkin Elmers รุ่น PinAAcle900F

4.4.2 วิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH Meter)

4.4.3 วิเคราะห์ความสามารถของน้ำในการผ่านกระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องวัดค่า Conductivity แบบปากกา

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์สภาพแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยเพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ เพื่อเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

การตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ก่อนที่จะมีการนำน้ำไปบำบัดเพื่อใช้ในการอุปโภคภายในมหาวิทยาลัย ถือเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า โดยผลการตรวจสอบพบว่า ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณโลหะหนัก อยู่ในเกณฑ์ที่มีความปลอดภัย ไม่เกินมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและไม่ก่อให้เกิดอันตรายหากมีการนำน้ำไปบำบัดเพื่อใช้ในการอุปโภคต่อไป

การนำเอาน้ำในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยไปบำบัดเพื่อการอุปโภคในกิจกรรมต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย ถือเป็นกระบวนการหนึ่งในการบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นจุดเริ่มต้นเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวต่อไป

5.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาคุณภาพของแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัย เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำเป็นไปตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษหรือไม่ เนื่องจากแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัย ต้องมีการบำบัดเพื่อนำกลับมาใช้อุปโภคภายในมหาวิทยาลัยอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของนักศึกษาและบุคลากร รวมไปถึงอาจส่งผลกระทบต่อ ครุภัณฑ์และสิ่งปลูกสร้างภายในมหาวิทยาลัยอีกด้วย หากพบว่ามี การปนเปื้อนมีความจำเป็นต้องบำบัดน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานต่อไป โดยผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	มาตรฐาน ของน้ำดิบ	สระน้ำข้าง หอประชุม	บ่อน้ำดิบ ผลิตประปา มหาวิทยาลัย	อาคาร 9 ชั้น	อาคาร วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี	อาคาร ศิลป ศาสตร์ฯ
ความเป็นกรด-เบส	6.5 - 8.5	7.52	7.22	7.47	7.32	6.86
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	0-1500	268	47	80	72	53
ทองแดง (Cu) (ppm)	<1	0	0	0.005	0	0
เหล็ก (Fe) (ppm)	<1.3	0	0	0	0.187	0
นิกเกิล (Ni) (ppm)	<1	0	0	0	0	0
แมกนีเซียม (Mg) (ppm)	-	5.187	1.140	1.263	1.271	1.110

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ (ต่อ)

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	มาตรฐาน ของน้ำดิบ	สระน้ำข้าง หอประชุม	บ่อน้ำดิบ ผลิตประปา มหาวิทยาลัย	อาคาร 9 ชั้น	อาคาร วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี	อาคาร ศิลป ศาสตร์ฯ
สังกะสี (Zn) (ppm)	< 5	0.001	0.040	0.063	0.967	0.016
**แคดเมียม (Cd) (ppm)	<0.03	0	0	0	0	0
**ตะกั่ว (Pb) (ppm)	0.2	0.002	0.003	0	0.005	0
โพแทสเซียม (K) (ppm)	-	2.378	0.920	1.245	0.659	0.522
**สารหนู (As) (ppm)	0.25	0.194	0.186	0.114	0.211	0.027
**ปรอท (Hg) (ppm)	0.05	0	3×10^{-6}	6×10^{-6}	7×10^{-6}	0

หมายเหตุ **สารที่มีความเป็นพิษ

6. สรุปผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างน้ำ 5 แหล่งในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ (สระน้ำข้างหอประชุม บ่อน้ำดิบผลิตประปา น้ำจากอาคารเรียนรวม 9 ชั้น อาคารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอาคารศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์) เพื่อตรวจสอบปริมาณโลหะหนัก (Cu, Fe, Ni, Mg, Zn, Cd, Pb, K, As, Hg) รวมถึงค่า pH และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ผลการวิเคราะห์พบว่า

6.1 ค่า pH อยู่ในช่วง 6.86–7.52 และ EC อยู่ในช่วง 47–268 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดิบของกรมควบคุมมลพิษ

6.2 ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดอยู่ ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ที่กำหนด ไม่มีการปนเปื้อนที่เป็นอันตราย เช่น Cd, Pb, As, และ Hg พบในระดับต่ำมากหรือไม่พบเลย

6.3 ค่าโลหะหนักที่ตรวจพบ เช่น Fe 0.187 ppm และ Zn 0.967 ppm ในบางจุดยังคงต่ำกว่าค่ามาตรฐาน จึงสามารถนำน้ำเหล่านี้ไปบำบัดเพื่อใช้อุปโภคได้อย่างปลอดภัย ถือเป็นกระบวนการหนึ่งในการบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นจุดเริ่มต้นเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยเข้าสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวต่อไป

7. อภิปรายผล

7.1 คุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิถือว่า ปลอดภัยและเหมาะสมสำหรับการบำบัดและนำไปใช้งานต่อ เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ทุกตัวต่ำกว่าค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ แสดงถึงการจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพและไม่มีแหล่งมลพิษร้ายแรงในบริเวณมหาวิทยาลัย

7.2 ปัจจัยด้านฤดูกาลอาจมีผลต่อคุณภาพน้ำ งานวิจัยชี้ว่าการเก็บตัวอย่างทำใน ฤดูฝน ซึ่งมีปริมาณน้ำมากและอาจเจือจางโลหะหนักในแหล่งน้ำ ทำให้ค่าที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย การเก็บข้อมูลในฤดูแล้งอาจให้ผลที่แตกต่างและควรศึกษาเพิ่มเติม

7.3 การจัดการน้ำที่ยั่งยืน เช่น โครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่และการอนุรักษ์น้ำ ช่วยสนับสนุนการเข้าสู่ มหาวิทยาลัยสีเขียว (UI Green Metric) และลดความเสี่ยงจากการขาดแคลนน้ำในอนาคต

7.4 เพื่อเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล ควรเพิ่มพารามิเตอร์การวิเคราะห์อื่น ๆ เช่น DO, BOD, COD และเปรียบเทียบข้อมูลใน หลายฤดูกาล เพื่อให้ครอบคลุมและรองรับการพัฒนาระบบจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

8.1.1 การปรับปรุงวิธีวิจัยและการเก็บข้อมูล

เก็บตัวอย่างในหลายฤดูกาล (ฤดูแล้ง-ฤดูฝน-ปลายฝนต้นหนาว) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำและปัจจัยที่อาจเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำฝน

เพิ่มจำนวนจุดเก็บตัวอย่าง รอบมหาวิทยาลัย เช่น พื้นที่ใกล้โรงอาหาร แปลงเกษตรทดลอง หรือบริเวณที่มีการใช้น้ำมาก เพื่อให้ครอบคลุมความเสี่ยงจากมลพิษเฉพาะจุด

ทำการเก็บข้อมูล ระยะยาว (Longitudinal study) เพื่อติดตามแนวโน้มคุณภาพน้ำและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

8.1.2 ขยายขอบเขตพารามิเตอร์การวิเคราะห์

เพิ่มการตรวจวัด DO (Dissolved Oxygen), BOD (Biochemical Oxygen Demand) และ COD (Chemical Oxygen Demand) เพื่อให้ครอบคลุมคุณภาพน้ำทางชีวภาพและเคมี

ตรวจสอบ สารเคมีหรือมลพิษอินทรีย์อื่น ๆ (เช่น ไนเตรต ฟอสเฟต หรือสารกำจัดศัตรูพืช) ที่อาจสะสมในระยะยาว

วิเคราะห์ จุลชีพในน้ำ (Microbiological analysis) เพื่อประเมินความปลอดภัยทางสุขาภิบาล

8.1.3 การเชื่อมโยงกับการจัดการทรัพยากรน้ำ

ใช้ผลการวิจัยนี้วางแผน โครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ และ ระบบอนุรักษ์น้ำ เพื่อสนับสนุนเกณฑ์ UI Green Metric และลดการใช้น้ำบาดาล

จัดทำ ฐานข้อมูลคุณภาพน้ำออนไลน์ ของมหาวิทยาลัย เพื่อให้บุคลากรและนักศึกษาเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย

จัดกิจกรรมให้ความรู้และการมีส่วนร่วมของนักศึกษา ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ เช่น โครงการ Citizen Science หรือชมรมอนุรักษ์น้ำ

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ค่าการวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำยังมีอีกหลายพารามิเตอร์ที่ควรวิเคราะห์เพื่อให้ทราบคุณภาพน้ำและการนำไปบำบัดที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ดังนี้

8.2.1 ศึกษา ประสิทธิภาพวิธีการบำบัดน้ำ ที่แตกต่างกัน (กายภาพ เคมี ชีวภาพ) โดยใช้แหล่งน้ำจริงจากมหาวิทยาลัย

8.2.2 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำกับ มหาวิทยาลัยอื่น ๆ ในเครือข่ายราชภัฏหรือมหาวิทยาลัยสีเขียว เพื่อแลกเปลี่ยนแนวทางการจัดการน้ำ

8.2.3 ประเมิน ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม หากมหาวิทยาลัยนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้หมุนเวียนในกิจกรรมต่าง ๆ

8.2.4 ควรทำการศึกษาเก็บตัวอย่างน้ำในฤดูกาลอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบค่าตัวแปรที่ได้ และศึกษากระบวนการที่เหมาะสมต่อไป

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณการสนับสนุนของกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) เลขทวน 2(5)/2565 ปีงบประมาณ 2565 และมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ที่ส่งเสริมให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

10. เอกสารอ้างอิง

แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาของมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ (4 ปี) พ.ศ. 2562-2565. สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์

2566. จาก <https://plan.cpru.ac.th/th/wp-content/uploads/2021/05/o11.pdf>

สันทิต ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2020). น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater). วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง vocational education Central Region Journal. 4(1): 1-10.

สำนักทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. (2562). การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ. สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2566. จาก

<http://www.onwr.go.th/wp-content/uploads/2019/11/การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ.pdf>

กรมวิชาการเกษตร. (2565). คู่มือการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน พ.ศ. 2560. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

Alloway, B. J. (2013). Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability (3rd ed.). Dordrecht, Netherlands: Springer.

APHA, AWWA, & WEF. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.). Washington, DC: American Public Health Association.

- Bai, B., Bai, F., Li, X., Nie, Q., Jia, X., & Wu, H. (2022). The remediation efficiency of heavy metal pollutants in water by industrial red mud particle waste. *Environmental Technology & Innovation*, 28, 102944.
- Marx, C., Tetzlaff, D., Hinkelmann, R., & Soulsby, C. (2023). Effects of 66 years of water management and hydroclimatic change on the urban hydrology and water quality of the Panke catchment, Berlin, Germany. *Science of the Total Environment*, 900, 165764.
- Metcalf & Eddy, Inc. (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Jathan, Y., Pagilla, K. R., & Marchand, E. A. (2023). Understanding the influence of dissolved organic nitrogen characteristics on enhanced coagulation performance for water reuse. *Chemosphere*, 337, 139384.
- Lee, H. K., Chang, S., Park, W., Kim, T. J., Park, S., & Jeon, H. (2022). Effective treatment of uranium - contaminated soil-washing effluent using precipitation/flocculation process for water reuse and solid waste disposal. *Journal of Water Process Engineering*, 48, 102890.
- Xiaobing, L. I., Zhang, C., & Jiongtian, L. I. U. (2010). Adsorption of oil from waste water by coal: characteristics and mechanism. *Mining Science and Technology (China)*, 20(5), 778-781.
- Luo, H., Huang, G., Fu, X., Liu, X., Zheng, D., Peng, J., ... & Sun, X. (2013). Waste oyster shell as a kind of active filler to treat the combined wastewater at an estuary. *Journal of Environmental Sciences*, 25(10), 2047-2055.
- Qin, J., Zhang, Y., & Yi, Y. (2023). Water washing and acid washing of gasification fly ash from municipal solid waste: Heavy metal behavior and characterization of residues. *Environmental Pollution*, 320, 121043.
- Ravindiran, G., Rajamanickam, S., Ramalingam, M., Hayder, G., Sathaiah, B. K., Gaddam, M. K. R., & Arunkumar, P. (2024). Conversion of seaweed waste to biochar for the removal of heavy metal ions from aqueous solution: A sustainable method to address eutrophication problem in water bodies. *Environmental Research*, 241, 117551.

- Seijger, C. (2023). How shifts in societal priorities link to reform in agricultural water management: Analytical framework and evidence from Germany, India and Tanzania. *Science of the Total Environment*, 886, 163945.
- Tang, S., Gao, L., Tian, A., Zhao, T., & Zou, D. (2023). The coagulation behavior and removal efficiency of microplastics in drinking water treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 53, 103885.
- Yang, W., Kong, Y., Yin, H., & Cao, M. (2023). Study on the adsorption performance of ZIF-8 on heavy metal ions in water and the recycling of waste ZIF-8 in cement. *Journal of Solid State Chemistry*, 326, 124217.