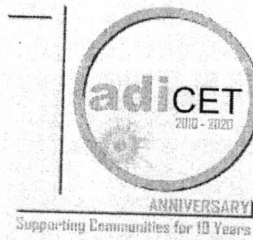




adiCET



๖ |

การประชุมวิชาการระดับชาติสู่การพัฒนาชุมชนฉลาด ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ครั้งที่ 1

The 1st National Conference on Smart Community Development
in the Asia Pacific (nSCAP2020)

20 - 21 กุมภาพันธ์ 2563

วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์แม่ริม

ภายใต้ งานครบรอบ 10 ปี adiCET กับการพัฒนาพลังงานเพื่อท้องถิ่น ระหว่างวันที่ 20 - 21 กุมภาพันธ์ 2563

สารจากอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำระดับประเทศในการผลิตและพัฒนาครู และเป็นมหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ที่เสริมสร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้และนวัตกรรมที่มีคุณภาพ ด้วยการวิจัย และการบริการวิชาการ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน โดยให้การศึกษา ถ่ายทอด และพัฒนา เทคโนโลยีเพื่อความเป็นเลิศทางด้านวิชาการบนพื้นฐานขององค์ความรู้และภูมิปัญญาของท้องถิ่น ดังนั้น มหาวิทยาลัยจึงผลักดัน สนับสนุนและพัฒนาด้านงานวิจัย โดยมุ่งเน้นงานวิจัยที่มีคุณภาพและสามารถเผยแพร่องค์ความรู้ให้สาธารณชน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือต่อยอดได้

การประชุมวิชาการระดับชาติสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก เป็นเวทีในการเผยแพร่องค์ความรู้และโอกาสสำหรับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้ทรงคุณวุฒิ คณาจารย์ นักศึกษา และ นักวิจัย ต่างสถาบัน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาด้านงานวิจัยให้มีคุณภาพ จึงนับเป็นโอกาสที่ดีที่วิทยาลัยพัฒนา เศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชียได้จัดการประชุมวิชาการครั้งนี้ เพื่อสร้างความเข้มแข็งด้านวิชาการและ วิจัยสู่การเป็นมหาวิทยาลัยที่มีคุณภาพและตอบสนองการพัฒนาท้องถิ่น

ในนามมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ขอขอบคุณนักวิจัยเจ้าของผลงานวิจัยที่มีคุณภาพทุกผลงานที่ทำให้ การนำเสนอผลงานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการประชุมวิชาการระดับชาติสู่เป้าหมายการ พัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกในครั้งนี้ จะเป็นโอกาสที่อาจารย์ นักศึกษา ตลอดจนนักวิจัย นักวิชาการ และผู้ที่สนใจทุกท่านได้แลกเปลี่ยนร่วมกัน และสามารถนำไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนา ตนเอง ชุมชน สังคม และประเทศชาติสืบไป

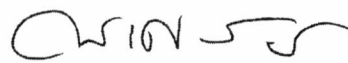


รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ธรรมไชย
รักษาราชการแทน อธิการบดี

สารจากคณบดี
วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้จัดตั้งขึ้นเมื่อปี 2553 และมีจุดมุ่งหมายในการบูรณาการ การเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ เพื่อพัฒนาชุมชนให้เกิดความยั่งยืน ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมด้วยเทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีสีเขียว ในโอกาสที่วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชียได้การจัดตั้งครบ 10 ปี จึงได้จัดงาน “10 ปี adiCET กับการพัฒนาพลังงานเพื่อท้องถิ่น” และ “การประชุมวิชาการระดับชาติสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ครั้งที่ 1 (1st The National Conference on Sustainable Development Goals for Smart Community in the Asia Pacific Region (nSCAP2020))” ซึ่งเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์วิจัย และสร้างความร่วมมือร่วมกับภาคีเครือข่ายในการพัฒนางานวิจัยให้เกิดความเข้มแข็ง นอกจากนี้ ยังสามารถเกิดแนวทางในการพัฒนาคุณภาพ มาตรฐานงานวิจัยและการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ที่ให้ออกส่นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในการนำเสนอและตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

การประชุมวิชาการในครั้งนี้ วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้รับความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละสาขาวิชาในการตรวจประเมินผลงานวิชาการ ดังนั้น ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในงานประชุมวิชาการครั้งนี้จึงเป็นผลงานวิจัยที่มีคุณภาพ วิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า การประชุมวิชาการครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เข้าร่วมการประชุมและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ในการนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติต่อไป และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ คณาจารย์ และบุคลากรทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการจัดงานในครั้งนี้



ดร.วรจิตต์ เศรษฐพรค์

คณบดีวิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บทบรรณาธิการ

การจัดงาน “ประชุมวิชาการระดับชาตินานาชาติสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ครั้งที่ 1 (1st The National Conference on Sustainable Development Goals for Smart Community in the Asia Pacific Region (nSCAP2020))” นี้ อยู่ภายใต้งาน “10 ปี adiCET กับการพัฒนาพลังงานเพื่อท้องถิ่น” ที่จัดขึ้นในระหว่างวันที่ 20 – 21 กุมภาพันธ์ 2563 ณ วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (ศูนย์แมริม) จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ส่งเสริมความร่วมมือทางวิชาการ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาการ และประสบการณ์ทำงานวิจัยระหว่างนักวิชาการ คณาจารย์ นักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และหน่วยงานภาคีเครือข่าย 2) ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการนำเสนอผลงานของอาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษา เป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยให้เป็นที่รู้จักของหน่วยงานภายในและต่างประเทศ และ 3) พัฒนาเครือข่ายความร่วมมือด้านการวิจัยของมหาวิทยาลัย พัฒนาชื่อเสียงและให้เป็นที่รู้จักในวงการศึกษาและการวิจัย

บทความวิจัยที่ได้รับการคัดสรรเพื่อตีพิมพ์ในรายงานการประชุมวิชาการฉบับนี้ ได้ผ่านการประเมินและกลั่นกรองจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิหลากหลายสถาบันที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับบทความแต่ละเรื่อง ซึ่งใช้ระบบมาตรฐานเดียวกันกับการพิจารณาคุณภาพบทความของวารสารวิชาการ บทความวิจัยที่ได้รับคัดสรร จำนวน 49 เรื่อง จากทั้งหมด 17 มหาวิทยาลัยที่ส่งผลงานวิจัยเพื่อเข้าร่วมการประชุมวิชาการ โดยผลงานวิจัยดังกล่าวแสดงถึงประเด็นการวิจัยด้านพลังงานเพื่อชุมชน สิ่งแวดล้อม นวัตกรรมเพื่อชุมชน และงานวิชาการรับใช้สังคม ซึ่งถือเป็นการพัฒนาท้องถิ่นบนพื้นฐานของงานวิจัย โดยนักวิจัยลงพื้นที่และทำงานร่วมกับชุมชนเพื่อตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของชุมชน และเพื่อให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนต่อไป

คณะกรรมการจัดการประชุม ขอขอบคุณผู้ที่เข้าร่วมการประชุมและผู้นำเสนอผลงานวิจัย ตลอดจนแขกผู้มีเกียรติทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมทำให้การประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีทุกประการ



ดร.สุรัช จันทร์ศรี

บรรณาธิการการประชุมวิชาการระดับชาติสู่การพัฒนาชุมชนฉลาด
ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ครั้งที่ 1

คณะกรรมการพิจารณาบทความ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ้ายคำตา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ริษา ภัทรมานนท์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.สามารถ ใจดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ ปัตติยะ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา ใจรักษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาคภูมิ ศรีมรินทร์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงไกร ธารพรศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิทร มัทธนชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมกิตติ ธรรมโม	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรศิลป์ กันธา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ แหลมหลัก	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยธิดา ไตรนุรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ภูไท อุดมอริยทรัพย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณิพา ดอกไม้งาม	พรณิพา ดอกไม้งาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิษฐ์ มณีโชติ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มีทนา อินไชย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศธนา คุณาทร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ริษา ภัทรมานนท์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักขณา แก้วใจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชาย เพ็ชรตรา	มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมมาส แก้วล้วน	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวีศักดิ์ ชัตติยวรรณ	มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภิญโญ ชุมมณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
ดร.เกศสุดา โภคานิตย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
ดร.เอกรัฐ ปัญญาเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ดร.ชนิษฐา สุขสง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ธนธรส ไชยสุต	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.จันทร์จิรา ตรีเพชร	มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
ดร.จิตราภรณ์ ธาราพิทักษ์วงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.จิราภรณ์ จันทร์เขียน	มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

คณะกรรมการพิจารณาบทความ (ต่อ)

ดร.ชยานนท์ สวัสดิ์ดิโนนาท
ดร.ชาญ ยอดละ
ดร.ณัฐยา ตันตรานนท์
ดร.ธนิศา อารีรบ
ดร.ธีรุตม์ หมั่นวงศ์เท
ดร.นงนุช เกตุย
ดร.นฤมล ภูสิงห์
ดร.บุษราภรณ์ มัทธอนชัย
ดร.พนิดา เทพขุน
ดร.ภาณุมาศ สุยบางคำ
ดร.ภาณุรังษี เตือนไธ
ดร.ภูมินทร์ คำหนัก
ดร.มนสิชา อินทรจักร
ดร.มัทนา อินไชย
ดร.รัชดา คำจริง
ดร.วรจิตต์ เศรษฐพรรค
ดร.วันนิวัต ปันสูงค์
ดร.วินิตรา ลีละพัฒนา
ดร.วิสุทธิ์ สุกรินทร์
ดร.สายฝน แสนใจพรม
ดร.สุทิน อ่อนอุบล
ดร.สุรัชย์ ณรัฐ จันทร์ศรี
ดร.สุรพล ใจวงศ์ชา
ดร.หทัยทิพย์ สิ้นธยา
อาจารย์ ภัทรศรี อินทร์ขาว
อาจารย์ ฤทธิชัย ผานาค

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอวิเชียรบุรี
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
RMIT University Vietnam
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสระบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

สารบัญ

รหัส	ชื่อบทความ	หน้า
EFC01	การศึกษาอัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบสถิต ที่มีผลต่อการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์	1
EFC02	แรงจูงใจในการทำงานที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน ของพนักงานสายงานขึ้นตรงต่อผู้ว่าการการประปาส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่	9
EFC03	การรับรู้ข้อมูลการประหยัดพลังงานของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	18
EFC04	การศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของคนในชุมชนแม่สะแจะ อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน	25
EFC05	การประยุกต์ใช้พัดลมตั้งพื้นทำงานร่วมกับอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก	34
ENV01	ความมั่นคงทางน้ำ : กรณีศึกษาการใช้ น้ำของธุรกิจโรงแรมจังหวัดภูเก็ตสู่แนวทางการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อการอนุรักษ์น้ำ	44
ENV02	การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ที่มีผลกระทบต่อนิเวศสังคมของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลบ้านคู อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย	73
ENV03	การศึกษารูปแบบการจัดการขยะด้วยกองทุนสวัสดิการขยะบ้านแก้งยาว ตำบลภูแล่นคา อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ	81
ENV04	ปัจจัยพยากรณ์ทัศนคติต่อการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน ตำบลหนองล่อง อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ	87
ENV05	ความต้องการใช้น้ำและปัญหาการใช้น้ำ อ่างเก็บน้ำห้วยแม่เลียบ ตำบลแม่เปา อำเภอพญาเม็งราย จังหวัดเชียงราย	94
SOI01	สื่อที่เหมาะสมในการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ	101
<u>SOI02</u>	<u>การพัฒนาชุดอุปกรณ์การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลสำหรับการอุปโภคเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งของชุมชน</u>	<u>109</u>
SOI03	กระบวนการคิดเชิงออกแบบในการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ลูกประ ของกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตกปลายน้ำ อ.พรหมคีรี จ.นครศรีธรรมราช	118
SOI04	ผลของโปรแกรมการใช้สมาธิบำบัด SKT ร่วมกับการปรับเปลี่ยนการบริโภคอาหารเค็ม ต่อระดับความดันโลหิตในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ตำบลบ้านเสด็จ อำเภอมือง จังหวัดลำปาง	131
SOI05	การปรับปรุงสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยกระบวนการทอรีแฟคชันแบบสกรูเอียง โดยใช้ความร้อนทางอ้อมจากการเผาไหม้ทอร์แกส	138

การพัฒนาชุดอุปกรณ์การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลสำหรับการอุปโภค เพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งของชุมชน

Development of Groundwater Treatment Equipment Sets for Consumption to Tackle Drought of Community

ปิยรัตน์ มุลศรี^{1*}, อาทิตย์ หูเต็ม², และศานิตย์ สุวรรณวงศ์²

Piyarut Moonsri^{1*}, Artit Hutem² and Sanit Suwanwong²

¹สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000

²สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000

*โทรศัพท์ 0-5671-7123 E-mail piyarutto@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาชุดอุปกรณ์การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลที่ผลิตจากท่อพีวีซีชนิดหนา โดยใช้สารกรองคาร์บอน สารกรองแมงกานีส และสารกรองเรซินอย่างละ 3 kg ใช้การดึงน้ำจากถังบรรจุโดยปั้มน้ำโซล่าเซลล์ขนาด 5.5 bar มีอัตราการไหลของน้ำเข้าสู่ชุดกรอง 4.8 L min⁻¹ และมีอัตราการไหลของน้ำที่ออกจากชุดกรอง 3.8 L min⁻¹ จากการศึกษาประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลของชุดกรองพบว่า สามารถลดปริมาณของแข็งทั้งหมดได้ 99.8% ลดค่าความขุ่นได้ 71.2% ลดค่าการนำไฟฟ้าได้ 98.7% มีค่าความเป็นกรดต่างเปลี่ยนแปลง 6.7% ลดค่าความกระด้างทั้งหมดได้ 89.4% ลดปริมาณโลหะ Fe Mn และ Cu ได้ 61.0%, 94.8% และ 50% ตามลำดับ และลดปริมาณ Cl⁻ ได้ 57.2% โดยมีคุณภาพของน้ำที่บำบัดได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำสำหรับการอุปโภค นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากฝักมะขามที่เสียหายจากราเป็นวัสดุกรองแทนสารกรองคาร์บอนที่มีขายทั่วไปได้โดยมีประสิทธิภาพด้อยกว่าเล็กน้อย ชุดอุปกรณ์ดังกล่าวมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า 3,000 บาท มีความพึงพอใจของผู้ใช้ประโยชน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นชุดอุปกรณ์การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลที่พัฒนาขึ้นนี้จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ใช้สำหรับแก้ไขปัญหาภัยแล้งของชุมชนได้

คำสำคัญ: ชุดอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำ น้ำบาดาล ปัญหาภัยแล้ง

Abstract

This research has developed a groundwater treatment equipment set which manufactured from thick PVC pipes. By using carbon filter, manganese filter, and resin filter used each of 3 kg. Water pulling from tank used a 5.5 bar solar water pump with an inflow rate of 4.8 L min⁻¹ and a flow rate of bile from the filter set was 3.8 L min⁻¹. From the study of the efficiency of improving groundwater quality, it was found that the filter set could reduce the total solids by 99.8%, reduce the turbidity by 71.2%, reduce the conductivity of 98.7%, change the alkalinity of 6.7%, reduce the total hardness by 89.4%, reduce the metal content of Fe Mn and Cu by 61.0%, 94.8% and 50% respectively, and reduce Cl⁻ to 57.2%. The

quality of treated water was within the standard of water for consumption. In addition, it was found that activated carbon produced from the damaged tamarind pods can be used as a filter material instead of the commercially available carbon filter, with not much less efficiency. The production cost of the filter set is less than 3,000 baht. The overall satisfaction of users is at a high level. Therefore, the developed groundwater quality improvement kit was another way to solve the drought problem of the community.

Keywords: Water treatment equipment sets, Ground water, Drought problem

1. บทนำ (ขนาด 16 ตัวหนา)

ปัญหาภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่นำความเสียหายทางเศรษฐกิจและสังคม ทั้งทางด้านการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และด้านการเกษตรที่ต้องพึ่งพาแหล่งน้ำจากธรรมชาติ ภัยแล้งจึงมีผลกระทบต่อทั้งการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน การเกษตร และสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากไม่มีการแก้ไขที่ดีแล้วอาจก่อให้เกิดปัญหาตามมาทั้งทางความเป็นอยู่ของประชาชน ด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ตามมาด้วย ซึ่งสถานการณ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 มาจนถึงปัจจุบัน ได้เกิดปรากฏการณ์ภัยแล้งอย่างกว้างขวางหลายพื้นที่ของประเทศไทยและก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากในหลายจังหวัด ดังนั้นปัญหาภัยแล้งจึงเป็นปัญหาสำคัญของชาติซึ่งรัฐบาลได้ให้ความสำคัญและวางแผนในการแก้ปัญหาภัยแล้ง โดยแผนระยะเร่งด่วนในแต่ละปีมีการช่วยเหลือเกษตรกรโดยวิธีให้การสนับสนุนเครื่องสูบน้ำ จัดสรรงบประมาณในการขุดลอกคูคลอง และฝนหลวง ฯลฯ เพื่อบรรเทาปัญหาเฉพาะหน้า ซึ่งรัฐบาลสามารถจัดการแก้ไขปัญหในระยะสั้นในแต่ละปีได้เป็นอย่างดี แต่การบริหารจัดการน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาก็ยังต้องมีการวางแผนและดำเนินการอย่างต่อเนื่องต่อไปโดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัยระหว่างธรรมชาติและการพัฒนาด้วย ในด้านของการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของประชาชน ก็ได้รับผลกระทบจากปัญหาภัยแล้งอย่างมากเนื่องจากแหล่งน้ำผิวดินทั้งตามหนอง คลอง บึง แม่น้ำ ลำธาร และเขื่อน ได้มีปริมาณลดลงจนไม่เพียงพอต่อการ

นำไปใช้ในการผลิตน้ำสะอาดเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคของประชาชน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแสวงหาแหล่งน้ำอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ในการผลิตน้ำสะอาดไว้สำหรับการอุปโภคบริโภคให้มากขึ้น ซึ่งแหล่งน้ำใต้ดินที่ถูกกักเก็บอยู่ในแอ่งชั้นหินซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินมากกว่า 10 เมตร ที่เรียกว่าน้ำบาดาล (ground water) จึงถูกนำมาใช้ในการผลิตน้ำสะอาดเพื่อใช้ในการอุปโภค บริโภค และทางการเกษตร มากขึ้น แต่ทั้งนี้ น้ำบาดาลซึ่งเป็นน้ำที่อยู่ใต้ดินในระดับลึก มีลักษณะและคุณภาพของน้ำที่ยังไม่เหมาะแก่การนำมาใช้งานได้โดยตรง เนื่องจากมีทั้งความขุ่น สี กลิ่น ไม่เป็นที่พึงประสงค์ ตลอดจนยังมีคุณภาพน้ำที่มีความกระด้าง และแร่ธาตุต่าง ๆ เจือปนอยู่มาก ซึ่งหากนำมาใช้งานโดยตรงอาจก่อให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมาได้ เช่น การเกิดตะกอน ตะกรัน คราบสกปรก และการอุดตันของเครื่องใช้และอุปกรณ์ เป็นต้น การปรับสภาพน้ำโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีหลักๆ ได้แก่ การปรับสภาพน้ำทางกายภาพ การปรับสภาพน้ำทางเคมี และการปรับสภาพน้ำทางชีววิทยา (สาวิตรี จันทรานุกรักษ์, 2546) ซึ่งการเลือกใช้วิธีการปรับสภาพน้ำแบบใดขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนั้น ๆ สำหรับน้ำบาดาลหากมีค่าความกระด้างของน้ำไม่สูงมาก การนำมาใช้สำหรับการอุปโภคสามารถทำได้ง่าย โดยวิธีการปรับสภาพน้ำทางกายภาพด้วยการกรองผ่านเครื่องกรองน้ำที่มีสารกรองสำหรับดักจับสารมลพิษที่ปนอยู่ในน้ำบาดาล ได้แก่ อนุภาคแขวนลอย สารที่ทำให้น้ำมีความกระด้าง สี และกลิ่น เป็นต้น โดยสารกรองที่นิยมใช้ทั่วไปสำหรับการบำบัดน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำได้แก่ ถ่านกัมมันต์ (active carbon) ในการดักจับอนุภาคสาร

แขวนลอยและสารอินทรีย์ที่ก่อให้เกิดกลิ่น และสีที่ไม่พึงประสงค์ สารกรองแมงกานีสใช้ในการดักจับตะกอน ความขุ่น สนิมเหล็ก และโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ตัวอย่าง และสารกรองเรซินซึ่งใช้ในการดักจับสารที่ก่อให้เกิดความกระด้างของน้ำ เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต เกลิอซิลเฟต และคลอไรด์ เป็นต้น โดยเครื่องกรองน้ำที่มีขายโดยทั่วไปมักมีราคาแพง เนื่องจากใช้วัสดุที่มีราคาแพง มีขนาดใหญ่ ใช้สารกรองมาก และไม่สะดวกในการติดตั้งและการนำไปใช้งานในพื้นที่ที่ห่างไกล ทำให้ประชาชนส่วนหนึ่งที่ยังมีความต้องการเครื่องกรองน้ำที่มีราคาไม่แพงมากนัก เคลื่อนย้ายได้สะดวก มีการใช้งานที่ง่าย และสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าได้ และหากมีการใช้สารกรองคาร์บอนกัมมันต์ที่สามารถผลิตได้เองจากวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติทดแทน ก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายได้อีกทางหนึ่ง

ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาออกแบบชุดอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลแบบเคลื่อนที่ได้ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์สำหรับการใช้ประโยชน์ในชุมชน และเพื่อศึกษาการประติษฐานชุดอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำและทดสอบประสิทธิภาพของการบำบัดคุณภาพน้ำบาดาลของชุมชน โดยใช้เทคโนโลยีที่ชาวบ้านสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ รวมถึงการใช้ทรัพยากรและอุปกรณ์ที่มีราคาไม่สูงมากนักในการจัดทำเป็นชุดการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อนำไปใช้ในการอุปโภคสำหรับการแก้ไขปัญหาภัยแล้งของชุมชนต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาการออกแบบชุดอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลแบบเคลื่อนที่ได้ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ สำหรับการอุปโภคและใช้ประโยชน์ในชุมชน

2.2 เพื่อศึกษาการประติษฐานชุดอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำและทดสอบประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำบาดาลตัวอย่าง

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การพัฒนาออกแบบและการประดิษฐ์ชุดอุปกรณ์

ทำการศึกษาออกแบบชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล โดยทำการออกแบบชุดอุปกรณ์บำบัดคุณภาพน้ำบาดาลที่มีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการนำไปใช้งานในระดับครัวเรือน

3.2 การศึกษาสมบัติและคุณภาพของน้ำบาดาลและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำของชุดอุปกรณ์

ในขั้นตอนนี้ได้ใช้น้ำบาดาลตัวอย่างของชุมชนตำบลห้วยใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ จากจุดเก็บน้ำบาดาลตัวอย่าง ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลห้วยใหญ่ จากนั้นทำการศึกษาคูณภาพของน้ำบาดาลของตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ ก่อนการบำบัดและหลังการบำบัดน้ำ ดังนี้ ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid, TS) โดยวิธีระเหยแห้งในตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Memmert, Germany รุ่น UM500) การวิเคราะห์หาค่าความขุ่นโดยวิธีเนฟิโอมेटริก (Nephelometric Method) โดยใช้เครื่องวัดค่าความขุ่นของน้ำ (ยี่ห้อ HACH, USA รุ่น 2100N) ทำการวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรดต่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรดต่าง (ยี่ห้อ WTW, USA รุ่น LF300) ทำการวิเคราะห์หาความกระด้างทั้งหมด (Total hardness, H total) ค่าความกระด้างคาร์บอเนต (Carbonate hardness, H carb) และค่าความกระด้างถาวร (Non-carbonate hardness, H non-carb) ของตัวอย่างน้ำบาดาล ดังนี้ การวิเคราะห์หาค่าความกระด้างทั้งหมดของน้ำบาดาลตัวอย่าง ทำโดยการปิเปตน้ำตัวอย่างปริมาตร 25 mL ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL จากนั้นเติมสารละลาย buffer pH 10 ลงไป 10 mL เติมอินดิเคเตอร์ Eriochrome Black T ลงไป 4-5 หยด จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน EDTA จนถึงจุด

ยู่ติ ซึ่งสารละลายจะเปลี่ยนสีจากสีชมพูไปเป็นสีน้ำเงินใส บันทึกปริมาตรที่ใช้ แล้วนำไปคำนวณหาความกระด้างทั้งหมด จากกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน CaCO_3 กับความเข้มข้นมาตรฐานของ EDTA ที่ทำปฏิกิริยากันพอดี โดยใช้ Eriochrome Black T เป็นอินดิเคเตอร์ โดยจำนวนโมลของความกระด้างทั้งหมดของน้ำบาดาลตัวอย่างจะเท่ากับจำนวนโมลของ EDTA ที่ใช้ในการไทเทรตกับน้ำบาดาลตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์หาค่าความกระด้างคาร์บอนของน้ำบาดาลตัวอย่าง ทำโดยการปิเปตน้ำตัวอย่างปริมาตร 25 mL ใส่ลงในขวดรูปชมพูนขนาด 250 mL จากนั้นเติมอินดิเคเตอร์ Methyl orange ลงไป 4-5 หยด จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 M HCl จนถึงจุดยู่ติ ซึ่งสารละลายจะเปลี่ยนสีเหลืองไปเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรที่ใช้ แล้วนำไปคำนวณหาความกระด้างคาร์บอน (H carb) โดยจำนวนโมลของความกระด้างชั่วคราวจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของจำนวนโมล ของ HCl ที่ใช้ในการไทเทรต คำนวณหาค่าความกระด้างถาวรจากสมการ

$$H_{\text{non-carb}} = H_{\text{total}} - H_{\text{carb}}$$

(1)

เมื่อ H_{total} คือ ค่าความกระด้างทั้งหมด

$H_{\text{non-carb}}$ คือ ค่าความกระด้างถาวร

H_{carb} คือ ค่าความกระด้างชั่วคราว

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) โดยเทคนิค Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (ยี่ห้อ PerkinElmer, USA รุ่น PinAAcle 900F) และหาค่าปริมาณคลอไรด์ไอออนโดยวิธีอาร์เจนโตรเมตริก (Argentometric method) โดยทำตามขั้นตอนดังนี้ 1) ทำ Blank โดยการปิเปตน้ำกลั่นที่ปราศจากคลอไรด์ไอออน มา 100 mL เติมสารละลาย 5% w/v K_2CrO_4 ลงไปปริมาณ 1 mL จากนั้นนำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.0141 N จนกระทั่งถึงจุดยู่ติ

(สารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองไปเป็นสีเหลืองแดง) และ 2) ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำบาดาลตัวอย่าง โดยการปิเปตน้ำบาดาลตัวอย่าง 50 mL ใส่ลงในขวดรูปชมพูนขนาด 250 mL แล้วเติมน้ำกลั่นที่ปราศจาก Cl^- ลงไปอีกปริมาตร 50 mL จากนั้นเติมน้ำสารละลาย 5% w/v K_2CrO_4 ลงไป 1 mL แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน AgNO_3 0.0141 N จนกระทั่งถึงจุดยู่ติ (สารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองไปเป็นสีเหลืองแดง) บันทึกผล และนำไปคำนวณหาปริมาณคลอไรด์ในน้ำบาดาลตัวอย่าง

ทำการออกแบบและจัดทำชุดอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลโดยให้มีขนาดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน ขนย้ายได้สะดวก สามารถใช้ต่อพีวีซีชนิดหนาเป็นวัสดุหลักในการประดิษฐ์ชุดอุปกรณ์ได้สำหรับสารกรองใช้สารกรองคาร์บอนกัมมันต์ สารกรองแมงกานีส และสารกรองเรซิน (เกรดที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด) โดยใช้ปริมาณที่เหมาะสมกับขนาดของชุดกรองในปริมาณเท่ากัน การดึงน้ำจากถังบรรจุผ่านชุดกรองใช้ปั้มน้ำโซล่าเซลล์ขนาด 80 psi หรือ 5.5 bar การศึกษาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์บำบัดน้ำบาดาล ทำโดยการเปรียบเทียบสมบัติและคุณภาพน้ำบาดาลก่อนการบำบัดและภายหลังการบำบัด

3.3 การศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งาน

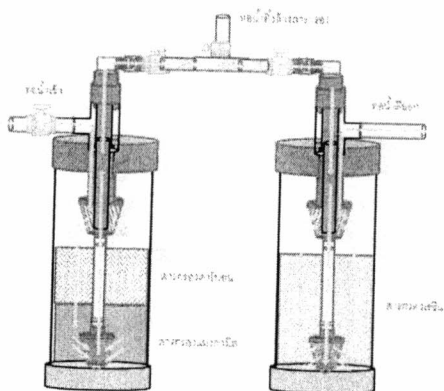
ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานจากกลุ่มเกษตรกรและผู้สนใจเข้าร่วมการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่องการผลิตและการใช้ประโยชน์จากชุดบำบัดน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการอุปโภคและการเกษตร จำนวน 20 คน โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) จำนวน 10 ข้อ มี 5 ระดับคะแนนคือ พึงพอใจมากที่สุด (5 คะแนน) พึงพอใจมาก (4 คะแนน) พึงพอใจปานกลาง (3 คะแนน) พึงพอใจน้อย (2 คะแนน) และพึงพอใจน้อยที่สุด (1 คะแนน) จากนั้นหาค่าเฉลี่ยคะแนนและหาระดับความพึงพอใจในแต่ละด้านโดยระดับความพึงพอใจมากที่สุด (4.51-5.00) ระดับความพึงพอใจมาก (3.51-4.50) ระดับ

ความพึงพอใจปานกลาง (2.51-3.50) ระดับความพึงพอใจน้อย (1.51-2.50) และระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด (1.00-1.50)

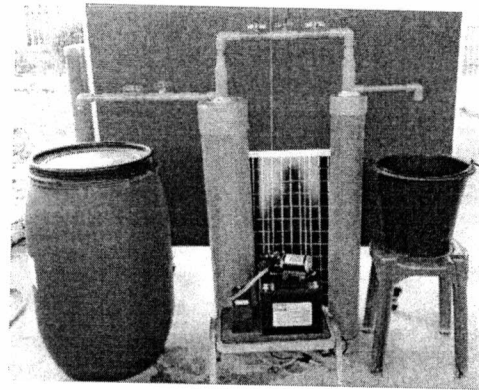
4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการพัฒนารูปแบบและการประดิษฐ์ชุดอุปกรณ์

จากการออกชุดอุปกรณ์ในการบำบัดน้ำบาดาลซึ่งประกอบไปด้วยถังกรองน้ำบาดาล 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นถังกรองสำหรับกรองอนุภาคสารแขวนลอย ดูดซับตะกอน ความขุ่น รวมถึงโลหะหนัก เช่น สนิม เหล็ก แมงกานีส กรองสี และกลิ่นของน้ำ และส่วนที่ 2 เป็นถังกรองความกระด้างของน้ำ ซึ่งการออกแบบชุดอุปกรณ์การกรอง การบรรจุสารกรอง และระบบการไหลเวียนของน้ำเข้าและน้ำออกสำหรับกระบวนการบำบัดน้ำแสดงได้ดังภาพที่ 1 และได้ทำการประดิษฐ์ชุดอุปกรณ์ในการบำบัดน้ำบาดาลตามที่ออกแบบได้ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1: ลักษณะการออกแบบชุดอุปกรณ์ถังกรองในการบำบัดน้ำบาดาล



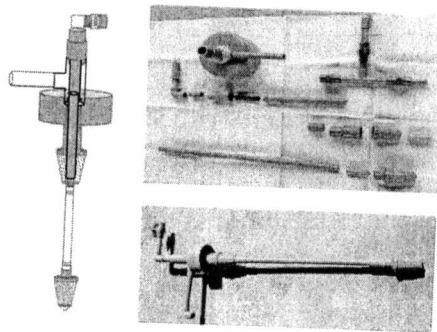
ภาพที่ 2: รูปชุดอุปกรณ์ในการบำบัดน้ำบาดาล

โดยระบบของชุดอุปกรณ์สำหรับการบำบัดน้ำบาดาลที่สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวกโดยถังกรองแรกจะใช้ท่อ PVC ชนิดหนา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว มีความสูง 95 cm ส่วนถังกรองที่สองจะใช้ท่อ PVC ชนิดหนา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ที่มีความสูง 95 cm เท่ากับ โดยมีความจุของถังกรองแรกและถังกรองที่สองเท่ากับ 16.8 L และ 7.5 L ตามลำดับ โดยมีวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการประกอบชุดกรองน้ำได้แก่ ฝาครอบท่อ กรวยกรองด้านบน-ล่าง ท่อ PVC ขนาด 4 หุน ข้อต่อตรง ข้อต่ออ บอลวาล์วสำหรับท่อขนาด 4 หุน ข้อต่อลดขนาด ข้อต่อสามทางลดขนาด และกาชิลิโคนอีพอกซี เป็นต้น ชุดกรองมีระบบของกระบวนการกรองน้ำ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1) ระบบการดึงน้ำบาดาลเข้าบำบัดในถังกรอง ซึ่งหากแหล่งน้ำบาดาลที่มีการใช้ปั้มน้ำบาดาลที่สามารถดึงน้ำให้ไหลเข้าท่อของถังกรองได้ก็สามารถทำการต่อท่อโดยตรงจากปั้มน้ำบาดาลได้เลย หรือหากแหล่งน้ำบาดาลอยู่ในที่ๆ ห่างไกล หรือเป็นแหล่งน้ำบาดาลแบบปั้มน้ำแบบใช้มือโยกจะต้องทำการรองรับน้ำด้วยถังภาชนะบรรจุน้ำก่อนจากนั้นจะใช้ปั้มน้ำโดยใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่หรือระบบโซล่าเซลล์ เพื่อดึงน้ำเข้าสู่ถังกรอง

2) ระบบของการกรองน้ำประกอบด้วย ถังกรองแรกจะใช้สารกรองคาร์บอนปริมาณ 3 kg ทำหน้าที่ใน

การกรองตะกอน ความขุ่น ดูดซับสี กลิ่น คลอรีน สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ที่ปนมากับน้ำ และใช้สารกรองแมงกานีสปริมาณ 3 kg ทำหน้าที่ในการกรองและดูดซับตะกอน ความขุ่นที่ปนมากับน้ำ ตลอดจนโลหะหนัก เช่น สนิมเหล็ก แมงกานีส และเติมออกซิเจนให้กับน้ำ และถังกรองที่สองจะใช้สารกรองเรซินปริมาณ 3 kg โดยปริมาณของสารกรองที่ใช้นี้มีความเหมาะสมกับถังกรองแต่ละถังที่ต้องให้ระดับของสารกรองอยู่ต่ำกว่ากรวยกรองที่ใช้ป้องกันสารกรองเข้าสู่ระบบท่อน้ำในของไส้กรอง (ต้นทุนสำหรับการผลิตชุดถังกรองทั้งสองถังต่ำกว่า 3,000 บาท) โดยมีระบบของการไหลเวียนน้ำเข้าออกดังแสดงในภาพที่ 2 และมีไส้กรองภายในดังบัพัตดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: รูปแบบการจัดเซตอุปกรณ์ในส่วนของไส้กรอง

4.2 ผลการศึกษาสมบัติและคุณภาพของน้ำบาดาล และประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำของชุดอุปกรณ์

จากการศึกษาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ในการบำบัดคุณภาพน้ำบาดาลโดยใช้การดึงน้ำบาดาลจากถังภาชนะบรรจุน้ำบาดาลโดยใช้ปั๊มน้ำโซล่าเซลล์ขนาด 80 psi หรือ 5.5 bar ที่มีอัตราการดูดน้ำคงที่พบว่าอัตราการไหลของการดึงน้ำจากถังภาชนะเข้าถังกรองแรกเท่ากับ 4.8 L min^{-1} เมื่อน้ำผ่านระบบกรองแล้วจะมีอัตราการไหลของน้ำที่ไหลออกจากถังกรองที่สองเท่ากับ 3.8 L min^{-1} ซึ่งหากใช้ระบบของการบ่อน

น้ำเข้าโดยปั๊มน้ำที่มีแรงดันมากกว่านี้ก็จะสามารถบำบัดน้ำและมีน้ำค้อออกมาในอัตราที่สูงกว่านี้ สำหรับประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านถังกรอง แสดงได้ดังตารางที่ 1

จากผลการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านชุดกรองน้ำบาดาลที่ประดิษฐ์ขึ้นพบว่าชุดอุปกรณ์กรองน้ำบาดาลนี้สามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลของชุมชนได้ โดยสามารถช่วยลดปริมาณของแข็งทั้งหมดได้ 99.8% ลดค่าความขุ่นได้ 71.2% ลดค่าการนำไฟฟ้าได้ 98.7% มีค่าความเป็นกรดต่างเปลี่ยนแปลง 6.7% ลดค่าความกระด้างทั้งหมดได้ 89.4% ลดปริมาณโลหะ Fe ได้ 61.0% ลดปริมาณโลหะ Mn ได้ 94.8% ลดปริมาณโลหะ Cu ได้ 50% และปริมาณคลอไรด์ไอออน ได้ 57.2% ซึ่งมีคุณภาพของน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพนี้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำสำหรับการอุปโภค

ตารางที่ 1: แสดงประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลตัวอย่าง

ชนิดของปัจจัยที่ศึกษา	ปริมาณของคุณภาพที่ตรวจวัดได้	
	ก่อนการบำบัด	หลังการบำบัด
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (mg L^{-1})	725	1.41
ค่าความขุ่น (NTU)	24.1	6.95
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1,215	15.27
ความเป็นกรด-ด่าง	7.15	7.63
ค่าความกระด้างทั้งหมด (mg L^{-1})	452	48
ปริมาณโลหะ Fe (ppm)	0.0420	0.0164
ปริมาณโลหะ Mn (ppm)	0.1126	0.0058
ปริมาณโลหะ Cu (ppm)	0.0020	0.0010
ปริมาณไอออน Cl^- (ppm)	9.81	4.2

เมื่อใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากฝักระงับที่เสียหายจากรา โดยถ่านกัมมันต์นี้มีค่าไอโอดีนนับเบอร่าเท่ากับ 624 mg/g มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 6.8-7.5% มีปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 6.5-7.3% และมีความหนาแน่นปรากฏประมาณ 0.42 g/cm³ (ปิยรัตน์ มูลศรี และคณะ, 2555) เป็นวัสดุกรองแทนสารกรองคาร์บอน และศึกษาการบำบัดน้ำบาดาล ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2

ซึ่งจากผลการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านชุดกรองน้ำบาดาลที่ประดิษฐ์ขึ้นและได้ใช้สารกรองเป็นถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากฝักระงับที่เสียหายจากรา พบว่าชุดอุปกรณ์กรองน้ำบาดาลนี้สามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลของชุมชนได้ โดยสามารถช่วยลดปริมาณของแข็งทั้งหมดได้ 98.6% ลดค่าความขุ่นได้ 65.5% ลดค่าการนำไฟฟ้าได้ 98.2% มีค่าความเป็นกรดต่างเปลี่ยนแปลง 4.0% ลดค่าความกระด้างทั้งหมดได้ 89.0% ลดปริมาณโลหะ Fe ได้ 51.3% ลดปริมาณโลหะ Mn ได้ 94.4% ลดปริมาณโลหะ Cu ได้ 27.3% และปริมาณคลอไรด์ไอออน ได้ 48.2% ซึ่งสามารถนำน้ำที่ผ่านการกรองนี้ไปใช้ในการอุปโภคในชุมชนได้ เนื่องจากคุณภาพของน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพนี้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำสำหรับการอุปโภค

ตารางที่ 2: แสดงประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลตัวอย่าง โดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากฝักระงับที่เสียหายจากราเป็นสารกรอง

ชนิดของปัจจัยที่ศึกษา	ปริมาณของคุณภาพที่ตรวจวัดได้	
	ก่อนการบำบัด	หลังการบำบัด
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (mg L ⁻¹)	754	10.54
ค่าความขุ่น (NTU)	22.7	7.84
ค่าการนำไฟฟ้า (μS cm ⁻¹)	1,145	20.82

ความเป็นกรด-ด่าง	7.23	7.52
ค่าความกระด้างทั้งหมด (mg L ⁻¹)	546	60
ปริมาณโลหะ Fe (ppm)	0.0380	0.0185
ปริมาณโลหะ Mn (ppm)	0.1115	0.0062
ปริมาณโลหะ Cu (ppm)	0.0022	0.0016
ปริมาณไอออน Cl ⁻ (ppm)	9.84	5.1

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งาน

ผลที่ได้จากการสอบถามความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นและได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีผ่านกรอบแบบฝึกปฏิบัติให้กับผู้ที่สนใจเข้าร่วมการอบรมจำนวน 20 คน ในด้านต่าง ๆ พบว่า ระดับความพึงพอใจด้านความสะดวก และความง่ายในการจัดหาวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตชุดอุปกรณ์อยู่ในระดับมาก (4.4) ระดับความพึงพอใจด้านความสะดวกและความง่ายของวิธีการเตรียมชุดอุปกรณ์บำบัดน้ำอยู่ในระดับมาก (4.4) ระดับความพึงพอใจด้านความสะดวกและความง่ายของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการบำบัดน้ำบาดาลอยู่ในระดับมาก (4.2) ระดับความพึงพอใจด้านความสะดวกและความง่ายของขั้นตอนวิธีการบำบัดน้ำบาดาลอยู่ในระดับมาก (4.1) ระดับความพึงพอใจด้านปริมาณ สิก่กลับ และลักษณะทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านการบำบัดอยู่ในระดับมาก (4.25) ระดับความพึงพอใจด้านลักษณะคุณภาพทางเคมีของน้ำบาดาลที่ผ่านการบำบัดอยู่ในระดับมาก (4.2) ระดับความพึงพอใจด้านความสะดวกและความง่ายของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการบำบัดน้ำบาดาลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.6) ระดับความพึงพอใจด้านการใช้ประโยชน์จากชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในระดับมาก (4.0) ระดับความพึงพอใจด้านการใช้ประโยชน์จากชุดอุปกรณ์บำบัดน้ำบาดาลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.55) ระดับความพึงพอใจด้านการนำเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้จริงอยู่ในระดับมากที่สุด (4.6) ดังนั้นภาพรวมของระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นนี้อยู่ในระดับมาก (4.33)

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาชุดอุปกรณ์การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลสำหรับการอุปโภคเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งของชุมชนจากท่อ PVC ชนิดหนา ซึ่งประกอบไปด้วยถังกรองน้ำบาดาล 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นถังกรองสำหรับกรองอนุภาคสารแขวนลอย คุดขี้ตะกอน ความขุ่น รวมถึงโลหะหนัก เช่น สนิม เหล็ก แมงกานีส กรองสี และกลิ่นของน้ำ และส่วนที่ 2 เป็นถังกรองความกระด้างของน้ำ โดยระบบของชุดอุปกรณ์สำหรับการบำบัดน้ำบาดาลที่สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก โดยมีความจุของถังกรองแรกและถังกรองที่สองเท่ากับ 16.8 L และ 7.5 L ตามลำดับ ใช้สารกรองคาร์บอน สารกรองแมงกานีส และสารกรองเรซินปริมาณอย่างละ 3 kg

จากการศึกษาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ในการบำบัดคุณภาพน้ำบาดาลโดยใช้การดึงน้ำบาดาลจากถังภาชนะบรรจุน้ำบาดาลโดยใช้ปั้มน้ำโซล่าเซลล์ขนาด 80 psi หรือ 5.5 bar พบว่ามีอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 4.8 L min⁻¹ เมื่อน้ำผ่านระบบกรองแล้วจะมีอัตราการไหลของน้ำที่ได้ในอัตราการไหลเท่ากับ 3.8 L min⁻¹ สำหรับประสิทธิภาพในด้านการปรับปรุงคุณภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านถังกรอง พบว่าชุดอุปกรณ์กรองน้ำบาดาลนี้สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลให้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำสำหรับการอุปโภคได้ นอกจากนี้การใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากฝั่มะขามที่เสียหายจากราเป็นวัสดุกรองแทนสารกรองคาร์บอนก็สามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลได้เช่นกัน โดยมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้สารกรองคาร์บอนที่มีขายโดยทั่วไปไม่มากนัก แต่เป็นการใช้วัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่นที่ผ่านการแปรรูปให้เป็นถ่านกัมมันต์สำหรับใช้เป็นวัสดุกรองน้ำได้ โดยมีระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชุดอุปกรณ์การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

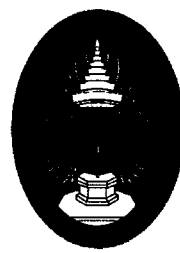
6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ประเภทงบประมาณแผ่นดินโดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ประเภทโครงการวิจัยประยุกต์เชิงลึกหรือต่อยอดเพื่อนำไปใช้แก้ไขปัญหาการดำเนินงานของหน่วยงาน ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลห้วยใหญ่ อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ สำหรับการอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการดำเนินงานจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- การประปาส่วนภูมิภาค. (2558). *คู่มือกระบวนการหลักด้านกระบวนการผลิตน้ำประปาเล่ม 1 ภาคปฏิบัติ*. กรุงเทพมหานคร : การประปาส่วนภูมิภาค
- เฉลิม ชัยบุญเรือง. (2553). *การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุข และการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551. (21 พฤษภาคม 2551). *ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 125 (ตอนพิเศษ 85 ง).* หน้า 15-18
- ปิยรัตน์ มูลศรี วิลพร ปองเพียร และกฤษฎา มูลศรี. (2555). *การผลิตถ่านกัมมันต์จากฝั่มะขามที่เสียหายจากราเพื่อการใช้ประโยชน์เชิง*

- พาณิชย์. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์:
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
วรรณ กาญจนมยุร. (2551). เคมีอุตสาหกรรม (พิมพ์
ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
สาวิตรี จันทรานุรักษ์. (2546). กระบวนการแยกเชิงกล
ในอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร :
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Henze, M. (2002). *Wastewater Treatment*. 3rd ed.
New York : Springer.
- Moonsri, P., Pongpian, W., & Moonsri, K. (2016).
Production of Activated Carbon from
Moldy Damaged Tamarind-Pod.
Applied Mechanics and Materials,
Vol.855, pp 137-142.



วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ประกาศนียบัตรฉบับนี้มอบไว้เพื่อแสดงว่า

ปิยรัตน์ มุลศรี, อาทิตย์ หู้เต็ม และศานิตย์ สุวรรณวงศ์

ได้นำเสนอบทความ

การพัฒนาชุดอุปกรณ์การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลสำหรับการอุปโภค
เพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งของชุมชน

ในการประชุมวิชาการระดับชาติสู่การพัฒนาชุมชนฉลาดในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ครั้งที่ 1 (nSCAP2020)

ภายใต้ งานครบรอบ 10 ปี adiCET กับการพัฒนาพลังงานเพื่อท้องถิ่น

ระหว่างวันที่ 20 - 21 กุมภาพันธ์ 2563

ณ วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชียมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์แม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

(ดร.สุรัชย์ จันทร์ศรี)

ประธานการจัดประชุมวิชาการระดับชาติสู่การพัฒนาชุมชนฉลาด
ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ครั้งที่ 1

(ดร.วรจิตต์ เศรษฐพรรค์)

คณบดีวิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่