บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบและผลการทำนายจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของตัวรวมรังสีอาทิตย์รูปประกอบพาราโบลาแบบไม่สมมาตร (ACPC) ในการทำน้ำร้อนให้แก่ระบบ และศึกษาการถ่ายโอนความร้อนของน้ำในการเพิ่มอุณหภูมิน้ำภายในระบบแต่ละกรณี รวมทั้งการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสีย โดยใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 เพื่อศึกษาความสามารถในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 ตัวรวมรังสีอาทิตย์รูปประกอบพาราโบลาแบบไม่สมมาตร (ACPC)

จากการออกแบบและสร้างแผงตัวรวมรังสีอาทิตย์ ACPC ซึ่งสามารถรวมความเข้มรังสีอาทิตย์ได้มากที่สุด 3097.41 W/m^2 หรือ 2.49 เท่า เมื่อเทียบกับบริเวณที่ไม่มีแผง ACPC สามารถทำประสิทธิภาพทางความร้อนเฉลี่ยทั้งวันที่ได้รับ โดยใช้ตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบ ACPC ร่วมกับชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีค่าสูงกว่าชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 47.38% และ 40.98% ตามลำดับ โดยอุณหภูมิน้ำที่ได้จากตัวรับรังสีอาทิตย์แบบ ACPC ร่วมกับแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 ที่เวลา 13.33 น. ชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 อุณหภูมิน้ำสูงสุดเท่ากับ 52.3 ^{O}C มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 975.6 W/m^2 และซึ่งค่าอุณหภูมิน้ำของชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้าน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 44.8 ^{O}C มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 997.71 W/m^2 ณ เวลา 13.03 น. อุณหภูมิของชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิน้ำชุดควบคุมอยู่ 1-7.5 ^{O}C

ดังนั้น เมื่อนำพลังงานรังสีอาทิตย์มาใช้งานร่วมกับแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่เคลือบ TiO_2 แล้ว ทำให้ส่งผลสามารถเพิ่มอุณหภูมิน้ำในระบบให้มีค่าเพิ่มขึ้นและยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

5.1.2 การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสีย โดยใช้ตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบไม่สมมาตร (ACPC) ร่วมกับแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)

เมื่อทำการทดสอบยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียพบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้จริง โดยในน้ำเสียเริ่มลดลงและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เวลา 16.00 น. เป็นต้นไป โดย ณ เวลานี้ อุณหภูมิของแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่เคลือบด้วย TiO_2 มีค่าเท่ากับ 48.66 ^{O}C และอุณหภูมิของน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 46.25 ^{O}C และสิ้นสุดการทดลองเมื่อเวลา17.00 น. จำนวนของเชื้อแบคทีเรียในการทดลองที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีเคลือบ TiO_2 ลดลงจาก $1.70x10^6$ CFU/ml เป็น $3.4x10^5$ CFU/ml ซึ่งลดลงมากถึง 5 เท่า ในขณะที่ชุดควบคุมที่เคลือบสีดำด้าน สามารถลดจำนวนของเชื้อแบคทีเรียจากเดิม $1.73x10^6$ CFU/ml เป็น $6.03x10^5$ CFU/ml ลดลงเพียง 3 เท่า ของชุดทดลองที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 และเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียต่ออุณหภูมิน้ำเสียและระยะเวลา โดยชุดทดสอบใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีค่ามากกว่าชุดควบคุมที่เคลือบสีดำด้าน มีค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรียร้อยละ 80 และ 65 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น

การวิเคราะห์ค่า COD เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดสอบของชุดการทดสอบทั้ง 2 กรณี ซึ่งมีค่า COD เริ่มต้น เท่ากับ 250 mg/l พบว่าชุดควบคุมที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้าน มีค่าลดลง จากเดิมเหลือ 231 mg/l และในขณะที่ ชุดการทดสอบที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 สามารถลดปริมาณ COD ได้ถึง 218 mg/l ซึ่งสอดคล้องกับ ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสีย เมื่อชุดทดสอบมีการใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่าชุดควบคุมที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้าน

5.1.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองที่ได้ทำการพัฒนามีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริง โดยอุณหภูมิน้ำที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้านเป็นชุดควบคุม มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 2.5% และอุณหภูมิน้ำที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 3.3% ซึ่งค่าอุณหภูมิน้ำที่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ความเร็วลม และความเข้มรังสีอาทิตย์ เป็นต้น

เมื่อนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปทำนายอุณหภูมิน้ำเมื่อมีการเพิ่มพื้นที่ขนาดของอุปกรณ์ เช่น ตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบ ACPC แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เป็นต้น สามารถทำอุณหภูมิน้ำได้จริง โดยมีค่าสูงสุดที่ชุดทดสอบใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 เท่ากับ 50.6 ^{O}C มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 929.4 W/m^2 ณ เวลา 12.03 น. และอุณหภูมิน้ำสูงสุดที่ชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้านเป็นชุดควบคุม เท่ากับ 54 ^{O}C มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1000 W/m^2 ณ เวลา 12.33 น.

รวมทั้งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการทำนายอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยของระบบทำน้ำร้อน ในแต่ละเดือนตลอดทั้งปี สามารถทำการทดสอบระบบเพื่อยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้จริง โดยใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 ได้ตลอดทั้งปีได้จริง โดยเดือนที่มีอุณหภูมิน้ำมากที่สุด คือ เมษายน ซึ่งมีค่า 50.73 ^{O}C สำหรับชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้านเป็นชุดควบคุม และ 50.72 ^{O}C สำหรับชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 ซึ่งในเดือนนี้มีค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 902 W/m^2

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการออกแบบตัวรวมรังสีอาทิตย์ ACPC ควรเพิ่มพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ให้มีค่ามากกว่าเดิม เพื่อให้สามารถรับรังสีที่ตกกระทบตลอดทั้งวันได้เพิ่มขึ้นและสามารถใช้งานได้ยาวนานยิ่งขึ้นด้วย
2. ในการใช้ตัวรวมรังสีอาทิตย์ ACPC เป็นอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการให้ความร้อนเพียงอย่างเดียว อาจทำให้อุณหภูมิน้ำเสียไม่สูงพอที่จะสามารถใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้ ดังนั้นควรการรวบรวมวิธีที่จะทำให้เกิดความร้อนกับน้ำเสียให้ได้มากที่สุด เข้าด้วยกัน เช่น นำตัวรวมรังสีอาทิตย์ CPC มาใช้งานควบคู่กัน ประกอบกับการทำให้น้ำเสียไหลเวียนในระบบเพื่อเป็นการกระจายอุณหภูมิน้ำ
3. ในการเคลือบผิวดูดกลืนรังสีอาทิตย์ด้วย TiO_2 ควรจะเลือกวิธีการเคลือบหลายๆ วิธี เปรียบเทียบกัน เช่น โซล-เจล เป็นต้น ว่าการเคลือบด้วยวิธีใดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้มากที่สุด