บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในด้านสุขภาพอนามัย เช่น การอุปโภค บริโภค นันทนาการและกีฬา เป็นต้น และในด้านเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญยิ่งประการหนึ่งในการประกอบกิจกรรมต่างๆ เช่น การเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์และการทำประมง อุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว รวมทั้งน้ำช่วยการรักษาความสมดุลของโลกเอาไว้ [1] นอกจากนี้ยังสามารถนำพลังงานจากน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกด้วย ปัญหาสำคัญๆ ของทรัพยากรน้ำที่เกิดขึ้นคือ ปัญหาการมีน้ำน้อยเกินไปคือ เกิดการขาดแคลนอันเป็นผลเนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า ทำให้ปริมาณน้ำฝนน้อยลง เกิดความแห้งแล้งเสียหายต่อพืชเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ ปัญหาการมีน้ำมากเกินไปเป็นผลมาจากการตัดไม้มากเกินไป ทำให้เกิดน้ำท่วมไหลบ่าในฤดูฝน สร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน และปัญหาน้ำเสีย ซึ่งเป็นปัญหาใหม่ในปัจจุบัน สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสีย ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านเรือน ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลที่ถูกทิ้งสู่แม่น้ำลำคลอง น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำฝนพัดพาเอาสารพิษที่ตกค้างจากแหล่งเกษตรกรรมลงสู่แม่น้ำลำคลอง น้ำเสียที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลเสียหายทั้งต่อสุขภาพอนามัย เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และมนุษย์ส่งกลิ่นเหม็น รบกวน ทำให้ไม่สามารถนำแหล่งน้ำนั้นมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม [2]

ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) สามารถเกิดกระบวนการโฟโตคะตะไลซีส (Photocatalysis) ได้ เนื่องจาก TiO_2 เป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) เมื่อดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ให้ได้ไฮดรอกซิลเรดิคอล ($OH^{\cdot}$) และซุปเปอร์ออกไซด์ไอออน (O_2^{-}) ซึ่งสามารถสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ [3-5] และไททาเนียมไดออกไซด์ไม่เพียงแต่ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้เท่านั้น แต่ยังช่วยในการย่อยสลายซากของมันที่ตายแล้วด้วย นอกจากนั้น TiO_2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าสารต้านแบคทีเรียชนิดอื่นๆ และพิษที่เกิดจากการตายของของเซลล์ที่ถูกทำลายจากการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของ TiO_2 ที่สำคัญ TiO_2 จะไม่เกิดการเสื่อมประสิทธิภาพหลังจากที่ทำลายเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ทำให้มีประสิทธิภาพการใช้งานที่ยาวนาน โดยทั่วไป TiO_2 มีประสิทธิภาพด้านการยับยั้งเชื้อหรือต่อต้านการติดเชื้อ มีค่ามากกว่าคลอรีนถึง 3 เท่า และมากกว่าโอโซน 1.5 เท่า [6] อย่างไรก็ตามกระบวนการโฟโตคะตะไลซีส (Photocatalysis) ของ TiO_2 เกิดขึ้นได้ต้องอาศัยรังสีที่มีระดับพลังงานที่เหมาะสม คือ ช่วงคลื่นรังสีอัลตราไวโอเลต (UV light) ซึ่งมีระดับพลังงานที่สูง ปกติแล้วรังสีที่พบในธรรมชาติมีคลื่นรังสี

ในช่วงนี้น้อยกว่าร้อยละ 5 [4] จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการใช้งานของ TiO_2 ถูกกำจัด เมื่อใช้งานกับรังสีในธรรมชาติ

การที่น้ำ “เน่าเสีย” หรือด้อยคุณภาพลงนั้น เนื่องมาจากการย่อยสลายสายอินทรีย์ เช่น สิ่งปฏิกูล ขยะมูลฝอย (ในชุมชนเมือง) ที่จมอยู่ใต้น้ำ โดยจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ขณะที่เกิดการย่อยสลายนั้นจะเกิดการใช้ออกซิเจนในน้ำทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง หลังจากนั้นสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนต่อไป ในปัจจุบันการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ ทำได้หลายวิธี อาทิเช่น การป้องกันการสะสมของสิ่งปฏิกูล ขยะมูลฝอย โดยการจัดการให้มีระบบจัดเก็บสิ่งปฏิกูลและขยะมูลฝอยในชุมชนให้เหมาะสม วิธีนี้อาจจะดูว่าสามารถทำได้ง่ายแต่ก็ยังมีข้อเสียและทำได้ยากคือ คนในชุมชนไม่มีระเบียบวินัยในการแยกประเภทและให้ความสำคัญกับสิ่งปฏิกูลและขยะมูลฝอยมากนัก และรวมทั้งวิธีการเพิ่มออกซิเจนในน้ำ เช่น การทำน้ำตก การใช้เครื่องจักรให้อากาศ เป็นต้น วิธีนี้เป็นการป้องกันและควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำที่ดีที่สุด แต่การลงทุนในเรื่องอุปกรณ์มีค่าสูงและต้องอาศัยแหล่งน้ำที่เหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ ทำให้ไม่สามารถแพร่หลายมากนัก [7] จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีแนวความคิดในการนำเอาความร้อนจากรังสีอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานสะอาด ใช้แล้วไปหมดไปและนอกจากนั้นยังไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มาใช้ให้พลังงานความร้อนแก่น้ำรวมทั้งแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ซึ่งอาศัยรังสีอาทิตย์ในการเกิดปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซีสในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเสียอีกด้วย และได้มีการประยุกต์ใช้ตัวรับรังสีอาทิตย์ให้สามารถใช้งานได้ตลอดทั้งปีโดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือเคลื่อนย้าย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของไททาเนียมไดออกไซด์เมื่อเคลือบบนผิวดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ร่วมกับการใช้พลังงานรังสีอาทิตย์ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเสียอันเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ โดยได้มีการใช้ตัวรับรังสีอาทิตย์รูปประกอบพาราโบลาแบบไม่สมมาตร (Asymmetry Compound Parabolic Concentrator; ACPC) ที่สามารถรวมรังสีอาทิตย์ให้สะท้อนลงสู่แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่เคลือบด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ที่วางอยู่พื้นล่างกล่องบรรจุน้ำเสีย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาด้วยแสง (Photocatalysis) สลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ [8] รวมทั้งเพื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำเสียที่บรรจุอยู่ในกล่อง เพื่อศึกษาถึงการถ่ายโอนความร้อนของน้ำ ที่อาศัยการพาความร้อนและนำความร้อนภายในกล่อง และความสามารถของไททาเนียมไดออกไซด์ ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเสียที่ระยะเวลาต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. ออกแบบและสร้างตัวรวมรังสีรูปประกอบพาราโบลาไม่สมมาตร (ACPC)โดยแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)
2. เพื่อศึกษาการนำไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) มาประยุกต์ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำเสีย โดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์แบบตัวรวมรังสีรูปประกอบพาราโบลาไม่สมมาตร (ACPC)
3. ทดสอบประสิทธิภาพตัวรวมรังสีรูปประกอบพาราโบลาไม่สมมาตร โดยแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)
4. ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของการถ่ายโอนความร้อนของน้ำภายในระบบ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้เลือกใช้ตัวอย่างน้ำเสียบริเวณชุมชนใกล้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีในกระบวนการทดสอบ
2. ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การถ่ายโอนความร้อนของน้ำภายในระบบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. **ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** เป็นการพัฒนาระบบทำน้ำร้อนพลังงานรังสีอาทิตย์โดยมีไททาเนียมไดออกไซด์เป็นสารเคลือบผิวดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เพื่อใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตแบคทีเรียในน้ำเสีย
2. **ด้านเศรษฐกิจและสังคม** เพื่อเป็นการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีต่อชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้แหล่งน้ำนั้นๆ
3. **ด้านสิ่งแวดล้อม** ช่วยลดมลพิษทางน้ำให้ดียิ่งขึ้น ทำให้ระบบนิเวศในน้ำเจริญเติบโตได้ดี
4. **ด้านอุตสาหกรรมและพาณิชย์** สามารถนำผลงานวิจัยนี้นำมาใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียภายในโรงงานอุตสาหกรรมได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพน้ำและสามารถนำน้ำที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ต่อไป
5. **ด้านอื่นๆ** คาดว่างานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยอย่างต่อเนื่องและใช้งานด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด