บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำในประเทศไทยเริ่มมีมาตั้งแต่ในอดีตและแสดงผลให้เห็นบ้างแล้วในบางพื้นที่ลุ่มน้ำ สาเหตุดังกล่าวเป็นผลมาจากการขยายตัวและการพัฒนาที่ดำเนินอยู่อย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมและชุมชนเมืองต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ปัญหาในเชิงคุณภาพของแหล่งน้ำยังมีการปนเปื้อนของสารต่าง ๆ ในปริมาณที่สูง และส่งผลให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรมลง อีกทั้งการขยายตัวของชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้เกิดการใช้น้ำในปริมาณที่สูงขึ้นและอัตราการเกิดน้ำเสียก็สูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งในปัจจุบันยังขาดการจัดการการใช้น้ำและการปล่อยน้ำเสียสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดปัญหาและการทำลายสิ่งแวดล้อม จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ โดยวิธีการดังกล่าวจะต้องมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และมีความยั่งยืน

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแหล่งน้ำผิวดินที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำประปามีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ธรรมชาติ (Natural Organic Matter: NOM) ค่อนข้างสูง ซึ่งกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำในปัจจุบันเน้นเพียงการกำจัดความขุ่นเพื่อให้น้ำดูใส สะอาดและปราศจากเชื้อโรค หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยสารประกอบคลอรีน แต่ไม่ได้คำนึงถึงประมาณสารอินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ เมื่อเติมคลอรีนลงไปในน้ำที่ยังคงมีสารอินทรีย์ธรรมชาติจะสามารถก่อให้เกิดสารตกค้างจากการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection by Products: DBPs) อันเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารอินทรีย์ธรรมชาติกับคลอรีนอิสระ เกิดเป็นสารกลุ่มไตรฮาโลมีเทน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ (Marthaba et al., 2003; Crittenden et al., 2005)

สารอินทรีย์ธรรมชาติจะประกอบด้วยสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ โดยสารอนินทรีย์ได้แก่ ดิน ตะกอน และแร่ธาตุ เป็นต้น และสารอินทรีย์ ได้แก่ ไวรัส จุลินทรีย์ แบคทีเรีย และโปรโตซัว เป็นต้น อีกทั้งสารอินทรีย์ธรรมชาติยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ (1) สารอินทรีย์กลุ่มไฮโดรโฟบิค ได้แก่ กรดฮิวมิคและกรดฟลูวิค และ (2) สารอินทรีย์กลุ่มไฮโดรฟิลิคโดยขึ้นอยู่กับขนาดและคุณลักษณะของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำจะมี MWCO 300-30,000 ดาร์ตัน นอกจากนี้ในแหล่งน้ำผิวดินยังพบว่ามากกว่า 50% เป็นสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (Dissolve Organic Carbon: DOC) (Pelekani, Newcombe, Snoeyink, Hepplewhite, Assemi, and Beckett, 1999; Nissinen, Miettinen, Martikainen and Vartiainen, 2001)

อย่างไรก็ตามการนำน้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินมาใช้ในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการโคแอกกูชัน-ฟลอคคูเลชัน การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อโรค ไม่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติออกได้หมด ซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะบำบัดน้ำให้มีคุณภาพดีได้ อีกทั้งเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ ต้องการพื้นที่ในการดำเนินงาน และใช้สารเคมีในปริมาณที่มาก คุณภาพของน้ำที่ออกจากระบบไม่คงที่ (Parameshwaran and Visvanathan, 1998) ดังนั้นการหาวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการผลิตน้ำประปาเพื่อใช้แทนเทคโนโลยีปัจจุบันจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง โดยเทคโนโลยีที่นิยมนำมาใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติ ได้แก่ (1) การกรองด้วยสารกรองหลายชั้น (Multimedia Filtration) (2) การดูดซับด้วยคาร์บอน (Carbon Adsorption) (3) การเติมโอโซน (Ozonation) และ (4) การกรองผ่านเยื่อกรองเมมเบรน (Membrane Thecnology)

การกรองผ่านเยื่อกรอง (Membrane) เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ การบำบัดน้ำเสีย และมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งในอดีตนิยมใช้กระบวนการออสโมซิสผันกลับ (Reverse Osmosis: RO) และกระบวนการนาโนฟิลเตรชัน (Nanofiltration: NF) ในการกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติ (Tan and Amy, 1991; Uyak, Koyuncu, Oktem, Cakmakci, and Toroz, 2008) แต่การกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติโดยตรงนั้นจะส่งผลต่อการอุดตันของเยื่อกรองเมมเบรน เนื่องจากการกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติต้องอาศัยกลไกการคัดขนาดของน้ำหนักโมเลกุลและขึ้นอยู่กับขนาดรูพรุนของเยื่อกรองเมมเบรน โดยกระบวนการไมโครฟิลเตรชันและกระบวนการอัลตราฟิลเตรชันมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดความขุ่น สี และสารอินทรีย์ธรรมชาติ สามารถกำจัดจุลินทรีย์และแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมคุณภาพน้ำให้สม่ำเสมอ คุณภาพน้ำที่ได้ค่อนข้างสูง ลดการใช้สารเคมี อีกทั้งยังสามารถลดปริมาณ แต่ปัญหาการอุดตันของเยื่อกรองเมมเบรน (Membrane Fouling) เป็นปัญหาที่สำคัญของกระบวนการกรอง การอุดตันจะทำให้อัตราน้ำซึมผ่านเยื่อกรอง (Permeate Flux) ลดลง ทำให้ต้องใช้พลังงานสูงขึ้นเพื่อให้ได้อัตราน้ำซึมผ่านเยื่อกรองคงที่ โดยสารอินทรีย์ธรรมชาติ (Natural Organic Matter: NOM) เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการอุดตันของเยื่อกรองเมมเบรน สารอินทรีย์ธรรมชาติเหล่านี้จะสะสมบนผิวหรือช่องว่างของเยื่อกรอง ทำให้อัตราการซึมผ่านเยื่อกรองลดลง ซึ่งการนำกระบวนการบำบัดขั้นต้นด้วยกระบวนการโคแอกูเลชันมาใช้ร่วมกับกระบวนการอัลตราฟิลเตรชันจะสามารถลดสารอินทรีย์ธรรมชาติและลดการอุดตันของเยื่อกรองเมมเบรนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติของระบบกรองอัลตราฟิลเตรชันในการทดลองระดับต้นแบบ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและสภาวะการเดินระบบสำหรับน้ำผิวดินจากอ่างเก็บน้ำสุระและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านการเดินระบบและการบำรุงรักษาของระบบกรองอัลตราฟิลเตรชันในสภาวะที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การศึกษางานวิจัยนี้ทำการทดสอบน้ำผิวดินจากอ่างเก็บน้ำสุระและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เป็นกรณีศึกษาด้วยกระบวนการกรองผ่านเยื่อกรองเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชันในระดับต้นแบบ

1.3.2 น้ำผิวดินจากอ่างเก็บน้ำสุระและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จะถูกปรับสภาพน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการกรองด้วยเยื่อกรองอัลตราฟิลเตรชันด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชันและชุดกรองคาร์ทริด 100 ไมครอน

1.3.3 ในการเดินระบบจะทำการเลือกสัดส่วนเพอมิเอทต่อรีเทนเทท เท่ากับ 25:75 50:50 และ 75:25 ตามลำดับ โดยกำหนดอัตราการไหลสารป้อนเข้าไม่เกิน 100 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

1.3.4 ศึกษาคุณลักษณะของน้ำเข้าและออกจากระบบกรองอัลตราฟิลเตรชัน โดยพิจารณาพารามิเตอร์ เช่น พีเอช สี ความขุ่น ค่าสภาพการนำไฟฟ้า ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ค่าสารอินทรีย์ธรรมชาติ (NOM) และค่าสารอินทรีย์ละลายน้ำ (DOC) ตามลำดับ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.4.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมที่มีผลต่อการทำงานของระบบการกรองผ่านเยื่อกรอง และปัญหาการอุดตันเยื่อกรอง

1.4.2 เพื่อประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เกิดประโยชน์ด้วยการนำทรัพยากรน้ำที่มีอยู่กลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าสูงสุด โดยคำนึงถึงคุณภาพน้ำที่ได้หลังจากการบำบัดแล้ว

1.4.3 เพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตน้ำในสภาวะที่เกิดการขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้งที่ไม่มีแหล่งน้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินสำหรับนำมาผลิตน้ำประปา

1.4.4 สามารถนำไปใช้แทนหรือควบคู่กับกระบวนการผลิตน้ำประปาในปัจจุบันอาจทดแทนในบางขั้นตอนหรือทั้งกระบวนการผลิต

1.4.5 สามารถนำมาใช้เพื่อการผลิตน้ำประปา เพื่อการอุปโภคบริโภค ทั้งด้านชุมชน การเกษตร และอุตสาหกรรม เป็นต้น