# บทที่ 4

# บทสรุปและข้อเสนอแนะ

## บทสรุป

### 1. ประสิทธิภาพของเมมเบรนแต่ละชนิด

- สารป้อนมีความเข้มข้น 5 และ 1.63 ppm พบว่า เมมเบรนแบบแผ่นชนิด CA มีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของสารหนูมากที่สุด โดยเหลือปริมาณสารหนูในน้ำ 2.07 และ 0.68 ppm ค่าเปอร์เซ็นต์การกักกัน 49.4-58.6 % รองลงมาคือชนิด HR และชนิด NF ตามลำดับ

- สารป้อนช่วงความเข้มข้นต่ำ 0.12 และ 0.085 ppm ซึ่งผ่านการบำบัดเบื้องต้นด้วย กระบวนการ Coagulation ตกตะกอนโดยเฟอร์ริกคลอไรด์ พบว่าเมมเบรนแบบแผ่นชนิดNFสามารถกำจัดสารหนูได้มากที่สุด โดย Permeateมีความเข้มข้นของสารหนู 0.02และ0.01 ppmตาม ลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การกักกัน 75-90 % รองลงมาคือเมมเบรนชนิด CA และชนิด HR ตามลำดับ

- การทดลองในเมมเบรนโมดูล โดยสารป้อนมีความเข้มข้น 0.085 ppm สำหรับ Filmtec โมดูล พบว่าสามารถลดความเข้มข้นของสารหนูจนเหลือเพียง 0.019 ppm เปอร์เซ็นต์การกักกัน 78 % ส่วนใน Osmonics โมดูล สารป้อนเข้ามีความเข้มข้นของสารหนู 0.081 ppmพบว่าสามารถกำจัดสารหนูในน้ำได้ดีมาก โดยให้เปอร์เซ็นต์การกักกันถึง 96.3 % และมีความเข้มข้นของสารหนู ใน permeate เพียง 0.003 ppm

- ในน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีความเข้มข้น 0.142 ppm พบว่าเมมเบรนแบบแผ่นชนิด NFและชนิด CA ให้ประสิทธิภาพที่ดีและค่าใกล้เคียงกัน โดยลดความเข้มข้นของสารหนูเหลือ 0.030 และ 0.027 ppm และมีเปอร์เซ็นต์การกักกัน 78.87 และ 80.99 % ตามลำดับ ส่วนใน Filmtec และ Osmonics โมดูล สามารถ ลดความเข้มข้นของสารหนูในน้ำเหลือ 0.014 และ 0.018 ppm และมีเปอร์เซ็นต์การกักกัน 90.14 และ 87.97 % ตามลำดับ

**2. ความดันและ ฟลักซ์**

ในเมมเบรนแบบแผ่น เมื่อความดันสูงขึ้น ค่าฟลักซ์ของ Permeate สูงขึ้น และเมมเบรนชนิด NF มีค่าฟลักซ์มากที่สุด รองลงมาคือชนิด CA และชนิดของ HR ตามลำดับ ในเมมเบรนโมดูลก็เช่นกันเมื่อความดันสูงค่าฟลักซ์สูง รวมทั้ง Recovery สูงขึ้นด้วย

**3. ความดันและเปอร์เซ็นต์การกักกัน**

โดยทั่วไป จากการค้นพบโดยนักทดลองอื่น พบว่า เมื่อเพิ่มความดัน เปอร์เซ็นต์การกักกันจะมีค่ามากขึ้นหรือคงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงของความดัน ในงานวิจัยนี้พบว่าผลของความดันต่อเปอร์เซ็นต์การกักกัน มีแนวโน้มที่ไม่แน่นอน โดยชนิดของเมมเบรน ความดัน และการเกิด Concentration Polarization ซึ่งจะมีผลในลักษณะที่ซับซ้อนต่อค่าเปอร์เซ็นต์การกักกัน

**4. ความเข้มข้นของสารหนูในสารป้อนเข้าและเปอร์เซ็นต์การกักกัน**

ในเมมเบรนแบบแผ่นชนิด CA และชนิด NF พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารป้อนน้อยลงเปอร์เซ็นต์การกักกันมีค่ามากขึ้น แต่ในเมมเบรน HR ค่าที่ได้ไม่คงที่เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น การมีไอออนของสารตัวอื่นปนอยู่ในสารป้อน และการอุดตันที่ผิวหน้าของเมมเบรนเป็นต้น

**5. การเลือกใช้เมมเบรน**

จากการทดลองพบว่าในเมมเบรนแบบแผ่น เมมเบรน CA สามารถใช้ในการลดความเข้มข้นของสารหนูได้ทั้ง 2 ช่วงความเข้มข้น ส่วนในเมมเบรน NF จะลดความเข้มข้นได้ดีที่ช่วงความเข้มข้นต่ำหรือมี เฟอร์ริกคลอไรด์ รวมอยู่ด้วย การนำไปประยุกต์ใช้ต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนเช่น ถ้าน้ำมีสารประกอบของเหล็กปนเปื้อนอยู่ด้วย ก็อาจเลือกใช้เมมเบรน NF ได้เพราะใช้ความดันต่ำกว่าเมมเบรน CA เป็นการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายอีกด้วย การเลือกช่วงความดันก็เช่นกัน จำเป็นต้องมีการตรวจสอบก่อนว่าเมมเบรนชนิดนั้นทนรับแรงดันได้แค่ไหน อย่างเช่นเมมเบรน CA ความดันที่ใช้จะอยู่ในช่วง 400 –600 psi การดำเนินการไม่จำเป็นต้องเลือกที่ความดันสูง อาจเลือกดำเนินการที่ความดัน 450 หรือ 500 psi เพราะให้ประสิทธิภาพที่ดีเช่นกัน รวมทั้งเป็นการถนอมการใช้งานของเมมเบรนและลดการเกิด Foulingได้

**ข้อเสนอแนะ**

1. จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า สารหนูวาเลนซี 5 จะกำจัดได้ง่ายกว่า สารหนูวาเลนซี 3 ดังนั้นในการนำไปประยุกต์ใช้จริง ควรมีการออกซิไดซ์ สารหนูสารหนูวาเลนซี 3 ให้เป็นสารหนูวาเลนซี 5 ก่อนที่จะดำเนินการ
2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนที่จะดำเนินการเป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะจะเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการบำบัด การเลือกใช้เมมเบรน เป็นต้น
3. ในระบบ RO จำเป็นที่จะต้องมีการทำ Pretreatment ก่อน เพื่อลดการอุดตันหรือการเกิด fouling ในเมมเบรน
4. ค่า pH ของน้ำหรือสารตั้งต้นควรที่จะเป็นกลาง อยู่ในช่วง pH 5.5-10 เพราะถ้า pH สูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลทำให้เมมเบรนเสื่อมสภาพ
5. การเพิ่มกำลังการผลิตน้ำสะอาดใน RO ( หรือเพิ่ม Recovery ) ควรทำการเพิ่มเมมเบรนโมดูลในระบบ และต่อแบบขนาน