บทที่ 1

บทนำ

แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง ฯลฯ และ น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน เช่น น้ำบาดาล ฯลฯ จะมีการปนเปื้อนจากสารมลทินต่าง ๆ อาทิ เช่น ความขุ่น สารแขวนลอย (Suspended Solids) อนุภาคคอลลอย์ (Colloids) แร่ธาตุละลายน้ำ (Dissolved Solids) กลิ่น สี สารอินทรีย์ แบคทีเรีย และก๊าซต่าง ๆ เป็นต้น มลทินเหล่านี้เมื่อปนเปื้อนอยู่ในน้ำทำให้น้ำไม่บริสุทธิ์ดังนั้นในการที่จะนำน้ำจากแหล่งน้ำเหล่านี้ไปใช้เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เพื่อการอุปโภค-บริโภค หรือเพื่อกิจกรรมทางอุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่แล้วคุณลักษณะและคุณภาพของน้ำยังไม่เหมาะสมในการนำไปใช้ทั้งในแง่ของคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ หรือ ชีววิทยา อันมีผลเนื่องมาจากสารมลทินในน้ำนั่นเอง ด้วยเหตุนี้ความสำคัญจึงอยู่ที่ความจำเป็นในการกำจัดสารมลทินอันเป็นปัจจัยต้นเหตุ ตัวอย่าง เช่น กิจกรรมการผลิตน้ำประปาเพื่อการอุปโภค-บริโภค จำเป็นต้องให้ได้น้ำที่ใสบริสุทธิ์ ไม่มีความขุ่น ปราศจากเชื้อโรค เชื้อแบคทีเรีย และต้องมีสารมลทินปนเปื้อนต่าง ๆ ในน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค ดังนั้นในการผลิตน้ำประปาจึงจำเป็นต้องกำจัดความขุ่นที่เกิดจากสารแขวนลอย อนุภาคคอลลอยด์ โดยอาศัยกระบวนการทำน้ำใส (Clarification) และการกรอง (Filtration) ต้องมีการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อโรคต่าง ๆ ซึ่งอาจกระทำได้โดยการเติมคลอรีน (Chlorination) หรือเติมคลอรีนไดออกไซด์ (Chlorine dioxide) หรือโอโซน (Ozone) นอกจากนี้ในบางครั้ง อาจมีความจำเป็นในการกำจัดความกระด้าง (Hardness) เหล็ก แมงกานีส แร่ธาตุละลายน้ำอื่น ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำดิบที่นำมาผลิต เช่นกัน ในการผลิตน้ำเพื่อกิจกรรมเชิงอุตสาหกรรม ก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงขั้นตอนหรือกระบวนการเพื่อปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมก่อนการนำไปใช้งาน

การผลิตน้ำบริสุทธิ์สำหรับใช้ในระบบหม้อน้ำต้มไอน้ำก็เป็นกิจกรรมหนึ่งที่จำเป็นจะต้องมีกระบวนการปรับสภาพน้ำ (Water treatment) เพื่อให้ได้น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง ปราศจากแร่ธาตุ (Demineralized water) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หม้อน้ำระบบความดันสูง ๆ ยิ่งมีความจำเป็นในการใช้น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาการเกาะติดของตะกรัน การกัดกร่อน การลดลงของอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน และความเสียหายกับอุปกรณ์หม้อต้มไอน้ำ นั่นย่อมหมายถึงค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไป

กระบวนการผลิตน้ำบริสุทธิ์ปราศจากแร่ธาตุ (Demineralization Process) เป็นกระบวนการกำจัดแร่ธาตุละลายน้ำ (Dissolved Solids) ต่างๆ ที่เป็นมลทินอยู่ในน้ำออกไปเพื่อให้ได้น้ำบริสุทธิ์ (Demineralized water) ทั้งนี้ไม่รวมถึงกระบวนการทำน้ำใส (Clarification and Filtration) ที่จำเป็นต้องมีอยู่ กระบวนการผลิตน้ำบริสุทธิ์อาศัยหลักการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้สารกรองแลกเปลี่ยนไอออน ที่เรียกว่า สารเรซิ่นแลกเปลี่ยนไอออน (Resinous Ion Exchanger) เรียกสั้นๆ ว่า เรซิ่น (Resin) เป็นตัวจับไอออนต่างๆ ที่ละลายน้ำออกทั้งไอออนประจุบวกและไอออนประจุลบและได้น้ำที่มีความบริสุทธิ์ปราศจากแร่ธาตุหลังจากน้ำผ่านสารกรองนี้แล้ว อนึ่งในการผลิตน้ำบริสุทธิ์อาจอาศัยกระบวนการอื่นๆ ได้อีกเช่นกัน คือ กระบวนการเมมเบรน (Membrane Processes) เป็นกระบวนการแยกสารละลายออกจากน้ำหรือของเหลว กระบวนการเมมเบรนที่สำคัญมีหลายแบบ คือ อิเลคโตรไดอะไลซิส (Electrodialysis : ED) ออสโมซิสย้อนกลับ (Reverse Osmosis : RO) นาโนฟิวเตรชัน (Nanofiltration) อูลตราฟิวเตรชัน (Ultrafiltration) และไมโครฟิวเตรชัน (Microfiltration) ซึ่งจะไม่ขอกล่าวถึงรายละเอียดในการวิจัยนี้

1.1 มูลเหตุจูงใจของการวิจัยและความเป็นมา

เนื่องจากโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralization Plant) ที่ติดตั้งภายในโรงไฟฟ้าบางแห่ง เช่น โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ โรงไฟฟ้าพระนครใต้ เป็นโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่มีการติดตั้งเดินเครื่องมาเป็นระยะเวลานาน เป็นระบบค่อนข้างเก่า ระบบผลิตเป็นแบบโคเคอเรนต์รีเจนเนอเรชัน กล่าวคือเติมสารรีเจนเนอแรนต์เพื่อการล้างเรซินในทิศทางเดียวกับทิศทางการไหลของน้ำในขณะใช้งานโดยไหลจากด้านบนสู่ด้านล่าง การบรรจุเรซินบรรจุไว้ประมาณ 60% ภายในถัง เพื่อเผื่อให้เรซินขยายตัวขึ้น ในขั้นตอนการล้างย้อน (Backwash) ระบบเช่นนี้ ทำให้มีข้อเสียในแง่การรั่วการไหลของไอออน (Ionic Leakage) ได้ง่าย อีกทั้งปริมาณการผลิตน้ำต่อรอบการกรอง (Total flow capacity per cycle) ค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้คาดว่าข้อเสียในแง่ของประสิทธิภาพการล้างสารกรองเรซิน ความสิ้นเปลืองปริมาณสารเคมีที่ใช้ล้างสารกรอง คุณภาพน้ำที่ผลิตได้ ปริมาณน้ำเสียจากการล้างเครื่อง ความดันลด ในทางกลับกันกับข้อเสียของระบบโคเคอร์เรนต์คาดว่าในระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน น่าจะมีข้อได้เปรียบที่ดีกว่าในแง่ต่างๆ ที่กล่าวมา ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงวิชาการสำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาความเหมาะสมในการปรับปรุงโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์ จึงได้จัดทำโครงการวิจัยนี้ขึ้น เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ทั้งสองแบบ โดยอาศัยการจำลองระบบทั้งสองขึ้นมาด้วยการออกแบบระบบในระดับโรงงานต้นแบบขึ้น

นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังมีประโยชน์ต่อไปในการพิจารณาการเลือกระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralization System) ใหม่ๆ ที่จะนำมาติดตั้ง ใช้สำหรับโรงไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ระหว่างแบบแพ็กเบดชนิดโคเคอร์เรนต์และชนิดเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชันโดยอาศัยโรงงานต้นแบบ
2) เพื่อใช้ผลการศึกษาเป็นข้อมูลเชิงวิชาการ สำหรับเป็นแนวทางพิจารณาการปรับปรุงโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralization Plant) ที่มีอยู่เดิม
3) เพื่อใช้ผลการศึกษาเป็นข้อมูลเชิงวิชาการ ในการพิจารณาคัดเลือกระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralization System) ที่จะติดตั้งใช้ในโรงไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่ต่อไป

1.3 ขอบข่ายและขั้นตอนการทำวิจัย

1) ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำดิบ ก่อนเข้าเครื่องผลิตน้ำ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและไอออนิคโหลดดิงตามเวลา

ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวิเคราะห์ คือ

1.1	ความเป็นกรด-ด่าง	(pH)
1.2	ความนำไฟฟ้า	(Conductivity, μS/cm.)
1.3	ความขุ่น	(Turbidity, NTU.)
1.4	ความกระด้างทั้งหมด	(Total hardness,ppm as $CaCO_3$)
1.5	แคลเซียม	(Calcium, ppm as $CaCO_3$)
1.6	แมกเนเซียม	(Magnesium, ppm as $CaCO_3$)
1.7	โซเดียมและโปแตสเซียม*	(Sodium and Potassium,ppm as $CaCO_3$)
1.8	เหล็ก	(Iron,ppm)
1.9	ความเป็นด่าง	(Alkalinity, ppm as $CaCO_3$)
1.10	ไฮดรอกไซด์	(Hydroxide, ppm as $CaCO_3$)
1.11	ไบคาร์บอเนต	(Bicarbonate, ppm as $CaCO_3$)
1.12	คาร์บอเนต	(Carbonate, ppm as $CaCO_3$)
1.13	คลอไรด์	(Chloride, ppm)
1.14	ซัลเฟต	(Sulfate, ppm)

1.15 ซิลิกา (Silica, ppm)

1.16 สารอินทรีย์รวมในรูปคาร์บอน (Total organic carbon, ppm)

หมายเหตุ : * โดยการคำนวณ

2) ออกแบบและจัดสร้างโรงงานต้นแบบระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์แบบแพคเบค ชนิดโคเคอร์เรนต์ และชนิดเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน ให้มีอัตราการไหลและปริมาณการผลิตน้ำต่อรอบการกรองที่เหมาะสมกับสภาพทางเคมีของน้ำดิบขาเข้า

3) ทำการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตน้ำบริสุทธิ์จากโรงงานต้นแบบระหว่างแบบแพคเบคชนิดโคเคอร์เรนต์ และชนิดเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของการเดินเครื่อง (Operating flowrate) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในแง่ของ

- ความสามารถผลิตน้ำต่อรอบการทำงาน (Capacity per Cycle)
- ประสิทธิภาพการล้างสารแลกเปลี่ยนและความสิ้นเปลืองสารเคมีที่ใช้ล้างสารแลกเปลี่ยน (Regeneration efficiency and regenerant dosage)
- คุณภาพน้ำผลิต (Product water quality)
- การรั่วไหลออกของไอออน (Ionic Leakage)
- ปริมาณน้ำเสียจากการล้างสารแลกเปลี่ยน (Regenerant waste)
- ความดันลด (Pressure drop)

4) ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ออกจาก หอต่างๆ ตามเวลาในระหว่างขั้นตอนการผลิตน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษาใน ข้อ 3

5) สรุปความเหมาะสมในแง่ประสิทธิภาพทางวิชาการ ในการปรับปรุงโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์เดิมของโรงไฟฟ้าซึ่งเป็นแบบโคเคอร์เรนต์

6) ทดสอบความเหมาะสมของสมการทั่วไปที่ใช้ออกแบบกับผลการทดลองที่ได้จริง

7) เสนอระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่จะสร้างขึ้นใหม่ในโรงไฟฟ้าโดยพิจารณาจากผลการวิจัยข้างต้น

1.4 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย

1) ทราบถึงข้อมูลผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของการผลิตน้ำบริสุทธิ์ระหว่างแบบโคเคอร์เรนต์ และแบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน

2) สามารถนำผลการทดลองใช้เป็นข้อมูลเชิงวิชาการ เพื่อพิจารณาการปรับปรุงโรงผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralization Plant) ที่มีอยู่เดิม

3) สามารถนำผลการทดลองเป็นข้อมูลเชิงวิชาการ ในการพิจารณาคัดเลือกระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralization System) ที่จะนำมาติดตั้งใช้ในโรงไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่

หอ... กลาง สถาบันวิทย...
... เฉลิมพระเกียรติ