บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เราใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค ซึ่งต้องมีความสะอาดเพียงพอ โดยน้ำที่สะอาดจะต้องเป็นน้ำที่ปราศจาก สี กลิ่น จุลินทรีย์ และสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ที่มีผลทำให้เกิดโรคที่เป็นอันตรายต่อร่างกายหลังจากบริโภคแล้ว แหล่งน้ำธรรมชาติที่นำมาผลิตเป็นน้ำประปาสามารถเลือกจาก แหล่งน้ำผิวดิน (Surface Water) หรือ แหล่งน้ำใต้ดิน (Groundwater) สำหรับแหล่งน้ำใต้ดินมักมีปัญหาด้านปริมาณ คุณภาพในแง่ของความเค็ม ความกระด้าง และเหล็ก รวมไปถึง ต้นทุนการผลิต และผลกระทบด้านการทรุดตัวของดิน ภายหลังการสูบน้ำขึ้นมาใช้เป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงนิยมเลือกแหล่งน้ำผิวดิน เป็นแหล่งน้ำดิบมากกว่า ซึ่งแหล่งน้ำต่าง ๆตามธรรมชาติโดยทั่วไป มักมีสิ่งปนเปื้อนจำนวนมากทั้งวัสดุลอยน้ำและแร่ธาตุที่ละลายน้ำ สารแขวนลอยและเชื้อโรค บางครั้งอาจจะมีสีและความขุ่นมากเกินไป จนไม่สามารถที่จะใช้เป็นน้ำในการอุปโภคและบริโภคได้ ดั้งนั้น ก่อนที่จะนำน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวมาใช้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำก่อนด้วยการกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ เหล่านั้นให้หมดไป โดยผ่านขั้นตอนและกรรมวิธีต่าง ๆ หลายขั้นตอน ซึ่งเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า "กระบวนการผลิตน้ำประปา"

กระบวนการผลิตน้ำประปาที่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน จึงมีวัตถุประสงค์ในการกำจัดความขุ่นตลอดจนสารแขวนลอยและสารปนเปื้อนอื่น ๆในน้ำ โดยการสร้างตะกอนด้วยวิธีใช้สารเคมี (Chemical Coagulation) ซึ่งจำเป็นต้องใช้สารเคมีบางชนิดเข้าช่วย เพื่อให้ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้งานเป็นอย่างดี โดยลำดับของการทำงานจะเริ่มจาก การทำลายเสถียรภาพ (Destabilization) ของอนุภาคความขุ่นหรือคอลลอยด์ โดยใช้ขั้นตอนการกวนเร็ว (Rapid Mixing) และทำให้อนุภาคความขุ่นที่ถูกทำลายเสถียรภาพแล้ว รวมตัวเป็นก้อนใหญ่ขึ้น ซึ่งสารเคมีที่ใช้นี้ เรียกว่า สารสร้างตะกอน (Coagulant) และอนุภาคที่รวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้นเรียกว่า ตะกอนเบา หรือ ฟล็อค(Floc) ในขั้นตอนการกวนช้า (Slow Mixing) กระบวนการที่กล่าวถึงนี้ เรียกว่า การรวมตะกอน (Flocculation) ลำดับการทำงานต่อไปคือ การแยกตะกอนออกจากน้ำโดย การตกตะกอน (Sedimentation) (โกมล ศิวบวร, 2527)

สารเคมีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด ในการตกตะกอนทางเคมี ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตน้ำประปาขนาดใหญ่หรือ ขนาดเล็ก คือ สารส้ม (Alum) ซึ่งเป็นสารประกอบของ อลูมิเนียมซัลเฟต(Aluminium Sulfate) เนื่องจากสารส้มใช้ได้ดีกับน้ำดิบจากแหล่งต่าง ๆ เพราะทำให้เกิดการรวมตัวที่ดี มีความสะดวกในการขนส่งและราคาถูก สารส้มเป็นสารสร้างตะกอนที่มีความสำคัญมาก ในการตกตะกอนของขบวนการผลิตน้ำประปา ซึ่งการตกตะกอนนี้จะทำให้ตะกอนเบาแยกออกจากน้ำดิบทำให้ได้น้ำที่ใสขึ้น สำหรับตะกอนเบาที่ตกลงสู่ก้นถังตกตะกอน หรือ เรียกว่า " สลัดจ์ " (Sludge) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เรียกว่า "ตะกอน" โดยตะกอนจากกระบวนการสร้างและรวมตะกอน (Coagulation and flocculation process) จะมาจากการเติมสารส้มซึ่งสารส้มที่เติมลงไปในระบบ 1 กิโลกรัมจะทำให้เกิดตะกอนเคมี [$Al(H_2O)_3(OH)_3$] ประมาณ 0.44 กิโลกรัม สำหรับปริมาณตะกอนสารส้มมักมีประมาณ ร้อยละ 0.3-1.0 ของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าระบบ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2536)

โดยในกระบวนการสร้างและรวมตะกอน จะใช้ระยะเวลานานโดยเฉพาะกระบวนการรวมตะกอน (Flocculation) และการตกตะกอน (Sedimentation) ดังนั้นจึงน่าจะมีการศึกษาถึงการลดเวลาในการรวมตะกอน เพื่อประหยัดเวลาในการผลิตน้ำประปาและเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยทำการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ด้วยการสร้างแบบจำลองเป็นฟล๊อคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก ซึ่งจะสามารถนำมาประยุกต์กับการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้ในกระบวนการรวมตะกอน ของการผลิตน้ำประปาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ ฟล๊อคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็กที่สามารถลดขนาดของหน่วยผลิตและระยะเวลาในรวมตะกอน ในระบบผลิตน้ำประปา โดยพิจารณาจากเกณฑ์ของเวลาที่ใช้ในการรวมตะกอน และประสิทธิภาพในการลดความขุ่นในน้ำดิบ

1.2.2 วัตถุประสงค์รอง

1) เพื่อหาค่าเกรเดียนท์ความเร็ว (velocity gradient, G) ในกระบวนการรวมตะกอนของฟล๊อคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก

2) เพื่อสังเกตพฤติกรรมการรวมตะกอนและการกักตะกอนในฟล๊อคคูเลเตอร์ที่พัฒนาขึ้น

1.3 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

1.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1) ความเข้มข้นของสารละลายสารส้ม (Alum Dosage)

2) ความขุ่นของน้ำดิบที่สังเคราะห์ขึ้นก่อนจะปรับปรุงคุณภาพน้ำ

3) ขนาดและความยาวของท่อสายหลัก (Main Tubes) ที่ทำหน้าที่เป็นฟล๊อคคูเลเตอร์

4) จำนวนกลุ่มท่อขนาดเล็ก (Tubes)

5) ตำแหน่งของการวางกลุ่มท่อขนาดเล็ก (Tubes)

1.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ค่า พีเอช (pH)

2) สภาพด่างของน้ำ (Alkalinity)

3) ความขุ่นของน้ำ หลังผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

4) เกรเดียนท์ความเร็ว (Velocity Gradient,G)

5) ระดับน้ำสูญเสีย (Head loss)

6) เวลาที่น้ำอยู่ในระบบ (Detention Time)

1.3.2 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

1) อัตราการไหลเข้าของน้ำดิบสังเคราะห์ในฟล๊อคคูเลเตอร์ใช้ที่ 30, 50, 80, 100 cm^3/s

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการสร้างหน่วย (Unit) ทำงานให้มีการไหลของน้ำในระบบท่อเพื่อใช้ในการรวมตะกอน โดยการนำท่อ พีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว, 1-1/4 นิ้ว, 1-1/2 นิ้ว และ 2 นิ้ว มาต่อกันเป็นระบบเพื่อใช้ทำเป็น ฟล๊อคคูเลเตอร์ ซึ่งภายในท่อขนาดต่าง ๆจะบรรจุไปด้วยกลุ่มท่อขนาดเล็ก (Tubes) เพื่อใช้บีบให้อนุภาคของตะกอนชนกันและรวมตัวกันของตะกอนเบาได้รวดเร็วขึ้น โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

- น้ำดิบสังเคราะห์โดย ใช้น้ำประปาผสมด้วยดินเหนียวเซรามิก
- ใช้สารส้มเป็น Coagulant
- ใช้ดินเหนียวเซรามิก เป็นสารที่เติมในน้ำประปาเพื่อสังเคราะห์ความขุ่นที่ค่าต่าง ๆ
- อัตราการไหลเข้าของน้ำดิบสังเคราะห์ในระบบท่อจากการออกแบบ คือ 30, 50, 80 และ100 cm^3/s
- ใช้ tubes ขนาด 3 มม., 5 มม., 7 มม. และ 10.1 มม. บรรจุอยู่ภายในระบบท่อ

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1) ใช้หลักการไหลของน้ำภายในระบบท่อภายใต้แรงโน้มถ่วง (gravity flow) จากระดับน้ำในถังกวนเร็ว และปลายท่อน้ำออกของฟล๊อคคูเลเตอร์

2) น้ำที่ผ่านกระบวนการรวมตะกอนและตกตะกอน จะไม่ผ่านการกรอง

3) ไม่วัดค่าพารามิเตอร์ ของค่าสี เพราะควบคุมได้ยาก

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

Coagulation หมายถึง การทำลายเสถียรภาพ (Destabilization) ของสารคอลลอยด์ในน้ำ โดยการเติมสารเคมีที่ทำให้เกิดตะกอน เรียกทั่วไปว่า การสร้างตะกอน

Flocculation หมายถึง การรวมตะกอน ซึ่งทำให้มวลรวมรวมตัวกันกลายเป็นกลุ่มพร้อมที่จะตกตะกอน

Coagulant หมายถึง สารเคมีที่ช่วยให้เกิดตะกอน หรือ เรียกว่าสารสร้างตะกอน ในการทดลองใช้สารส้มเป็นสาร Coagulant

Rapid Mixing หมายถึง การผสมสารละลายเคมีกับน้ำดิบให้ผสมกันอย่างทั่วถึงอย่างรวดเร็ว

Slow Mixing หมายถึง การกวนน้ำที่ใส่สารสร้างตะกอน และ ผ่านกระบวนการกวนเร็วแล้วอย่างช้า ๆ เพื่อให้ตะกอนในน้ำเกิดการรวมตัวใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้น จนสามารถตกตะกอนได้ดี

น้ำดิบ หมายถึง น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน ในที่นี้สังเคราะห์ขึ้นจากการนำดินเหนียวเซรามิกละลายน้ำ

สารแขวนลอย หมายถึง อนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดละเอียด (< 0.002 มม.) หรือ เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า สารคอลลอยด์ ซึ่ง ไม่สามารถตกตะกอนได้ในสภาพทั่วไป

ตะกอนเบา (Floc) หมายถึง ตะกอนที่มีลักษณะคล้ายปุย ซึ่งเกิดขึ้น หลังจากเติมสารสร้างตะกอน เพื่อทำการตกตะกอนลงในน้ำ

ตะกอน (Sludge) หมายถึง ของแข็งที่เกิดจากการสร้างตะกอน และ ตกตะกอนลงมาที่ก้นถังตกตะกอน โดยวิธีการใช้สารสร้างตะกอนฝนการตกตะกอน

การตกตะกอน (Sedimentation) หมายถึง การทำให้ตะกอนที่เกิดขึ้นจากการสร้างตะกอนและรวมตะกอนตกลงมายังก้นถังตกตะกอน โดยทำให้น้ำอยู่นิ่งๆหรือไหลอย่างช้าๆเป็นเวลานานพอสมควร

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1) ทราบประสิทธิภาพการลดความขุ่นจากการรวมตะกอนของฟล๊อคคูเลเตอร์ในรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

2) ทราบเวลาการรวมตะกอนที่เหมาะสมของฟล๊อคคูเลเตอร์ ที่สอดคล้องกับอัตราการไหล และความขุ่นที่ศึกษา

3) ผลการศึกษาที่ได้จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อปรับปรุงสำหรับการใช้งานจริง (Implementation)