บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวโดยทั่วไป

น้ำสะอาดเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต เพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค น้ำสะอาดต้องเป็นน้ำที่ปราศจากสี กลิ่น รส และพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีผลทำให้เกิดโรคบางอย่าง หลังจากบริโภคแล้ว แหล่งน้ำโดยทั่วไปมี 2 แหล่ง คือแหล่งน้ำผิวดิน (Surface water) และแหล่งน้ำใต้ดิน (Ground water) สำหรับแหล่งน้ำใต้ดินมักจะมีปัญหาด้านปริมาณต้นทุนการผลิต และผลกระทบด้านการทรุดตัวของดิน หลังจากสูบน้ำมาใช้ปริมาณจำนวนมากจึงนิยมใช้น้ำผิวดิน เพื่อนำมาบริโภคและอุปโภค แต่น้ำผิวดินโดยทั่วไปบางแหล่งมักจะมีสิ่งเจือปนต่าง ๆ ที่ทำให้น้ำไม่สะอาดเพียงพอสำหรับใช้ในการบริโภค หรือบางครั้งมีสี และความขุ่นมากเกินไป จนกระทั่งไม่สามารถที่จะใช้ในการอุปโภค ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวมาใช้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำจัดสิ่งเจือปนต่าง ๆ เหล่านั้นให้หมดไปโดยผ่านขั้นตอนกรรมวิธีต่าง ๆ หลายขั้นตอน เป็นระบบซึ่งเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า ระบบการผลิตน้ำประปา ระบบนี้ประกอบด้วยหน่วยเติมสารเคมี ฆ่าเชื้อโรค ฯลฯ ซึ่งแต่ละขั้นตอนล้วนในการเปลี่ยนน้ำดิบที่สกปรกให้เป็นน้ำสะอาดได้มาตรฐาน

การผลิตน้ำประปาที่ดี นอกจากจะควบคุมคุณภาพในการผลิตน้ำให้ได้มาตรฐานแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปริมาณที่ผลิตกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และที่สำคัญต้นทุนในการผลิตควรจะถูกที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการวางแผนดำเนินงานที่ดี ประกอบกับใช้วิชาการและเทคโนโลยีสมัยใหม่ มาช่วยในการวางแผนและออกแบบระบบการผลิตแต่ละหน่วยให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

เนื่องด้วยน้ำผิวดินที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำประปา มักจะมีความขุ่นและวัตถุแขวนลอยอยู่ค่อนข้างสูง จึงจำเป็นต้องใช้ระบบโคเอกูเลชั่น ซึ่งประกอบด้วยถังกวนเร็ว, ถังทำให้ เกิดฟล็อก และถังตกตะกอน เพื่อลดปริมาณสิ่งสกปรกดังกล่าวก่อนที่จะนำมาผ่านถังกรอง มิฉะนั้นจะทำให้ถังกรองมีอายุการกรองสั้นต้องทำความสะอาดบ่อย ทำให้ต้นทุนในการผลิตน้ำจะสูง จะเห็นได้ว่าถังตกตะกอนเป็นหน่วยหนึ่งที่สำคัญในการผลิตน้ำประปา เพราะหน้าที่หลักของถังตกตะกอน คือแยกส่วนที่เป็นของแข็งหรือตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำดิบ

ทั้งที่ถังตกตะกอนเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญในการผลิตน้ำประปา การวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีของถังตกตะกอน ก็มิได้รับความสนใจเท่าที่ควรในอดีต และเพิ่งได้รับความสนใจอย่างจริงจังเมื่อไม่นานมานี้เอง Culp และ Hansen (1967) โดยได้มีการศึกษาทำการทดลองและปรับปรุงลักษณะต่าง ๆ ของถัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของถังขึ้นมาเรื่อย ๆ เช่น มีการใช้แผ่นขนานเอียงภายในถัง (Inclined Parallel Plate Sedimentation) หรือการออกแบบถังตกตะกอนแบบ (Tube Settler Sedimentation) นอกจากนี้ยังได้พัฒนาไปจนถึงขั้นที่สามารถรวมหน่วยต่าง ๆ ในการผลิตจากหลายหน่วย มารวมไว้ในถังเดียวกัน เรียกว่าถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทค มี - ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูง และประหยัดในการก่อสร้าง

ถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทคเป็นถังตกตะกอนที่ได้ออกแบบไว้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นที่รู้จักกันในลักษณะของถังตกตะกอนแบบกลม หรือแบบเหลี่ยมที่มีการไหลของน้ำในแนวดิ่ง จากล่างขึ้นบน (Upward Flow Solid Contact Clarifier) โดยทำหน้าที่ให้เกิดการผสมของน้ำดิบกับสารเคมีที่ใช้ในการผลิต (Mixing Unit) ทำให้อนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดเล็กมีขนาดโตขึ้น พร้อมที่จะตกตะกอน (Flocculation) แยกอนุภาคแข็งออกจากน้ำดิบ (Liquid-Solid Seperation) ซึ่งแต่ละหน่วยที่กล่าวมาแล้วจะอยู่รวมในถังเดียวกัน ขบวนการที่ทำให้เกิดตะกอนแล้วแยกตะกอน ออกจากน้ำดิบนี้เกิดขึ้นทั้งขบวนการเคมีและกายภาพ (Chemical and Physical Process) โดยให้น้ำดิบที่ผ่านการผสมสารเคมีไหลผ่านชั้นตะกอนที่มีอยู่ภายในถังแล้วส่วนที่เป็นน้ำใสก็จะไหลขึ้นด้านบนถัง

จากทฤษฎีของ Hazen (1904) ซึ่งต่อมาได้รับการปรับปรุงโดย Camp (1946) พอสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพการทำงานของถังตกตะกอนขึ้นอยู่กับพื้นที่ถังที่ให้น้ำไหลผ่าน ลักษณะของน้ำดิบ อัตราการไหล และความลึกของถัง (ในกรณีของตะกอนที่เกิดจากกระบวนการ - โคเอกูเลชั่น)

ตามทฤษฎีดังกล่าว หากสามารถเพิ่มพื้นที่ของถังตกตะกอนให้มากขึ้นกว่าเดิม ประสิทธิภาพของถังตกตะกอนจะสูงขึ้น หลักการนี้นำมาปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทคแคริไฟเออร์ โดยการเพิ่มระนาบในแนวดิ่งและแนวนอน เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสภายในถังมากขึ้นกว่าเดิม และระนาบในแนวนอนยังช่วยทำให้น้ำ เกิดการหมุนเวียนของอนุภาคแข็งเล็ก ๆ ที่ลอยในของเหลวให้ไหลหมุนเวียนไปมา อนุภาคแขวนลอยเล็ก ๆ เหล่านั้นจะรวมตัวกันมีขนาดโตขึ้นเพื่อสะดวกในการตกตะกอนเพราะขนาดอนุภาคที่โตกว่าย่อมมีความเร็วในการตกตะกอนสูงกว่าอนุภาคที่เล็ก นอกจากนี้การใช้แผ่นขนานเอียง ยังจะทำให้การกระจายของน้ำและตะกอนสม่ำเสมอขึ้นเป็นการลดการผิดวงจร ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของถังเพิ่มขึ้นอีกโสตหนึ่งด้วย

ดังนั้นการศึกษาถังตกตะกอนในลักษณะดังกล่าวนี้ จะเรียกว่าถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทคแคริไฟเออร์ที่ใช้แผ่นขนานเอียงน่าจะเป็นประโยชน์ ในการปรับปรุงระบบโคเอกูเลชั่นให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและประหยัดในการลงทุน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการทำงานของถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทคแคริไฟเออร์ ที่ใช้แผ่นขนานเอียงซึ่งมีการติดตั้งแผ่นขนานเอียงภายในถังลักษณะต่าง ๆ กัน อันจะมีผลต่อการกำจัดความขุ่นและสิ่งสกปรกแขวนลอยน้ำได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการทำงานภายในของถังตกตะกอนเพื่อหาเงื่อนไขที่ -

เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ถังตกตะกอนมีประสิทธิภาพสูงสุดทำการทดลองจากเครื่องมือถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทคแคริไฟเออร์ ที่ใช้แผ่นขนานเอียงชนิดต้นแบบ (Pilot Plant Scale) มีขนาดยาว 2.00 เมตร สูง 2.00 เมตร กว้าง 0.70 เมตร (สำหรับใส่แผ่นขนานขนาดกว้าง 0.40 เมตร และสำหรับเก็บตะกอนส่วนเกิน กว้าง 0.30 เมตร) ทำจากโลหะชนิดแผ่นเรียบ เพื่อให้งานวิจัยสอดคล้องตามสภาพการทำงานจริงมากที่สุด น้ำดิบที่ใช้ในการทดลอง จึงเป็นแหล่งเดียวกับน้ำที่ใช้ในการผลิตของการประปานครหลวงโดยการติดตั้งเครื่องมือการทดลองที่โรงกรองที่ 3 โรงกรองน้ำสามเสน การประปานครหลวง กรุงเทพมหานคร

ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของถังตกตะกอน แบบโซลิดคอนแทคแคริไฟเออร์ ที่ใช้แผ่นขนานเอียง ซึ่งจะทำการศึกษาและวิจัยดังนี้

1.3.1 อัตราปริมาณน้ำล้นถัง (Surface Overflow rates) ที่ 0.1629 0.1221, 0.0814 และ 0.0407 $ม^3/ม^2/นาที$ (4, 3, 2 และ 1 แกลลอน/$ฟุต^2$/นาที)

1.3.2 ระยะห่างระหว่างแผ่นขนานเอียงภายในถัง Distance Between Inclined Parallel Plates) ที่ระยะ 10 ซม., 20 ซม., 30 ซม., และ 40 ซม.

1.3.3 ขนาดมุมระหว่างแผ่นขนานเอียงภายในถังกับแนวราบถัง (Angles Between Inclined Parallel Plates and Horizontal) ที่ขนาด 90°, 75°, 60° และ 45°

1.3.4 ระยะห่างระหว่างดีเฟลคเตอร์ที่ติดตั้งบนแผ่นขนานเอียงภายในถัง (Distances Between Deffectors on Inclined Parallel Plates) ที่ระยะ 10 ซม., 20 ซม., 30 ซม., 40 ซม., 50 ซม., และ 60 ซม.

1.3.5 ขนาดของดีเฟลคเตอร์ ที่ติดบนแผ่นขนานเอียง (Size of Deflectors on Inclined Parallel Plates) ที่ขนาด 1 ซม., 3 ซม., 5 ซม., 7 ซม., 9 ซม. 13 ซม., 17 ซม. และ 21 ซม.

ประสิทธิภาพของถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทคแคริไฟเออร์ ที่ใช้แผ่นขนานเอียง สามารถวัดได้ในลักษณะการกำจัด

1. ตะกอนแขวนลอย (Suspended Solid)
2. ความขุ่น (Turbidity)

นอกจากนี้ในระหว่างการวิจัยยังได้วัดค่า PH ของน้ำดิบก่อนเข้าถัง และน้ำใส ที่ออกจากถัง, วัดอุณหภูมิของน้ำขณะทดลอง, ปริมาณน้ำสารส้ม (Alum Dose) ที่ใช้เพื่อทำให้เกิดโคเอกูเลชั่น หาได้โดยการนำน้ำดิบมาทดลองแบบ Jar Test แล้วหาค่า Optimum Dose ซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดในการเติมน้ำสารส้มลงในน้ำดิบก่อนผ่านถังตกตะกอน