บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

น้ำเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ต่างๆตลอดจนพืช และเมื่อความเจริญทางด้านวัตถุมากขึ้น ทำให้มนุษย์มีความต้องการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นมนุษย์จึงแสวงหาแหล่งน้ำที่สะอาดไม่มีสารพิษและเชื้อโรคไว้สำหรับอุปโภคบริโภค ทำให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพน้ำหรือระบบประปาขึ้น

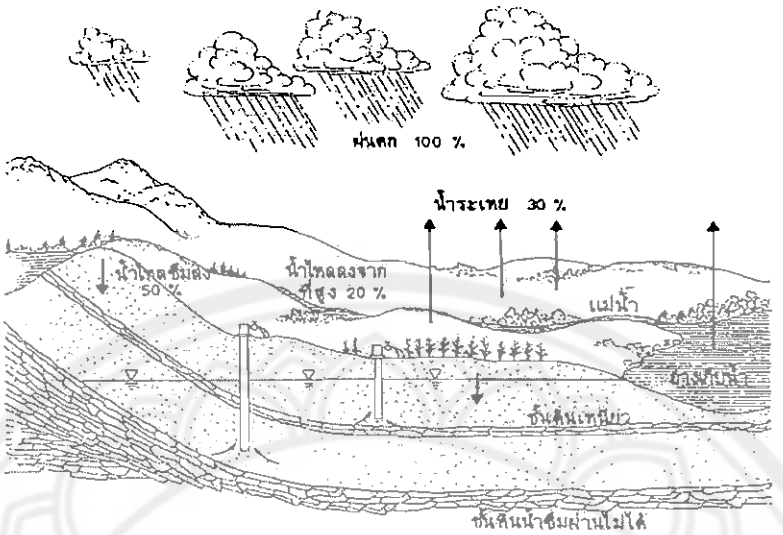
2.1 น้ำประปา

น้ำประปา คือ น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปา ซึ่งจะได้น้ำที่มีความสะอาดค่อนข้างสูง น้ำประปาที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วมีคุณสมบัติต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้จะสามารถนำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย

2.2 แหล่งน้ำดิบ

แหล่งน้ำดิบที่จะนำมาทำการผลิตน้ำประปา จะต้องมีการศึกษาและสำรวจถึงแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ว่ามีปริมาณเพียงพอและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมหรือไม่ ควรเลือกแหล่งน้ำที่มีความสกปรกน้อยที่สุด เพื่อที่จะได้น้ำประปาที่มีคุณภาพและราคาที่ประหยัด

น้ำที่ปรากฏอยู่ในแหล่งต่างๆ จะเกิดขึ้นจากวงจรน้ำ ซึ่งเรียกว่า "วัฏจักรน้ำ" ดังรูป 2.1 ซึ่งวัฏจักรน้ำ หมายถึงวงจรการเกิดของน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้คือ อิทธิพลและแรงขับดันจากพลังงานต่างๆ ที่โลกได้รับ เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ แรงโน้มถ่วงของโลก แสงอาทิตย์ทำให้น้ำบางส่วนจากแหล่งต่างๆ ระเหยกลายเป็นไอแล้วจึงเกิดการควบแน่นกลายเป็นฝนตกลงมายังผิวโลก ซึ่งส่วนหนึ่งจะซึมลงไปกักเก็บกลายเป็นแหล่งน้ำใต้ดิน และอาจมีบางส่วนที่ไหลกลับไปสู่แหล่งน้ำผิวดิน ในที่สุดน้ำเหล่านี้ก็จะระเหยอีกครั้งกลายเป็นวัฏจักรที่ไม่มีสิ้นสุด



รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรน้ำ

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.2.1 แหล่งน้ำผิวดิน

คือ แหล่งน้ำที่ขังอยู่บนพื้นผิวโลก น้ำผิวดินนี้ต้นกำเนิด จริงๆ ก็ คือน้ำฝนนั้นเองที่ตกลงมายังผิวโลกในปริมาณมากๆ ที่เหลือจากการดูดซึมลงสู่ชั้นดินหรือที่เหลือจากการระเหยและการดูดซึมไปใช้ของพืชแล้วปริมาณเหลืออยู่น้อยประเภทของแหล่งน้ำผิวดิน สามารถแบ่งออกได้เป็น

2.2.1.1 ทะเล เป็นแหล่งน้ำผิวดินที่ใหญ่ที่สุด คือประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของน้ำผิวโลกทั้งหมด เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำเค็มไม่เหมาะแก่การใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับดื่ม หรือแหล่งน้ำเพื่อผลิตเป็นน้ำประปาเพราะต้นทุนการผลิตสูง แต่ในกรณีจำเป็นเราก็สามารถนำเอาน้ำทะเลมาปรับปรุงคุณภาพโดยการกลั่นได้

2.2.1.2 แม่น้ำ ลำคลอง เป็นแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญที่สุดที่ประชากรโลกใช้ดื่อและใช้ในกิจการประปาได้ ต้นกำเนิดของแหล่งน้ำนี้มาจากลำธารสายเล็กๆ มารวมบรรจบกันเป็นแม่น้ำ ซึ่งโดยมากแล้วแม่น้ำลำคลองจะมีปริมาณความขุ่นอยู่ในเกณฑ์ที่สูง เนื่องจากไหลผ่านสิ่งต่างๆ มาแล้วเกิดการชะล้าง ดั้งนั้นก่อนนำมาบริโภคจึงควรนำมาผ่านขั้นตอนต่างๆ ของการปรับปรุงคุณภาพเสียก่อน

2.2.1.3 ทะเลสาบ นับว่าเป็นแหล่งน้ำดิบที่ดีประเภทหนึ่ง เพราะน้ำจากทะเลสาบมีความขุ่นต่ำ ทั้งนี้เพราะทะเลสาบเปรียบเสมือนอ่างเก็บน้ำใบใหญ่ที่มีการตกตะกอนและมีการฟอกตัวเองของน้ำตามธรรมชาติมาแล้ว

2.2.1.4 อ่างเก็บน้ำ เป็นแหล่งน้ำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับทะเลสาบมากแต่เป็นทะเลสาบเทียมที่มีขนาดเล็กกว่าและมนุษย์สร้างขึ้นเอง เพื่อที่จะใช้เป็นแหล่งเก็บน้ำ น้ำในอ่างเก็บน้ำเพียงพอหรือไม่ขึ้นอยู่กับ ขนาดความจุของอ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา นอกจากนี้ตามธรรมชาติบางแห่งมีการระเหยค่อนข้างสูง คุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำมักจะดีกว่าน้ำในแม่น้ำลำคลอง ทั้งนี้เพราะน้ำในแม่น้ำลำคลองไหลผ่านบ้านคนมาเป็นระยะทางยาว ทำให้มีความสกปรกมากกว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำ

น้ำผิวดินทั่วไปจะขาดคุณภาพที่ดี เช่นมีความขุ่น กลิ่น สี และเชื้อโรคต่างๆ โดยเฉพาะน้ำผิวดินที่ผ่านชุมชนหรือย่านอุตสาหกรรม ถ้าน้ำผิวดินมีสารเคมีปนเปื้อนมากจะยากที่จะบำบัดเพื่อทำเป็นน้ำประปาได้ด้วยราคาถูก สำหรับตะกอนหรือจุลชีพที่มีอยู่ในน้ำผิวดินอาจถูกกำจัดเพื่อทำเป็นน้ำประปาได้ไม่ยากนัก ในตารางที่ 2.1 แสดงคุณภาพน้ำผิวดินที่ไหลอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปที่มีความสะอาดพอสมควร

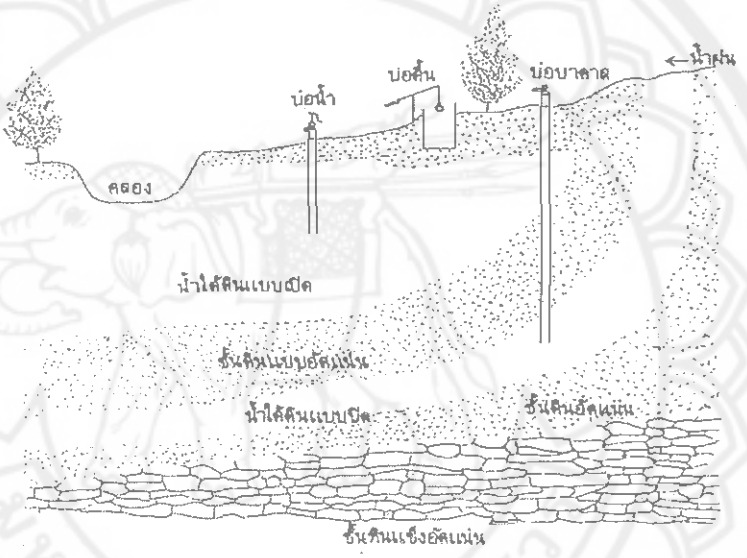
ตารางที่ 2.1 คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไปในประเทศไทย

คุณภาพ	ขนาด	คุณภาพ	ขนาด
ทางกายภาพ :			
ความขุ่น	50	สี , หน่วยสี	50
ตะกอนละลายน้ำ mg/l TDS	150		
ทางเคมี :			
ไนโตรเจน mg/l	3	ฟอสฟอรัส mg/l	0.05
ความกระด้าง	90	ความเป็นด่าง mg/l	100
pH	7.5	แคลเซียม mg/l	30
แมกนีเซียม	20	โซเดียม mg/l	20
โปรแตสเซียม	2	เหล็ก mg/l	0.5
ซัลเฟต	20	คลอไรด์ mg/l	25
ฟลูออไรด์	0.2	ไนเตรท mg/l	0.5
ทางชีวภาพ :			
โคโลฟอร์ม MPN/ 100 ml	2000	ไวรัส pfu/ 100 ml	10

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.2.2 แหล่งน้ำใต้ดิน

เป็นน้ำที่อยู่ในชั้นดินบนพื้นผิวโลก โดยเป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างของชั้นดินหรือชั้นหิน ซึ่งต้นกำเนิดของน้ำใต้ดินมาจากน้ำในบรรยากาศและน้ำผิวดิน โดยปกติคุณภาพน้ำใต้ดินอยู่ในเกณฑ์ดี เช่น มีความใสปราศจากตะกอนความขุ่น ปราศจากเชื้อจุลชีพ เนื่องจากถูกกรองด้วยชั้นดิน แต่คุณสมบัติทางเคมีมักไม่แน่นอนเพราะมีแร่ธาตุและสารเคมีปนในน้ำโดยมีปริมาณมากกว่าน้ำผิวดิน รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะน้ำใต้ดิน



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะน้ำใต้ดิน
ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

ชั้นดินหรือชั้นหินที่มีน้ำจนอิ่มตัว และมีปริมาณน้ำมากพอที่จะนำขึ้นมาใช้นิยมเรียกว่าชั้นให้น้ำโดยชั้นให้น้ำมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.2.2.1 ชั้นให้น้ำแบบเปิด (Unconfined Aquifers) เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ผิวดินที่ระดับดื้น ระดับน้ำมักจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เช่น ฤดูแล้งระดับน้ำจะอยู่ลึก ฤดูฝนระดับน้ำจะอยู่ตื้น

2.2.2.2 ชั้นให้น้ำแบบปิด (Confined Aquifers) เป็นชั้นที่อยู่ใต้ผิวดินที่ลึกลงไปอีกโดยที่มีชั้นของดินหรือหินที่น้ำซึมผ่านได้ยากปกคลุมด้านบน ทำให้น้ำในชั้นนี้มีความดัน มลพิษจากพื้นดินยากที่จะลงไปปนเปื้อนน้ำในชั้นนี้ได้ แต่อาจมีแร่ธาตุต่างๆได้ เนื่องจากน้ำในชั้นนี้อาจมีการซึมผ่านหินเกลือหรือพวกสนิมเหล็กได้

คุณภาพน้ำใต้ดินจะมีความแตกต่างกันระหว่างสถานที่หนึ่งกับอีกสถานที่หนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของชุมชนที่อยู่รอบๆ พื้นที่และประเภทของชั้นดิน ดังนั้นขณะที่ทำการขุดสำรวจแหล่งน้ำใต้ดินจำเป็นต้องทราบว่าขุดน้ำบาดาลลึกกี่เมตร มีความสามารถสูบขึ้นมาได้กี่ลบ.ม.ต่อนาที มีคุณภาพของน้ำบาดาลเป็นอย่างไร ถ้ามีคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการบำบัดให้เป็นน้ำสะอาดเสียก่อน สำหรับในตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำใต้ดิน

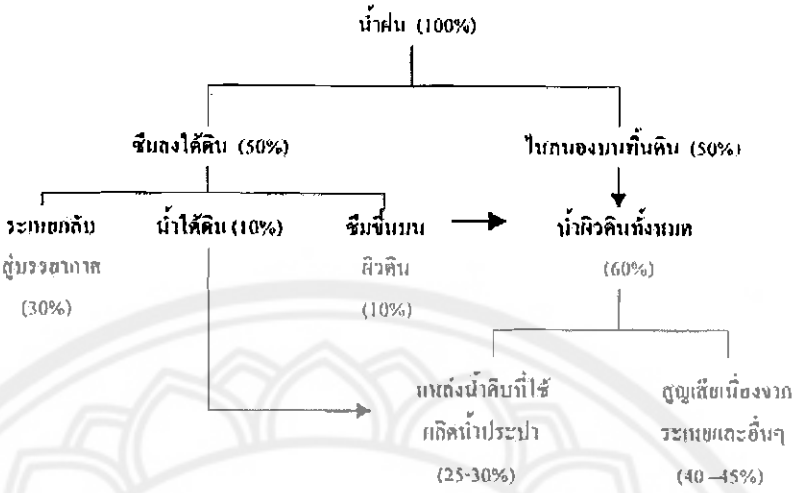
ตารางที่ 2.2 คุณภาพของน้ำใต้ดิน

คุณภาพ	ขนาด	คุณภาพ	ขนาด
ทางกายภาพ :			
ความขุ่น	0.5	ตะกอนละลายน้ำ mg/l TDS	50
ทางเคมี :			
ไนโตรเจน mg/l	10	ฟอสฟอรัส mg/l	0.01
ความกระด้าง	120	ความเป็นด่าง mg/l	150
pH	7.5	แคลเซียม mg/l	40
แมกนีเซียม	5	โซเดียม mg/l	5
โปรแตสเซียม	2	เหล็ก mg/l	0.1
ซัลเฟต	10	คลอไรด์ mg/l	25
ฟลูออไรด์	0.1	ไนเตรท mg/l	10
ทางชีวภาพ :			
โคโลฟอร์ม MPN/ 100 ml	100	ไวรัส pfu/ 100 ml	1

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.2.3 น้ำฝน

น้ำฝนจัดเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิต น้ำฝนที่ตกลงมาไม่ว่าจะอยู่ที่ผิวดินหรือซึมลงไปใต้ดิน ย่อมนำมาใช้เป็นแหล่งผลิตน้ำประปาได้ อย่างไรก็ตามจำนวนน้ำฝนที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำประปานั้นมีจำนวนน้อย ทั้งนี้เนื่องจาก มีการสูญเสียน้ำฝนได้หลายทาง ดังแสดงในรูปที่ 2.3 การกระจายน้ำฝนไปตามแหล่งน้ำประเภทต่าง

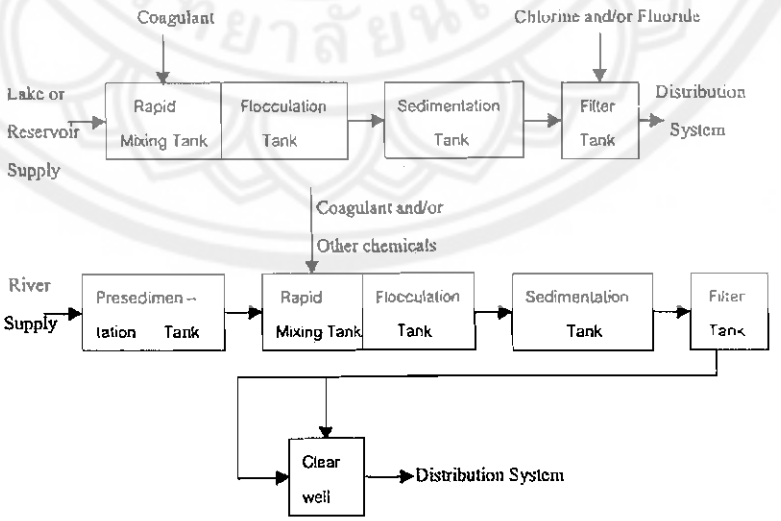


รูปที่ 2.3 การกระจายน้ำฝนไปตามแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ

ที่มา : มั่นสิน ตันฑุลเวศม์ , 2542

2.3 กระบวนการผลิตน้ำประปา

เนื่องจากน้ำผิวดินที่มีอยู่ในธรรมชาติส่วนใหญ่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้โดยตรงเพราะอาจมีสารบางอย่างหรือเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคและเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้ใช้น้ำ หรืออาจทำให้เกิดโรคระบาด ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะก่อนที่จะนำไปใช้อุปโภคบริโภค โดยที่ระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำจะประกอบด้วยขั้นตอนที่แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 รูปแบบของระบบประปาสำหรับผิวดิน

ที่มา : Howard S.Peavy , 1985

2.3.1การปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น

การใช้น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำดิบ คุณภาพน้ำจะมีความสัมพันธ์กับการเกษตรกรรมในบริเวณพื้นที่น้ำ ท่อระบายน้ำ และปล่อยลงสู่ลำน้ำ ในฤดูฝนน้ำดิบที่จะนำมาใช้จะมีพวกอินทรีย์วัตถุและตะกอนดินปนอยู่มาก ส่วนในฤดูร้อนน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำอาจทำให้คุณภาพน้ำดิบต่ำลง จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบก่อน โดยมีวิธีดังนี้

2.3.1.1 อ่างเก็บน้ำ (Raw Water Storage) แหล่งน้ำที่เป็นน้ำผิวดินมักมีอ่างเก็บน้ำเพื่อให้เกิดการฟอกตัวตามธรรมชาติ ในการปรับปรุงตัวตามธรรมชาติจะทำให้ปริมาณสารแขวนลอย และความกระด้างลดลง แบคทีเรียที่ทำให้เกิดสีจะถูกแดดเผาและโปรโตซัวที่กินแบคทีเรียเป็นอาหารจะเจริญเติบโต และเป็นตัวช่วยในการฟอกตัวเองของน้ำดีขึ้น

2.3.1.2 ตะแกรง (Screening) น้ำผิวดินมักมีสิ่งปะปน เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ ถุงพลาสติก ตลอดจนสารแขวนลอยต่างๆ ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความขุ่น จึงจำเป็นต้องกำจัดสิ่งเหล่านี้ออกซึ่งทำได้โดยการใช้ตะแกรงซึ่งมี 2 แบบ

ก. ตะแกรงหยาบ (Bar Screen) วัตถุขนาดโตจะถูกกำจัดออก ตะแกรงนี้จะใช้เหล็กกลมและเหล็กเหลี่ยมขนาด 25 มม. วางห่างกันจากจุดศูนย์กลางถึงจุดศูนย์กลาง ประมาณ 1 – 2 นิ้ว เอียงทำมุม 45 องศากับแนวดิ่ง

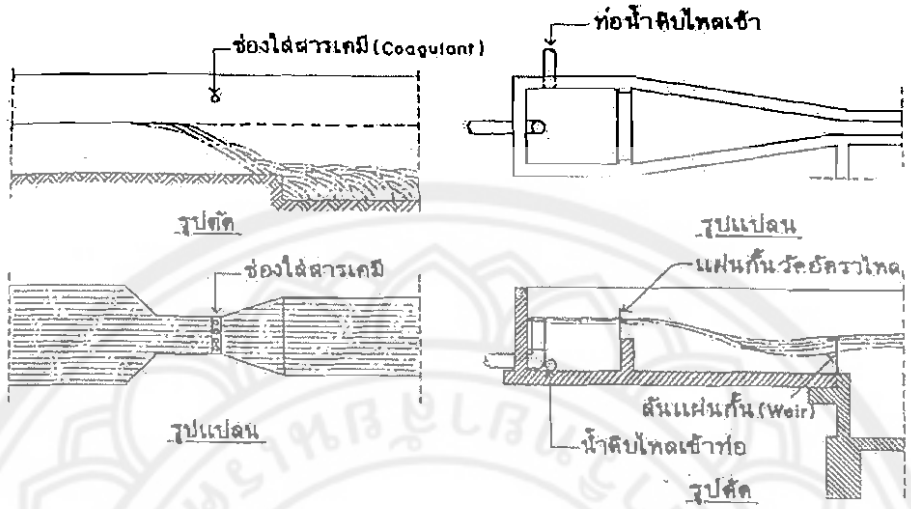
ข. ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ทำด้วยสแตนเลส มีขนาดรูเจาะ ตั้งแต่ 23 , 35 , 65 ไมครอน หมุนด้วยความเร็วแบบหมุนรอบตัว 1.5 เมตรต่อวินาที อัตราการกรองส่วนมากอยู่ในช่วง 600 – 2000 แกลลอน / ตารางฟุต / ชั่วโมง

2.3.2 ระบบผลิตน้ำประปา

2.3.2.1 ถังกวนเร็ว (Rapid Mixing) มีจุดประสงค์เพื่อทำให้อณูเล็กๆ จับตัวเป็นมวลรวมที่ใหญ่ขึ้น โดยการใส่สารเคมีลงไปแล้วกวนอย่างเร็ว ทำให้สารเคมีกระจายเข้ากับน้ำดิบอย่างทั่วถึง เพื่อทำให้สารเคมีไปทำลายเสถียรภาพคอลลอยด์ สารเคมีที่ใช้ในการกวนเร็ว ได้แก่ สารส้ม เฟอรัสซัลเฟต หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต ซึ่งมีการเติมดังรูปที่ 2.5

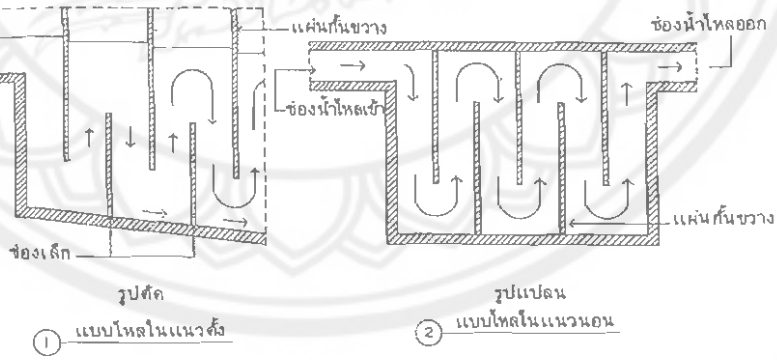
ก. ไฮดรอริคจั้มพ์ คือปรากฏการณ์ที่มวลน้ำที่ไหลด้วยความเร็วสูงแล้วเปลี่ยนเป็นความเร็วต่ำอย่างกะทันหันทำให้เกิดการปั่นป่วนของน้ำ ทำให้สารเคมีผสมดีขึ้น เป็นวิธีที่เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้ในประเทศกำลังพัฒนา เพราะวิธีนี้ไม่ต้องใช้เครื่องจักร ทำให้ไม่ต้องเสียค่าดูแลรักษาเครื่องจักร

ข. การกวนโดยใช้เครื่องจักรกล วิธีนี้การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าน้อย และไม่มีผลกระทบกระเทือนจากความแปรปรวนของอัตราการไหลของน้ำ

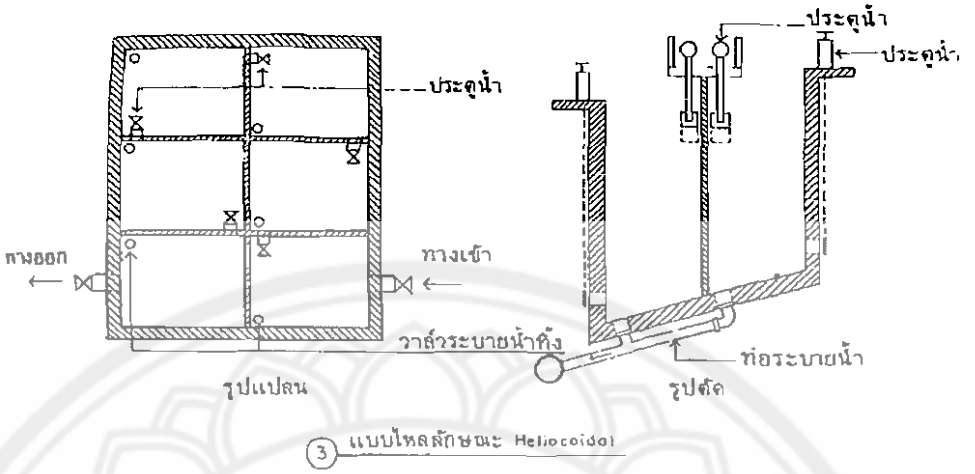


รูปที่ 2.5 ระบบถังกวนเร็วแบบไฮดรอริคจั้มพ์
ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.3.2.2 ถังกวนช้า (Flocculation Tank) คือ การกวนน้ำที่ผ่านการใส่สารสร้างตะกอน และผ่านขั้นตอนการกวนเร็วแล้ว การกวนอย่างช้าจะทำให้ตะกอนเล็กๆ ในน้ำเกิดการรวมตัวให้ใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้นจนสามารถตกตะกอนได้ดี ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ระบบถังกวนช้าแบบต่างๆ
ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539



รูปที่ 2.6 ระบบถังกวนช้าแบบต่างๆ(ต่อ)

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

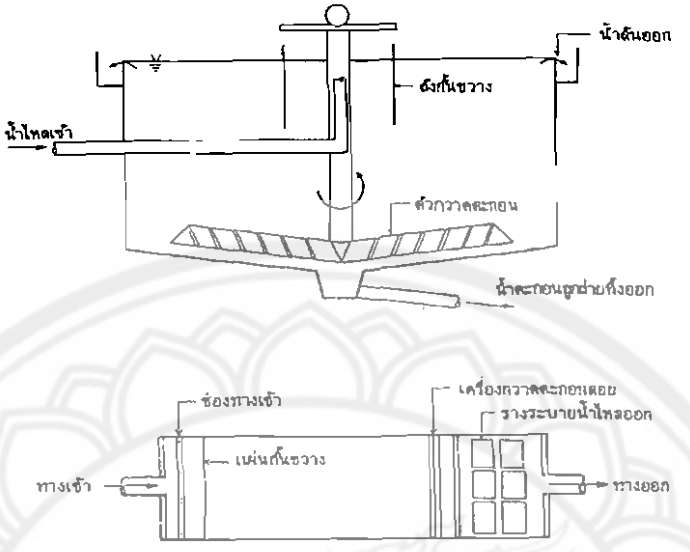
2.3.2.3 ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) การตกตะกอนในระบบผลิตน้ำประปาเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากกระบวนการหนึ่ง ทำหน้าที่แยกตะกอนออกจากน้ำดิบ ทำให้น้ำใส สำหรับตะกอนที่ตกลงสู่ก้นถังจะถูกสูบออกหรือปล่อยออกด้วยเครื่องสูบตะกอน

ถังตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ โดยแบ่งตามลักษณะทิศทางการไหลของน้ำโดยแสดงดังรูปที่ 2.7

ก. ประเภทที่ 1 ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวนอน (Horizontal flow) โดยมากจะเป็นถังตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ข. ประเภทที่ 2 ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวดิ่ง (Vertical flow) โดยมากจะเป็นถังตะกอนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและทรงกลม

ค. ประเภทที่ 3 ถังตกตะกอนแบบไหลไปตามแผ่นหรือท่อเอียง (Plate-type หรือ Tube type) เป็นถังที่มีแผ่นหรือท่อวางเอียงอยู่ในน้ำ

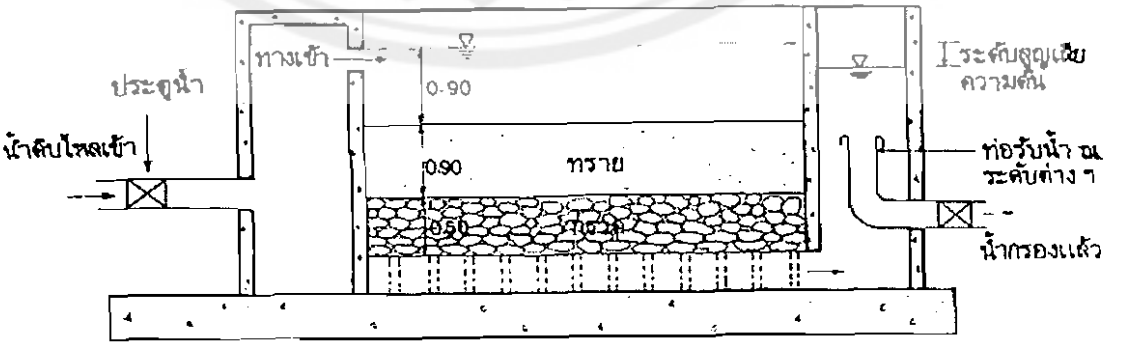


รูปที่ 2.7 ประเภทถังตกตะกอน

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.3.2.4 ถังกรอง (Filter Tank) การกรองเป็นกระบวนการผลิตน้ำประปาที่สำคัญมาก เพราะทำหน้าที่กรองหรือแยกตะกอนออกจากน้ำที่ผ่านถังตกตะกอน ซึ่งน้ำที่ได้นั้นจะมีความใสปราศจากตะกอนแขวนลอย โดยทั่วไประบบกรองน้ำจะใช้ทราย ระบบกรองน้ำมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ โดยแบ่งตามอัตราการกรองน้ำ คือ

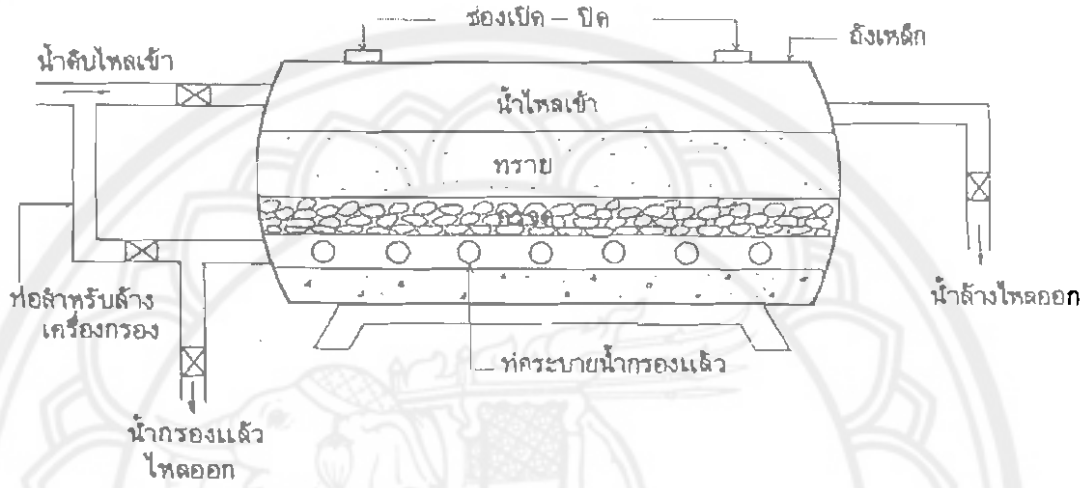
ก. ระบบถังกรองช้า (Slow Sand Filter) ในกรณีที่น้ำดิบมีความขุ่นต่ำ การกำจัดความขุ่นไม่จำเป็นต้องใช้สารสร้างตะกอนและไม่ใช้ถังตกตะกอน เนื่องจากอัตราการกรองต่ำจึงจำเป็นต้องใช้เนื้อที่มากในการกรอง วิธีนี้ได้ผลดีและไม่ต้องใช้ผู้ดูแลที่ชำนาญมาก เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับชุมชนเล็กๆ และชนบท



รูปที่ 2.8 ถังกรองช้า

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

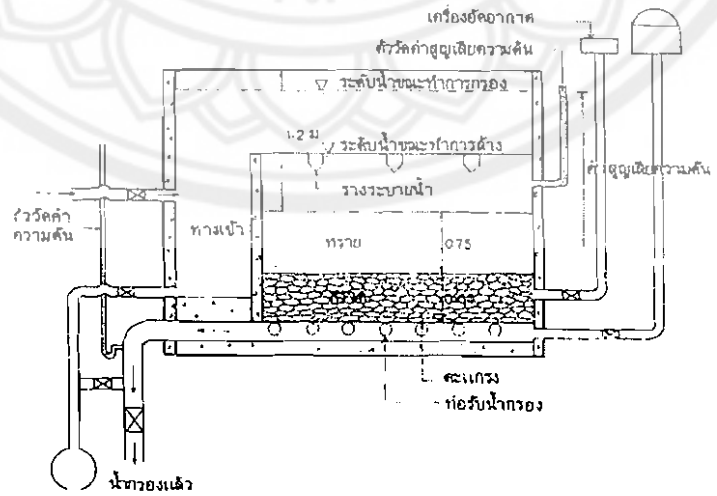
ข. ถังกรองเร็ว (Rapid Sand Filter) ถังกรองน้ำแบบนี้ส่วนมากเป็นถังสี่เหลี่ยม โครงสร้างมักเป็นฝาเปิด สามารถกรองน้ำได้ในอัตราสูง จึงเหมาะสำหรับระบบผลิตน้ำประปาขนาดใหญ่ แต่ต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้ความชำนาญเป็นอย่างดี



รูปที่ 2.9 ถังกรองเร็ว

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

ค. ถังกรองภายใต้ความดัน (Pressure Filter) มีหลักการคล้ายถังกรองเร็วเพียงต่อระบบท่อรับน้ำที่กรองแล้ว จะออกแบบให้รับแรงดันน้ำได้ 150 ปอนด์ / ตร.นิ้ว ตัวถังมักทำด้วยโลหะที่ปิดสนิท ใช้เมื่อน้ำมีความกระด้างสูงกว่ามาตรฐาน



รูปที่ 2.10 ถังกรองภายใต้ความดัน

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.3.2.5 การฆ่าเชื้อ (Disinfection)

การฆ่าเชื้อโรคในระบบผลิตน้ำประปา โดยส่วนมากจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการผลิต คือ ภายหลังกระบวนการกรองน้ำก็จะนำมาฆ่าเชื้อโรคที่มีอยู่ในน้ำใส ซึ่งส่วนมากจะใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคน้ำประปา แต่ในต่างประเทศได้เปลี่ยนไปใช้โอโซนในการฆ่าเชื้อ โดยทั่วไปน้ำที่ผ่านการกรองแล้วยังมี สี กลิ่น รสที่ไม่พึงประสงค์ รวมถึงจุลชีพสารอนินทรีย์ต่างๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการนำน้ำที่ผ่านการกรองมาฆ่าเชื้อ โดยการใช้สารเคมีที่เรียกว่า Disinfecants ซึ่งมีเกณฑ์ในการเลือกใช้ดังนี้

- สามารถกำจัดจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรคได้ภายในเวลาจำกัด
- ไม่ควรทำให้น้ำประปาเปลี่ยนคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมี
- ไม่ควรทำให้น้ำประปาเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ก่อให้เกิดสารพิษจนบริโภคไม่ได้
- ควรมี Disinfectants หลงเหลือในน้ำประปาภายในท่อประปาตลอดเวลาเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อโรค
- สามารถวัด Disinfectants ได้โดยง่าย
- การเก็บสารเคมี Disinfectants สามารถกระทำได้ง่ายและมีความปลอดภัย

วิธีการฆ่าเชื้อโรคมีอยู่หลายวิธีโดยสามารถแบ่งเป็น 3 พวกใหญ่

- วิธีทางกายภาพ
- วิธีทางกัมมันตรังสี
- วิธีทางเคมี

วิธีการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปามี 7 วิธีดังนี้

1) วิธีต้มน้ำให้อุณหภูมิถึง 100 องศาเซลเซียส การต้มน้ำให้ถึงจุดเดือดเป็นเวลา 15 – 20 นาที เชื้อจุลชีพจึงจะถูกฆ่าหมด แต่มีข้อเสียทำให้รสชาติของน้ำเปลี่ยนไปและเป็นวิธีที่ไม่ประหยัด

2) วิธีเติมก๊าซโอโซน ก๊าซโอโซน (O_3) ประกอบด้วยออกซิเจนสามอะตอมและมีหนึ่งอะตอมที่แตกตัวง่าย ทำให้ก๊าซโอโซนเป็นสารที่ไม่เสถียรภาพแต่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคสูง ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นและรสชาติ สำหรับข้อเสียคือมีราคาแพงกว่าคลอรีน

3) วิธีเติมด่างให้มีปริมาณมากเกินพอ การเติมด่าง เช่น ปูนขาวลงในน้ำประปาทำให้น้ำประปามีค่า pH สูงขึ้น ซึ่งทำให้ฆ่าเชื้อโรคได้ แต่ไม่เหมาะกับชุมชนทั่วไปเพราะต้องกำจัดปูนขาวส่วนเกินก่อนนำไปใช้

4) วิธีเติมไอโอดีนและโบรมีน สารฆ่าเชื้อโรคดังกล่าวเป็นสารฆ่าเชื้อโรคที่ดีแต่มีข้อเสียคือมีราคาแพง และทำให้น้ำมีกลิ่นรส แต่นิยมใช้ในสระว่ายน้ำ

5) วิธีใช้แสง Ultraviolet (UV) แสง UV นี้มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคสูง แต่มีราคาสูง ไม่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคในท่อประปา และไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำที่มีความขุ่นเกิน 15 หน่วย

6) วิธีใช้ Potassium Permanganate ($KMnO_4$) การใช้สาร $KMnO_4$ ฆ่าเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคอหิวาตกโรคได้ผลดีมาก แต่ไม่สามารถฆ่าแบคทีเรียอื่นๆ ได้ วิธีนี้มักใช้ฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำประปาตามชนบท

7) วิธีเติมคลอรีน วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กำจัดเชื้อโรคต่างๆ และมีสารคลอรีนหลงเหลือในท่อประปาจนถึงก๊อกน้ำประปาในบ้าน

การเติมคลอรีนในน้ำประปาสามารถฆ่าเชื้อโรค กำจัดกลิ่นและรสได้ คลอรีนยังกำจัดแอมโมเนีย เหล็ก แมงกานีสได้อีกด้วย

ข้อดีของการใช้คลอรีนในน้ำประปา

1) ราคาถูก

2) มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค

3) สามารถจัดหาได้ง่าย

4) ไม่มีพิษและอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ใหญ่ เมื่อมีปริมาณไม่มาก

5) คลอรีนสามารถมีหลงเหลือในน้ำประปา

ข้อเสียของการใช้คลอรีนในน้ำประปา

1) จะเกิดสภาพกรด

2) มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น

3) เกิดสารพวก Carcinogenic ซึ่งก่อให้เกิดมะเร็ง

4) ต้องระวังปริมาณที่เติมลงไปในประปาและระบบเติมคลอรีนที่ใช้ก๊าซคลอรีน

2.4 ระบบประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

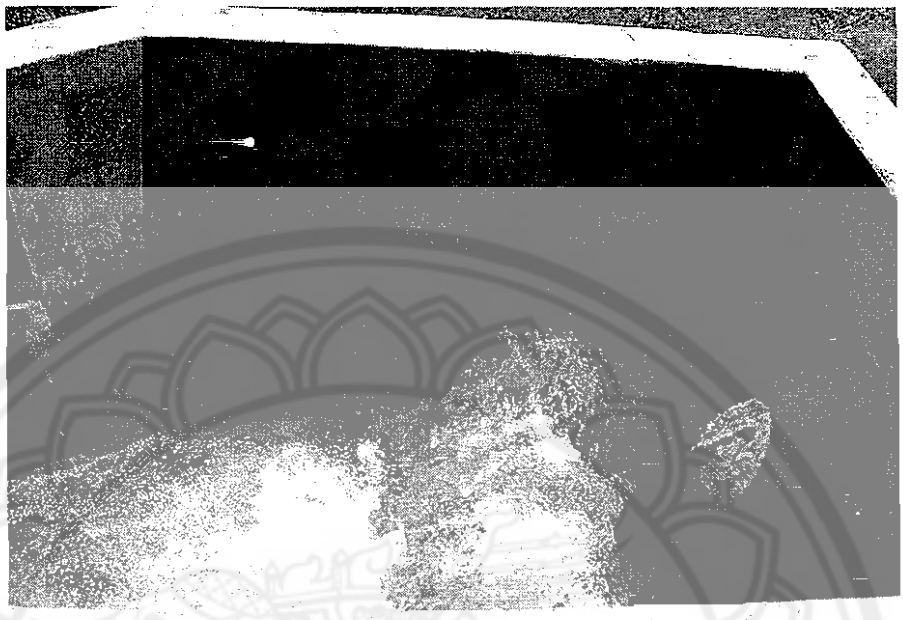
2.4.1 แหล่งน้ำดิบ

น้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้จากคลองชลประทาน โครงการส่งน้ำและบริหารจัดการใช้น้ำพลายชุมพล สำนักงานชลประทานที่ 3 เขื่อนนเรศวร จ. พิษณุโลก ด้วยเครื่องสูบน้ำอัดรา 20 ลบ.ม. / ชม. ชนิดหอยโข่งพร้อมตู้ควบคุมไฟฟ้า ส่งผ่านท่อเมนสู่คลองส่งน้ำดิบเพื่อเก็บเพื่อเก็บในอ่างเก็บน้ำความจุ 300,000 ลบ.ม

รูปที่ 2.11 อ่างเก็บน้ำ

2.4.2 ระบบสร้างตะกอน

เมื่อน้ำดิบถูกสูบเข้ามาจะมีการเติมสารเคมีเพื่อสร้างตะกอน โดยสารเคมีที่ใช้ในโรงประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร คือ สารส้ม โดยที่การเติมสารส้มจะทำโดยผสมสารส้ม 10 – 12 กิโลกรัม ในถังผสมสารที่มีความจุ 1400 ลิตร ต่อการเดินเครื่องสูบน้ำในการทำงาน 1 ครั้ง ซึ่งการกระทำดังกล่าวเปรียบเสมือนการทำหัวน้ำเชื้อเพื่อเตรียมผสมกับน้ำในปริมาณมาก ๆ ที่สูบขึ้นมา ในถังผสมสารดังกล่าวน้ำจะถูกผสมกับสารส้ม โดยใช้มอเตอร์กวนอย่างเร็ว เพื่อช่วยให้สารเคมีละลายได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึง หลังจากนั้นสารละลายสารส้มก็จะเข้าสู่ถังพัก แล้วควบคุมการจ่ายให้ไหลไปผสมกับน้ำดิบทั้งหมดที่สูบขึ้นมา โดยไหลผ่านตามท่อ P.V.C 3 ท่อ และผสมที่ช่องทางน้ำเข้าบริเวณเหนือ Parshall Flume ซึ่งควบคุมการผสมกันระหว่างน้ำดิบและสารส้ม น้ำที่อยู่ในกระบวนการของ Parshall Flume จะเกิดการไหลปั่นป่วน ทำให้สารส้มผสมกับน้ำดิบดีขึ้น



รูปที่ 2.12 ถังกวนเร็ว

2.4.3 ระบบรวมตะกอน

เมื่อสารเคมีกับน้ำผสมกันดีแล้วใน Parshall Flume ขั้นตอนต่อมาน้ำที่ไหลออกจากถังกวนเร็วจะเข้าสู่ถังกวนช้า (Flocculation Tank) ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบกั้นขวางสลับกัน มีผลทำให้ตะกอนแขวนลอยต่างๆ มีขนาดใหญ่ขึ้นและตกตะกอนเพิ่มขึ้น ตะกอนเหล่านี้นิยมเรียกว่า ฟล็อก (Floc)

รูปที่ 2.13 ถังกวนช้า

2.4.4 ถังตกตะกอน

โรงประปามหาวิทยาลัยนเรศวรใช้ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) แบบไหลในแนวนอน มีขนาด 2.73 x 21.6 m จำนวน 4 ถัง ขนาดของความลึกจะลาดลงจากหน้าถังไปจนถึงท้ายถัง 4.73 – 2.35 m และเมื่อน้ำไหลเข้าถังตกตะกอน ตะกอนจะตกลงสู่ก้นถัง ที่มีลักษณะเป็นฟันปลาในแนวขวางกับถัง เพื่อทำการตกตะกอนไว้เป็นขั้นๆ ไป โดยถังตกตะกอนจำนวน 4 ถังนี้ สร้างขึ้นเพื่อช่วยผลิตในคราวมากๆ และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย อีกทั้งยังเป็นระบบสำรองเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินได้อีกด้วย

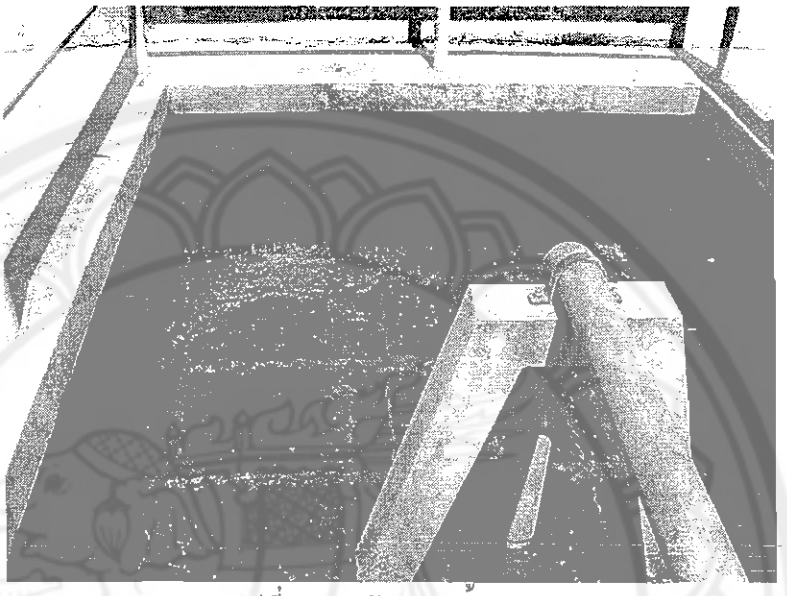
รูปที่ 2.14 ถังตกตะกอน

2.4.5 ถังกรองน้ำ

ถังกรองน้ำมีหน้าที่กรองหรือแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำที่ไหลล้นมาจากถังตกตะกอนซึ่งได้ผ่านกระบวนการ Coagulation – Flocculation แล้ว น้ำที่ผ่านการกรองจะมีความใสและปราศจากตะกอนแขวนลอยต่างๆ ระบบกรองน้ำจะใช้ทรายและกรวดเป็นหลักในการดักตะกอนแขวนลอยต่างๆ

การทำงานของระบบกรองน้ำของโรงประปามหาวิทยาลัยนเรศวร ประกอบด้วยงานสำคัญ 2 ส่วน คือ การกรองน้ำ (Filtration) และการล้างชั้นกรอง (Back Washing) การกรองน้ำคือการที่น้ำไหลผ่านชั้นกรอง ตะกอนต่างๆ ในน้ำจะถูกกำจัดออกโดยชั้นกรอง แล้วปล่อยให้น้ำใสไหลออกจากระบบกรอง เมื่อมีการกรองน้ำไปนานๆ จะทำให้ค่า Head Loss ในชั้นกรองจะมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการกรองน้ำต่ำลงจึงต้องมีการล้างสารกรองในชั้นกรอง ปกติโรงประปา

มหาวิทยาลัยนเรศวรจะทำการล้างถังกรอง 1 เดือน ต่อ 1 ครั้ง แต่จะทำการล้างชั้นกรองทุกวันในช่วงเช้า



รูปที่ 2.15 ถังกรองน้ำ

2.4.6 การฆ่าเชื้อโรค

การฆ่าเชื้อโรคในระบบผลิตประปาของโรงประปามหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นกระบวนการที่ทำภายหลังการกรองน้ำ ซึ่งได้เลือกใช้คลอรีนเป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา เนื่องจาก

1. ราคาถูก
2. มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูง
3. สามารถจัดหาได้ง่าย
4. ไม่มีอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ใหญ่ เมื่อมีปริมาณไม่มาก
5. คลอรีนสามารถมีหลงเหลือในน้ำประปา

การเติมคลอรีน หลังจากกระบวรการผลิตน้ำประปาแล้ว จะเติมคลอรีนให้น้ำที่ผ่านกระบวนการกรองน้ำแล้วก่อนลงไปในถังเก็บน้ำประปา เพื่อแจกจ่ายไปยังจุดต่างๆ และต้องให้แน่ใจว่ามีระยะเวลา ที่ให้คลอรีนทำปฏิกิริยากับน้ำประปาอย่างน้อย 30 นาที ก่อนจ่ายถึงผู้ใช้น้ำประปา โดยทั่วไปตามทฤษฎีจะเติมคลอรีนประมาณ 0.2 – 0.5 มิลลิกรัม / ลิตร เพื่อให้คลอรีนเหลือค้างอยู่ประมาณ 0.1 – 0.2 มิลลิกรัม / ลิตร ในน้ำประปาที่ไหลออกจากโรงประปา แต่จากการศึกษาพบว่า การเติมคลอรีนในโรงประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรใช้หลักการเดียวกับการสร้าง

ตะกอนโดยใช้สารส้ม ซึ่งใช้ถังมีขนาดความจุ 1400 ลิตร ต่อการเดินเครื่องสูบน้ำ 1 ครั้ง แต่ใช้คลอรีนเพียง 1.5 กิโลกรัม เท่านั้น ต่อจากนั้นก็ถูกส่งไปผสมกับน้ำที่ผ่านการกรองแล้ว เพื่อเตรียมไหลไปสู่ถังเก็บน้ำประปาต่อไป

2.4.7 ถังเก็บน้ำใส

ถังเก็บน้ำใสใช้ในการจ่ายน้ำโดยตรง เป็นถังเก็บน้ำสะอาดที่ผ่านการเติมคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค โครงสร้างโดยทั่วไปอยู่เหนือระดับผิวดิน วัสดุที่ใช้ในการสร้างเป็นถังคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดความกว้าง 5 เมตร ยาว 12 เมตร ลึก 2.5 เมตร จำนวน 4 ถัง

รูปที่ 2.16 ถังน้ำใส

ถังเก็บน้ำใสมีความจำเป็นอย่างมากเพราะต้องสามารถเก็บกักน้ำประปาให้มีเพียงพอตลอดเวลา ทั้งเมื่อมีเหตุขัดข้อง เช่น ระบบผลิตน้ำประปาขัดข้องเป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการกักเก็บน้ำประปา มีดังต่อไปนี้

1. ต้องเก็บกักน้ำประปาสำรองไว้เผื่อมีการใช้น้ำประปามากกว่าปกติ
2. ต้องการรักษาระดับความดันของน้ำในท่อประปาตลอดเวลา
3. ต้องการเก็บกักน้ำประปาไว้สำหรับการดับเพลิง

2.5 คุณสมบัติของน้ำประปา

น้ำประปาที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคจะต้องมีคุณภาพดีปราศจากสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานของน้ำประปาขึ้น และคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำประปาที่ได้กำหนดไว้มีดังนี้

2.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพเป็นสิ่งที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ เช่น น้ำที่มีความขุ่น มีรสเค็ม และมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถกำจัดได้ด้วยวิธีบำบัดปกติที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา

2.5.1.1 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำส่วนใหญ่เกิดจากสารที่แขวนลอยในน้ำ เช่น โครนดม ซิลท์ และพวกแพลงตอน ความขุ่นของน้ำจะมากจะน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของสารแขวนลอย ปริมาณของสารแขวนลอย การกระจายตัวของอนุภาค การดูดกลืนแสงของสารแขวนลอย ความขุ่นเป็นสิ่งที่สามารถเห็นได้ง่าย จึงมักใช้เป็นปัจจัยเบื้องต้นที่จะตัดสินใจว่าจะใช้น้ำนั้นหรือไม่ ความขุ่นเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ง่าย และมักใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตหลายกระบวนการ เช่น การกรอง การตกตะกอน เป็นต้น น้ำประปาเพื่อชุมชนไม่ควรมีความขุ่นเกิน 5 หน่วย หรือ 5 NTU เพื่อไม่ให้เป็นที่รังเกียจและเพื่อความปลอดภัยในการอุปโภคบริโภค

2.5.1.2 สี (Color)

สีของน้ำส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของอินทรีย์สารต่างๆ เช่น ใบไม้ที่เน่าเปื่อย โดยมากจะมีสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีชา และอาจเกิดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีสีตามแหล่งที่มานั้นๆ การที่น้ำมีสีที่ผิดปกติจะทำให้น้ำไม่น่าที่นำมาใช้อุปโภคบริโภค ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำจัดสีออกจากน้ำ สีของน้ำจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- สีปรากฏ (Apparent color) คือ สีที่เกิดจากสารแขวนลอยต่างๆ สามารถกำจัดออกโดยวิธีทางกายภาพ เช่น การตกตะกอน การกรอง
- สีจริง (True color) คือ สีที่เกิดจากสารอินทรีย์ที่ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ ซึ่งการกำจัดสีจริงนี้ไม่อาจทำได้โดยง่าย

2.5.1.3 กลิ่นและรส (Odour and Test)

สาเหตุต่างๆ ที่ทำให้น้ำเกิดกลิ่นและรสมีดังนี้

- เกิดจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น สาหร่าย ไดอะตอม และโปรโตซัว
- เกิดจากการเน่าเปื่อย สลายตัวของพวกจุลินทรีย์ที่ตาย

- เกิดจากการเน่าเปื่อยของใบไม้และพืชน้ำต่างๆ
- เกิดจากก๊าซต่างๆ ที่ละลายในน้ำ เช่น ก๊าซไข่เน่า
- เกิดจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม
- เกิดจากสารเคมีที่ใส่ไปในน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรค เช่น คลอรีน
- เกิดจากสารอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ เช่น เหล็ก

เนื่องจากการที่วิเคราะห์ปริมาณของกลิ่นและรสเป็นตัวเลขยังไม่มีวิธีมาตรฐาน จึงใช้การรับรู้กลิ่นและรสของมนุษย์ด้วยการดมและชิมเป็นตัวตัดสิน

2.5.1.4 อุณหภูมิ (Temperature)

น้ำในธรรมชาติมักมีอุณหภูมิในช่วงปกติ เนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำประปาไม่ทำให้น้ำประปามีอุณหภูมิผิดปกติ จึงไม่มีการพูดถึงขีดจำกัดของอุณหภูมิในมาตรฐาน อย่างไรก็ตามต้องตระหนักไว้ว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงได้ และยังมีอิทธิพลต่อกรรมวิธีการผลิตน้ำประปาอีกด้วย

2.5.2 คุณสมบัติทางเคมี

เป็นคุณสมบัติที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยได้ตาเปล่า จำเป็นต้องผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อให้ทราบผลจึงสามารถบอกได้ว่าน้ำมีคุณสมบัติเช่นไร

2.5.2.1 พีเอช (pH)

pH เป็นค่าวัดความเป็นกรดและด่างทั่วไปในน้ำ โดยที่มีค่าตั้งแต่ 0 – 14 และค่า pH เท่ากับ 0 จะหมายถึงน้ำที่มีสภาพเป็นกรดแก่ pH เท่ากับ 14 จะหมายถึง น้ำที่มีสภาพเป็นด่างแก่ และค่า pH เท่ากับ 7 จะหมายถึง น้ำที่มีสภาพเป็นกลาง วิธีการวัดค่า pH มีด้วยกัน 2 วิธี คือ Electrometric method ใช้หลักการของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจาก H^+ และ Colormetric method โดยใช้หลักการเทียบสีมาตรฐาน

2.5.2.2 ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้างเป็นการวัดค่าความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของเกลือไบคาร์บอเนต ซึ่งน้ำที่มีความกระด้างจะก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ดังนี้

- ทำให้เกิดตะกรันในหม้อน้ำ เครื่องทำความร้อน ท่อน้ำร้อน และอื่นๆ
- เกิดตะกอนแข็งตัวเกาะติดผิววัตถุต่างๆ
- ทำให้การซักฟอกไม่มีฟอง เกิดความสิ้นเปลืองสบู่มากกว่าปกติ
- ถ้าเป็นน้ำดื่ม จะมีรสชาติผิดปกติ

- อาจทำให้เกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ
- เกิดสีเหลืองบนเสื้อผ้า
- ทำให้ผักต่างๆ เหนียวขึ้น

ความกระด้างของน้ำแบ่งเป็น 2 ชนิด ตามประจุลบที่จับตัวรวมอยู่กับแคลเซียมและแมกนีเซียม ดังนี้

1) ความกระด้างชั่วคราว หรือความกระด้างคาร์บอเนต เกิดจาก Ca^{++} และ Mg^{++} ไปรวมกับไอออนลบที่เป็นพวก Alkalinity

2) ความกระด้างถาวร หรือความกระด้างไม่ใช่คาร์บอเนต เกิดจาก Ca^{++} และ Mg^{++} ไปรวมกับไอออนลบที่เป็นพวก SO_4^{-2} Cl^- และ NO_3^-

2.5.2.3 สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity)

สภาพการนำไฟฟ้าเป็นตัวเลขที่บ่งบอกถึงสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำตัวอย่าง โดยที่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิขณะทำการวัด สารประกอบที่มีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดีคือ สารประกอบอนินทรีย์ของกรด ด่าง และเกลือ ตามลำดับ ในทางกลับกันสารประกอบอินทรีย์ เช่น ซูโครส เบนซิน จะเป็นตัวนำไฟฟ้าไม่ดี

ประโยชน์ที่ได้จากค่าสภาพการนำไฟฟ้า มีดังนี้

1. สามารถที่ใช้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าในการคาดคะเนผลของประจุไฟฟ้าต่างๆ ที่มีผลต่อสมดุลทางเคมี ผลทางกายภาพที่มีต่อพืชและสัตว์ และอัตราการกัดกร่อนของสารต่างๆ

2. ใช้ในการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่นและของน้ำที่มีประจุ

3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณในความเข้มข้นของโลหะที่ละลายในน้ำทิ้งหรือน้ำอื่นๆ

4. การวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้าทำให้รู้จำนวนสารประกอบไอออนิคที่ใช้ในการตกตะกอนและให้เป็นกลาง

5. สามารถใช้ในการประเมินค่า มิลลิอิควิวาเลนท์ / ลบ.ดม. ของน้ำทั้งประจุลบและประจุบวก

2.5.2.4 ไนโตรเจน (Nitrogen)

ไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำจะอยู่ในรูปสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์โดยจะอยู่ในรูปของสารประกอบดังต่อไปนี้

1) แอมโมเนีย (Ammonia) เป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบคทีเรีย เมื่อน้ำประปามีแอมโมเนียจะทำปฏิกิริยากับคลอรีนที่เติมลงไป ทำให้ต้องเติมคลอรีน

วป
TD
491
ศ683ก
2545

4740035

26 พ.ย. 2546

สำนักหอสมุด

มากขึ้น เพราะส่วนที่ไปทำปฏิกิริยากับคลอรีน จะได้สารประเภท Chloramines และมีคลอรีนส่วนเกินหลงเหลือที่เรียกว่าคลอรีนอิสระ โดยสาร Chloramines ก็สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เช่นเดียวกับคลอรีนอิสระ

2) ไนไตรท (Nitrite) เป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายสารแอมโมเนีย ถ้าพบว่าในน้ำมีไนไตรทแสดงว่าการย่อยสลายสารแอมโมเนียยังไม่สมบูรณ์ แต่สำหรับในน้ำประปาไม่ควรมีสารไนไตรทอยู่เลย ตามมาตรฐานของการประปานครหลวงได้กำหนดให้มีค่าไนไตรทไนโตรเจนไม่เกิน 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ของไนโตรเจน

3) ไนเตรท (Nitrate) เป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายสารไนไตรท ถ้าพบว่าในน้ำมีไนเตรทแสดงว่าการย่อยสลายสารอินทรีย์เสร็จสิ้นแล้ว ถ้าในน้ำมีสารไนเตรทอยู่เกินกว่า 45 มิลลิกรัมต่อลิตร ของไนโตรเจน น้ำประปานั้นเป็นอันตรายต่อเด็กทารก โดยสารไนเตรทจะทำให้เด็กเกิดอาการตัวเขียวคล้ำและชัก ทำให้เสียชีวิตได้ ซึ่งเรียกว่า Blue Baby ปัญหานี้ทำให้น้ำประปาในโรงพยาบาลซึ่งนำน้ำจากแหล่งที่มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่และคาดว่ามีปริมาณไนเตรทมาก จำเป็นต้องผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) ซึ่งจะกำจัดไนเตรทออกจากน้ำประปาได้มาก ก่อนที่จะนำเข้ามาใช้ในโรงพยาบาล

2.5.2.5 คลอรีนอิสระ

คลอรีนอยู่ในรูปทางเคมี คือ $Cl_2^{\cdot}$ เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะอยู่ในรูป HOCl (Hypochlorites) ซึ่งการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคต่างๆ สามารถเติมคลอรีนในรูปก๊าซคลอรีน หรือรูปของสารละลาย Sodium hypochlorite (NaOCl) และ Calcium hypochlorite ($Ca(OCl)_2$) ถ้าต้องการประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าเชื้อโรค น้ำควรมี pH เท่ากับ 8.3 ถ้ามากกว่าหรือน้อยกว่าจะทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีนลดลงอย่างมาก หลังจากที่เติมคลอรีนลงในน้ำประปา คลอรีนจะทำปฏิกิริยากับสารต่างๆ ในน้ำประปาจนกระทั่งหมด จะเหลือคลอรีนที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาที่เรียกว่า คลอรีนอิสระ เพื่อสามารถฆ่าเชื้อโรคหรือจุลชีพต่างๆ ที่ปะปนลงในน้ำประปาระหว่างส่งจ่าย โดยทั่วไปกำหนดไว้ว่าคลอรีนอิสระควรมีอยู่ในน้ำประปาที่เปิดจากก๊อกน้ำอย่างต่ำ 0.2 – 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.5.2.6 ฟอสเฟต

ฟอสเฟตเข้าสู่แหล่งน้ำดิบได้หลายทาง เช่น ฝนตกทำให้เกิดน้ำไหลนองชะเอาปุ๋ยฟอสเฟตเข้าไปเก็บในแหล่งน้ำผิวดิน เป็นต้น นอกจากนี้ในโรงผลิตน้ำประปาก็มีการใช้สารประกอบฟอสเฟตด้วย เช่น ในการป้องกันมิให้เหล็กตกผลึก ฟอสเฟตในน้ำควรมีไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.5.3 คุณสมบัติทางชีวภาพ

คุณสมบัติทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับน้ำประปา ได้แก่เชื้อจุลชีพต่างๆ ที่อาจปะปนมากับน้ำประปา ซึ่งอาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จำเป็นต้องมีการนำน้ำตัวอย่างมาผ่านการทดสอบในการตรวจหาเชื้อจุลชีพที่ทำให้เกิดโรค โดยการตรวจหาแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มคลอลิฟอร์ม ซึ่งเป็นตัวแทนที่บ่งชี้ว่ามีเชื้อโรคปะปนในน้ำประปาหรือไม่ เนื่องจากโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีแหล่งกำเนิดมาจากลำไส้ของคนและสัตว์ ดังนั้นถ้าพบน้ำตัวอย่างที่มีเชื้อโคลิฟอร์ม อาจสรุปว่าน้ำนั้นมีเชื้อโรค

เชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม จะเป็นพวก Enterobacteriacae ซึ่งประกอบด้วย Escherichia (E.Coli) และ Aerobacter โดยพวก E.Coli จะมาจากอุจจาระ และพวก Aerobacter อาจจะมาจากอุจจาระและยังสามารถมาจากดินทั่วไป ทำให้การพบเชื้อโคลิฟอร์มนี้ในน้ำประปาก็ไม่ได้หมายความว่าจะมีอุจจาระปนเปื้อนมากับน้ำ เพราะอาจมีเศษดินปนเปื้อนอยู่ก็ได้ ตามมาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวง ได้กำหนดไว้น้ำประปาจะยอมให้ค่า MPN ได้น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร

2.6 มาตรฐานน้ำดื่มและน้ำประปา

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก

Substance	Max.Acceptable	Max.Allowable
Toxic Substance		
Lead (as Pb)		0.05
Selenium (as Se)		0.01
Arsenic (as As)		0.05
Chromium (as Cr hexavalent)		0.05
Cyanide (as CN)		0.2
Cadmium		0.01
Substance		
Total Solids	500 mg/l	1,500 mg/l
Color	5 Units	50 Units
Turbidity	5 Units	25 Units
Taste	Unobjectionable	-
Odor	Unobjectionable	-
Iron (Fe)	0.3 mg/l	1.0 mg/l
Manganese (Mn)	0.1 mg/l	0.5 mg/l
Copper (Cu)	1.0 mg/l	1.5 mg/l
Zinc (Zn)	5.0 mg/l	15 mg/l
Calcium (Ca)	75 mg/l	200 mg/l
Magnesium (Mg)	50 mg/l	150 mg/l
Sul fate (SO4)	200 mg/l	400 mg/l
Chloride (Cl)	200 mg/l	600 mg/l
pH range	7.0-8.5	
Magnesium + Sodium Sulfate	500 mg/l	1,000 mg/l
Phenolic Substances	0.001 mg/l	0.002 mg/l
Carbon Chloroform Extract	0.2 mg/l	0.5 mg/l
Alkyl Benzyl Sulfonates	0.5 mg/l	1.0 mg/l

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (ต่อ)

Standard of Bacteriological Quality		
90% of Samples in year negative for coli forms		
i.e.		
90% of Samples MPN < 1.0		
No Samples MPN>10		
MPN 8-10 not to occur in Consecutive Sample		

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานน้ำดื่ม พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522

รายการ	เกณฑ์มาตรฐาน
1. คุณลักษณะทางกายภาพ	
สี(Colour)	ต้องไม่เกิน 20 ฮาเซนยูนิต
กลิ่น(Odor)	ต้องไม่มีกลิ่น แต่ไม่รวมถึงกลิ่นคลอรีน
ความขุ่น(Turbidty)	ต้องไม่เกิน 5.0 ซิลิกาสเกล
ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	6.5-8.5
2. คุณลักษณะทางเคมี	
ปริมาณสารทั้งหมด(Total solil)	ไม่เกิน 500
ความกระด้างทั้งหมด(Total hardness as CaCo3)	ไม่เกิน 100
คลอไรด์(Cl)	ไม่เกิน 250
โครเมียม(Cr)	ไม่เกิน 0.05
ทองแดง(Cu)	ไม่เกิน 1.0
เหล็ก(Fe)	ไม่เกิน 0.5
มังกานีส(Mn)	ไม่เกิน 0.05
ไนเตรท(NO3)	ไม่เกิน 4.0
ฟีนอล(Phenol)	ไม่เกิน 0.001
เงิน(Ag)	ไม่เกิน 0.05
ซัลเฟต(SO4)	ไม่เกิน 250
สังกะสี(Zn)	ไม่เกิน 5.0
ฟลูออไรด์(F)	ไม่เกิน 1.5

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานน้ำดื่ม พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 (ต่อ)

รายการ	เกณฑ์มาตรฐาน
3. คุณลักษณะเป็นพิษ	
สารหนู(As)	ไม่เกิน 0.05
แบเรียม(Ba)	ไม่เกิน 1.0
แคดเมียม(Cd)	ไม่เกิน 0.01
ตะกั่ว(Pb)	ไม่เกิน 0.1
ปรอท(Hg)	ไม่เกิน 0.002
เซเลเนียม(Se)	ไม่เกิน 0.01
4. ลักษณะทางจุลินทรีย์	
บักเตรี ชนิด โคลิฟอร์ม	น้อยกว่า 2.2 ต่อ 100 ลบ.ม. โดยวิธี MPN
บักเตรี ชนิด อีโคโล(E. Coli)	ต้องไม่มีเลย
จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ต้องไม่มีเลย

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานการประปานครหลวง

รายการ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด	เกณฑ์ที่กำหนดอนุโลมให้สูงสุด
คุณลักษณะทางกายภาพ		
สี (Colour)	5.0	15.0
รส (Taste)	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
กลิ่น (Odour)	"	"
ความขุ่น (Turbidity) หน่วยซิลิกา	5.0	20.0
ความเป็นกรด ด่าง (pH)	6.5-8.5	ไม่เกิน 9.2
คุณลักษณะทางเคมี (หน่วย มก./ล.)		
ปริมาณมวลสารทั้งหมด (Total Solids)	500	1,500
เหล็ก (Fe)	0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	0.3	0.5
เหล็กและแมงกานีส (Fr & Mn)	0.5	1.0
ทองแดง (Cu)	1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	5.0	15.0
แคลเซียม (Ca)	75	200
แมกเนเซี่ยม (Mg)	50	150
ซัลเฟต (SO_4)	200	250
คลอไรด์ (Cl)	250	600
ฟลูออไรด์ (F)	0.7	1.0
ไนเตรต (NO_3)	45	45
อัลคิลเบนซิลโฟเนต (ABS)	0.5	1.0
ฟีโนลิกซับสแตนซ์ (Phenol)	0.001	0.002

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานการประปานนครหลวง (ต่อ)

รายการ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
คุณลักษณะทางด้านสารเป็นพิษ	
ปรอท (Hg)	0.001
ตะกั่ว (Pb)	0.05
อาร์เซนิค (As)	0.05
เซเลเนียม (Se)	0.01
โครเมี่ยม (Cr Hexavalent)	0.05
ไซยาไนด์ (Cn)	0.2
แคดเมี่ยม (Cd)	0.01
บาเรียม (Ba)	1.0
คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา	
แบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/มิลลิกรัม)	500
เอ็มพีเอ็น (โคลิฟอร์มออร์แกนิซัม ต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)	น้อยกว่า 2.2
อี โคไล (E. coli)	ไม่มี