

## การปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อการบริโภค

### 1. วัตถุประสงค์และความหมาย

น้ำบริโภคที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนำมาจากแหล่งน้ำดิบประเภทต่างๆ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง บ่อตื้น บ่อบาดาล และน้ำฝน แหล่งน้ำดิบเหล่านี้อาจมีแร่ธาตุ สารเคมีต่างๆ และเชื้อโรคจากธรรมชาติ อาคาร บ้านเรือน การอุตสาหกรรม และการกสิกรรม ปนเปื้อน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำดิบนั้น ๆ เป็นเหตุให้คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีววิทยาของน้ำเปลี่ยนแปลงไปไม่เหมาะสมจะใช้ดื่ม

องค์การอนามัยโลกและประเทศต่างๆ ได้ศึกษาวิจัยและกำหนดเกณฑ์คุณภาพน้ำ โดยระบุชนิดและปริมาณสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำที่ยอมให้มีอยู่ได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย สำหรับเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าน้ำดังกล่าวสามารถดื่มได้อย่างปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำให้แน่ใจว่ามีปริมาณสารปนเปื้อนต่างๆ อยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่ม หากพบว่ามีสารปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูงกว่าที่กำหนดไว้ในเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่ม น้ำนั้นไม่สามารถนำมาดื่ม หรือถ้าจะนำมาดื่มจำเป็นต้องกำจัดหรือนำไปผ่านกรรมวิธีลดปริมาณสารปนเปื้อนให้ต่ำลงอยู่ในระดับที่มีค่าไม่สูงกว่าที่ระบุไว้ในเกณฑ์คุณภาพ ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวเรียกว่า “การปรับปรุงคุณภาพน้ำ” ซึ่งก็คือการเปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพ หรือทางเคมี หรือทางชีววิทยาของน้ำดิบให้เหมาะสมที่จะเป็นน้ำดื่มได้นั่นเอง

การปรับปรุงคุณภาพน้ำมีอยู่หลายวิธี ทั้งนี้ การจะใช้วิธีใดต้องพิจารณาคุณสมบัติหรือ คุณภาพของน้ำดิบก่อนเป็นสำคัญ เช่น น้ำดิบบางแหล่ง เช่น น้ำบ่อตื้นเมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจวิเคราะห์พบว่า คุณภาพน้ำทางฟิสิกส์และเคมีอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก แต่คุณภาพน้ำทางชีววิทยาไม่ได้มาตรฐาน ถ้าจะนำมาใช้ดื่มจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียก่อนเป็นต้น ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพดังกล่าวกระทำเพียงขั้นตอนเดียวเท่านั้นก็สามารถนำน้ำมาใช้ดื่มได้ การปรับปรุงคุณภาพน้ำบางประเภทจำเป็นต้องใช้วิธีการหรือขั้นตอนต่างๆ หลายวิธีต่อเนื่องกัน เพื่อให้คุณภาพของน้ำได้มาตรฐาน

วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำบางวิธีง่ายเสียค่าใช้จ่ายน้อย บางวิธียุ่งยาก ต้องใช้เทคนิคและอุปกรณ์ซึ่งมีราคาแพง เสียค่าใช้จ่ายสูง ทั้งนี้ การปรับปรุงคุณภาพน้ำต้องคำนึงถึงความรู้ ความสามารถของผู้ปฏิบัติ วัสดุอุปกรณ์ และงบประมาณดำเนินการด้วย

### 2. ระดับสารมลพิษในแหล่งน้ำบริโภค (ในแง่การกำจัด)

โดยทั่วไปน้ำบริโภคที่นำมาจากแม่น้ำ ลำคลอง บ่อตื้น บ่อบาดาล และน้ำฝน มักจะมีสารมลพิษซึ่งอาจจำแนกออกได้เป็น 3 ระดับ

สารมลพิษระดับที่ 1 เช่น ความขุ่น ความเป็นกรด - ด่าง สาหร่าย พิษน้ำเล็กน้อย และเชื้อแบคทีเรีย จัดว่าเป็นสารมลพิษที่สามารถจะกำจัดได้โดยวิธีง่ายๆ เช่น การตกตะกอน การกรอง หรือการเติมสารเคมีบางชนิด

สารมลพิษระดับที่ 2 เช่น ความกระด้าง เหล็ก และแมงกานีส จัดว่าเป็นสารมลพิษที่ยังไม่สามารถกำจัดได้ แต่จำเป็นต้องใช้เทคนิคกรรมวิธีที่ย่างยากมากกว่าระดับที่ 1

สารมลพิษระดับที่ 3 เช่น ฟลูออไรด์ ไนเตรท ตะกั่ว และสารหนู จัดเป็นสารมลพิษที่การกำจัดต้องอาศัยกรรมวิธีเทคนิคสูง ค่าใช้ในการกำจัดสูง เมื่อมีสารมลพิษนี้ในน้ำมักจะหาแหล่งน้ำใหม่เพื่อนำมาใช้ทดแทน

### 3. วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยทั่วไป

วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยทั่วไปมีหลายวิธี เช่น

1. การเติมอากาศเพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย สารระเหยได้บางชนิดในน้ำ หรือขจัดเหล็กและแมงกานีส
2. การตกตะกอน เพื่อขจัดความขุ่นและตะกอนต่างๆ ในน้ำ
3. การกรอง เพื่อขจัดอนุภาคหรือตะกอนขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถขจัดออกได้โดยวิธีการตกตะกอน
4. การแลกเปลี่ยนไอออน โดยใช้เรซินเพื่อขจัดอนุภาคที่มีประจุ เช่นการขจัดเหล็ก ( $Fe^{++}$ ) หรือแมงกานีส เป็นต้น
5. การฆ่าเชื้อโรคในน้ำ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการปรับปรุงคุณภาพน้ำหลังจากที่ผ่านเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำนั้นสามารถนำไปใช้ดื่มได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ก่อให้เกิดโรคร้ายไข้เจ็บต่างๆ จากเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ

### 4. การกำจัดสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำดื่ม

การสู่มเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจวิเคราะห์ จะทำให้ทราบถึงคุณภาพน้ำว่าสามารถใช้ดื่มได้โดยตรงหรือจำเป็นต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพเสียก่อน และถ้าจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพจะกำจัดสารปนเปื้อนชนิดใด การกำจัดสารปนเปื้อนบางชนิดทำได้ง่าย บางชนิดยุ่งยากต้องใช้เทคนิคและค่าใช้จ่ายสูง สารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำดื่มที่สามารถกำจัดได้ด้วยวิธีที่ไม่ยุ่งยาก เช่น ความขุ่น ความกระด้าง เหล็ก แมงกานีส และแบคทีเรีย เป็นต้น

#### 4.1 การกำจัดความขุ่น

ความขุ่นเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น กรวด ทราย โคลน เลน ดิน ตะกอนของโลหะต่างๆ สารอินทรีย์ สาหร่าย และแบคทีเรีย เป็นต้น สารแขวนลอยเหล่านี้จะมีขนาดต่างๆ กัน องค์การอนามัยโลกกำหนดเกณฑ์คุณภาพความขุ่นในน้ำดื่มไม่เกิน 5 หน่วย ดังนั้น หากน้ำมีความขุ่นสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดจำเป็นต้องกำจัด ทั้งนี้ เนื่องจากความขุ่นดังกล่าวอาจเป็นตะกอนของโลหะหรือเชื้อโรค ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในน้ำ นอกจากนี้ หากน้ำมีความขุ่นหรือตะกอนจะหุ้มห่อเชื้อโรคไว้ยังผลทำให้การฆ่าเชื้อโรคโดยการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อไม่ได้ผล เนื่องจากคลอรีนไม่สามารถผ่านตะกอนความขุ่นเข้าไปถึงตัวเชื้อโรคได้

วิธีการกำจัดความขุ่นโดยทั่วไปมี 2 วิธี ได้แก่ การตกตะกอนและการกรอง

#### 4.1.1 การตกตะกอน

4.1.1.1 หลักการ ความขุ่นในน้ำเป็นอนุภาคที่มีขนาดต่างๆ กัน บางชนิดมีขนาดใหญ่สามารถตกตะกอนได้เองตามธรรมชาติในระยะเวลาไม่นาน บางชนิดเป็นอนุภาคเล็กมากมีเส้นผ่าศูนย์กลาง  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  มิลลิเมตร อนุภาคเหล่านี้จะมีประจุไฟฟ้าซึ่งทำให้เกิดแรงดึงดูดและแรงผลักรั้วกันและกัน ในสภาวะปกติแรงผลักรั้วระหว่างอนุภาคจะมีมากกว่าแรงดูดทำให้อนุภาคเหล่านี้กระจายตัวแขวนลอยอยู่ในน้ำตลอดเวลา ดังนั้น การที่จะทำให้อนุภาคเหล่านี้ตกตะกอนได้จำเป็นต้องทำลาย แรงผลักรั้วระหว่างอนุภาค และทำให้อนุภาคเล็กๆ รวมตัวกันและจับกันเป็นก้อนมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงสามารถตกตะกอนและกำจัดออกได้

การทำลายแรงผลักรั้วระหว่างอนุภาคเพื่อให้อนุภาคเกิดการรวมตัวกันทำได้โดยการเติมสารเคมีบางชนิด เช่น สารส้ม เหล็กซัลเฟต โซเดียมอะลูมิเนต เป็นต้น ในการเติมสารเคมีเพื่อช่วยให้ตกตะกอนนี้ จำเป็นต้องเติมให้พอเหมาะ เพราะถ้าเติมมากเกินไปแทนที่จะช่วยทำให้อนุภาคจับตัวกันและตกตะกอนกลับจะทำให้อนุภาคเกิดแรงผลักรั้วแยกจากกันทำให้น้ำยิ่งขุ่นมากขึ้น นอกจากนี้ หลังจากเติมสารเคมีแล้วจะต้องกวนน้ำช้าๆ เพื่อช่วยให้อนุภาคตะกอนและจับตัวกันเป็นก้อนด้วย ในบางครั้งอนุภาคที่จับตัวกันเป็นก้อนนั้นมีขนาดเล็กพอที่จะตกตะกอนได้อย่างรวดเร็วจะต้อง กวนน้ำช้าๆ เพื่อให้อนุภาคที่จับตัวกันเป็นก้อนเล็ก ๆ มีโอกาสรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น ถ้าหากกวนน้ำเร็วหรือแรงจนเกินไปจะทำให้เกิดแรงเฉือนทำให้อนุภาคที่จับตัวเป็นก้อนแตกออกไป นอกจากนี้แล้วยังอาจใส่สารพวกโพลีเมอร์หรือสารโพลีอิเล็กโทรไลต์ลงไปช่วยเร่งการตกตะกอนให้เร็วยิ่งขึ้น

#### 4.1.1.2 ขบวนการตกตะกอน

จากหลักการดังกล่าวข้างต้นในขบวนการตกตะกอน จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

##### 1. สารเคมีช่วยการตกตะกอน

นิยมใช้สารส้มเพราะหาง่าย ราคาถูก สารส้มมีสูตรทางเคมีดังนี้  $A_1_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$  การตกตะกอนโดยใช้สารส้มเพื่อให้ได้ผลดี น้ำต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 6.0-7.8 และมีความเป็นด่าง (Alkalinity) เพื่อช่วยให้น้ำแตกตัวให้ไฮดรอกซิลไอออน ( $OH^-$ ) สำหรับทำปฏิกิริยาเคมีต่อไป ถ้าน้ำมีความเป็นด่างต่ำจำเป็นต้องเติมปูนขาวลงไปเพื่อเพิ่มความเป็นด่างในน้ำ ปริมาณสารส้มที่ใช้ประมาณ 35-50 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ถ้าใส่สารส้มมากเกินไปนอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองแล้วยังทำให้น้ำมีฤทธิ์เป็นกรดมีรสเปรี้ยว ขณะใส่สารส้มต้องกวนน้ำแรงๆ 1-2 นาที เพื่อให้สารส้มกระจายตัวในน้ำอย่างทั่วถึง และช่วยให้ตะกอนที่แขวนลอยในน้ำมีโอกาสชนกันและจับตัวเป็นก้อนมากขึ้น

2. สารเคมีช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ ได้แก่ โซดาไฟ และกรดกำมะถัน

3. ถังตกตะกอน อาจจะใช้ถังสี่เหลี่ยมหรือกลมในการเลือกใช้ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ระยะเวลาที่เก็บน้ำในถังอัตราการไหลล้นออกของน้ำในถังหลังจากตกตะกอนแล้ว โดยทั่วไปมักจะออกแบบให้น้ำไหลเข้าทางด้านล่างและไหลขึ้นผ่านฝายล้นออกไป ตะกอนจะตกสวนทิศทางการไหลของน้ำ และที่ก้นถังควรมีช่องกวาดและกำจัดตะกอนที่ทิ้งออกไปโดยสะดวก

## 4.1.2 การกรอง

### 4.1.2.1 หลักการ

การกรองเป็นขบวนการกำจัดอนุภาคในน้ำที่มีขนาดเล็กมากหรือเบาไม่สามารถกำจัดออกได้ด้วยวิธีการตกตะกอน เช่น พวกเซลล์ของสาหร่าย แบคทีเรีย ตะกอนของเหล็กและแมงกานีส เป็นต้น โดยนำน้ำไหลผ่านช่องว่างของตัวกลางชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่าสารกรองเพื่อให้สารนั้นสกัดกันสิ่งปนเปื้อนออกจากน้ำ

น้ำที่ผ่านขบวนการตกตะกอนแล้วยังเหลืออนุภาคขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถตกตะกอนได้ จะไหลผ่านเข้าเครื่องกรองอนุภาคขนาดเล็กๆ จะแทรกผ่านเข้าไปในช่องว่างของสารกรองในระดับผิวหน้าเท่านั้น เมื่ออนุภาคเหล่านี้ไปอุดอยู่ในสารกรองจะทำให้อัตราการไหลผ่านสารกรองลดลง และตะกอนทั้งหลายจะพอกพูนบนผิวส่วนบนของสารกรองมากขึ้น การอุดตันของสารกรองนี้เกิดขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอตลอดผิวหน้า บริเวณไหนอุดตันน้อยน้ำจะกรองผ่านได้มาก อนุภาคหรือตะกอนจะแทรกตัวเข้าไปในสารกรองได้ลึกไม่เกิน 2 – 4 นิ้ว ดังนั้น การกรองจะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าลึกเพียง 1 – 2 นิ้วเท่านั้น พวกตะกอนเล็กๆ ที่ไปเกาะแทรกตัวอยู่ระหว่างช่องว่างของสารกรองจะทำหน้าที่เป็นตัวกรองสำหรับอนุภาคเล็กๆ ต่อไปอีก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเลือกสารกรองที่มีขนาดพอเหมาะเพื่อให้ตะกอนต่าง ๆ สามารถแทรกตัวลงในเนื้อของสารกรองได้บ้าง ถ้าตะกอนแทรกตัวลงไปในสารกรองไม่ได้เลยจะตกค้างบนผิวหน้าและทำให้ประสิทธิภาพในการกรองลดตัวลง

### 4.1.2.2 ขบวนการกรอง

จากหลักการดังกล่าวข้างต้นในขบวนการจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

#### ก. สารกรอง

คุณสมบัติสารกรอง

สารกรองที่ดีต้องมีคุณสมบัติสามารถป้องกันไม่ให้อนุภาคหรือตะกอนไหลผ่านสารกรองได้ และสามารถดักจับตะกอนหรืออนุภาคแขวนลอยไว้ได้มากที่สุดโดยไม่อุดตันได้ง่าย รวมทั้งสามารถล้างทำความสะอาดสารกรองได้ง่าย

#### ชนิดของสารกรอง

สารกรองที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีหลายชนิด เช่น

1. ทราย ที่ใช้สำหรับกรองน้ำส่วนใหญ่จะเป็นทรายซิลิกาที่ชื่อยู่ทั่วไปมี 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดละเอียด (เล็กกว่า 0.4 มิลลิเมตร) ขนาดกลาง (0.4 – 0.6 มิลลิเมตร) และขนาดใหญ่ (ไม่เกิน 1.6 มิลลิเมตร)

2. ถ่านแอนทราไซท์ ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ทรายเป็นสารกรองได้ ในกรณีนี้น้ำมีความร้อนและความเป็นด่างสูงทำให้ซิลิกาละลายออกมา จึงจำเป็นต้องใช้ถ่านแอนทราไซท์ซึ่งจะมีขนาดและประสิทธิภาพเท่ากับทราย

3. ถ่านคูดซิม สามารถกรองหรือกำจัดตะกอนของสารอินทรีย์ที่ก่อให้เกิดกลิ่น รส และสีในน้ำได้ เนื่องจากบนพื้นผิวถ่านจะมีรูพรุนอยู่มากมาย รูพรุนนี้มีขนาดเท่ากับขนาดของ

สารนั้น ดังนั้น สารต่าง ๆ ดังกล่าวจะแพร่กระจายเข้าไปอยู่ในรูเล็ก ๆ ได้ ถ่านดูดซึมที่ใช้กรองโดยทั่วไป มี 2 ขนาด คือ ขนาด 0.3 – 0.5 มิลลิเมตร และขนาด 1.5 – 2.0 มิลลิเมตร

### ชนิดของเครื่องกรองน้ำ

เครื่องกรองน้ำมีหลายชนิด เช่น เครื่องกรองแบบแรงโน้มถ่วง และแบบใช้แรงดัน ในที่นี้ขอกล่าวถึงเครื่องกรองแบบใช้แรงโน้มถ่วงซึ่งแรงดันน้ำที่ใช้สำหรับการกรองเกิดจากความสูงของระดับน้ำเหนือชั้นกรองที่นิยมใช้โดยทั่วไปมี 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องกรองช้าและเครื่องกรองเร็ว ซึ่งใช้ทรายเป็นสารกรองและใช้กรวดวางรองรับชั้นทราย

### เครื่องกรองช้า

ที่นิยมใช้อยู่โดยทั่วไปเป็นชนิดทรายกรองช้าเป็นระบบที่มีข้อดีคือ ไม่ต้องใช้สารเคมีช่วยในการตกตะกอน การควบคุมการทำงาน ทำได้ง่าย ลงทุนต่ำ ไม่ต้องใช้เทคนิคและความรู้สูงในการจัดทำ

วิธีการคือปล่อยให้ น้ำดิบไหลผ่านชั้นทรายกรองซึ่งเป็นทรายละเอียดขนาดไม่เกิน 0.4 มิลลิเมตร ชั้นทรายหนาประมาณ 0.6 – 1.0 เมตร เมื่อน้ำผ่านสารกรองที่เริ่มใช้งานใหม่ ๆ คุณภาพน้ำที่ได้ยังไม่ดีนัก ประสิทธิภาพของระบบทรายกรองช้านี้จะเริ่มดีขึ้นเมื่อมีชั้นของจุลินทรีย์เป็นเมือกเคลือบอยู่ที่ผิวชั้นทรายซึ่งจะช่วยกำจัดความขุ่นและแบคทีเรีย เมื่อนานเข้าชั้นนี้จะมีขนาดหนาขึ้นเกิดการอุดตันที่ชั้นหน้าทรายทำให้กรองได้ช้าลงจำเป็นต้องทำความสะอาดโดยชะเอาผิวหน้าทรายหนาประมาณ 1 – 2 เซนติเมตรออกไป

### เครื่องกรองเร็ว

ที่นิยมใช้อยู่ทั่วไปเป็นชนิดทรายกรองเร็วเครื่องกรองชนิดนี้มีพื้นที่การกรองน้อยกว่าเครื่องกรองช้า จึงทำให้ชั้นสารกรองเกิดการอุดตันได้เร็วกว่าแต่ให้ปริมาณน้ำมากกว่าระบบกรองช้า เป็นการกรองที่ใช้ทรายขนาดกลางและหยาบ ระบบน้ำดิบที่นำมากรองจะต้องผ่านการเติมสารส้มและตกตะกอนก่อนจึงนำน้ำใสมาผ่านการกรอง การล้างหน้าทรายที่อุดตันทำได้โดยผ่านน้ำเข้าทางด้านก้นถังกรองเพื่อให้น้ำจากด้านล่างขึ้นมาไล่ตะกอนและปล่อยให้ น้ำล้นออกทิ้งไป

### ปัญหาในการกรอง

1. ถ้าน้ำที่กรองแล้วยังมีความขุ่นติดออกมาต้องเปลี่ยนชนิดของสารกรองให้เหมาะสม
2. มีทรายรั่วไปกับน้ำกรอง ในบางครั้งชั้นกรวดที่รองรับชั้นทรายอยู่อาจจะมี การเคลื่อนที่ ทำให้ทรายไปปนอยู่ในชั้นกรวดและรั่วออกไปกับน้ำกรอง ถ้ามีการรั่วของทรายจำเป็นต้องหาชั้นกรวดที่มีขนาดเหมาะสมมาเป็นชั้นรองรับชั้นทราย
3. การอุดตันผิวหน้าของสารกรองและการแตกกระแหงบนผิวหน้า ในการกรองถ้าหากสารกรองมีขนาดเล็กและตะกอนแขวนลอยมีความเหนียวหนืด การแทรกตัวของตะกอนเข้า

ไปในน้ำสารกรองเกิดขึ้นได้น้อยทำให้ตะกอนค้างอยู่บนผิวและแตกกระแหง ทำให้ประสิทธิภาพในการกรองต่ำและเครื่องกรองอุดตันเร็ว ให้ใช้สารกรองผสมจะทำให้ปัญหาการอุดตันผิวหน้าลดลงเนื่องจากสารกรองมีช่องว่างมากขึ้น

4. เมื่อมีเศษดินโคลนอยู่บนผิวหน้าของชั้นสารกรองต้องรีบแก้ไขทำความสะอาดทันที

#### 4.2 การกำจัดความกระด้าง

น้ำกระด้างเกิดจากมีเกลือของแร่ธาตุ ๆ ละลายอยู่ ความกระด้างของน้ำมี 2 ประเภท

- ก. ความกระด้างชั่วคราว ได้แก่ ความกระด้างซึ่งเกิดจากเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมไบคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต หรือแมกนีเซียมไบคาร์บอเนต ละลายอยู่ในน้ำ
- ข. ความกระด้างถาวร ได้แก่ ความกระด้างซึ่งเกิดจากแคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมคลอไรด์ ละลายอยู่

เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกกำหนดความกระด้างไว้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/ลิตร

##### 4.2.1 วิธีกำจัดความกระด้าง

4.2.1.1 การต้ม สามารถกำจัดความกระด้างชั่วคราวในน้ำได้ เนื่องจากการต้มน้ำจะทำให้ไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยออกจากน้ำ และเกิดตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนตหรือแมกนีเซียมคาร์บอเนตสามารถกำจัดออกได้ด้วยการกรอง

4.2.1.2 การเติมสารเคมีกำจัดความกระด้าง เป็นวิธีการกำจัดความกระด้างชั่วคราวและถาวรโดยใช้สารเคมี ซึ่งได้แก่ ปูนขาว (แคลเซียมไฮดรอกไซด์) และโซดาแอช (โซเดียมคาร์บอเนต) เติมนลงในน้ำกระด้างเพื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีเปลี่ยนรูปเกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียมซึ่งอยู่ในรูปสารละลายน้ำให้อยู่ในรูปของตะกอน นอกจากนี้ต้องใส่สารช่วยตกตะกอนเช่นสารส้มเพื่อให้ตะกอนที่เกิดขึ้นรวมตัวกันและจับตัวเป็นก้อนตกตะกอนได้เร็วยิ่งขึ้น

##### ปฏิกิริยาเคมีและสารเคมีที่ใช้

การที่ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์จำเป็นต้องใส่สารเคมีต่าง ๆ ในจำนวนที่พอเหมาะ สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดความกระด้างได้แก่ ปูนขาว โซดาแอช แคลเซียมคลอไรด์ และสารช่วยตกตะกอนได้แก่ สารส้ม

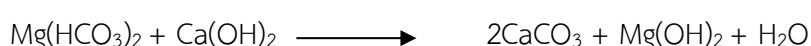
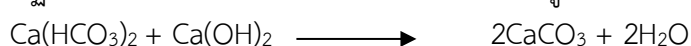
ปูนขาว เติมนลงไปเพื่อตกตะกอนความกระด้างชนิดไบคาร์บอเนตของแคลเซียมให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งไม่ละลายน้ำ และตกตะกอนแมกนีเซียมไบคาร์บอเนตให้เป็นตะกอนแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ ปูนขาวที่ใช้โดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ 95% และ 88%

โซดาแอช เติมนลงไปเพื่อตกตะกอนความกระด้างถาวรชนิดคลอไรด์ และซัลเฟต ของแคลเซียมและแมกนีเซียมให้เกิดตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์

เมื่อปูนขาวหรือโซดาแอชทำปฏิกิริยาเคมีกับความกระด้างในน้ำจะเกิดตะกอนละเอียดจำเป็นต้องใส่สารช่วยตกตะกอนเช่นสารส้มเพื่อให้ตะกอนจับตัวกันเป็นก้อนใหญ่พอที่จะตกตะกอนได้

ปฏิกิริยาเคมีเมื่อเติมสารเคมีลดความกระด้าง

1. ปฏิกิริยากำจัดความกระด้างไบคาร์บอเนตโดยใช้ปูนขาว



2. ปฏิกิริยากำจัดความกระด้างแมกนีเซียมด้วยปูนขาว
 
$$\text{MgCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Mg(OH)}_2$$

$$\text{MgSO}_4 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaSO}_4$$

$$\text{MgCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaCl}_2$$
3. ปฏิกิริยากำจัดความกระด้างถาวรเนื่องจากคลอไรด์และซัลเฟตของเกลือแคลเซียมด้วยโซดาแอช
 
$$\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$$

$$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{NaCl}$$
4. ปฏิกิริยากำจัดความกระด้างชนิดคลอไรด์และซัลเฟตของแมกนีเซียมด้วยปูนขาวและโซดาแอช
 
$$\text{MgSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$$

$$\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$$
5. ปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมคลอไรด์กับแมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซดาแอชที่เหลือ
 
$$\text{MgCO}_3 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{CaCO}_3$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3$$

#### การคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้กำจัดความกระด้าง

เมื่อปูนขาวทำปฏิกิริยากับความกระด้างชั่วคราวชนิดแคลเซียมไบคาร์บอเนต จะเกิดตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต และเมื่อโซดาแอชทำปฏิกิริยากับความกระด้างถาวรชนิดแคลเซียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์เกิดเป็นตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต จะลดความกระด้างเนื่องจากแคลเซียมลงได้มากที่สุดเหลือเพียง 35 มิลลิกรัม/ลิตร ปฏิกิริยาของแมกนีเซียมก็คล้ายคลึงกับแมกนีเซียมซัลเฟต และแมกนีเซียมคลอไรด์ทำปฏิกิริยาเกิดตะกอนแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์สามารถลดความกระด้างแมกนีเซียมที่เหลือ 33 มิลลิกรัม/ลิตรได้

#### การคำนวณปริมาณปูนขาว

#### สูตรการคำนวณ

$$\text{ปริมาณปูนขาว} = \text{ปริมาณความกระด้างที่ต้องกำจัด} \times \text{ค่าคงที่}$$

(มิลลิกรัม/ลิตร)                      (มิลลิกรัม/ลิตร)

สำหรับค่าคงที่ที่ใช้สำหรับการคำนวณเพื่อต้องการกำจัด 1 มิลลิกรัม/ลิตร ของไบคาร์บอเนตหรือแมกนีเซียม มีค่าคงที่ที่แตกต่างกันดังนี้

สารที่ต้องการกำจัด	ค่าคงที่	
	เมื่อใช้ปูนขาวชนิด 95%	เมื่อใช้ปูนขาวชนิด 88%
ไบคาร์บอเนต (คิดเป็น $\text{CaCO}_3$ )	0.78	0.64
แมกนีเซียม	3.20	2.61

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ้าน้ำมีแมกนีเซียม 40.0 มิลลิกรัม/ลิตร ต้องการกำจัดให้เหลือ 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้น ต้องกำจัดแมกนีเซียม =  $40.0 - 3.0 = 37.0$  มิลลิกรัม/ลิตร

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณปูนขาวที่ใช้} &= 37.0 \times 3.20 \\ &= 118.4 \text{ มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร} \end{aligned}$$

การคำนวณปริมาณโซดาแอซ

ต้องรู้ค่าความกระด้างถาวร (Non – Carbonate Hardness)

ในน้ำที่ต้องการกำจัดความกระด้าง

สูตรการคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณโซดาแอซ} &= \text{ปริมาณความกระด้างถาวรที่ต้องการกำจัด} \times 1.06 \\ (\text{มิลลิกรัม/ลิตร}) & \quad (\text{มิลลิกรัม/ลิตร}) \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ้าต้องการลดความกระด้างถาวรในน้ำจาก 50.0 เป็น 35.0 มิลลิกรัม/ลิตร

$$\text{ปริมาณโซดาแอซที่ใช้} = 15.0 \times 1.06 = 15.9 \text{ มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร}$$

4.3 การกำจัดเหล็กและแมงกานีส

เหล็กและแมงกานีสที่อยู่ในน้ำจะมี 3 รูป ได้แก่ ชนิดที่ละลายน้ำได้ในรูปของเหล็ก (II) และแมงกานีส (II) ชนิดที่ไม่ละลายน้ำในรูปของเหล็ก (III) และแมงกานีส (III) และชนิดที่เป็นสารอินทรีย์เชิงซ้อนของเหล็กและแมงกานีส เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกกำหนดค่าเหล็กไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าแมงกานีสไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำที่มีเหล็กและแมงกานีสสูงไม่เหมาะสมสำหรับดื่มเพราะจะมีกลิ่น สี และรส ของเหล็ก ปรากฏว่า นอกจากนี้น้ำที่มีเหล็กมากในน้ำจะช่วยส่งเสริมให้แบคทีเรียซึ่งใช้เหล็กเป็นอาหารเจริญเติบโตทำให้อ่อนน้ำเกิดการอุดตันเร็ว

เหล็กและแมงกานีสในธรรมชาติมักเกิดคู่กัน ถ้ามีเหล็กสูงมักจะมีแมงกานีสด้วย การกำจัดสามารถกระทำควบคู่กันไปได้

4.3.1 วิธีการกำจัดเหล็กและแมงกานีส4.3.1.1 การตกตะกอนและการกรอง

สำหรับเหล็กและแมงกานีสที่อยู่ในรูปตะกอนซึ่งไม่ละลายน้ำอยู่แล้ว สามารถจะตกตะกอนและกรองออกได้เลย แต่สำหรับเหล็กและแมงกานีสที่เป็นสารละลายจำเป็นต้องเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปของตะกอนซึ่งไม่ละลายน้ำก่อนโดยวิธีเติมอากาศหรือใช้สารเคมีช่วยเปลี่ยนรูปให้เป็นตะกอนก่อนจึงสามารถตกตะกอนและกรองออกได้

4.3.1.2 การเติมอากาศและการกรอง



เป็นการกำจัดเหล็กโดยอาศัยออกซิเจนในอากาศ เนื่องจากในน้ำมีสารไบคาร์บอเนตอยู่มาก เหล็กที่ละลายอยู่ในน้ำมักจะอยู่ในรูปของเหล็กไบคาร์บอเนตซึ่งละลายน้ำได้ดี เมื่อออกซิเจนในอากาศไปออกซิไดซ์จะเปลี่ยนเป็นเหล็กไฮดรอกไซด์ซึ่งมีลักษณะเป็นตะกอนแดง การออกซิไดซ์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อน้ำมีความเป็นกลางหรือเป็นด่างโดยการเติมปูนขาว สำหรับแมงกานีสปฏิกิริยาออกไซด์จะเกิดได้ดีต้องปรับน้ำให้มีความเป็นกรด-ด่าง มากกว่า pH 10 ดังนั้น ถ้าต้องการให้เหล็กและแมงกานีสตกตะกอนในขบวนการเดียวกันต้องปรับ pH ของน้ำให้มากกว่า 10 น้ำที่ผ่านการเติมอากาศแล้วควรพักไว้ในถังพักประมาณ 30 นาทีถึง 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ เพื่อให้มีเวลาตกตะกอนนานพอสมควรแล้วจึงผ่านการกรองโดยใช้ระบบทรายกรองซ้ำ

#### การเติมอากาศที่นิยมใช้อยู่ที่ไม่มี 2 วิธี

ก. การพ่นน้ำหรือให้น้ำไหลผ่านอากาศ ซึ่งอาจจะใช้หัวฉีดน้ำให้เป็นฝอยเพื่อให้ น้ำได้สัมผัสกับอากาศ หรือวิธีง่ายๆ ให้น้ำไหลผ่านตะแกรงหรือถาดซึ่งเจาะรู 4-6 ถาด วางเรียงซ้อนกันสูงประมาณ 1.2 - 3 เมตร น้ำจะไหลจากถาดชั้นบนสุดผ่านอากาศลงไป ถึงชั้นล่างทำให้ได้มีโอกาสสัมผัสกับอากาศ

ข. การพ่นฟองอากาศเข้าไปในน้ำ โดยใช้ปั๊มลมเป่าอากาศผ่านท่อซึ่งเจาะรูพรุนเล็กๆ หรือหัวฉีดพ่นลมให้เกิดฟองอากาศ หัวพ่นอากาศนี้อาจจะออกแบบให้อยู่กันถึงน้ำเพื่อให้ฟองอากาศแพร่กระจายขึ้นสู่ผิวน้ำ

#### 4.3.1.3 การเติมสารเคมีและการกรอง

สารเคมีที่เติมลงไปนี้จะไปออกซิไดซ์หรือเปลี่ยนรูปของเหล็กและแมงกานีสจากสารซึ่งละลายน้ำให้อยู่ในรูปของตะกอน สารเคมีที่ใช้ เช่น แคลเซียมไฮโปคลอไรด์ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ ก๊าซคลอรีน และคลอรีนไดออกไซด์ เป็นต้น สารเคมีทั้งสี่ชนิดดังกล่าวเป็นสารที่ออกซิไดซ์รุนแรงกว่าออกซิเจนจากอากาศมาก ดังนั้น ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นรวดเร็วและสมบูรณ์ การใช้สารเคมีต้องคำนวณปริมาณการใช้ให้เหมาะสมเพราะถ้าเติมมากเกินไปจะมีคลอรีนเหลืออยู่ในน้ำมาก และสามารถทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์บางชนิดในน้ำทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็นและมีรสแปลกไป

#### 4.3.1.4 การใช้เรซินจับเหล็กและแมงกานีส

วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำที่มีความกระด้างอยู่ด้วย กล่าวคือ วิธีนี้นอกจากสามารถกำจัดเหล็กและแมงกานีสแล้วยังสามารถกำจัดแคลเซียมและแมกนีเซียมด้วย เรซินที่ใช้เป็นชนิด Na-form โดยวิธีผ่านน้ำไปยังถังน้ำหรือคอลัมน์ซึ่งมีเรซินบรรจุอยู่ ในถังหรือคอลัมน์ที่บรรจุเรซินไม่ควรมีฟองอากาศปนอยู่เพราะจะทำให้เหล็กถูกออกซิไดซ์เป็นเหล็กไฮดรอกไซด์ไปเคลือบเม็ด เรซินไว้ทำให้เรซินเสื่อมสภาพได้ วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำที่มีเหล็กและแมงกานีสไม่มากนัก และไม่ต้องการเติมอากาศไม่ต้องปรับ pH ของน้ำ และไม่ต้องกรอง แต่เรซินมีราคาแพง นอกจากนี้ เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะทำให้เรซินเสื่อมสภาพไม่สามารถจับเหล็กและแมงกานีสได้อีก จำเป็นต้องฟื้นฟูประสิทธิภาพ โดยผ่านสารละลายโซเดียมคลอไรด์ลงไป

#### ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีของเรซินที่จับเหล็ก



พอที่จะกำจัดแบคทีเรียในน้ำต่อไป คลอรีนที่หลงเหลืออยู่นี้เรียกว่า คลอรีนตกค้าง ควรมีความเข้มข้นอย่างน้อย 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร

#### 4.4.1.3 ชนิดผงปูนคลอรีน

ผงปูนคลอรีนที่ใช้โดยทั่วไปมี 2 ชนิด

ก. ผงปูนคลอรีนชนิด 25 – 37% โดยน้ำหนักผงปูนชนิดนี้มีปูนขาวซึ่งไม่ละลายน้ำปนอยู่มากเวลาใช้ต้องละลายน้ำในถังก่อนแล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วจึงรินน้ำใส ๆ ออกมา

ข. แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ 65 – 70% โดยน้ำหนักซึ่งค่อนข้างจะละลายน้ำได้ดี

สารละลายคลอรีนเมื่อละลายน้ำไว้แล้วต้องเก็บไว้ในขวดสีชาเพื่อ

ไม่ให้ถูกแสงสว่าง

#### 4.4.1.4 วิธีการใช้คลอรีน

ก. น้ำที่จะนำคลอรีนมาเติมควรมีความขุ่นไม่เกิน 10 หน่วย (หน่วยวัดความขุ่น)

ข. มีเหล็กและแมงกานีสรวมกันไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร

ค. น้ำที่จะนำคลอรีนมาเติมควรมีฤทธิ์เป็นกลางหรือเป็นกรดอ่อน ๆ

#### 4.4.1.5 วิธีเตรียมน้ำคลอรีน

โดยทั่วไปใช้ผงปูนคลอรีนชนิด 25 – 37% เพราะมีราคาถูก โดยละลายผงปูนคลอรีน (ใช้ถังพลาสติกหรือขวดแก้ว) คนให้เข้ากันดีเพื่อให้ปูนคลอรีนละลายน้ำมากที่สุด ตั้งทิ้งไว้ตกตะกอนรินเอาน้ำส่วนใสไปใช้โดยปกติผงปูนคลอรีนชนิดนี้ประมาณ 1 ช้อนโต๊ะปูน จะหนักประมาณ 14 กรัม เมื่อนำมาผสมน้ำ 7 ลิตร จะได้คลอรีนเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร

#### ตารางการใช้ผงปูนคลอรีน

ปริมาณน้ำที่ต้องการเติมคลอรีน		ผงคลอรีน 25%		ผงคลอรีน 70%	
ลิตร	ปีป	น้ำหนัก (กรัม)	ช้อนกาแฟ	น้ำหนัก (กรัม)	ช้อนกาแฟ
200	10	4	1	1 1/3	1/3
400	20	8	2	2 2/3	2/3
600	30	12	3	4	1
800	40	16	4	5 1/3	1 1/3
1,000	50	20	5	6 2/3	1 2/3

1,200	60	24	6	8	2
1,400	70	28	7	9 1/3	2 1/3
1,600	80	32	8	10 2/3	2 2/3
1,800	90	36	9	12	3
2,000	100	40	10	13 1/3	3 1/3

## 5. การปรับปรุงคุณภาพน้ำต่าง ๆ เพื่อการบริโภค

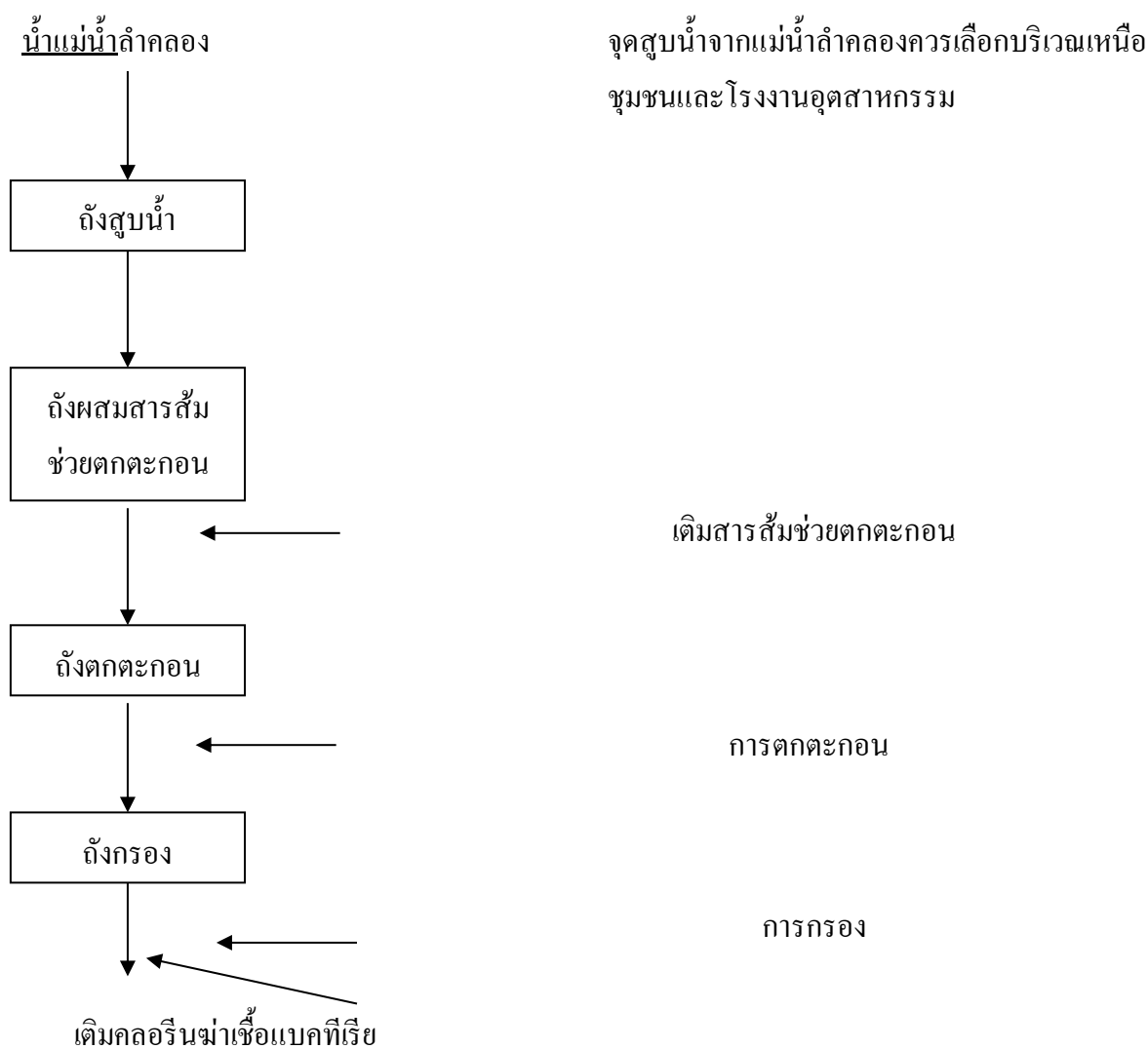
### 5.1 แม่น้ำลำคลอง

เป็นน้ำผิวดิน พบว่าคุณสมบัติทางเคมีโดยทั่วไปได้มาตรฐาน ยกเว้นมีความขุ่นและแบคทีเรียสูง

ขบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแม่น้ำต้องผ่านขบวนการ

- ก. กำจัดความขุ่น - โดยการตกตะกอน กรอง
- ข. กำจัดแบคทีเรีย - เติมคลอรีนฆ่าเชื้อ

## ผังแสดงการปรับปรุงคุณภาพน้ำแม่ลำคลอง



### 5.2 น้ำบ่อตื้น

เป็นน้ำผิวดินที่ซึมลึกลงไปในดินแล้วไหลซึมผ่านไปตามรูพรุนของขอบบ่อหรือจากกันบ่อที่กรูไว้ด้วยกรวด ททราย ในระยะไม่ลึกจากผิวดินมากนัก โดยปกติจะลึกประมาณ 3 เมตรหรือมากกว่านี้ ขึ้นอยู่กับระดับน้ำใต้ดิน คุณภาพโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ดีกว่าน้ำผิวดินเพราะได้ผ่านการกรองโดยธรรมชาติมาแล้วบางส่วน เนื่องจากลักษณะของน้ำในบางแห่งเป็นน้ำกึ่งผิวดินและใต้ดิน และยังมีสภาพแวดล้อมของบ่อน้ำไม่ถูกสุขลักษณะจึงทำให้มีปัญหาในเรื่องแบคทีเรีย ความขุ่น เหล็ก แมงกานีส ฟลูออไรด์ ไนเตรท เป็นต้น การปรับปรุงคุณภาพน้ำบ่อตื้นถ้าสามารถปรับปรุงสภาพของบ่อ ลักษณะบ่อแล้ว โดยทั่วไปอาจจะตกตะกอนโดยใช้สารส้มและเติมคลอรีนฆ่าเชื้อโรคก็สามารถใช้ดื่มได้

#### การปรับปรุงสภาพของแหล่งน้ำ

ก. สถานที่ตั้งของบ่อน้ำ

บ่อน้ำควรอยู่ห่างจากแหล่งโสโครกต่าง ๆ เช่น ส้วม คอกสัตว์ ไม่น้อยกว่า 30 เมตร เพราะในระยะ 30 เมตร สิ่งสกปรกสามารถซึมผ่านดินลงสู่แหล่งน้ำในแนวระดับได้ สำหรับพื้นที่ที่เป็นดินทราย บ่อน้ำควรอยู่ห่างจากแหล่งน้ำโสโครกไม่น้อยกว่า 15 เมตร

ข. ขอบบ่อ

ควรมีขอบสูงจากพื้นดินอย่างน้อย 50 ซม. เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกจากพื้นดินไหลลง

ค. รอยต่อ

มีการยารอยต่อระหว่างวงขอบในระดับความลึก 3 เมตร จากผิวดินเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกไหลซึมลงไป

ง. ชานบ่อ

ควรมีชานบ่อทำด้วยซีเมนต์ โดยรอบบ่อรัศมี 1 เมตร โดยทำให้ลาดเอียงจากขอบบ่อพร้อมทั้งมีรางระบายน้ำทิ้ง

จ. ฝาปิด

บ่อน้ำควรมีฝาปิดเพื่อป้องกันใบไม้ มูลสัตว์ปีก หรือสิ่งสกปรก

ฉ. ภาชนะตัก

ควรสะอาดและมีประจำแหล่งน้ำ มีที่วางโดยเฉพาะให้อยู่สูงจากพื้นดินและสิ่งสกปรก

การปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ก. การล้างบ่อ

- ละลายผงปูนคลอรีน 60% จำนวน 20 ช้อนแกงในน้ำ 1 ปีบ ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
- ทำความสะอาดภายในและภายนอกบ่อโดยการขัดล้างและสูบน้ำออกให้หมด
- นำน้ำปูนคลอรีนส่วนใสที่เตรียมไว้ราดในบ่อให้ทั่ว
- สูบน้ำในบ่อที่มีปูนคลอรีนผสมอยู่ขึ้นมาฉีดผนังโดยรอบบ่อนาน 15 นาที
- สูบน้ำทิ้งออกให้หมด
- รอให้น้ำไหลเข้าให้เต็ม
- เติมคลอรีนลงในน้ำ ในกรณีที่เป็นน้ำใช้ประจำบ้านให้ตักน้ำมาเก็บไว้ในโอ่ง ตกตะกอนด้วยสารส้มถ้าน้ำขุ่น และเติมคลอรีนตามอัตราส่วนตามตาราง

5.3 น้ำบาดาล

คุณภาพน้ำบาดาลขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหลายชนิด ได้แก่ ลักษณะทางธรณีวิทยา ระดับความลึกของบ่อ การเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดิน จากน้ำผิวดิน ปัญหาน้ำบาดาลอาจพบมีเหล็กและแมงกานีส มีความกระด้าง มีรสกร่อย เป็นต้น

การปรับปรุงคุณภาพถ้ามีเหล็กและแมงกานีส จะต้องผ่านขบวนการเติมอากาศ ตกตะกอน และกรอง ถ้ามีความกระด้างสูงต้องผ่านกรรมวิธีกำจัดความกระด้างดังกล่าวแล้ว

#### 5.4 น้ำฝน

น้ำฝนเป็นน้ำที่ค่อนข้างสะอาดนิยมใช้บริโภคทั่วไป น้ำฝนอาจเกิดการปนเปื้อนได้ถ้าอากาศมีฝุ่นละอองและมลพิษทางอากาศในประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในชนบทปัญหาคุณภาพน้ำฝนพบว่ามักมีเชื้อโรคปนอยู่เสมอ สาเหตุสำคัญเกิดการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ภาชนะกักเก็บ และการใช้

#### การปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยทั่วไป

1. การทำความสะอาดพื้นที่รองรับน้ำฝนซึ่งได้แก่หลังคาและรางน้ำซึ่งมักจะรองรับฝุ่นละออง และมีสิ่งสกปรกเกาะติดอยู่เสมอ เช่น ใบไม้ มูลนก เขม่าควัน สิ่งเหล่านี้มักจะถูกชะล้างปนลงมาในน้ำฝนด้วยเสมอ เป็นสาเหตุสำคัญทำให้น้ำฝนมีสารพิษและเชื้อโรค ดังนั้น จึงควรระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยทำหลังคาด้วยวัสดุที่ถูกชะล้างให้สะอาดได้ง่าย เช่น สังกะสี หรือกระเบื้อง ควรหลีกเลี่ยงการใช้ใบพืชมุงหลังคาเพราะนอกจากจะติดสิ่งสกปรกง่ายยังเกิดการเน่าเปื่อยผุพังทำให้สารอินทรีย์ปนลงมาในน้ำฝนด้วย และควรหลีกเลี่ยงการปลูกต้นไม้ใหญ่ที่อาจมีใบร่วงหล่นบนหลังคาและเป็นที่อาศัยของสัตว์พวกนก การรองน้ำฝนไม่ควรรองตอนต้นฤดูควรปล่อยให้ฝนชะล้างสิ่งสกปรกบนหลังคาและรางน้ำออกให้หมดเสียก่อนแล้วจึงรองเก็บไว้ใช้

2. ภาชนะเก็บกักน้ำฝน ภาชนะเก็บน้ำฝนก็มีส่วนทำให้เกิดการปนเปื้อนได้เช่นกัน เช่น วัสดุที่ใช้ทำภาชนะอาจถูกกัดกร่อนละลายปนมากับน้ำฝนทำให้น้ำฝนสกปรกได้ ในปัจจุบันนิยมใช้โถงหรือถังที่ทำด้วยปูน ก่อนใช้ควรแช่น้ำทิ้งไว้สักระยะหนึ่งก่อนเพื่อให้เศษปูนและสารบางชนิดที่ละลายน้ำ

#### 3. การเติมคลอรีนฆ่าเชื้อ

วิธีการเติมคลอรีนในโถงน้ำฝน

โดยการนำปูนคลอรีนละลายในแก้วให้ใสแล้วรินเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำใสใส่ลงไปในโถงแล้วจึงใส่น้ำให้เต็ม (ดูปริมาณการใช้ในหัวข้อ 4.4.1.5)

โถงน้ำก่อนเติมคลอรีนควรขัดล้างคราบสิ่งสกปรกและตะไคร่น้ำออกให้หมดและล้างด้วยน้ำปูนคลอรีน 20 ส่วนในล้านส่วน 1 ครั้ง

ปูนคลอรีน 20 ส่วน เตรียมได้ดังนี้

ใช้ปูนคลอรีน 60% ขนาดเท่าเมล็ดถั่วลิสงละลายในน้ำ 1 ปี