

คู่มือ
การสำรวจตะกอน
และ
คุณภาพน้ำ

สารบัญ

หัวข้อเรื่อง	หน้า
ประวัติความเป็นมา	1
การสำรวจตะกอนในสนาม	2
ตัวอย่างการเขียนใบรายงาน	9
คุณภาพน้ำ	13
มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งทางชลประทาน	26
สาเหตุของน้ำเสีย	36
ผลของน้ำเสีย	41
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย	44
การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์	47
วิธีเก็บตัวอย่างน้ำส่งตรวจ	51
มาตรฐานคุณภาพน้ำ	59

คำนำ

แหล่งน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของเรา ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม มีประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตรกรรม การประมง อุตสาหกรรมและอื่น ๆ แต่ขณะนี้แหล่งน้ำต่าง ๆ นอกจากจะอำนวยประโยชน์ให้แก่เราแล้ว ยังเป็นที่ระบายน้ำเสียเนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ อีกด้วย การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำอย่างไม่เป็นระบบ การตัดไม้ทำลายป่าเหล่านี้ เป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ลุ่มน้ำและเกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำโดยตรง

ดังนั้น การศึกษาถึงปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อที่เราจะได้ทราบถึงสภาพของแหล่งน้ำว่าเป็นเช่นไร

จุดประสงค์หลักของเอกสารนี้ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ทุกท่านได้ทราบหลักการ วิธีการสำรวจและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พร้อมทั้งตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อช่วยกันรักษาทรัพยากรแหล่งน้ำของเราให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น

สุภาวดี ยิ้มศรีเจริญกิจ

ประวัติความเป็นมาของการสำรวจตะกอนลอส

เชื่อกันว่าชาวจีนและชาวอียิปต์เป็นผู้คิดค้นศึกษาเกี่ยวกับตะกอนมาตั้งแต่สมัยโบราณ แต่ตามหลักฐานที่มีอยู่นั้น Mr. Gorese และ Mr. Subuors ชาวฝรั่งเศส เป็นผู้ริเริ่มศึกษา เกี่ยวกับตะกอนในลุ่มน้ำ Rhone ใน ค.ศ. 1808 และบุคคลแรกที่คิดค้นคำนวณอัตราการไหลของตะกอน คือ Mr. Baumgarten ชาวฝรั่งเศส ซึ่งคิดค้นได้ในปี ค.ศ. 1840 ในปี 1851 Mr. Forshey แห่ง Mississippi ที่ Louisiana เป็นผู้คิดสำรวจตะกอนโดยแบ่งความกว้างของแม่น้ำออกเป็น Zone ในปี ค.ศ. 1907 Mr. Gluschkoff แห่ง Afghanistan ได้วัดตะกอนตรงแนว 1/4, 1/2 และ 3/4 ของความกว้างของลำน้ำ ในปี ค.ศ. 1924 U.S Department of Agriculture ได้สำรวจตะกอนตรงแนว 1/6, 1/2 และ 5/6 ของความกว้างของลำน้ำใน Texas ในปี ค.ศ. 1934 Tennessee Valley Authority พยายามวัดตะกอน โดยแบ่งความกว้างของแม่น้ำออกเป็น Zone โดยให้แต่ละ Zone มีปริมาณของน้ำที่ไหลผ่านเท่ากันแล้ว จึงทำการสำรวจตะกอนประจำ Zone ต่าง ๆ เหล่านั้น

Mr. Forshey เป็นผู้สำรวจตะกอนโดยใช้ความลึกที่ผิวน้ำ กึ่งกลาง และตอนใกล้ท้องน้ำ และหาจำนวนตะกอนเฉลี่ยจากผลซึ่งได้มาจากการสำรวจตะกอนที่ความลึกสามแห่งนั้น การวัดตะกอนที่รูความลึกเดียว คือที่ความลึก 0.6 ของความลึกทั้งหมดในแนวตั้งนั้นเริ่มคิดเมื่อ ค.ศ. 1912 ใน Turkestan

การวัดตะกอนลอสโดยแบบ Depth integrating นั้น เริ่มในปี ค.ศ. 1874 โดย Mr. Cunningham วัดที่แม่น้ำ Ganges ในอินเดีย โดยใช้ท่อเหล็กเก็บตัวอย่างน้ำ เริ่มต้นจากท้องน้ำแล้วค่อย ๆ เลื่อนขึ้นมาจนถึงผิวน้ำในแนวตั้งนั้น การวัดแบบนี้เริ่มต้นใช้โดย U.S. Geological Survey ในปี ค.ศ. 1897 ที่ Rio Grande River

จะเห็นได้ว่า การคิดค้นและศึกษาเกี่ยวกับตะกอนลอสนั้น ได้เริ่มตั้งแต่ปี 1808 และได้ปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ วิธีของการสำรวจ และการคำนวณ

การสำรวจตะกอนในสนาม

1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้ช่างสำรวจมีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องตะกอน เช่น แหล่งเกิดตะกอน สาเหตุแห่งการเกิดตะกอน อัตราของการเกิดตะกอน ขนาดของตะกอน ชนิดของตะกอน และเน้นหนักไปถึงการสำรวจตะกอนโดยวิธีต่าง ๆ

2. ทั่วไป

ปัญหาของการตกตะกอน การพินาศตะกอน เป็นปัญหาสำคัญอันใหญ่ยิ่งอย่างหนึ่ง ซึ่งมักจะเกิดขึ้นเสมอ เป็นที่รอบรู้กันแล้วว่า ตะกอน เป็นตัวการสำคัญอย่างใหญ่หลวง ในการที่จะทำให้ลำน้ำ มีความมั่นคง (Stable) หรือไม่ จะเห็นได้ว่า การตกตะกอน ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับแม่น้ำ และ คลองชลประทาน เช่น พื้นของท้องน้ำจะสูงขึ้น และโดยเหตุนี้เมื่อถึงฤดูน้ำมาก ก็จะทำให้เกิดน้ำท่วมตลิ่งที่ต่าง ๆ ที่อยู่ติดกับสองฝั่งของลำน้ำ การตกตะกอนภายในอ่างเก็บน้ำหลังท่วมน้ำ จะทำให้ปริมาตรของการเก็บน้ำในอ่างนั้นลดลง ซึ่งเป็นไปตามอัตราส่วนของจำนวนตะกอนที่ตกลงมา ซึ่งโดยเหตุนี้ก็จะทำให้อ่างเก็บน้ำลดลง และทำให้การทำงานของตัวเขื่อน และโครงการนั้น ๆ ทำได้ไม่เต็มที่ การตกตะกอนจะทำให้แม่น้ำเปลี่ยนทางเดินของลำน้ำอยู่เสมอ ซึ่งโดยการเปลี่ยนลำน้ำนี้ ก็อาจจะไปกระทบกระเทือนส่วนของแผ่นดิน ที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่แล้วก็ได้ ตะกอนจะทำให้ คลองที่ใช้ในการชลประทาน และใช้ในการเดินเรือต้นเขื่อนเงินไม่สามารถใช้ในการปฏิบัติงานได้ ทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่า ตะกอนก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ แก่บ้านเมือง

3. แหล่งที่มาของตะกอน (Source of Sediment)

แหล่งที่มาของตะกอนมีอยู่ต่าง ๆ ดังนี้

ก. On the land คือ เกิดจากการม้วนเวียนที่ ผ่นตกลงมาสู่แผ่นดิน โดยแรงของน้ำฝน จะทำให้ดินถล่ม และไหลรวมไว้ที่น้ำฝน

ข. Gullies คือ เนื่องจากท้องร่องแม่น้ำ เปลี่ยนระดับกระทันหันลง เช่น แก่ง เมื่อมีน้ำไหลมากก็จะทำให้เกิดน้ำตก และเกิด head และ โดยความแรงของน้ำ ก็จะชะเอาดินตามท้องน้ำไหลไปตามน้ำด้วย

ค. Stream channel erosion คือ เกิดจากการพัดพาเอาตะกอนไปตามลำน้ำ เช่น คลั่งฝังถูกน้ำพัดเขื่อนน้ำท่วม และท้องน้ำออกกัดเซาะเมื่อน้ำมาแรง ๆ ก็เป็นการพัดพาเอาดินต่าง ๆ เหล่านี้ไปด้วย

ง. Mass movement of soil เช่น land slide เกิดจากแผ่นดินไหว หรือเกิดจากฝน กัดเซาะ

จ. Flood erosion คือ เมื่อเกิดน้ำท่วม แผ่นดินที่ถูกน้ำท่วมจะถูกกัดเซาะ และพัดพาเอาดินเหล่านั้นไป

ฉ. Erosion incident to cultural developments เมื่อมีการพัฒนาการบ้านเมือง ก็มีการสร้างถนน สร้างตึก สร้างสะพานต่าง ๆ ซึ่งการสร้างสิ่งเหล่านี้ พื้นดินก็จะถูกขุด และเมื่อมีฝนตกลงมา ก็จะพัดพาเอาดินพวกนี้ไป

ช. Mining industries and sewage waste การทำเหมือง การทำอุตสาหกรรม และการระบายน้ำเสียทิ้ง ก็จะทำให้เพิ่มจำนวนตะกอนขึ้นได้

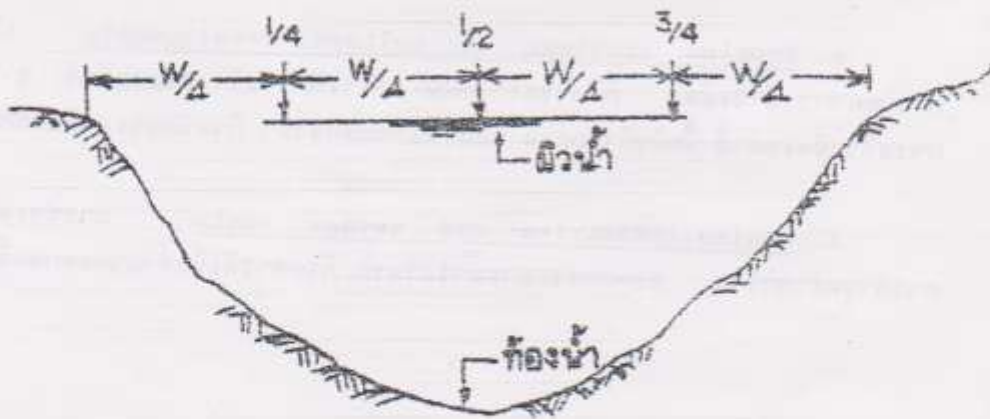
การดำเนินการ

1. การเลือกสถานีสำหรับสำรวจตะกอน

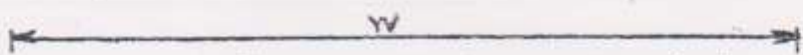
การเลือกสถานที่ มีลักษณะคล้ายกับสถานที่สำรวจปริมาณน้ำ คือ มีทางไหลของน้ำเป็นแนวตรงไม่คดเคี้ยว ไม่พืดน้ำนิ่ง น้ำตก หรือเกาะอยู่ใกล้เขียงและควรว้ำที่อยู่ห่างทางแยกที่มีน้ำไหลเข้าหรือออก สิ่งสำคัญก็คือต้องมีการสำรวจปริมาณน้ำด้วย เพราะการคำนวณปริมาณตะกอนต้องคำนวณร่วมกับปริมาณน้ำ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึง ความเหมาะสมในการขนส่งสิ่งตะกอนอีกด้วย

2. การเลือกแนวปลูกตั้งสำหรับสำรวจตะกอน

สำรวจโดยแบ่งความกว้างผิวน้ำออกเป็น 4 ส่วน (ดังรูปที่ 1)
 สำรวจที่แนวปลูกตั้ง 1/4 , 1/2 , 3/4 ของความกว้างผิวน้ำ
 สำรวจตะกอน 3 แนว ๆ ละ 1 ชุด
 กว้านเครื่องมือสำรวจตะกอนลงด้วยความเร็วสม่ำเสมอเหนือท้องน้ำประมาณ 20 ซม. (เพื่อกันเครื่องกระทบก้นท้องน้ำ ทำให้ตะกอนพุ่งขึ้นมา)
 และกว้านเครื่องมือสำรวจตะกอนขึ้นด้วยความเร็วสม่ำเสมอให้ได้ปริมาณน้ำเท่าที่ต้องการ (ดังรูปที่ 2)



W = ความกว้างของแม่น้ำ



รูปที่ 1 แนวตั้งสำหรับเก็บตะกอนตามจุดเก็บที่ 1/4 , 1/2 และ 3/4 ของความกว้างแม่น้ำ

4. อัตราการเกิดตะกอน (Rate of Sediment Production)

คือ อัตราการเกิดของตะกอน ซึ่งวัดกันเป็นหน่วยต่าง ๆ ดังนี้ เช่น

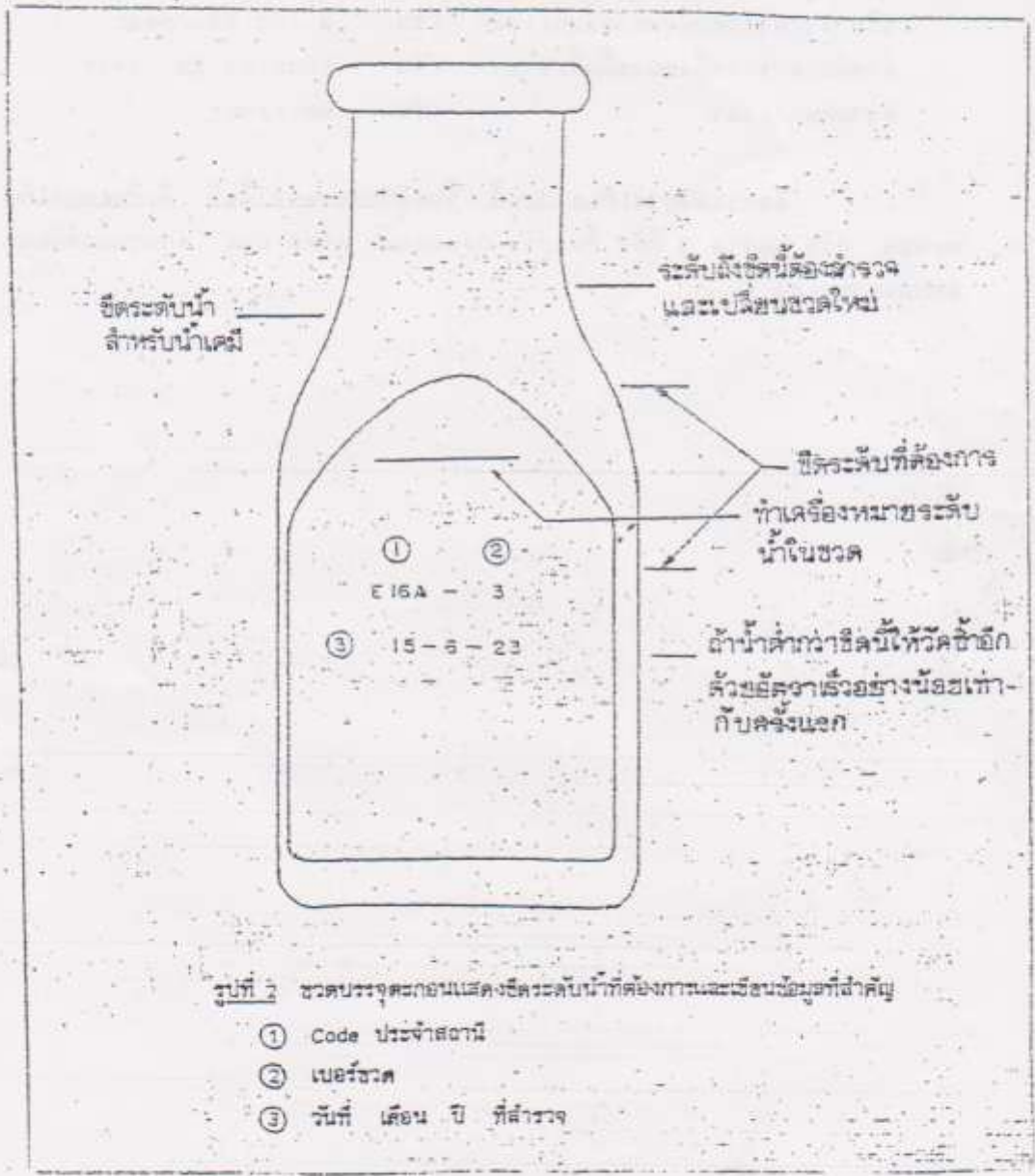
ปริมาตร/ตารางหนึ่งหน่วยพื้นที่/เวลา เช่น $m^3/sq.km./year$

น้ำหนัก/ตารางหนึ่งหน่วยพื้นที่/เวลา เช่น $tons/sq.km./year$

ความหนา/เวลา เช่น $mm./year$

อัตราของการเกิดตะกอนนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ ที่เป็นแหล่งเกิด
ตะกอน หรือ พืดต่าง ๆ ก็คือ ขึ้นอยู่กับ Drainage Area และ จำนวนน้ำที่ไหลมา
ตะกอนนั่นเอง





3. ความถี่ของการสำรวจตะกอน

การพิจารณาว่า จะศึกษะกอนวันใดจึงจะได้ข้อมูลที่ดี นำ เชื้อดีได้นั้น ให้พิจารณาสีของน้ำประกอบกับระดับน้ำที่กำลังขึ้นและกำลังลง เพื่อให้ได้น้ำช่วงกำลังขึ้น - ช่วงน้ำขึ้นสูง - ช่วงน้ำขึ้นสูงสุด - ช่วงน้ำกำลังลง - ช่วงน้ำลง - ช่วงน้ำทรง (ดังรูปที่ 3) และสีของน้ำมีลักษณะดังนี้ น้ำใส - น้ำขุ่นเล็กน้อย - น้ำขุ่นมาก - น้ำขุ่นที่สุด - น้ำขุ่นมาก - น้ำขุ่นปานกลาง - น้ำขุ่นเล็กน้อย - น้ำใส

โดยที่ช่วงน้ำขึ้นสูงไม่เกิน 2 เมตร ควรศึกษะกอนให้ได้ 5 ครั้ง และช่วงน้ำขึ้นสูงมากกว่า 2 เมตร ควรศึกษะกอนให้ได้ 7 ครั้ง หากระดับน้ำในวันเดียวกันขึ้นสูงเกินกว่า 30 ซม. วันนั้นอาจต้องทำการสำรวจตะกอน 2 ครั้ง หรือ 3 ครั้ง แล้วแต่ความเหมาะสม (ดูตารางที่ 1)

สิ่งที่หัวหน้าหน่วยสำรวจตะกอน จะต้องจัดทำไว้ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกช่วงที่เหมาะสมกับการศึกษะกอน คือ

- ก. จดสถิติการสำรวจตะกอนและน้ำเค็มลงในตาราง SEDIMENT SAMPLING (ดูตารางที่ 2) เพื่อตรวจสอบผลงานของหัวหน้าทำการสำรวจตะกอนได้กี่ครั้ง น้ำเค็มกี่ครั้ง เบอรัลขวดอะไรบ้าง เพื่ออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานครั้งต่อไป
- ข. PLOT ระดับน้ำทุกวัน เพื่อใช้พิจารณาในการตัดสินใจว่า วันใดควรศึกษะกอนหรือไม่ หากศึกษะกอนวันใด ให้ลงหมึกวันที่มีการศึกษะกอนไว้ด้วย ซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้เราทราบว่า เราสามารถศึกษะกอนได้ตามเป้าหมายที่ตั้งใจไว้หรือไม่
- ค. เมื่อมีการสำรวจตะกอนวันใด ให้ลงหมึกวันที่มีการสำรวจตะกอนในโค้งปริมาตรน้ำด้วย เพื่อให้เราทราบว่า เราสามารถศึกษะกอนได้ข้อมูลที่ตามารดครอบคลุมทั้งช่วงระดับน้ำต่ำ - ช่วงระดับน้ำสูงปานกลาง - ช่วงระดับน้ำสูง เพื่อที่จะได้ตัวแทนของตะกอนในเวลาน้ำขึ้นที่น้ำ เชื้อดีได้

4. การเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์หาคุณภาพน้ำ (น้ำเคมี)

แบ่งความกว้างผิวน้ำออกเป็น 4 ส่วน (ดูรูปที่ 1)

เก็บตัวอย่างน้ำ 3 แฉก 7 ละ 1 ซวด

กว่านเครื่องมือสำรวจตะกอนลงด้วยความเร็วสม่ำเสมอที่ท้องน้ำ

ประมาณ 30 ซม. (เพื่อเก็บเครื่องกวระหนักท้องน้ำ ทำไว้ที่ตะกอนที่ขุ่นขึ้นมา)

และกว่านเครื่องมือสำรวจตะกอนขึ้นด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ให้ได้ปริมาณน้ำมากพอที่จะนำไปวิเคราะห์ได้ (ดูรูปที่ 2)

5. เมื่อช่างสำรวจส่งตัวอย่างน้ำและใบนำส่งตัวอย่างน้ำเข้ามาถึงฝ่ายตะกอน ฝ่ายตะกอนจะจัดทำใบ ORDER ส่งไปยังห้องทดลอง กองวิจัยและทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนและคุณภาพน้ำ

6. ห้องทดลองวิเคราะห์ผลเรียบร้อยแล้ว (ดูตารางที่ 3) จะส่งผลมาให้ฝ่ายตะกอน ฝ่ายตะกอนตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้นแล้ว นำไปวิเคราะห์ผลต่อไป (ดูตารางที่ 4)

7. ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล ใช้ LEAST SQUARE METHOD หาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนและปริมาณน้ำ ในรูปสมการ

$$Q_s = KQ_w^N$$

โดยที่ Q_s = ปริมาณตะกอน หน่วยเป็น Tons

Q_w = ปริมาณน้ำ หน่วยเป็น Cms.

(ดูตารางที่ 4 และ รูปที่ 4)

เมื่อรู้ค่า K และ N แล้ว เราก็จะไดสมการ REGRESSION ซึ่งจะทำให้เรารู้ว่า มีปริมาณตะกอนแปรผันผ่านสถานีที่เราตรวจวัดเท่าไรจาก การอ่านค่า ปริมาณน้ำในบ่เดียวกัน จะทำให้ทราบค่า ปริมาณตะกอนรายวัน รายเดือน รายปีได้

ส่วนอุทกวิทยา
กรมชลประทาน



รายงานการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ DEPTH INTEGRATION

สถานี..... แม่น้ำ..... วันที่ทำการสำรวจ.....

ลักษณะของระดับน้ำ ขึ้น ลง ทรง ชนิดของเครื่องมือ.....

ระดับน้ำ เริ่ม.....ม. ร.พ.ก. ระดับน้ำ แล้วเสร็จ.....ม. ร.พ.ก.

ผู้สำรวจ..... ร.ส.ม. ผู้ส่ง..... ร.ส.ม.

เริ่มสำรวจ ช.ม.- นาที	จุดเก็บจากศูนย์ ซ้าย - ขวา	ลูกตั้งลึก ม.	เก็บน้ำที่ (D-0.2) ม.	ความเร็วน้ำ ม./วิ.	เวลาในการสำรวจ		ขนาดของ NOZZLE	หมายเลขขวด	จำนวน ขวด
					คำนวณ	วัดจริง			
		วันที่	เดือน			พ.ศ.			
		ระดับน้ำเริ่มตัก	ม. ()	ระดับน้ำตักแล้วเสร็จ			ม. ()	น้ำ.....	
ความกว้างผิวน้ำ		ม. ปริมาณน้ำ		ม ³ /วินาที		ความเร็วเฉลี่ย		ม./วินาที	
		วันที่	เดือน			พ.ศ.			
		ระดับน้ำเริ่มตัก	ม. ()	ระดับน้ำตักแล้วเสร็จ			ม. ()	น้ำ.....	
ความกว้างผิวน้ำ		ม. ปริมาณน้ำ		ม ³ /วินาที		ความเร็วเฉลี่ย		ม./วินาที	
		วันที่	เดือน			พ.ศ.			
		ระดับน้ำเริ่มตัก	ม. ()	ระดับน้ำตักแล้วเสร็จ			ม. ()	น้ำ.....	
ความกว้างผิวน้ำ		ม. ปริมาณน้ำ		ม ³ /วินาที		ความเร็วเฉลี่ย		ม./วินาที	

ขอตรวจว่า..... อาศัยวิธีระดับน้ำข้างขวดและส่งสำเนารายงานการเก็บตัวอย่างน้ำมาในลัง 1 ชุด
หมายเหตุ.....



CHEMICAL LABORATORY
FOR
SUSPENDED MATERIAL
BY
FILTRATION METHOD

Order No. ครั้งที่ส่ง
Date วันที่ส่ง

SAMPLING Date วันที่ตัก
River ชื่อแม่น้ำ
Sediment Station รหัสสถานี
River Stage Elevation ระดับน้ำขณะตัก m.
Sample Location (From Reference pt.) ระยะที่ตักจากฝั่ง m.
Total Depth (d) ความลึกแต่ละลูกตัก m. Vertical ลูกตักที่ 1, 2, 3

ANALYSIS
Analysed By
Reported By
Report to: Head of the Sect.
Lab. No.
Date

Item	Sample Taken At					Remark
	0.2d	0.4d	0.6d	0.8d	0.9d	
Bottle No. (เบอร์ขวด) -						
Total Wt. (Sample and Bottle) (gm.)						
Wt. Bottle (gm.)						
Wt. Sample (gm.)						
No. of Filter Can						
Wt. of Can (gm.)						
Wt. of Can and Filter after Drying (gm.)						
Wt. of Filter (gm.)						
Wt. of Filter and Can (gm.)						
Wt. of Filter Sample and Can after Drying (gm.)						
Wt. of Sediment (gm.)						
Concentration of Sample by Weight (ppm.)						
Mean Concentration of Vertical by Weight (ppm.)						

คุณภาพน้ำ

(WATER QUALITY)

1. ค่าน้ำ

น้ำหรือ Hydro มีส่วนประกอบและสภาวะสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำคือสารไฮโดรเจน (Hydrogen จาก Hydro+agent) และก๊าซออกซิเจน (Oxygen) ในทางเคมี การรวมตัวของ H₂ และ Oxygen (O) สามารถรวมตัวกันได้ 4 แบบคือ

- | | | | |
|-----------------------------------|----|-----------|-------------------|
| 1. H ₂ O ¹⁶ | มี | Half life | 100,000 ปี |
| 2. H ₂ O ¹⁷ | มี | " | 37 ปี |
| 3. H ₂ O ¹⁸ | มี | " | 304 ปี |
| 4. H ₂ O | มี | " | 15 ปี (Deuterium) |

ในสาขาต่าง ๆ ให้ความสำคัญและขอบเขตของน้ำไว้ดังนี้

- ทางเกษตรกรรม น้ำเป็นส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช
- ทางวิศวกรรม น้ำเป็นขบวนการหนึ่งของของเหลว
- ทางชีววิทยา น้ำเป็นส่วนสำคัญ แกนกลางของสิ่งมีชีวิต
- ทางอุทกนิเวศวิทยา น้ำในรูปของฝนเป็น factor ของภูมิอากาศ
- ทางเคมี น้ำที่สะอาดต้องไม่มีรส, สี, กลิ่น ปราศจากสารเจือปน
- ทางอุทกวิทยา น้ำเป็นสภาวะสำคัญในวัฏจักรอุทกวิทยา

น้ำตามธรรมชาติ จะมีสารเจือปนทำให้มีคุณสมบัติไม่บริสุทธิ์ถึงแม้จะเป็นน้ำฝนที่

เราคิดว่ามีความบริสุทธิ์มาก ก็ยังมีสารเจือปน คาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ ฝนจะผสมปะปนกับสารเคมี ชั้นของในอากาศ และจะมีสิ่งเจือปนมากขึ้นเมื่อฝนตกลงมาถึงผิวโลก ธารน้ำแข็งปกคลุมดิน และพาไปยังแม่น้ำ ลำธาร หรือไหลสู่โลกดิน

คุณภาพ ความหมายของคุณภาพน้ำให้กัคน้ำ เป็นเครื่องชี้บอกถึงคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพเคมีและชีวเคมี ที่ต้องศึกษาถึงคุณภาพน้ำ เนื่องจากน้ำ เป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาคูณภาพน้ำเพื่อจะให้น้ำให้เป็นประโยชน์มากที่สุดตรงกับวัตถุประสงค์ คุณภาพน้ำสามารถแบ่งออกได้ตามปริมาณสิ่งแขวนลอยหรือสารละลายของของแข็งที่ละลายเจือปนในของเหลว การศึกษาถึงคุณสมบัติและผล

ที่จะเกิดจากการที่มีสารชนิดนั้น ๆ เจือปนอยู่แล้วจำแนกหรือกำหนดคุณสมบัติการใช้ว่ามี
 ความเหมาะสมต่อการใช้ดื่ม, อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การไฟฟ้า หรืออื่น ๆ น้ำชนิดเดียวกัน
 อาจมีความเหมาะสมเพื่อการเกษตร แต่ไม่เหมาะสมกับการนำมาบริโภค-อุปโภค หรืออย่างอื่น
 เป็นต้น

2. คุณลักษณะของน้ำ

คุณภาพน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. คุณลักษณะทางกายภาพ
2. คุณลักษณะทางเคมี
3. คุณลักษณะทางแบคทีเรียและจุลินทรีย์

2.1 คุณลักษณะทางกายภาพ

คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำที่ เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ ได้แก่ ความขุ่น (Turbidity)
 สี (color) กลิ่น (Odour) รส (Taste) อุณหภูมิ (Temperature),
 pH, Suspension solid

2.2 คุณลักษณะทางเคมี

คุณสมบัติของน้ำทางเคมี ได้แก่ ความกระด้าง (Hardness), Total solid,
 Chloride sulphate

2.3 คุณลักษณะทางแบคทีเรียและจุลินทรีย์

คุณลักษณะทางแบคทีเรียและจุลินทรีย์ เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำที่นำมาพิจารณาในที่นี้
 พิจารณาเฉพาะน้ำฟ้าเท่านั้น เพราะน้ำฟ้าประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตปะปนอยู่มากมายหลายชนิด
 ซึ่งสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะจำแนกได้ตามขนาดดังนี้

- 2.3.1 สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ (Macroscopic)
- 2.3.2 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Microscopic)
- 2.3.3 แบคทีเรีย (Bacteria)

สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ เป็นขนาดที่มองเห็นด้วยตาเปล่า สามารถแยกความแตกต่าง
 ของสิ่งมีชีวิตได้ ส่วนสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กซึ่งอาศัยกล้องจุลทรรศน์ (Microscope) จึงจะสามารถ
 แยกแยะชนิดได้ ส่วนแบคทีเรียที่มีขนาดเล็ก ใหญ่มากถึงแม้จะใช้อุปกรณ์จุลทรรศน์ก็ยังไม่สามารถแยกแยะ

ออก เป็นชนิดต่าง ๆ ได้ คงใช้วิธีที่มีแบบที่เรียกว่าการเพาะ หรือผ่านปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง
 แบบที่เรียกปรากฏในน้ำส่วนนี้ก่อให้เกิดโรค (Pathogenic) ซึ่งบางครั้งจะเป็น ๆ แล้วไม่ก่อ
 ให้เกิดโทษกับมนุษย์ แต่น้ำที่มีโรคนี้ปะปนอยู่อาจก่อให้เกิดความยุ่งยากในขั้นตอนทางอุตสาหกรรม
 บางอย่างที่ยอมรับเชื้อโรคนี้ไม่ได้ และแบบที่เรียกนี้ก็มีเข้ามาารถถูกย่อยในดินและสัตว์เล็ก ๆ
 และไม่สามารถแยกสกัดได้จากน้ำธรรมชาติในแหล่งผลิต ส่วนพวกที่ไม่ก่อให้เกิดโรคเรียก
 Escherichia Coli ซึ่งโดยปกติจะอยู่ในระบบขับถ่ายของสัตว์เล็ก ๆ ง่ายต่อการแยกและ
 วิเคราะห์จากน้ำธรรมชาติ และยังมีใช้เป็นตัวชี้วัดหรือบ่งชี้เกี่ยวกับแบคทีเรียที่มีโทษปะปนอยู่
 ในการวิเคราะห์น้ำดื่มเกี่ยวกับพวกแบคทีเรียว่ามีหรือไม่มี สามารถทำการทดสอบด้วยวิธี

E - Coli test

สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก เช่นพวกเชื้อราและสาหร่ายที่ดำรงชีวิตในน้ำ เมื่อมีจำนวนมาก
 อาจก่อให้เกิดความขุ่นขึ้น สี กลิ่น รสในน้ำ การทดสอบความเจริญอ่อนเกินของพวกสาหร่าย
 สามารถทดสอบได้จาก $CuSO_4$ หรือ Chloride

สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ โคนกพื้นทางแนว ดึกขมขาว และตัวห้ำหิว หากมีอยู่ในน้ำอาจ
 ก่อให้เกิดของเสียค่อนน้ำในเรื่องกลิ่น สี รสได้ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้สามารถแยกออกจากน้ำได้โดย
 วิธีกลั่นกรอง การเลี้ยงปลาในอ่าง ถิ่นน้ำก็มีส่วนช่วยในการกำจัดและลดทอนสิ่งมีชีวิตทั้งขนาดเล็ก
 และขนาดใหญ่

พวกไวรัสต่าง ๆ ในน้ำ จัดอยู่ในกลุ่มที่เป็นตัวการให้เกิดโรคเช่นกัน และมีโทษน้อย
 กว่าพวกแบคทีเรียธรรมดา

3. ส่วนประกอบและคุณสมบัติของน้ำ

สารเคมีที่เจือปนในน้ำ สามารถแบ่งแยกออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ความหนักของ
 ประจุ (Ion) ของธาตุคือประจุลบ (Anion) และประจุบวก (Cation)

พวกอนุประจุบวก (Cation)

ทางคุณภาพน้ำพวกอนุประจุบวกที่สำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำธรรมชาติได้แก่
 ธาตุแคลเซียม (Ca^{+2}) แมกนีเซียม (Mg^{+2}) โซเดียม (Na^{+1}) และโพแทสเซียม (K^{+1})
 นอกนั้นมีส่วนปะปนเล็กน้อย จึงไม่กล่าวถึงในที่นี้

พวกอนุประจุลบ (Anion)

พวกอนุประจุลบที่สำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำธรรมชาติ ได้แก่ คลอไรด์ (Cl^{-1})
 ซัลเฟต (SO_4^{-2}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^{-1}) คาร์บอเนต (CO_3^{-2})

ซัลเฟต (SO_4^{-2})

ปริมาณความเข้มข้นของซัลเฟตในน้ำธรรมชาติจะมีปริมาณน้อยกว่าคลอไรด์
ของซัลเฟตเกิดจากการทำปฏิกิริยาของซัลเฟอร์ (S) กับออกซิเจน (O) ซึ่งอาจเกิดในรูป
ของ Sulfide หรือ Sulfite ในน้ำเสียที่ทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

U.S. Public Health Service กำหนดปริมาณของซัลเฟตในน้ำดื่มให้ใช้ว่า
ไม่ควรเกิน 250 ppm.

ไบคาร์บอเนต (HCO_3^{-1}) และคาร์บอเนต (CO_3^{-2})

น้ำส่วนใหญ่ประกอบด้วย HCO_3 และ CO_3 ยกเว้นน้ำที่เป็น strong acid
(pH < 4.5) จะไม่มี CO_3 และ HCO_3 ถ้า pH > 8.2 จะมี CO_3 ดังนั้นส่วนประกอบของ
 HCO_3 และ CO_3 จึงมีความสัมพันธ์กับค่าของ pH และในน้ำธรรมชาติจะพบ HCO_3
มากกว่า CO_3

HCO_3 , CO_3 เป็นส่วนที่ไม่ต้องการในน้ำประปา และต้องป้องกันมิให้ CO_3 ,
 HCO_3 ในน้ำที่ใช้ในโรงงานต่าง ๆ ด้วย

4. คุณสมบัติของน้ำ (Properties) ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ

คุณสมบัติของน้ำที่มีส่วนสำคัญต่อคุณภาพน้ำได้แก่ ความกระด้างของน้ำ ความเป็นกรด
ความเป็นด่าง ความเข้มข้นของไฮโดรเจน (pH) ความนำไฟฟ้า สี ความขุ่น รส และ
ความต้องการออกซิเจน (COD และ BOD) สักส่วนของโลหะหนักของรวมของ Ca, Mg
หรือ SAR เปอร์เซ็นต์โซเดียม สารเคมีอันตรายอื่น ๆ ความหนาแน่นของน้ำ

ความกระด้างของน้ำ (Hardness)

ความกระด้างของน้ำ โดยทั่วไปจะแสดงด้วยความเข้มข้นของ Ca และ Mg
ในรูป $CaCO_3$

ความกระด้างของน้ำทั้งหมดแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ความกระด้างที่มาจาก CO_3
(Carbonate hardness) เป็นความกระด้างชั่วคราว (Temporary hardness) และ
ความกระด้างที่มาจากสารอื่นที่ไม่เป็น CO_3 (non carbonate hardness) เป็นความกระด้าง
ถาวร (permanent hardness) ถ้าหากความกระด้างของ CO_3 และ HCO_3 มีค่าเท่ากัน
หรือมากกว่าความกระด้างทั้งหมด ความกระด้างของน้ำจะประเมินจากความกระด้างในรูป CO_3

ที่มาและคุณสมบัติของธาตุที่กล่าวข้างต้น

ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม (Ca, Mg)

Ca และ Mg เป็นสารที่ละลายได้ง่ายในน้ำจากหินและดิน ซึ่งได้แก่ Calcite, dolomite และยิปซัม (Gypsum) ส่วน Mg ส่วนใหญ่เกิดจาก dolomite, magnesite และ mica ตามธรรมชาติบนผิวโลกจะพบว่ามี Ca มากกว่า Mg

Ca และ Mg เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้น้ำกระด้าง (Hardness)

ธาตุโซเดียม (Na)

Na เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ลดความเป็นก้างของโลหะ ปกติจะอยู่ในสถานะของของเหลวส่วนใหญ่เกิดจากหินชั้นที่น้ำภายในระเหยไปแล้ว หรือจากน้ำเสียที่เกิดจากโรงงาน ความเข้มข้นของโซเดียมขึ้นอยู่กับชนิดและที่มาของน้ำ หากมีความเข้มข้นมากเกินไป อาจเป็นอันตรายกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ และมีผลเสียต่อทางของประพวนด้วย เช่น ในกรณีที่น้ำที่มีปริมาณโซเดียมมากมาใช้ในการชลประทาน โซเดียมจะเข้าแทนที่แคลเซียม แมกนีเซียม ทำให้ดินมีฤทธิ์เป็นด่าง (ดินเปรี้ยว) ลดผลผลิตทางเกษตรกรรม

ธาตุโพแทสเซียม (K^+)

โพแทสเซียมเป็นธาตุหลักเกี่ยวกับโซเดียมหรืออยู่ในรูปต่าง แต่แตกต่างกันในจำนวนและผลที่เกิด โซเดียมถูกละลายได้ง่าย แต่โพแทสเซียมจะถูกละลายจากหินได้น้อย และมีหลายขนาดการที่โพแทสเซียมเปลี่ยนสถานะก็มีอยู่ของแข็ง ดังนั้นในวัฏจักรธาตุนั้นโพแทสเซียมจะน้อยกว่าโซเดียมมาก โดยทั่วไปโพแทสเซียมจะมีความเข้มข้นน้อยกว่า 10 ppm.

โพแทสเซียม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของปุ๋ยที่ผลิตทางการเกษตร แต่ถ้าหากมีมากเกินไปก็เป็นโทษได้

คลอไรด์ (Cl^-)

คลอไรด์จะพบได้ในน้ำธรรมชาติทั่วไป หรือละลายจากดินชั้น, น้ำเสียที่ไหลลงจากโรงงานและชุมชน ปริมาณคลอไรด์ส่วนใหญ่ที่อยู่ในน้ำหรือน้ำใต้ดินโดยทั่วไปเกิดจากน้ำเค็มจากทะเลหรือน้ำที่สะสมในชั้นดินเป็นเวลานาน ๆ (Connate Water) ในพื้นที่เขตร้อนชื้นซึ่งปริมาณน้ำสูงจะปกติ คลอไรด์จะมีความเข้มข้นเล็กน้อย ส่วนเขตแห้งแล้งจะมีความเข้มข้นของคลอไรด์เกินกว่า 100 ppm. ในน้ำทะเลความเข้มข้นของคลอไรด์ประมาณ 19,000 ppm. ในน้ำดื่มทาง U.S. Public Health Service กำหนดไว้ว่าในครัวเรือนมีคลอไรด์ (Cl) เกิน 250 ppm.

แต่ถ้าความกระด้างทั้งหมดมีค่ามากกว่าความเป็นด่างของ HCO_3^- และ CO_3^{2-} ความกระด้างจะประเมินจากสารอื่น (ไม่เกิดจาก CO_3^{2-}) คือความกระด้างถาวร

เกณฑ์ของ Hardness หรือความกระด้างโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับการยอมรับของสาธารณสุขและคุณภาพน้ำที่ไหลในค้ณะพื้นที่ น้ำที่ไหลในโรงงานส่วนใหญ่กว่าหกโหลมีค่าความกระด้างน้อยกว่าน้ำที่ยอมรับกันในเทศบาล เพื่อลดมลพิษที่จะเกิดขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรกล

ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างของน้ำคือความสามารถของน้ำที่จะรับไฮดรอกไซด์ และสารที่ทำให้เกิดความเป็นด่าง คือ พวกโซลฟิเตอเนต คาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ เช่นเดียวกับความกระด้างของน้ำ ความเป็นด่างโดยปกติจะแสดงในรูป CaCO_3

น้ำที่มีความเป็นด่างมากเกินไป จะไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ เนื่องจากมีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมมาก ถ้าหากความเป็นด่างมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าความกระด้างของน้ำ ความกระด้างทั้งหมดของน้ำจะมาจากความกระด้างของ CO_3^{2-} แต่ถ้าความเป็นด่างมีค่ามากกว่าความกระด้าง ความกระด้างจะเกิดเนื่องจากสารที่ไม่เป็น CO_3^{2-} (ความกระด้างถาวร)

ความเป็นกรด (Acidity)

ความเป็นกรดของน้ำ คือความสามารถของน้ำที่จะได้ไฮดรอกไซด์หรือ H^+ ตัวการสำคัญที่แสดงความเป็นกรดคาร์บอเนต (H_2CO_3) หรือที่เกิดจากกรด เช่น เพอร์คลอริกแอซิด ลูมิเนอซัลเฟต

ความเป็นกรดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Mineral acidity pH ต่ำกว่า 4.5
2. Carbon dioxide acidity pH อยู่ระหว่าง 4.5 - 8.5

ในน้ำธรรมชาติมักจะพบความเป็นกรดน้อย ยกเว้นในบริเวณหรือเขตที่ใกล้กับที่ระบายน้ำของเหมืองแร่กรด หรือน้ำเสียจากโรงงานที่ไม่มีการทำให้น้ำเป็นกลางก่อนทิ้ง ในน้ำใต้ดินอาจมีความเป็นกรดได้ ถ้า CO_2 อุดมระมีความเข้มข้นมาก ความเป็นกรดของน้ำจะแสดงในรูปปริมาณของ CaCO_3

ความเข้มข้นของไฮโดรเจน (pH)

ค่า pH คือค่าลบของ \log ฐานสิบ ($-\log_{10} \text{H}^+$) ของความเข้มข้นของไฮโดรเจน

ค่า pH มีค่าตั้งแต่ 0-14, ถ้า pH = 7 ในน้ำนั้นถือว่าเป็นน้ำที่มีความเป็นกลาง (อนุของ Hydrogen เท่ากับอนุของ Hydroxyl)

ในน้ำธรรมชาติ ถ้ามีอนุของ Hydrogen มากกว่า 10^{-7} mole/l หรือ pH ค่ากว่า 7 แสดงว่าน้ำมีฤทธิ์เป็นกรด ในทำนองกลับกันหากมีค่า Hydrogen ค่ากว่า 10^{-7} mole/l หรือ pH สูงกว่า 7 แสดงว่าน้ำนั้นมีฤทธิ์เป็นด่าง

ปกติน้ำธรรมชาติมีค่า pH มากกว่าหรือน้อยกว่า 7 เล็กน้อย เช่นน้ำท่าโดยทั่วไป จะพบว่ามีฤทธิ์เป็นด่าง ส่วนน้ำใต้ดินส่วนใหญ่จะพบว่ามีฤทธิ์เป็นกรด (จาก Hand Book of Hydrology Sect 19 - 11)

Specific Electrical Conductance (E.C.)

น้ำโดยทั่วไปจะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี การวัดความสามารถการนำไฟฟ้าของน้ำทำได้ ในรูป Specific Electrical Conductance (E.C.) ซึ่งมีหน่วยเป็น mhos/cm แต่เนื่องจากค่าที่ได้ค่อนข้างน้อย จึงใช้หน่วยเป็น micromhos/cm E.C. ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิจึง รายงานที่ $25^{\circ}C$

ความนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอนุสารละลายเกลือธาตุที่ผสมอยู่ ถ้าความนำไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นแสดงว่ามีสารในน้ำเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ของความนำไฟฟ้ากับความเข้มข้นของสารที่ละลายอยู่ในน้ำจะไม่แน่นอน (ถ้ามี E.C. มากกว่า 50,000 ไมโครโมล)

E.C. วัดได้จาก Conductivity Cell จาก Wheatstone bridge ในรูปของความต้านทานของสารละลายไปตัสเตียมคลอไรด์ (KCl) ที่กำหนดมาตรฐาน สี (Color)

สีที่เกิดจากไอออนธาตุในรูปสารละลายเจือปนในน้ำหรือในรูปแขวนลอยส่วนใหญ่ มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น จากการชะล้างจากพื้ดิน ส่วนที่มาจากสิ่งไม่มีชีวิตได้แก่ จากน้ำเสียจาก โรงงานอุตสาหกรรม (พวกอนุของโลหะเหล็ก และอื่น ๆ) เป็นต้น

น้ำท่าที่ตั้งอยู่ในเข่งน้ำที่มักมีปริมาณสีละลายร้อยละน้อย (จากมาตรฐานของ โคนอสท์ปากินัน)

น้ำใต้ดินก็เช่นกัน หากมีสารพวกอินทรีย์และธาตุเงินค่าง ๆ ผสมอยู่ ก็จะมีปริมาณ สีเป็นจำนวนมากเช่นกัน

การวัดสีในน้ำ ทำตามวิธีแลนซึ่งรวมอยู่ในน้ำออก. 1 หน่วยสี จากนั้น
นำไปเปรียบเทียบกับสีเหลืองที่กำหนดเป็นมาตรฐานของโคบอลต์คลอไรด์ ($CoCl_2 \cdot H_2O$)
และโพตัสเซียมคลอโรโรอาซิเนน (K_2PtCl_6)

1 mg/l of Pt in form of K_2PtCl_6 = 1 unit of color

ความขุ่นของน้ำ

ความขุ่นของน้ำตัวอย่าง วัดจากความสามารถของสารในรูปแขวนลอยหรือ
Colloidal. ในน้ำที่จะลดปริมาณแสงที่ผ่านน้ำตัวอย่าง แต่มีความถูกต้องไม่มากนัก เพราะ
นอกจากสารดังกล่าว ยังมีตัวการที่ตกลงมาซึ่งสามารถทำให้แสงกระเจายาและลดปริมาณ
แสง

เครื่องมือที่ใช้วัดความขุ่นของน้ำโดยทั่วไปใช้กัน Jackson Candle
Turbidimeter ในทางปฏิบัติการวัดความขุ่นของน้ำสามารถทำได้โดยเปรียบเทียบปริมาณ
สารแขวนลอยในน้ำตัวอย่างกับน้ำที่ผ่านการกรองสะอาดด้วยเครื่องนี้และทำไว้เป็นมาตรฐาน
กลิ่นและรส (Odor and Taste)

กลิ่นและรสในน้ำ เป็นคุณสมบัติที่ตรวจสอบด้วยการดมและชิม ขึ้นอยู่กับประสาธ
สันนิษฐานความรู้สึกของลิ้นและเบี่ยงในจมูก ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละบุคคล และหากที่จะแยกกลิ่นและ
รสออกจากกัน เช่น สารที่ไม่ระเหยง่ายอย่างอากาศทำให้เกิดรส แต่ไม่มีกลิ่น ดังนั้นจึงไม่มี
กฎเกณฑ์มาตรฐานที่จะกำหนดได้ แต่ก็มีความพยายามจัดโครงการดมและชิม จากนั้นได้
เขียนไว้เป็นรายงานเพื่อเป็นความรู้เบื้องต้น

ความต้องการออกซิเจน (Oxygen Demand)

ความต้องการออกซิเจนในที่นี้หมายถึงความสามารถของสาร (ซาก) ที่จะพึงหรือ
นำออกซิเจนที่จะละลายอยู่ในน้ำไปใช้ประโยชน์ทั้งในทางตรงและทางอ้อม (เพื่อความสะดวกของ
สารนั้น) แบ่งความต้องการของออกซิเจนได้ 2 กลุ่มคือ ความต้องการออกซิเจนในทางเคมี
(COD) และทางชีว (BOD) ซึ่งทั้งสองกลุ่มไม่ใช่เป็นเครื่องที่บอกคุณภาพโดยตรง เพียงแต่
บอกให้ทราบว่าน้ำจะมีความสกปรกและเสื่อมมากขึ้นหากออกซิเจนที่ต้องการในน้ำมีน้อยหรือมีความ
ต้องการออกซิเจนมาก

COD (Chemical Oxygen Demand)

COD วัดจากปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์และอนินทรีย์ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ ออกซิไดส์อื่น ๆ และน้ำ ค่า COD ที่ได้รับจะบ่งชี้ให้ทราบว่าปริมาณของ Organic และ reducing material อยู่ในน้ำ

BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD คือปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนการหาค่า BOD หาได้จากค่าลบต่างของ Dissolved Oxygen ในวันเริ่มต้น และ Dissolved Oxygen ภายหลังจากที่เพาะเลี้ยงไว้ 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20° C ค่าที่วัดได้จะเป็นตัวชี้ให้เห็นปริมาณออกซิเจนที่ถูกสิ่งมีชีวิตในน้ำนำไปใช้ในกระบวนการทางชีวภาพ

เปอร์เซ็นต์ของโซเดียม (Percent Sodium)

เนื่องจากโซเดียมมีส่วนสำคัญมากต่อคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปริมาณของโซเดียม (Na) ว่ามีมากน้อยเพียงใด ในหมู่ธาตุประจุมวลด้วยกัน หรือแสดงโดยดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของโซเดียม} = \frac{\text{Na}^{+1} \times 100}{\text{Na}^{+1} + \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^{+1}}$$

หมายเหตุ ความเข้มข้นของแต่ละธาตุ เป็น epm (equivalents per million) or meq/l

หากในน้ำมีเปอร์เซ็นต์โซเดียมมากกว่า 5% โซเดียมจะเข้าไปแทนที่แคลเซียมและแมกนีเซียมซึ่งทำให้ดินเป็นดินเปรี้ยว เกิดผลเสียทางเกษตรกรรม

SAR (Sodium Absorption Ratio)

SAR เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่ใช้คำนวณอัตราส่วนของโซเดียมกับแคลเซียมและแมกนีเซียมซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในรูป

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^{+1}}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}}{2}}}$$

หมายเหตุ ความเข้มข้นของแต่ละธาตุเป็น epm. or meq/l

SAR ในทางคุณภาพน้ำมีความสำคัญมากกว่าเปอร์เซ็นต์ของโซเดียม เพราะเกี่ยวข้องกับค่าการแทนที่ของโซเดียมที่มีต่อแคลเซียมและแมกนีเซียม โดยกำหนดค่าของ SAR ในทางคุณภาพน้ำดังนี้

ค่า SAR	0-10 10-18 18-26 >26	ปริมาณของโซเดียม	คุณภาพน้ำ
		ต่ำ	ดีมาก เหมาะแก่การชลประทาน
	ปานกลาง	ดีพอใช้	
	สูง	ไม่เหมาะต่อการชลประทาน	
	สูงมากจนเกิดความเสียหาย	ไม่ควรนำมาใช้ก่อกองเสีย	

ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่นของน้ำนิ่งจะไม่เปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิ แต่ก็เป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญมาก เมื่อทำน้ำถึงสภาพต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อคุณภาพน้ำ น้ำสามารถเปลี่ยนสถานะได้ 3 สถานะขึ้นอยู่กับเวลา จะสถานะที่ นั่นคือน้ำ เป็นของแข็ง ของเหลวและไอน้ำหรือก๊าซ ซึ่งไม่มีสสารอื่นจะเปลี่ยนลักษณะได้ 3 สถานะเช่นน้ำ โดยทั่วไปสารจะหดตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง แต่น้ำจะมีปริมาตรน้อยที่สุดเมื่ออุณหภูมิ 4°C (39.2°F) หรือมีความหนาแน่นมากที่สุด ปริมาตรของน้ำกลับเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 4°C จนถึงจุดเยือกแข็ง โดยปริมาตรจะเพิ่มขึ้น $\frac{1}{11}$ เท่าของปริมาตรเดิม เป็นเหตุให้น้ำแข็งสามารถลอยอยู่บนน้ำได้ จากสถานะของแข็งเป็นของเหลว และจากสถานะของเหลวไปสู่สถานะก๊าซ ต้องใช้ความร้อนจำนวนมาก ความร้อนดังกล่าวเรียกว่า ความร้อนแฝง (Latent Heat) (ความร้อน 80 แคลอรี ทำให้น้ำแข็ง 1 กรัม กลายเป็นน้ำ และความร้อน 540 แคลอรี ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำที่ 100°C)

ในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ความหนาแน่นของน้ำแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ตามความลึกของระดับน้ำในน้ำร้อน น้ำที่ผิวจะมีอุณหภูมิสูง ความหนาแน่นจะต่ำกว่าน้ำที่อยู่ชั้นลึกกว่าในหน้าหนาว บางบริเวณน้ำที่ผิวน้ำจะเป็นจมน้ำแข็ง อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าน้ำช่วงลึกกว่า ความหนาแน่นของน้ำที่ผิวจะน้อยกว่าส่วนที่ลึกกว่า ซึ่งอาจจะสังเกตได้ว่า ค่าความหนาแน่นของน้ำจะมีค่าแตกต่างกันเมื่ออุณหภูมิเพิ่มหรือลดจาก 4°C

อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิมีส่วนสำคัญมากต่อน้ำที่จะนำมาใช้ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการทางกายภาพ เคมีและชีววะ สิ่งมีชีวิตในน้ำจะเจริญเติบโตได้แพร่หลาย ณ อุณหภูมิหนึ่งที่เหมาะสมและจะชงัก หรือหยุดการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิหนึ่ง ในทำนองเดียวกันอาจบางอย่างจะพำนักที่บริเวณทางเคมี กับธาตุอินทรีย์หรือโมเลกุลอื่นอยู่กับอุณหภูมิ น้ำที่โดยปกติจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิเฉลี่ยของ แต่ละจุด ส่วนน้ำใต้ดินจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำที่ผิวน้ำ มีการแปรเปลี่ยนเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำที่ผิวน้ำ อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมกับการชลประทานประมาณ 25°C

5. หน่วย (Unit) ที่ใช้ในคุณภาพน้ำ

หน่วยมาตรฐานมีอยู่หลายหน่วยที่นิยมใช้กันทั่วไป เช่น

5.1 หน่วยน้ำหนักค่อน้ำหนัก (Weight per Weight) ที่นิยมใช้ส่วนมากคือส่วนต่อล้านส่วน (part per million, ppm) เช่น หนึ่งส่วนต่อหนึ่งล้านของสิ่งเจือปนต่อสารละลาย ส่วนต่อล้านส่วนหรือล้านส่วน นอกจากนั้นยังอาจแสดงเป็นส่วนต่อสิบล้าน หรือส่วนต่อพันล้าน เพื่อสะดวกต่อการอ่านโดยเลี่ยงการใช้จุดทศนิยมหลายตำแหน่ง

5.2 หน่วยน้ำหนักต่อปริมาตร (Weight per Volume) จากการใช้ตัวอย่างน้ำในการ เก็บที่ทราบปริมาตรน้ำ ดังนั้นจึงสะดวกในการแสดงความเข้มข้นของสิ่งเจือปนต่อปริมาตรสารละลายทั้งหมด เช่น แสดงในรูปมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/liter) ซึ่งก็ค่าเท่ากับ ppm. เมื่อน้ำ 1 ลิตรหนัก 1 ก.ก. ณ 4°C

เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากสารละลายนั้นมีน้ำหนักเจือปน ทำให้ความหนาแน่นของเหลวแตกต่างกันไปในแต่ละอุณหภูมิ ดังนั้นจึงใช้ค่าความถ่วงจำเพาะของธาตุนั้น ๆ มาหาความเข้มข้นมิลลิกรัมต่อลิตร จะได้หน่วยเป็นส่วนต่อล้านโดยน้ำหนัก ในทางชลประทานบางครั้งแสดงความเข้มข้นเป็นตันต่อเอเคอร์-ฟุต (Tons per acre foot) โดยที่

$$1 \text{ ตันต่อเอเคอร์-ฟุต} = 0.735 \text{ mg/liter}$$

$$(1 \text{ ตัน} = 907.18 \text{ ก.ก.})$$

5.3 Equivalent per weight

ค่า Equivalent weight ของธาตุใด ๆ เท่ากับ formula weight
หารด้วยค่าประจุของไอออน (ionic charge) ซึ่งไอออนบวกหรือลบจะแทนเป็นจำนวน
equivalent weight ของธาตุนั้นโดยน้ำหนักของธาตุนั้นเป็น มิลลิกรัม
equivalent/Kilogram หรือ equivalent per million (epm.) โดยเนื้อ

$$\text{epm} = \frac{\text{ppm}}{\text{equivalent weight}}$$

equivalent weight = $\frac{\text{Atomic Weight}}{\text{ionic charge or Valency}}$
(ค่า equivalent weight หรือ formula weight จากตาราง)

ตารางที่ 1 ค่า Formula Weight and Equivalent Weight ของธาตุสำคัญ ๆ ที่พบในน้ำ

Ion	Formula or Atomic Weight	Equivalent Weight
Ca ⁺⁺	40.1	20.0
Mg ⁺⁺	24.3	12.2
Na ⁺	23.0	23.0
K ⁺	39.1	39.1
HCO ₃ ⁻	61.0	61.0
CO ₃ ⁻²	60.0	30.0
Cl ⁻	35.5	35.5
OH ⁻	17.0	17.0
NO ₃ ⁻	62.0	62.0
SO ₄ ⁻²	96.1	48.0

เมื่อไม่พบเครื่องหมายประจุของธาตุ ค่า epm (equivalent per million)
จะเท่ากับ meq/liter (milliequivalent per liter)

หน่วยที่ใช้กับคุณภาพน้ำเกี่ยวกับความนำไฟฟ้า, pH, ความร้อน, อุณหภูมิ

ความนำไฟฟ้า (Electrical Conductance)

ความต้านทานของน้ำในทางเคมีเรียกว่าค่ารีดักทีฟ (mhos) ถ้าพิจารณา
ผลของน้ำที่เต็มที่จะมีความนำไฟฟ้าในหนึ่ง เซนติเมตรที่อุณหภูมิหนึ่งหน่วย
ไมโครมhos หรือ millionths of a mhos ที่ 25°C

ความเข้มข้นของไฮโดรเจน (pH)

แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนเป็น moles liter

สี (Color)

การวัดสีในน้ำตัวอย่างทำได้โดยการใช้สเกลสี Cobalt-platinum scale
มีค่ามากที่สุด 500 หน่วย หน่วยสีนี้ค่า, ค่าสีของน้ำดื่ม-สี, ของละลายใน โซลูชันของ
Chloroplatinate

ความขุ่นของน้ำ (Turbidity)

หน่วยที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ได้แก่การวัดเป็นหน่วยความขุ่นของ Jackson candle
คือ Silica-scale units (SiO₂ 1 mg/l = 1 unit of Turbidity)

อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิที่วัดเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำที่แท้จริง เป็นค่าเซนติเกรด (°C) แต่บางครั้ง
อาจรายงานเป็นองศาฟาเรนไฮต์ (°F) การเปลี่ยนหน่วยของค่าทั้งสองทำได้โดยการ

$$^{\circ}C = \frac{5}{9} (^{\circ}F - 32)$$

หลักเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน

หลักการ

เนื่องด้วยประเทศไทย กำลังพัฒนาจากเกษตรกรรม มาเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ จึงทำให้เกิดการรบกวนทางด้านอุตสาหกรรมและบ้านจัดสรรอย่างรวดเร็วจนและได้ขยายกิจการเข้ามาในพื้นที่การชลประทาน โดยมีการทิ้งน้ำเน่าเสียลงในทางน้ำชลประทาน ทำให้เกิดปัญหาสภาวะในทางน้ำชลประทาน ซึ่งมีผลกระทบต่อผู้ที่ใช้ประโยชน์จากทางน้ำชลประทาน สำหรับการอุปโภคบริโภค การประมง การเกษตร ฯลฯ นับวันปัญหาดังกล่าวจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น จึงจำเป็นต้องมีมาตรการดำเนินการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน เพื่อให้ถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด เป็นการป้องกันมลภาวะอันเป็นพิษของน้ำที่จะเกิดในทางน้ำชลประทาน

เหตุผลที่กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งต่าง ๆ ในทางน้ำชลประทาน

เนื่องจากทางน้ำชลประทาน มีปริมาณน้ำน้อยโดยเฉพาะในฤดูแล้ง และการหมุนเวียนของน้ำน้อย และนั่นจึงจำเป็นต้องกำหนดคุณภาพน้ำทิ้ง เข้มงวดกว่ามาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในด้านปริมาณเกลือซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับน้ำทางการเกษตร เช่น ค่า $EC \times 10^3$, TDS เพราะถ้าอนุญาตให้มีปริมาณเกลือสูง เมื่อมาเจือจางด้วยน้ำชลประทานแล้ว ทำให้น้ำชลประทานมีปริมาณเกลือสูง จึงเป็นอันตรายต่อการเกษตรและอุปโภคบริโภค สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง กำหนดให้ 6.5 - 8.5 เพื่อความเหมาะสมกับความต้องการของพืชแต่ละชนิด สำหรับค่าโครเมียมและตะกั่ว กำหนดให้น้อยกว่ามาตรฐานของอุตสาหกรรม เนื่องจากโลหะทั้งสองตัวนี้เป็นอันตรายอย่างร้ายแรงต่อผู้บริโภค ส่วน

ค่าตัวอื่นๆ กำหนดตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพื่ออุตสาหกรรม แต่ละชนิดจะมีมลสารชนิดต่างๆ แยกต่างกัน ฉะนั้นโรงงานต่างๆจะปล่อยมลสารไม่เหมือนกัน จึงทำให้น้ำทางชลประทานพอที่จะรับมลสารต่างๆ กันได้ สำหรับค่า BOD และ permeable valve กำหนดให้เท่ากับมาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อความ เป็นไปได้สำหรับการสร้างระบบบำบัด

1. การกำหนดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ระหว่าง 6.5 - 8.5 ของคุณภาพน้ำทั้งในทางน้ำชลประทาน ก็เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช แต่ละชนิด เพราะพืชส่วนใหญ่ชอบความเป็นกรดและด่างเล็กน้อย

2. การกำหนดค่าความนำไฟฟ้า ($EC \times 10^3$) ได้มากกว่า 2000 ไมโครโมห์/ซม. หรือมีสารละลายเกลืออยู่ 1.28 กรัม/ลิตร เมื่อทิ้งลงใน คลองชลประทาน ก็จะทำให้สารละลายเจือจางลง ถ้าคุณภาพน้ำทั้งในทางน้ำ ชลประทานมีสารละลายเกลือเข้มข้นสูง ก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อพืชและยังทำให้มี เกลือสะสมอยู่บนพื้นดินอีกด้วย

3. การกำหนดค่าของแข็งที่ละลายได้ (TDS) ไม่มากกว่า 1,300 มิลลิกรัม/ลิตร เพราะว่ามีปริมาณน้ำในคลองชลประทานมีอยู่น้อย โดยเฉพาะในช่วง ฤดูแล้งก็จะน้อยมาก ทำให้สารละลายที่มีอยู่มีความเข้มข้นสูง จะทำให้เกิดอันตราย ต่อการอุปโภค - บริโภค การประมงและการเกษตรกรรม ชลประทานจึงกำหนด ค่า TDS ให้มีความเข้มข้นน้อยกว่าของกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งจะช่วยเหลือคน พากอินทรีย์วัตถุ และสารแขวนลอยให้ลดน้อยลงด้วย

4. การกำหนดค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) (5 วันที่อุณหภูมิ 20 C) ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าน้ำมีค่า BOD สูงกว่านี้ จะมีความสกปรกมาก เพราะว่ามีสารอินทรีย์ที่วัดผลละลายอยู่ในน้ำมาก จะทำให้เกิดผลกระทบทางด้านสาธารณสุข ทางด้านประมง ทางด้านเกษตรและความสวยงามของแหล่งน้ำ จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำน้อยลง และจะเกิดความเน่าเสียของน้ำได้

5. การกำหนดค่าของแข็งที่แขวนลอย (SS) ไม่มากกว่า 30 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าคุณภาพน้ำทั้งในทางน้ำชลประทานมีค่า SS สูง จะมีตะกอนสารแขวนลอยมาก ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในด้านประปา และทางด้านเกษตรจะเกิดการสะสมทางสารเคมี ทำให้เกิดดินแน่นและทำให้น้ำซึมผ่านได้น้อย

6. การกำหนดค่าเปอร์มีงาเนท (PV) ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำจะมีปริมาณสารอินทรีย์อยู่เป็นจำนวนน้อย ไม่มีปัญหาทางมลภาวะของน้ำ ถ้ามีค่า PV สูงกว่านี้ จะมีสารอินทรีย์สูง ทำให้เกิดความสกปรกไม่เหมาะสมต่อการอุปโภค-บริโภค การประมงและการเกษตร

7. การกำหนดค่าซัลไฟด์ คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำจะไม่มีกลิ่นเป็นที่รังเกียจต่อแหล่งชุมชน ถ้าคุณภาพน้ำทั้งในทางน้ำชลประทานมีค่า H_2S มากกว่านี้ จะทำให้เกิดมีกลิ่นเหม็น ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการอุปโภค-บริโภค และทำให้เกิดความรำคาญต่อชุมชนอีกด้วย

8. การกำหนดค่าไซยาไนด์ (Cyanide) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าคุณภาพน้ำทั้งในทางน้ำชลประทานมีค่าไซยาไนด์สูงกว่านี้ จะเป็นพิษต่อปลา จุลินทรีย์ในน้ำและสัตว์คน เพราะเป็นสารพิษที่มีการสะสม อันได้แก่ สารประกอบของโลหะประเภทอัลคาไล และโลหะหนัก ซึ่งมีอยู่ในน้ำทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำเสีย

9. การกำหนดค่าน้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน มีค่าน้ำมันและไขมันมากกว่านี้ จะทำให้มีกลิ่นและรสไม่เหมาะสมต่อการอุปโภค - บริโภค

10. การกำหนดค่าฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าคุณภาพน้ำทิ้งมารทางน้ำชลประทาน มีค่าฟอร์มาลดีไฮด์สูง สารนี้เป็นพิษจะเป็นอันตรายต่อชีวิต เพราะว่าเป็นสารที่ไวต่อปฏิกิริยาการรวมตัวกับสารจำพวกโปรตีน

11. การกำหนดค่าฟีนอลและครีโซลส์ (Phenols & Cresols) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีโครงสร้างเป็นอนุพันธ์ไฮดรอกซีของเบนซีนและวงเบนซีนที่เชื่อมกัน โดยปกติสารนี้จะมีอยู่ในน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งน้ำทั่วไป ถ้าคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทานมีค่าฟีนอลและครีโซลส์สูง จะเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อชีวิต เมื่อได้รับสารนี้เป็นปริมาณมาก

12. การกำหนดค่าคลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีคลอรีนอิสระอยู่เป็นจำนวนน้อย ไม่มากเหมือนน้ำทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรม พิษต่อการคลอรีนเป็นธาตุอาหารในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย ถ้าคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทานมีคลอรีนมาก จะเป็นอันตรายต่อพืชหรือสิ่งมีชีวิตบางชนิด ถ้าคลอรีนอิสระทำให้เกิดรสและกลิ่นในน้ำ ไม่น่าดื่ม

13. การกำหนดค่ายาฆ่าแมลง (Insecticide) และสารพิษอันตรายอื่น ต้องไม่มีเลย ถ้าสารเหล่านี้มีอยู่ในคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน จะเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งคนและสัตว์ ไม่เหมาะสมในการอุปโภค - บริโภค

14. การกำหนดค่าสีหรือกลิ่น ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

15. การกำหนดค่าน้ำมันทาร์ (Tar) ต้องไม่มีเลข คุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำ
ชลประทาน จะต้องไม่มีน้ำมันทาร์ประปนอยู่ จะทำให้มีกลิ่นเหม็น ไม่เหมาะสมต่อ
การอุปโภค - บริโภค เป็นสารที่ทำให้ก่อเป็นโรคมะเร็งได้

16. การกำหนดค่าธาตุโลหะหนักทั้ง 11 ธาตุ มีดังนี้

สังกะสี (Zn)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัม/ลิตร
โครเมียม (Cr)	ไม่มากกว่า	0.3	มิลลิกรัม/ลิตร
สารหนู (As)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัม/ลิตร
ทองแดง (Cu)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัม/ลิตร
ปรอท (Hg)	ไม่มากกว่า	0.03	มิลลิกรัม/ลิตร
แคดเมียม (Cd)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัม/ลิตร
แบเรียม (Ba)	ไม่มากกว่า	0.02	มิลลิกรัม/ลิตร
ซีลีเนียม (Se)	ไม่มากกว่า	0.1	มิลลิกรัม/ลิตร
ตะกั่ว (Pb)	ไม่มากกว่า	0.1	มิลลิกรัม/ลิตร
นิกเกิล (Ni)	ไม่มากกว่า	0.2	มิลลิกรัม/ลิตร
แมงกานีส (Mn)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัม/ลิตร

โดยตามธรรมชาติพืชจะต้องการใช้ธาตุเหล่านี้เป็นธาตุอาหาร ในการ
 เจริญเติบโตของพืช แต่ละธาตุพืชต้องการในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป แต่บางครั้ง
 พืชได้รับธาตุเหล่านี้เป็นปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการ ก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อ
 พืช และสิ่งมีชีวิตในน้ำและบนบก ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการอุปโภค - บริโภค
 การประมง และการเกษตร คุณภาพน้ำทิ้งในทางชลประทาน ควรมีค่าไม่เกินตามที่
 กำหนดมานี้

หมายเหตุ

1. ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) 6.5 - 8.5
2. ค่าความนำไฟฟ้า ($EC \times 10^3$) ไม่มากกว่า 2,000 ไมโครโมห์/ซม.
3. สารที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) รวมกันไม่มากกว่า 1,300 มิลลิกรัม/ลิตร
4. ค่าโครเมียม 0.3 และเซเลเนียม 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร

สาเหตุที่กำหนดค่าตัวเลขให้ต่ำกว่ามาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม เพราะ
ว่าน้ำในคลองชลประทานมีปริมาณน้อยกว่าในแม่น้ำ ถ้าเอามาตรฐานของกระทรวง
อุตสาหกรรมมาใช้ จะทำให้น้ำในคลองชลประทานมีความเข้มข้นสูงยิ่งขึ้น ในช่วง
ฤดูแล้งจะทำให้น้ำในคลองเกิดความเค็มเสียได้ และได้กำหนดค่าความนำไฟฟ้าเพิ่ม
เต็ม เพื่อเป็นตัวชี้ถึงคุณภาพน้ำชลประทานได้อีกด้วย

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางชลประทาน

1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5
2. ค่าความนำไฟฟ้า ($EC \times 10^0$) ไม่มากกว่า 2000 ไมโครโมห์/ซม.
3. ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) รวมกันไม่มากกว่า 1,300 มิลลิกรัม/ลิตร
4. ค่า BOD (5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 C) ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัม/ลิตร
5. ค่าของแข็งแขวนลอย (SS) ไม่มากกว่า 30 มิลลิกรัม/ลิตร
6. ค่าของเปอร์มีนังกาเนท (PV.) ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัม/ลิตร
7. ค่าซัลไฟด์ คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร
8. ค่าไซยาไนด์ คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร
9. ค่าน้ำมันและไขมัน ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร
10. ค่าฟอสฟอรัส ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร
11. ค่าฟีนอลและครีโซลีน ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร
12. ค่าคลอรีนอิสระ ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร

13. ค่าธาตุกำมะถันและสารกำมะถันตรังสี ต้องไม่มีเลข
14. สีหรือกลิ่นที่ระบายน้ำสู่ทางน้ำชลประทาน ไม่เป็นที่ยอมรับ
15. ค่าน้ำมันถั่ว ต้องไม่มีเลข
16. ค่าโลหะหนัก ควรมีดังนี้

สังกะสี (Zn)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัม/ลิตร
โครเมียม (Cr)	ไม่มากกว่า	0.3	มิลลิกรัม/ลิตร
อาร์เซนิก (As)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัม/ลิตร
ทองแดง (Cu)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัม/ลิตร
ปรอท (Hg)	ไม่มากกว่า	0.005	มิลลิกรัม/ลิตร
แคดเมียม (Cd)	ไม่มากกว่า	0.03	มิลลิกรัม/ลิตร
บารีอัม (Ba)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัม/ลิตร
ซีลีเนียม (Se)	ไม่มากกว่า	0.02	มิลลิกรัม/ลิตร
ตะกั่ว (Pb)	ไม่มากกว่า	0.1	มิลลิกรัม/ลิตร
นิกเกิล (Ni)	ไม่มากกว่า	0.2	มิลลิกรัม/ลิตร
แมงกานีส (Mn)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัม/ลิตร

สิ่งแวดลอมรอบตัวเรา อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทไม่มีชีวิตอันได้แก่ ดิน น้ำ ลม ไฟ อากาศ ประเภทหนึ่งคือสิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา อย่างไรก็ตามทั้งน้ำและดิน ก็มีความเกี่ยวข้องกันเป็นลูกโซ่ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในขณะนี้ก็คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ และปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งในบางกรณีก็เกี่ยวข้องกัน โดยอาจจะเกิดจากการกระทำของมนุษย์สะสมกันเป็นเวลานาน และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติได้

1. ปัญหาจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่

ก. ปัญหาที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันนี้เราจะเห็นว่า เกือบทุกจังหวัดมีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีโรงงานอุตสาหกรรม ที่ตั้งขึ้นมาก่อนมีแผนการตั้งนิคมอุตสาหกรรม เช่น โรงงานฟอกหนัง และ โรงงานขี้นมวัว ท่าการปล่อยของเสีย ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ ของเสียจำพวกสารอินทรีย์ที่เกิดจากโรงงานสุรา อันได้แก่ น้ำกากสำ ซึ่งถึงแม้จะมีการทิ้งโดยถูกกฎหมาย แต่ผลกระทบต่อในระยะยาวยังคงมีอยู่ ตลอดจนน้ำทิ้งจำพวกสารอินทรีย์ ซึ่งมีโลหะหนักอยู่เป็นปริมาณค่อนข้างสูง ซึ่งสามารถก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมได้

ข. ปัญหาที่เกิดจากบ้านเรือน

ปัญหานี้เป็นปัญหาที่ละเอียดอ่อนมาก เพราะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง โดยเฉพาะแหล่งชุมชน เป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขในระยะยาว ผลที่เห็นอยู่ในปัจจุบันก็คือ มงขี้กฟอก การใช้ผงซักฟอกโดยไม่มีการควบคุมสูตรโครงสร้าง การที่บ้านเรือนราษฎร โรงนมที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ชุมชนที่หนาแน่นขึ้น และความสกปรกที่เพิ่มมากขึ้นนำมาซึ่งปัญหาของการเกิดโรค

ค. ปัญหาที่เกิดจากการเกษตรกรรม

สารมลพิษพวกนี้ จะเกิดคั่งค้างอยู่ในสัตว์น้ำและพืชผัก และเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดลอมมาก เพราะส่วนใหญ่จะไม่สลายตัวโดยง่าย ได้แก่ ยาฆ่าแมลง ยากำจัดสัตว์ ยากำจัดวัชพืช ซึ่งในปัจจุบันเป็นการยากที่จะควบคุมปริมาณการใช้ยาฆ่าแมลง จำเป็นต้องให้ความรู้แก่เกษตรกรให้มากขึ้น

ง. ปัญหาอื่น ๆ

ได้แก่ ปัญหาการใช้ยาเบื่อเมา ปัญหาการขุดลอกร่องน้ำ เพื่อประโยชน์ในการเดินเรือ การขนถ่ายน้ำมัน ตลอดจนน้ำระบายความร้อนจากโรงงานต่าง ๆ

2. ปัญหาอันเกิดจากธรรมชาติ

ได้แก่ การเกิด red tide ซึ่งมีผลเสียที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดลอม หรือ การที่เกิดฝนตกหนัก ก็มีผลกระทบ ทำให้ความเค็มของน้ำลดลง

ปัญหาสิ่งแวดลอมนับว่ามีความสำคัญ จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่าย โดยการเฝ้าตรวจตราอยู่ตลอดเวลา มีการกำหนดความสำคัญก่อนหลังของตัวปัญหา และทำให้มาตรการต่าง ๆ สามารถใช้ได้ผล นอกจากนั้นสิ่งสำคัญคือ ต้องสามารถทำให้ประชาชนได้เกิดจิตสำนึก รับผิดชอบต่อสิ่งแวดลอม และถ้าสามารถบรรจุเข้าไว้ในหลักสูตรการ: เรือนการสอนด้วย จะเกิดประโยชน์อย่างมากในอนาคต

สาเหตุของน้ำเสีย

การทำไม้ งานทางด้านป่าไม้ มีผลทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลง มีเหตุหลายประการด้วยกันคือ

1) การทำไม้ การทำไม้ในปัจจุบัน ได้ใช้เครื่องจักรกล ตลอดจนเครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ ซึ่งใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง บางทีอาจทำน้ำมันหกหรือรั่วออกมา ไม้ที่ตัดแล้วที่รวมกองไว้เพื่อรอการชักลาก เมื่อฝนตกลงมาก็จะชะล้างพวกน้ำมันที่หกและสารพวก tannin, resin จากเนื้อไม้ลงสู่ลำห้วย ลำธาร ทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลง

2) การตัดถนนป่าไม้ ในการทำไม้ต้องตัดถนนเข้าไปในป่า เพื่อนำรถยนต์เข้าไปชักลากไม้ออกมา เป็นเหตุให้ดินนิ่งกลาสได้ง่าย เนื่องจากต้องตัดไม้ออก และทำการปรับพื้นที่ ทำให้น้ำในลำธารมีปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

3) ไฟป่า ไฟป่าทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ก็ตาม ไฟจะเผาไหม้ต้นไม้ ลูกไม้ กิ่งไม้ ตลอดจนไม้ขึ้นต่าง ๆ กลายเป็นขี้เถ้า ทำให้ดินมี K และ P สูงขึ้น เมื่อมีฝนตกลงมาก็จะชะล้างและพัดพาเอาธาตุทั้ง 2 ไปด้วย มีผลทำให้ pH ของน้ำสูงขึ้น

4) การปลูกและน้ำรังป่า เนื่องจากป่าธรรมชาติ ได้ถูกทำลายลงไปมาก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ นักวิชาการป่าไม้ในปัจจุบัน จึงจำเป็นต้องปลูกป่าขึ้นทดแทนส่วนที่ถูกทำลายไป โดยใช้หลักวิชาการทางวนวัฒนวิทยาเข้าช่วย เพื่อปลูกป่าที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เป็นไม้โตเร็ว จึงมีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือจุลินทรีย์ป้องกันโรคแมลง พวกน้ำชาและสารเคมีเหล่านี้ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปจะมีผลตกค้างหลงเหลืออยู่ เมื่อฝนตกลงมาก็จะชะล้างเอาสารเคมีเหล่านั้นปนมาด้วย ทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลง

ในการปลูกป่าต้องเตรียมพื้นที่ก่อนปลูก โดยการกำจัดวัชพืชซึ่งอาจทำได้โดยใช้เครื่องกล หรือใช้สารเคมี เช่น 2, 4-D หรือ 2, 4, 5-T ในการปราบ ซึ่งสารเคมีดังกล่าวนี้สามารถละลายน้ำได้ดี และในการพ่นเมล็ดเพื่อปลูก มักมีปัญหาเกี่ยวกับสัตว์กินเมล็ด ดังนั้นจึงใช้สารพวก picloram ผสมกับเมล็ดเสียก่อน เพื่อกำจัดสัตว์เหล่านั้น นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับแมลงที่ทำลายดอกไม้และเมล็ด ทำให้ไม่สามารถหาเมล็ดไม้ที่ต้องการ เพื่อนำมาเพาะหรือปลูกตามที่ต้องการได้ ในการกำจัดพวกแมลงก็ต้องใช้สารเคมี เช่น DDT เป็นต้น ในการใช้สารเคมีต่าง ๆ ดังกล่าว ถ้าไม่ระมัดระวังในการใช้ หรือใช้ในปริมาณมากเกินไป ก็จะมีผลเสียต่อคุณภาพของน้ำเช่นเดียวกัน

5) โรงงานอุตสาหกรรมทางป่าไม้ โรงงานทำเชื้อกระดาษ โรงเลื่อย โรงงานไม้อัด ฯลฯ ซึ่งต้องใช้น้ำช่วยในกระบวนการผลิต และน้ำทิ้งหลังจากใช้แล้วจะมีสิ่งเจือปนต่าง ๆ ติดมากับน้ำด้วย เช่น โรงงานทำเชื้อกระดาษ พบว่าในน้ำทิ้งมีปรอทที่เกิดจากการเผาถ่านปนออกมาด้วย ถึงแม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม แต่ถ้ามีหลายโรงงานที่ระบายน้ำลงสู่น้ำลำคลอง ก็จะทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเน่าเสียได้ ในต่างประเทศพบว่า โรงงานกระดาษมีผลทำให้น้ำเสียมากที่สุด

ตอบแทนสำหรับโรงงานน้อย จะเห็นได้จากน้ำในแม่น้ำแม่กลองเน่า เนื่องจาก โรงงานน้ำตาลระบายน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำ ทำให้ประชาชนที่อาศัยน้ำในแม่น้ำแม่กลองใน การอุปโภคบริโภคได้รับความเดือดร้อน

การก่อสร้าง การก่อสร้างต่าง ๆ เช่น การตัดถนน สร้างบ้านเรือน สร้าง เรือยนต์ ฯลฯ เนื่องจากต้องมีการขุดดินขึ้นที่นั้น ๆ เช่น ขุดดินให้เรือยนต์ใช้ว โถงและบดให้เรียบ หรือใช้รถตักดินส่วนหน้าออกเหล่านี้ เป็นตัวการที่ทำให้ดินถูกรบกวน ง่ายต่อการพังทลาย ทำให้เกิดตะกอนในลำธารมากขึ้น

การเลี้ยงสัตว์ บริเวณที่มีการเลี้ยงสัตว์ สัตว์จะเข้าไปเหยียนขี้ฉี่ ทำให้ ดินง่ายต่อการพังทลาย ตลอดจนสัตว์จะขับถ่ายอุจจาระออกมาก ซึ่งเป็นแหล่งเพาะ เชื้อแบคทีเรียอย่างดี เหล่านี้เป็นสาเหตุอื่นที่ทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลง

อื่น ๆ เช่น การคมนาคมทางน้ำ พวกเรือติดเครื่องยนต์ อาจมีน้ำมันรั่วออก มา หรือการพักผ่อนหย่อนใจ อาจทิ้งของลงในลำธาร เหล่านี้ก็สามารถทำให้ คุณภาพของน้ำเสื่อมลงได้เช่นกัน ถ้ามีจำนวนมาก ๆ ขึ้น

นอกจากนี้ในสงครามระหว่างเวียดนามเหนือและเวียดนามใต้ ได้มีการ โปรมสารเคมีเพื่อทำลายป่าที่เป็นรังสุมพวกเวียดกง คิดเป็นปริมาณไม่ถึง 47 ล้านลูกบาศก์เมตร ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่มีต่อคุณภาพของน้ำเช่นเดียวกัน

การสาธารณสุข

น้ำเสียเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน โรคระบาดหลายชนิด เช่น อหิวาต์ ไข้ไทฟอยด์ โรคบิด เกิดจากน้ำสกปรกเป็นพาหะ น้ำเสียอีกประเภทหนึ่งทำให้เกิดโรคซึ่งไม่ใช่โรคที่เกิดจากเชื้อโรคเป็นตัวนำ ส่วนใหญ่เป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารเป็นพิษเจือปน สารเป็นพิษเหล่านี้ทำให้เกิดโรคไวรัสแรง ทำลายสุขภาพของประชาชนทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม เช่น โรคมีนามาตะ เกิดจากคนขับปรอทปนเปื้อนที่มีสารปรอทสูง ผู้ป่วยมีอาการเกี่ยวกับประสาทพิการ มือเท้าชา เป็นมาก ๆ อาจถึงทุพพลภาพและตาบอด ดังเช่นในประเทศญี่ปุ่น จากผลการสำรวจในปี 2516 มีคนตาบอดโรคนี้ 71 คน โรคอีโอดิ อีโอดิ เกิดจากประชาชนใช้น้ำที่มีสารแคดเมียม ในการบริโภคและการเกษตรกรรม นอกจากนี้แม่น้ำลำคลองที่เน่าเสีย ยังล้นกลิ่นเหม็นก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เป็นการบั่นทอนสุขภาพของผู้อาศัยริมน้ำลำคลอง และมีผู้สัญจรไปมาด้วย

การผลิตน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค

น้ำเสียกระทบกระเทือนต่อการผลิตน้ำดื่มน้ำใช้อย่างถึง แหล่งน้ำสำหรับผลิตประปาส่วนใหญ่ได้แก่แม่น้ำลำคลอง เมื่อแหล่งน้ำเกิดเน่าเสีย คุณภาพน้ำลดลง ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้น้ำที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม จะเพิ่มขึ้นเมื่อแหล่งน้ำเสียเพิ่มขึ้น การเลือกแหล่งน้ำเพื่อการประปาก็ถึงฮากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากขึ้น นอกจากนี้การผลิตน้ำเพื่อใช้ในกิจการอุตสาหกรรมก็ต้องใช้น้ำที่ผสมบิคลินดนิเศษ ในกระบวนการผลิต เช่น น้ำเข้าหม้อกลั่นต้องน้ำอ่อนมาก น้ำใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและเส้นใย ต้องการน้ำที่มีปริมาณเหล็ก แมงกานีส น้อยมาก น้ำใช้ในโรงงานรีดเหล็ก ต้องการน้ำที่มีปริมาณคลอไรด์ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม น้ำเหล่านี้จำเป็นต้องใช้กระบวนการพิเศษ เพื่อทำให้น้ำสะอาดขึ้นตามเกณฑ์ที่ต้องการ ดังนั้น น้ำเสียจึงกระทบกระเทือนต่อกระบวนการผลิตน้ำในการแปรรูปเจือปน ที่ไม่ต้องการออก ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องอุปกรณ์ เครื่องจักรที่เสียหายเนื่องจากการใช้น้ำไม่ได้คุณภาพ

ผลเสียของน้ำเสีย

น้ำเสียก่อให้เกิดผลเสียหลายประการ ซึ่งหากที่จะประเมินค่าเป็นจำนวนเงินได้ อย่างไรก็ตามผลเสียหลายจากน้ำเสียขอประเมินได้ดังนี้

การประมง

น้ำเสียทำให้สัตว์น้ำต่าง ๆ เช่น ปลา กุ้ง คาร์หรือคุ้ง ฯลฯ ลดลง เนื่องจากมันไม่สามารถดำรงชีวิตและแพร่พันธุ์ได้ตามธรรมชาติ น้ำเสียที่เกิดจากสารพิษ อาจทำให้ปลาตายได้ทันที ส่วนน้ำเสียที่เกิดจากการลดค่าของออกซิเจนละลายในน้ำ ถึงแม้จะไม่ทำให้ปลาตายในทันที แต่ก็อาจทำลายพืชและสัตว์น้ำเล็ก ๆ ที่เป็นอาหารของปลาและตัวอ่อน ทำให้ปลาขาดอาหาร ในที่สุดปลาก็จะลดจำนวนลงทุกที ก่อให้เกิดผลเสียหลายต่อการประมงยิ่งขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ถ้าหากลดลงมาก ๆ ในทันที ก็อาจทำให้ปลาตายได้ เช่น ในการมีน้ำเน่าเสียที่แม่น้ำแม่กลอง จะเห็นว่าปลาคายลอยเป็นแพ ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานน้ำตาลปล่อยน้ำเสียจำนวนมากลงในแม่น้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในแม่น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว จนปลาไม่อาจมีชีวิตรอดอยู่ได้ เพราะขาดออกซิเจนในการหายใจ นอกจากนี้น้ำเสียยังทำลายแหล่งเพาะวางไข่ของปลา เนื่องจากการตกตะกอนของสารแขวนลอยในน้ำ ฝังปกคลุมพื้นที่วางไข่ของปลา ซึ่งเป็นการหยุดยั้งการแพร่พันธุ์ของมันโดยทางอ้อม น้ำเสียที่ทำให้สภาพตามธรรมชาติของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไป เช่น ความร้อนจากน้ำทิ้งใช้ระบบหล่อเย็น (cooling water) จากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้อุณหภูมิปกติของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น จนปลาไม่อาจอยู่ได้ และไม่อาจแพร่พันธุ์ตามธรรมชาติ น้ำมันที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำโดยการรั่วไหลจากเรือ หรือจากเหตุใดก็ตาม ทำให้การเติมออกซิเจนจากอากาศบนผิวน้ำตามธรรมชาติเป็นไปได้ยาก ซึ่งเป็นการขัดขวางการเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายตามธรรมชาติ เพื่อทดแทนออกซิเจนละลายในน้ำที่ถูกใช้ไป ปริมาณออกซิเจนในน้ำก็จะลดน้อยลงทุกที จนเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของปลา ดังกล่าวแล้วข้างต้น นอกจากนี้น้ำมันอาจไปปกคลุมเหงือกปลา ทำให้การหายใจยากขึ้น หรือหายใจไม่ได้เลย ทำให้ปลาตายในที่สุด

การเกษตร.

น้ำเค็มก่อให้เกิดความเสียหายต่อการเกษตร ส่วนใหญ่เป็นน้ำเค็มที่มีความเป็นกรดเป็นด่างสูง น้ำที่มีปริมาณเกลืออนินทรีย์สูง หรือสารเป็นพิษ ฯลฯ น้ำเค็มเหล่านี้ เกิดจากการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำ โดยปราศจากการกำจัด ทำให้แหล่งน้ำมีคุณสมบัติ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชผักที่ปลูก แหล่งน้ำที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมต่อการเกษตร ส่วนใหญ่เกิดจากผลของการทำเกษตรกรรมเอง เช่น การชลประทาน ส้วางเชื่อมกักเก็บน้ำไว้ใช้เพื่อการเกษตร ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติน้ำในธรรมชาติทั่วไป ประกอบด้วยเกลืออนินทรีย์เจือปนอยู่ โดยเฉพาะเกลือคลอไรด์ ขณะที่ใช้น้ำนี้เพื่อการเกษตร น้ำจะระเหยเป็นไอน้ำไป โดยธรรมชาติ ปริมาณเกลืออนินทรีย์ซึ่งไม่ระเหยก็จะตกค้างอยู่ในดิน เมื่อมีการสะสมมากเข้า ปริมาณเกลือในดินก็จะสูงขึ้น ทำให้ดินนั้นกลายเป็นดินเค็ม ไม่เหมาะแก่การเพาะปลูก ปริมาณเกลืออนินทรีย์ตกค้างเหล่านี้อาจถูกระบายให้ลดลงได้ภายหลังฝนตกหนัก หรือโดยระบายน้ำจากการชลประทาน โดยเกลืออนินทรีย์จะถูกทำให้เจือจางลงหรือถูกพัดพาไป เกลือเหล่านี้จะถูกนำมารวบรวมลงสู่แม่น้ำในที่สุด ในขณะที่เค็มด้วยกันก็จะพัดพาเอาเกลืออนินทรีย์และอินทรีย์อื่นๆ ที่มีคุณค่าเป็นปุ๋ยของพืช เช่น แอมโมเนีย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ฯลฯ ค่าของดินจะลดลง และขณะที่เค็มด้วยกันก็ไปเพิ่มปริมาณเกลือ (salinity) ในแม่น้ำซึ่งหากที่จะแยกออกโดยกระบวนการกำจัดน้ำแบบธรรมดา (Conventional process) ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงผลเสียจากการชลประทานที่กล่าวถึง ควบคู่ไปกับการใช้ประโยชน์จากการชลประทานด้วย นอกจากนี้ การชลประทานยังก่อให้เกิดปัญหาน้ำเค็มสร้างร้ายแรงได้ เมื่อทำการสูบน้ำจากแม่น้ำ เพื่อกักเก็บไว้ใช้แทน ในขณะที่แม่น้ำมีปริมาณน้ำน้อย อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำซึ่งน้อยอยู่แล้วก็จะลดลงอีก อัตราส่วนการเจือจางของน้ำไหลจากอาคารบ้านเรือน และน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมด้วยน้ำจำนวนนั้น จะลดลง ความสกปรกของแหล่งน้ำ ก็เพิ่มขึ้นตามสัดส่วน แหล่งน้ำซึ่งเคยใช้น้ำในการจัดทำประปาโดยปลอดภัย ก็จะใช้ไม่ได้ต่อไป นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลง สารกำจัดศัตรูพืชอื่น ๆ ยังทำให้เกิดปัญหาเรื่องสารเป็นพิษในแหล่งน้ำ

ความสวยงามและการพักผ่อนหย่อนใจ

แม่น้ำ ลำธาร แหล่งน้ำอื่น ๆ ที่สะอาด เป็นความสวยงามตามธรรมชาติ ผู้คนใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจในการว่ายน้ำ ตกปลา เล่นเรือ และอื่น ๆ ถ้าหากแหล่งน้ำเหล่านี้สกปรก ความสวยงามย่อมหมดไป แหล่งน้ำไม่เหมาะที่จะใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เพราะเป็นที่รังเกียจ เนื่องจากสัตว์ สกปรกและมีกลิ่น นอกจากนี้ ยังเป็นอันตรายต่อสุขภาพจิตและอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำเน่าด้วย

การพัฒนาแหล่งน้ำให้สวยงาม สะอาด เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ นอกจากจะส่งเสริมสุขภาพ อนามัยประชาชนแล้ว ยังแสดงถึงความกินดีอยู่ดีของประชาชน ความเจริญทางวัฒนธรรมของบ้านเมือง และยังเป็นสิ่งดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้าประเทศอีกด้วย

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย

น้ำเสีย (Wastewater) หมายถึง น้ำที่ผ่านการนำไปใช้ประโยชน์ ในกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิต เช่น จากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม กสิกรรม ลักษณะของน้ำเสียจะขึ้นกับกิจกรรมของแต่ละอย่าง น้ำเสีย เมื่อถูกปล่อย หรือระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยที่ปริมาณมลสารมีปริมาณมาก เกินขีด ความสามารถสูงสุดของลำน้ำ ที่จะขจัดของเสียโดยธรรมชาติ (self-purification) ก็จะทำให้เกิดปัญหามลภาวะทางน้ำ (Water Pollution)

น้ำเสียแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. น้ำเสียจากแหล่งชุมชน หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำใน ชีวิตประจำวัน ส่วนมากประกอบด้วยสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ปริมาณน้ำเสียค่อนข้างแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของประเภทบ้านเรือนและอาคาร
2. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หมายถึง น้ำเสียที่เกิด จากกระบวนการต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม ประเภทของน้ำเสียขึ้นกับชนิดของ อุตสาหกรรม และลักษณะการใช้น้ำ เช่น น้ำที่ใช้ในกระบวนการหล่อเย็น หรือ การ ระบายความร้อน น้ำล้าง น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตและน้ำทิ้งอื่น ๆ

สิ่งเจือปนในน้ำอาจแบ่งออกเป็น

1. จุลินทรีย์ (Microorganisms) มีอยู่โดยทั่วไปในแหล่งน้ำเสียจากชุมชน เนื่องจากมล่งอาหาร และสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากชุมชน จะพบมากกว่าในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
2. สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายได้ง่าย (Biodegradable organics) ได้แก่ สารอินทรีย์ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์
3. สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายได้ยาก (Nonbiodegradable organics) ได้แก่ สารประเภทอะโรแมติก ไฮโดรคาร์บอน ผงซักฟอก ยาฆ่าแมลง เป็นต้น
4. สารแขวนลอย (Suspended solids) ได้แก่ suspended solids ในน้ำ สารประเภทนี้ทำให้เกิด ความขุ่นและตะกอน เช่น ดิน น้ำมัน เศษกระดาษ เป็นต้น
5. สารเป็นพิษ (Toxic substances) ได้แก่ สารประเภทที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปปรอท ไซยาไนด์ ฟีนอล เป็นต้น
6. เกลืออนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ (Soluble inorganic salts) เป็นสารอนินทรีย์ ที่พบในรูปของเกลือ ที่อาจไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต แต่ไม่เหมาะสมในขบวนการอุตสาหกรรม เช่น อาจทำให้เกิดตะกอนในหม้อน้ำ หรือทำให้เกิดการกัดกร่อน

7. สารที่ระเหยได้ (Volatile material) เป็นสารประเภทที่อาจทำให้เกิดปัญหาอากาศเสีย เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และอื่น ๆ
8. สารประกอบประเภทไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (Nutrients) เป็นสารอาหารที่ใช้เพื่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายหรือพืชน้ำ เนื่องจากเป็นธาตุที่ไปเร่งการเจริญเติบโตของสาหร่าย
9. ความร้อน (Heat) ความร้อนที่ระบายออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม จะทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำบริเวณดังกล่าวสูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง
10. สารกัมมันตรังสี (Radioactive substance) ที่ละลายปนในน้ำ เช่น ซีเซียม เรดอน และเรเดียม เป็นต้น

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างน้ำ เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาข้อมูลคุณภาพน้ำ ตัวอย่างน้ำที่ดีควรมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับ สภาพของแหล่งน้ำนั้น หรือเป็นตัวแทนที่ดีของแหล่งน้ำนั้น ก่อนที่จะเก็บตัวอย่างน้ำ ผู้เก็บตัวอย่างจำเป็นต้องวางแผนงาน (experimental design) ว่า การเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้งทำขึ้นเพื่อจุดประสงค์อะไร แต่ละ parameter ที่จะวิเคราะห์ สามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์มากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ควรคำนึงถึงอุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง การเก็บรักษาตัวอย่าง การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง วิธีเก็บตัวอย่าง เป็นต้น

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

1.1 ภาชนะในการเก็บน้ำตัวอย่าง ควรเลือกตามความเหมาะสมของแต่ละพารามิเตอร์ วัสดุที่ใช้ทำภาชนะ ควรทำด้วย แก้ว พลาสติก ชนิด polyethylene หรือ Teflon วัสดุที่ใช้ทำภาชนะไม่ควรทำปฏิกิริยากับสารที่จะทำการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์หา Organochlorine pesticides ควรบรรจุน้ำตัวอย่างในภาชนะแก้ว เป็นต้น นอกจากนี้ ควรทำความสะอาดภาชนะให้สะอาดก่อนนำไปเก็บตัวอย่าง

1.2 อุปกรณ์ในการประกอบการเก็บตัวอย่าง เช่น ภาชนะตักน้ำ ควรพิจารณาถึงวัสดุของภาชนะนั้นว่า จะไม่มีสิ่งเจือปนที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนกับน้ำตัวอย่าง หรือใช้ Water Sampler ชนิดต่าง ๆ เช่น Ditto Type เป็นต้น นอกจากนี้วัสดุอื่น ๆ ที่ใช้ประกอบการเก็บตัวอย่าง เช่น เทอร์โมมิเตอร์ สารวัด pH ภาวฯ ถังน้ำแข็ง เป็นต้น

2. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

การกำหนดวิธีการสำรวจ และการเลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับความชัดเจนของ การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการสำรวจ และผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บหรือส่งอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนของการวางแผนการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ คือ

1. การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการสำรวจ
2. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
3. การวางแผนงานภาคสนาม เพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมตามความจำเป็น
4. การดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามตามแผนที่กำหนด
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและการประเมินผล

จากการวางแผนงานดังกล่าว การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ควรคำนึงถึงลักษณะของสถานที่ที่จะเก็บน้ำตัวอย่าง

1. ในการตรวจสอบน้ำทิ้ง จากโรงงานอุตสาหกรรม ควรเก็บจากจุดรวมของน้ำทิ้ง
2. ในการตรวจสอบน้ำเสียจากชุมชน ควรเก็บจากจุดที่จะปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลอง หรือท่อระบายน้ำ
3. ในการตรวจประสิทธิภาพของระบบ ควรเก็บจากจุดต่าง ๆ ตามประเภทของระบบ

3) วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

1. การเก็บแยก (Grab Sampling) หมายถึง การเก็บตัวอย่างครั้งหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจจะเก็บช่วงเดียว หรือหลายช่วงก็ได้ และน้ำตัวอย่างนั้นมาวิเคราะห์ทีละตัวอย่างแยกกัน
2. การเก็บรวม (Composite Sampling) หมายถึง การเก็บตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วนำตัวอย่างเหล่านั้นมารวมกันและทำการวิเคราะห์ตัวอย่างรวมนี้เพียงตัวอย่างเดียว

4) ความถี่ของการเก็บตัวอย่างน้ำ

ในการเก็บตัวอย่างน้ำ ควรคำนึงถึงความถี่ของการเก็บ หากน้ำตัวอย่าง มีคุณลักษณะที่ไม่แตกต่างกันมาก ความถี่ของการเก็บตัวอย่างอาจน้อยลง ถ้าต้องการลดจำนวนน้ำตัวอย่าง ควรใช้วิธีการเก็บรวม

5) ปริมาณของตัวอย่างน้ำ

ปริมาณตัวอย่างน้ำที่เก็บขึ้นกับ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์ แต่ละพารามิเตอร์อาจใช้ปริมาณน้ำที่อาจจะไม่เท่ากัน รายละเอียดปริมาณน้ำที่ควรเก็บแต่ละพารามิเตอร์อยู่ในหัวข้อ "วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำส่งตรวจ"

6) การเก็บรักษาคุณภาพน้ำ

การเก็บรักษาคุณภาพน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของน้ำตัวอย่าง ในช่วงระยะเวลาหลังการเก็บ และ ก่อนการตรวจวิเคราะห์ เช่น เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบต่าง ๆ ลดการระเหยของน้ำ และป้องกันการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางชีววิทยา วิธีการเก็บรักษาคุณภาพน้ำ อยู่ในหัวข้อ "วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำส่งตรวจ"

7) การบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ

เพื่อประโยชน์ต่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำให้ถูกต้อง การบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ จะช่วยทำให้ผู้วิเคราะห์ สามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์ และปริมาณน้ำที่ควรจะนำมาวิเคราะห์ได้ถูกต้อง

ข้อมูลสำรวจระบบในการสีที่เก็บน้ำจากแหล่งน้ำ

- 7.1 วันที่เก็บตัวอย่าง เวลา ช่วงน้ำขึ้นหรือน้ำลง
- 7.2 ชื่อผู้เก็บ
- 7.3 สถานที่เก็บตัวอย่าง
- 7.4 ความลึกของสถานที่ที่เก็บ
- 7.5 วิธีเก็บรักษาตัวอย่าง
- 7.6 พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์
- 7.7 ลักษณะอากาศ
- 7.8 กลิ่น
- 7.9 สีของน้ำ

8. ข้อมูลสำรวจระบบในการสีที่เก็บน้ำจากโรงงาน

- 8.1 ชื่อโรงงาน
- 8.2 ประกอบกิจการ
- 8.3 สถานที่ตั้ง
- 8.4 พารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์
- 8.5 จุดเก็บตัวอย่าง
- 8.6 วิธีการเก็บตัวอย่าง
- 8.7 วันที่และเวลาที่เก็บ
- 8.8 วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำส่งตรวจ

1. ความสำคัญของการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างน้ำ หมายถึง การเก็บตัวอย่างน้ำที่ถูกวิธีในปริมาณที่พอเหมาะต่อการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ทั้งต้องไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากวิธีการเก็บและการขนส่งสามารถใช้เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้น ๆ ในการแสดงผลคุณภาพน้ำในด้านต่าง ๆ ได้ดี

การเก็บตัวอย่างน้ำมีความสำคัญมาก เพราะถึงแม้ว่าห้องปฏิบัติการจะมีเครื่องมือที่ทันสมัย และมีผู้วิเคราะห์ที่มีความสามารถเพียงใดก็ตาม แต่ถ้าการเก็บตัวอย่างน้ำนั้น เก็บแบบผิดวิธีและเกิดการปนเปื้อนขึ้นแล้ว ผลที่วิเคราะห์ออกมานั้นก็ไม่ใช่ค่าที่แท้จริงตามคุณสมบัติของตัวอย่างน้ำนั้น ดังนั้น การเก็บตัวอย่างจึงนับได้ว่าเป็นส่วนสำคัญ ก่อนดำเนินการตรวจวิเคราะห์ สิ่งที่ต้องให้ความสนใจมากที่สุดคือ ผู้ที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ ควรมีความรู้และความเข้าใจในการเก็บตัวอย่างเป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

- (1) การวางแผนและความถี่ ในการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม เพื่อให้ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ
- (2) ตัวอย่างที่เก็บมา ควรเก็บรักษาไว้ในที่ที่เหมาะสมและแยกตามประเภท
- (3) ตัวอย่างที่เก็บ ควรเก็บปริมาณเพียงพอสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์
- (4) ตัวอย่างที่เก็บต้องเป็นตัวแทนที่ดีของตัวอย่างทั้งหมด
- (5) ในการเก็บตัวอย่างจะต้องระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อน
- (6) ตัวอย่างที่ได้ ต้องมีการรักษาคุณภาพให้เหมือนเดิม และต้องทำการวิเคราะห์ทันที
- (7) ควรบ่งบอกรายละเอียดของตัวอย่าง โดยการใช้ฉลาก
- (8) การเลือกจุดเก็บควรคำนึงถึงแหล่งน้ำ จุดที่น้ำนำมาใช้ การฆ่าเชื้อในน้ำ การเก็บและการจำแนก ที่เก็บน้ำประจําบ้าน วิธีการนำน้ำมาใช้

2. ชนิดของตัวอย่าง

(1) ตัวอย่างแยก (Grab or catch sample)

เป็นตัวอย่างน้ำที่เก็บเพียงครั้งเดียว ที่เวลา และสถานที่หนึ่ง ๆ ของแหล่งน้ำ เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีคุณภาพที่ค่อนข้างคงที่ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ตัวอย่างน้ำนั้นเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำ ๓ เวลา และจุดที่ทำการเก็บชนิดของแหล่งน้ำที่เหมาะสมกับการเก็บตัวอย่างน้ำชนิดนี้คือ น้ำรับป่า น้ำผิวดิน น้ำบาดาล เป็นต้น

(2) ตัวอย่างรวมแบบ Composite (Composite sample)

เป็นตัวอย่างรวมที่เก็บจากหลายที่หนึ่งหลาย ๆ ครั้ง ต่างเวลากันในระยะเวลา 24 ชั่วโมง การเก็บตัวอย่างน้ำแบบนี้เหมาะสำหรับการตรวจวิเคราะห์หาความเข้มข้นเฉลี่ยในการคำนวณหาความยาวที่จำกัจัดน้ำเพื่อ ชนิดของแหล่งน้ำที่เหมาะสมกับการเก็บตัวอย่างน้ำชนิดนี้ เช่น น้ำที่รับมาโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

(3) ตัวอย่างรวมแบบ Integrated (Integrated sample)

เป็นตัวอย่างรวมที่เก็บจากจุดต่าง ๆ กัน ในเวลาเดียวกัน หรือในเวลาที่ใกล้เคียงกันที่สุด ตัวอย่างที่ควรเป็นต้องเก็บโดยวิธีนี้ได้แก่ ฉม น้ำ ผาธาร ซึ่งคุณภาพของแหล่งน้ำ จะแปรผันตามความกว้างลึก แต่การเก็บตัวอย่างรวมค่อนข้างยุ่งยากจึงนิยมเก็บแบบตัวอย่างแยก

3. ภาชนะบรรจุ

ภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ที่จะส่งตรวจ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น

ก. ภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

(1) เพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีทั่วไป

ภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำ ควรทำด้วยพลาสติกอย่างดี เช่น โพลีโพรพิลีน ซึ่งมีจุดเกลียวทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน และปิดได้สนิท การใช้ภาชนะชนิดนี้จะทำให้การขนส่งสะดวกและไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยากับน้ำ หรือสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำ ขนาดของภาชนะที่ได้จะเป็นพลาสติกขนาด 4 ลิตร หรือ 2 ลิตร (ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ ว่ามากน้อยเพียงใด)

(2) เพื่อส่งตรวจวิเคราะห์โลหะหนักและไนโตรเจน

ภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำ ทำด้วยพลาสติกพอลิเอทิลีน หรือโพลีโพรพิลีน ซึ่งมีจุดเกลียวทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกันขนาด 1 ลิตร

(3) เพื่อส่งตรวจวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

ภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำ ทำด้วยแก้วซึ่งมีสีชาหรือมึนฝาถูกปิดที่เป็นพลาสติกเคลือบด้วยเทฟลอน หรือใช้อลูมิเนียมเปลวที่ผ่านการล้างด้วยอะซิโตน หุ้มก่อนปิดฝาพลาสติก

๖. ภาวะที่ใช้น้ำบรรจุด้วยน้ำในการตรวจวิเคราะห์ผลคุณภาพทางเคมี เจลินทรีย์ในน้ำดื่ม

(1) เพื่อส่งตรวจวิเคราะห์โคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ภาวะที่ใช้น้ำบรรจุด้วยน้ำ ควรเป็นขวดแก้วแบบจุกแก้ว ขนาดความจุประมาณ 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร ฉ้างให้สะอาด ล้างให้แห้ง เมื่อแห้งแล้วปิดจุกแก้วที่มีกระดาษอลูมิเนียมหุ้มไว้ (สำหรับจับเวลาเปิดขวด) บรรจุขวดลงในกระป๋องโลหะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อน ซึ่งต้องนำไปอบที่อุณหภูมิ 150 - 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง เพื่อฆ่าเชื้อโรค ทั้งไว้ใช้หีบที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปใช้สำหรับตัวอย่างที่เป็นน้ำประปา หรือตัวอย่างน้ำบางชนิดที่มีการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน อาจมีปริมาณคลอรีนตกค้างเหลืออยู่ในตัวอย่างน้ำซึ่งมีผลในการทำลายแบคทีเรียในตัวอย่างน้ำ จึงจำเป็นต้องกำจัดคลอรีนตกค้าง โดยการเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ความเข้มข้น ประมาณ 100 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 2 หยด ลงในขวดเปล่าก่อนนำไปอบฆ่าเชื้อ ระวังเกิดตัวอย่างที่อบฆ่าเชื้อแล้วห้ามเปิดเล่น ให้เปิดเฉพาะเมื่อจะเก็บตัวอย่างเท่านั้น

(2) เพื่อส่งตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค

ภาวะที่ไว้เก็บตัวอย่างน้ำ เมื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogenic bacteria) เป็นขวดแก้วแบบจุกแบบทรงสูง มีฝาแก้วปิดสนิทและมีขนาดบรรจุ 180 ลบ.ซม. และภาสในขวดมีอาหารเพาะเชื้อจำนวน 15 ลบ.ซม.

วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง ลำธาร

ควรเก็บที่จุดกึ่งกลาง ซึ่งถือว่าเป็นบริเวณที่ น้ำมีการผสมผสานกันดีที่ สุด ความลึกที่เก็บ ความทฤษฎีต้องเก็บที่ระดับระหว่าง 30 ซม. ใต้ผิวน้ำ และ 30 ซม. เหนือท้องน้ำ ทั้งนี้ เพื่อให้ตัวอย่างที่ได้ไม่มีสารแขวนลอยบนผิวน้ำและตะกอน ที่ท้องน้ำเจือปน ในทางปฏิบัติ ถ้าใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ นิยมเก็บที่ความลึก ประมาณ 1 เมตร เนื่องจากเป็นระดับที่มีการนำน้ำไปใช้ หรือถ้าไม่ใช้เครื่องมือที่ เก็บตัวอย่างน้ำ การเก็บนิยมนิยมเก็บตัวอย่างที่ความลึกประมาณหนึ่งช่วงเมตร

เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ มีรูปเป็นทรงกระบอกทำด้วยเหล็กที่เคลือบผิวด้วยโลหะที่ ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ หรือสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำหรืออาจทำด้วยพลาสติก ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ และฝาเกลียวปิดได้สนิท

อุปกรณ์ที่ใช้ค่อน้ำหนึ่งตัวอย่าง

- ภาชนะพลาสติกขนาด 4 ลิตร จำนวน 1 ใบ
(เพื่อตรวจวิเคราะห์เคมีทั่วไป)
- ภาชนะพลาสติกขนาด 1 ลิตร จำนวน 2 ใบ
(เพื่อตรวจวิเคราะห์หาโลหะหนักและสารไนโตรเจน)
- สวตเก็บแบคทีเรียพร้อมกระป๋องบรรจุจำนวน 1 ชุด
(เพื่อตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรีย)
- สวตเก็บตัวอย่างน้ำ สำหรับตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรค จำนวน 2 ใบ (เพื่อตรวจวิเคราะห์หา Shigella และ Salmonella)

การเก็บเนื้อตรวจวิเคราะห์คุณภาพร่างกายและเคมี

ล้างภาชนะบรรจุด้วยน้ำตัวอย่าง 2 - 3 ครั้ง แล้วบรรจุตัวอย่างน้ำตามปริมาณที่ต้องการ ปิดฝาให้สนิทแล้วปิดฉลากให้เรียบร้อย ในกรณีที่ไม่มีเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำให้ใช้ภาชนะบรรจุที่ล้างด้วยน้ำตัวอย่างแล้วปิดฝา ภาชนะบรรจุลงใต้ผิวน้ำ โคนหินปากภาชนะบรรจุตัวอย่าง ไปในที่ที่ทิศทางตรงข้ามทิศก้นน้ำไหล (หลีกเลี่ยงบริเวณน้ำนิ่ง) เปิดฝาสอก เมื่อน้ำไหลเข้ามาในภาชนะบรรจุจนเต็มปริ่มปิดฝาด้วยน้ำขึ้นจากหน้า หากไม่สามารถเก็บด้วยวิธีนี้ได้ อาจใช้ภาชนะที่นำขึ้นมาโดยล้างภาชนะที่ใช้ซักให้สะอาดด้วยน้ำตัวอย่างแล้วจึงลึกลงน้ำใส่งเดิม ปิดฝาให้สนิทและปิดฉลากให้เรียบร้อย

การเก็บเนื้อตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางแบคทีเรีย

- ล้างกระป๋องที่บรรจุขวดลงมือไว้ด้วยมือขวา ล้างกระป๋องในล้างออกจับกันขวดล้างอื่น เปิดจุกขวดโดยจับบนกระดาดลومیเนื้อนอนไฟรอบปากขวดขณะเดียวกัน ล้างภาชนะที่ใช้ลึกลงตัวอย่างน้ำให้สะอาดด้วยน้ำตัวอย่าง แล้วจึงนำไปตักน้ำ (ระวังอย่าให้ปากภาชนะออกมือ)

- ถ้าน้ำลงในขวดเก็บตัวอย่างที่เพิ่งฉนวนไฟโดยเร็ว โดยให้มีช่องว่างประมาณ 1 นิ้ว จากปากขวดก่อนปิดจุกฉนวนไฟ รอบปากขวดและจุกอีกครึ่งหนึ่ง ปิดจุกให้แน่นแล้วบรรจุลงในกระป๋องโลหะตามเดิม

- นำนวตผลของกระป๋องโลหะด้วยกระดาษแก้ว 2-3 รอบ ปิดฉลากให้เรียบร้อย

การเก็บเนื้อเพื่อการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค

- ล้างภาชนะที่ใช้ลึกลงตัวอย่างน้ำให้สะอาด ด้วยน้ำตัวอย่าง แล้วจึงนำไปตักน้ำ

- ถ้าน้ำลงในขวดเก็บตัวอย่างที่เพิ่งฉนวนไฟโดยเร็ว โดยให้มีน้ำบรรจุอยู่เพียง 3 ใน 4 ของขวด

- ก่อนปิดจุกฉนวนไฟรอบปากขวดและจุกอีกครึ่งหนึ่งปิดจุกให้แน่น

การรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่ได้จำเป็นต้องรักษาคุณภาพให้เหมือนเดิมทุกประการ และจะต้องระมัดระวัง ไม่ให้เกิดการปนเปื้อนภายหลังการเก็บได้ มิฉะนั้นผลการตรวจวิเคราะห์จะผิดไปจากความเป็นจริง

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ และการรักษาคุณภาพเพื่อการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ จำเป็นต้องเก็บหลายขวด และมีวิธีรักษาคุณภาพต่างกันดังนี้

(ก) ตัวอย่างน้ำ สำหรับการตรวจวิเคราะห์ ทางเคมีและกายภาพทั่วไป เช่น สี ความขุ่น ความกระด้าง คลอไรด์ เป็นต้น ให้เก็บตัวอย่างน้ำประมาณ 2 ลิตร บรรจุน้ำให้เต็มปิดฝาให้สนิทแช่เย็นทันที ส่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์หรือส่งเข้าไม่เกิน 24 ชั่วโมง

(ข) ตัวอย่างน้ำ สำหรับการตรวจวิเคราะห์ หาสารประกอบไนโตรเจน และสารประกอบอินทรีย์บางชนิด ให้เก็บตัวอย่างน้ำประมาณ 1 ลิตร แล้วเติมกรดซัลฟูริก เข้มข้นประมาณ 1 ลบ.ซม. แช่ให้เข้ากันนำส่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์หรือส่งเข้าไม่เกิน 24 ชั่วโมง

(ค) ตัวอย่างน้ำสำหรับการตรวจวิเคราะห์โลหะ ให้เก็บตัวอย่างน้ำประมาณ 1 ลิตร เติมกรดไนตริก เข้มข้น 1 ลบ.ซม. แช่ให้เข้ากันนำส่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์หรือส่งเข้าไม่เกิน 24 ชั่วโมง

(ง) ตัวอย่างน้ำสำหรับตรวจวิเคราะห์หาธาตุแอมลง ให้เก็บตัวอย่างในภาชนะทำด้วยแก้วสีชา ขนาดความจุอย่างน้อย 1 ลิตร บรรจุตัวอย่างจนเต็มปิดฝาให้สนิทนำส่งห้องปฏิบัติการทันทีหรือส่งเข้าไม่เกิน 24 ชั่วโมง

(จ) ตัวอย่างน้ำสำหรับตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียและจุลินทรีย์ก่อโรค ให้แช่เย็นนำส่งห้องปฏิบัติการทันทีหรือส่งเข้าไม่เกิน 24 ชั่วโมง

การปิดฉากภาพยนตร์

- เพื่อมิให้เกิดการสับสนให้ปิดฉากที่ภาพยนตร์จบลง แม้จะเก็บเงิน
ตัวอย่างเดียว
- การเขียนรายละเอียดจบฉาก คือ ใช้ปากกาจุดดินที่หมึกไม่ละลายน้ำ
ไม่ควรใช้ดินสอ หรือปากกาหมึกซึม
- ฉากควรมีรายละเอียดดังรูปด้านล่าง

หมายเลขฉาก
 ต้องการวิเคราะห์
 สถานที่เก็บ
 วันที่เก็บ เวลา
 ชื่อผู้เก็บ

- กระดาษที่ใช้เขียน (ฉากที่ปิดจบภาพยนตร์) ควรจะไม่เก็บข้อเพื่อ
ถูกน้ำ เช่น กาวสัน และกาวที่ใช้ไม่ควรรละลายน้ำ

มาตรฐานคุณภาพน้ำ

เมื่อก้าวถึงคุณภาพน้ำบริโภคในแง่ของผู้ใช้น้ำหรือผู้บริโภคแล้ว จะพึงพอใจในคุณภาพของน้ำโดยให้ความรู้สึกของตนเป็นเครื่องวัดเท่านั้น หากน้ำที่ใช้บริโภคใช้สะอาด ปราศจากกลิ่น สี หรือรสที่นำรังเกียจ ผู้ใช้น้ำจะพึงพอใจและใช้น้ำนั้นโดยปราศจากข้อระแวงสงสัยแต่อย่างใด แต่ในด้านของมีที่ต้องรับผิดชอบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนผู้ใช้น้ำ พร้อม ๆ กับจะต้องจัดหาเพื่อการอุปโภค บริโภคให้เหมาะสมกับสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งไม่เพียงพอ ก็จะเป็นหลักประกันได้ว่าน้ำนั้นสะอาดและปลอดภัย เหมาะสมสำหรับเป็นน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค ดังแท้จริง เพราะอาจมีสิ่งซึ่งเป็นพิษปะปนหลงเหลืออยู่ โดยที่ประสาทสัมผัสของมนุษย์ไม่อาจรับหรือรู้สึกได้

คำดัชนีคุณภาพน้ำ

ตัวชี้วัดที่สิ่งเจือปนที่อยู่ในน้ำอาจส่งผลให้น้ำมีกลิ่น สี และรส ที่ประสาทสัมผัสของมนุษย์รับรู้ได้ และการที่สามัญสำนักบอกเราว่า "น้ำที่มีความขุ่น มีสี กลิ่น หรือรสที่นำรังเกียจและสกปรกใช้ดื่มไม่ได้ หากดื่มจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย" นั้น ชาวสหประชาชาติได้รลดพันพิษภัยจากโรคภัย และสิ่งมีพิษต่าง ๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำมาอย่างมากมาย และเป็นเวลานานถึงจะไม่ทั้งหมดก็ตาม เพราะฉะนั้น การที่ถือว่าคุณสมบัติทางกายภาพทั่วไปคือ กลิ่น สี และรส ซึ่งสามารถสัมผัสรับรู้ได้โดยง่ายนั้น เป็นคำดัชนีหรือ "ข้อกำหนดขั้นต้น" ที่มนุษย์ใช้พิจารณาคุณภาพของน้ำว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภคหรือไม่ จึงเป็นสิ่งที่มิทั้งเหตุผลและมีความจำเป็นรวมอยู่ด้วยกัน

คำดัชนีคุณภาพน้ำ คือ เครื่องบ่งชี้ หรือ คุณสมบัติที่ควรมีของน้ำบริโภคในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านกายภาพ เคมี และแบคทีเรีย เพื่อบอกให้รู้ว่ามีน้ำนั้นมีการปนเปื้อนของของเสีย วัสดุ สารพิษ หรือ แบคทีเรียหรือไม่ นอกเหนือจากการใช้เป็นสิ่งอ้างอิงในการวิเคราะห์ ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตน้ำสะอาด หรือระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำทางกายภาพ

คุณภาพน้ำทางกายภาพ เป็นลักษณะของน้ำ ที่ประสาทสัมผัสสองมนุษย์รับรู้ได้ ง่าย ได้แก่ กลิ่น สี รส ความขุ่น ถือเป็นเรื่องบังคับ หรือ ข้อกำหนดเบื้องต้นที่ นิยามว่า คุณภาพน้ำมีความเหมาะสม ที่จะใช้เป็นน้ำอุปโภคบริโภคเพื่อบริโภค จึงเป็น เหตุผลและความจำเป็นในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคทุกประเภท โดยกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพเหล่านี้ไว้ก่อนเป็นอันดับแรก แม้คุณสมบัติเหล่านี้จะมีใช้สิ่ง ที่ส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคน้ำนั้น ๆ ก็ตาม

คุณภาพทางเคมี

ความเจริญก้าวหน้าของวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คุณสมบัติทาง เคมีของน้ำ ทำให้เราสามารถแยกแยะ สารประกอบและสิ่งเจือปน ที่มีอยู่ในน้ำ อุปโภค - บริโภค ได้ละเอียดถี่ถ้วนกว่าที่ทำได้ในทศวรรษก่อนเป็นอย่างมาก ซึ่งเมื่อนิยามว่าอย่างลึกซึ้งก็จะเห็นว่าเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง เพราะความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีสมัยใหม่มิได้ให้ผลประโยชน์ต่อเพียงอย่างเดียว ในขณะที่เดียวกัน ก็ทำให้มีการใช้และถ่าน เกษตรเคมี ที่เป็นสารเคมี ทั้งชนิดอินทรีย์ และ อนินทรีย์เคมี จำนวนมากมายยิ่งขึ้นทุกวัน ลงสู่แม่น้ำลำคลองและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าจะ เกิดผลในทางลบโดยตรงต่อคุณภาพของน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค

ในหัวข้อนี้จึงเป็นการนิยามถึงสารประกอบทางเคมีหรือแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ สำคัญ ซึ่งอาจละลายหรือเจือปนอยู่ในน้ำอุปโภค - บริโภค และจำเป็นต้องควบคุม เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค

คุณภาพทางแบคทีเรีย

โดยทฤษฎีน้ำดื่มหรือน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค ควรปราศจากแบคทีเรียที่เป็นผล หรือเกิดจากการปนเปื้อนด้วยของเสียต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งของเสียจากคนหรือสัตว์ เพื่อเป็นหลักประกันว่า น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค ที่บริโภคของผู้ประชาชน มีคุณภาพทางแบคทีเรียที่มุ่งหมายไว้ ภาวะเกินด้วยอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์หาสิ่งปนเปื้อน หรือสิ่งที่มีชื่อว่าน้ำบริโภคนั้น ได้วิวัฒนาการเป็นป้อนด้วยของเสียจากมนุษย์หรือสัตว์หรือไม่เพียงใด จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นจะต้องกระทำ สิ่งที่เป็นเครื่องหมายบ่งชี้ หรือ ดัชนีพื้นฐานที่แสดงให้เห็น คุณภาพทางแบคทีเรียอย่างมีประสิทธิภาพ ก็คือจุลชีพ (Micro organisms) ในกลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliform group) ถึงแม้ว่าจุลชีพในกลุ่มโคลิฟอร์มดังกล่าวนี้ จะไม่ใช่ทุกชนิดที่มีต้นกำเนิดในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นต่าง ๆ แต่หลาย ๆ ชนิดซึ่งเป็นส่วนใหญ่ของกลุ่ม เราพบได้เป็นจำนวนมาก ในช่องเสียจากมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นที่กล่าว เพราะฉะนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าการพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียนี้จะมีเพียงน้อยชนิดในน้ำ ก็ควรถือเป็นเรื่องปกติธรรมดาที่เราเห็นว่าน้ำนั้นอาจได้รับการปนเปื้อนด้วยของเสียจากมนุษย์หรือสัตว์มาแล้ว และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบนั้น เป็นชนิดที่มีต้นกำเนิดในลำไส้มนุษย์หรือสัตว์เลือดอุ่นที่เราเรียกว่า มีโคลิฟอร์ม เช่น เอสเชอริเชีย โคลิ (Escherichia coli) ก็เป็นที่น่าใจได้โดยทันทีว่าน้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนอย่างนั้นแน่นอนและใช้เป็นน้ำบริโภคไม่ได้

นอกจากจุลชีพกลุ่มโคลิฟอร์ม ยังมีจุลชีพอื่น ๆ บางตัว เช่น Faecal streptococci และ Sulfite reducing clostridia ที่สามารถทำให้เป็นดัชนีให้เห็นว่าเกิดการปนเปื้อนของ ของเสียจากคน หรือสัตว์ หรือไม่

วิธีการกำหนดค่ามาตรฐาน

1. พีเอช (pH)

หนึ่งในจุดประสงค์หลักของการควบคุมระดับ pH ของน้ำอุปโภค - บริโภค ก็คือ เพื่อลดการพกร้อน และ เสื่อมสภาพของระบบท่อจ่ายน้ำ ซึ่งเป็นผลจากการมีความสัมพันธ์กันระหว่าง pH และสารละลายอื่น ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ หรือคุณสมบัติอย่างอื่น ๆ เช่น จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ ความกระด้าง ความเป็นด่าง (Alkalinity) และอุณหภูมิของน้ำ เป็นต้น ระดับ pH ที่ต่ำกว่า 7 อาจก่อให้เกิดการสึกกร่อนอย่างมากมายของโลหะชนิดต่าง ๆ ในระบบท่อ แต่ในขณะเดียวกัน หาก pH อยู่ในระดับสูงกว่า 8.0 ประสิทธิภาพของคลอรีนในการฆ่าเชื้อในน้ำจะลดลง เพราะฉะนั้น pH ของน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค จึงควรรักษาไว้ให้อยู่ในช่วง 6.5 - 8.5

2. กลิ่นและรส (Taste and Odour)

กลิ่นของน้ำส่วนใหญ่ เกิดจากสารอินทรีย์ที่หลงเหลือปะปนอยู่ กลิ่นบางชนิดอาจแสดงให้เห็นว่า มีปฏิกิริยาหรือการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา เกิดขึ้นในน้ำนั้น แต่บางชนิดก็อาจเป็นผลจากการปนเปื้อนของ ของเสียทางอุตสาหกรรม การตรวจสอบทางสุขาภิบาลจึงควรรวม การตรวจหาแหล่งที่เป็นต้นเหตุให้เกิดกลิ่นขึ้นในน้ำทั้งที่มีอยู่ และที่จะเป็นปัญหาขึ้นได้ในภายหลัง ซึ่งเมื่อนับแล้วควรให้ความสำคัญแก่ไรเพื่อจัดการปัญหาให้หมดสิ้นไป เราอาจเรียกความรู้สึกที่รับรู้ถึงกลิ่นและรสของสารต่าง ๆ ได้อย่างง่าย ๆ ว่า "รสชาติ" ปัญหาของ "รสชาติ" ในน้ำบริโภคจะเป็นที่ทราบได้โดยเกือบทันที จากการร้องเรียนของผู้ใช้น้ำ โดยทั่ว ๆ ไป ค่อมรับรสในช่องปากของมนุษย์ จะสามารถรับรสของ สารประกอบอินทรีย์โดยเฉพาะ เช่น แมกเนเซียม แคลเซียม โซเดียม ทองแดง เหล็ก และ สังกะสี แต่เกลือบางชนิด ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต และแคลเซียมคลอไรด์ จะต้องมีปริมาณในน้ำสูงพอกับที่อยู่ในน้ำลาย จึงจะทำให้เริ่มรู้สึกว่ามีรสคาวคาวปนคาว รสชาติที่

น้ำรั่วเกิดขึ้นของน้ำอาจเป็นผลให้ปริมาณการใช้น้ำลดลง และอาจทำให้ผู้ใช้ใช้น้ำหันไปใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยได้

การใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ อาจทำให้มีคลอรีนตกค้างที่ทำให้เกิดกลิ่นรส ที่ผู้ใช้ น้ำรู้สึกได้ การลดปริมาณคลอรีน ในการฆ่าเชื้อลงเพื่อวัตถุประสงค์ทางเรื่องรสชาติของน้ำอาจจะกระทำได้ แต่จะต้องไม่ทำให้ น้ำเพื่อการบริโภคนั้นขาดความปลอดภัยทางด้านแบคทีเรีย

การเปลี่ยนแปลงของกลิ่น รส ของน้ำอุปโภค บริโภคที่บริการผู้สาธารณชน อาจชี้ให้เห็นเป็นสัญญาณให้ทราบได้ว่า คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำดิบเปลี่ยนแปลงหรือมีจะนั้นก็เกิด ความบกพร่องขึ้นในระบบการผลิตน้ำสะอาด หรือการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

โดยที่น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค ควรปราศจาก กลิ่น และ รส ซึ่งเป็นที่น่ารังเกียจต่อผู้ใช้ น้ำส่วนใหญ่ การควบคุมคุณภาพน้ำในด้านนี้ จึงควรถูกกำหนดเป้าหมายไว้ว่า "จะต้องปราศจาก กลิ่น และรสที่น่ารังเกียจ"

3. ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นสูง ๆ สามารถป้องกันการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (disinfection) และอาจกระตุ้นให้เกิดการเจริญ และขยายจำนวนของแบคทีเรีย เพราะฉะนั้นในกรณีที่จะต้องใช้กระบวนการฆ่าเชื้อ ความขุ่นของน้ำจะต้องให้ต่ำไว้ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ค่ามาตรฐานความขุ่นของน้ำบริโภค ที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้คือ ไม่เกิน 5 NTU หรือ 5 NTU แต่หากมีกระบวนการฆ่าเชื้อ ค่าความขุ่นไม่ควรสูงกว่า 1 NTU ตามที่กล่าวแล้ว

4. สี (Colour)

สีของน้ำอาจเกิดจากสารอินทรีย์ โทสเซ เช่น เหล็ก และแมงกานีส หรือ น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมที่ใช้สี เช่น โรงงานทอผ้า คำสีที่เหมาะสมกำหนดไว้ 15 CTU น้ำที่ระดับสูงกว่า 15 CTU จะสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

5. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total dissolved solids)

ของแข็งที่ละลายในน้ำส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ (inorganic substances) โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมโบคาร์บอเนต คลอไรด์ และซัลเฟต ความสำคัญของของแข็งที่ละลายในน้ำ ในด้านคุณภาพน้ำบริโภค - อุปโภค ก็คือ ผลกระทบที่มีต่อรสของน้ำ ปริมาณของแข็งละลายในน้ำ หากอยู่ในระดับต่ำกว่า 600 มิลลิกรัม/ลิตร โดยทั่วไปถือว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี เหมาะสมต่อการบริโภคแล้ว แต่ถ้าสูงสูงกว่า 1,200 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำนั้นอาจไม่เหมาะต่อการใช้เป็นน้ำเพื่อการบริโภค ดังนั้นระดับที่ควรควบคุมไว้ คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการบริโภค จึงไม่ควรให้เกินกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร โดยพิจารณาจากการทำให้เกิดรส

6. เหล็ก (Iron)

ถึงแม้ว่าเหล็กจะเป็นธาตุชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญในด้านโภชนาการ แต่เราไม่ถือว่า น้ำบริโภคเป็นแหล่งสำคัญของแร่เหล็กกับร่างกาย ถ้ามีเหล็กอยู่ในน้ำอุปโภค - บริโภค ในระดับ 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้เกิดปัญหาในการใช้น้ำเพื่อการซักล้างเครื่องนุ่งห่ม และทำให้เกิดกลิ่น รส ที่ไม่พึงประสงค์ในอาหาร และเครื่องดื่ม และทำให้เกิดการอุดตันขึ้นในท่อน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ง่าย เพราะฉะนั้น ในการมีแร่เหล็กในน้ำอุปโภค - บริโภค มากเกินไป จะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองในการซ่อมแซม บำรุงรักษาระบบท่อต่าง ๆ และอาจทำให้ผู้ใช้มีน้ำ ร้องเรียนขึ้นได้ ปริมาณเหล็กละลายในน้ำเพื่ออุปโภค - บริโภค จึงควรควบคุมไว้ที่ระดับไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร

4. สี (Colour)

สีของน้ำอาจเกิดจากสารอินทรีย์ โลหะ เช่น เหล็ก และแมงกานีส หรือ น้ำที่มาจากอุตสาหกรรมที่ใช้สี เช่น โรงงานทอผ้า ค่าสีที่เหมาะสมกำหนดไว้ 15 CTU แม้ว่าที่ระดับสูงกว่า 15 CTU จะสามารถมองเห็นได้ชั่วตาเปล่า

5. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total dissolved solids)

ของแข็งที่ละลายในน้ำส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ (inorganic substances) โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ไบคาร์บอเนต คลอไรด์ และซัลเฟต ความสำคัญรองของแข็งที่ละลายในน้ำ ในด้านคุณภาพน้ำบริโภค - อุปโภค ก็คือ ผลกระทบที่มีต่อรสของน้ำ ปริมาณของแข็งละลายในน้ำ หากอยู่ในระดับต่ำกว่า 800 มิลลิกรัม/ลิตร โดยทั่วไปถือว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี เหมาะสมต่อการบริโภคแล้ว แต่หากมีสูงกว่า 1,200 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำนั้นอาจไม่เหมาะต่อการใช้เป็นน้ำเพื่อการบริโภค ดังนั้นระดับที่ควรควบคุมไว้ คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการบริโภค จึงไม่ควรให้เกินกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร โดยพิจารณาจากภาวะทำให้เกิดรส

6. เหล็ก (Iron)

ถึงแม้ว่าเหล็กจะเป็นธาตุชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญในด้านโภชนาการ แต่เราไม่ถือว่า น้ำบริโภคเป็นแหล่งสำคัญที่ให้แร่เหล็กกับร่างกาย ถ้ามีเหล็กอยู่ในน้ำอุปโภค - บริโภค ในระดับ 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้เกิดปัญหาในการใช้น้ำเพื่อการซักล้างเครื่องนุ่งห่ม และทำให้เกิดกลิ่น รส ที่ไม่พึงประสงค์ในอาหาร และเครื่องดื่ม และทำให้เกิดการอุดตันขึ้นในท่อน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ง่าย เพราะฉะนั้น ในการมีแร่เหล็กในน้ำอุปโภค - บริโภค มากเกินไป จะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองในการซ่อมแซม บำรุงรักษาระบบท่อต่าง ๆ และอาจทำให้ผู้ใช้น้ำร้องเรียนกันได้ ปริมาณเหล็กละลายในน้ำเพื่ออุปโภค - บริโภค จึงควรควบคุมไว้ที่ระดับไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร

7. แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสในน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ในระดับสูงกว่า 0.15 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้เกิดปัญหาในระบบท่อและอุปกรณ์ และเกิดปัญหาในการซักล้างเครื่องนุ่งห่มเช่นเดียวกับเหล็ก และถ้ามีปริมาณสูงกว่านี้ ก็จะทำให้เกิดรสชาติที่ไม่พึงปรารถนา เมื่อนำน้ำไปใช้ประกอบอาหารและเครื่องดื่ม เพราะฉะนั้นจะลดปัญหาการซักล้าง และการเสื่อมสภาพของระบบท่อและอุปกรณ์ แมงกานีสในน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ไม่ควรให้มีเกินกว่า 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร

8. ซัลเฟต (Sulfate)

เกลือซัลเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำบริโภคจำนวนมาก ๆ มีผลทำให้เกิดอาการท้องร่วงขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาการจะเป็นมาก หากเป็นเกลือซัลเฟตที่เชื่อมซัลเฟต เกลือแมกนีเซียมซัลเฟตนี้ หากละลายน้ำให้ได้ความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัม/ลิตร จะใช้เป็นสารระบายสำหรับผู้ใหญ่ได้ และหากความเข้มข้นต่ำกว่า ก็เป็นอันตรายสำหรับเด็กหรือผู้ใหญ่ที่ไม่เคยใช้มาก่อน ซัลเฟตไม่สามารถกำจัดให้ออกจากน้ำโดยการมีวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำธรรมดาทั่วไป การวิธีสารส้มซึ่งเป็นผลดีในกระบวนการตกตะกอนของระบบการบำบัดน้ำประปา หรือปรับปรุงคุณภาพที่แท้จริงแล้ว เป็นกว่าเพิ่มปริมาณของซัลเฟตในน้ำให้สูงยิ่งขึ้นนั่นเอง

โดยทั่วไป ซัลเฟตมีผลทำให้น้ำบริโภค เกิดรสได้ที่แตกต่างจากคลอไรด์ และคาร์บอเนต ความเข้มข้นของรสที่เกิดขึ้นจากซัลเฟตเปลี่ยนแปลง โดยขึ้นอยู่กับว่าเป็นเกลือซัลเฟตชนิดใด และจะต้องมีปริมาณของอนุมูลซัลเฟตอยู่ในช่วง 200 - 500 มิลลิกรัม/ลิตรด้วย เพราะฉะนั้นการกำหนดมาตรฐานน้ำบริโภค จึงยึดปริมาณของซัลเฟตที่จะทำให้เกิดรสขึ้นในน้ำ ซึ่งองค์การอนามัยโลกให้ไว้อยู่ในระดับ ไม่เกิน 400 มิลลิกรัม/ลิตร

9. สังกะสี (Zinc)

สังกะสี เป็นธาตุที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ในทางโภชนาการ ปริมาณที่
ต้องการสำหรับร่างกาย คือ ประมาณ 4 - 10 มิลลิกรัม / วัน โดยขึ้นอยู่กับ
อายุ และเพศ แต่อย่างไรก็ตาม น้ำบริโภคที่มีสังกะสีจะล้นอยู่ในจำนวนสูงเกินกว่า
5.0 มิลลิกรัม/ลิตร จะเกิดรสฝาดหรือเผ็ดและอาจเริ่มมีสีเปลี่ยนแปลงไป หรือ
เริ่มขุ่น และหากดื่มจะเกิดผื่นบาง ๆ แฉววาว คล้ายน้ำมันล้นเป็นผาอยู่บนผิวหนัง
เพราะฉะนั้น ในน้ำบริโภคจึงไม่ควรให้มีสังกะสีล้นค่าอยู่เกินกว่า 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร

10. อาร์เซนิค (Arsenic)

จากข้อมูลทางด้านสุขภาพอนามัย พบว่า ปริมาณอาร์เซนิคขนาด 50
ไมโครกรัม/ลิตร ยังไม่มีผลใด ๆ ต่อสุขภาพ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีอาการประหม่น
ว่า การรับเอาอาร์เซนิคเข้าสู่ร่างกายทางอาหารและน้ำดื่ม แม้จะเป็นจำนวน
น้อยก็อาจเป็นสาเหตุของมะเร็ง ดังนั้น องค์การอนามัยโลกจึงให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า
ปริมาณอาร์เซนิคในน้ำเพื่อการบริโภค ไม่ควรเกินระดับ 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร

11. แคดเมียม (Cadmium)

ตามปกติในอาหาร น้ำ และอากาศ ที่ใช้สำหรับการดำรงชีวิตของคน
หนึ่งในระยะหนึ่งปีเท่านั้น จะมีปริมาณแคดเมียมรวมกัน ไม่เกินระดับที่ซ่อนให้ได้
ตามข้อกำหนดของ คณะผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารของ องค์การอาหารและเกษตรกรรม
และองค์การอนามัยโลก คือ 0.4 - 0.6 มิลลิกรัม นอกจากนั้นยังไม่เคยปรากฏ
ว่าระดับปกติของแคดเมียมที่หลงเหลืออยู่ในน้ำบริโภค ทำให้เกิดมีสุขภาพด้านสุขภาพ
อนามัยของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม แคดเมียมเป็นสารพิษที่มีอันตรายร้ายแรง หาก
ได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มาก หรือเกินขนาด การเฝ้าระวังหรือควบคุมให้อยู่ใน
ระดับมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก คือไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงเป็นสิ่ง
ที่ควรถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด (มาตรฐานน้ำบริโภคของกลุ่มประเทศคสม. เศรษฐกิจยุโรป
กำหนดระดับสูงสุดของแคดเมียม ที่ยอมให้มีได้เพียง 0.005 มิลลิกรัม/ลิตร)

12. โครเมียม (Chromium)

เนื่องจากโครเมียม (VI) มีอันตรายต่อคนมากกว่าโครเมียม (VII) จึงจำเป็นต้องพิจารณาถึง รูปแบบส่วนใหญ่ที่คนได้รับเข้าไปในสิ่งแวดล้อม โครเมียมในน้ำที่ระดับความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนใหญ่จะเจออยู่ในรูปโครเมียม (VI) ได้ 40 - 60 x และที่ระดับโครเมียม 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำจะมีผลน้อยกว่าครึ่งของปริมาณที่กินเข้าไปทั้งหมด (25 - 49 x) เนื่องจากระดับผลที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ซึ่งน้อยกว่าที่จะนำมาเป็น ข้อกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับน้ำบริโภคได้ และจากมาตรฐานน้ำดื่มของยุโรปและอเมริกา โครเมียมการอนามัยโลก มี 2513 ซึ่งไม่ได้เสนอให้เปลี่ยนแหล่งค่า 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร ที่มีอยู่เดิม ดังนั้นเกณฑ์คุณภาพน้ำของโครเมียมทั้งหมด จึงควรเป็น 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร

13. ไซยาไนด์ (Cyanide)

เรายังไม่ทราบแน่ชัดว่า มีปริมาณไซยาไนด์เท่าใดในอาหารที่บริโภคประจำวัน แต่ที่ทราบแน่ชัดคือ การปรุงอาหารให้สุกก่อน เป็นกระบวนการที่ทำลายไซยาไนด์ส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในผักสดไปได้ เคยมีรายงานการศึกษาระบุว่า การรับไซยาไนด์เข้าสู่ร่างกายในปริมาณ 4.7 มิลลิกรัม/วัน ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เพราะฉะนั้นหากในวันหนึ่ง ๆ เราดื่มน้ำ 2 ลิตร ปริมาณไซยาไนด์ที่จะยอมให้มีในน้ำดื่มได้ก็ประมาณ 2.35 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เพื่อความปลอดภัยและเป็นการป้องกัน หากจะหลีกเลี่ยงไซยาไนด์จากอาหารอีกทางหนึ่ง ควรกำหนดและควบคุมปริมาณไซยาไนด์ในน้ำเพื่อการบริโภคไว้ไม่เกินกว่า 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร ก็จะถือว่าปลอดภัยเป็นหลักประกันให้เกิดความปลอดภัย ในประชาชนผู้ใช้น้ำได้

14. ฟลูออไรด์ (Fluoride)

โคเชอร์รุมชาติ ฟลูออไรด์ปรากฏอยู่ในอาหารบางชนิดในปริมาณน้อย เช่น เต้าหู้ก้นน้ำ ฟลูออไรด์ไม่มีอันตรายใด ๆ ต่อสุขภาพร่างกาย แต่ถ้ามีอยู่ในน้ำบริโภคในระดัปล้นเกินกว่า 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร อาจมีผลทำให้ฟันผุผิดปกติ และหากมีอยู่ในระดับ 3.0 - 8.0 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีผลทำให้กระดูกผุผิดปกติ เพราะฉะนั้นจึงควรควบคุมฟลูออไรด์ไว้ให้อยู่ในระดับต่ำกว่า 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณาถึงลักษณะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำรองผสมชั้นด้วย เช่น สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำใช้ต่อวัน เป็นต้น

15. ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วเป็นสารพิษที่เกิดโทษอย่างร้ายแรงต่อสุขภาพอนามัย เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยเฉพาะอย่างถึงทารก เด็ก และหญิงมีครรภ์ จะไวต่อสารนี้มาก ดังนั้นในน้ำเพื่อการบริโภค จึงต้องควบคุมให้มีปริมาณตะกั่ว ละลายน้อยในระดับค่าที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยระดับสูงสุดที่ขอมให้ได้จะต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร

16. ปรอท (Mercury)

ปรอทเป็นสารพิษร้ายแรงเช่นเดียวกับ และไม่มีประโยชน์ใด ๆ ต่อร่างกายเลยแม้แต่น้อย ไม่ว่าจะมีจำนวนเล็กน้อยเพียงใด ปรอทที่ละลายปนอยู่ในน้ำเป็นปัญหาที่น่าเป็นห่วงมาก ดังค้นพบว่าสารชนิดนี้เข้าไปสะสมอยู่ในตัวปลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปลาน้ำจืด ซึ่งล่าสัตว์อยู่ในแหล่งน้ำที่เกิดมลพิษจากการปนเปื้อนของสารปรอท ทำให้ปลาเหล่านี้ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ไม่ได้ การรับสารปรอทเข้าสู่ร่างกายเป็นเวลานาน ๆ ในรูปของ Methyl mercury ประมาณวันละ 0.25 มิลลิกรัม จะเป็นสาเหตุของโรคทางระบบประสาท แต่ถ้าหากจะถือว่าเป็นเรื่องที่ยังไรศคืออยู่บ้างก็ได้ เพราะปรอทส่วนใหญ่ที่อยู่ในน้ำบริโภค เป็นอินทรีย์ปรอท (Inorganic mercury) ซึ่งดูซึมได้ยากกว่าอินทรีย์ปรอท (Organic mercury) อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าปรอทจะอยู่ในรูปสารเคมีชนิดใด จะต้องควบคุมให้อยู่ในน้ำบริโภคไว้ในระดับที่ไม่เกิน 0.001 มิลลิกรัม/ลิตร จึงถือว่าเป็นน้ำบริโภคที่ปลอดภัยจากสารปรอทตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก

เอกสารอ้างอิง

1. Ven Te Chow, Mc grawbill Handbook of Applied Hydrology
Section 19, Quality of Water
2. Agriculture Handbook
No. 60, United State
Department of Agriculture
Diagnosis and Improvement of
Saline and Alkali Soils United State
Salinity Laboratory Staff
3. ลออ สุนทรฉาย การกำหนดคุณภาพน้ำที่ใช้ในการอุปโภค - บริโภค
อุตสาหกรรม การประมง และการชลประทาน
4. กระทรวงอุตสาหกรรม มอก.257
เล่ม 1 - 2521 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค
5. Hydrology No. 134/63
February, 1963 คู่มือการสำรวจตะกอนในสนาม
6. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ การสัมมนาครั้งที่ 3
การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิต
ในน่านน้ำไทย 26 - 28 มีนาคม 2527
7. มณฑิพย์ ทาบุญานอน การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย
8. สามีคดี บุญยะวัฒน์
เกษม จันทร์แก้ว
นิพนธ์ ตั้งธรรม ทรัพยากรน้ำ
9. กองอนามัยสิ่งแวดล้อม คู่มือวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำส่งสำรวจ
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
กรกฎาคม 2531
10. กองอนามัยสิ่งแวดล้อม มาตรฐานคุณภาพน้ำ
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
11. สุภาวดี ยิ้มศรีเจริญกิจ การสำรวจตะกอนและคุณภาพน้ำ
ฝ่ายสำรวจและศึกษาตะกอน
กองอุทกวิทยา