

## บทคัดย่อ

หัวข้อรายงาน	การวิเคราะห์คุณภาพของแหล่งน้ำดิบในเขื่อนลำคั่นภูและบึงสะพาน		
ผู้จัดทำ	นางสาวอาทิตย์ตทยา พื้นหัวสระ	รหัสนักศึกษา	5940201127
	นายชยากร ศรีวิมลรังสี	รหัสนักศึกษา	5940201129
สาขาวิชา	เคมี		
คณะที่ศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราวุธ ฐานะมูล ดร. สิทธิชัย กุลวงศ์		
พนักงานที่ปรึกษา	นายชชนันท์ นิवासวงษ์		
	นางสาวณิศาพันธ์ พรลาภิณทรัพย์		

การปฏิบัติงานครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้เพิ่มความรู้ ความสามารถ ทักษะ และศึกษาสภาพการทำงานจริง เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานในอนาคตต่อไป เพื่อให้ได้เรียนรู้ทักษะการทำงาน สภาพปัญหาหน้างาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ฝึกให้มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย และมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการปฏิบัติงานนั้นได้รับความรู้จากการทำงานจริง เช่น การวิเคราะห์น้ำ การแก้ปัญหาคูณภาพน้ำต่างๆ ตลอดจนการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์

## กิตติกรรมประกาศ

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานใน โครงการสหกิจศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา ณ กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ 3 การประปาส่วนภูมิภาคเขต 6 (Lab Cluster จังหวัดชัยภูมิ) ตั้งแต่วันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 จนถึงวันที่ 6 มีนาคม 2563 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ ประสบการณ์ต่างๆ และการปรับตัวเข้ากับสังคม สำหรับรายงานสหกิจฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. คุณชญชลีย์ ปิยนันกุลวัฒน์  | ตำแหน่ง หัวหน้างาน 8     |
| 2. คุณฉนิดาพันธ์ พรลาภินทรพย์ | ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7 |
| 3. คุณชชนันท์ นิवासวงษ์       | ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 5 |

รวมถึงบุคลากรท่านอื่นที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำ รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษานี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการทำรายงานเล่มนี้ รวมถึงคำปรึกษาต่างๆ ตลอดจนการดูแลความเป็นอยู่ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในขณะที่ปฏิบัติสหกิจศึกษา ผู้จัดทำขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

อาทิตตยา พันหัวสระ  
ชยากร ศรีวิมลรังสี

## สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการทำงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา	4
2.1.1 การสูบน้ำ	4
2.1.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ	4
2.1.3 การตกตะกอน	5
2.1.4 การกรอง	5
2.1.5 การฆ่าเชื้อโรค	6
2.1.6 การควบคุมคุณภาพน้ำประปา	6
2.1.7 การสูบน้ำจ่าย	6
2.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ	7
2.2.1 ความขุ่น (Turbidity)	7
2.2.2 ความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH (Potential of Hydrogen ion)	8
2.2.3 ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity)	9
2.2.4 สี (Color)	10
2.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี	12
2.3.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด : TDS (Total Dissolved Solids)	12

## สารบัญ (ต่อ)

2.3.2 น้ำกระด้าง (Hardness water)	12
2.2.3 แคลเซียม (Calcium)	14
2.3.4 ความเป็นด่าง (Alkalinity)	14
2.3.5 คลอไรด์ (Chloride)	15
2.3.6 การวิเคราะห์แมงกานีส (Manganese)	16
2.3.7 การวิเคราะห์เหล็ก (Iron)	17
2.3.8 การวิเคราะห์ซัลเฟต (Sulfate)	17
2.3.9 ฟลูออไรด์ (Fluoride)	18
2.3.10 แอมโมเนีย (Ammonia)	18
2.3.11 ไนเตรท (Nitrate)	19
2.4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านดัชนีมลภาวะ	20
2.4.1 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)	20
2.4.2 การวิเคราะห์ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวะในน้ำ (Determination of Biochemical Oxygen Demand in Water)	22
2.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการออกซิไดซ์ 24 ชั่วโมงในน้ำ (Oxygen Consumed, OC) : (Permanganate Method)	24
2.5 หลักการของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	25
2.5.1 UV-VIS Spectrophotometer	25
2.6 เชื้อนลำคั่นกู	26
2.7 บึงละหาน	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	
3.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ	28
3.1.1 การทดสอบค่าความขุ่น (Turbidity)	28
3.1.2 การทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	28
3.1.3 การทดสอบค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	28
3.1.4 การหาสีปรากฏ (Color)	29

## สารบัญ (ต่อ)

3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี	29
3.2.1 การหาค่าความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness)	29
3.2.2 การหาปริมาณแคลเซียม (Calcium)	30
3.2.3 การหาสภาพด่าง (Alkalinity)	30
3.2.4 การหาปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (Chloride)	31
3.2.5 การหาปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)	31
3.2.6 การหาปริมาณแมงกานีส (Manganese)	32
3.2.7 การหาปริมาณซัลเฟตในน้ำแบบวัดความขุ่น	32
3.2.8 การหาฟลูออไรด์ (Fluoride)	33
3.2.9 การหาปริมาณเหล็ก (Iron)	34
3.2.10 การวิเคราะห์ไนเตรท (Cadmium Reduction Method)	35
3.2.11 การวิเคราะห์ไนโตรเจน, แอมโมเนีย (Salicylate Method)	35
3.3 การวิเคราะห์ทางดัชนีมลภาวะ	36
3.3.1 การวิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Determination of Dissolved Oxygen in Water)	36
3.3.2 การวิเคราะห์ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในน้ำ (Determination of Biochemical Oxygen Demand in Water)	37
3.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการออกซิไดซ์ สารอินทรีย์ในน้ำ (Oxygen Consumed)	37
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	
4.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ	39
4.2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี	39
4.3 ผลการวิเคราะห์ทางดัชนีมลภาวะ	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์	
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์	41
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	41
บรรณานุกรม	42

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของแหล่งน้ำดิบ	39
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของแหล่งน้ำดิบ	39
ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ทางดัชนีมลภาวะของแหล่งน้ำ	40

## สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 โรงสูบน้ำแรงต่ำ	4
รูปที่ 2.2 ถังจ่ายสารเคมี	4
รูปที่ 2.3 ถังตกตะกอน	5
รูปที่ 2.4 ถังกรอง	5
รูปที่ 2.5 โรงจ่ายคลอรีน	6
รูปที่ 2.6 หอดึงสูง	6
รูปที่ 2.7 แสดงความขุ่นของน้ำ	7
รูปที่ 2.8 เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter)	8
รูปที่ 2.9 เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)	9
รูปที่ 2.10 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity Meter)	10
รูปที่ 2.11 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ	12
รูปที่ 2.12 น้ำบาดาล	13
รูปที่ 2.13 ผลกระทบของแมงกานีส	16
รูปที่ 2.14 ผลกระทบที่เกิดจากการที่น้ำมีค่า DO ต่ำ	20
รูปที่ 2.15 แสดงระยะการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย	22
รูปที่ 2.16 แสดงแผนภาพหลักการของ Spectrophotometer	25
รูปที่ 2.17 เชื้อนลำคันทู	26
รูปที่ 2.18 บึงละหาน	27

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

การประปาส่วนภูมิภาค เป็นหน่วยงานที่ให้บริกการน้ำประปา โดยค้ำนึ่งถึงประโยชน์ของรัฐและสุขอนามัยของประชาชนเป็นสำคัญ การประปาส่วนภูมิภาคเป็นรัฐวิสาหกิจหนึ่งในกระทรวงมหาดไทย ก่อตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2522 มีหน้าที่ผลิตและรับผิดชอบในการก่อสร้างและบริหารงานเกี่ยวกับกิจการประปาในส่วนภูมิภาคและชนบทต่างๆโดยแบ่งเขตพื้นที่ออกเป็น 10 เขต ได้แก่

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว จันทบุรี ตราด และระยอง

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 2 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 8 จังหวัด ได้แก่ สระบุรี ลพบุรี นครราชสีมา นครนายก ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา อ่างทอง และสิงห์บุรี

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 3 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 8 จังหวัด ได้แก่ ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 4 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ภูเก็ต พังงา ระนอง และชุมพร

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ยะลา สตูล ตรัง และพัทลุง

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 6 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น ชัยภูมิ กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด และมหาสารคาม

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 7 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ อุดรธานี หนองบัวลำภู เลย หนองคาย บึงกาฬ นครพนม และสกลนคร

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 8 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ มุกดาหาร ยโสธร ศรีสะเกษ สุรินทร์ และบุรีรัมย์

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 9 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย พะเยา น่าน แพร่ ลำปาง และลำพูน

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 10 รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 10 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ ชัยนาท อุทัยธานี ตาก สุโขทัย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก เพชรบูรณ์ พิจิตร และกำแพงเพชร



โดยมีภารกิจและหน้าที่คือสำรวจ จัดหาแหล่งน้ำดิบ และจัดให้ได้มาซึ่งน้ำดิบ เพื่อผลิต จัดส่ง และจำหน่ายน้ำประปาทั่วประเทศ ยกเว้นกรุงเทพฯ นนทบุรี และสมุทรปราการ และดำเนินธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องหรือต่อเนื่องกับธุรกิจการประปา

#### วิสัยทัศน์ขององค์กร

ผู้ใช้น้ำประทับใจในคุณภาพและบริการที่เป็นเลิศ (Customers are delighted with water quality and excellent services)

#### ค่านิยมองค์กร

มุ่ง - มั่น - เพื่อปวงชน

#### วัฒนธรรมองค์กร

มุ่งมั่นพัฒนางาน บริการด้วยหัวใจ ก้าวไกลสู่สากล

ในปัจจุบันความต้องการใช้น้ำประปามีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ความต้องการปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีพและการใช้ทรัพยากรจึงมีมาก ส่งผลให้ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ มีมากตามไปด้วย ในขณะที่แหล่งเก็บกักน้ำมีอยู่จำกัด จึงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ การประปาส่วนภูมิภาคจึงจำเป็นต้องสำรวจและวิเคราะห์เพื่อจัดหาแหล่งน้ำดิบที่มีคุณภาพเหมาะสมเพื่อนำมาผลิตน้ำประปาให้เพียงพอต่อการอุปโภค และบริโภคของประชาชน

### 1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

- 1) เพื่อหาประสบการณ์ในการทำงาน
- 2) เพื่อศึกษาวิธีการวิเคราะห์น้ำ
- 3) เพื่อวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบที่จะนำมาผลิตน้ำประปา

### 1.3 ขอบเขตการทำงาน

- 1) แหล่งน้ำดิบที่นำมาวิเคราะห์ คือ แหล่งน้ำดิบจากเขื่อนลำคันฉู จังหวัดชัยภูมิ ตามทางน้ำไปจนถึง บึงละหาน จังหวัดชัยภูมิ โดยแต่ละจุดที่เก็บน้ำห่างกัน 10 กิโลเมตร
- 2) วิธีการวิเคราะห์น้ำใช้วิธีการวิเคราะห์ตาม Standard Method

#### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำ
- 2) นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์คุณภาพทั้งคุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะทางดัชนีมลภาวะ
- 3) บันทึกและวิเคราะห์ผลที่ได้

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมากขึ้น
- 2) มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆในการวิเคราะห์มากขึ้น
- 3) สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดในการทำงานได้

## บทที่ 2

### ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

"ขั้นตอนการผลิตน้ำ" น้ำประปา เป็นน้ำที่ผ่านขบวนการต่างๆ มากมาย มีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน และต้องมีการลงทุนที่สูงมาก ดังขบวนการผลิตต่อไปนี้

##### 2.1.1 การสูบน้ำ



รูปที่ 2.1 โรงสูบน้ำแรงต่ำ

การผลิตน้ำประปาเริ่มจาก "โรงสูบน้ำแรงต่ำ" ทำการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อลำเลียงเข้าสู่ระบบผลิต ซึ่งน้ำดิบที่สามารถนำมาผลิตน้ำประปาได้นั้น ต้องเป็นน้ำที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่มีสิ่งสกปรกโตโครกปนเปื้อนเกินกว่าที่กำหนด ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์ตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์แล้วว่าสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำประปาได้ และต้องมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาผลิตน้ำประปาได้อย่างต่อเนื่อง

##### 2.1.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ



รูปที่ 2.2 ถังจ่ายสารเคมี

น้ำดิบที่สูบเข้ามาแล้ว จะถูกผสมด้วยสารเคมี เช่น สารส้มและปูนขาว เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ สารละลายสารส้มจะช่วยให้มีการตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และสารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำหรือสาหร่ายในน้ำ หรือบางครั้งจะมีการเติมคลอรีนเพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคที่อาจปะปนมากับน้ำในขั้นตอนนี้ก่อน

### 2.1.3 การตกตะกอน



รูปที่ 2.3 ถังตกตะกอน

ขั้นตอนนี้จะปล่อยน้ำที่ผสมสารส้มและปูนขาวแล้วทำให้เกิดการหมุนวนเวียนเพื่อให้น้ำกับสารเคมีรวมตัวกัน ซึ่งจะช่วยให้มีการจับตัวของตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และจะนำน้ำเหล่านั้นให้เข้าสู่ถังตกตะกอนที่มีขนาดใหญ่ เพื่อทำให้เกิดน้ำนิ่ง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก จะตกลงสู่ก้นถัง และถูกดูดทิ้ง น้ำใสด้านบนจะไหลตามรางรับน้ำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

### 2.1.4 การกรอง



รูปที่ 2.4 ถังกรอง

ในการกรองจะใช้ทรายหยาบและทรายละเอียดเพื่อการกรองตะกอนขนาดเล็กมากในน้ำ และให้น้ำมีความใสสะอาดมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ น้ำที่ผ่านการกรองจะมีความใสมากแต่ก็ยังมี

ความขุ่นเหลืออยู่ประมาณ 0.2-2.0 หน่วยความขุ่น และจะมีการล้างทำความสะอาดทรายกรองอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้การกรองมีประสิทธิภาพ

### 2.1.5 การฆ่าเชื้อโรค



รูปที่ 2.5 โรงจ่ายคลอรีน

น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความใส แต่อาจจะมีเชื้อโรคเจือปนมากับน้ำ ฉะนั้นจึงจะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้คลอรีน ซึ่งคลอรีนนี้สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี น้ำที่ได้รับการผสมคลอรีนแล้ว เรียกกันว่า "น้ำประปา" สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภค และบริโภคได้ จากนั้นจะทำการจัดเก็บไว้ในถังขนาดใหญ่ เรียกว่า ถังน้ำใส เพื่อจัดการบริการต่อไป

### 2.1.6 การควบคุมคุณภาพน้ำประปา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะน้ำประปาที่ทำการผลิตมาแล้วนั้น จะต้องวิเคราะห์ตรวจสอบอีกครั้งจากนักวิทยาศาสตร์ และการตรวจสอบนี้จะดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาด ปลอดภัย สำหรับการอุปโภค บริโภค

### 2.1.7 การสูบน้ำ



รูปที่ 2.6 หอถังสูง

น้ำประปาที่ผลิตมาแล้วนั้น จะต้องให้บริการถึงบ้านเรือนของผู้ใช้น้ำโดยส่งผ่านไปตามเส้นท่อ ดังนั้น การสูญเสียจึงมีความจำเป็น ด้วยการส่งจากหอถังสูงที่สามารถบริการได้ในพื้นที่ใกล้เคียง และในพื้นที่ที่ไกลออกไปหรือมีความสูงมากจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดแรงดันน้ำ เพื่อให้ น้ำประปาสามารถบริการได้อย่างทั่วถึง

งานควบคุมคุณภาพน้ำจะเข้ามาเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการผลิตในขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการควบคุมคุณภาพน้ำประปา ตลอดจนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนนำมาผลิตเป็นน้ำประปา

## 2.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

### 2.2.1 ความขุ่น (Turbidity)

#### 1) ความหมายของความขุ่น



รูปที่ 2.7 แสดงความขุ่นของน้ำ

ความขุ่นในน้ำเกิดขึ้นจากการที่น้ำมีสารแขวนลอยซึ่งรบกวนเส้นทางของแสงที่ส่องผ่าน ทำให้เกิดการหักเหส่งผลให้ความลึกที่เห็นได้ (Visual Depth) ลดลง สารแขวนลอยที่ทำให้เกิดความขุ่นมีหลายชนิด ตั้งแต่สารคอลลอยด์ไปจนถึงเม็ดอนุภาค ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความปั่นป่วนของน้ำ

#### 2) ผลกระทบที่เกิดจากความขุ่น

ความขุ่นไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค แต่ทำให้น้ำไม่น่าใช้ในการอุปโภคบริโภค และมีผลต่อระบบการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ เช่น มีผลกระทบต่อระบบการกรอง ทำให้เครื่องกรองอุดตันและเสียเร็ว และมีผลต่อระบบการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน เนื่องจากสารแขวนลอยจะห่อหุ้มจุลินทรีย์ไว้ทำให้คลอรีนไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ความขุ่นในแหล่งน้ำยังทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำเป็นไปได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากความขุ่นจะบดบังแสงอาทิตย์ที่จะผ่านลงไปใต้น้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีน้อย

### 3) หลักการวัดความขุ่น

หลักการที่ใช้วัดความขุ่นมี 2 วิธีคือ (1) วัดความเข้มของแสงที่วิ่งผ่านตัวอย่าง (Transmittance) เปรียบเทียบกับความเข้มของแสงจากแหล่ง และ (2) วัดความเข้มของแสงที่หักเหออกมา 90 องศาเซลเซียส (เรียก Nephelometry) ความขุ่นในน้ำอาจมีหน่วยเป็น NTU หรือ ITU ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้วัดความขุ่น

NTU (Nephelometric Turbidity Unit) เป็นหน่วยความขุ่นที่ได้จากการใช้อุปกรณ์วัดความเข้มของแสงที่หักเหที่เรียกว่า Nephelometer

ITU (Jackson. Turbidity Unit) เป็นหน่วยความขุ่นที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Jackson Turbidimeter ซึ่งวัดปริมาณแสงที่เหลือจากการส่องผ่านอนุภาคความขุ่นตัวอย่าง เช่น ถ้าน้ำไม่มีสารแขวนลอยก็จะไม่เกิดการหักเหของแสง เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้มของแสงที่หักเหจะอ่านค่าได้เท่ากับศูนย์

### 4) เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity meter)



รูปที่ 2.8 เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter)

เครื่องวัดความขุ่นอาศัยหลักการของวิธี Nephelometric เป็นการวัดความขุ่นโดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของแสงที่กระเจิงของตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐานภายใต้สภาวะเดียวกัน ความเข้มของแสงที่กระเจิงมากก็จะมีค่าความขุ่นมาก

## 2.2.2 ความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH (Potential of Hydrogen ion)

### 1) ความหมายของความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่างเป็นค่าที่แสดงปริมาณหรือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ (Hydrogen or hydronium ion;  $H^+$  or  $H_3O^+$ ) ซึ่งเกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้อนุภาคกรด ( $H^+$ ) หรือด่าง ( $OH^-$ ) ได้ ความเป็นกรด-ด่างมีค่าตั้งแต่ 0-14 ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 7

หมายถึง น้ำมีสภาพเป็นกรด ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7 หมายถึง น้ำมีสภาพเป็นด่าง และถ้าตัวอย่างน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 หมายถึง น้ำมีสภาพเป็นกลาง ค่าความเป็น

## 2) ผลของความแตกต่าง

กรด-ด่างของน้ำไม่ได้บอกความเป็นพิษต่อร่างกาย แต่บอกให้ทราบถึงประเภทของสิ่งเจือปนในน้ำในรูปของสารที่ให้อนุมูลกรดหรือด่างได้ ค่าความเป็นกรด-ด่างนี้จะเป็นดัชนีที่มีประโยชน์ในการวัดคุณภาพน้ำ โดยที่ภาวะความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีผลต่อคุณภาพน้ำ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนี้ยังบอกถึงคุณสมบัติในการกัดกร่อนของน้ำด้วย ค่ามาตรฐานความเป็นกรด-ด่างของน้ำจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำแต่โดยทั่วไปแล้วน้ำควรมีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6-8 ในกรณีของน้ำดื่มควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.8-7.3 และในกรณีน้ำทิ้งจะต้องมีความเป็นกรด-ด่างในช่วง 5-9

## 3) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)



รูปที่ 2.9 เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)

การวัดความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH คือการวัดสภาพความเป็นกรดหรือความเป็นด่างของสารละลาย ที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย โดยวัดค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดอ้างอิงกับอิเล็กโทรดตรวจวัด ความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นจากจำนวนของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) อิเล็กโทรดจะเปลี่ยนความต่างศักย์ที่เกิดจากไอออน ให้เป็นความต่างศักย์ไฟฟ้า (Electronic Potential) แล้วขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วยเครื่องวัดพีเอช (Potentiometer)

## 2.2.3 ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity)

### 1) ความหมายของค่าการนำไฟฟ้า

สภาพการนำไฟฟ้าเป็นคุณลักษณะหรือดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยจะบ่งบอกถึงความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้านี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆหลายชนิด ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำ อุณหภูมิของ



น้ำขณะทำการตรวจวัด ชนิดของสารที่มีประจุ และความเข้มข้นของสารมีประจุแต่ละชนิด ซึ่งส่วนมากจะเกิดจากสารประกอบอินทรีย์มากกว่าสารประกอบอนินทรีย์ นอกจากนี้จำนวนประจุของสารที่มีประจุก็จะมีผลต่อความสามารถในการนำไฟฟ้าของน้ำนั้นด้วย

## 2) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity Meter)



รูปที่ 2.10 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity Meter)

การวัดค่าความนำไฟฟ้าสามารถวัดได้โดยอาศัยค่าความต้านทานของสารละลายที่อยู่ระหว่างขั้วแอโนด และขั้วแคโทดที่ขนานกัน ซึ่งเมื่อขั้วทั้ง 2 ชนิดจุ่มลงไปในสารละลาย ไอออนลบจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วแอโนด และไอออนบวกจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วแคโทด การเคลื่อนที่ของไอออนมีผลทำให้เกิดกระแสขึ้น เรียกว่า กระแสอนฟาราเดอิก (Nonfaradaic Current) กระแสจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้านทานของสารละลายระหว่างขั้วทั้งสอง

## 2.2.4 สี (Color)

### 1) ความหมายของสี (Color)

สีของน้ำเกิดจากการปนเปื้อนของสารต่างๆ ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ และทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ สีในน้ำอาจจะเป็นผลมาจากน้ำมีไอออนของโลหะในธรรมชาติ เช่น เหล็ก และแมงกานีส ฮิวมัส แพลงค์ตอน วัชพืชและสารปนเปื้อนจากน้ำทิ้งอุตสาหกรรม เป็นต้น สีสามารถถูกกำจัดเพื่อทำให้น้ำเหมาะกับการใช้โดยทั่วไปและการใช้ในทางอุตสาหกรรมได้ ถ้าปรากฏว่าน้ำทิ้งอุตสาหกรรมมีสีซึ่งเป็นที่น่ารังเกียจ โรงงานอุตสาหกรรมน้ำต้องกำจัดสีของน้ำให้เป็นไปตามที่กำหนดก่อนที่จะระบายออกนอกโรงงานลงสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง สารที่ทำให้เกิดสีในน้ำมีที่มาจากธรรมชาติและจากมนุษย์ เช่น ขยะชุมชน และขยะอุตสาหกรรม เป็นต้น

### 2) ประเภทของสี

(1) สีจริง (True color) คือสีของน้ำที่เป็นสีที่วัดได้หรือมองเห็นหลังจากที่แยกเอาสารแขวนลอยที่ทำให้น้ำขุ่นออกไปแล้ว นั่นคือ สีจริงเป็นสีที่เกิดจากสารที่ละลายในน้ำ

(2) สีปรากฏ (Apparent color) คือสีของน้ำที่เป็นสีที่วัดได้หรือมองเห็นจริงๆ ในตัวอย่างน้ำโดยไม่มีการแยกเอาสารแขวนลอยที่ทำให้น้ำขุ่นออกไป นั่นคือ สีปรากฏเป็นสีที่เกิดจากสารที่ละลายในน้ำและที่ไม่ละลายได้ในน้ำรวมกัน เนื่องจากสีจริงเป็นสีของน้ำที่กำจัดเอาความขุ่นออกไปแล้ว ส่วนสีปรากฏเป็นสีที่แสดงทั้งสีจริงรวมกับสีที่เกิดจากสารแขวนลอยด้วย สีปรากฏจะสามารถหาได้โดยการวัดความเข้มสีของตัวอย่างที่เก็บมาโดยไม่มีการกรองหรือการหมุนเหวี่ยงตะกอนก่อน ในน้ำที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทซึ่งมีความเข้มของสีมากอาจจะเป็นผลมาจากสารแขวนลอยหรือสารที่เป็นคอลลอยด์ก็ได้ ในกรณีนี้ควรที่จะต้องหาทั้งสีจริงและสีปรากฏ

### 3) วิธีการวัดสีของน้ำ

วิธีวัดสีมีหลายวิธี เช่น การเปรียบเทียบด้วยตาเปล่า การใช้เทคนิคทางสเปกโตรโฟโตเมตริก วิธี Tristimulus Filter และ ADMI Tristimulus Filter วิธีการเปรียบเทียบด้วยตาเปล่าสามารถใช้ได้กับ ตัวอย่างน้ำทั่วไป แต่ถ้าหากน้ำถูกปนเปื้อนด้วยน้ำที่ขุ่นจากอุตสาหกรรมบางประเภทก็อาจทำให้เกิดสีซึ่งไม่ปกติทำให้ไม่สามารถจะเปรียบเทียบด้วยตาเปล่าได้ต้องใช้วิธีทางเครื่องมือเข้าช่วย

(1) วิธีการเปรียบเทียบด้วยตาเปล่า เป็นการเปรียบเทียบน้ำตัวอย่างกับสารละลายสีที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว การเปรียบเทียบอาจทำได้โดยใช้แผ่นแก้วที่มีสีต่างกันซึ่งได้ปรับเทียบมาตรฐานแล้ว วิธีการเปรียบเทียบสีโดยใช้ พลาตินัม-โคบอลต์ เป็นวิธีมาตรฐาน 1 หน่วยสี หมายความว่า สี ของสารละลายที่มีพลาตินัม 1 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของคลอโรพลาตินเนตไฮดรอกไซด์ ส่วนระหว่างโคบอลต์ต่อพลาตินัมอาจจะแตกต่างกันออกไปเพื่อให้เหมาะสมกับเกณฑ์การวัดสีด้วยวิธีการนี้มีประโยชน์ในการวัดสีของน้ำตามธรรมชาติ แต่ไม่เหมาะสมกับน้ำที่ขุ่นจากอุตสาหกรรมซึ่งมีสีเข้ม ความขุ่นแม้เพียงเล็กน้อยก็อาจจะทำให้สีปรากฏมีค่าสูงกว่าสีจริงมาก ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดความขุ่นก่อนที่จะวัดสีจริง

(2) วิธีการทาง Spectrophotometry สีของตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะแสดงในเทอมซึ่งอธิบายความรู้สึกลักษณะมองเห็นตัวอย่าง เฉลี่ยต่างๆ เช่น สีแดง เขียว เหลือง แสดงในเทอมของ Dominant Wavelength ขนาดของความสว่างในเทอมของ Luminance และความอิ่มตัว เช่น ความชัด ความเข้ม แสดงในเทอมของ Purity ค่าต่างๆเหล่านี้สามารถที่จะหาได้โดยการใช้เครื่อง Spectrophotometer วิธีการนี้ สามารถใช้ได้กับน้ำดื่ม น้ำผิวดิน และน้ำทิ้ง ทั้งน้ำที่ขุ่นและน้ำที่ขุ่นจากอุตสาหกรรม แต่ต้องกำจัดความขุ่นออกก่อนโดยการกรอง

(3) การวัดค่าสีในหน่วย ADMI เป็นการตรวจสอบการปนเปื้อนของสีย้อม (Dye) และเม็ดสี (Pigment) ในน้ำ โดยการวัดค่าสีในหน่วย Platinum-Cobalt จะวัดค่าสีเฉพาะหน่วยสีที่เป็นสีเหลือง (Yellow) เท่านั้น ซึ่งเหมาะสำหรับการวัดค่าสีในแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากน้ำจากแหล่ง

น้ำธรรมชาติมักจะมีเจดสีเป็นสีเหลืองถึงสีส้ม ในขณะที่การวัดค่าสีในหน่วย ADMI จะตรวจวัดปริมาณของสี (Color Value) ในทุกหน่วยสี ไม่นับที่สีใดสีหนึ่ง โดยการตรวจวัดจะเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน EPA เลขที่ 110.1

## 2.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

### 2.3.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด : TDS (Total Dissolved Solids)

#### 1) ความหมายของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด TDS

ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids : TDS) คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื่องจากมีขนาดเล็ก เป็นของแข็งที่สามารถผ่านกระดาษกรองที่มีขนาดความพรุน 0.45 ไมครอน เป็นค่าบ่งชี้ถึงปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ เช่น แร่ธาตุ เกลือ โลหะ ไอออนประจุบวก หรือไอออนประจุลบ เป็นต้น มีหน่วยวัดเป็น mg/L, ppm หรือ ppt

#### 2) หลักการวิเคราะห์



รูปที่ 2.11 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ

หลักการของการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด คือ ปริมาณของแข็งส่วนที่ละลายน้ำได้ ซึ่งสามารถไหลผ่านกระดาษกรอง GF/C แล้วนำน้ำที่ผ่านการกรองนั้นไประเหยและอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ  $180 \pm 2$  องศาเซลเซียส

### 2.3.2 น้ำกระด้าง (Hardness water)

#### 1) ความหมายของน้ำกระด้าง

ความกระด้างของน้ำ (water hardness) คือน้ำที่มีส่วนผสมของธาตุโลหะที่อยู่ในสภาพไอออนที่มีประจุบวก (cation) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพไอออนที่มีประจุ +2 ทำให้น้ำมีแรงตึงผิว (surface tension) มาก เกิดฟองกับสารซักฟอก (detergent) ได้ยาก

## 2) สาเหตุความกระด้าง

ความกระด้างเกิดจากน้ำฝนซึ่งมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ทำให้เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อน เมื่อซึมลงใต้ดินผ่านชั้นดินซึ่งมีการสลายตัวของสารอินทรีย์จะทำให้มีปริมาณกรดคาร์บอนิกมากขึ้น และเมื่อซึมผ่านชั้นดินหรือสัมผัสกับชั้นหิน โดยเฉพาะหินปูนซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ แคลเซียมคาร์บอเนต และแมกนีเซียมคาร์บอเนต น้ำจะสามารถละลายองค์ประกอบหลักเหล่านี้ได้ทำให้ปริมาณแคลเซียมไอออน และแมกนีเซียมไอออนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น โดยทั่วไปน้ำบนผิวดิน เช่น แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ จะมีความกระด้างน้อยกว่าน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาล



รูปที่ 2.12 น้ำบาดาล

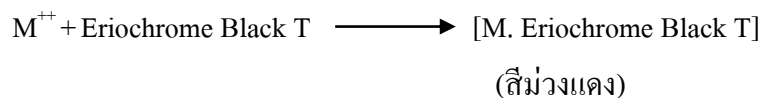
## 3) ชนิดของความกระด้าง

(1) น้ำกระด้างชั่วคราว (Temporary hardness) หรือ น้ำกระด้างคาร์บอเนต หมายถึง น้ำกระด้างที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตหรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต โดยความกระด้างของน้ำจะหายไปเมื่อให้ความร้อน เพราะจะทำให้ตกตะกอนเป็นหินปูนและเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยไป

(2) น้ำกระด้างถาวร (Permanent hardness) หรือ น้ำกระด้างไม่เกิดคาร์บอเนต หมายถึง เกิดจากไอออนประจุบวกจากสารประกอบแคลเซียมและแมกนีเซียม (หรือไอออน +2, +3) ที่รวมตัวกับไอออนลบซัลเฟต ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), คลอไรด์ ( $\text{Cl}^-$ ) หรือไนเตรท ( $\text{NO}_3^-$ ) น้ำกระด้างถาวรไม่สามารถกำจัดโดยการให้ความร้อนได้ แต่สามารถทำให้สารละลายเกลือตกตะกอนและกัดแยกที่หลังได้ วิธีทำให้ตกตะกอนสามารถใช้ปูนขาวและโซเดียมคาร์บอเนตเติมลงในน้ำกระด้างถาวร

## 4) การวิเคราะห์ความกระด้าง

เมื่อใส่ Eriochrome Black T ลงไปในน้ำกระด้างที่มี pH ประมาณ 10 สารตัวนี้จะรวมกับ  $\text{Ca}^{2+}$  และ  $\text{Mg}^{2+}$  เกิดเป็นไอออนเชิงซ้อนที่เสถียรน้อยมีสีม่วงแดง ในระหว่างการไทเทรตด้วย EDTA พวก  $\text{M}^{++}$  จะเลือก form complex กับ EDTA จนถึงจุดยุติ จะได้ complex ที่เสถียรกว่ามีสีน้ำเงินดังสมการ



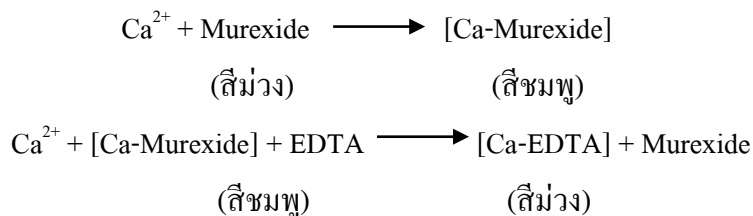
### 2.2.3 แคลเซียม (Calcium)

#### 1) ความหมายของแคลเซียม

แคลเซียมเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้น้ำมีความกระด้างร่วมกับแมกนีเซียม พบแคลเซียมได้ทั่วไปทั้งในน้ำผิวดินและใต้ดิน โดยเฉพาะน้ำที่ไหลผ่านบริเวณหินปูน หากน้ำมีปริมาณแคลเซียมที่มากเกินไปจะส่งผลให้เกิดความกระด้างของน้ำ และทำให้เกิดตะกอนอุดตันท่อน้ำต่างๆ

#### 2) หลักการวิเคราะห์แคลเซียม

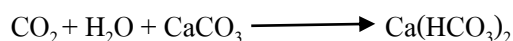
ในการวิเคราะห์  $\text{Ca}^{2+}$  จะรวมกับ indicator (Murexide) เกิดเป็น [Ca-Murexide] ซึ่งมีสีชมพู เมื่อนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน EDTA Calcium จะมารวมกับ EDTA เกิดเป็น [Ca-EDTA] ส่วน indicator (Murexide) จะเป็นอิสระและปรากฏสีม่วงซึ่งเป็นสีของ indicator ให้เห็น ดังสมการ



### 2.3.4 ความเป็นด่าง (Alkalinity)

#### 1) ความหมายของความเป็นด่าง

สภาพด่างของสารละลายใดๆ คือความสามารถของสารละลายนั้นในการรับโปรตอน สภาพด่างของน้ำมักจะเกิดจากเกลือของกรดอ่อน เช่น คาร์บอเนต บอเรต ฟอสเฟตและซิติเกต เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเกลือของกรดอินทรีย์บางชนิด เช่น กรดฮิวมิก เป็นต้น แต่โดยทั่วไปสภาพด่างของน้ำมักจะเกิดจากไบคาร์บอเนต ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาในดิน ดังสมการ



เบสแก่และเบสอ่อน เช่น ไฮดรอกไซด์และคาร์บอเนต ซึ่งอาจจะมีปริมาณสูงในแหล่งน้ำบางแหล่ง เนื่องจากการมีสาหร่ายในน้ำมากทำให้สาหร่ายนำเอาคาร์บอนไดออกไซด์มาปรุงอาหารมากและทำให้น้ำในบริเวณนั้นมีค่าความเป็นกรดและด่างเพิ่มสูงขึ้นจนถึง 9-10 ได้

สภาพต่างของน้ำธรรมชาติหรือน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อใช้ในการอุปโภค บริโภค เกิดขึ้นจากองค์ประกอบของสารละลายไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ ดังนั้น สภาพต่างของน้ำจึงมีความสำคัญในแง่ของการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้กิจกรรมต่างๆ เช่น การทำน้ำประปา และน้ำในกระบวนการอุตสาหกรรม เป็นต้น

น้ำทิ้งที่มีสภาพต่างคำนวณเป็นมิลลิกรัม/ลิตรแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) จะมีพีเอชสูงกว่า 4 การเก็บตัวอย่างควรใช้ขวดโพลีเอทิลีน หรือขวดแก้วไพเร็กซ์ เพื่อป้องกันการกัดกร่อน และควรทำการวิเคราะห์โดยทันทีหรืออย่างช้าภายใน 1 วัน

การประกาศกำหนดค่าความเป็นด่างของน้ำที่ออกจากถังตกตะกอนคือต้องมากกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการรวมตัวของตะกอน โดยน้ำที่มีระดับค่าความเป็นด่างสูงจะช่วยให้ปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีที่เติมในน้ำจับกับตะกอนได้ดี นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญต่อการกำจัดความกระด้างและป้องกันการกัดกร่อนของน้ำอีกด้วย

## 2) หลักการวิเคราะห์ความเป็นด่าง

วิธีการหาค่าความเป็นด่างมี 2 วิธี

(1) วิธีใช้อินดิเคเตอร์ เป็นวิธีหาความเป็นด่างของน้ำโดยไทเทรตน้ำนั้นด้วยกรดแก่ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน และใช้อินดิเคเตอร์ในการบอกจุดสมมูลของ  $\text{HCO}_3^-$  และ  $\text{H}_2\text{CO}_3$

(2) วิธีอิเล็กโทรเมตริก หรือโพเทนชิโอเมตริกเป็นการหาค่าความเป็นด่างของน้ำโดยการไทเทรตด้วยกรดแก่จนถึง pH ที่ต้องการด้วยเครื่องวัด pH ใช้จุดที่ความชันเปลี่ยนไปของเส้นโค้งในการไทเทรตเป็นตัวชี้บอกจุดสมมูล

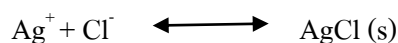
### 2.3.5 คลอไรด์ (Chloride)

#### 1) ความหมายของคลอไรด์

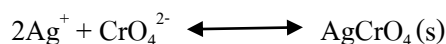
คลอไรด์ ( $\text{Cl}_2$ ) ในรูปของคลอไรด์ ( $\text{Cl}^-$ ) เป็น anion ที่สำคัญทั้งในน้ำประปาและน้ำเสีย ในน้ำประปา รสเค็มของน้ำจากความเข้มข้นของคลอไรด์จะแปรเปลี่ยนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำ กล่าวคือ น้ำที่มีคลอไรด์ประมาณ 250 มิลลิกรัมต่อลิตรจะมีรสเค็ม ในทางกลับกันน้ำอาจไม่มีรสเค็มถึงแม้มีคลอไรด์ถึง 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้า Cations เป็น Calcium และ Magnesium

## 2) หลักการวิเคราะห์หาคลอไรด์

วิธีวิเคราะห์หาคลอไรด์นี้ เรียกว่า Mohr method หรือ Argentimetric method โดยใช้สารละลาย Silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ) เป็น titrant ทำปฏิกิริยากับคลอไรด์ในน้ำได้ตะกอนสีขาวของ Silver chloride ( $\text{AgCl}$ ) ดังปฏิกิริยา



จุดยุติของ Titration สามารถตรวจพบได้ด้วยสาร Potassium chromate ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) กล่าวคือเมื่อกลอไรด์ก่อตะกอนกับ  $\text{Ag}^+$  หมดแล้ว  $\text{Ag}^+$  ส่วนเกินจะไปทำปฏิกิริยากับ  $\text{CrO}_4^{2-}$  ก่อตะกอน  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  ซึ่งมีสีน้ำตาลแดงดังปฏิกิริยา



### 2.3.6 การวิเคราะห์แมงกานีส (Manganese)

#### 1) ความหมายของแมงกานีส

แหล่งที่พบในธรรมชาติ อยู่ในหิน ทราช ตะกอนดิน แหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตทั่วไปตามธรรมชาติ มักปะปนอยู่กับสารประกอบกลุ่มซิลิเกต (Silicate) หรือคาร์บอเนต (carbonate) ซึ่งพบอยู่ในดิน หิน ทราช ทั่วๆ ไป มักพบในน้ำประปรายร่วมกับเหล็กเสมอ มีในน้ำบาดาลมากกว่าน้ำผิวดิน สามารถพบได้ที่ก้นอ่างเก็บน้ำ

#### 2) ผลกระทบที่เกิดจากแมงกานีส

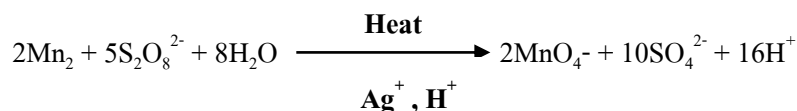


รูปที่ 2.13 ผลกระทบของแมงกานีส

ผลกระทบของแมงกานีสในน้ำประปาจะมีลักษณะคล้ายกับเหล็ก กล่าวคือ ทำให้เสื้อผ้าที่ซักปนเปื้อนสีและทำให้ถ้วยชามเป็นรอยดำ ในสภาวะที่มีอากาศ (Aerobic conditions) ความเข้มข้นของแมงกานีสในน้ำจะน้อยกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร และในสภาวะไร้อากาศ (Anaerobic conditions) เช่น ในน้ำใต้ดิน แมงกานีสจะอยู่ในรูปสารละลาย divalent ion ( $\text{Mn}^{2+}$ )

### 3) หลักการวิเคราะห์

สารประกอบแมงกานีสที่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำ ( $Mn^{2+}$ ) จะถูกออกซิไดซ์ด้วยแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ( $(NH_4)_2S_2O_8$ ) โดยมีซิลเวอร์ไนเตรท ( $AgNO_3$ ) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา กลายเป็นเปอร์แมงกานेट ( $MnO_4^-$ ) ซึ่งมีสีม่วงชมพู แล้วนำมาวัดความเข้มของสีที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่  $\lambda$  525 nm



### 2.3.7 การวิเคราะห์เหล็ก (Iron)

#### 1) ความหมายของเหล็ก

น้ำในธรรมชาติมีเหล็กละลายอยู่บ้าง แต่ในน้ำบาดาลมีเหล็กอยู่ปริมาณค่อนข้างสูงโดยที่เหล็กจะอยู่ในรูปของเฟอร์รัสไบคาร์บอเนต ( $Fe(HCO_3)_2$ ) น้ำจะมีสภาพใส แต่เมื่อวางทิ้งไว้ในบรรยากาศจะขุ่นและเกิดตะกอนสีแดงของเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ ( $Fe(OH)_3$ )

#### 2) หลักการวิเคราะห์เหล็ก

เมื่อต้องการหาปริมาณเหล็กทั้งหมด (เหล็กเฟอร์ริกและเหล็กเฟอร์รัส) ในน้ำ จะต้องเปลี่ยนให้อยู่ในรูป  $Fe^{2+}$  ก่อน โดยการต้มด้วยกรด และเติม Hydroxylamine หลังจากนั้นปรับสภาพ pH ให้อยู่ในช่วง 3.2-3.3 โดยเติม Ammonium acetate buffer solution จากนั้นจึงมาทำปฏิกิริยา Phenanthroline เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน สีส้มแดง แล้วนำมาวัดความเข้มของสีที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่  $\lambda$  510 nm

การวิเคราะห์ด้วยวิธี Ferro Ver Method สาร FerroVer Iron จะทำปฏิกิริยากับเหล็กทั้งหมดในตัวอย่างน้ำทั้งที่ละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำ ซึ่งใน FerroVer จะบรรจุสาร 1,10-phenanthroline ทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์ให้สารละลายที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาอยู่ในรูปสารละลายที่มีสีส้ม ซึ่งสีส้มที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของเหล็กในตัวอย่างน้ำ

### 2.3.8 การวิเคราะห์ซัลเฟต (Sulfate)

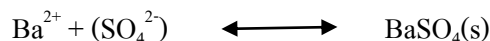
#### 1) ความหมายของซัลเฟต

ซัลเฟต ( $SO_4^{2-}$ ) เป็นรูปแบบของซัลเฟอร์ (S) ที่มีเสถียรภาพมากที่สุดมีประจุ + 6 และมีอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ ในน้ำบริโภคน้ำดื่มปริมาณซัลเฟตมากอาจมีผลเป็นยาระบายอ่อนๆ มาตรฐานน้ำประปาของการประปานครหลวงจึงกำหนดให้มีซัลเฟตไม่เกิน 250 มิลลิกรัม/ลิตร และถ้ามีซัลเฟตสูง จะทำให้เกิดตะกอนแข็งของแคลเซียมซัลเฟต นอกจากนี้ในสถานะไร้อากาศของระบบบำบัดน้ำเสีย ซัลเฟตจะเปลี่ยนไปเป็นซัลไฟด์



## 2) หลักการวิเคราะห์ซัลเฟต

ในการวิเคราะห์ซัลเฟต ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) จะถูกทำให้ตกตะกอนเมื่อเติม  $\text{BaCl}_2$  ใน acid medium ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ในรูป  $\text{BaSO}_4$  ซึ่งจะแขวนลอย (suspension) อยู่ในสารละลาย แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่  $\lambda$  420 nm



### 2.3.9 ฟลูออไรด์ (Fluoride)

#### 1) ความหมายของฟลูออไรด์

ฟลูออไรด์ในน้ำมักมาจากแร่ธาตุหินปูน ที่ละลายน้ำได้ดี น้ำบนพื้นดินไหลซึมผ่านชั้นดินและชั้นหิน พร้อมทั้งดูดซับ ละลายแร่ธาตุต่างๆ รวมทั้งฟลูออไรด์ ลงไปขังในแอ่งน้ำใต้ดิน ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน น้ำแร่ธรรมชาติ

#### 2) การวิเคราะห์หาปริมาณฟลูออไรด์

วิธีที่นิยมใช้มี 2 วิธีคือ

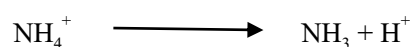
(1) Colorimetric method หรือ spectrophotometric method โดยวิธีที่เรียกว่า SPADNS method ซึ่งสามารถวัดฟลูออไรด์ได้ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร - 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีนี้เป็นที่นิยมมาก ซึ่งใช้หลักการ Colorimetric method โดยการเทียบสีและวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer เป็นปฏิกิริยาระหว่าง fluoride กับ zirconium ions ในสารละลาย acid-zirconyl SPADNS ทำให้เกิด metal-dye complex ซึ่งสีน้ำตาลแดงจะจางลง (fade) และค่า absorbance จะต่ำลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น ดังนั้นการ plot standard curve จะได้เส้นกราฟที่กลับกันกับกราฟทั่วไป ใช้หลักการวัดสีด้วยเครื่องมือ spectrophotometer ที่ 570 nm

(2) Ion selective electrode method โดยใช้ fluoride electrode เป็นตัววัดซึ่งสามารถวัดฟลูออไรด์ได้ 0.1-5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มักนิยมใช้ในกรณีที่ต้องการวัดอย่างไม่ผ่านการกลั่น

### 2.3.10 แอมโมเนีย (Ammonia)

#### 1) ความหมายของแอมโมเนีย

แอมโมเนียในโตรเจน หมายถึง ไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในรูป  $\text{NH}_4^+$  หรือ  $\text{NH}_3$  ซึ่งสมดุลกันดังสมการ



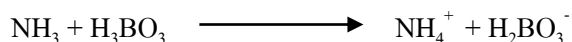
ในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินบางแห่งโดยทั่วไปจะมีแอมโมเนียไนโตรเจนในปริมาณน้อยกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งได้มาจากขบวนการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจน โดยแบคทีเรีย

และน้ำเสียจะมีความเข้มข้นของ  $\text{NH}_3$  เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีค่า pH สูง ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

## 2) การวิเคราะห์แอมโมเนียในโตรเจน

(1) Salicylate Method วิธีนี้ออกแบบมาสำหรับการวิเคราะห์แอมโมเนียในตัวอย่างน้ำดิน และตัวอย่างอื่นๆ โดยนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ในรูปแบบที่ปราศจากฟีนอลของ Berthelot Method โซเดียมซาลิไซเลตจะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียเปลี่ยนเป็น 5-Aminosalicylate จากนั้น Aminosalicylate จะถูกออกซิไดซ์ในที่ที่มี Sodium Nitroferricyanide เพื่อให้เป็นสีฟ้าอมเขียว

(2) Distillation Method แอมโมเนียในโตรเจนอิสระหาปริมาณได้โดยการกลั่น และขณะที่กลั่นต้องควบคุมสารผสมให้มี pH อยู่ประมาณ 9.5 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์และเก็บส่วนที่กลั่นได้ (distillate) ในสารละลายของ Boric acid ดังสมการ



หลังจากนั้นนำไปหาปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนโดยวิธี Nesslerization หรือโดยการนำไปไทเทรตกับ 0.02 N Standard  $\text{H}_2\text{SO}_4$

### 2.3.11 ไนเตรท (Nitrate)

#### 1) ความหมายของไนเตรท

ไนเตรทที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นตัวบ่งชี้ว่าน้ำอาจได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก ในน้ำที่มีไนเตรทมากอาจทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำโดยเฉพาะพวกสาหร่ายได้ดี ทำให้เกิดน้ำเน่าเสียได้

#### 2) หลักการวิเคราะห์ไนเตรท

ไนเตรทในน้ำจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรต์ก่อน จึงค่อยทำปฏิกิริยากับสารที่ทำให้เกิดสี แล้วนำมาวัดปริมาณสีที่เกิดขึ้นที่ความยาวคลื่น 507 nm ในการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรททุกครั้งจะต้องวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรต์แล้วนำมาหักออกจากค่าไนเตรทที่ได้จากเครื่อง เพื่อให้ได้ค่าไนเตรทที่แท้จริง

## 2.4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านดัชนีมลภาวะ

### 2.4.1 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

#### 1) ความหมายของค่าออกซิเจนละลายในน้ำ



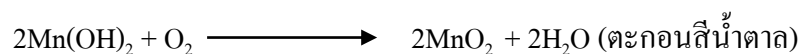
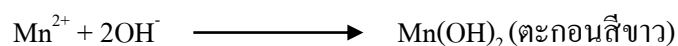
รูปที่ 2.14 ผลกระทบที่เกิดจากการที่น้ำมีค่า DO ต่ำ

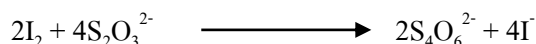
ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) คือค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความสามารถในการละลายของแก๊สออกซิเจนในน้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดัน และเกลือแร่ในน้ำ ถ้าอุณหภูมิสูง ความดันต่ำ และปริมาณเกลือแร่ที่ละลายในน้ำมาก จะมีผลทำให้การละลายของแก๊สออกซิเจนละลายได้น้อยที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศ แก๊สออกซิเจนละลายได้ 7 มิลลิกรัม/ลิตร

#### 2) หลักการการวิเคราะห์

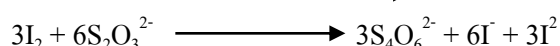
การหาปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) เป็นการหาปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ อันเป็นลักษณะสำคัญที่จะบอกว่ำน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และบอกแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำว่าเป็นแบบใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic Condition) หรือแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (Anaerobic Condition)

การหาปริมาณออกซิเจนในน้ำอาจใช้เครื่องวัด (Electrode membrane) หรือ โดยวิธีไทเทรต ซึ่งวิธีไทเทรตนี้นิยมใช้คือวิธีของ Winkler เรียกว่า Azide modification of iodometric method ซึ่งอาศัยกระบวนการการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ต่อเนื่องกัน ออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่ใส่เข้าไปได้ไอโอดีน ปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นจะแปรตามปริมาณออกซิเจน และหาปริมาณไอโอดีนโดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate;  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) ดังสมการ





เนื่องจากสารละลายไอโอดีนไทโอซัลเฟตเป็นสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิจึงต้องทำการปรับมาตรฐาน (Standardization) กับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิโพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาได้ดังสมการ



### 3) ความสำคัญของค่า DO

(1) ค่า DO ในน้ำเสียเป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีววะที่เกิดขึ้นจะเกิดโดยสิ่งมีชีวิตที่ใช้ ออกซิเจน (Aerobic organism) หรือสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic organism) Aerobic organism ใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อออกซิไดส์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่ Anaerobic organism ทำให้เกิดออกซิเดชันโดยการรีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางตัว เช่น  $\text{SO}_4^{2-}$  เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น Organism ทั้งสองชนิดพบในธรรมชาติทั่วไปจึงจำเป็นที่จะต้องรักษาสภาพที่พวก Aerobic organism ชอบไว้ มิฉะนั้น Anaerobic organism จะเข้ามาแทนที่ การหาค่า DO จึงจำเป็นเพื่อรักษาสภาพสำหรับ Aerobic organism ในน้ำธรรมชาติซึ่งจะรับเอาสิ่งสกปรกจากที่ต่างๆ

(2) ค่า DO มีความสำคัญในการที่จะรักษาสภาพของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่น คือให้มีค่า DO ในปริมาณเหมาะสม เช่น ไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นต้น

(3) ค่า DO เป็นพื้นฐานของค่า BOD (Biochemical oxygen demand) เพื่อหาอัตราของการออกซิเดชันทางชีวภาพ ซึ่งวัดได้โดยการหาค่า DO ที่เหลือ ณ เวลาต่างๆ

(4) ค่า DO เป็นแฟลตเตอร์สำคัญในการควบคุมการกักตัวของเหล็กในท่อน้ำประปา และในหม้อต้มน้ำ โดยเฉพาะในหม้อน้ำไม่ควรมีค่า DO เลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) มี DO ได้ 0.015 มิลลิกรัม/ลิตร

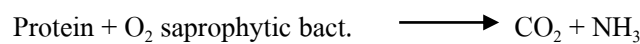
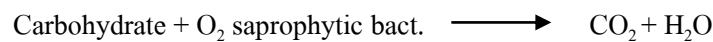
(5) ค่า DO ช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีใช้ออกซิเจน (Aerobic treatment process) เพื่อให้แน่ใจว่ามีออกซิเจนพอที่จะรักษาสภาพ Aerobic ไว้ได้ อีกทั้งป้องกันการใช้ออกซิเจนมากเกินไป

## 2.4.2 การวิเคราะห์ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวะในน้ำ (Determination of Biochemical Oxygen Demand in Water)

### 1) ความหมายของค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวะในน้ำ

ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวะหรือ BOD (Biochemical oxygen demand) คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน จากกระบวนการนี้แบคทีเรียจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและแบ่งตัวต่อไป ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการออกซิไดซ์โดยสารอาหารอาจเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ หรือแอมโมเนีย ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหาร การใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสารอินทรีย์แบ่งออกเป็น 2 ระยะ

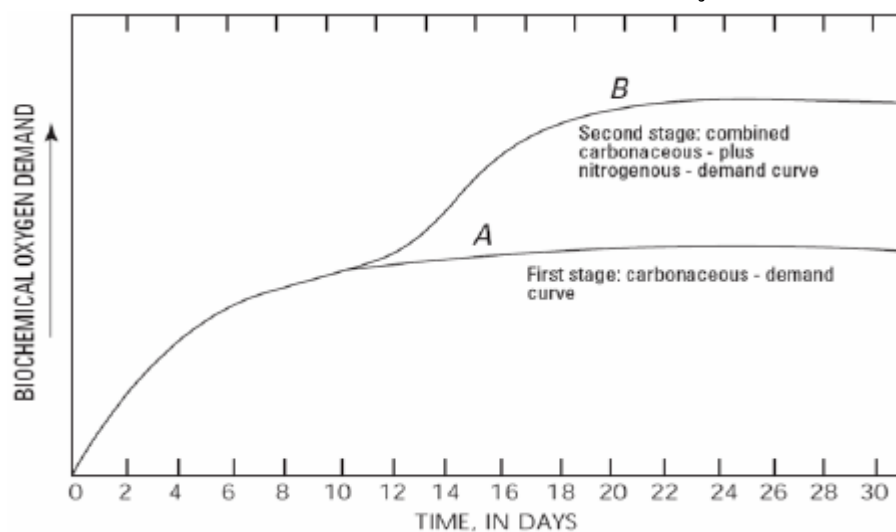
ระยะที่ 1 เป็นการออกซิไดซ์ของสารประกอบคาร์บอน ดังสมการ



ระยะที่ 2 เป็นการออกซิไดซ์ของ



โดยพวก Autotrophic bacteria ซึ่งมีชื่อว่า Nitrifying bacteria ซึ่งมีอยู่น้อยในน้ำเสีย จะเกิดการแบ่งตัวที่ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการหาค่า BOD น้อยมาก หลังจาก 10 วันแบคทีเรียเหล่านี้จะมีจำนวนมากพอที่จะใช้ออกซิเจนในการออกซิไดซ์สาร  $\text{NH}_3$  ซึ่งจะสังเกตได้จากปริมาณของไนเตรทตัวอย่าง ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก การใช้ออกซิเจนโดยแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ซึ่งแสดงได้ด้วย BOD curve ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.15 แสดงระยะการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย

## 2) ความสำคัญของค่า BOD

(1) ใช้หาปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ เพื่อนำไปหาอัตราออกซิไดซ์ที่เกิดขึ้น หรือเพื่อหาอัตราที่ BOD จะถูกใช้ไป

(2) ใช้ในการควบคุมความสกปรกของลำธาร

(3) ใช้วัดความสามารถของแหล่งน้ำที่จะกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติ

(4) ใช้ตรวจคุณภาพของน้ำทิ้ง (Effluent) ที่ปล่อยทิ้งลงน้ำ

## 3) หลักการวิเคราะห์ BOD

วิธีหาค่า BOD คือ หาจำนวนออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่แบคทีเรียนำไปสลายอาหาร หลังจากเพาะเลี้ยง 5 วัน ที่ 20 องศาเซลเซียส

$$BOD = DO_0 - DO_5$$

ค่า BOD คือผลต่างของ DO ในวันเริ่มต้น ซึ่งเรียกว่า Day zero กับค่า DO ของตัวอย่างเดียวกันภายหลังจากเพาะเลี้ยงไว้ 5 วัน ที่ 20±1 องศาเซลเซียส การหาค่า BOD ของน้ำแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี ขึ้นอยู่กับความสกปรกของน้ำ

วิธีที่ 1 แบบโดยตรง (Direct method) ใช้กับตัวอย่างน้ำที่มีความสกปรกน้อย คือมีค่า BOD ไม่เกิน 7 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนใหญ่เป็นน้ำจากแหล่งน้ำ วิธีนี้ไม่ต้องเจือจางตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) ปรับอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ประมาณ 20 องศาเซลเซียส

(2) เติมออกซิเจนลงไปในน้ำโดยการพ่นอากาศลงไป

(3) เติมน้ำลงในขวด BOD 2 ขวดให้เต็ม

(4) นำขวด BOD ขวดที่ 1 มาหาค่า DO ของจุดเริ่มต้น บันทึกค่าไว้ นำขวด BOD ขวดที่ 2 ไปเพาะเลี้ยงในที่มืดที่ 20 ±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาหาค่า DO ของวันที่ 5

$$(5) BOD = DO_0 - DO_5$$

วิธีที่ 2 แบบเจือจาง (Dilution method) ใช้กับตัวอย่างน้ำที่มีความสกปรก เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม น้ำเหล่านี้จะมีค่า BOD เกิน 7 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้น ถ้าไม่ทำให้เจือจางลงปริมาณออกซิเจนในตัวอย่างจะไม่พอที่จะใช้ย่อยสารอินทรีย์ในน้ำ นั่นคือ วัดค่า  $DO_5$  ไม่ได้เนื่องจากเป็นศูนย์ ดังนั้น จึงต้องทำให้น้ำนั้นเจือจางก่อน

### 2.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำ (Oxygen Consumed, OC) : (Permanganate Method)

#### 1) หลักการ

ปริมาณความต้องการออกซิเจนทั้งหมดเพื่อใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นตัวเดิมออกซิเจน (Oxidizing Agent) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจะทำปฏิกิริยากับตัวลดออกซิเจน (Reducing Agent) ได้  $Mn^{2+}$  ดังสมการ



เมื่อเติมปริมาณที่แน่นอนของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตลงในน้ำตัวอย่าง สารอินทรีย์ในน้ำจะถูกเดิมออกซิเจนด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต หลังจากนั้นเติมกรดออกซาลิกหรือโซเดียมออกซาลेटที่มีปริมาณมากเกินไปทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหลือจากการเดิมออกซิเจนให้แก่สารอินทรีย์ในน้ำตัวอย่าง ดังสมการ



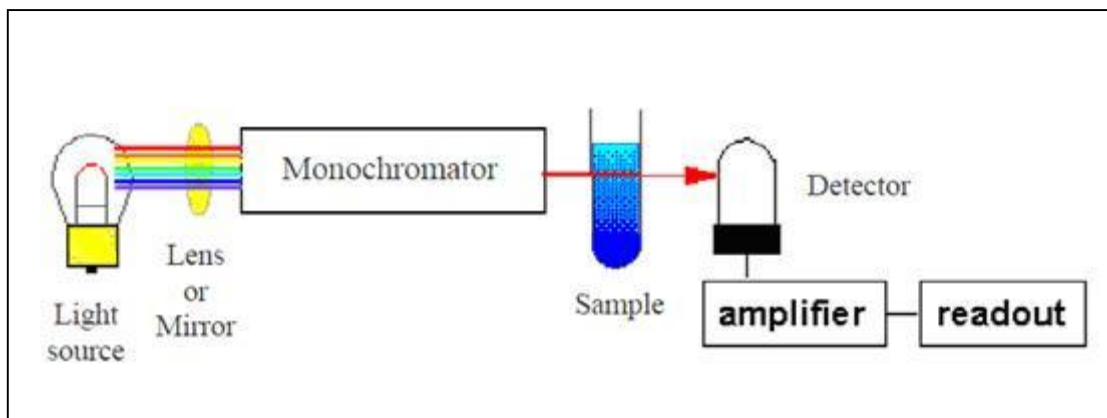
กรดออกซาลิกหรือโซเดียมออกซาลेटที่มากเกินไปจะถูกไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกออกซิไดซ์ด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในน้ำตัวอย่างได้

เนื่องจากการวิเคราะห์ทำที่จุดเดือดของน้ำ ดังนั้น Volatile Organic Matter ส่วนใหญ่จึงหายไป นอกจากนี้สารอนินทรีย์บางตัว เช่น Chloride, Ferrous ion, Nitrite และ Hydrogen sulfide ยังเข้าทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เพื่อการวิเคราะห์ที่ถูกต้องจึงต้องนำปัจจัยเหล่านี้มาประกอบในการคำนวณด้วย เมื่อความเข้มข้นของคลอไรด์ในน้ำมากกว่า 300 mg / L จะรบกวนการวิเคราะห์เฉพาะในสภาวะที่เป็นกรด ในกรณีนี้การวิเคราะห์จะทำให้สภาวะที่เป็นต่าง Hydrogen Sulfide, Sulfide และ Nitrite สามารถถูกกำจัดออกจากน้ำตัวอย่างได้โดยการต้มที่นานพอ หลังจากการปรับสภาวะของน้ำตัวอย่างให้เป็นกรดด้วยกรดซัลฟิวริก Ferrous ion ควรแยกวิเคราะห์ต่างหาก โดย 0.11 mgO หรือ 0.44 mg  $KMnO_4$  จะถูกหักออกจากผลการวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายสำหรับทุกๆ 1 มิลลิกรัม/ลิตร ของ Ferrous ion ในน้ำตัวอย่าง ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีสารรบกวนเหล่านี้ในปริมาณเล็กน้อยการป้องกันผลจากการรบกวนดังกล่าวก็ไม่มีความจำเป็น

## 2.5 หลักการของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

### 2.5.1 UV-VIS Spectrophotometer

#### 1) หลักการ



รูปที่ 2.16 แสดงแผนภาพหลักการของ Spectrophotometer

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแสงและค่า intensity ในช่วงรังสียูวีและช่วงแสงขาวที่ทะลุผ่านหรือถูกดูดกลืนโดยตัวอย่างที่วางอยู่ในเครื่องมือ โดยที่ความยาวคลื่นแสงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณและชนิดของสารที่อยู่ในตัวอย่างซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ สารประกอบเชิงซ้อน และสารอนินทรีย์ ที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นเหล่านี้ได้ คุณสมบัติในการดูดกลืนแสงของสารเมื่อโมเลกุลของตัวอย่างถูกฉายด้วยแสงในช่วงรังสียูวีหรือแสงขาวที่มีพลังงานเหมาะสมจะทำให้อิเล็กตรอนภายในอะตอมเกิดการดูดกลืนแสงแล้วเปลี่ยนสถานะไปอยู่ในชั้นที่มีระดับพลังงานสูงกว่า เมื่อทำการวัดปริมาณของแสงที่ผ่านหรือสะท้อนมาจากตัวอย่างเทียบกับแสงจากแหล่งกำเนิดที่ความยาวคลื่นค่าต่างๆตามกฎของ Beer-Lambert ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารจะแปรผันกับจำนวนโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง ดังนั้น จึงสามารถใช้เทคนิคนี้ในระบุชนิด และปริมาณของสารต่างๆที่มีอยู่ในตัวอย่างได้

#### 2) ส่วนประกอบของเครื่อง

(1) แหล่งกำเนิดแสง แหล่งกำเนิดแสงในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์จะต้องให้รังสีในช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการอย่างต่อเนื่อง และคงที่ตลอดเวลา รวมทั้งมีความเข้มแสงที่มากพอด้วย หลอดกำเนิดแสงมีหลายชนิดตามความยาวคลื่นแสงที่เปล่งออกมา ซึ่งต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับของเหลวที่นำมาวัดค่าดูดกลืนแสง

ตัวอย่างแหล่งกำเนิดแสง ช่วง UV ใช้หลอด H<sub>2</sub> and D<sub>2</sub> lamp ให้ความยาวคลื่นอยู่ในย่าน 160-380 nm ชนิดของสเปกโตรสโกปี UV molecular absorption และช่วง visible ใช้หลอด



Tungsten/halogen ให้ความยาวคลื่นในช่วง 240-2,500 nm ชนิดของสเปกโทรสโกปีเป็นแบบ UV-Visible/near-IR molecular absorption

(2) Monochromator ส่วนประกอบนี้เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมแสง โดยจะทำให้แสงที่ออกมาจากต้นกำเนิดแสงซึ่งเป็นพอลิโครเมติกให้เป็นแสงโมโนโครเมติกซึ่งเป็นแถบแสงแคบๆ หรือมีความยาวคลื่นเดียว ใช้ฟิลเตอร์ (กระจกสี) ปริซึม (prism) หรือ เกรตติง (grating)

(3) เซลล์ที่ใช้บรรจุสารละลายตัวอย่าง เซลล์ที่ใส่สารตัวอย่าง (cell sample) บางครั้งอาจเรียกว่า คิวเวทท์ (cuvettes) รูปแบบที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ เซลล์ที่ทำด้วยแก้วธรรมดา จะใช้ได้เฉพาะช่วง visible เพราะเนื้อแก้วธรรมดาถูกดูดกลืนแสงในช่วง UV ได้ และเซลล์ที่ทำด้วยซิลิกาและควอตซ์ (quartz) ใช้ได้ทั้งช่วง UV และ Visible

(4) Detector ทำหน้าที่ในการวัดความเข้มของรังสีที่ถูกดูดกลืนโดยการแปลงพลังงานคลื่นรังสีเป็นพลังงานไฟฟ้า เครื่องตรวจจับสัญญาณที่ดีต้องมีสภาพไวสูง แม้ปริมาณแสงจะเปลี่ยนไปเล็กน้อยก็สามารถตรวจจับสัญญาณความแตกต่างได้ เครื่องวัดแสงที่ยังนิยมกันอยู่ในปัจจุบัน คือ หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ (photomultiplier tube, PMT) และเครื่องวัดแสงชนิดซิลิกอนไดโอด (silicon diode detector)

## 2.6 เขื่อนลำคันฉู



รูปที่ 2.17 เขื่อนลำคันฉู

เขื่อนลำคันฉู เป็นเขื่อนดินเพื่อการชลประทานของกรมชลประทานกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ตั้งอยู่ที่ ต.โคกเพชรพัฒนา อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ

เขื่อนนี้มีเป้าหมายเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตรของราษฎรในพื้นที่ชลประทาน 43,000 ไร่ สามารถกักเก็บน้ำได้ประมาณ 42.6 ล้านลูกบาศก์เมตร เป้าหมายคือ พื้นที่ริมฝั่งลำคันฉู ตั้งแต่บริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำ/กอก บ้านหนองบัวใหญ่ บ้านละหาน ซึ่งตำบลเหล่านี้เป็นเขตที่ลำน้ำไหลผ่านจนเข้าเขต อ.จัตุรัส ก่อนที่จะไหลลงสู่บึงละหาน อันเป็นหนองน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่ และไหลลงแม่น้ำชี ตามลำดับ

## 2.7 บึงละหาน



รูปที่ 2.18 บึงละหาน

บึงละหาน ครอบคลุมพื้นที่ 4 ตำบลในอำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ ได้แก่ ตำบลละหาน ตำบลหนองบัวใหญ่ ตำบลหนองบัวบาน และตำบลลุ่มลำชี โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณตำบลละหาน อำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิเนื้อที่ 29.09 ตารางกิโลเมตร (18,181 ไร่) สามารถกักเก็บน้ำได้ประมาณ 53 ล้านลูกบาศก์เมตร

ปัจจุบันบึงละหานได้รับการพัฒนาให้มีคันดินล้อมรอบบริเวณบึง มีฝายน้ำล้นกักเก็บน้ำ และมีประตูเปิดปิดน้ำไว้ไม่ให้ไหลลงลำน้ำชีเร็วเกินไป เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการอุปโภค บริโภค หล่อเลี้ยงชาวจังหวัดชัยภูมิ เพื่อการเกษตร การประมง และเพื่อป้องกันการบุกรุกพื้นที่บึงละหาน บึงละหานจึงกลายเป็นบึงขนาดใหญ่ มีน้ำตลอดทั้งปี ระดับน้ำลึกที่สุดประมาณ 1.5 – 4.0 เมตร ทัศนียภาพของซากพืชจึงมีความอ่อนตัวของดิน

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

##### 3.1.1 การทดสอบค่าความขุ่น (Turbidity)

###### วิธีการทดลอง

1. กดปุ่มเปิดเครื่องวัดความขุ่น อุ่นเครื่องนาน 10 - 15 นาที
2. วัดค่าความขุ่นของ Gelex Secondary Turbidity Standard ค่าที่อ่านได้ต้องอยู่ระหว่าง  $\pm 5\%$  ของค่าที่กำหนดไว้
3. เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากัน เทตัวอย่างน้ำลงในหลอด
4. เช็ดภายนอกหลอดให้แห้ง และอย่าให้มีฟองอากาศ
5. ปิดฝา ใส่ในเครื่อง กดปุ่ม Enter
6. อ่านค่าความขุ่นที่ได้

##### 3.1.2 การทดสอบค่าพีเอช (pH)

###### วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องวัด pH
2. Calibrate เครื่อง pH ให้ได้ค่า Slope อยู่ที่ 92 – 102
3. จุ่มลงในน้ำตัวอย่างเพื่อวัดค่า pH
4. กดปุ่ม measure เพื่อวัดค่า pH
5. อ่านค่า pH ที่ได้

##### 3.1.3 การทดสอบค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

###### วิธีการทดลอง

1. กดเปิดเครื่อง Conductivity
2. จุ่มโพรบลงในตัวอย่างน้ำ
3. อ่านค่าการนำไฟฟ้าที่ได้

### 3.1.4 การหาสีปรากฏ (Color)

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายมาตรฐานสี

วิธีการทดลอง

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1. เตรียมมาตรฐานสีที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 5, 10, 15, 20, 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
2. นำสารละลายมาตรฐานสีมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ค่าความยาวคลื่น 455 นาโนเมตร แล้วสร้างกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าการดูดกลืนแสง

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. เปิดเครื่อง Spectrophotometer เพื่ออุ่นเครื่องเป็นเวลา ประมาณ 10 – 15 นาทีแล้วเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วไปที่โปรแกรม UV WINLAB แล้วเลือกวิธีการทดสอบสี ที่ได้ทำการปรับ Condition และทำกราฟมาตรฐานไว้แล้ว (ค่าความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร)
2. ทำการ Set auto zero เครื่อง Spectrophotometer โดยเทน้ำกลั่นลงในเซลล์สำหรับวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer เช็ดเซลล์ด้วยกระดาษทิชชูให้สะอาด ใส่เซลล์ลงในช่องรับแสงทั้ง 2 ช่อง
3. ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำ โดยตัวอย่างน้ำใส่ในช่องสำหรับตัวอย่าง เมื่อเครื่อง Spectrophotometer ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงครบทุกตัวอย่างแล้ว จึงทำการจดบันทึกค่าสีที่โปรแกรมได้คำนวณออกมา

## 3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

### 3.2.1 การหาค่าความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness)

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Solution)
2. Eriochrome Black T
3. สารละลายมาตรฐาน 0.01 M EDTA

### วิธีการทดลอง

1. ตวงตัวอย่างน้ำมาปริมาตร 50 มิลลิลิตรด้วยกระบอกตวง ใส่งในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 1 มิลลิลิตร เพื่อปรับพีเอชให้ได้ประมาณ 10.0 แกว่งให้เข้ากัน
4. เติม Eriochrome Black T ชนิดผงลงไป 1 กรัม แกว่งให้เข้ากัน สารละลายจะมีสีม่วงแดง
5. นำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.01 M EDTA จนถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็น สีน้ำเงิน
6. จดบันทึกปริมาตรที่ใช้แล้วนำไปคำนวณ

### 3.2.2 การหาปริมาณแคลเซียม (Calcium)

#### สารเคมีที่ใช้

1. 1 N NaOH
2. Murexide indicator

### วิธีการทดลอง

1. ตวงตัวอย่างน้ำมาปริมาตร 50 มิลลิลิตรด้วยกระบอกตวง ใส่งในขวดรูปชมพู่ 125 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย 1 N NaOH 2 มิลลิลิตร เพื่อปรับพีเอชให้ได้ประมาณ 10.0 แกว่งให้เข้ากัน
3. เติม Murexide อินดิเคเตอร์ลงไป 1 กรัม แกว่งให้เข้ากัน สารละลายจะมีสีชมพูแดง
4. นำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.01 M EDTA จนถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีชมพูแดงเป็น สีม่วง
5. จดบันทึกปริมาตรที่ใช้แล้วนำไปคำนวณ

### 3.2.3 การหาสภาพด่าง (Alkalinity)

#### สารเคมีที่ใช้

1. Mixed bromocresol green-methyl red indicator
2. สารละลายกรดมาตรฐาน  $H_2SO_4$  0.1 N

### วิธีการทดลอง

1. ตวงตัวอย่างน้ำมาปริมาตร 50 มิลลิลิตรด้วยกระบอกตวง ใส่งในขวดรูปชมพู่ 125 มิลลิลิตร

2. เติม Mixed bromocresol green-methyl red indicator ลงไป 3 – 5 หยด แกว่งให้เข้ากัน สารละลายจะมีสีฟ้า
3. นำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> จนถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพูอมฟ้า
4. จดบันทึกปริมาตรที่ใช้

### 3.2.4 การหาปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (Chloride)

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายโปแทสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์
2. สารละลายมาตรฐาน AgNO<sub>3</sub> 0.0141 N

วิธีการทดลอง

1. ตวงตัวอย่างน้ำมาปริมาตร 50 มิลลิลิตรด้วยกระบอกตวง ใสลงในขวดรูปชมพู่ 125 มิลลิลิตร
2. เติม สารละลายโปแทสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์ ลงไป 1 มิลลิลิตร แกว่งให้เข้ากัน สารละลายจะมีสีเหลือง
3. นำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน AgNO<sub>3</sub> 0.0141 N จนถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีชมพูอมเหลือง
4. จดบันทึกปริมาตรที่ใช้

### 3.2.5 การหาปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)

วิธีการทดลอง

1. กรองตัวอย่างน้ำ
2. ตวงตัวอย่างน้ำที่กรองแล้ว 50 มิลลิลิตร เทลงในถ้วยกระเบื้อง
3. ระบายบน Water bath จนแห้ง นำตัวอย่างที่ระเหยจนแห้ง ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 180 ±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
4. นำไปใส่ใน Desiccator เพื่อให้เย็น
5. เมื่อเย็นแล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนัก
6. นำน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด

### 3.2.6 การหาปริมาณแมงกานีส (Manganese)

สารเคมี

1. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ )
2. Special reagent
3. แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ( $(NH_4)_2S_2O_8$ )

วิธีการทดลอง

1. ตวงตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ที่มี Glass bead 3-5 เม็ด
2. เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 หยด
3. เติม Special reagent 5 มิลลิลิตร
4. นำไปต้มจนปริมาตรลดเหลือประมาณ 90 มิลลิลิตร
5. เติมแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟตประมาณ 1 กรัม
6. ทิ้งให้เย็น (หากมีแมงกานีสจะเกิดสีชมพู)
7. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร
8. นำไปวัดปริมาณแมงกานีสด้วยเครื่อง Spectrophotometer
9. Blank เตรียม โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำ

### 3.2.7 การหาปริมาณซัลเฟตในน้ำแบบวัดความขุ่น

สารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์ A
2. แบเรียมคลอไรด์ ( $BaCl_2$ )
3. สารละลายมาตรฐานซัลเฟต 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร
4. สารละลายมาตรฐานซัลเฟต 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

วิธีการทดลอง

การเตรียมกราฟมาตรฐานซัลเฟต

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานซัลเฟตที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่
2. เติมสารละลายบัฟเฟอร์ A 20 มิลลิลิตร แก้วขวดผสมให้เข้ากัน
3. เปิดเครื่อง Spectrophotometer อุณหภูมิประมาณ 10-15 นาที แล้วเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วไปที่โปรแกรม UV WINLAB แล้วสร้างวิธีการทดสอบซัลเฟต (Sulfate method) ทำการปรับ condition โดยใช้ค่าความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

4. กวนสารละลายมาตรฐานซัลเฟต โดยใช้เครื่องกวนสารละลายแม่เหล็ก ในขณะที่เติวก้นก็เติมแบเรียมคลอไรด์ 1 กรัม เริ่มจับเวลาทันทีจนครบ 2 นาที
5. ทำการ set auto zero เครื่อง Spectrophotometer โดยเทน้ำกลั่นที่เติมบัฟเฟอร์ A และแบเรียมคลอไรด์ ลงใน Sample cell ทั้ง 2 อัน แล้วใส่เซลล์ลงในช่องรับแสงทั้ง 2 ช่อง
6. ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน

#### ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. นำน้ำตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรอง GF/C เพื่อกำจัดสารแขวนลอยในน้ำ
2. ตวงน้ำกลั่นมา 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ตวงน้ำตัวอย่างมา 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่
4. เปิดเครื่อง Spectrophotometer อุณหภูมิประมาณ 10-15 นาที แล้วเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วไปที่โปรแกรม UV WINLAB แล้วเลือกวิธีการทดสอบซัลเฟต (Sulfate method) ที่ได้ทำการปรับ condition และทำการฟามาตรฐานไว้แล้ว
5. กวนสารละลายมาตรฐานซัลเฟต โดยใช้เครื่องกวนสารละลายแม่เหล็ก ในขณะที่เติวก้นก็เติมแบเรียมคลอไรด์ประมาณ 1 กรัม เริ่มจับเวลาทันทีจนครบ 2 นาที
6. ทำการ set auto zero เครื่อง Spectrophotometer โดยเทน้ำกลั่นที่เติมบัฟเฟอร์ A และแบเรียมคลอไรด์ ลงใน Sample cell ทั้ง 2 อัน แล้วใส่เซลล์ลงในช่องรับแสงทั้ง 2 ช่อง
7. ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง โดยนำ Sample Blank ใส่ในช่องรับแสงอ้างอิง และนำตัวอย่างน้ำใส่ในช่องสำหรับตัวอย่าง เมื่อเครื่อง Spectrophotometer ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงครบทุกตัวอย่างแล้วให้ทำการจดบันทึกค่าที่ได้

#### 3.2.8 การหาฟลูออไรด์ (Fluoride)

##### สารเคมี

1. สารละลาย SPANDS
2. สารละลาย Zirconyl-acid
3. สารละลาย Acid Zirconyl-SPANDS
4. Reference reagent
5. สารละลายมาตรฐานฟลูออไรด์ 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร
6. สารละลายมาตรฐานฟลูออไรด์ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร



### วิธีการทดลอง

#### การเตรียมกราฟมาตรฐานฟลูออไรด์

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเข้มข้น 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ใสลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่นมาตรฐานลงในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น Acid Zirconyl-SPANDS ลงในสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้ แล้วจับเวลา 10 นาที เมื่อครบ 10 นาทีแล้วให้ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร โดยใช้ Reference reagent ในการ set auto zero

#### ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. นำน้ำตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรอง GF/C เพื่อกำจัดสารแขวนลอยในน้ำ
2. ตวงตัวอย่างน้ำที่กรองแล้ว 50 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น Acid Zirconyl-SPANDS จากนั้นจับเวลา 10 นาที เมื่อครบ 10 นาทีแล้วให้ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 570 นาโนเมตร

### 3.2.9 การหาปริมาณเหล็ก (Iron)

#### สารเคมี

1. Concentrated Hydrochloric Acid
2. Hydroxylamine solution
3. Phenanthroline solution
4. Ammonium acetate buffer solution

#### วิธีการทดลอง

1. ปิเปิดตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใสลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร และ Glass bead 3-4 เม็ด
2. เติมน้ำกลั่น Conc.HCl 2 มิลลิลิตร และ Hydroxylamine solution 1 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน
3. นำไปต้มให้เดือดบน Hot plate จนปริมาตรลดลงเหลือ 15-20 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็น
4. เติมน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น Ammonium acetate buffer solution 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น Phenanthroline solution 4 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
5. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่  $\lambda$  510 nm

### 3.2.10 การวิเคราะห์ไนเตรท (Cadmium Reduction Method)

สารเคมี

1. Nitrate reagent powder pillow
2. Nitrite reagent powder pillow

วิธีการทดลอง

1. ตั้งค่าเครื่อง Colorimeter ไปที่โปรแกรมการวิเคราะห์ไนเตรท
2. ตวงตัวอย่างน้ำมา 15 มิลลิลิตร เติมลงไป ใน Sample cell
3. เติม Nitrate reagent powder pillow
3. ปิดฝา แล้วจับเวลา 3 นาที
4. เขย่า แล้วจับเวลา 2 นาที
5. ปิเปตสารละลายทิ้ง 5 มิลลิลิตร
4. เติม Nitrite reagent powder pillow แล้วจับเวลา 30 วินาที
6. เขย่า แล้วจับเวลา 15 นาที
7. ทำการวิเคราะห์โดยใช้ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์เป็น Blank

### 3.2.11 การวิเคราะห์ไนโตรเจน, แอมโมเนีย (Salicylate Method)

สารเคมี

1. Ammonia salicylate powder pillow
2. Ammonia cyanurate powder pillow

วิธีการทดลอง

1. ตั้งค่าเครื่อง Colorimeter ไปที่โปรแกรมการวิเคราะห์ไนโตรเจน แอมโมเนีย
2. ตวงตัวอย่างน้ำมา 10 มิลลิลิตร เติมลงไป ใน Sample cell
3. เติม Ammonia salicylate powder pillow
4. เขย่า แล้วจับเวลา 3 นาที
5. เติม Ammonia cyanurate powder pillow
6. เขย่า แล้วจับเวลา 15 นาที
7. ทำการวิเคราะห์โดยใช้น้ำกลั่นเป็น Blank

### 3.3 การวิเคราะห์ทางดัชนีมลภาวะ

#### 3.3.1 การวิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Determination of Dissolved Oxygen in Water)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน Potassium dichromate 0.00417 M เตรียมโดยละลาย  $K_2Cr_2O_7$  ที่อบแห้งแล้ว 1.266 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 L
2. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide : KI)
3. สารละลายกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น 1:9 โดยปริมาตร
4. สารละลาย Manganese sulfate สารละลาย  $MnSO_4 \cdot 4H_2O$  480 g หรือ  $MnSO_4 \cdot 2H_2O$  400 g หรือ  $MnSO_4 \cdot H_2O$  364 g ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 L
5. สารละลาย Alkali-iodide-azide ละลาย NaOH 500 g และ NaI 135 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 L จากนั้นเติม  $NaN_3$  10 g ที่ละลายในน้ำกลั่น 40 ml
6. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. $H_2SO_4$ )
7. น้ำแข็ง
8. สารละลาย Sodium thiosulfate 0.0250 M

วิธีการทดลอง

นำขวดบีโอดีขนาด 300 ml เก็บตัวอย่างน้ำตามแหล่งต่าง ๆ โดยเริ่มจากเขื่อนลำคันทลูไปจนถึงบึงละหาน โดยแต่ละจุดที่เก็บห่างกัน 10 กิโลเมตร ก่อนเก็บก๊วขวดบีโอดีด้วยน้ำตัวอย่างก่อน 2-3 ครั้งจึงเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำและนำมาทำการทดลองหาค่า DO

นำตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดีมาเติมสารละลายดังต่อไปนี้

1. สารละลาย  $MnSO_4$  2 มิลลิลิตร โดยให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิวน้ำ
2. สารละลาย Alkali-iodide-azide 2 มิลลิลิตร โดยให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิวน้ำ
3. ปิดจุก เขย่าแรงๆ โดยกลับขวดไปมา จะเกิดตะกอนคล้ายฝุ่นสีอิฐ
4. ปล่อยให้ตะกอนนอนก้น จนน้ำส่วนข้างบนเริ่มใส จากนั้นเติม Conc. $H_2SO_4$  2 มิลลิลิตร โดยปล่อยให้ไหลไปตามคอขวด
5. ปิดจุก เขย่าจนตะกอนละลายหมด ตวงสารละลายที่ได้ 203 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลาย  $Na_2S_2O_3$  ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน บันทึกปริมาตร แล้วนำไปคำนวณตามสูตร

### 3.3.2 การวิเคราะห์ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวะในน้ำ (Determination of Biochemical Oxygen Demand in Water)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน Potassium dichromate 0.00417 M เตรียมโดยละลาย  $K_2Cr_2O_7$  ที่อบแห้งแล้ว 1.266 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 L
2. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide : KI)
3. สารละลายกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น 1:9 โดยปริมาตร
4. สารละลาย Manganese sulfate สารละลาย  $MnSO_4 \cdot 4H_2O$  480 g หรือ  $MnSO_4 \cdot 2H_2O$  400 g หรือ  $MnSO_4 \cdot H_2O$  364 g ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 L
5. สารละลาย Alkali-iodide-azide ละลาย NaOH 500 g และ NaI 135 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 L จากนั้นเติม  $NaN_3$  10 g ที่ละลายในน้ำกลั่น 40 ml
6. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc.  $H_2SO_4$ )
7. น้ำแข็ง
8. สารละลาย Sodium thiosulfate 0.0250 M

วิธีการทดลอง

1. ปรับอุณหภูมิของน้ำให้ประมาณ 20 องศาเซลเซียส
2. เติมออกซิเจนลงไปใต้น้ำโดยการพ่นอากาศลงไป
3. เติมน้ำลงในขวด BOD 2 ขวดให้เต็ม
4. นำขวด BOD ขวดที่ 1 มาหาค่า DO ของจุดเริ่มต้น หรือ  $DO_0$  บันทึกค่าไว้
5. นำขวด BOD ขวดที่ 2 ไปเพาะเลี้ยงในที่มืดที่  $20 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาหาค่า DO ของวันที่ 5 หรือ  $DO_5$
6.  $BOD = DO_0 - DO_5$

### 3.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำ (Oxygen Consumed)

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ )
2. สารละลายออกซาลิก ( $H_2C_2O_4$ )
3. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เข้มข้น 0.1 N

### วิธีการทดลอง

1. เติมน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Flask ที่มี Glass Bead อยู่ประมาณ 4-5 เม็ด
2. เติมกรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร และ 0.1 N โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 15 มิลลิลิตร
3. ต้มสารละลายที่ได้บน Hot plate จับเวลาขณะเดือด 10 นาที
4. เติม 0.1 N กรดออกซาลิก 15 มิลลิลิตร แล้วต้มต่อจนสีของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจางหายไป
5. ทำการไทเทรตสารละลายที่ได้ด้วย 0.01 N โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จนได้สีชมพูอ่อน ทำ Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์ทางกายภาพ เมื่อพิจารณาที่ค่า pH พบว่า แหล่งน้ำดิบทั้ง 6 แหล่งมีค่า pH ตรงตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของสิ่งแวดล้อมซึ่งกำหนดว่า pH ควรอยู่ในช่วง 5.0-9.0 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของแหล่งน้ำดิบ

จุดที่	1	2	3	4	5	6	มาตรฐาน สลว.
รายละเอียดจุดเก็บ	ลำคันฉู	บ้านหนองโปลา	บ้านชวน	บ้านขาม	บ้านตลาด	บึงละหาน	
ระดับความลึก	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	
เวลาที่เก็บ	10.40 น.	11.30 น.	12.10 น.	13.50 น.	14.20 น.	15.40 น.	
ความขุ่น (NTU)	2.33	7.95	26.5	1.13	4.79	10.4	-
pH	8.18	7.81	7.23	7.63	7.08	7.17	5.0-9.0
Conductivity ( $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ )	99.2	399	1759	1100	2340	535	-
สีปรากฏ (Pt-Co Unit)	30	79	170	43	76	85	-

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีเมื่อพิจารณาที่ปริมาณแอมโมเนียที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรเกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรทที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรเกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า แหล่งน้ำทั้ง 6 แหล่ง อยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด แต่เมื่อพิจารณาที่ปริมาณแมงกานีสที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรเกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีแหล่งที่ผ่านมาตรฐานกำหนด 4 แหล่ง คือ แหล่งน้ำลำคันฉู บ้านหนองโปลา บ้านขาม และบึงละหาน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของแหล่งน้ำดิบ

จุดที่	1	2	3	4	5	6	มาตรฐาน สลว.
รายละเอียดจุดเก็บ	ลำคันฉู	บ้านหนองโปลา	บ้านชวน	บ้านขาม	บ้านตลาด	บึงละหาน	
ระดับความลึก	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	
เวลาที่เก็บ	10.40 น.	11.30 น.	12.10 น.	13.50 น.	14.20 น.	15.40 น.	
Hardness (mg/l)	33.8	143.4	28.0	26.2	13.0	113.2	-
Calcium (mg/l)	11.4	42.6	7.1	4.7	3.0	31.9	-

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของแหล่งน้ำดิบ (ต่อ)

จุดที่	1	2	3	4	5	6	มาตรฐาน สลว.
รายละเอียดจุดเก็บ	ลำคันทู	บ้านหนองโบสถ์	บ้านชวน	บ้านขาม	บ้านตลาด	บึงละหาน	
ระดับความลึก	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	
เวลาที่เก็บ	10.40 น.	11.30 น.	12.10 น.	13.50 น.	14.20 น.	15.40 น.	
Alkalinity (mg/l)	37.2	145.6	13.8	9.2	3.2	92.2	-
Chloride (mg/l)	8.4	3.7	499	309	850	100.4	-
TDS (mg/l)	34	216	1030	618	1428	282	-
Manganese (mg/l)	0.002	0.305	3.184	0.113	1.572	0.021	ไม่เกิน 1.0 mg/L
Sulfate (mg/l)	4	4	5	4	5	4	-
Fluoride (mg/l)	0.15	0.30	0.29	0.33	0.35	0.26	-
Iron (mg/l)	0.06	0.05	0.17	0.04	0.03	0.06	-
Nitrite (mg/l)	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	ไม่เกิน 5.0 mg/L
Ammonia (mg/l)	0.01	ND	0.71	ND	ND	0.03	ไม่เกิน 1.5 mg/L

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางดัชนีมลภาวะ

จากการวิเคราะห์ทางดัชนีมลภาวะเมื่อพิจารณาที่ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำหรือค่า DO ที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรน้อยกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแหล่งน้ำที่ผ่านมาตรฐาน 3 แหล่ง คือ แหล่งน้ำลำคันทู บ้านหนองโบสถ์ และบ้านขาม และเมื่อพิจารณาที่ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวะในน้ำหรือค่า BOD ที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรเกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีแหล่งน้ำที่ผ่านมาตรฐาน 4 แหล่ง คือแหล่งน้ำลำคันทู บ้านหนองโบสถ์ บ้านขาม และบึงละหาน ดังตารางที่

4.3

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ทางดัชนีมลภาวะของแหล่งน้ำ

จุดที่	1	2	3	4	5	6	มาตรฐาน สลว.
รายละเอียดจุดเก็บ	ลำคันทู	บ้านหนองโบสถ์	บ้านชวน	บ้านขาม	บ้านตลาด	บึงละหาน	
ระดับความลึก	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	ผิวน้ำ	
เวลาที่เก็บ	10.40 น.	11.30 น.	12.10 น.	13.50 น.	14.20 น.	15.40 น.	
DO (mg/l)	8.70	9.00	3.50	10.30	4.20	5.50	ไม่น้อยกว่า 6.0 mg/L
BOD (mg/l)	1.0	1.3	2.3	1.3	2.7	1.4	ไม่เกินกว่า 1.5 mg/L
OC (mg/l)	2.80	4.48	8.56	8.40	8.48	4.58	-

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิเคราะห์

#### 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ทางกายภาพ เมื่อพิจารณาที่ค่า pH พบว่า แหล่งน้ำดิบทั้ง 6 แหล่งมีค่า pH ตรงตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของสิ่งแวดล้อมซึ่งกำหนดว่า pH ควรอยู่ในช่วง 5.0-9.0

การวิเคราะห์ทางเคมีเมื่อพิจารณาที่ปริมาณแอมโมเนียที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรเกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรทที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรเกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า แหล่งน้ำทั้ง 6 แหล่ง อยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด แต่เมื่อพิจารณาที่ปริมาณแมงกานีสที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรเกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีแหล่งที่ผ่านมาตรฐานกำหนด 4 แหล่ง คือ แหล่งน้ำลำคันทน์ บ้านหนองโบสถ์ บ้านขาม และบึงละหาน

การวิเคราะห์ทางดัชนีมลภาวะเมื่อพิจารณาที่ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำหรือค่า DO ที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรน้อยกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแหล่งน้ำที่ผ่านมาตรฐาน 3 แหล่ง คือ แหล่งน้ำลำคันทน์ บ้านหนองโบสถ์ และบ้านขาม และเมื่อพิจารณาที่ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวะในน้ำหรือค่า BOD ที่มาตรฐานกำหนดว่าไม่ควรเกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีแหล่งน้ำที่ผ่านมาตรฐาน 4 แหล่ง คือแหล่งน้ำลำคันทน์ บ้านหนองโบสถ์ บ้านขาม และบึงละหาน

สรุปการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบลำคันทน์และบึงละหาน เพื่อเฟ้าระวังภัยแล้ง โดยหาแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้ในการผลิตน้ำประปา ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า เชื้อนลำคันทน์ บ้านหนองโบสถ์ และบ้านขาม ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของ สวล. ด้านกายภาพ เคมี และดัชนีมลภาวะ จึงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นแหล่งน้ำดิบสำรองเพื่อใช้ในการผลิตน้ำประปา ส่วนบ้านชวน บ้านตลาด และบึงละหาน ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของ สวล. จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาเป็นแหล่งน้ำดิบสำรองเพื่อใช้ในการผลิตน้ำประปา

#### 5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

5.2.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับหลักการวิเคราะห์น้ำและหลักการของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์มากขึ้น

5.2.2 ได้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

5.2.3 ได้รับประสบการณ์ทำงานที่มากขึ้น



## อ้างอิง

**Standard Method for the Examination of Water and Wastewater**, APHA, AWWA, WEF,  
23<sup>rd</sup> Edition, 2017

คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. (6 กุมภาพันธ์ 2563). Available URL : <https://www.mahidol.ac.th/sustainable/pdf/Waste-water-analysis-manual.pdf>

คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเบื้องต้น. (12 กุมภาพันธ์ 2563). Available URL :  
<http://www.diw.go.th>

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวอาทิตตยา พันหัวสระ
วัน เดือน ปีเกิด	22 มกราคม 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	214 หมู่ 14 ตำบลบ้านไร่ อำเภอสตึก จังหวัดชัยภูมิ 36230
E-mail address	ice_arthittaya@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2552 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จาก โรงเรียน วังใหม่พัฒนา ตำบลบ้านไร่ อำเภอสตึก จังหวัดชัยภูมิ ปีการศึกษา 2555 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียน วังใหม่พัฒนา ตำบลบ้านไร่ อำเภอสตึก จังหวัดชัยภูมิ ปีการศึกษา 2558 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียน นางยงลักพิทยาคม ตำบลนางยงลัก อำเภอสตึก จังหวัดชัยภูมิ ปัจจุบันศึกษาอยู่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี สาขาวิชาเคมี

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายชยากร ศรีวิลรังสี
วัน เดือน ปีเกิด	11 กุมภาพันธ์ 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	19 หมู่ 15 ตำบลละหาน อำเภोजตุรัส จังหวัดชัยภูมิ 36130
E-mail address	Chayakorn5678@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2552 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนบ้านโคกแพงพวย ตำบลละหาน อำเภोजตุรัส จังหวัดชัยภูมิ ปีการศึกษา 2555 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเมืองพญาแล ตำบลในเมือง อำเภอมือง จังหวัดชัยภูมิ ปีการศึกษา 2558 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเมืองพญาแล ตำบลในเมือง อำเภอมือง จังหวัดชัยภูมิ ปัจจุบันศึกษาอยู่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเคมี