# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการทดลอง

## 3.1 สถานที่เก็บ, สิ่งแวดล้อมและวิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง

3.1.1 การเก็บน้ำตัวอย่างน้ำในแม่น้ำน่านซึ่งแบ่งการเก็บออกเป็น 2 จุด

**ก .จุดเก็บที่ 1**

สถานที่เก็บ : ใต้สะพานข้ามแม่น้ำน่านบริเวณหมู่บ้านยางเอน อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

สิ่งแวดล้อม : ลักษณะตลิ่งทั้ง 2 ข้างเป็นตลิ่งชัน เนื่องจากมีการกัดเซาะตลิ่งของลำน้ำทำให้ดินพังลงมาเพราะบริเวณนี้ไม่มีต้นไม้ใหญ่เป็นที่ยึดเกาะ จึงทำให้เกิดการพังทลายที่ง่าย ซึ่งจะมีหญ้าสูงขึ้นหนารกเป็นส่วนใหญ่

วิธีการเก็บ : จะเก็บตัวอย่างน้ำที่เป็นน้ำไหล โดยจะเอาไม้มาต่อกระป๋องเก็บน้ำเพื่อจะได้น้ำในส่วนที่เป็นน้ำไหลจริงๆ

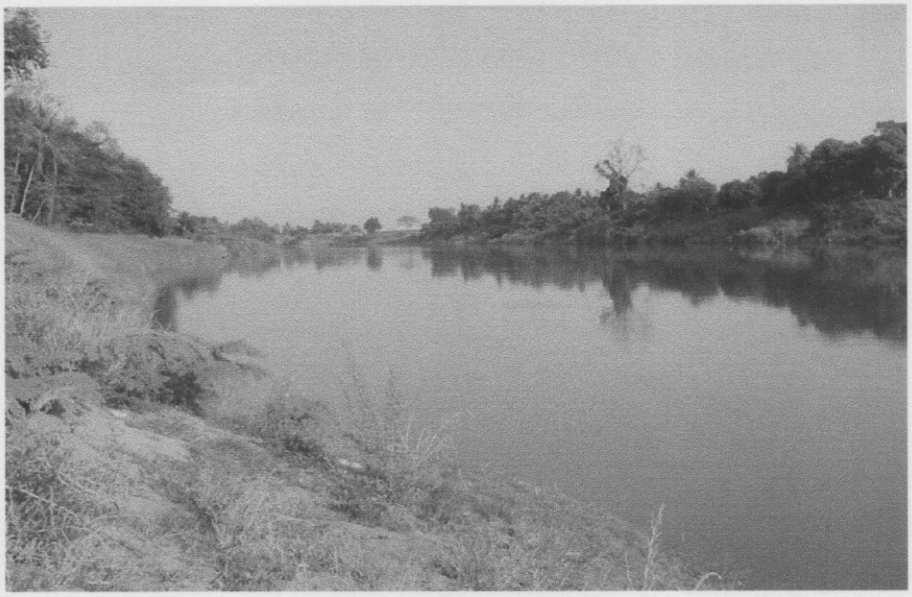
รูปที่ 3.1 บริเวณเก็บน้ำตัวอย่างจุดที่ 1

**ข. จุดเก็บที่ 2**

สถานที่เก็บ : แม่น้ำน่านบริเวณหมู่บ้านจูงนาง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

สิ่งแวดล้อม : ลักษณะตลิ่งฝั่งทิศตะวันออกมีหญ้าสูงขึ้นรกมากและบริเวณนี้ก็ไม่มีต้นไม้ใหญ่จึงเกิดการพังทลายของตลิ่งส่วนลักษณะทางด้านทิศตะวันตกมีการทำทางเดินลงไปข้างล่างมีหญ้าขึ้นรอบๆและบริเวณนี้ยังมีต้นไม้ใหญ่บ้างไม่มากนักตามแนวตลิ่ง

วิธีการเก็บ : จะใช้วิธีการเก็บเช่นเดียวกับจุดที่หนึ่งเพื่อให้ได้น้ำตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นน้ำไหล



รูปที่ 3.2 บริเวณเก็บน้ำตัวอย่างจุดที่ 2

3.1.2 การเก็บน้ำตัวอย่างในคลองชลประทานซึ่งแบ่งการเก็บออกเป็น 2 จุด

**ค. จุดเก็บที่ 3**

สถานที่เก็บ : คลองชลประทาน ส่วนพื้นที่เขตรับผิดชอบของ หน่วยงานบำรุงรักษาน้ำพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

สิ่งแวดล้อม : ลักษณะทั้ง2ข้างของคลองชลประทานมีหญ้าขึ้นรกเป็นส่วนใหญ่ตลิ่งเป็นเป็นคอนกรีตตลอดแนวมีสะพานข้ามคลองเป็นช่วงๆ

วิธีการเก็บ : จะใช้การเก็บจากตรงกลางของคลองชลประทานโดยการใช้เชือกผูกติดกับกระป๋องเก็บน้ำตัวอย่างย่อนเชือกตรงกลางสะพานข้ามคลอง

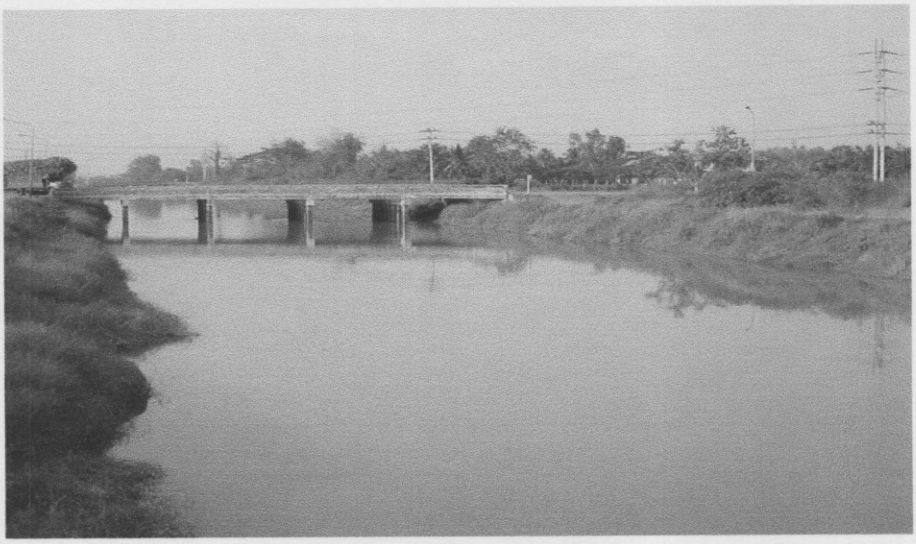
รูปที่ 3.3 บริเวณเก็บน้ำตัวอย่างจุดที่ 3

**ง. จุดเก็บที่ 4**

สถานที่เก็บ : คลองชลประทานห่างจากจุดเก็บที่ 3 ประมาณ 2 กิโลเมตร ในพื้นที่เขตรับผิดชอบของหน่วยงานบำรุงรักษาน้ำพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

สิ่งแวดล้อม : ลักษณะทั้ง2ข้างของคลอองชลประทานมีหญ้าขึ้นรกเป็นส่วนใหญ่ ตลิ่งเป็นคอนกรีตตลอดแนวมีสะพานข้ามคลองเป็นช่วงๆ

วิธีการเก็บ : ใช้วิธีการเก็บเช่นเดียวกับจุดเก็บที่ 3



รูปที่ 3.4 บริเวณเก็บน้ำตัวอย่างจุดที่ 4

3.1.3 การเก็บน้ำตัวอย่างในอ่างเก็บน้ำของคณะเภสัช ซึ่งแบ่งการเก็บออกเป็น 2 จุด

**จ. จุดเก็บที่ 5**

สถานที่เก็บ : อ่างเก็บน้ำคณะเภสัชด้านที่ติดกับถนนใกล้กับตึกเภสัช มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

สิ่งแวดล้อม : มีหญ้าต้นเล็กๆขึ้นโดยรอบๆอ่าง ลักษณะน้ำเป็นน้ำนิ่ง

วิธีการเก็บ : ใช้การเก็บน้ำตัวอย่างเหมือนกับจุดที่ 1 และ 2

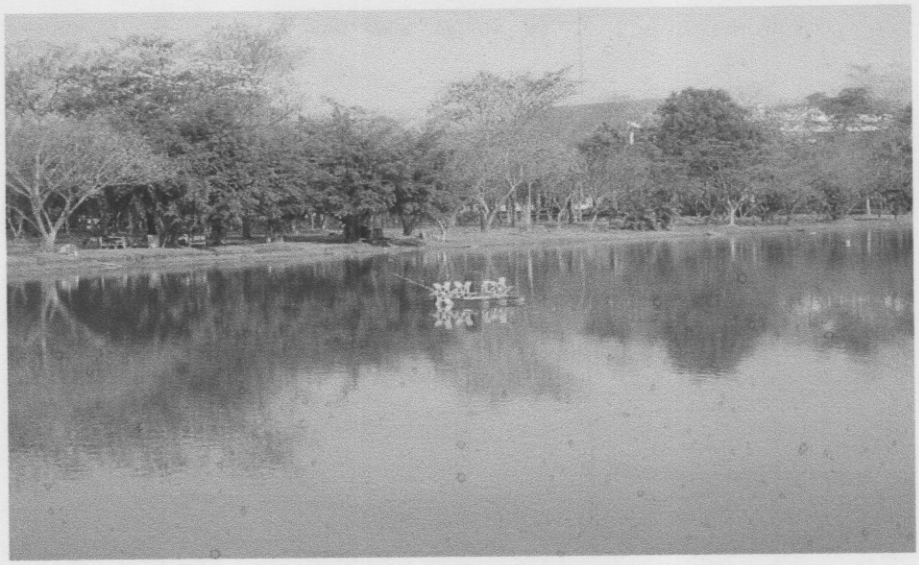
รูปที่ 3.5 บริเวณเก็บน้ำตัวอย่างจุดที่ 5

**ฉ. จุดเก็บที่ 6**

สถานที่เก็บ : อ่างเก็บน้ำคณะเภสัชด้านที่อยู่หลังลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

สิ่งแวดล้อม : มีหญ้าต้นเล็กๆขึ้นโดยรอบๆอ่าง ลักษณะน้ำเป็นน้ำนิ่ง

วิธีการเก็บ : ใช้การเก็บน้ำตัวอย่างเหมือนกับจุดที่ 1 และ 2



รูปที่ 3.6 บริเวณเก็บน้ำตัวอย่างจุดที่ 6

3.1.3 การเก็บน้ำตัวอย่างในคลองหนองเหล็ก ซึ่งแบ่งการเก็บออกเป็น 2 จุด

**ช. จุดเก็บที่** 7

สถานที่เก็บ : คลองหนองเหล็กบริเวณหมู่บ้านหนองเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

สิ่งแวดล้อม : เป็นลำคลองที่เป็นคลองน้ำนิ่งรอบๆคลองมีหญ้าสูงขึ้นหนารกมาก

วิธีการเก็บ : เก็บตรงกลางลำคลองโดยการยืมเรือชาวบ้านในแถบนั้นเพื่อเก็บน้ำตัวอย่าง

รูปที่ 3.7 บริเวณเก็บน้ำตัวอย่างจุดที่ 7

**ซ. จุดเก็บที่ 8**

สถานที่เก็บ : คลองหนองเหล็กห่างจากจุดเก็บที่ 7 ประมาณ 3 กิโลเมตร บริเวณหมู่บ้านหนองเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

สิ่งแวดล้อม : เป็นลำคลองที่เป็นคลองน้ำนิ่งรอบๆคลองมีหญ้าสูงขึ้นหนารกมาก

วิธีการเก็บ : เก็บตรงกลางลำคลองโดยการยืมเรือชาวบ้านในแถบนั้นเพื่อเก็บน้ำตัวอย่าง

รูปที่ 3.8 บริเวณเก็บน้ำตัวอย่างจุดที่ 8

## 3.2 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 ขวดเก็บน้ำตัวอย่างผนึกมิดชิดขนาด 950 ซม$^2$ จำนวน 8 ขวด

3.2.2 กระป๋องตักน้ำตัวอย่างพร้อมเชือกและไม้

3.2.3 ถังขนาดใหญ่เพื่อใช้ในการเก็บน้ำตัวอย่างทั้งหมด

## 3.3 วิธีการทดลอง

ทำการเก็บน้ำตัวอย่างโดยแบ่งการเก็บในแต่ละจุดทุกสัปดาห์ๆ ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือนจากนั้นทำการวิเคราะห์หาค่าความขุ่น ค่าของแข็งทั้งหมด ค่าของแข็งแขวนลอย และค่าของแข็งแขวนลอยที่ระเหย

ป
TD
370
a498n
2545



สำนักหอสมุด
- 2 S.A. 2546
4740047

## 3.4 ตารางพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

**ตาราง 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการทดลองและการวิเคราะห์**

| พารามิเตอร์ | วิธีการวิเคราะห์/เครื่องมือ |
|---|---|
| - ค่าความขุ่น ( Turbidity ) | Nephelometer method / เครื่องวัดค่าความขุ่น ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6035 |
| - ของแข็งทั้งหมด ( Total Solid ) | ใช้การระเหยของน้ำ / Unstired digital bath รุ่น ISOTEMP 220 |
| - ของแข็งแขวนลอย ( Suspended Solid ) | การกรองด้วยกระดาษกรอง /เครื่อง Vacuum pump |
| - ของแข็งแขวนลอยที่ระเหยได้ ( Volatile Suspended Solid ) | เผาที่ 550 °C / เครื่อง Muffle fornance |

ที่มา : หนังสืออ้างอิง APHA , AWWA and WPCF , 1998

## 3.5 วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

### 3.5.1 ความขุ่น

ความขุ่น สิ่งแขวนลอยที่กั้นการเดินทางของแสงในน้ำ ความขุ่นของน้ำเกิดจากสิ่งแขวนลอยนานาชนิดที่มีขนาดแตกต่างกันอาจเป็นพวกอินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงตอน และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดการกระจัดกระจาย ( Scattered ) และ การดูดซึม (Absorbed) ของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง สิ่งแขวนลอยที่เป็นความขุ่นในน้ำจะเป็นสิ่งใดขึ้นอยู่กับการสัมผัสของน้ำที่ไหลผ่าน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าความขุ่นเป็นลักษณะสมบัติเฉพาะของน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินมักไม่มีความขุ่น ความขุ่นสามารถสังเกตได้ง่าย น้ำขุ่นทำให้ไม่น่าใช้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการตัดสินว่า ผู้บริโภคต้องการที่จะใช้น้ำหรือไม่และยังเป็นอุปสรรคในการฆ่าเชื้อโรคในการผลิตน้ำประปา เพราะเชื้อโรคอาจแฝงตัวหลบซ่อนอยู่กับความขุ่นได้ นอกจากนี้ยังทำให้เสียค่าใช้ จ่ายเพิ่มขึ้นในการกรองน้ำ

ความขุ่นของน้ำอาจวัดได้ 2 วิธี คือ วัดปริมาณแสงที่ส่องทะลุความขุ่น (Turbidimetry) หรือวัดปริมาณแสงที่ส่องกระทบความขุ่นและสะท้อนออกมาในทิศทางตั้งฉากกับลำแสง(Nephelometry) ความขุ่นในน้ำอาจมีหน่วยเป็น NTU หรือ JTU ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้วัดความขุ่น ไม่ว่าความขุ่นจะเป็นชนิดใดล้วนมีค่าเท่ากัน เนื่องจากได้มีการปรับเทียบให้เท่ากับค่าความขุ่นมาตรฐานซิลิกา (SiO2) 1มก.ในน้ำ 1 ลิตร ถือว่ามีค่าเท่ากับความขุ่น 1 หน่วยมาตรฐาน

#### 3.5.1.1 หลักการของวิธีเนฟฟีโลเมตริก

วิธีนี้วัดความขุ่นโดยเปรียบเทียบความเข้มของแสงที่กระจัดกระจายของตัวอย่าง กับ ของสารละลายมาตรฐานภายใต้ สภาวะเดียวกันความเข้มของแสงที่ กระจัดกระจายมากก็ จะมีความขุ่นมากสารละลายความขุ่นมาตรฐานที่ใช้ คือ ฟอร์มาซินโพลีเมอร์ (Formazinr Polymer) ประกอบด้วยสารละลาย 2 อย่าง คือสารละลายไฮดราซินซัลเฟต (Hydrazine Sulfate )กับสารละลายเฮกซาเมธิลลีนเตตระมีน ( Hexamethylene Tetramine )

3.5.1.2 สิ่งที่รบกวนการวิเคราะห์

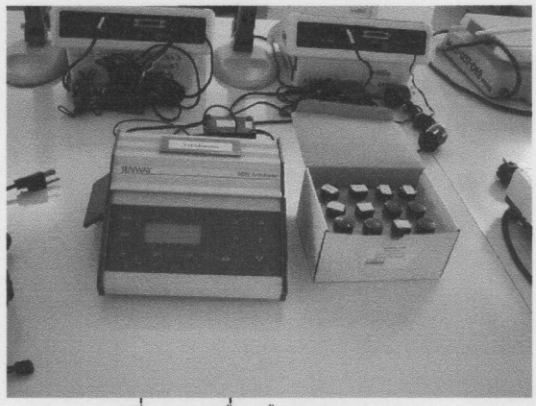
- สิ่งที่เน่าเปื่อยและตกตะกอนเร็ว
- เครื่องแก้วที่สกปรก มีรอยขีดข่วน
- ฟองอากาศ
- การสั่นสะเทือนที่ไปรบกวนผิวน้ำ
- ตัวอย่างน้ำที่มีสีซึ่งเป็นสีจริง ซึ่งเกิดจากสารซึ่งละลายน้ำ ดูดซึมแสงทำให้ค่าความขุ่นที่วัดต่ำไป

3.5.1.3 การเก็บรักษาตัวอย่าง

ในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำควรจะรีบวัดความขุ่นเลย แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้เก็บไว้ในที่มืดและไม่ ควรเกิน 24 ชม. ก่อนวัดความขุ่นต้องเขย่าให้ตัวอย่างเข้ากันก่อน

3.5.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟฟีโลมิเตอร์ : เครื่องวัดต้องสามารถวัดค่าความแตกต่างของความขุ่นได้ 0.02 NTU หรือน้อยกว่าในกรณีที่ความขุ่นมีค่าน้อยกว่า 1 NTU
2. หลอดวัดตัวอย่างน้ำ (Sample Tubes) : หลอดวัดตัวอย่างน้ำต้องเป็นแก้วใสไม่มีสี ต้องดูแลให้สะอาดอยู่เสมอทั้งด้านในและด้านนอก อย่าให้มีรอยขีดข่วน



รูปที่ 3.9 เครื่องมือวัดความขุ่น

3.5.1.5 สารเคมี

1. น้ำกลั่นที่ใสไม่มีความขุ่น : นำน้ำกลั่นกรองผ่านแผ่นกรองเมมเบรนขนาด 0.2 ไมครอน ใช้น้ำนี้เพื่อเตรียมสารละลายความขุ่นมาตรฐานและการเจือจางตัวอย่าง

2 . สารละลายสต๊อกความขุ่นมาตรฐาน : การเตรียมสารละลายความขุ่นมาตรฐานสามารถเตรียมได้ดังนี้

3. สารละลาย Hydrazine Sulfate + Hexamethylene Tetramine มา 4,000 NTU

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$N_1$ = ความเข้มข้นของสารที่ 1

$N_2$ = ความเข้มข้นของสารที่ 2

$V_1$ = ปริมาตรของสารที่ 1

$V_2$ = ปริมาตรของสารที่ 2

เตรียม 200 NTU จาก 4,000 NTU , $4{,}000 * V_1 = 200 * 100$

$V_1 = 5$ ml.

เตรียม 150 NTU จาก 200 NTU , $200 * V_1 = 150 * 100$

$V_1 = 75$ ml.

เตรียม 100 NTU จาก 150 NTU , $150 * V_1 = 100 * 100$

$V_1 = 66.67$ ml.

เตรียม 50 NTU จาก 150 NTU , $100 * V_1 = 50 * 100$

$V_1 = 40$ ml.

เตรียม 20 NTU จาก 50 NTU , $50 * V_1 = 20 * 100$

$V_1 = 40$ ml.

เตรียม 10 NTU จาก 20 NTU , $20 * V_1 = 10 * 100$

$V_1 = 50$ ml.

เตรียม 5 NTU จาก 10 NTU , $10 * V_1 = 5 * 100$

$V_1 = 50$ ml.

3.5.1.6 วิธีวิเคราะห์

ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือการใช้เครื่องวัดความขุ่นยี่ห้อ JEBWAY ซึ่งวัดความขุ่นได้ไม่เกิน 199 NTU ให้ทำดังนี้

1. เปิดเครื่องเลือกช่วงที่ทำการวัดให้เหมาะสมกับความขุ่นของน้ำตัวอย่าง
2. สแตนดาร์ดไดซ์ เครื่องวัดโดยใช้น้ำกลั่นและสารละลายความขุ่นมาตรฐานที่เหมาะสม
3. เขย่าน้ำตัวอย่างแล้วเทลงในหลอดแก้วสำหรับใส่น้ำตัวอย่างโดยระวังมิให้มือสัมผัสกับหลอดแก้วโดยตรง จากนั้นปิดฝาหลอดแก้วใส่หลอดแก้วนั้นลงไปในช่องใส่หลอดแก้วโดยให้ขีดบนหลอดตรงกับขีดบนเครื่อง
4. กดปุ่ม read เพื่ออ่านค่าความขุ่นของน้ำตัวอย่าง

3.5.1.7 ข้อเสนอแนะและควรระวัง

หลอดวัดตัวอย่าง ต้องระวังอย่าให้มีรอยขีดข่วน เมื่อใช้เสร็จแล้วให้ล้างด้วยน้ำประปาก่อนแล้วนำมาแช่กรดโครมิคเพื่อแก้วจะได้ใส ไม่เป็นฝ้า เมื่อจะนำมาใช้ครั้งต่อไปให้ล้างด้วยน้ำประปาก่อนแล้วล้างด้วนน้ำกลั่นอีกรอบ

3.5.2 **ของแข็ง** (SOLIDS)

ของแข็ง หมายถึง สารหรือสิ่งเจือปนที่เหลืออยู่ภายหลังจากการนำน้ำออกแล้ว ไม่รวมถึงสารที่ระเหยไปกับน้ำ สิ่งที่เหลืออยู่หรือตะกอนมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งอาจจะละลายน้ำหรือไม่ละลายก็ได้ สามารถแบ่งของแข็งออกเป็นชนิดต่างๆได้ดังนี้

1. ของแข็งทั้งหมด (Total Solids) คือของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่หลังจากระเหยน้ำออกหมดแล้ว
2. ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids) คือของแข็งส่วนที่ละลายน้ำได้
3. ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (Total Suspended Solids) แบ่งเป็น 2 ชนิด

- Suspended Solids คือของแข็งที่ไม่ละลายน้ำและสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ตะกอนมีขนาดเล็กมีน้ำหนักเบา

- Settleable Solids คือ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำมีตะกอนขนาดใหญ่และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่า เมื่อตั้งทิ้งไว้สามารถตกมานอนที่ก้นภาชนะได้

4. ของแข็งระเหย (Volatile Solids) คือของแข็งซึ่งสามารถระเหยได้ไม่นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 ° C–600 ° C ของแข็งนี้ได้แก่ สารอินทรีย์ซึ่งเมื่อถูกเผาจะเปลี่ยนไปเป็น $CO_2$ และ $H_2o$ ของแข็งระเหยมี 2 รูป คือ

- Total Volatile Solids คือของแข็งระเหยทั้งหมดซึ่งถูกเผาที่อุณหภูมิสูงเปลี่ยนไปเป็น $Co_2$ และ $H_2O$ ได้ทั้งหมด

- Volatile Suspended Solids คือของแข็งระเหยแขวนลอยซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็น $CO_2$ และ $H_2O$ เมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิสูง

5. ของแข็งคงตัว (Fixed Solids) คือ ของแข็งหรือขี้เถ้าซึ่งเหลือจากการเผาของแข็งที่อุณหภูมิสูง 550 o - 600oC ของแข็งนี้ได้แก่สารอินทรีย์ เมื่อถูกเผาที่อุณหภูมินี้จะยังไม่เปลี่ยนแปลง

3.5.2.1 การวิเคราะห์ของแข็งทั้งหมด (Total Solids)

ตัวอย่างน้ำที่ผสมเข้ากันอย่างดีในถ้วยระเหยซึ่งทราบน้ำหนักจะถูกนำไประเหยด้วยไอน้ำจนแห้งแล้วนำไปอบที่ 103°C - 105°C ทำให้เย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก น้ำหนักส่วนที่เพิ่มคือน้ำหนักของของแข็งทั้งหมดในน้ำ

3.5.2.2 สิ่งรบกวนการวิเคราะห์

น้ำตัวอย่างที่มีเกลือแร่สูงๆพวก แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ และซัลเฟต จะดูดความชื้นได้ง่าย ดังนั้นระยะเวลาในการทำให้แห้งควรเพิ่มมากขึ้นและปล่อยให้อยู่ในโถทำแห้งนานๆเมื่อนำออกมาชั่งน้ำหนักควรชั่งอย่างรวดเร็ว ความผิดพลาดอาจเกิดจากเศษชิ้นส่วนต่างๆที่มีขนาดใหญ่ทั้งที่ลอยน้ำและกึ่งลอยน้ำที่ไม่ผสมในเนื้อเดียวกันในตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างน้ำที่มีน้ำมันและไขมันลอยอยู่ที่ผิวหน้าควรบดด้วยครกไฟฟ้าให้แตกออกเสียก่อนนำไปวิเคราะห์

3.5.2.3 การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ควรนำตัวอย่างน้ำในขวดแก้ว หรือ ขวดพลาสติกที่จะไม่ทำให้สารแขวนลอย ติดที่ข้างภาชนะรีบนำส่งห้องวิเคราะห์ และควรรีบวิเคราะห์ทันที แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้รักษาตัวอย่างไว้โดยนำไปแช่

เย็นที่ 4°C ทางที่ดีไม่ควรเก็บไว้เกิน 1 วัน แต่ถ้าเก็บไว้เกิน 7 วันไม่ควรนำตัวอย่างมาวิเคราะห์อีก เมื่อจะนำตัวอย่างน้ำที่แช่เย็นมาวิเคราะห์ ต้องทิ้งให้หายเย็นอยู่ในอุณหภูมิห้องเสียก่อน

3.5.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยระเหย (Evaporating dishes) ซึ่งมีความจุ 100 มล.ควรเลือกใช้หนึ่งในข้อใดดังนี้
   - ถ้วยกระเบื้อง (Porcelain) เส้นผ่าศูนย์กลาง 90 มม.
   - ถ้วยแพลทตินัม (Platinum)
2. หม้ออังน้ำ (Water bath)
3. โถทำแห้ง (Desiccator) พร้อมสารดูดความชื้นที่จะมีการเปลี่ยสีให้เห็นเมื่อดูดความชื้นไว้มากๆเพื่อจะได้นำไปอบไล่ความชื้นออกแล้วนำกลับมาใช้ใหม่
4. ตู้อบ (Oven) ที่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
5. ตาชั่งละเอียด สามารถชั่งได้ถึง 0.0001 กรัม

รูปที่ 3.10 หม้ออังน้ำ(Water vath)

3.5.2.5 การวิเคราะห์

1. นำถ้วยระเหย ไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 103 - 105oC เป็นเวลา 1 ชม. ปล่อยทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง
2. เมื่อจะใช้นำถ้วยมาชั่งน้ำหนัก สมมุติให้มีน้ำหนัก A กรัม
3. เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันอย่างดี เทน้ำตัวอย่างที่ทราบปริมาณแน่นอน ลงในถ้วยระเหย นำไประเหยบนเครื่องอังน้ำที่ปรับอุณหภูมิไว้ 100oC จนแห้ง ปริมาตรตัวอย่างที่พอเหมาะ ควรเหลือกากแห้งภายหลังการ อบอยู่ในช่วง 10 – 200มก.
4. นำเข้าไปอบในตู้อบเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชม.
5. นำออกจากตู้อบ ปล่อยทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักสมมุติเป็นน้ำหนัก B กรัม

3.5.2.6 การคำนวณ

| ของแข็งทั้งหมด (ml./l.) = {( B – A )/C}*10^6 |
|---|

A = น้ำหนักถ้วยระเหยอย่างเดียว (กรัม)

B = น้ำหนักถ้วยระเหยกับของแข็ง (กรัม)

C = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มล.)

3.5.2.7 ข้อเสนอแนะและควรระวัง

1. ควรเลือกปริมาตรตัวอย่าง นอกจากดูจากลักษณะน้ำแล้ว ยังพิจารณาดูได้จากค่าสภาพนำไฟฟ้า เมื่อค่าสภาพนำไฟฟ้าสูงควรใช้น้ำตัวอย่างปริมาตรน้อย แต่ถ้ามีค่าสภาพนำไฟฟ้าน้อยก็ควรใช้ตัวอย่างน้ำมากๆ ดังนั้นจึงควรวัดค่าสภาพนำไฟฟ้าก่อนทำทุกครั้งด้วยจึงจะดี

2. ถ้าน้ำที่มีเกลือแร่สูงๆ ควรเจือจางน้ำตัวอย่างก่อนเพื่อลดปริมาณเกลือแร่ลง เมื่อเวลาระเหยแห้งจะได้ไม่ดูดความชื้นมาก

3. สำหรับน้ำสะอาด เช่น น้ำดื่ม DI ควรใช้ปริมาตรตัวอย่าง100 มล. หรือมากกว่า นำไประเหยให้แห้ง แล้วเติมน้ำตัวอย่างลงไปอีกทำซ้ำจนคิดว่ามีค่า Residue เพียงพอที่จะแสดงถึงผลต่างได้

4. เพื่อความถูกต้องแน่นอนควรจะทำซ้ำ 2 ครั้ง และค่าที่ได้ควรแตกต่างกันไม่เกิน 5%

5. สารดูดความชื้นในโถทำแห้งเมื่อดูดความชื้นไว้มากแล้วควรนำไปอบให้แห้งอยู่เสมอ

3.5.3 **การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอย** ( Suspended Solid )

ตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ในถ้วยระเหยทราบน้ำหนัก จะถูกนำไประเหยแห้งแล้วนำไปอบที่ 103 - 105oC ทำให้เย็นด้วยโถทำแห้งแล้วชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มคือน้ำหนักของของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

3.5.3.1 สิ่งที่รบกวนการวิเคราะห์

เศษชิ้นส่วนทั้งลอยน้ำ และกึ่งลอยน้ำที่มีขนาดใหญ่ ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันที่มีในน้ำตัวอย่างอาจทำให้ได้ค่าที่ไม่ถูกต้องนัก สำหรับตัวอย่างน้ำที่มีพวกของแข็งละลายสูงๆ เมื่อทำการกรองตัวอย่างน้ำพวกเกลือแร่ต่างๆจะจับติดอยู่ที่กระดาษกรอง ทำให้ได้ค่าเกินความจริง ดังนั้นหลังจากกรองตัวอย่างแล้วต้องล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวนมากหลายๆครั้งจนแน่ใจว่าพวกเกลือแร่ต่างๆละลายออกมาจนหมดแล้ว

3.5.3.2 การเก็บรักษา

ควรนำตัวอย่างน้ำในขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่จะไม่ทำให้สารแขวนลอยติดที่ข้างภาชนะ รีบนำส่งห้องวิเคราะห์ และควรรีบวิเคราะห์ทันที แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้รักษาตัวอย่างไว้โดยนำไปแช่เย็นที่ 4oC ทางที่ดีไม่ควรเก็บไว้เกิน 1 วัน แต่ถ้าเก็บไว้เกิน 7 วันไม่ควรนำตัวอย่างมาวิเคราะห์อีก เมื่อจะนำตัวอย่างน้ำที่แช่เย็นมาวิเคราะห์ ต้องทิ้งให้หายเย็นอยู่ในอุณหภูมิห้องเสียก่อน

3.5.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองGF/C(Glass Fiber Filter)ชนิดไม่มีสารอินทรีย์ติดอยู่เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 ซม.

2. ชุดกรอง อย่างใดอย่างหนึ่งตามความเหมาะสม

   - ขวดกรอง (Membrane Filter Funnel)
   - ถ้วยกรองกูช (Gooch Crucible) หรือถ้วยกรองบุคเนอร์

3. เครื่องดูดสูญญากาศ(Vaccum Pump) พร้อมขวดดูดสูญญากาศขนาด 500 – 1,000 มล. เครื่องดูดนี้อาจใช้อุปกรณ์อย่างง่ายที่มีราคาถูก เช่น Aspirator ที่ใช้ติดหัวก๊อกน้ำประปาและใช้แรงดันน้ำทำให้เกิดแรงสูญญากาศ

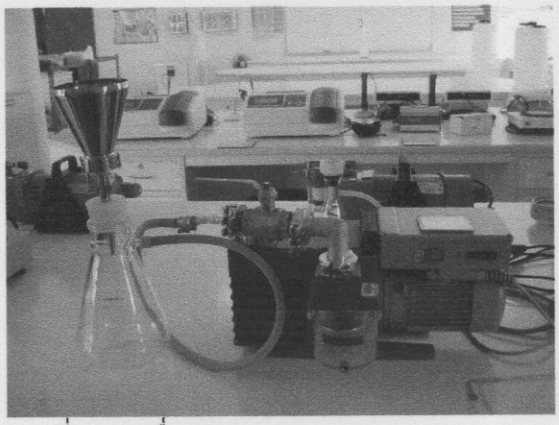
4. โถทำแห้งพร้อมสารดูดความชื้น

5. ตู้อบ

6. ถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์

7. ปากคีบ

8. ตาชั่งละเอียด ชั่งได้ละเอียด 0.0001กรัม



รูปที่ 3.11 เครื่องดูดสูญญากาศ(Vacuum Pump)

3.5.3.4 การวิเคราะห์

1. นำกระดาษกรองไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 - 105oC เป็นเวลา 1 ชม. ปล่อยให้แห้งในโถทำแห้ง

2. ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมุติมีน้ำหนัก A กรัม วางบนถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์

3. ต่อชุดเครื่องมือ ใช้ปากคีบหยิบกระดาษกรองวางบนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสูญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งติดต่อกัน

4. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใช้โดยพิจารณาลักษณะน้ำ ถ้าน้ำขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมากควรใช้ปริมาณน้อย แต่ถ้าน้ำใสควรใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างมาก เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันอย่างดี เทตัวอย่างที่ทราบปริมาตรลงกรองแล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างด้านข้างกรวยรวมทั้งกระดาษกรอง ปล่อยให้เครื่องดูดน้ำออกจนหมด

5. ใช้ปากคีบหนีบกระดาษกรองวางบนฟอยล์ นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 - 105oC อย่างน้อย 1 ชม. นำออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมุตินำหนักเป็น B กรัม

3.5.3.5 การคำนวณ

| ของแข็งทั้งหมด (ml./l.) = {( B – A )/C}*10^6 |
|---|

A = น้ำหนักกระดาษกรองอย่างเดียว (กรัม)

B = น้ำหนักกระดาษกรองกับของแข็ง (กรัม)

C = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มล.)

3.5.3.6 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

1. การหาของแข็งแขวนลอย เวลาชักตัวอย่างควรเขย่าให้ตัวอย่างเข้ากันอย่างดี ควรใช้ปิเปตปากกว้างในการดูดตัวอย่าง

2. ตัวอย่างน้ำที่มีตัวอย่างของแขวนลอยมากๆ ควรเจือจางตัวอย่างก่อนนำมากรองเพื่อกระดาษกรองจะได้ไม่ตัน และดูดน้ำให้แห้งได้ง่าย

3. กรณีน้ำตัวอย่างเป็นน้ำทะเล หลังจากกรองแล้วต้องใช้น้ำกลั่นล้างตามในปริมาณมากๆ

4. ควรใช้ตัวอย่างน้ำในการกรองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายถ้าใช้น้ำตัวอย่างน้อย

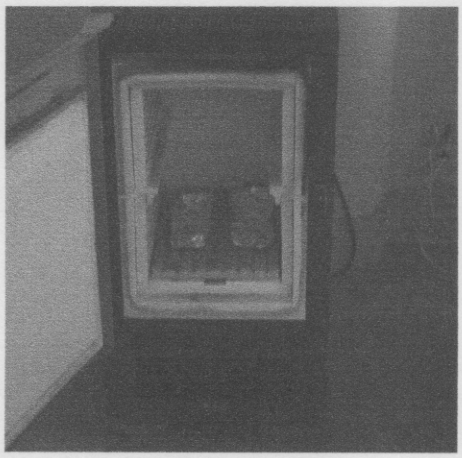
5. ลอยทั้งหมดอาจพิจารณาคร่าวๆได้จากการเปรียบเทียบกับค่าความขุ่น

3.5.4 **การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยระเหย** (Volatie Suspended Solid)

นำสารแขวนลอยที่กรองได้ที่ทราบน้ำหนักจากตัวอย่างน้ำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 - 600oC เป็นเวลา 15 นาที นำมาหาน้ำหนักอีกครั้ง ดังนั้นปริมาณสารแขวนลอยที่หายไปหลังจากการเผา คือปริมาณของแข็งแขวนลอยระเหย มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร

3.5.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เตาเผาแบบอุณหภูมิสูง (Muffle Furnance) ที่ปรับอุณหภูมิได้ที่ 550oC
2. โถทำแห้ง (Desiccator) พร้อมสารดูดความชื้น
3. ตู้อบ (Drying Owen) ปรับอุณหภูมิได้ที่ 103 – 105oC
4. เครื่องชั่งละเอียด (Analytical Balance) สามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม
5. แผ่นกรอง GF/C มี pore size 0.4$\mu$ เส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มม.
6. ชุดกรอง อย่างใดอย่างหนึ่งตามความเหมาะสม
   - ขวดกรอง (Membrane Filter Funnel)
   - ถ้วยกรองกูช (Gooch Crucible) หรือถ้วยกรองบุคเนอร์
7. เครื่องดูดสูญญากาศ (Suction Pump) พร้อมถ้วยกรอง
8. ถ้วยกระเบื้อง



รูปที่ 3.12 เตาเผาแบบอุณหภูมิสูง (Muffle Furnance)

3.5.4.2 วิธีวิเคราะห์

1. นำกระดาษกรองไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103°C - 105°C เป็นเวลา 1 ชม. ปล่อยให้แห้งในโถทำแห้ง

2. ชั่งน้ำ หนักกระดาษกรอง วางบนถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์

3. ต่อชุดเครื่องมือ ใช้ปากคีบหยิบกระดาษกรองวางบนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสูญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งติดต่อกัน

4. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใช้โดยพิจารณาลักษณะน้ำ ถ้าน้ำขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมากควรใช้ปริมาณน้อย แต่ถ้าน้ำใสควรใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างมาก เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันอย่างดี เทตัวอย่างที่ทราบปริมาตรลงกรองแล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างด้านข้างกรวยรวมทั้งกระดาษกรอง ปล่อยให้เครื่องดูดน้ำออกจนหมด

5. ใช้ปากคีบหนีบกระดาษกรองวางบนฟอยล์ นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 °C - 105 °C อย่างน้อย 1 ชม. นำออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมุติน้ำหนักเป็น A กรัม

6. เตรียมแผ่นกรองจากการทดลองหา TSS วางบนฟอยล์ นำไปเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 15 นาที นำออกจากเตาเผาแล้วปล่อยให้แห้งในโถทำแห้ง สมมุติน้ำหนักเป็นน้ำหนัก B กรัม

3.5.4.3 การคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอนระเหย} = \{(A - B)*10\hat{}6\}/\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง}$$

A = น้ำหนักของของแข็งแขวนลอยก่อนเผา + กระดาษกรอง

B = น้ำหนักของของแข็งแขวนลอยหลังเผา + กระดาษกรอง

3.5.4.4 ข้อเสนอแนะและควรระวัง

1. อย่าใส่กระดาษกรองในโถทำแห้งแน่นเกินไป
2. การชั่งน้ำหนักควรทำทันทีหลังจากแผ่นกระดาษกรองเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ควรชั่งหลายๆครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ ถ้าไม่ได้ให้นำไปทำซ้ำอีกครั้งตั้งแต่ขั้นตอนการเผาลงมาจนได้น้ำหนักคงที่
3. อาจจะมีการสูญเสียของแข็งระเหยบางอย่างได้ในขั้นตอนการอบให้แห้ง จึงอาจจะทำให้ค่าน้อยกว่าความเป็นจริง