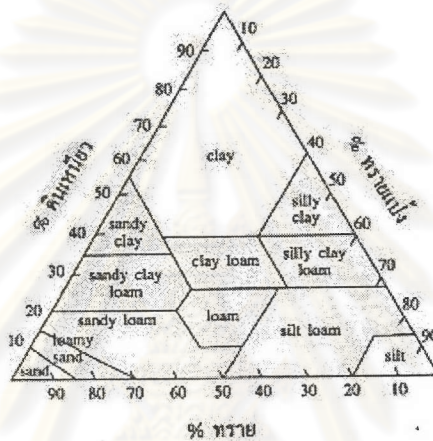


## บทที่ 4

### ชั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

การเลือกตัวอย่างดินพิจารณาจากประเภทเนื้อดิน (textural classification) ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคดิน 3 กลุ่มขนาด คือ ทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) โดยสัดส่วนผสมของอนุภาคทั้ง 3 กลุ่มที่ขนาดแตกต่างกัน เป็นผลให้เกิดเนื้อดินหลายชนิดดังรูปที่

4.1



รูปที่ 4.1 ไโดอะแกรมสามเหลี่ยมแบ่งประเภทเนื้อดิน (soil textural triangle) ตามสัดส่วนโดยมวลของทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) (ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, 2530)

เมื่อนำไโดอะแกรมสามเหลี่ยมมาแยกประเภทเนื้อดิน จะสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มดินเนื้อละเอียด (fine-textured soils) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (medium-textured soils) และกลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soils) ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ไโดอะแกรมสามเหลี่ยมเมื่อพิจารณาแยกเนื้อดินออกเป็นสามกลุ่มใหญ่ ๆ 3 กลุ่ม (ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, 2530)

ในการเลือกตัวอย่างดินมาทำการทดลองจะพิจารณาเลือกจากตัวแทนกลุ่มเนื้อดินทั้ง 3 กลุ่ม คือ ดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) จากกลุ่มดินเนื้อปานกลาง ดินร่วนเหนียว (clay loam) จากกลุ่มดินเนื้อละเอียด และดินทรายร่วน (loamy sand) จากกลุ่มดินเนื้อหยาบ

#### 4.1 แผนการวิจัย

- 4.1.1 การเตรียมเครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย
- 4.1.2 การเตรียมดินตัวอย่างโดยพิจารณาจากกลุ่มเนื้อดิน
- 4.1.3 การดำเนินการทดลอง
- 4.1.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 4.1.5 การวิเคราะห์ผลการวิจัยและสรุปผล

#### 4.2 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความสามารถในการดูดซับและการเคลื่อนที่ของอาร์เซไนท์ในดินตัวอย่าง โดยมีการทำการทดลองทั้งแบบแบดซ์ และแบบคอลัมน์ ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์เพื่อหาประเภทของเนื้อดินที่เหมาะสมมาใช้ในการทดลอง
- ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเวลาสัมพัทธ์ที่เหมาะสมในการดูดซับอาร์เซไนท์ด้วยดินตัวอย่าง
- ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาการดูดติดผิวของอาร์เซไนท์ด้วยดินตัวอย่าง โดยทำการทดลองแบบแบดซ์ เพื่อศึกษาถึงสมการไอโซเทอมการดูดซับ (Adsorption Isotherm)
- ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาการดูดติดผิวของอาร์เซไนท์ด้วยดินตัวอย่าง เมื่อมีสารละลายอิออนรบกวน โดยทำการทดลองแบบแบดซ์ เพื่อศึกษาถึงสมการไอโซเทอมการดูดซับ (Adsorption Isotherm)
- ขั้นตอนที่ 5 การทดลองหาค่า Dispersion Coefficient เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบของคอมพิวเตอร์โปรแกรม
- ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของอาร์เซไนท์ในชั้นน้ำใต้ดินด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม
- ขั้นตอนที่ 7 การทำการทดลองแบบคอลัมน์ เพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม

### 4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยสำหรับขั้นตอนของการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1 – 4.6

ตารางที่ 4.1 ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมในการดูดติดผิวด้วยอาร์เซไนท์

ตัวแปรคงที่	ค่าที่ทำการศึกษา
1. ความเข้มข้นของสารละลายอาร์เซไนท์	15 มิลลิกรัมต่อลิตร
2. ปริมาณของสารละลายอาร์เซไนท์	50 มิลลิลิตร
3. ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	0.01 มิลลิโมลาร์
4. ความเข้มข้นของสารละลายบัฟเฟอร์	0.01 มิลลิโมลาร์
5. ปริมาณดินตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	1 กรัม
6. ความเร็วรอบในการเขย่า	200 รอบต่อนาที
7. ดินตัวอย่าง	- ดินร่วนเหนียวปนทราย - ดินร่วนเหนียว - ดินทรายร่วน
<b>ตัวแปรอิสระ</b>	
1. เวลาสัมผัส	1 2 4 8 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง
2. พีเอชของสารละลาย	4 7 และ 10
<b>ตัวแปรตาม</b>	
1. ลักษณะของสารละลายหลังการทดลอง	- ปริมาณของอาร์เซไนท์คงเหลือ - พีเอช
2. ความสามารถในการดูดติดผิวของอาร์เซไนท์ในดิน	- ร้อยละของการดูดติดผิว

ตารางที่ 4.2 ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองหาการดูดติดผิวของอาร์เซไนต์ด้วยดินตัวอย่าง โดยการทดลองแบบแบตซ์ เพื่อศึกษาถึงสมการไอโซเทอมการดูดติดผิว (Adsorption Isotherm)

ตัวแปรคงที่	ค่าที่ทำการศึกษา
1. ความเข้มข้นของสารละลายอาร์เซไนต์ 2. ปริมาณของสารละลายอาร์เซไนต์ 3. ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไนเตรท 4. ความเข้มข้นของสารละลายบัฟเฟอร์ 5. ปริมาณดินตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง 6. ความเร็วรอบในการเขย่า 7. ดินตัวอย่าง	1 5 10 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร 50 มิลลิลิตร 0.01 มิลลิโมลาร์ 0.01 มิลลิโมลาร์ 1 กรัม 200 รอบต่อนาที - ดินร่วนเหนียวปนทราย - ดินร่วนเหนียว - ดินทรายร่วน
ตัวแปรอิสระ	
1. พีเอชของสารละลาย	4 7 และ 10
ตัวแปรตาม	
1. ลักษณะของสารละลายหลังการทดลอง 2. ความสามารถในการดูดติดผิวของอาร์เซไนต์ในดิน	- ปริมาณของอาร์เซไนต์คงเหลือ - พีเอช - ร้อยละของการดูดติดผิว

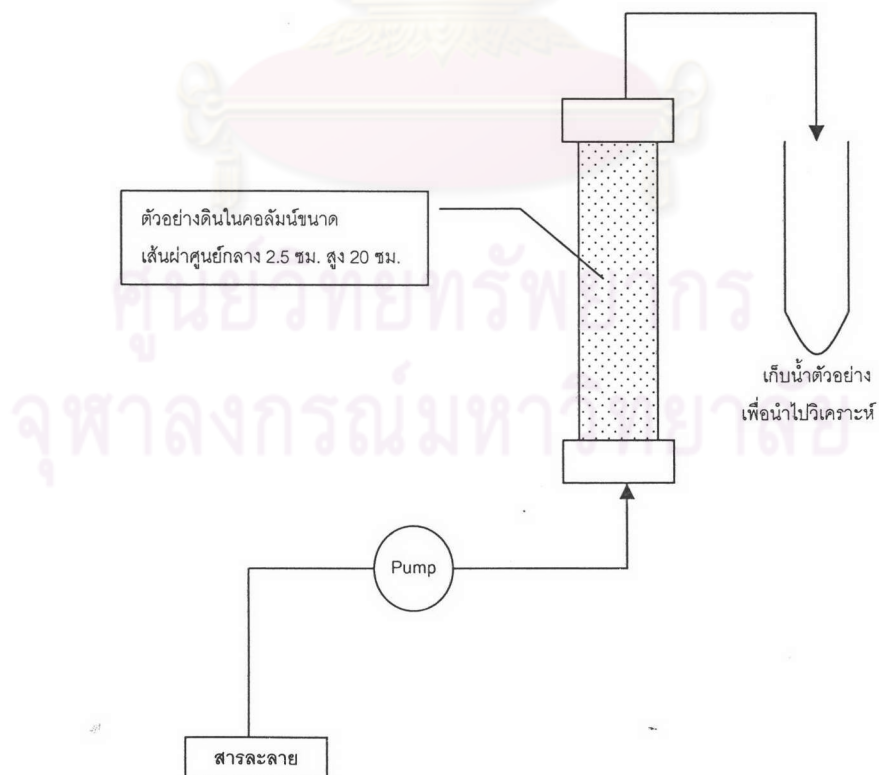


ตารางที่ 4.3 ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองหาการดูดติดผิวของอาร์เซไนต์ด้วยดินตัวอย่าง เมื่อมีสารละลายอ็อกซอลบรอน โดยการทดลองแบบแบดจ์ เพื่อศึกษาถึงสมการ ไอโซเทอมการดูดซับ (Adsorption Isotherm)

ตัวแปรคงที่	ค่าที่ทำการศึกษา
1. ความเข้มข้นของสารละลายอาร์เซไนต์	15 มิลลิกรัมต่อลิตร
2. ความเข้มข้นของสารละลายอ็อกซอลบรอน	อัตราส่วนโดยโมล 0.1:1 1:1 และ 10:1
3. ปริมาณของสารละลายอาร์เซไนต์	50 มิลลิลิตร
4. ความเข้มข้นของสารละลายไฮเดียมไนเตรท	0.01 มิลลิโมลาร์
5. ความเข้มข้นของสารละลายบัฟเฟอร์	0.01 มิลลิโมลาร์
6. ปริมาณดินตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	0.5 1 2 5 และ 10 กรัม
7. ความเร็วรอบในการเขย่า	200 รอบต่อนาที
8. ดินตัวอย่าง	- ดินร่วนเหนียวปนทราย - ดินร่วนเหนียว - ดินทรายร่วน
ตัวแปรอิสระ	
1. พีเอชของสารละลาย	4 7 และ 10
ตัวแปรตาม	
1. ลักษณะของสารละลายหลังการทดลอง	- ปริมาณของอาร์เซไนต์คงเหลือ - พีเอช
2. ความสามารถในการดูดติดผิวของอาร์เซไนต์ในดิน	- ร้อยละของการดูดติดผิว

ตารางที่ 4.4 ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (Dispersion Coefficient) ของดินตัวอย่าง ด้วยการทดลองแบบคอลัมน์

ตัวแปรคงที่	ค่าที่ทำการศึกษา
1. ความเข้มข้นของสารละลายโบรไมด์	15 มิลลิกรัมต่อลิตร
2. เส้นผ่าศูนย์กลางของคอลัมน์	2.54 เซนติเมตร
3. ความสูงของชั้นดินตัวอย่าง	20 เซนติเมตร
4. อัตราการไหลของสารละลายผ่านคอลัมน์	15 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง
ตัวแปรตาม	
1. ลักษณะของสารละลายเมื่อผ่านคอลัมน์	ปริมาณของสารละลายโบรไมด์
2. ความสามารถในการดูดซับโบรไมด์	ร้อยละของการดูดซับ



รูปที่ 4.3 การทดลองแบบคอลัมน์

ตารางที่ 4.5 ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทำการทดลองคอลัมน์ เพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์ของคอมพิวเตอร์โปรแกรม

ตัวแปรคงที่	ค่าที่ทำการศึกษา
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ความเข้มข้นของสารละลายอาร์เซไนท์</li> <li>2. ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไนเตรด</li> <li>3. ความเข้มข้นของสารละลายบัพเฟอร์</li> <li>4. เส้นผ่าศูนย์กลางคอลัมน์</li> <li>5. ความสูงของชั้นดินตัวอย่าง</li> <li>6. อัตราการไหลของสารละลายผ่านคอลัมน์</li> <li>7. ดินตัวอย่าง</li> </ol>	<p>15 มิลลิกรัมต่อลิตร</p> <p>0.01 มิลลิโมลาร์</p> <p>0.01 มิลลิโมลาร์</p> <p>2.54 เซนติเมตร</p> <p>20 เซนติเมตร</p> <p>15 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ดินร่วนเหนียวปนทราย</li> <li>- ดินร่วนเหนียว</li> <li>- ดินทรายร่วน</li> </ul>
<b>ตัวแปรอิสระ</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. พีเอชของสารละลาย</li> </ol>	7
<b>ตัวแปรตาม</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ลักษณะของสารละลายเมื่อผ่านคอลัมน์</li> <li>2. ความสามารถในการดูดซับอาร์เซไนท์</li> </ol>	<p>ปริมาณของสารละลายอาร์เซไนท์</p> <p>ร้อยละของการดูดซับ</p>

ตารางที่ 4.6 ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทำการทดลองคอลัมน์ เมื่อมีสารละลายอินทรภวน เพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์ของคอมพิวเตอร์โปรแกรม

ตัวแปรคงที่	ค่าที่ทำการศึกษา
1. ความเข้มข้นของสารละลายอาร์เซไนท์	15 มิลลิกรัมต่อลิตร
2. ความเข้มข้นของสารละลายอินทรภวน	อัตราส่วนโดยโมล 1:1 และ 10:1
3. ความเข้มข้นของสารละลายไฮเดียมไนเตรด	0.01 มิลลิโมลาร์
4. ความเข้มข้นของสารละลายบัพเฟอร์	0.01 มิลลิโมลาร์
5. เส้นผ่าศูนย์กลางคอลัมน์	2.54 เซนติเมตร
6. ความสูงของชั้นดินตัวอย่าง	20 เซนติเมตร
7. อัตราการไหลของสารละลายผ่านคอลัมน์	15 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง
8. ดินตัวอย่าง	ดินร่วนเหนียว
<b>ตัวแปรอิสระ</b>	
1. พีเอชของสารละลาย	7
<b>ตัวแปรตาม</b>	
1. ลักษณะของสารละลายเมื่อผ่านคอลัมน์	ปริมาณของสารละลายอาร์เซไนท์
2. ความสามารถในการดูดซับอาร์เซไนท์	ร้อยละของการดูดซับ



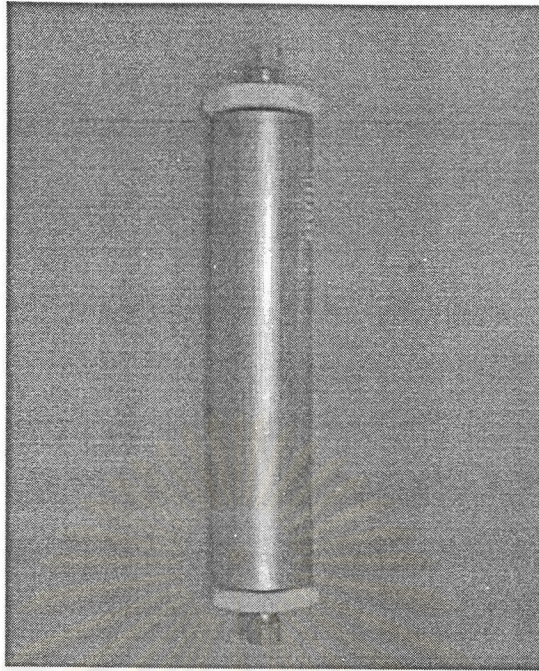
#### 4.4 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

##### 4.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

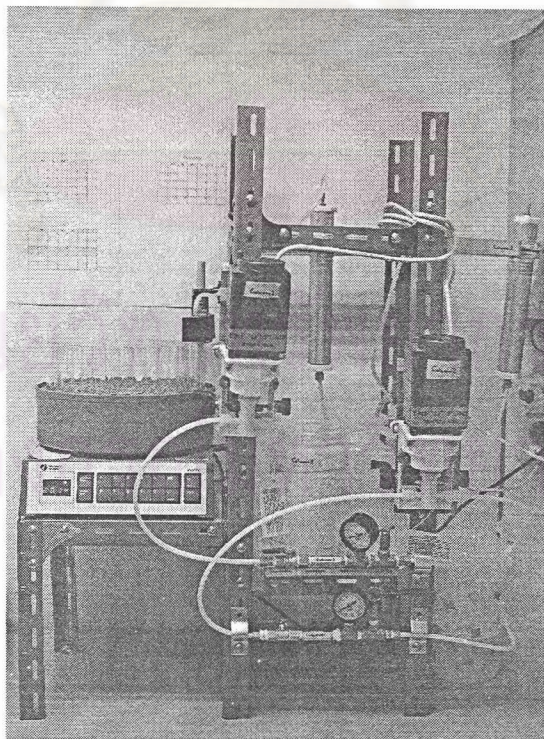
1. กระดาษกรอง GFC
2. ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่าง 60 มิลลิลิตร
3. คอมพิวเตอร์โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของอาร์เซนไนท์
4. เครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer)
5. เครื่องเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ (Fraction Collector)
6. เครื่องเขย่า (Shaker)
7. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้าแบบละเอียด (Analytical Balance)
8. เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
9. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
10. เครื่องอะตอมมิคแอดซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์; Atomic Adsorption Spectrometer
11. เครื่องไอออนโครมาโตกราฟี; Ion Chromatography
12. ชุดคอลัมน์เทฟลอน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร
13. ชุดเครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum Filter)
14. ปั๊มสูบชัก (Piston Pump)
15. อุปกรณ์เครื่องแก้ว

##### 4.4.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. กรดไนตริกเข้มข้น 65% ( $\text{HNO}_3$ )
2. โซเดียมไนเตรด ( $\text{NaNO}_3$ )
3. โซเดียมอะซิเตรท ( $\text{CH}_2\text{COONa}$ )
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ )
5. โพแทสเซียมโบรไมด์ ( $\text{KBr}$ )
6. สารละลายอาร์เซนไนท์ ( $\text{NaAsO}_2$ )
7. CAPS; 3-(Cyclohexylamino) propanesulfonic acid

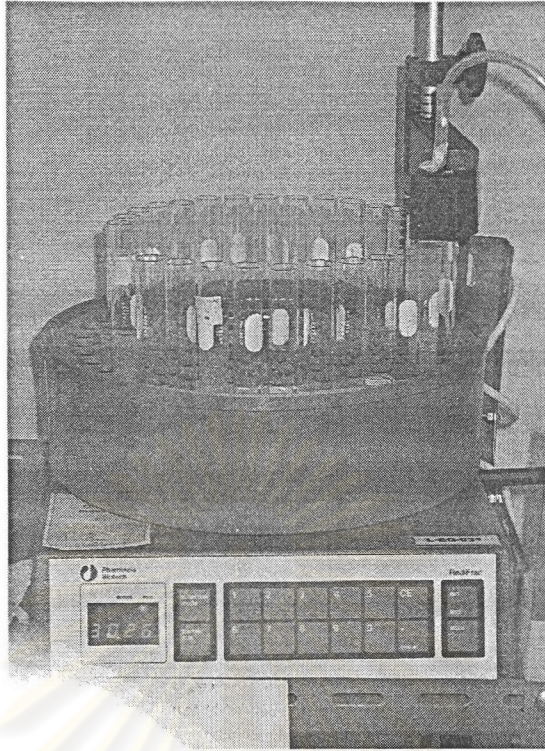


รูปที่ 4.4 คอด้มน์เทฟลอน

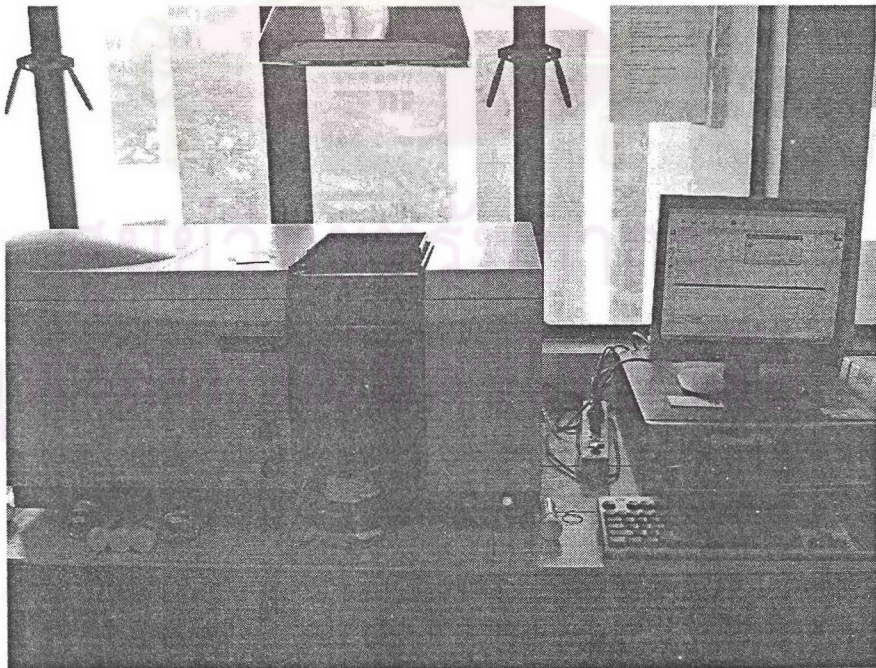


รูปที่ 4.5 ชุดทดลองแบบคอด้มน์ทำด้ว้เทฟลอน





รูปที่ 4.6 เครื่องเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ (Fraction Collector)



รูปที่ 4.7 เครื่องอะตอมมิคแฮดสอปชั้นสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

## 4.5 วิธีดำเนินการวิจัย

### 4.5.1 การเตรียมสารละลายอาร์เซนไนท์

เริ่มจากการเตรียมสารละลายอาร์เซนไนท์เข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยนำโซเดียมอาร์เซนไนท์ ( $\text{NaAsO}_2$ ) ซึ่งมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 129.91 กรัมต่อโมล มาชั่งให้ได้ 1.7339 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1 ลิตร จะได้สารละลายอาร์เซนไนท์เข้มข้นตามต้องการ

จากนั้นเตรียมสารละลายอาร์เซนไนท์ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร จากสารละลายอาร์เซนไนท์เข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วเติมโซเดียมไนเตรด 0.85 กรัมต่อลิตร (0.01 โมลต่อลิตร) เพื่อปรับความแรงของอ็อกซอนให้เหมาะสม ในขั้นตอนนี้อาจมีการเติมสารบัฟเฟอร์ ได้แก่ ที่พีเอช 4 จะเติมโซเดียมอะซิเตท ส่วนที่พีเอช 10 จะเติม CAPS ทำการปรับพีเอชให้ได้ตามต้องการด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) และกรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) ก่อนใส่ลงในดินตัวอย่างเติมก๊าซไนโตรเจน

### 4.5.2 การศึกษาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมในการดูดติดผิวอาร์เซนไนท์ด้วยดินตัวอย่าง

1. เตรียมสารละลายอาร์เซนไนท์ที่มีความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (เตรียมได้จากวิธีในหัวข้อ 3.5.1) โดยปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 4 และ 10
2. จากนั้นนำสารละลายอาร์เซนไนท์ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในดินตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มดิน (ดินตัวอย่าง 10 กรัม)
3. นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที แล้วเก็บตัวอย่างตามช่วงเวลา คือ 1 2 4 8 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ
4. นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการเขย่าแล้วไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็วรอบ เท่ากับ 5000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกส่วนน้ำใสออกจากตะกอนดิน
5. กรองส่วนน้ำใสอีกครั้ง แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องวิเคราะห์ด้วยอะตอมมิคแอดสอปชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เพื่อหาปริมาณของอาร์เซนไนท์ที่เหลืออยู่ในน้ำตัวอย่าง
6. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณประสิทธิภาพในการดูดติดผิวของอาร์เซนไนท์ เพื่อเลือกหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสม



#### 4.5.3 การศึกษาสมการไอโซเทอมการดูดซับ (Adsorption Isotherm) ของการดูดซับอาร์เซไนต์ด้วยดินตัวอย่าง โดยทำการทดลองแบบแบดซ์

1. เตรียมสารละลายอาร์เซไนต์ที่มีความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (เตรียมได้จากวิธีในหัวข้อ 3.5.1) โดยปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 4 7 และ 10
2. จากนั้นนำสารละลายอาร์เซไนต์ 50 มิลลิลิตร ที่ผ่านการปรับพีเอชแล้ว ใส่ลงในดินตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มดิน โดยแต่ละชุดดินจะใช้ดินตัวอย่าง 0.5 1 2 5 และ 10 กรัม
3. นำตัวอย่างทดลองทั้งหมดไปเขย่าที่เครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาที
4. นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการเขย่าแล้วไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็วรอบ เท่ากับ 5000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกส่วนน้ำใสออกจากตะกอนดิน
5. กรองส่วนน้ำใสอีกครั้ง แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องวิเคราะห์ด้วยอะตอมมิกแอตสอปชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เพื่อหาปริมาณของอาร์เซไนต์ที่เหลืออยู่ในน้ำตัวอย่าง
6. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณประสิทธิภาพในการดูดติดผิวของอาร์เซไนต์ เพื่อหาไอโซเทอมการดูดซับของอาร์เซไนต์ในดินตัวอย่าง
7. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของการดูดติดผิว (Adsorption Parameter)

#### 4.5.4 การศึกษาสมการไอโซเทอมการดูดซับ (Adsorption Isotherm) ของการดูดซับอาร์เซไนต์ด้วยดินตัวอย่าง เมื่อมีผลของสารละลายอิออนรบกวน โดยทำการทดลองแบบแบดซ์

1. ขั้นตอนการเตรียมสารละลายอาร์เซไนต์เหมือนกับหัวข้อ 3.5.3 แต่มีการเติมอิออนรบกวน ซึ่งได้แก่ ฟอสเฟต และไบคาร์บอเนต ในอัตราส่วน 0.1:1 1:1 และ 10:1 โดยทำการทดลองที่พีเอชเท่ากับ 7
2. ในขั้นตอนการทดลองเหมือนกับหัวข้อ 3.5.3 โดยจะทดลองกับกลุ่มดินชนิดเดียว คือ ดินร่วนเหนียว

#### 4.5.5 การทดลองหาค่า Dispersion Coefficient ของดินตัวอย่าง ด้วยการทดลองแบบคอลัมน์

1. เตรียมสารละลายโบรไมด์ที่มีความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร
2. ป้อนน้ำกลั่นผ่านคอลัมน์ เพื่อให้ดินตัวอย่างเกิดการอิ่มตัว
3. จากนั้นป้อนสารละลายโบรไมด์ โดยกำหนดอัตราการไหล เท่ากับ 15 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง
4. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านคอลัมน์ออกมาตามช่วงเวลา แล้วนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายโบรไมด์ด้วยเครื่องไอออนโครมาโตกราฟ
5. จากนั้นเปลี่ยนมาป้อนน้ำกลั่นแทน ทำการเก็บตัวอย่างไปเรื่อยๆ จนกระทั่งความเข้มข้นของโบรไมด์ในน้ำตัวอย่างมีค่าน้อยมาจนไม่สามารถตรวจวัดได้
6. นำผลการทดลองมาพล็อต Breakthrough curve เพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (Dispersion Coefficient) ของดินตัวอย่าง

#### 4.5.6 การศึกษาโดยทำการทดลองคอลัมน์ เพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์ของคอมพิวเตอร์โปรแกรม

1. เตรียมสารละลายอาร์เซไนท์ที่มีความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (เตรียมได้จากวิธีในหัวข้อ 3.5.1) โดยทำการทดลองที่พีเอชเท่ากับ 7
2. ในขั้นตอนการทดลองกับคอลัมน์เหมือนกับหัวข้อ 3.5.5
3. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านคอลัมน์ออกมาตามช่วงเวลา แล้วนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายอาร์เซไนท์
4. นำผลการทดลองมาพล็อต Breakthrough curve เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับผลการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม

#### 4.5.7 การศึกษาโดยทำการทดลองคอลัมน์ เมื่อมีผลของสารละลายอิออนรบกวน เพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์ของคอมพิวเตอร์โปรแกรม

1. ขั้นตอนการเตรียมสารละลายอาร์เซไนท์เหมือนกับหัวข้อ 3.5.6 แต่มีการเติมอิออนรบกวน ซึ่งได้แก่ ฟอสเฟต และไบคาร์บอเนต ในอัตราส่วน 1:1 โดยทำการทดลองที่พีเอชเท่ากับ 7
2. ในขั้นตอนการทดลองและวิเคราะห์เหมือนกับหัวข้อ 3.5.6