

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการในการวิจัย

3.1 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.1.1 บั้มสูบน้ำ

3.1.2 ถังควบคุมระดับน้ำทำด้วยสังกะสี มีขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร และ สูง 40 เซนติเมตร ใช้ควบคุมระดับน้ำเหนือตัวกรองให้เท่ากับ 200 เซนติเมตร คงที่ตลอดเวลาโดยมีท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  $1 \frac{1}{4}$  นิ้ว จำนวน 2 ท่อสำหรับท่อเชื่อมกับถังกรองน้ำเพื่อนำน้ำดิบลงสู่ถังกรองน้ำ และมีท่อน้ำสันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว จำนวน 1 ท่อ สำหรับรับน้ำดิบส่วนเกิน

3.1.3 ถังกรองน้ำ มีจำนวน 4 ถัง แต่ละถังมีองค์ประกอบซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 ดังนี้

- ส่วนที่เป็นตัวถัง มีลักษณะเป็นท่อรูปทรงกระบอกทำด้วยท่อพลาสติกใสมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และสูง 2 เมตร ด้านบนมีฝาปิดและอุปกรณ์สำหรับต่อประสานกับท่อส่งน้ำดิบจากถังควบคุมระดับน้ำด้านล่าง เจาะรูและฝังอุปกรณ์สำหรับต่อประสานกับท่อน้ำออก และที่ผนังถังกรองน้ำเจาะรูฝังท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร สำหรับต่อกับสายยางพลาสติกใสเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำและต่อกับมาตรมิเตอร์ (Manometer) เพื่อวัดความฝืด (Head Loss) ของตัวกรอง
- ส่วนที่เป็นท่อน้ำเข้า เป็นท่อพลาสติกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  $1 \frac{1}{4}$  นิ้ว จำนวน 2 ท่อต่อเชื่อมระหว่างถังควบคุมระดับน้ำกับถังกรองน้ำ
- ส่วนที่เป็นท่อน้ำออก เป็นท่อพลาสติกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  $\frac{1}{2}$  นิ้ว ต่อประสานกับท่อพี.วี.ซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  $\frac{1}{2}$  นิ้ว ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัวยูคว่ำ ส่วนบนของ

ได้ในอัตราที่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นที่บริเวณท่อน้ำออกได้มีการติดตั้ง เครื่องวัดอัตราการไหล (Flow meter) หรือมาตรวัดน้ำเพื่อวัดและควบคุมอัตราการลงในขณะทำการทดลอง

- ส่วนที่เป็นชั้นกรวดมีความสูง 40 เซนติเมตรนับจากพื้นถังกรองใสกรวดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 - 10 มิลลิเมตร เพื่อทำหน้าที่เป็นชั้นรองรับตัวกรอง
- ส่วนที่เป็นชั้นตัวกรองมีความสูง 50 เซนติเมตร

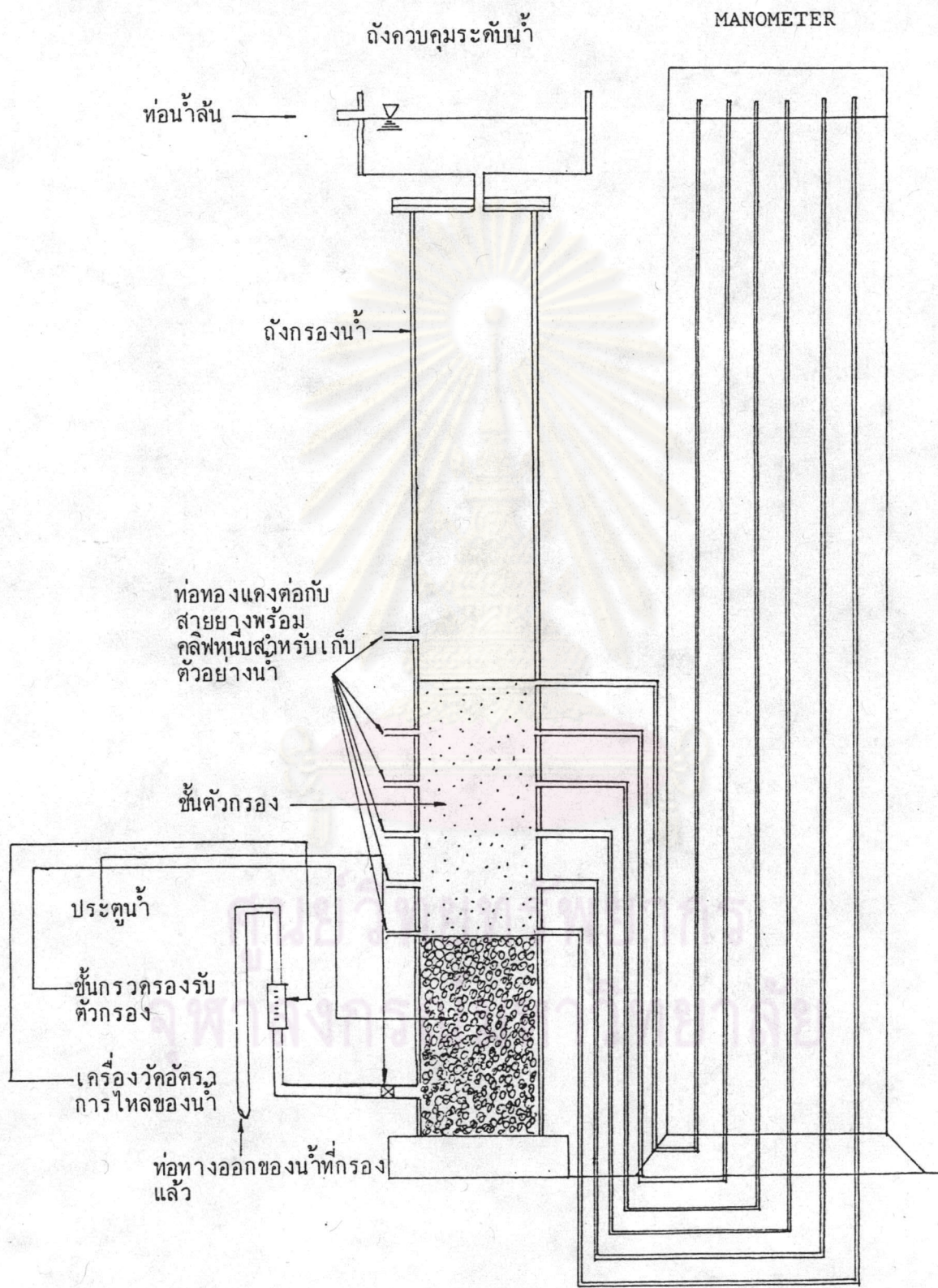
3.1.4 มาตรมิเตอร์ (Manometer) ใช้สายยางพลาสติกใสขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร สวมต่อเข้ากับท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ฝังอยู่ที่ผนังถังกรองที่ระดับเหนือผิวบนตัวกรองและที่ระดับต่ำกว่าผิวบนของตัวกรอง 10, 20, 30, 40 และ 50 เซนติเมตร โดยปลายสายยางอีกด้านอยู่สูงกว่าระดับน้ำสูงสุดเหนือตัวกรองและมีสเกลสำหรับอ่านค่าระดับเพื่อใช้วัดความลึกที่ระดับความลึกต่าง ๆ ของตัวกรองขณะทำการทดลอง

3.1.5 ท่อเก็บตัวอย่างน้ำใช้สายยางพลาสติกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร สวมต่อเข้ากับท่อทองแดงขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ฝังอยู่ที่ผนังถังกรองอีกด้านที่อยู่ตรงข้ามกับท่อทองแดงที่ใช้ต่อกับมาตรมิเตอร์ โดยปลายอีกด้านใช้ตัวหนีบทึบไว้สามารถถอดออกเมื่อต้องการเก็บตัวอย่างน้ำ ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำดิบที่ระดับเหนือผิวบนของตัวกรอง 10 เซนติเมตร และเก็บตัวอย่างน้ำที่กรองแล้ว ที่ระดับต่ำกว่าผิวบนของตัวกรอง 10, 20, 30, 40 และ 50 เซนติเมตร

3.1.6 โครงเหล็กทำด้วยเหล็กฉากสำหรับหาชั้นขนาด 2 นิ้ว x 1 1/2 นิ้ว และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบ สำหรับยึดแบบจำลองถังกรองน้ำ

3.1.7 เครื่องเติมอากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 ถังกรองน้ำที่ใช้ในการวิจัย

### 3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองทั้งหมดกระทำบริเวณห้องทดลองสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 3.2.1 การกรอง

- ก. นำตัวกรองทุกชนิดไปหาขนาดประสิทธิภาพ (Effective size) ดังแสดงในภาคผนวก ก.
- ข. ทำการกรองตามแผนภูมิการทดลองที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.2
- ค. ทำการวัดความฝืดของตัวกรองด้วยมาจนิเตอร์ ก่อนทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณเหล็กทั้งหมด
- ง. ทำการกรองตลอดอายุการกรองอย่างต่อเนื่องโดยจนกระทั่งความฝืดของตัวกรองมีค่าสูงสุด 180 เซนติเมตร จึงหยุดกรอง
- จ. ทำการกรองซ้ำอีก 2 ครั้ง
- ฉ. หาประสิทธิภาพในการกรองเหล็กที่ระดับต่าง ๆ ของตัวกรองเป็น % โดยคำนวณจาก

1. ประสิทธิภาพในการกรองเหล็ก ณ เวลาใด ๆ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$X_T = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

เมื่อ  $X_T$  = ประสิทธิภาพในการกรองเหล็กของตัวกรองที่  
ช่วงเวลาที่ T

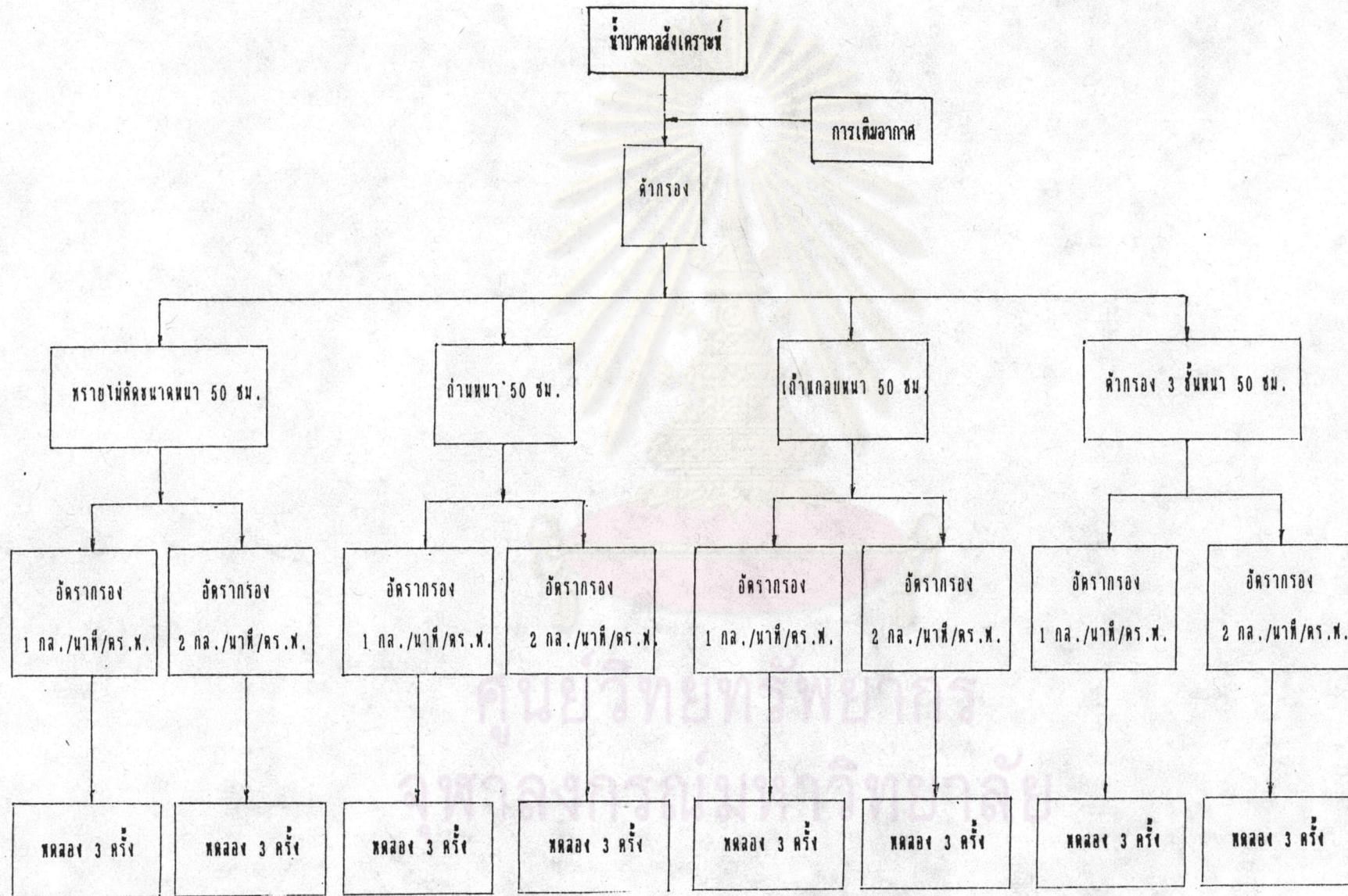
A = ค่าเหล็กทั้งหมดของตัวอย่างน้ำดิบที่ช่วงเวลาที่ T

B = ค่าเหล็กทั้งหมดของตัวอย่างน้ำที่กรองที่ช่วงเวลาที่ T

T = ช่วงเวลาที่ 1, 2, 3, 4, ...

2. ประสิทธิภาพในการกรองเหล็กเฉลี่ย คำนวณได้จากสูตรการหาค่าเฉลี่ยของสถิติทั่วไป คือ

$$\bar{X} = \frac{\sum X_T}{N}$$



รูปที่ 3.2 แผนผังทดลอง

### 3.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กทั้งหมด

ใช้วิธี Phenanthroline (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2525) ซึ่งมีรายละเอียด

ดังนี้

#### ก. สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ ( $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}$ )
2. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl)
3. สารละลายไฮดรอกซิลามีน ( $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ )
4. สารละลายฟิเนนทรอลีน ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2\text{H}_2\text{O}$ )
5. สารละลายมาตรฐานเหล็ก ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )

#### ข. วิธีวิเคราะห์

1. ปิเบตน้ำที่กรองได้ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำจมน้ำปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายไฮดรอกซิลามีน 2 มล และ กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร พร้อมเม็ดแก้ว 2 - 3 เม็ด

2. นำบดัมให้เดือดจนมีปริมาตรประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้จนเย็น แล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต 10 มิลลิลิตร ตามด้วย สารละลายฟิเนนทรอลีน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาทีเพื่อให้เกิดสีเข้มที่สุด

3. นำบดัมค่า Absorbant โดยใช้เครื่องสเปกโตรนิค 88 ที่ความยาวคลื่น 510 มิลลิเมตร

4. นำผลที่ได้ไปหาปริมาณเหล็ก โดยเทียบกับเส้นกราฟมาตรฐาน ความเข้มข้นของเหล็กที่เตรียมโดยใช้  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$

### 3.3.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ก. ใช้สถิติ One-way analysis of Variance ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกรองเหล็กออกจากน้ำบาดาลทางด้าน ทราบน้มีคักขนาด ถ้ำแกลบ และค้ำกรอง 3 ชั้น ที่มีความสูง 10, 20, 30, 40 และ 50 เซนติเมตร โดยที่ อัตรากรอง และความเข้มข้นของเหล็กในน้ำบาดาลมีค่าเท่ากัน

ข. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกรองเหล็กออกจากน้ำบาดาลของถ้ำน ทราบน้มีคักขนาด ถ้ำแกลบ และค้ำกรอง 3 ชั้น ในข้อ ก. แต่ละคู่ด้วยวิธี Multiple Comparisons

ค. ใช้สถิติ One-way analysis of Variance ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกรองเหล็กออกจากน้ำบาดาลของถ่าน ทรายไม่คัดขนาด ถั่วแกลบ และตัวกรอง 3 ชั้น แต่ละชนิดที่ความสูง 10, 20, 30, 40 และ 50 เซนติเมตร

ง. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกรองเหล็กออกจากน้ำบาดาลของถ่าน ทรายไม่คัดขนาด ถั่วแกลบ และตัวกรอง 3 ชั้น ในข้อ ค. แต่ละคู่ด้วยวิธี Multiple Comparisons

จ. ใช้สถิติ One-way analysis of Variance ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกรองเหล็กออกจากน้ำบาดาลของถ่าน ทรายไม่คัดขนาด ถั่วแกลบ และตัวกรอง 3 ชั้น แต่ละชนิดที่ความเข้มข้นของเหล็กในน้ำบาดาล 5, 10 และ 14 มิลลิกรัม/ลิตร

ฉ. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกรองเหล็กออกจากน้ำบาดาลของถ่าน ทรายไม่คัดขนาด ถั่วแกลบ และตัวกรอง 3 ชั้น ในข้อ จ. แต่ละคู่ด้วยวิธี Multiple Comparisons

ช. ใช้สถิติ t-test ทดสอบในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกรองเหล็กออกจากน้ำบาดาล ของถ่าน ทรายไม่คัดขนาด ถั่วแกลบ และ ตัวกรอง 3 ชั้น แต่ละชนิด ที่อัตรากรอง 1 และ 2 แกลลอน/นาที/ตารางฟุต ในทุกระดับความสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย