

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของแผนการทดลอง 2 แผน คือ แผนการทดลองจัดวัสดุละดิน และแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ โดยสร้างความคลาดเคลื่อนให้มีการแจกแจงปกติ ซึ่งการจำลองข้อมูลในแต่ละสถานการณ์จะใช้เทคนิคมอนติคาร์โล โดยใช้โปรแกรม S-PLUS 2000 กับเครื่อง PC ดังรายละเอียดของแผนการดำเนินการวิจัย จะกล่าวในรายละเอียดต่างๆ ต่อไป

3.1. การจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล

เนื่องจากเทคนิคมอนติคาร์โลเป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นเวลานาน และยังเป็นวิธีที่ยังนิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และได้มีการพัฒนาในสาขาวิชาต่างๆ มากขึ้น เช่น สาขาคณิตศาสตร์ สาขาการวิจัยดำเนินงาน เป็นต้น

เทคนิคมอนติคาร์โล เป็นเทคนิคที่ใช้ตัวเลขสุ่มมาช่วยแก้ปัญหาในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ และช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่แน่ใจในผลที่จะเกิดขึ้นได้

ตัวเลขสุ่มมีประโยชน์ ดังต่อไปนี้

- 3.1.1. ทำให้การเลือกตั้งอย่างไม่มีความเอนเอียงในการสำรวจหรือการทดลองในเรื่องต่างๆ ทั้งนี้เพราะเลขสุ่มมาจากแนวความคิดเกี่ยวกับการคำนวณความน่าจะเป็น
- 3.1.2. เลขสุ่มจะทำให้ได้มาซึ่งรูปแบบต่างๆ หรือวิธีการที่สลับซับซ้อน โดยการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation)
- 3.1.3. การใช้เลขสุ่มอาจทำเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางทฤษฎีของกระบวนการทางสถิติที่มีความสำคัญสำหรับการประมาณค่า ตลอดจนการนำไปสู่คำอธิบายเกี่ยวกับอำนาจการทดสอบทางสถิติ
- 3.1.4. เพื่อหาคำตอบในปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยจะพิจารณาจากการแจกแจงความน่าจะเป็นของปัญหานั้น

3.2. แผนการดำเนินการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ต่างๆ ที่จะทำการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของแผนการทดลองจัดूरัสดะดิน ดังนี้

- 3.2.1. ตัวแบบเป็นวิธีทดลองคงที่ (fix effect model)
- 3.2.2. จำนวนวิธีทดลอง คือ 3 , 5 และ 7
- 3.2.3. จำนวนปัจจัยแถว คือ 3 , 5 และ 7
- 3.2.4. จำนวนปัจจัยคอลัมน์ คือ 3 , 5 และ 7
- 3.2.5. การแจกแจงความคลาดเคลื่อนที่ศึกษาในแผนการทดลอง คือ การแจกแจงปกติ
- 3.2.6. กลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลอง เป็น 3 ระดับ ดังนี้
 - 3.2.6.1. ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลอง มีความแตกต่างน้อย คือ ค่า ϕ อยู่ระหว่าง [0,1.5)
 - 3.2.6.2. ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลอง มีความแตกต่างปานกลาง คือ ค่า ϕ อยู่ระหว่าง [1.5,3)
 - 3.2.6.3. ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลอง มีความแตกต่างกันมาก คือ ค่า ϕ มีค่าตั้งแต่ 3 ขึ้นไป
- 3.2.7. สร้างความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของปัจจัยแถวและตามคอลัมน์ โดยกำหนดความแตกต่างที่ระดับ ϕ เท่ากับ 1.5
- 3.2.8. ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of variance : C.V(%)) 3 ระดับ คือ 10% , 20% และ 30% และกำหนดค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากันทุกกลุ่ม (μ) เท่ากับ 50 จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) คือ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ
- 3.2.9. ระดับนัยสำคัญของการทดสอบในการทดลอง คือ 0.01 และ 0.05
- 3.2.10. การจำลองในแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง เพื่อหาค่าสัดส่วนการปฏิเสธสมมติฐานว่าง และค่าอำนาจการทดสอบ จะมีการทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ 1000 รอบ
- 3.2.11. กำหนดระดับค่าใช้จ่ายต่างๆที่ใช้ในการทดลองโดยศึกษาจากการวิจัยต่างๆ ดังนี้
 - การใช้จุ๊กสับปะรดเป็นอาหารหยาบสำหรับโคขุน
 - การใช้สูตรอาหารอย่างง่ายเลี้ยงไก่พื้นเมืองลูกผสม
 - การศึกษาวิจัยการจัดการเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ตำบลเขาชะงุ้ม(2)การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส และ โปแทสเซียมของพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม

โดยกำหนดระดับค่าใช้จ่ายต่างๆที่ใช้ในการทดลอง สนใจศึกษา 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ และระดับสูง ซึ่งมีเกณฑ์การกำหนดระดับค่าใช้จ่ายต่างๆ ดังนี้

ระดับต่ำ คือ ค่าในตำแหน่ง ควอไทล์ที่ 1 ของช่วงค่าใช้จ่ายต่างๆ

ระดับสูง คือ ค่าในตำแหน่ง ควอไทล์ที่ 3 ของช่วงค่าใช้จ่ายต่างๆ

3.3. ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

- 3.3.1. สร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดในแผนการทดลอง
- 3.3.2. สร้างอิทธิพลของวิธีทดลอง (τ_i) ให้แตกต่างกัน
- 3.3.3. สร้างอิทธิพลของปัจจัยแถว (β_j) และปัจจัยคอลัมน์ (α_k) ให้แตกต่างกัน
- 3.3.4. สร้างข้อมูลตามแผนการทดลองจัตุรัสละติน

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \alpha_k + \varepsilon_{ijk}$$

- 3.3.5. คำนวณค่าสถิติทดสอบ F
- 3.3.6. หาค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง และค่าอำนาจการทดสอบ
- 3.3.7. คำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง
- 3.3.8. คำนวณค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของแผนการทดลองจัตุรัสละติน และแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์
- 3.3.9. เปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของแผนการทดลองแบบจัตุรัสละติน และแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์

ซึ่งรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

3.3.1. สร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดในแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนแบบปกติสำหรับโปรแกรม S-PLUS 2000 จะใช้ฟังก์ชัน $morm(n,\mu,sd)$ ในการสร้างการแจกแจงแบบปกติ โดย n แทนขนาดตัวอย่าง μ แทนค่าเฉลี่ย และ sd แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอในภาคผนวก ง

3.3.2. สร้างอิทธิพลของวิธีทดลอง (τ_i) ให้แตกต่างกัน

โดยการพิจารณา $\sum_{i=1}^p \tau_i = 0$ ซึ่งจะกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองโดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด โดยกำหนดจาก

$$\Phi = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^p \tau_i^2}}{\sigma}$$

ในกรณีที่จำนวนวิธีทดลอง เท่ากับ 3 สามารถกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองให้สะดวกขึ้น โดยกำหนดให้

$$D = \tau_{\max} - \tau_{\min}$$

$$\tau_i = \frac{(\tau_{\max} + \tau_{\min})}{2} \quad ; i = 1, 2, \dots, p$$

โดยที่ $\tau_{\max} = \frac{D}{2}$, $\tau_{\min} = -\frac{D}{2}$ และ $\tau_i = 0$ เมื่อ i ไม่ใช่ค่า max และ min

ในที่นี้ τ_{\max} หมายถึง ค่าที่มากที่สุดของอิทธิพลวิธีทดลอง

τ_{\min} หมายถึง ค่าที่น้อยที่สุดของอิทธิพลวิธีทดลอง

D หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่มากที่สุดและค่าที่น้อยที่สุดของอิทธิพลวิธีทดลอง

ดังนั้นในการกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองโดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด จะทำได้ดังนี้

$$\Phi = D \sqrt{\frac{1}{2\sigma^2}}$$

ในกรณีที่จำนวนวิธีทดลอง เท่ากับ 5 สามารถกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองให้สะดวกขึ้น โดยกำหนดให้

$$D = 2(\tau_{\max} - \tau_{\min})$$

$$\tau_i = \frac{(\tau_{\max} + \tau_{\min})}{2} \quad ; i = 1, 2, \dots, p$$

โดยที่ $\tau_{\max} = \frac{D}{4}$, $\tau_{\min} = -\frac{D}{4}$ และ $\tau_i = 0$ เมื่อ i ไม่ใช่ค่า max และ min

ดังนั้นในการกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองโดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด จะทำได้ดังนี้

$$\Phi = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{1}{\sigma^2}}$$

ในกรณีที่จำนวนวิธีทดลอง เท่ากับ 7 สามารถกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองให้สะดวกขึ้น โดยกำหนดให้

$$D = 3(\tau_{\max} - \tau_{\min})$$

$$\tau_i = \frac{(\tau_{\max} + \tau_{\min})}{2} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, p$$

โดยที่ $\tau_{\max} = \frac{D}{6}$, $\tau_{\min} = -\frac{D}{6}$ และ $\tau_i = 0$ เมื่อ i ไม่ใช่ค่า \max และ \min

ดังนั้นในการกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองโดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด จะทำได้ดังนี้

$$\Phi = D \sqrt{\frac{1}{6\sigma^2}}$$

3.3.3. การสร้างอิทธิพลของปัจจัยแถว (β_j) และปัจจัยคอลัมน์ (α_k) ให้แตกต่างกัน

การสร้างอิทธิพลของปัจจัยแถว (β_j) และปัจจัยคอลัมน์ (α_k) มีหลักเกณฑ์ในการคำนวณเหมือนกัน และกำหนดให้มีอิทธิพลเท่ากัน โดยจะอธิบายวิธีการคำนวณอิทธิพลของปัจจัยแถว (β_j) ดังนี้

โดยการพิจารณา $\sum_{j=1}^p \beta_j = 0$ ซึ่งจะกำหนดความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของปัจจัยแถว

โดยใช้ $\Phi = 1.5$ เป็นตัวกำหนด โดยกำหนดจาก

$$\Phi = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^p \beta_j^2}}{\sigma}$$

ในกรณีที่จำนวนปัจจัยแถวเท่ากับ 3 สามารถกำหนดความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของปัจจัยแถวให้สะดวกขึ้น โดยกำหนดให้

$$D = \beta_{\max} - \beta_{\min}$$

$$\beta_j = \frac{(\beta_{\max} + \beta_{\min})}{2} \quad ; j = 1, 2, \dots, p$$

โดยที่ $\beta_{\max} = \frac{D}{2}$, $\beta_{\min} = -\frac{D}{2}$ และ $\beta_j = 0$ เมื่อ j ไม่ใช่ค่า max และ min

ในที่นี้ β_{\max} หมายถึง ค่าที่มากที่สุดของอิทธิพลของปัจจัยแถว

β_{\min} หมายถึง ค่าที่น้อยที่สุดของอิทธิพลของปัจจัยแถว

D หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่มากที่สุดและค่าที่น้อยที่สุดของอิทธิพลของปัจจัยแถว

ดังนั้นในการกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของปัจจัยแถวโดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด จะทำได้ดังนี้

$$\Phi = D \sqrt{\frac{1}{2\sigma^2}}$$

ในกรณีที่จำนวนปัจจัยแถว เท่ากับ 5 สามารถกำหนดความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของปัจจัยแถวให้สะดวกขึ้น โดยกำหนดให้

$$D = \frac{3}{2}(\beta_{\max} - \beta_{\min})$$

โดยที่ $\beta_1 = \beta_{\min} = -\frac{D}{3}$, $\beta_2 = \frac{\beta_{\min}}{2} = -\frac{D}{6}$, $\beta_3 = 0$,

$$\beta_4 = \beta_{\max} = \frac{D}{6} , \beta_5 = \beta_{\max} = \frac{D}{3}$$

ในที่นี้ $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_5$ หมายถึง อิทธิพลของปัจจัยแถวที่ 1, 2, ..., 5

ดังนั้นในการกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของปัจจัยแถว โดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด จะทำได้ดังนี้

$$\Phi = \frac{D}{3} \sqrt{\frac{5}{2\sigma^2}}$$

ในกรณีที่จำนวนปัจจัยแถว เท่ากับ 7 สามารถกำหนดความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของปัจจัยแถวให้สะดวกขึ้น โดยกำหนดให้

$$D = 2(\beta_{\max} - \beta_{\min})$$

โดยที่

$$\beta_1 = \beta_{\min} = -\frac{D}{4}, \quad \beta_2 = \frac{2}{3}\beta_{\min} = -\frac{D}{6}, \quad \beta_3 = \frac{1}{3}\beta_{\min} = -\frac{D}{12}, \quad \beta_4 = 0, \\ \beta_5 = \frac{1}{3}\beta_{\max} = \frac{D}{12}, \quad \beta_6 = \frac{2}{3}\beta_{\max} = \frac{D}{6}, \quad \beta_7 = \beta_{\max} = \frac{D}{4}$$

ในที่นี้ $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_7$ หมายถึง อิทธิพลของปัจจัยแถวที่ 1, 2, ..., 7

ดังนั้นในการกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของปัจจัยแถวโดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด จะทำได้ดังนี้

$$\Phi = \frac{D}{6} \sqrt{\frac{7}{\sigma^2}}$$

3.3.4. สร้างข้อมูลตามแผนการทดลองจัดรู้สละติน

สร้างตัวแปรสุ่มของความคลาดเคลื่อน ε_{ijk} ที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ^2 ขึ้นมาก่อน แล้วจึงสร้างค่า y_{ijk} ตามตัวแบบดังนี้ คือ $Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \alpha_k + \varepsilon_{ijk}$ เมื่อ τ_i, β_j และ α_k เป็นอิทธิพลของวิธีทดลอง อิทธิพลของปัจจัยแถวและคอลัมน์ ที่กำหนดขึ้นมาตามลำดับ

3.3.5. คำนวณค่าสถิติทดสอบเอฟ

กำหนดจำนวนวิธีทดลอง จำนวนบล็อก ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทำการสร้างชุดข้อมูลสุ่มโดยโปรแกรมในภาคผนวกตามลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนแบบปกติ และนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าต่างๆ ตามสูตรของการทดสอบตัวสถิติทดสอบเอฟของทั้ง 2 แผนการทดลอง คือ

3.3.5.1 แผนการทดลองจัดรู้สละติน

3.3.5.2 แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์

รายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบเอฟของทั้ง 2 แผนการทดลอง ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้ว

3.3.6. การหาค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง และค่าอำนาจการทดสอบ

เมื่อสร้างข้อมูล (y_{ijk}) ตามตัวแบบที่ต้องการและคำนวณค่าสถิติทดสอบเอฟแล้ว คำนวณค่า p-value ของตัวสถิติทดสอบเอฟของทั้ง 2 แผนการทดลอง และเปรียบเทียบค่า p-value กับระดับนัยสำคัญที่กำหนด ขั้นตอนต่อไปก็คือ การหาค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง และอำนาจการทดสอบ ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

3.3.6.1. สร้างอิทธิพลของวิธีทดลอง (τ_i) โดยกำหนดค่า τ_i ให้มีค่าเป็น 0 ทุกค่าในแต่ละวิธีทดลอง เมื่อพิจารณาหาค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง และให้ τ_i มีค่าไม่เท่ากับ 0 ในบางค่า (แต่ผลรวมของ τ_i ต้องเท่ากับ 0 ก็คือ $\sum_{i=1}^p \tau_i = 0$) เมื่อพิจารณาหาค่าอำนาจการทดสอบ

3.3.6.2. คำนวณค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อ $\tau_i = 0$ และคำนวณค่าอำนาจการทดสอบ เมื่อ τ_i ไม่เท่ากับ 0 ในบางค่า

3.3.6.3. เปลี่ยนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน ระดับความแตกต่างของวิธีทดลอง จนกระทั่งครบทุกสถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะกระทำซ้ำกัน 1000 รอบ

3.3.7. คำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง

กำหนดจำนวนวิธีทดลอง จำนวนปัจจัยแถวและตามคอลัมน์ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการหาหน่วยทดลอง ค่าใช้จ่ายในการให้วิธีทดลอง ค่าใช้จ่ายคงที่ที่ใช้ในการทดลอง ค่าเสียโอกาสจากการปฏิเสธสิ่งที่เป็นจริง ค่าเสียโอกาสจากการยอมรับสิ่งที่ไม่จริง แล้วทำการคำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของทั้ง 2 แผนการทดลอง โดยที่ในแต่ละแผนการทดลองจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง 4 ส่วน คือ

3.3.7.1. ค่าใช้จ่ายในการทดลองเมื่อปฏิเสธสมมติฐานว่าง โดยที่สมมติฐานว่างเป็นจริง

3.3.7.2. ค่าใช้จ่ายในการทดลองเมื่อยอมรับสมมติฐานว่างโดยที่สมมติฐานว่างเป็นจริง

3.3.7.3. ค่าใช้จ่ายในการทดลองเมื่อปฏิเสธสมมติฐานว่าง โดยที่สมมติฐานว่างไม่เป็นจริง

3.3.7.4. ค่าใช้จ่ายในการทดลองเมื่อยอมรับสมมติฐานว่าง โดยที่สมมติฐานว่างไม่เป็นจริง

รายละเอียดในการคำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 ส่วน ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้ว

3.3.8. ค่าราคาคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของแผนการทดลองจัดสุ่มละดิน และแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์

เมื่อค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง ค่าอำนาจการทดสอบ และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 ส่วนแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การหาค่าราคาคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของทั้ง 2 แผนการทดลอง โดยที่ในแต่ละแผนการทดลองจะประกอบด้วย

3.3.8.1. ค่าราคาคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง

3.3.8.2. ค่าราคาคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสมมติฐานว่างไม่เป็นจริง

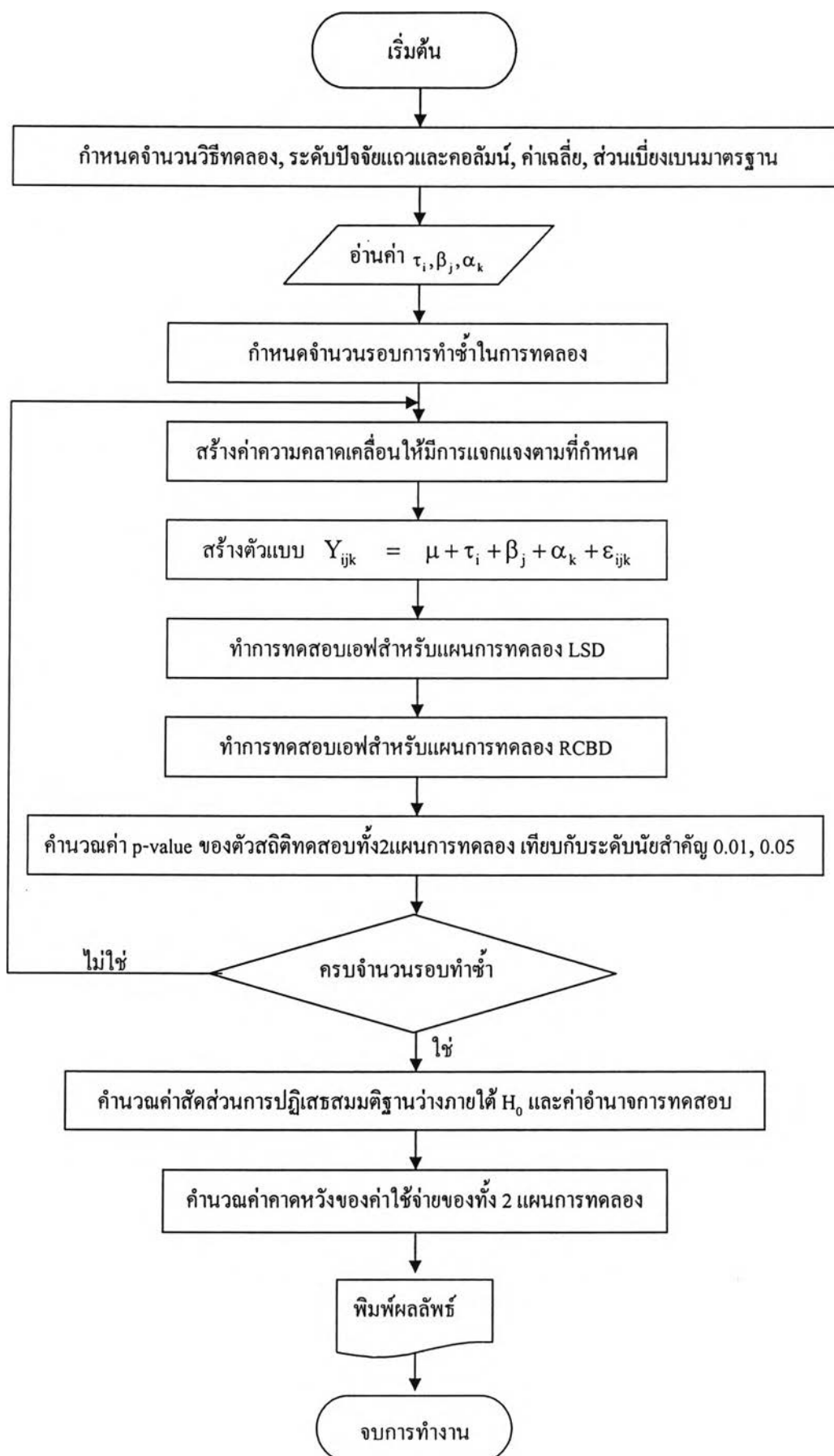
3.3.9. เปรียบเทียบค่าราคาคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของแผนการทดลองจัดสุ่มละดินและแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์

เปรียบเทียบค่าราคาคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองว่าแผนการทดลองใด มีค่าราคาคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองน้อยกว่าก็จะเป็นแผนการทดลองที่มีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์

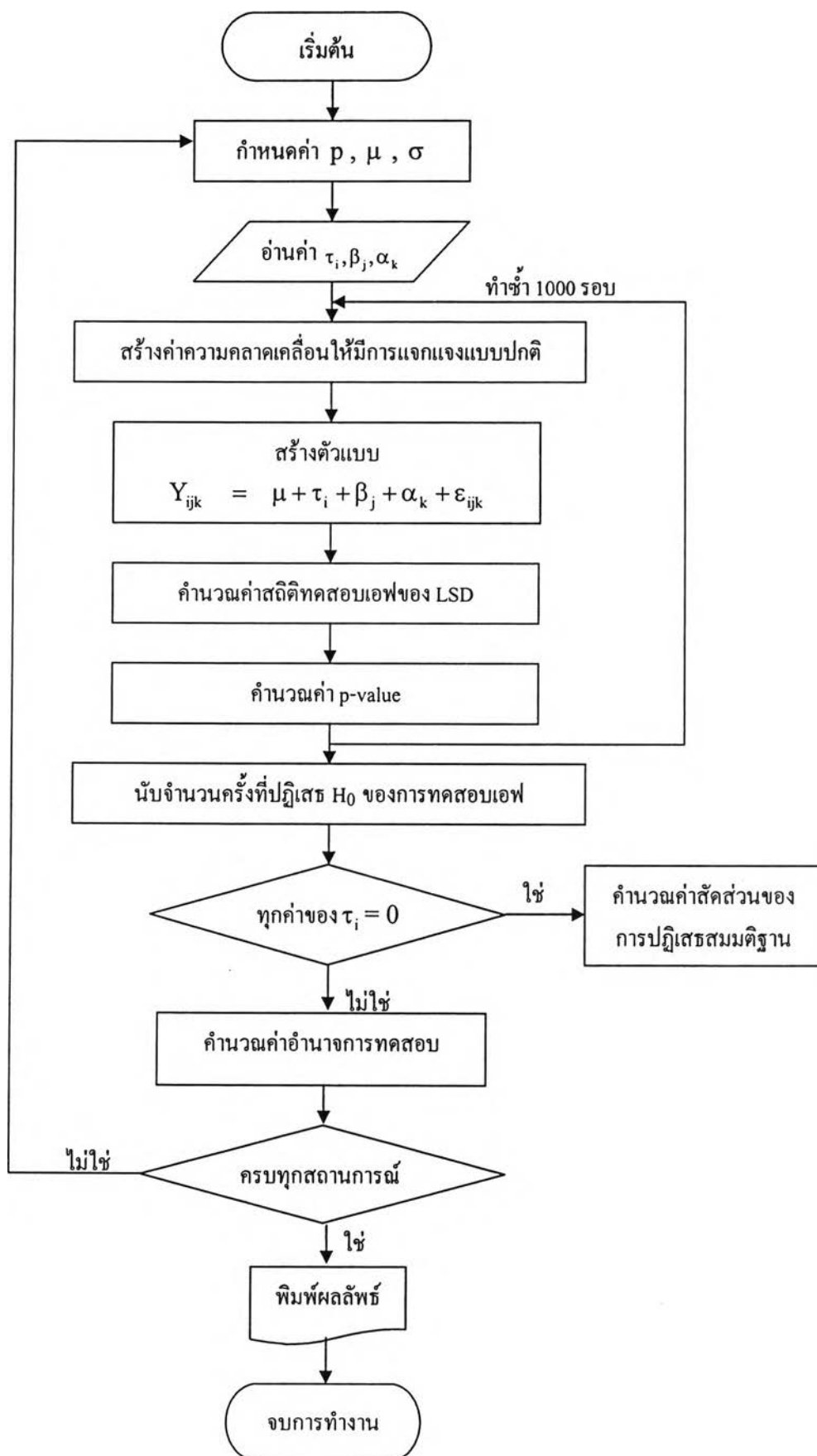
3.4. แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน

ลักษณะการทำงานของโปรแกรมในการวิจัยครั้งนี้ใช้ S-PLUS 2000 ในการประมวลผลข้อมูลโดยมีขั้นตอนในการทำงานดังรูปที่ 3.4.1.–3.4.4. ส่วนโปรแกรมการทำงานตามลำดับขั้นดังแสดงในรูปที่ 3.4.1.–3.4.4. นั้นได้เสนอไว้ในภาคผนวก จ

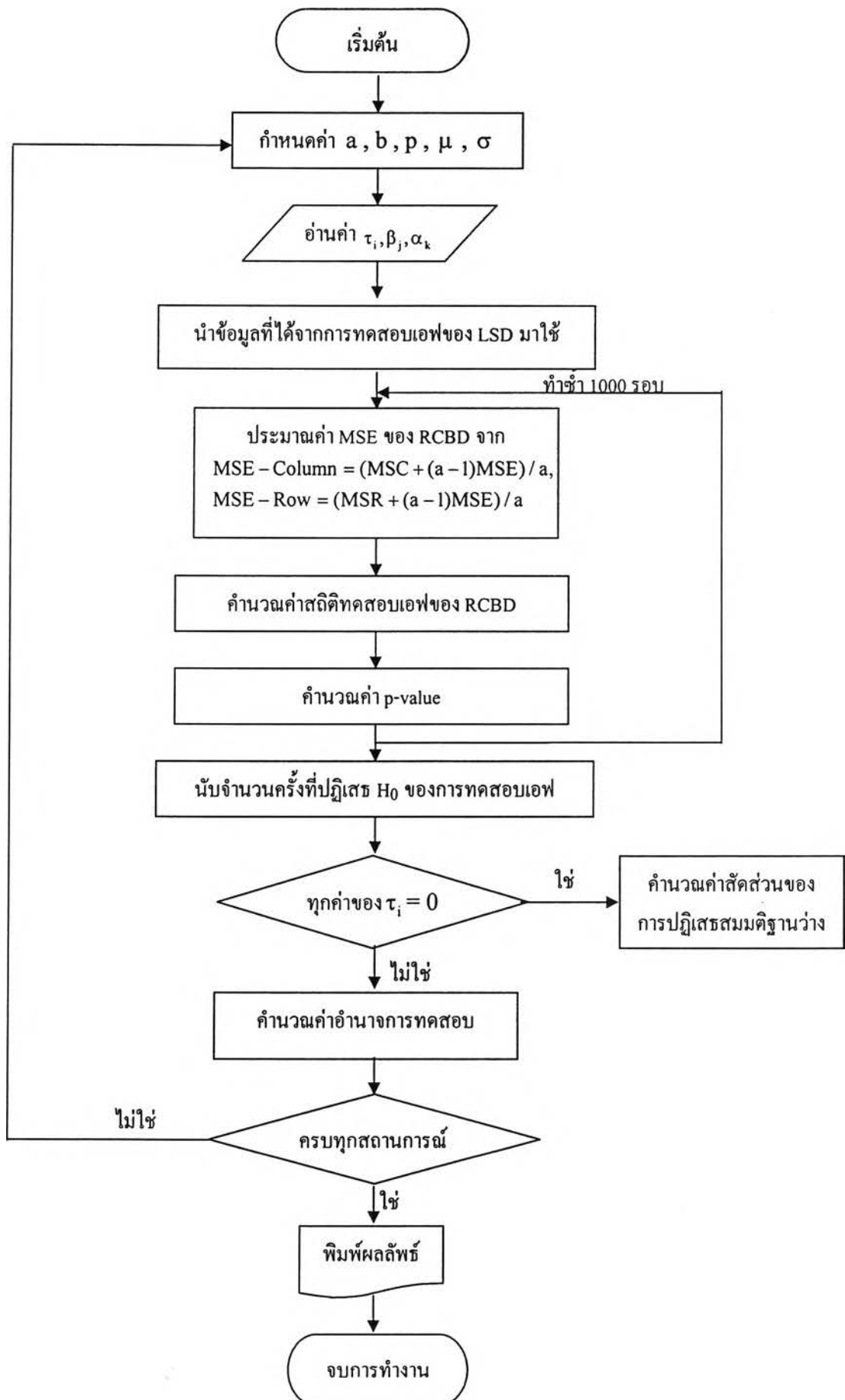
รูปที่ 3.4.1 แผนผังการทำงานเกี่ยวกับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของแผนการทดลอง



รูปที่ 3.4.2 แผนผังการทำงานของแผนการทดลองจัดรีสุละติน



รูปที่ 3.4.3 แผนผังการทำงานของแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์



รูปที่ 3.4.4 แผนผังการทำงานของโปรแกรมคำนวณค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการทดลองของแผนการทดลองจัดรีสุละตินและแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์

