

บทที่ 1

บทนำ



1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวางแผนการทดลอง (Experimental Design) มีหลายแบบด้วยกัน ซึ่งแผนการทดลองแบบสุ่มทดลองสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) เป็นแผนการทดลองแบบหนึ่งของการวางแผนทดลองที่มีลักษณะง่ายที่สุดและสะดวกเหมาะสำหรับกรณีที่หน่วยการทดลองมีความสม่ำเสมอกันมาก สามารถนำมาใช้กับงานในด้านต่างๆ เช่น การทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองในเรือนกระจก เป็นต้น เพราะผู้ทดลองสามารถควบคุมให้หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอกันได้มากที่สุด

ในทางปฏิบัติผู้ทดลองมักจะไม่สามารถหาหน่วยทดลองที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกันหมดได้ แต่สามารถหาหน่วยทดลองที่คล้ายคลึงกันเป็นพวกๆ ได้ ภายใต้ภาวะการณ์ดังกล่าว ถ้าผู้ทดลองยังคงใช้แผนการทดลองแบบสุ่มทดลองสมบูรณ์ผลการทดลองที่แตกต่างกันก็อาจจะไม่ใช่ความแตกต่างที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้วิธีทดลองที่ต่างกันเพียงอย่างเดียว แต่อาจเนื่องจากหน่วยทดลองที่แตกต่างกันด้วย นอกจากนี้ถ้ามีความแตกต่างของหน่วยทดลอง ความแปรปรวนที่เกิดจากหน่วยทดลองก็จะไปรวมอยู่กับความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ทำให้ความคลาดเคลื่อนของการทดลองสูงซึ่งจะเป็นการลดโอกาสที่สมมติฐานว่าง (H_0) จะถูกปฏิเสธต่างๆ ที่ตามความเป็นจริงแล้ว อิทธิพลของวิธีทดลองต่างๆ แตกต่างกัน ซึ่งอาจแก้ปัญหานี้ได้โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มทดลองในบล็อกสมบูรณ์

แผนการทดลองแบบสุ่มทดลองในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) เป็นแผนการทดลองเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลอง โดยที่หน่วยทดลองที่ใช้ไม่มีความสม่ำเสมอหรือคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้จึงต้องมีการจัดหน่วยทดลองที่มีความคล้ายคลึงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า บล็อก (Block) ดังนั้นความแปรปรวนระหว่างหน่วยทดลองในบล็อกเดียวกันจะมีค่าต่ำแต่ความแปรปรวนระหว่างบล็อกมีค่าสูง เป็นการแยกผลอันเกิดจากความแปรปรวนระหว่างหน่วยทดลองออกจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ทำให้ผลสรุปที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น

โดยทั่วไปการพิจารณาประสิทธิภาพของแผนการทดลองนั้น ผู้ทดลองมักจะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง เช่น ถ้าแผนการทดลองใดมีความคลาดเคลื่อนของการทดลองต่ำจะมีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากแผนการทดลองที่ดีต้องเป็นแผนการทดลองที่ควบคุมการทดลองให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตามแผนการทดลองที่ดีควรมีค่าใช้จ่าย

น้อย เป็นแผนการทดลองที่ประหยัดเพื่อให้เหมาะสมกับงบประมาณที่มีอยู่ซึ่งเป็นไปตามหลักการทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นสามารถพิจารณาประสิทธิภาพของแผนการทดลองได้อีกวิธี คือ ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของแผนการทดลองซึ่งพิจารณาจากค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง

เนื่องจากการทดลองทุกครั้งมีค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้ในการทดลอง เช่น ค่าใช้จ่ายในการหาหน่วยทดลอง กรณีแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์จะต้องหาหน่วยทดลองให้มีลักษณะสม่ำเสมอหรือคล้ายคลึงกันมากที่สุด ส่วนแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์จะต้องหาหน่วยทดลองให้ได้ลักษณะตามบล็อกที่กำหนดในการทดลอง โดยที่หน่วยทดลองในบล็อกเดียวกันจะต้องมีลักษณะที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน และหน่วยทดลองที่อยู่ต่างบล็อกกันมีความแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าทั้งสองแผนการทดลองจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อหาหน่วยทดลองให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง นอกจากนี้ในการทดลองแต่ละครั้งจะมีค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการให้วิธีทดลองแก่หน่วยทดลองซึ่งแตกต่างกันตามแต่ละประเภทของการทดลอง จากการทดสอบสมมติฐานทางสถิติของการทดลองในการสรุปผลการทดลองมักจะเกิดความผิดพลาดอยู่เสมอ ซึ่งอาจจะเป็นความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการใช้ข้อมูลตัวอย่างมาสรุปผลการทดสอบเพื่ออ้างอิงถึงประชากร ซึ่งอาจจะทำให้ผลสรุปของการทดสอบที่ได้เป็น ไม่ยอมรับสมมติฐานว่าง ทั้งที่สมมติฐานว่างเป็นจริง หรือผลการทดสอบที่ได้เป็นยอมรับสมมติฐานว่าง ทั้งที่สมมติฐานว่างไม่จริง ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทำให้ผู้ทดลองตัดสินใจผิดพลาดและเกิดความเสียหายได้ ซึ่งอาจจะเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น หรือทำให้เกิดค่าเสียโอกาสจากการตัดสินใจผิดพลาด จะเห็นได้ว่าในแต่ละการทดลองจะมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นในทุกส่วนของการทดลอง ทั้งส่วนที่เป็นค่าใช้จ่ายในการหาหน่วยทดลอง ค่าใช้จ่ายในการให้วิธีทดลองแก่หน่วยทดลองแต่ละครั้ง และค่าเสียโอกาสที่เกิดจากการทดสอบสมมติฐานผิดพลาด

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะพิจารณาถึงประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของตัวแบบของแผนการทดลองซึ่งจะนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกแผนการทดลองที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของแผนการทดลอง คือ

- 1.2.1 แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD)
- 1.2.2 แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD)

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะศึกษาภายใต้แผนการทดลองแบบสุ่มทดลองในบล็อกสมบูรณ์ที่ปัจจัยทดลองคงที่ (Fixed-effect)

1.3.1 ศึกษาภายใต้ตัวแบบสุ่มทดลองในบล็อกสมบูรณ์ที่ไม่มีการทำซ้ำ ซึ่งจะไม่มีอันตรกิริยา (interaction) เทอมระหว่างวิธีทดลองและบล็อก โดยมีตัวแบบเป็นดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b$$

เมื่อ	Y_{ij}	คือ	ค่าสังเกตหรือข้อมูลของหน่วยทดลองในบล็อกที่ j ที่ได้รับวิธีทดลองที่ i
	μ	คือ	ค่าเฉลี่ยรวมของประชากร
	τ_i	คือ	อิทธิพลของวิธีทดลองที่ i
	β_j	คือ	อิทธิพลของบล็อกที่ j
	a	คือ	จำนวนวิธีทดลอง
	b	คือ	จำนวนบล็อก
	ε_{ij}	คือ	ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองในบล็อกที่ j ที่ได้รับวิธีทดลองที่ i

1.3.2 ความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ และเป็นอิสระซึ่งกันและกันค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ^2 นั่นคือ $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

เมื่อ $i = 1, 2, \dots, a ; j = 1, 2, \dots, b$

1.3.3 τ_i เป็นอิทธิพลของวิธีทดลองที่ i และเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า โดย

$$\text{ที่ } \sum_{i=1}^a \tau_i = \sum_{i=1}^a (\mu_i - \mu) = 0$$

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการทดสอบสมมติฐานความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากรจะศึกษาในกรณีที่มีข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น โดยใช้ตัวสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test โดยการกำหนดขอบเขตของการวิจัยดังต่อไปนี้

1.4.1 ตัวแบบเป็นปัจจัยทดลองคงที่(Fixed-effect model) ในแผนการทดลองแบบสุ่มทดลองในบล็อกสมบูรณ์

1.4.2 การแจกแจงความคลาดเคลื่อนที่นำมาทดสอบ มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

- 1.4.3 กำหนดจำนวนวิธีทดลอง (a) เท่ากับ 3, 5 และ 7
- 1.4.4 กำหนดจำนวนบล็อก (b) เท่ากับ 3, 5 และ 7
- 1.4.5 สร้างอิทธิพลของวิธีทดลอง (τ_i) ให้แตกต่างกันโดยพิจารณา $\sum_{i=1}^a \tau_i = 0$ และใช้ Φ เป็นตัวกำหนด โดยที่

$$\Phi = \frac{\sqrt{b \sum_{i=1}^a \tau_i^2 / a}}{\sigma}$$

(Φ แทน สัมประสิทธิ์ความเบี่ยงเบนของวิธีทดลอง)

ซึ่งจะกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- 1.4.5.1 ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองมีความแตกต่างกันน้อย ค่า Φ อยู่ระหว่าง [0,1.5)
- 1.4.5.2 ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองมีความแตกต่างกันปานกลาง ค่า Φ อยู่ระหว่าง [1.5,3.0)
- 1.4.5.3 ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองมีความแตกต่างกันมาก ค่า Φ ตั้งแต่ 3.0
- 1.4.5 สร้างอิทธิพลของบล็อก (β_j) ให้แตกต่างกันโดยพิจารณา $\sum_{j=1}^b \beta_j = 0$ และใช้ Φ เป็นตัวกำหนด (ในที่นี้กำหนดให้ $\Phi = 1.5$) โดยที่

$$\Phi = \frac{\sqrt{a \sum_{j=1}^b \beta_j^2 / b}}{\sigma}$$

- 1.4.6 กำหนดให้ข้อมูลมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน(Coefficient of variation :C.V. %) ในระดับต่างๆ คือ 10% 20% และ 30% โดยกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของประชากร เท่ากันทุกกลุ่ม (μ) เท่ากับ 50 จะได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 5,10 และ 15 ตามลำดับ
- 1.4.7 การจำลองในแต่ละสถานการณ์ของการทดลองกระทำซ้ำ 1000 รอบ

¹ Winer, B. J., Statistical Principle in Experimental Design, 2nd ed.(New York: McGraw-Hill, 1974), p.221.

- 1.4.8 กำหนดระดับของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง ศึกษาจากการวิจัยต่างๆ ดังนี้
- การใช้จุลสับประรดเป็นอาหารหยาบสำหรับโคขุน²
 - การใช้สูตรอาหารอย่างง่ายเลี้ยงไก่พื้นเมืองลูกผสม³
 - การศึกษาวิจัยการจัดการเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ตำบลเขาชะงุ้ม (2) การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม⁴

โดยกำหนดระดับค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง สนใจศึกษา 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ และระดับสูง ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดระดับค่าใช้จ่ายต่างๆ ระดับต่ำ คือ ค่าในตำแหน่ง ควอไทล์ที่ 1 ของช่วงค่าใช้จ่ายต่างๆ ระดับสูง คือ ค่าในตำแหน่ง ควอไทล์ที่ 3 ของช่วงค่าใช้จ่ายต่างๆ

- 1.4.8.1 กำหนดระดับค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการหาหน่วยทดลองต่อ 1 หน่วยทดลอง โดยมีค่าใช้จ่ายอยู่ระหว่าง 10 - 6275 บาท ดังนี้
- ระดับต่ำ 1576 บาท
 - ระดับสูง 4709 บาท

- 1.4.8.2 กำหนดระดับของค่าใช้จ่ายในการให้วิธีทดลอง ต่อ 1 หน่วยทดลอง โดยมีค่าใช้จ่ายอยู่ระหว่าง 69 - 4455 บาท ดังนี้
- ระดับต่ำ 1165 บาท
 - ระดับสูง 3359 บาท
- โดยกำหนดสัดส่วนของราคาของแต่ละวิธีทดลองในทุกๆระดับราคาคงนี้ กรณี 3 วิธีทดลอง คือ วิธีทดลองที่ 1 : วิธีทดลองที่ 2 : วิธีทดลองที่ 3 เท่ากับ 1 : 1.25 : 1.5

² ปรัชญา ปรัชญลักษณ์, สมศักดิ์ เกาทอง และวิโรจน์ วนาสัทธชัยวัฒน์, การใช้จุลสับประรดเป็นอาหารหยาบสำหรับโคขุน (กรุงเทพมหานคร: กรมปศุสัตว์, 2543), หน้า 9.

³ นพวรรณ ชมชัย, ทิพา บุญยะวิโรจ และอนุกิจ เครื่องมั่งกร, การใช้สูตรอาหารอย่างง่ายเลี้ยงไก่พื้นเมืองลูกผสม (กรุงเทพมหานคร: กรมปศุสัตว์, 2545), หน้า 4.

⁴ จริญญาโรจน์ จันทศิริ, วิรัช สุขสรานู และสมศักดิ์ เกาทอง, การศึกษาวิจัยการจัดการเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ตำบลเขาชะงุ้ม(2)การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม (กรุงเทพมหานคร: กรมปศุสัตว์, 2547), หน้า 14.

กรณี 5 วิธีทดลอง คือ วิธีทดลองที่ 1 : วิธีทดลองที่ 2 : วิธีทดลองที่ 3 :
วิธีทดลองที่ 4 : วิธีทดลองที่ 5

เท่ากับ 1 : 1.25 : 1.5 : 1.75 : 2

กรณี 7 วิธีทดลอง คือ วิธีทดลองที่ 1 : วิธีทดลองที่ 2 : วิธีทดลองที่ 3 :
วิธีทดลองที่ 4 : วิธีทดลองที่ 5 : วิธีทดลองที่ 6 :
วิธีทดลองที่ 7

เท่ากับ 1 : 1.25 : 1.5 : 1.75 : 2 : 2.25 : 2.5

1.4.8.3 กำหนดระดับของค่าเสียโอกาสจากการปฏิเสธสิ่งที่เป็นจริง ต่อ 1 หน่วย
ทดลอง คือ

ราคาของวิธีทดลองที่มีอิทธิพลมากที่สุด - ราคาของวิธีทดลอง ที่ 1
(กำหนดให้ราคาของวิธีทดลอง ที่ 1 มีราคาถูกที่สุด)

1.4.8.4 กำหนดระดับของค่าเสียโอกาสจากการยอมรับสิ่งที่ไม่จริงต่อ 1 หน่วย
ทดลอง มีค่าอยู่ ระหว่าง 124 - 2525 บาท ดังนี้

ระดับต่ำ 724 บาท

ระดับสูง 1925 บาท

(ค่าเสียโอกาสจากการยอมรับสิ่งที่ไม่จริงที่กำหนดไว้เป็นเพียงค่าเริ่มต้น
ซึ่งจะมีการถ่วงน้ำหนักด้วยอำนาจการทดสอบ)

1.4.8.5 กำหนดระดับของค่าใช้จ่ายคงที่ในการทดลอง ต่อ 1 การทดลองมีค่าอยู่
ระหว่าง 294 - 2582 บาท ดังนี้

ระดับต่ำ 866 บาท

ระดับสูง 2010 บาท

1.4.9 กำหนดระดับนัยสำคัญเป็น 0.01 และ 0.05

1.4.10 ในการวิจัยครั้งนี้สร้างแบบจำลองข้อมูลโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล(Monte Carlo simulation) เขียนด้วยโปรแกรม S-PLUS 2000

1.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

การวิจัยครั้งนี้ถือว่า ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการทดลองเป็นดัชนีสำคัญที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกแผนการทดลอง โดยถือว่าแผนการทดลองที่มีค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการทดลองน้อยกว่าเป็นแผนการทดลองที่มีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ สำหรับแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดในขอบเขตของการวิจัย

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

- 1.6.1 ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error) หมายถึง ความผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง
- 1.6.2 ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error) หมายถึง ความผิดพลาดที่เกิดจากการยอมรับสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่จริง
- 1.6.3 อำนาจการทดสอบ (Power of the test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่จริง
- 1.6.4 ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายทั้งหมด (Expectation of total cost) หมายถึง ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่จะใช้ในการทดลองทั้งหมด เช่น ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการหาหน่วยตัวอย่าง ค่าใช้จ่ายในการให้วิธีทดลองกับหน่วยตัวอย่าง และค่าเสียโอกาสจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดสอบสมมติฐาน
- 1.6.5 ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ หมายถึง ประสิทธิภาพที่พิจารณาด้านค่าใช้จ่ายในการทดลอง โดยแผนการทดลองที่มีค่าใช้จ่ายในการทดลองต่ำกว่า แสดงว่าแผนการทดลองนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่า
- 1.6.6 ค่าใช้จ่ายคงที่ที่ใช้ในการทดลอง หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองที่มีค่าใช้จ่ายในการหาหน่วยทดลอง และค่าใช้จ่ายในการให้วิธีทดลองแก่หน่วยทดลอง เช่น ค่าการจัดทำเอกสาร ค่าจ้างพนักงาน ค่ายานพาหนะ ค่าสถานที่ ค่าการติดต่อสื่อสาร ฯลฯ

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.7.1 สามารถนำประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์มาใช้ในการพิจารณาคัดเลือกแผนการทดลองที่เหมาะสม
- 1.7.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ และแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์
- 1.7.3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองในแผนการทดลองอื่นๆ

1.8 วิธีดำเนินการวิจัย

- 1.8.1 สร้างข้อมูลตัวแปรตาม ที่มีการแจกแจงปกติ ของแผนการทดลองที่กำหนด โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล ตามขนาดตัวอย่างที่กำหนด
- 1.8.2 ทดสอบสมมติฐานโดยวิธีทดสอบเอฟ ของแผนการทดลองที่กำหนด
- 1.8.3 การหาค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่างและอำนาจการทดสอบ
- 1.8.4 คำนวณค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของแผนการทดลองที่กำหนด
- 1.8.5 เปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายของแผนการทดลองทั้ง 2 ในแต่ละสถานการณ์
- 1.8.6 สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย