

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของแผนการทดลอง โดยทำการศึกษาแผนการทดลองจัดสุ่มละดิน และเปรียบเทียบกับแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์โดยพิจารณาจากค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เพื่อหาข้อสรุปว่าแผนการทดลองใดมีความเหมาะสมเมื่อพิจารณาค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความแตกต่างของอิทธิพลของวิธีทดลองโดยใช้สถิติทดสอบเอฟ โดยพิจารณาจากค่าสัดส่วนการปฏิเสธสมมติฐานว่างและอำนาจการทดสอบ และเปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของแผนการทดลองที่กำหนด ดังไว้ในบทที่ 4 ที่กล่าวมา

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและเปรียบเทียบแผนการทดลองจัดสุ่มละดิน และแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ ที่ปัจจัยคงที่ (fixed-effect model) และมีความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรสุ่มแจกแจงแบบปกติ ในสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดขึ้นดังนี้

- กำหนดระดับของปัจจัยในแผนการทดลองจัดสุ่มละดิน ดังนี้
  - จำนวนทดลอง (i) เท่ากับ 3, 5 และ 7
  - จำนวนปัจจัยแถว (j) เท่ากับ 3, 5 และ 7
  - จำนวนปัจจัยคอลัมน์ (k) เท่ากับ 3, 5 และ 7
- สร้างอิทธิพลของวิธีทดลอง ( $\tau_i$ ) ให้แตกต่างกัน โดยใช้  $\Phi$  เป็นตัวกำหนด ดังนี้

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

กำหนดความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองเป็น 3 ระดับ คือ แตกต่างกันน้อยค่า  $\Phi$  อยู่ระหว่าง  $[0, 1.5)$ , ความแตกต่างกันปานกลาง ค่า  $\Phi$  อยู่ระหว่าง  $[1.5, 3.0)$  และแตกต่างกันมากค่า  $\Phi$  มีค่าตั้งแต่ 3 ขึ้นไป

- สร้างอิทธิพลของปัจจัยแถว ( $\beta_j$ ) และปัจจัยคอลัมน์ ( $\alpha_k$ ) ให้แตกต่างกันโดยพิจารณา

$\sum_{j=1}^p \beta_j = 0$  และ  $\sum_{k=1}^p \alpha_k = 0$  ตามลำดับ โดยกำหนดความแตกต่างที่ระดับ  $\Phi = 1.5$  ได้ดังนี้

$$\Phi = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^p \beta_j^2}}{\sigma} \quad \text{และ} \quad \Phi = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^p \alpha_k^2}}{\sigma}$$

- กำหนดให้ข้อมูลมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร(Coefficient of variation:C.V.( %)) ในระดับต่างๆ คือ 10% 20% และ 30% และกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากันทุกกลุ่ม ( $\mu$ ) เท่ากับ 50 จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) เท่ากับ 5,10 และ 15 ตามลำดับ

- กำหนดระดับนัยสำคัญเป็น 0.01 และ 0.05
- กำหนดระดับค่าใช้จ่ายคงที่ในการทดลอง ต่อ 1 การทดลอง  
ระดับต่ำ 866 บาท และระดับสูง 2010 บาท
- กำหนดระดับค่าใช้จ่ายในการหาหน่วยทดลอง ต่อ 1 หน่วยทดลอง  
ระดับต่ำ 1576 บาท และระดับสูง 4709 บาท
- กำหนดระดับของค่าใช้จ่ายในการให้วิธีทดลอง ต่อ 1 หน่วยทดลอง  
ระดับต่ำ 1165 บาท และระดับสูง 3359 บาท

โดยกำหนดสัดส่วนราคาของแต่ละวิธีทดลองในทุกๆระดับราคาดังนี้

กรณี 3 วิธีทดลอง คือ 1 : 1.25 : 1.5

กรณี 5 วิธีทดลอง คือ 1 : 1.25 : 1.5 : 1.75 : 2

กรณี 7 วิธีทดลอง คือ 1 : 1.25 : 1.5 : 1.75 : 2 : 2.25 : 2.5

- กำหนดระดับค่าเสียโอกาสจากการยอมรับสิ่งที่ไม่ถูกต้อง ต่อ 1 หน่วยทดลอง  
ระดับต่ำ 724 บาท และระดับสูง 1925 บาท

ระดับราคาที่กำหนดเป็นเพียงค่าเริ่มต้นและจะถ่วงน้ำหนักด้วยค่าอำนาจการทดสอบ

- กำหนดระดับค่าเสียโอกาสจากการปฏิเสธสิ่งที่ถูกต้องต่อ 1 หน่วยทดลองคือ  
ราคาของวิธีทดลองที่มีอิทธิพลที่สุด - ราคาของวิธีทดลองที่ 1  
(กำหนดให้ราคาของวิธีทดลองที่ 1 ถูกที่สุด)

ในการพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของทั้ง 2 แผนการทดลองนั้น พิจารณาโดยการเปรียบเทียบจากค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เพื่อหาข้อสรุปว่า แผนการทดลองใดมีความเหมาะสมเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ ในบทนี้มีการสรุปผลการวิจัยออกเป็น 4 ส่วน โดยแต่ละส่วนจะกล่าวถึง ผลการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง, ผลการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ, ผลการเปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองเมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง และผลการเปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองเมื่อสมมติฐานว่างไม่เป็นจริง สำหรับข้อเสนอแนะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านการนำไปใช้ และด้านการศึกษาวิจัย ซึ่งรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

### 5.1.1 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อจำนวนวิธีทดลองเพิ่มขึ้นและสัมประสิทธิ์ความแปรผันสูงขึ้น ค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่างจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ในการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 พบว่าแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ให้ค่าสัดส่วนของการปฏิเสธสมมติฐานว่างน้อยกว่าแผนการทดลองจัดสุ่มละดินทุกกรณี เนื่องจากแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์เหมาะสมกับข้อมูลที่มีความสม่ำเสมอ(ข้อมูลไม่ซับซ้อน)มากกว่าแผนการทดลองจัดสุ่มละดิน

### 5.1.2 การเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบ

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองมีความแตกต่างกันมากขึ้น และจำนวนวิธีทดลองเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบจะมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่เมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันสูงขึ้น จะพบว่าค่าอำนาจการทดสอบจะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองแตกต่างกันน้อยและปานกลาง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 แผนการทดลองจัดสุ่มละดินจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ เนื่องจากแผนการทดลองจัดสุ่มละดินมีความละเอียดในการตรวจสอบความแตกต่างมากกว่าแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ จึงสามารถตรวจสอบความแตกต่างที่มีอยู่น้อยได้ดีกว่า

เมื่อความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองแตกต่างกันมาก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อสิ่งทดลองเท่ากับ 5 และ 7 พบว่าทั้งสองแผนการทดลองจะให้ค่าอำนาจการทดสอบทั้งใกล้เคียงกันมากและเท่ากัน เนื่องจากแผนการทดลองจัดสุ่มละดินที่มีความละเอียดมากหรือแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ที่มีความละเอียดน้อยกว่า ต่างก็สามารถตรวจสอบความแตกต่างที่มีอยู่ได้ดีเท่าๆกัน และที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อสิ่งทดลองเท่ากับ 3 พบว่าแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าแผนการทดลองจัดสุ่มละดิน เนื่องจากแผนการทดลองจัดสุ่มละดินมีระดับความเป็นเสรีของความคลาดเคลื่อนของการทดลองน้อยเกินไปจึงทำให้มีอำนาจการทดสอบน้อยกว่า

### 5.1.3 การเปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อจำนวนวิธีทดลองเพิ่มขึ้นและสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้น ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองมีแนวโน้มสูงขึ้น และเมื่อค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองส่วนต่างๆ ซึ่งได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการหาหน่วยทดลอง ค่าใช้จ่ายในการให้วิธีทดลอง ค่าเสียโอกาสเมื่อปฏิเสธสิ่งที่ถูก และค่าเสียโอกาสเมื่อยอมรับสิ่งที่ผิด เมื่อค่าใช้จ่ายที่ได้กล่าวมาข้างต้นเพิ่มสูงขึ้น ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองจะมีแนวโน้มสูงขึ้น และที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะให้ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองต่ำกว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การเปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริงพบว่า ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองของแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ต่ำกว่าแผนการทดลองจัดสุ่มละดินทุกกรณี เนื่องจากแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์มีความสม่ำเสมอ(ไม่ซับซ้อน)มากกว่าแผนการทดลองจัดสุ่มละดิน

### 5.1.4 การเปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสมมติฐานว่างไม่เป็นจริง

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อจำนวนวิธีทดลองและสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้น ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองมีแนวโน้มสูงขึ้น และเมื่อค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองส่วนต่างๆ ซึ่งได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการหาหน่วยทดลอง ค่าใช้จ่ายในการให้วิธีทดลอง ค่าเสียโอกาสเมื่อปฏิเสธสิ่งที่ถูก และค่าเสียโอกาสเมื่อยอมรับสิ่งที่ผิด เมื่อค่าใช้จ่ายที่ได้กล่าวมาข้างต้นเพิ่มสูงขึ้น ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองจะมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองมีความแตกต่างกันมากขึ้น ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองมีแนวโน้มลดลง โดยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะให้ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองต่ำกว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในการเปรียบเทียบค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสมมติฐานว่างไม่เป็นจริงพบว่า เมื่อความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองแตกต่างกันน้อยและปานกลาง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 แผนการทดลองจัดสุ่มละดินจะให้ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองต่ำกว่าแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ เนื่องจากแผนการทดลองจัดสุ่มละดินมีความละเอียดในการตรวจสอบความแตกต่างมากกว่าแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ จึงสามารถตรวจสอบความแตกต่างที่มีอยู่น้อยได้ดีกว่า และเมื่อความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองแตกต่างกันมาก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อสิ่งทดลอง

เท่ากับ 5 และ 7 พบว่าทั้งสองแผนการทดลองจะให้ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองทั้งใกล้เคียงกันมากและเท่ากัน เนื่องจากแผนการทดลองจัดสุ่มระดับที่มีความละเอียดมากหรือแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์ที่มีความละเอียดน้อยกว่า ต่างก็สามารถตรวจสอบความแตกต่างที่มีอยู่ได้ดีเท่าๆกัน และที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองแตกต่างกันมาก เมื่อสิ่งทดลองเท่ากับ 3 พบว่าแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์จะให้ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองต่ำกว่าแผนการทดลองจัดสุ่มระดับ เนื่องจากแผนการทดลองจัดสุ่มระดับมีระดับความเป็นเสรีของความคลาดเคลื่อนของการทดลองน้อยเกินไปจึงทำให้มีค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองสูงกว่าแผนการทดลองสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1 ด้านการนำไปใช้

5.2.1.1 การสร้างอิทธิพลของวิธีทดลอง ( $\tau_i$ ) ให้แตกต่างกันโดยใช้  $\Phi$  เป็นตัวกำหนดพบว่า กรณีกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองเดียวกัน โดยเฉพาะกรณีกลุ่มความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิธีทดลองมีความแตกต่างกันมาก เมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 10% , 20% และ 30% จะให้ค่าอำนาจการทดสอบไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากการคำนวณหาค่า  $\tau_i$  จะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเกี่ยวข้องกับการคำนวณด้วย จึงทำให้อำนาจการทดสอบมีแนวโน้มลดลงไม่มากนัก เมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันสูงขึ้น

5.2.1.2 ในการวิจัยครั้งนี้ ค่าใช้จ่ายต่างๆที่ใช้ในการทดลองเป็นค่าเฉพาะ ในการนำผลการวิจัยไปใช้นั้นจะต้องระมัดระวัง เนื่องจากถ้าค่าใช้จ่ายต่างๆที่ใช้ในการทดลองเปลี่ยนไป จะทำให้ผลของประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ของการทดลองเปลี่ยนแปลงไปได้

5.2.1.3 ในการวิจัยที่ใช้แผนการทดลองจัดสุ่มระดับ ควรกำหนดให้มีจำนวนวิธีทดลองมากกว่า 3 วิธี เพราะจะทำให้มีระดับความเป็นเสรีของความคลาดเคลื่อนของการทดลองน้อยเกินไป ซึ่งจะทำให้มีอำนาจการทดสอบค่อนข้างต่ำ แต่ไม่ควรกำหนดให้มีจำนวนวิธีทดลองมากเกินไป เพราะจะทำให้ต้องใช้การทดลองขนาดใหญ่อาจไม่เหมาะสม และจะต้องใช้งบประมาณที่สูงตามไปด้วย

## 5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

5.2.2.1 การกำหนดสัมประสิทธิ์ความแปรผัน ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาที่สัมประสิทธิ์ความแปรผันมากกว่า 30 % ด้วยเพื่อที่จะทำให้ได้ผลสรุปที่ครอบคลุมมากขึ้น

5.2.2.2 ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ในแผนการทดลองอื่น

5.2.2.3 ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาโดยนำค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองประเภทการทดลองในห้องทดลอง(Laboratory Experimental) อาจจะมีค่าใช้จ่ายในส่วนต่างๆ แตกต่างไปจากค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองประเภทการทดลองภาคสนาม(Field experimental)

5.2.2.4 ในการศึกษาครั้งต่อไป อาจทำการศึกษาโดยการหาค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง และค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสมมติฐานว่างไม่เป็นจริง มารวมกันให้ได้ผลสรุปค่าเดียว ซึ่งอาจจะทำได้โดยการถ่วงน้ำหนักด้วยความเสี่ยงที่จะเกิดเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์