

แนวคิดและทฤษฎีบทประกอบการเลือกวิธีการทางสถิติ

การพัฒนาระบบในครั้งนี้ มีแนวความคิดเริ่มมาจาก การทำงานวิจัยในสาขาต่าง ๆ ได้นำวิธีการทางสถิติไปใช้ในการวางแผนงานวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล การเลือกวิธีการทางสถิติให้เหมาะสมกับงานวิจัย จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น และเป็นสิ่งที่นักวิจัยควรให้ความสำคัญ เพราะการเลือกวิธีการทางสถิติที่ไม่เหมาะสมกับงานวิจัย อาจมีผลทำให้การสรุปผลงานวิจัยนั้นคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดจากความเป็นจริงได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของงานวิจัย ดังนั้นนักวิจัยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องรู้วิธีการทางสถิติก่อนทำการวิจัย แต่นักวิจัยบางคนอาจไม่รู้หรือไม่แน่ใจว่าจะเลือกใช้วิธีการทางสถิติวิธีใดจึงจะเหมาะสมกับงานวิจัยที่ต้องการศึกษา ซึ่งกรณีเช่นนี้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักวิจัยมองข้ามความสำคัญของการเลือกวิธีการทางสถิติ

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติให้กับนักวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง จะจัดแบ่งระบบออกเป็น 2 ระดับคือ ระดับที่ 1\* สำหรับกลุ่มผู้ใช้ระบบที่จะทำการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยแล้ว แต่ยังไม่ได้กำหนดประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ\*\* ระดับที่ 2 สำหรับกลุ่มผู้ใช้ระบบที่กำหนดประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว แต่ยังไม่ได้กำหนดวิธีการทางสถิติ\*\*\* ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติเฉพาะในด้านการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน ส่วนการทดสอบ

---

\* ระดับที่ 1 พัฒนาโดย น.ส.สุภาเพ็ญ คุณแสง น.ส.ชลธิชา ศรีนาคา และ น.ส.สายัน เกอสกุล

\*\* ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ ตัวอย่างเช่น การทดสอบสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง การวิเคราะห์ความแปรปรวน การวิเคราะห์ความถดถอย เป็นต้น

\*\*\* วิธีการทางสถิติ ตัวอย่างเช่น วิธีการทดสอบไคสแควร์ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เป็นต้น

สมมุติฐาน การหาความสัมพันธ์และการวิเคราะห์ความถดถอย จะอยู่ในวิทยานิพนธ์ของ  
 น.ส.สาธิต เกอัสกุล และ น.ส.ชลธิชา ศรีนาคา ตามลำดับ

## 2.1 แนวคิดการเลือกประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการพัฒนาระบบในระดับที่ 1 สำหรับกลุ่มผู้ใช้ระบบที่กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยแล้ว แต่ยังไม่ได้กำหนดประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ จะใช้วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในสาขาต่าง ๆ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ ทั้งนี้เพราะวัตถุประสงค์ของงานวิจัยสามารถบอกถึงประเภทการวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสมได้\*

ดังนั้นจึงพัฒนาระบบโดยใช้คำเฉพาะ (Keywords) ที่ได้จากการรวบรวมวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ในสาขาต่าง ๆ เป็นแนวทางในการกำหนดทางเลือกประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังต่อไปนี้

ก. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการประมาณค่า ใช้คำเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ประมาณค่าต่างๆ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าสัดส่วน ค่าความแปรปรวน
2. ประมาณค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ค่าสัดส่วน และค่าความแปรปรวน

ข. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการทดสอบสมมุติฐาน ใช้คำเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เปรียบเทียบวิธีการใหม่กับวิธีการเก่า
2. เปรียบเทียบผลก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง
3. เปรียบเทียบวิธีการ 2 วิธีการว่าแตกต่างกันหรือไม่

---

\*วัตถุประสงค์ของงานวิจัยสามารถบอกถึงประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติได้ เพราะจากการศึกษาและรวบรวมวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในวิทยานิพนธ์สาขาต่าง ๆ พบว่าวัตถุประสงค์ และการเลือกใช้ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติของงานวิจัยนั้น ๆ มีความเหมาะสมเมื่อเทียบกับข้อกำหนดและทฤษฎีบทของวิธีการทางสถิติ

4. เปรียบเทียบวิธีการมากกว่า 2 วิธีการขึ้นไปว่าแตกต่างกันหรือไม่
5. ทดสอบว่าค่าประชากรจะเท่ากับค่าที่กำหนดไว้หรือไม่
6. ทดสอบว่าค่าหรือลักษณะสำคัญของประชากรหนึ่ง  
จะเท่ากับอีกประชากรหนึ่งหรือไม่
7. ทดสอบว่าค่าหรือลักษณะสำคัญของประชากรมากกว่า 2 ประชากร  
จะเท่ากันหรือไม่
8. ทดสอบค่าเฉลี่ย ค่าสัดส่วน ค่าความแปรปรวนของข้อมูล
9. ทดสอบว่าประชากรมี รูปร่าง ลักษณะหรือการแจกแจงแบบใด

ค. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลอง  
และการวิเคราะห์ความแปรปรวน ใช้ค่าเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เปรียบเทียบวิธีการมากกว่า 2 วิธีการขึ้นไปว่าแตกต่างกันหรือไม่

ง. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการหาและการทดสอบความสัมพันธ์  
การทดสอบความเป็นอิสระระหว่างตัวแปร ใช้ค่าเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ศึกษาว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กัน  
สัมพันธ์กันมากน้อยแค่ไหนและเป็นไปในทิศทางใด
2. ศึกษาว่าตัวแปรหรือปัจจัยแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกันหรือไม่
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือปัจจัยระหว่างกลุ่มหนึ่งกับอีกกลุ่มหนึ่ง
4. ศึกษาว่าเมื่อตัวแปร หรือปัจจัยตัวหนึ่งมีค่าเปลี่ยนไป  
อีกตัวจะเปลี่ยนไปอย่างไร
5. ศึกษาว่าตัวแปรหรือปัจจัยตัวหนึ่งมีค่าเปลี่ยนไปอย่างไร  
เมื่อตัวแปรอื่นๆ มีค่าเปลี่ยนไป
6. ศึกษาตัวแปรหรือปัจจัยตัวหนึ่งขึ้นอยู่กับตัวแปรอีกตัวหนึ่ง  
หรืออีกหลายๆตัวหรือไม่

จ. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการวิเคราะห์ความถดถอย  
ใช้ค่าเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ศึกษาว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กัน  
สัมพันธ์กันมากน้อยแค่ไหนและเป็นไปในทิศทางใด

2. ศึกษาว่าเมื่อตัวแปรหรือปัจจัยตัวหนึ่งมีค่าเปลี่ยนไป อีกตัวจะเปลี่ยนไปอย่างไร
3. ศึกษาว่าตัวแปรหรือปัจจัยตัวหนึ่งมีค่าเปลี่ยนไปอย่างไร เมื่อตัวแปรอื่น ๆ มีค่าเปลี่ยนไป
4. ศึกษาตัวแปรหรือปัจจัยตัวหนึ่งขึ้นอยู่กับตัวแปรอีกตัวหนึ่ง หรืออีกหลาย ๆ ตัวหรือไม่
5. ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหนึ่งหรือชุดหนึ่งกับตัวอีกตัวหนึ่ง หรืออีกชุดหนึ่ง

จ. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการพยากรณ์ ใช้ค่าเฉพาะแสดง  
วัตถุประสงค์ ดังนี้

1. นำข้อมูลในอดีตมาใช้คาดการณ์ค่าในอนาคต

ข. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการหาสมการ รูปแบบหรือตัวแบบ  
ใช้ค่าเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. นำข้อมูลมาหาสมการ รูปแบบหรือตัวแบบ

ค. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการทดสอบรูปแบบของประชากร  
ใช้ค่าเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ทดสอบว่าข้อมูลได้มาจากประชากรมีรูปร่าง ลักษณะ  
หรือการแจกแจงแบบใด

ด. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านการจัดกลุ่ม แบ่งกลุ่ม จำแนกกลุ่ม  
ตัวแปร ใช้ค่าเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

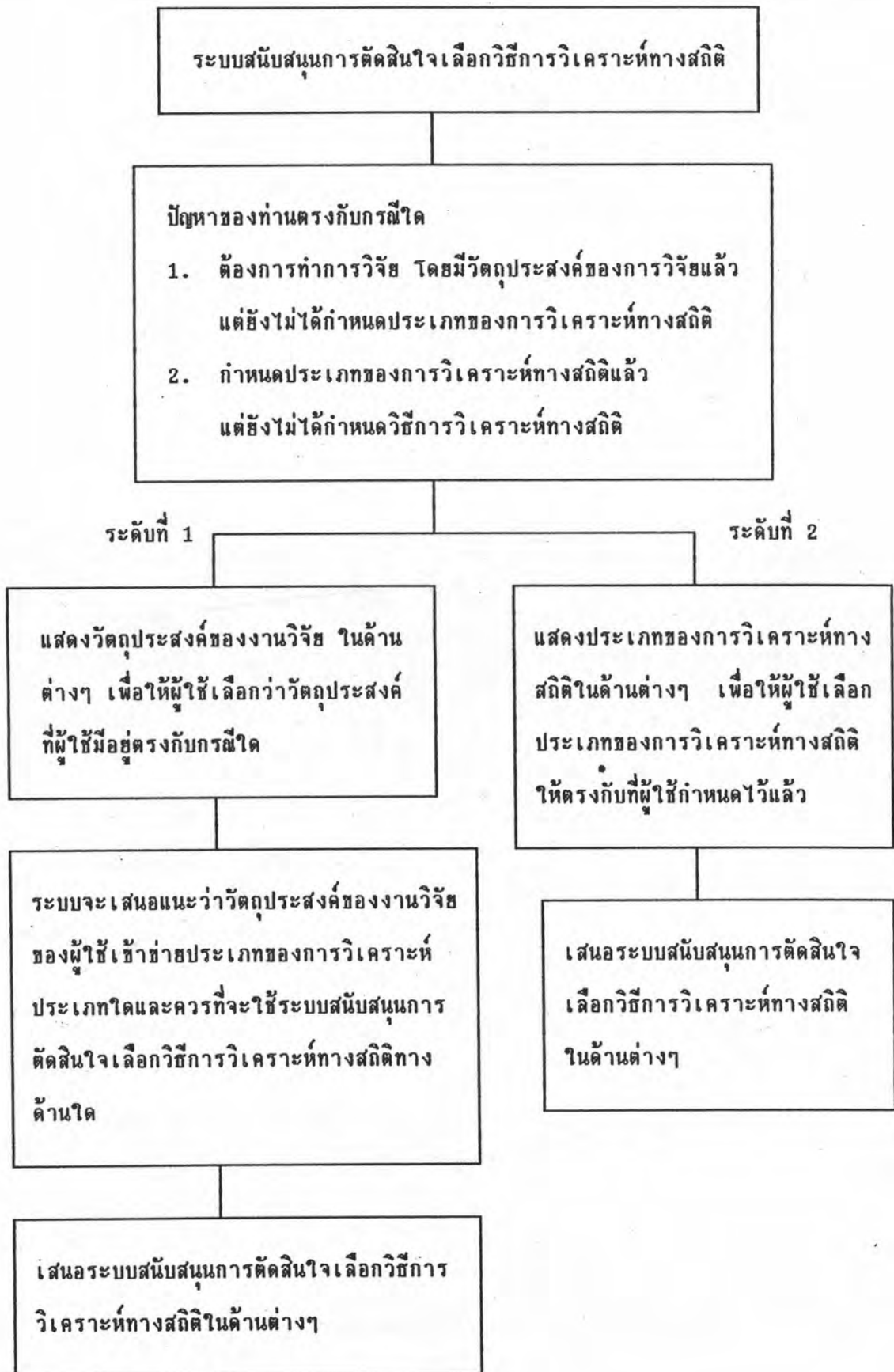
1. นำข้อมูลมาจัดกลุ่ม แบ่งกลุ่ม จำแนกกลุ่ม

ด. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการวิเคราะห์องค์ประกอบ  
ใช้ค่าเฉพาะแสดงวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. จัดองค์ประกอบของตัวแปร

ดังนั้นในระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงใช้ค่าเฉพาะดังกล่าว แสดงขึ้นบนจอภาพเป็นข้อ ๆ เพื่อให้ผู้ใช้ระบบเลือกว่ามีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยตรงกับวัตถุประสงค์ใดในจอภาพ เมื่อเลือกวัตถุประสงค์ในจอภาพที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยแล้ว ระบบจะเสนอแนะประเภทของการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องให้ต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงเป็นผังงานได้ดังนี้



## 2.2 แนวคิดและทฤษฎีประกอบการเลือกวิธีการทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลองและ การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน มีแนวคิดว่าจะพัฒนาให้ครบวงจรของวิธีการทางสถิติในด้านนี้ เนื่องจากวิธีการทางสถิติในด้านนี้มีหลายกระบวนการและในแต่ละกระบวนการจะมีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงจัดวิธีการทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน ออกเป็น 4 หัวข้อหลัก คือ

1. ขั้นตอนการทดลอง
2. การวางแผนการทดลอง
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวน
4. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

การพัฒนาาระบบในแต่ละหัวข้อ ใช้แนวคิด หลักเกณฑ์ ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติที่แตกต่างกันไป ดังจะกล่าวไว้ในแต่ละหัวข้อตามลำดับ ต่อไปนี้

### 2.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

การพัฒนาาระบบในหัวข้อนี้ได้พิจารณาข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ ของขั้นตอนการทดลองซึ่งพบว่า ขั้นตอนการทดลองไม่มีข้อกำหนดที่บ่งชี้แน่นอนลงไปว่า ขั้นตอนการทดลองใดควรจะมีปฏิบัติก่อนหรือหลัง เช่น การกำหนดขนาดของการทดลอง และการเลือกแผนการทดลอง ซึ่งบางงานวิจัยอาจกำหนดขนาดของการทดลองก่อนเลือกแผนการทดลอง แต่บางงานวิจัยเลือกแผนการทดลองก่อนกำหนดขนาดของการทดลอง เพราะบางแผนการทดลองมี



อิทธิพลต่อขนาดของการทดลอง เช่น แผนการทดลองแบบละตินสแควร์<sup>1</sup> (Latin Square Design) ดังนั้นขั้นตอนการทดลองจึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของงานวิจัยนั้น ๆ แต่ทั้งนี้ในขั้นตอนการทดลองต่าง ๆ จะมีบทบาทเกี่ยวเนื่องกัน เช่น การวางแผนการทดลองจะมีผลต่อเนื่องไปถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นต้น ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงพิจารณาถึงความเหมาะสมของการทดลองและบทบาทของความต่อเนื่องกันของการทดลองเป็นเกณฑ์ในการลำดับขั้นตอนการทดลอง จากเหตุผลดังกล่าวสามารถลำดับขั้นตอนการทดลองได้ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ (Statement of objectives)
2. การเลือกหรือกำหนดครีตเมนต์ (Treatments)
3. การเลือกหน่วยทดลอง (Experimental Units)
4. การกำหนดขนาดของการทดลอง (Size of Experiment)
5. การเลือกแผนการทดลอง (Experimental Design)
6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Analysis of Variance)
7. สรุปผลการทดลอง (Interpretation of Results)

แนวคิดในการกำหนดขั้นตอนการทดลอง คือ พิจารณาว่าขั้นตอนการทดลองใดมีบทบาทต่อเนื่องกับขั้นตอนการทดลองใดบ้าง จากนั้นจึงนำประเด็นนี้มาลำดับขั้นตอนการทดลองซึ่งจะกล่าวถึงบทบาทที่ต่อเนื่องของแต่ละขั้นตอนการทดลองต่อไปนี้

การเริ่มต้นของการทดลองที่ดีควรต้องเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพราะวัตถุประสงค์เป็นส่วนที่สำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกแผนการทดลองและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน นอกจากนี้ยังมีส่วนในการกำหนดลักษณะสำคัญต่าง ๆ ของการทดลองให้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยจะมีส่วนใน

---

<sup>1</sup>Robert G. D. Steel and James H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics (New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960), p. 92.

การกำหนดลักษณะของทรีตเมนต์ ลักษณะของหน่วยทดลอง<sup>2</sup> ซึ่งลักษณะของทรีตเมนต์และลักษณะของหน่วยทดลองจะมีส่วนในการกำหนดขนาดของการทดลอง<sup>3</sup> โดยที่ลักษณะต่าง ๆ ของการทดลองดังกล่าวนี้ จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องไปถึงการเลือกแผนการทดลองและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน ตลอดจนกระทั่งสรุปผลการทดลอง ตัวอย่างเช่น ถ้าวัตถุประสงค์ของงานวิจัยมีปัจจัย (Factor) ที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย และลักษณะของหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ (Homogeneous) แผนการทดลองที่เหมาะสมคือ แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด<sup>4</sup> (Completely Randomized Design)

### 2.2.2 การวางแผนการทดลอง

ในหัวข้อนี้ใช้ แนวคิด วัตถุประสงค์ของงานวิจัย และเงื่อนไขต่าง ๆ ของหลักการวางแผนการทดลอง เป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกวิธีการวางแผนการทดลองซึ่งแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ใช้จำนวนปัจจัย (Factor) ที่ต้องการศึกษาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มวิธีการวางแผนการทดลอง เนื่องจากจำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย กับมากกว่า 1 ปัจจัย ต้องใช้วิธีการวางแผนการทดลองที่แตกต่างกัน<sup>5</sup> อีกทั้งจำนวนปัจจัยที่ต้อง

---

<sup>2</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. (New York: John Wiley and Sons, Inc., 1957), pp. 10-11.

<sup>3</sup>Robert G. D. Steel and James H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, pp. 92-93.

<sup>4</sup>Ibid., pp. 95-96.

<sup>5</sup>Charles R. Hicks, Fundamental Concepts in the Design of Experiments, 2nd ed. (New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1973) pp. 24-295.



การศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งคาดว่าผู้ใช้ระบบต้องการให้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติให้กับผู้ใช้ระบบ ตามแนวทางของวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเป็นหลัก

ดังนั้นในระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงใช้จำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มวิธีการวางแผนการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น กรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย และกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย ดังนี้

ก. กรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย การวางแผนการทดลองในข้อกำหนดนี้ ได้แก่<sup>6</sup>

1. แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด  
(Completely Randomized Design)
2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์  
(Randomized Completely Block Design)
3. แผนการทดลองแบบละตินสแควร์  
(Latin Square Design)

ข. กรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย วิธีการในข้อกำหนดนี้ ได้แก่<sup>7</sup>

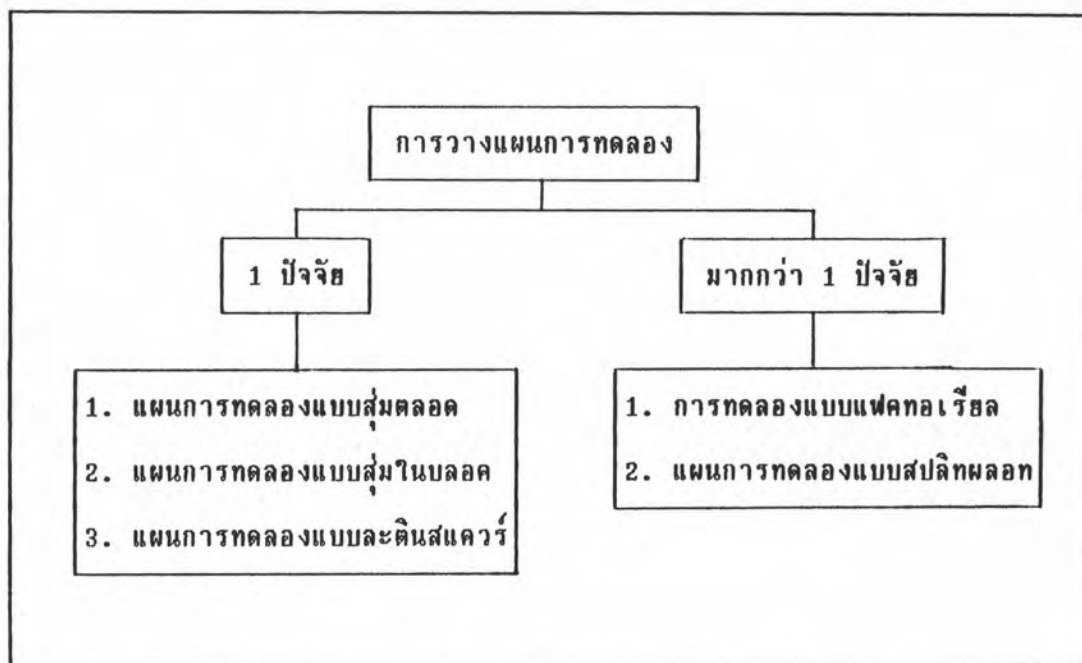
1. การจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล  
(Factorial Experiments)
2. แผนการทดลองแบบสปลิตพลอต (Split Plot Design)

จากการพิจารณากำหนดทางเลือกในขั้นตอนที่ 1 โดยใช้จำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษาเป็นเกณฑ์ แสดงเป็นผังงานได้ ดังตารางที่ 2.1

---

<sup>6</sup>Charles R. Hicks, Fundamental Concepts in the Design of Experiments, 2nd ed. (New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1973) pp. 24-83.

<sup>7</sup>Ibid., pp. 86-295.



ตารางที่ 2.1 แสดงผังงานทางเลือกวิธีการวางแผนการทดลองเมื่อมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย และ มากกว่า 1 ปัจจัย

**ขั้นตอนที่ 2** ใช้ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองเป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกวิธีการวางแผนการทดลอง เพราะลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองมีส่วนทำให้เกิดความผันแปร (Variations) ที่อาจมีอิทธิพลและมีผลกระทบต่อผลการทดลอง นอกเหนือไปจากอิทธิพลของทรีตเมนต์ โดยความผันแปรที่เกิดจากหน่วยทดลองนี้มีส่วนทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (Experimental Errors) สูงขึ้น ซึ่งการที่จะลดความคลาดเคลื่อนของการทดลองนี้ ทำได้โดยการใช้หน่วยทดลองที่มีความสม่ำเสมอ และ/หรือใช้เทคนิคในการวางแผนการทดลองที่เหมาะสม<sup>a</sup> ดังนั้นในการวางแผนการทดลองจึงจำเป็นต้องตรวจสอบลักษณะของหน่วยทดลองก่อนเลือกวิธีการวางแผนการทดลอง โดยที่ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองแบ่งออกได้เป็น

<sup>a</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 15-16,36,65.

1. หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ (Homogeneous) หรือหน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกัน หรือไม่มีความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลอง
2. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 1 ทาง (Heterogeneous) หรือมีความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลอง 1 ทาง
3. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 2 ทาง (Heterogeneous) หรือมีความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลอง 2 ทาง

จากเหตุผลข้างต้นจึงใช้ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองเป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกวิธีการวางแผนการทดลอง โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณีดังต่อไปนี้

#### 2.2.2.1 กรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย

จากขั้นตอนที่ 1 ได้จัดกลุ่มวิธีการวางแผนการทดลองในกรณีนี้ไว้ 3 วิธี ซึ่งในแต่ละวิธีมีข้อกำหนดและเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เป็นวิธีการวางแผนการทดลองที่เหมาะสมกับงานวิจัย ในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย และหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ<sup>9</sup>
2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ เป็นวิธีการวางแผนการทดลองที่สามารถควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 1 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย<sup>10</sup>
3. แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ เป็นวิธีการวางแผนการทดลองที่สามารถควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 2 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย<sup>11</sup>

<sup>9</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 95-96.

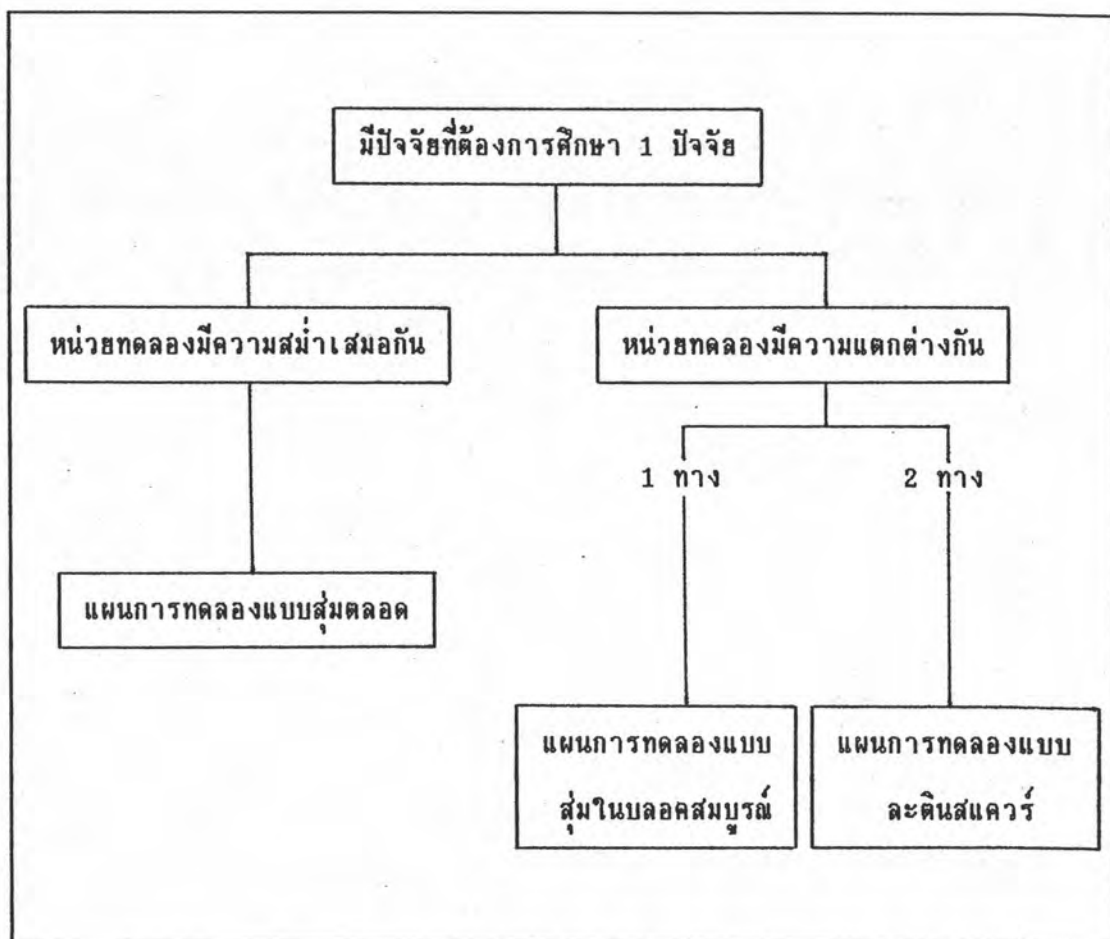
<sup>10</sup>Ibid., pp. 106-107.

<sup>11</sup>Ibid., p. 117.

ดังนั้นในกรณีนี้จึงสามารถกำหนดทางเลือกวิธีการวางแผนการทดลอง โดยใช้ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองได้ 3 วิธี คือ

1. หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ ใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด
2. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 1 ทาง ใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์
3. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 2 ทาง ใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบละตินสแควร์

จากการพิจารณากำหนดทางเลือกในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย แสดงเป็นผังงานได้ ดังตารางที่ 2.2



ตารางที่ 2.2 แสดงผังงานทางเลือกวิธีการวางแผนการทดลอง โดยใช้จำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัยและลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองเป็นหลักเกณฑ์

### 2.2.2.2 กรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา มากกว่า 1 ปัจจัย

จากขั้นตอนที่ 1 ได้จัดกลุ่มวิธีการในกรณีนี้ไว้ 2 วิธี คือ

1. การจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล
2. แผนการทดลองแบบสปลิตพลอต

จากการพิจารณาข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ ของการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลและแผนการทดลองแบบสปลิตพลอต พบว่าทั้ง 2 วิธีการมีจุดประสงค์ที่ใช้ในการศึกษาในแนวเดียวกัน กล่าวคือ ทั้งการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลและแผนการทดลองแบบสปลิตพลอต สามารถศึกษาถึงผลเนื่องจากปัจจัยได้หลายปัจจัยพร้อมกัน รวมทั้งสามารถศึกษาถึงผลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย<sup>12</sup> (Interaction) แต่ทั้ง 2 วิธีการมีข้อแตกต่างกันในส่วนของการปฏิบัติและความเหมาะสมของการนำไปใช้ รวมทั้งประสิทธิภาพของการทดสอบในการวิเคราะห์ความแปรปรวน<sup>13</sup> เช่น การสุ่มทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลอง การทดลองแบบแฟคทอเรียล จะสุ่มทรีตเมนต์ที่เกิดจากการรวมตัวกันระหว่างระดับของปัจจัยทั้งหมด<sup>14</sup> (Combination) ให้กับหน่วยทดลอง<sup>15</sup> แต่แผนการทดลองแบบสปลิตพลอตจะสุ่มระดับของปัจจัยทีละ 1 ปัจจัย ให้กับหน่วยทดลองและเหมาะสมกับการทดลองที่จำเป็นต้องใช้หน่วยทดลองที่มีขนาดใหญ่<sup>16</sup> สำหรับประสิทธิภาพของการทดสอบในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

<sup>12</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 33, 148-152, 296-297.

<sup>13</sup>Ibid., pp. 39, 296-297.

<sup>14</sup>ibid., p. 148.

<sup>15</sup>Charles R. Hicks, Fundamental Concepts in the Design of Experiments, 2nd ed. p. 205.

<sup>16</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 297.

การจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล จะมีประสิทธิภาพเท่ากันสำหรับทุกปัจจัย<sup>17</sup> แต่แผนการทดลองแบบสปลิตพลอตประสิทธิภาพการทดสอบของปัจจัยรองจะแม่นย่กว่าปัจจัยหลัก เพราะอิทธิพลของปัจจัยหลักปะปน (Confound) กับเมนพลอต<sup>18</sup>

ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการระหว่างการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลและแผนการทดลองแบบสปลิตพลอต จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้ในทางปฏิบัติและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อให้สอดคล้องกับการทดลองของงานวิจัยนั้น ๆ ซึ่งการพิจารณาความเหมาะสมดังกล่าวนี้ ผู้ที่สามารถพิจารณาได้ดีที่สุดคือผู้วิจัย จากเหตุผลดังกล่าว ในกรณีนี้จึงไม่กำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดทางเลือกวิธีการระหว่างการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลและแผนการทดลองแบบสปลิตพลอตให้กับผู้ใช้ระบบ และสาเหตุอีกประการหนึ่งคือ การตัดสินใจในการกำหนดทางเลือกในส่วนนี้มีเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดสูงมาก

ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงเสนอข้อแตกต่างในทางปฏิบัติและความเหมาะสมของการนำไปใช้ รวมทั้งประสิทธิภาพของการทดสอบในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทั้ง 2 วิธีการลงไปในระบบเพื่อให้ผู้ใช้ระบบพิจารณา ส่วนการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการใดนั้นต้องขึ้นอยู่กับมติตัดสินใจของผู้ใช้ระบบในการนำไปใช้และปฏิบัติกับการทดลองในแต่ละกรณี

หลังจากผู้ใช้ระบบตัดสินใจเลือกใช้วิธีการระหว่างการทดลองแบบแฟคทอเรียลและแผนการทดลองแบบสปลิตพลอตแล้ว สิ่งที่ต้องพิจารณาต่อไปคือ ความผันแปรอันเนื่องมาจากหน่วยทดลอง ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้นของขั้นตอนนี้

<sup>17</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 150-151.

<sup>18</sup>Ibid., pp. 294-296.



เนื่องจากการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแต่ละแผนการทดลอง มีข้อกำหนดและเงื่อนไขที่ต่างกัน ดังนี้

1. การทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย และหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ<sup>1๐</sup>

2. การทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์เป็นวิธีการที่สามารถควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 1 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย<sup>๒๐</sup>

3. การทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์เป็นวิธีการที่สามารถควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 2 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย<sup>๒๑</sup>

ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงสามารถกำหนดทางเลือกของวิธีการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยใช้ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองเป็นเกณฑ์ได้ 3 วิธี คือ

1. หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ ใช้วิธีการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

2. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 1 ทาง ใช้วิธีการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

3. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 2 ทาง ใช้วิธีการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์

<sup>1๐</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 95-96, 175.

<sup>๒๐</sup>Ibid., pp. 106-107, 175-180.

<sup>๒๑</sup>Ibid., pp. 117, 180-181.

ส่วนวิธีการวางแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตเมื่อจัด  
เมนพล็อตในแบบแผนการทดลองที่ต่างกัน จะมีข้อกำหนดและเงื่อนไขที่ต่างกัันดังนี้

1. แผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตเมื่อจัด เมนพล็อตแบบแผน  
การทดลองสุ่มตลอดเป็นวิธีการวางแผนการทดลองที่เหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการ  
การศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย และหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ<sup>22</sup>

2. แผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตเมื่อจัด เมนพล็อตแบบแผน  
การทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์เป็นวิธีการวางแผนการทดลองที่สามารถควบคุมความผันแปรอื่น  
เนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 1 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา  
มากกว่า 1 ปัจจัย<sup>23</sup>

3. แผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตเมื่อจัด เมนพล็อตแบบแผน  
การทดลองละตินสแควร์เป็นวิธีการวางแผนการทดลองที่สามารถควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมา  
จากหน่วยทดลองได้ 2 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า  
1 ปัจจัย<sup>24</sup>

ดังนั้นในการพัฒนาระบบจึงสามารถกำหนดทางเลือกของ  
วิธีการวางแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตโดยใช้ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลอง  
ได้ 3 วิธีคือ

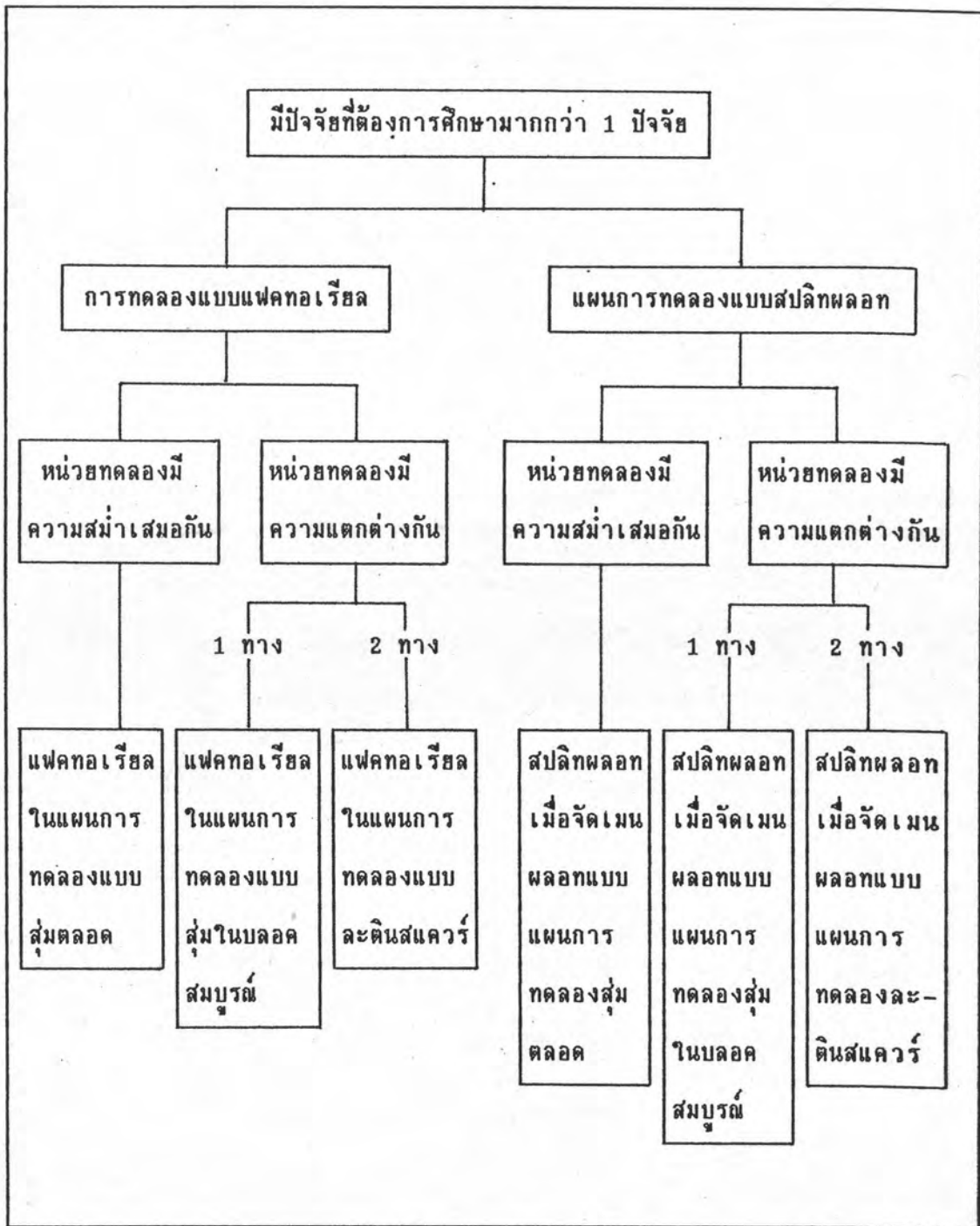
1. หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ ใช้วิธีการวางแผนการ  
ทดลองแบบสปลิตพล็อตเมื่อจัด เมนพล็อตแบบแผนการทดลองสุ่มตลอด
2. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 1 ทาง ใช้วิธีการวาง  
แผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตเมื่อจัด เมนพล็อตแบบแผนการทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์
3. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 2 ทาง ใช้วิธีการวาง  
แผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตเมื่อจัด เมนพล็อตแบบแผนการทดลองละตินสแควร์

<sup>22</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 95-96, 293-298.

<sup>23</sup>Ibid., pp. 106-107, 293-298.

<sup>24</sup>Ibid., pp. 117, 293-298.

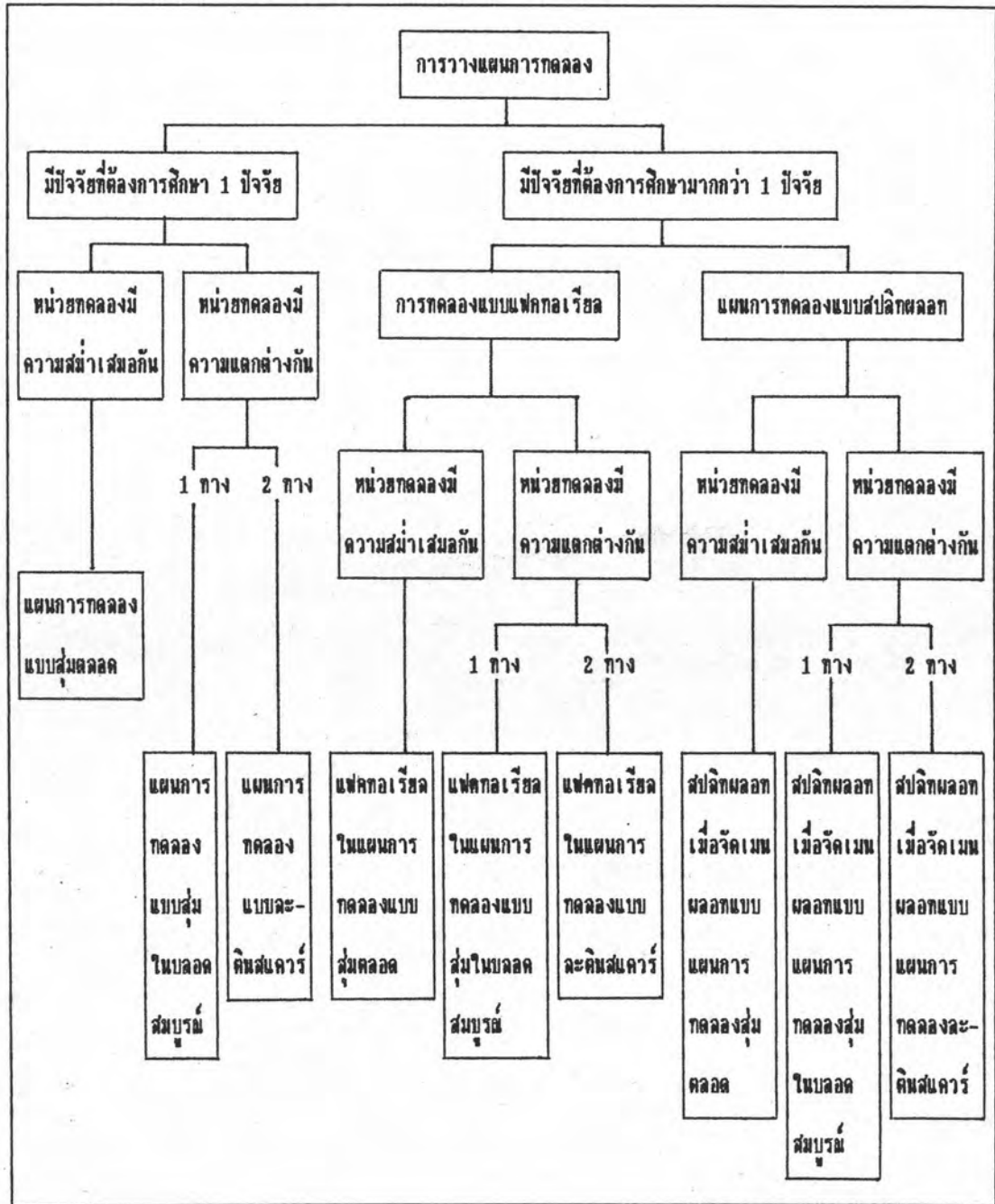
จากการพิจารณากำหนดทางเลือกในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย แสดงเป็นผังงานได้ ดังตารางที่ 2.3



ตารางที่ 2.3 แสดงผังงานทางเลือกรวบรวมแผนการทดลอง โดยใช้จำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย และลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองเป็นหลักเกณฑ์

จากการพิจารณากำหนดทางเลือกวิธีการวางแผนการทดลอง แสดงเป็น

ผังงานได้ดังตารางที่ 2.4



ตารางที่ 2.4 แสดงผังงานทางเลือกวิธีการวางแผนการทดลอง

ผังงานในตารางที่ 2.4 จัดเป็นผังงานที่สมบูรณ์ในหัวข้อการวางแผน การทดลองในการพัฒนาระบบครั้งนี้ ดังนั้นในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการ ทางสถิติในหัวข้อการวางแผนการทดลอง จึงได้ยึดแนวทางการตัดสินใจตามทางเลือกของ ผังงานชุดนี้

### 2.2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การพิจารณากำหนดทางเลือกวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะเริ่มจาก การใช้วัตถุประสงค์ของงานวิจัย และวิธีการวางแผนการทดลองเป็นเกณฑ์ ทั้งนี้เพื่อให้ระบบ ทราบถึงวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนอย่างคร่าว ๆ อีกทั้งเป็นการตรวจสอบวิธีการวางแผน การทดลอง ว่าเหมาะสมกับงานวิจัยนั้น ๆ หรือไม่ ก่อนที่จะลงไปสู่ขั้นตอนต่าง ๆ ของการ พิจารณาอย่างละเอียด เพราะถ้าวิธีการวางแผนการทดลองไม่เหมาะสมกับงานวิจัย การ พิจารณาในขั้นตอนต่อไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายก็ไม่มีประโยชน์ เพราะผู้ใช้ระบบไม่สามารถนำ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระบบแนะนำไปใช้ได้ เนื่องจากอาจทำให้ผลการวิเคราะห์ ผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ หลังจากนั้นจึงใช้เกณฑ์ในการกำหนดทางเลือก ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และวิธีการเก็บข้อมูล ซึ่งจะพิจารณา เป็นขั้นตอนในแต่ละกรณีจนกระทั่งทราบวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสม จากที่กล่าว มาข้างต้นแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ใช้จำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มวิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวน เนื่องจากจำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย กับมากกว่า 1 ปัจจัย ต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่แตกต่างกัน<sup>25</sup> อีกทั้งจำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา เป็นส่วนหนึ่งของวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งคาดว่าผู้ใช้ระบบต้องการให้ระบบสนับสนุนการ ตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติให้กับผู้ใช้ระบบ ตามแนวทางของวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเป็นหลัก

<sup>25</sup> Charles R. Hicks, Fundamental Concepts in the Design of Experiments, 2nd ed. pp. 24-295.

ดังนั้นในระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงใช้จำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยแบ่งออกเป็น กรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัยและกรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย ดังนี้

ก. กรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย การวิเคราะห์ความแปรปรวนในข้อกำหนดนี้ ได้แก่<sup>26</sup>

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน  
ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน  
ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวน  
ในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์

ข. กรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย การวิเคราะห์ความแปรปรวนในข้อกำหนดนี้ ได้แก่<sup>27</sup>

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวางแผนการทดลองแบบสปลิทพลอต

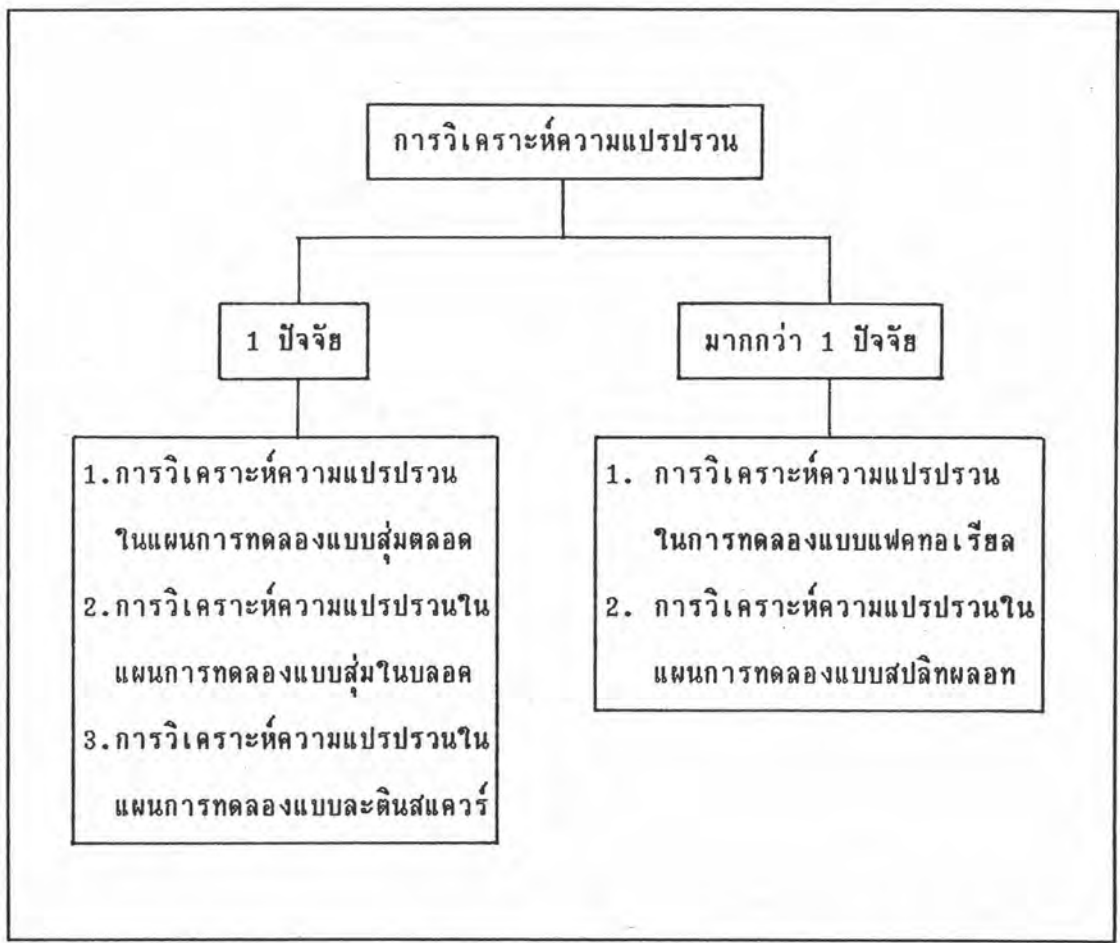
จากการพิจารณากำหนดทางเลือก แสดงเป็นผังงานได้ ดังตารางที่ 2.5

---

<sup>26</sup> Charles R. Hicks, Fundamental Concepts in the Design of Experiments, 2nd ed. pp. 24-83.

<sup>27</sup> Ibid., pp. 24-83.





ตารางที่ 2.5 แสดงผังงานทางเลือกรูปแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปีจจัย และ มากกว่า 1 ปีจจัย

ขั้นตอนที่ 2 ใช้ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองเป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกรูปแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพราะลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองมีส่วนทำให้เกิดความผันแปร (Variations) ที่อาจมีอิทธิพลและมีผลกระทบต่อผลการทดลองนอกเหนือไปจากอิทธิพลของทรีตเมนต์ โดยความผันแปรที่เกิดจากหน่วยทดลองนี้มีส่วนทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (Experimental Errors) สูงขึ้น ซึ่งการที่จะลดค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองนี้ ทำได้โดยการใช้หน่วยทดลองที่มีความสม่ำเสมอในการวางแผนการทดลอง และ/หรือ ใช้เทคนิคในการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์

ความแปรปรวนที่เหมาะสม<sup>2a</sup> ดังนั้นในการวิเคราะห์ความแปรปรวน จึงจำเป็นต้องตรวจสอบลักษณะของหน่วยทดลองและวิธีการวางแผนการทดลอง ก่อนเลือกวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน

สาเหตุที่ต้องตรวจสอบวิธีการวางแผนการทดลอง เพราะการวางแผนการทดลองเป็นขั้นตอนการทดลองที่สำคัญในการควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองและเป็นขั้นตอนที่มีความสัมพันธ์ต่อการวิเคราะห์ความแปรปรวน กล่าวคือ ถ้างานวิจัยนั้นใช้วิธีการวางแผนการทดลองที่ไม่เหมาะสมจะมีผลต่อเนื่องมาถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวน เช่น ถ้าการทดลองมีความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลอง แต่ใช้วิธีการวางแผนการทดลองที่ไม่สามารถควบคุมความผันแปรนั้นได้ กรณีเช่นนี้จะมีผลต่อเนื่องมาถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวน คือ จำเป็นต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ยุงยากขึ้น หรือ อาจไม่สามารถแก้ไขได้ ส่งผลกระทบต่อผลการทดลองซึ่งอาจมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูง

ลักษณะของหน่วยทดลอง แบ่งออกเป็น

1. หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ หรือไม่มีความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลอง
2. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 1 ทาง หรือมีความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลอง 1 ทาง
3. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 2 ทาง หรือมีความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลอง 2 ทาง

เกณฑ์ที่ใช้ตรวจสอบวิธีการวางแผนการทดลองอย่างคร่าว ๆ คือ เงื่อนไขของวิธีการวางแผนการทดลองในการควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลอง ซึ่งในแต่ละวิธีการวางแผนการทดลองจะมีเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ดังนี้

---

<sup>2a</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 15-16, 36, 65.

1. แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก สามารถควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 1 ทาง โดยการจัดหน่วยทดลองออกเป็นบล็อก (Block) และจัดให้หน่วยทดลองในบล็อกเดียวกันมีความสม่ำเสมอ<sup>20</sup>

2. แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ สามารถควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 2 ทาง โดยการจัดหน่วยทดลองออกเป็นแถวอน (Row) และแถวตั้ง (Column) โดยจัดให้หน่วยทดลองในแถวอนเดียวกันมีความสม่ำเสมอ และแถวตั้งก็เช่นเดียวกัน<sup>30</sup>

จากเหตุผลข้างต้น ในการพัฒนาระบบจึงใช้ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองและเงื่อนไขในการควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองของการวางแผนการทดลองเป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณี คือ

#### 2.2.3.1 กรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย

จากขั้นตอนที่ 1 ได้จัดกลุ่มวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในกรณีนี้ไว้ 3 วิธี ซึ่งในแต่ละวิธีมีข้อกำหนดและเงื่อนไขที่ต่างกัน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดเป็นวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สามารถจำแนกความคลาดเคลื่อนอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ ดังตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.6

<sup>20</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 37-38.

<sup>30</sup>Ibid., pp. 38-39.

| Source of Variation | df    | SS                       | MS                       | F                              |
|---------------------|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Treatments          | (t-1) | $SS_{\text{Treatments}}$ | $MS_{\text{Treatments}}$ | $MS_{\text{Treatments}} / MSE$ |
| Error               | (n-t) | SSE                      | MSE                      |                                |
| Total               | (n-1) |                          |                          |                                |

ตารางที่ 2.6 แสดงตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด<sup>31</sup>

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกเป็นวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่สามารถจำแนกความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 1 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัย ในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย ดังตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.7

| Source of Variation | df         | SS                       | MS                       | F                              |
|---------------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Replications        | (r-1)      | $SS_{\text{Rep}}$        | $MS_{\text{Rep}}$        | $MS_{\text{Treatments}} / MSE$ |
| Treatments          | (t-1)      | $SS_{\text{Treatments}}$ | $MS_{\text{Treatments}}$ |                                |
| Error               | (r-1)(t-1) | SSE                      | MSE                      |                                |
| Total               | rt-1       |                          |                          |                                |

ตารางที่ 2.7 แสดงตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก<sup>32</sup>

<sup>31</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 97.

<sup>32</sup>Ibid., p. 108.

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ  
 ละตินสแควร์เป็นวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่สามารถจำแนกความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมา  
 จากหน่วยทดลองได้ 2 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัย ในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1  
 ปัจจัย ดังตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.8

| Source of Variation | df           | SS                | MS                | F                       |
|---------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| Rows                | $(r-1)$      | $SS_{Row}$        | $MS_{Row}$        |                         |
| Columns             | $(r-1)$      | $SS_{Col}$        | $MS_{Col}$        |                         |
| Treatments          | $(r-1)$      | $SS_{Treatments}$ | $MS_{Treatments}$ | $MS_{Treatments} / MSE$ |
| Error               | $(r-1)(r-2)$ | SSE               | MSE               |                         |
| Total               | $(r^2-1)$    |                   |                   |                         |

ตารางที่ 2.8 แสดงตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบละตินสแควร์<sup>33</sup>

ดังนั้นในกรณีนี้จึงสามารถกำหนดทางเลือกของวิธีการ

วิเคราะห์ความแปรปรวนได้ 3 ทาง คือ

1. หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด
2. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 1 ทาง และจัดหน่วยทดลองออกเป็นบล็อกในการวางแผนการทดลอง ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก

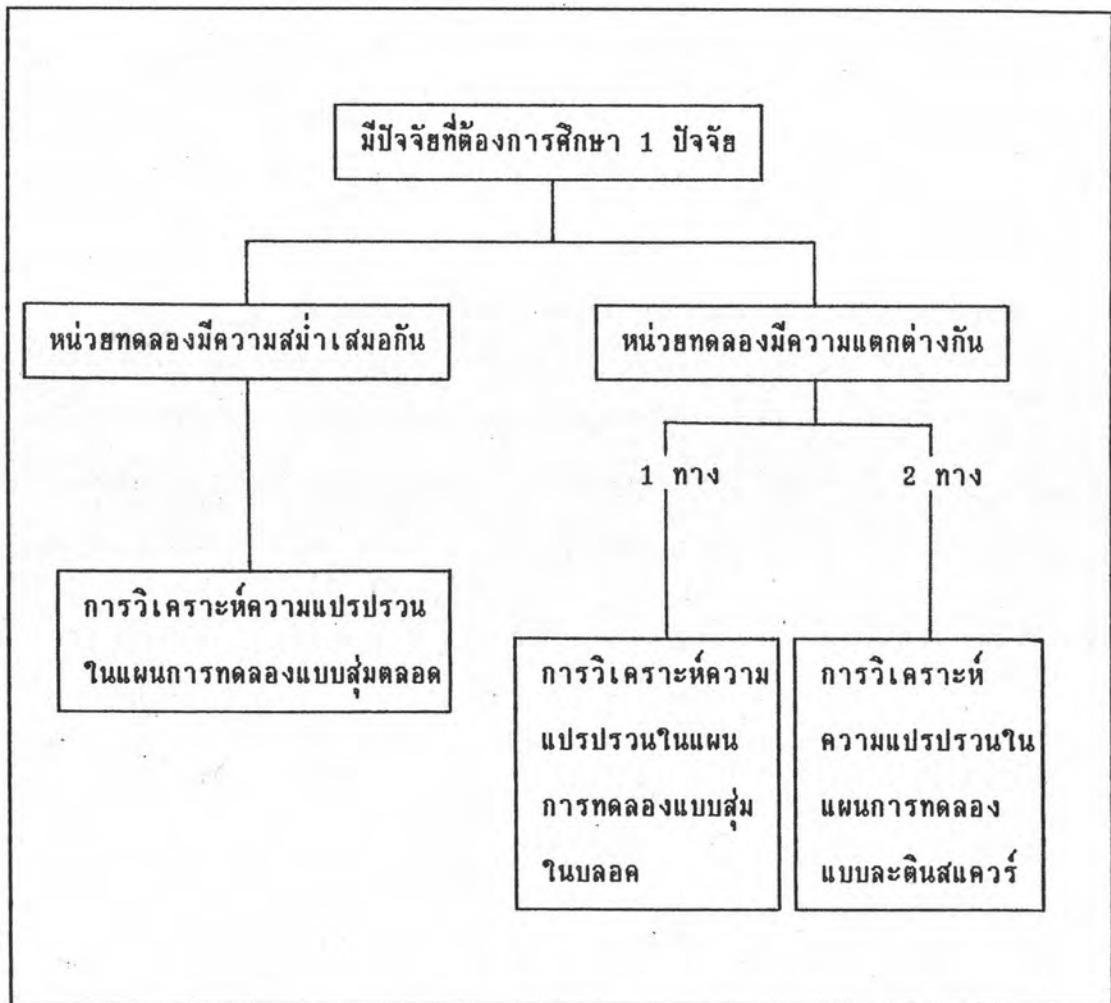
<sup>33</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 123.

3. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 2 ทาง และจัดหน่วยทดลองออกเป็นแถวอนและแถวตั้งในการวางแผนการทดลอง ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์

จากการพิจารณากำหนดทางเลือก

แสดงเป็นผังงานได้

ดังตารางที่ 2.9



ตารางที่ 2.9 แสดงผังงานทางเลือกวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้จำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลอง และเงื่อนไขในการควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองของการวางแผนการทดลองเป็นหลักเกณฑ์



ในการกำหนดทางเลือกดังกล่าวข้างต้น ระบบจะทราบวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนอย่างคร่าว ๆ ดังนั้นในช่วงที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นการพิจารณากำหนดทางเลือกของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนอย่างละเอียด ซึ่งจะพิจารณาลงไปถึงวิธีการเก็บข้อมูล เพราะในการทดลองบางครั้งเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย (Sub-Samples) ซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Error) ขึ้นได้<sup>34</sup> ดังนั้นในวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีการคำนวณไม่ยุ่งยากซับซ้อนนัก ก็ควรจะพิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างด้วยเพราะจะทำให้การวิเคราะห์ความแปรปรวนมีความแม่นยำ และเชื่อถือได้มากขึ้น<sup>35</sup> ซึ่งในระบบนี้ได้พิจารณาเสนอการวิเคราะห์ความแปรปรวนลงไปถึงการวิเคราะห์เมื่อมีตัวอย่างย่อยของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ

1. แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด 2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก 3. แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ เพราะทั้ง 3 วิธีการมีการคำนวณไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก<sup>36</sup>

จากเหตุผลดังกล่าวในการพัฒนาระบบจึงใช้ การเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อยรวมทั้งจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อย เป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกรูปแบบวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยพิจารณาตามวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทั้ง 3 วิธี ดังนี้

ก. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ใช้การเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย เป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกรูปแบบวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ ดังต่อไปนี้

<sup>34</sup>Robert G. D. Steel and James H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, (New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960), p. 119.

<sup>35</sup>Ibid.

<sup>36</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 95-127.

1. ไม่มีการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

2. มีการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย

ก. มีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน

ข. มีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยไม่เท่ากัน

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยไม่เท่ากัน

ข. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก ในการกำหนดทางเลือกของวิธีการนี้ ใช้วิธีการวางแผนการทดลองเป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือก ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design) และกรณีวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์ (Randomized Incompletely Block Design) เพราะการวางแผนการทดลองของทั้ง 2 วิธีการนี้จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่แตกต่างกัน<sup>37</sup>

ดังนั้น ในวิธีการนี้จึงสามารถแบ่งทางเลือกออกได้เป็น 2 ทางคือ 1. กรณีวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 2. กรณีวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์ จากนั้นจึงพิจารณาถึงการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะในกรณีวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์เท่านั้น เพราะในกรณีวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์ การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะมีการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น ถ้าพิจารณาลงไปถึงตัวอย่างย่อยแล้วจะทำให้การคำนวณยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้นไปอีก ซึ่งอาจสร้างความกังวลใจให้กับผู้ใช้ระบบได้ จากเหตุผลดังกล่าวสามารถกำหนดทางเลือกได้ดังต่อไปนี้

<sup>37</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 106-117, 376-394.

1. วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ และ  
ในแต่ละบล็อกจะมีครบทุกทรีตเมนต์

1.1 ไม่มีการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย วิธีการ  
วิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่ม  
ในบล็อกสมบูรณ์<sup>38</sup>

1.2 มีการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย

ก. มีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน  
วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลอง  
แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน

ข. มีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยไม่เท่ากัน  
วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลอง  
แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยไม่เท่ากัน

2. วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์ และ  
ในแต่ละบล็อกจะมีไม่ครบทุกทรีตเมนต์ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ  
การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์<sup>39</sup>

ค. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ  
ละตินสแควร์ ใช้การเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย เป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกวิธีการ  
วิเคราะห์ความแปรปรวน ดังต่อไปนี้

1. ไม่มีการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย วิธีการ  
วิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ  
ละตินสแควร์

<sup>38</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 106-117, 376-394.

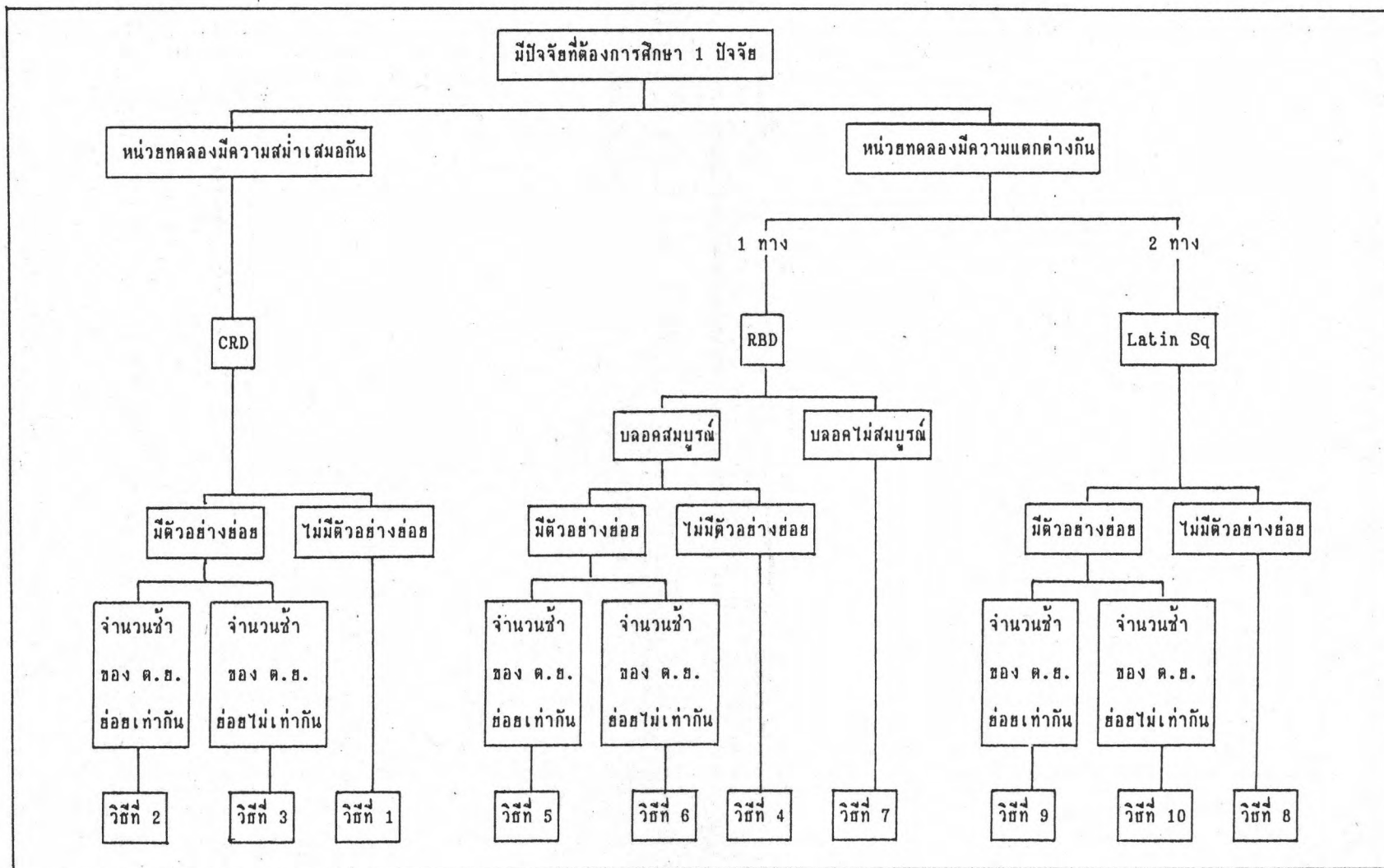
<sup>39</sup>Ibid., pp. 376-394.

2. มีการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างย่อย

ก. มีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์ เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน

ข. มีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสม คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์ เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยไม่เท่ากัน

จากการกำหนดทางเลือกของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในกรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย แสดงเป็นผังงานได้ดังตารางที่ 2.10



ตารางที่ 2.10 แสดงผังงานทางเลือกวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในกรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย

\* หมายถึง แสดงในหน้า 38

## หมายเหตุ

- วิธีที่ 1 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด
- วิธีที่ 2 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด  
เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน
- วิธีที่ 3 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด  
เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยไม่เท่ากัน
- วิธีที่ 4 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์
- วิธีที่ 5 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์  
เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน
- วิธีที่ 6 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก  
ไม่สมบูรณ์
- วิธีที่ 7 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก  
ไม่สมบูรณ์
- วิธีที่ 8 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์
- วิธีที่ 9 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์  
เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยเท่ากัน
- วิธีที่ 10 คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์  
เมื่อมีจำนวนซ้ำของตัวอย่างย่อยไม่เท่ากัน



### 2.2.3.2 กรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย

จากขั้นตอนที่ 1 ได้จัดกลุ่มวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ในกรณีไว้ 2 วิธี คือ

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน  
ในการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน  
ในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต

ในการพัฒนาระบบได้พิจารณาข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ ของทั้ง 2 วิธีการ พบว่าทั้ง 2 วิธีการ มีวัตถุประสงค์ในการทดสอบในแนวทางเดียวกัน คือ สามารถศึกษาถึงผลเนื่องจากปัจจัยได้หลายปัจจัยพร้อมกัน รวมทั้งสามารถศึกษาถึงผลปฏิวิธานสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย<sup>40</sup> ดังนั้นในช่วงนี้จึงใช้วัตถุประสงค์เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาไม่ได้แต่อย่างไรก็ตามทั้ง 2 วิธีการมีส่วนที่แตกต่างกัน คือ การปฏิบัติในการวางแผนการทดลองของทั้ง 2 วิธีการจะแตกต่างกันในบางส่วน ที่เห็นได้ชัดก็คือ การสุ่มทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลองการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล จะจัดสุ่มทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลอง โดยการสุ่มทรีตเมนต์ที่เกิดจากการรวมตัวกันระหว่างระดับของปัจจัยทั้งหมดให้กับหน่วยทดลอง<sup>41</sup> แต่แผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต จะสุ่มระดับของปัจจัยทีละ 1 ปัจจัยให้กับหน่วยทดลอง และแบ่งหน่วยทดลองออกเป็นหน่วยทดลองย่อย<sup>42</sup> เช่น หน่วยทดลองเมนพล็อตแบ่งออกเป็นสับพล็อต เป็นต้น

<sup>40</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 39, 148-152, 296-297.

<sup>41</sup>Robert G. D. Steel and James H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, p. 232.

<sup>42</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 293, 296-297.

นอกจากนี้ ถ้างานวิจัยวางแผนการทดลองด้วยวิธีใด ก็ควรจะวิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธีการนั้น เพราะถึงแม้ว่าการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลและแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต จะมีวัตถุประสงค์ในการทดสอบในแนวทางเดียวกัน แต่ทั้ง 2 วิธีการ มีการวางแผนการทดลองที่สามารถควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ต่างกัน เช่น แผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต การควบคุมความผันแปรอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองจากเมนพล็อตจะมีประสิทธิภาพต่ำ เพราะอิทธิพลของปัจจัยหลักปะปน (Confounded) กับอิทธิพลอื่นเนื่องมาจากเมนพล็อต<sup>43</sup> ดังนั้นถ้าการจัดการทดลองใดวางแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตแล้วทำการวิเคราะห์ในการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล ผลการวิเคราะห์อาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ ในทางกลับกัน ถ้าจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตประสิทธิภาพของการทดสอบจะด้อยลง เพราะองศาของความเป็นอิสระ (Degree of Freedom) ของความคลาดเคลื่อน (Error) ถูกแบ่งออกเป็นสัดส่วนตามจำนวนปัจจัย<sup>44</sup> ดังตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.11 และ 2.12

---

<sup>43</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. pp. 294.

<sup>44</sup>Ibid., p. 296-297.

| Source of Variation | df          | SS         | MS         | F              |
|---------------------|-------------|------------|------------|----------------|
| Replications        | (r-1)       | $SS_{Rep}$ | $MS_{Rep}$ |                |
| Treatments          | (ab-1)      | $SS_{Trt}$ | $MS_{Trt}$ | $MS_{Trt}/MSE$ |
| A                   | (a-1)       | $SS_A$     | $MS_A$     | $MS_A/MSE$     |
| B                   | (b-1)       | $SS_B$     | $MS_B$     | $MS_B/MSE$     |
| AB                  | (a-1)(b-1)  | $SS_{AB}$  | $MS_{AB}$  | $MS_{AB}/MSE$  |
| Error               | (r-1)(ab-1) | SSE        | MSE        |                |
| Total               | abr-1       |            |            |                |

ตารางที่ 2.11 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล<sup>45</sup>

จากเหตุผลดังกล่าวระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงใช้ลักษณะการสุ่มทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลองในการวางแผนการทดลอง เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่าง การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล และ การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิทพลอต โดยการนำเสนอลักษณะการสุ่มทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลองของทั้ง 2 วิธีการ ลงไปในระบบ เพื่อให้ผู้ใช้ระบบพิจารณาและตัดสินใจเลือกวิธีการที่ตรงกับงานวิจัยนั้น ๆ

<sup>45</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 175.

| Source of Variation | df          | SS           | MS           | F                  |
|---------------------|-------------|--------------|--------------|--------------------|
| Bolcks              | (r-1)       | $SS_{Block}$ | $MS_{Block}$ |                    |
| A                   | (a-1)       | $SS_A$       | $MS_A$       | $MS_A / MSE(a)$    |
| Error(a)            | (a-1)(r-1)  | $SSE(a)$     | $MSE(a)$     |                    |
| Total               | (ra-1)      |              |              |                    |
| Sub-Plot            |             |              |              |                    |
| B                   | (b-1)       | $SS_B$       | $MS_B$       | $MS_B / MSE(b)$    |
| AB                  | (a-1)(b-1)  | $SS_{AB}$    | $MS_{AB}$    | $MS_{AB} / MSE(b)$ |
| Error(b)            | a(r-1)(b-1) | $SSE(b)$     | $MSE(b)$     |                    |
| Total               | ra(b-1)     |              |              |                    |

ตารางที่ 2.12 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบ สปลิตพล็อต<sup>46</sup>

หลังจากนั้นสิ่งที่ต้องพิจารณาต่อไปคือ ความผันแปรที่อาจมีผลกระทบต่อผลการทดลอง นอกเหนือไปจากอิทธิพลของทรีตเมนต์ ซึ่งในการพัฒนาระบบที่ใช้ลักษณะความแตกต่างกันของหน่วยทดลองและเงื่อนไขในการควบคุมความผันแปรอันเนื่องมาจากหน่วยทดลองของการวางแผนการทดลอง เป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามเหตุผลดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้นของขั้นตอนนี้

<sup>46</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 298.

เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแต่ละแผนการทดลอง มีข้อกำหนดและเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับงานวิจัย ในกรณีมีปัจจัยที่ต้องการทดสอบมากกว่า 1 ปัจจัย ซึ่งไม่สามารถจำแนกความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ ดังตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.13

| Source of Variation | df           | SS         | MS         | F              |
|---------------------|--------------|------------|------------|----------------|
| Treatments          | $(ab-1)$     | $SS_{Trt}$ | $MS_{Trt}$ | $MS_{Trt}/MSE$ |
| A                   | $(a-1)$      | $SS_A$     | $MS_A$     | $MS_A/MSE$     |
| B                   | $(b-1)$      | $SS_B$     | $MS_B$     | $MS_B/MSE$     |
| AB                  | $(a-1)(b-1)$ | $SS_{AB}$  | $MS_{AB}$  | $MS_{AB}/MSE$  |
| Error               | $ab(n-1)$    | SSE        | MSE        |                |
| Total               | $abn-1$      |            |            |                |

ตารางที่ 2.13 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด<sup>47</sup>

<sup>47</sup>Robert G. D. Steel and James H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, p. 202.

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เป็นวิธีการที่สามารถจำแนกความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 1 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย ดังตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.14

| Source of Variation | df          | SS         | MS         | F              |
|---------------------|-------------|------------|------------|----------------|
| Replications        | (r-1)       | $SS_{Rep}$ | $MS_{Rep}$ |                |
| Treatments          | (ab-1)      | $SS_{Trt}$ | $MS_{Trt}$ | $MS_{Trt}/MSE$ |
| A                   | (a-1)       | $SS_A$     | $MS_A$     | $MS_A/MSE$     |
| B                   | (b-1)       | $SS_B$     | $MS_B$     | $MS_B/MSE$     |
| AB                  | (a-1)(b-1)  | $SS_{AB}$  | $MS_{AB}$  | $MS_{AB}/MSE$  |
| Error               | (r-1)(ab-1) | SSE        | MSE        |                |
| Total               | abr-1       |            |            |                |

ตารางที่ 2.14 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก<sup>4B</sup>

<sup>4B</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 175.



3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์ เป็นวิธีการที่สามารถจำแนกความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากหน่วยทดลองได้ 2 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย ดังตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.15

| Source of Variation | df          | SS         | MS         | F              |
|---------------------|-------------|------------|------------|----------------|
| Rows                | (r-1)       | $SS_{Row}$ | $MS_{Row}$ |                |
| Columns             | (r-1)       | $SS_{Col}$ | $MS_{Col}$ |                |
| Treatments          | (ab-1)      | $SS_{Trt}$ | $MS_{Trt}$ | $MS_{Trt}/MSE$ |
| A                   | (a-1)       | $SS_A$     | $MS_A$     | $MS_A/MSE$     |
| B                   | (b-1)       | $SS_B$     | $MS_B$     | $MS_B/MSE$     |
| AB                  | (a-1)(b-1)  | $SS_{AB}$  | $MS_{AB}$  | $MS_{AB}/MSE$  |
| Error               | (r-1)(ab-1) | SSE        | MSE        |                |
| Total               | abr-1       |            |            |                |

ตารางที่ 2.15 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์<sup>40</sup>

<sup>40</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 175.

ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงสามารถกำหนดทางเลือกของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล ได้ 3 วิธี คือ

1. หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

2. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 1 ทาง และจัดหน่วยทดลองออกเป็นบล็อกในการวางแผนการทดลอง ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก

3. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 2 ทาง และจัดหน่วยทดลองออกเป็นแถวนอนและแถวตั้งในการวางแผนการทดลอง ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบละตินสแควร์

ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตในแบบแผนการทดลองที่ต่างกัน จะมีข้อกำหนดและเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับงานวิจัย ในกรณีมีปัจจัยที่ต้องการทดสอบมากกว่า 1 ปัจจัย ซึ่งไม่สามารถจำแนกความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากหน่วยทดลองเมนพล็อตได้ ดังตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.16

| Source of Variation | df            | SS        | MS        | F                  |
|---------------------|---------------|-----------|-----------|--------------------|
| A                   | (a-1)         | $SS_A$    | $MS_A$    | $MS_A / MSE(a)$    |
| Error(a)            | $a(r-1)$      | $SSE(a)$  | $MSE(a)$  |                    |
| Total               | $(ra-1)$      |           |           |                    |
| Sub-Plot            |               |           |           |                    |
| B                   | (b-1)         | $SS_B$    | $MS_B$    | $MS_B / MSE(b)$    |
| AB                  | $(a-1)(b-1)$  | $SS_{AB}$ | $MS_{AB}$ | $MS_{AB} / MSE(b)$ |
| Error(b)            | $a(r-1)(b-1)$ | $SSE(b)$  | $MSE(b)$  |                    |
| Total               | $ra(b-1)$     |           |           |                    |

ตารางที่ 2.16 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ  
 สปลิตพล็อตเมื่อจัดเมเนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด<sup>50</sup>

<sup>50</sup>Robert G. D. Steel and James H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, p. 234.

## 2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ

สปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เป็นวิธีการที่สามารถจำแนกความคลาดเคลื่อนอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองเมนพล็อตได้ 1 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย ดังตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ 2.17

| Source of Variation | df          | SS           | MS           | F                  |
|---------------------|-------------|--------------|--------------|--------------------|
| Bolcks              | (r-1)       | $SS_{Block}$ | $MS_{Block}$ |                    |
| A                   | (a-1)       | $SS_A$       | $MS_A$       | $MS_A / MSE(a)$    |
| Error(a)            | (a-1)(r-1)  | $SSE(a)$     | $MSE(a)$     |                    |
| Total               | (ra-1)      |              |              |                    |
| Sub-Plot            |             |              |              |                    |
| B                   | (b-1)       | $SS_B$       | $MS_B$       | $MS_B / MSE(b)$    |
| AB                  | (a-1)(b-1)  | $SS_{AB}$    | $MS_{AB}$    | $MS_{AB} / MSE(b)$ |
| Error(b)            | a(r-1)(b-1) | $SSE(b)$     | $MSE(b)$     |                    |
| Total               | ra(b-1)     |              |              |                    |

ตารางที่ 2.17 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก<sup>51</sup>

<sup>51</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 298.

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ  
 สปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบละตินสแควร์ เป็นวิธีการที่สามารถจำแนก  
 ความคลาดเคลื่อนอื่นเนื่องมาจากหน่วยทดลองเมนพล็อตได้ 2 ทาง และเหมาะสมกับงานวิจัย  
 ในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย ดังตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปร  
 ปรวนที่ 2.18

| Source of Variation | df            | SS         | MS         | F                  |
|---------------------|---------------|------------|------------|--------------------|
| Rows                | (a-1)         | $SS_{Row}$ | $MS_{Row}$ |                    |
| Columns             | (a-1)         | $SS_{Col}$ | $MS_{Col}$ |                    |
| A                   | (a-1)         | $SS_A$     | $MS_A$     | $MS_A / MSE(a)$    |
| Error(a)            | (a-1)(a-2)    | $SSE(a)$   | $MSE(a)$   |                    |
| Total               | $(a^2 - 1)$   |            |            |                    |
| Sub-Plot            |               |            |            |                    |
| B                   | (b-1)         | $SS_B$     | $MS_B$     | $MS_B / MSE(b)$    |
| AB                  | (a-1)(b-1)    | $SS_{AB}$  | $MS_{AB}$  | $MS_{AB} / MSE(b)$ |
| Error(b)            | $a(a-1)(b-1)$ | $SSE(b)$   | $MSE(b)$   |                    |
| Total               | $a^2(b-1)$    |            |            |                    |

ตารางที่ 2.18 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ  
 สปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบละตินสแควร์<sup>52</sup>

<sup>52</sup>William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs, 2nd ed. p. 298.

ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงสามารถกำหนดทางเลือกของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต ได้ 3 วิธี คือ

1. หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

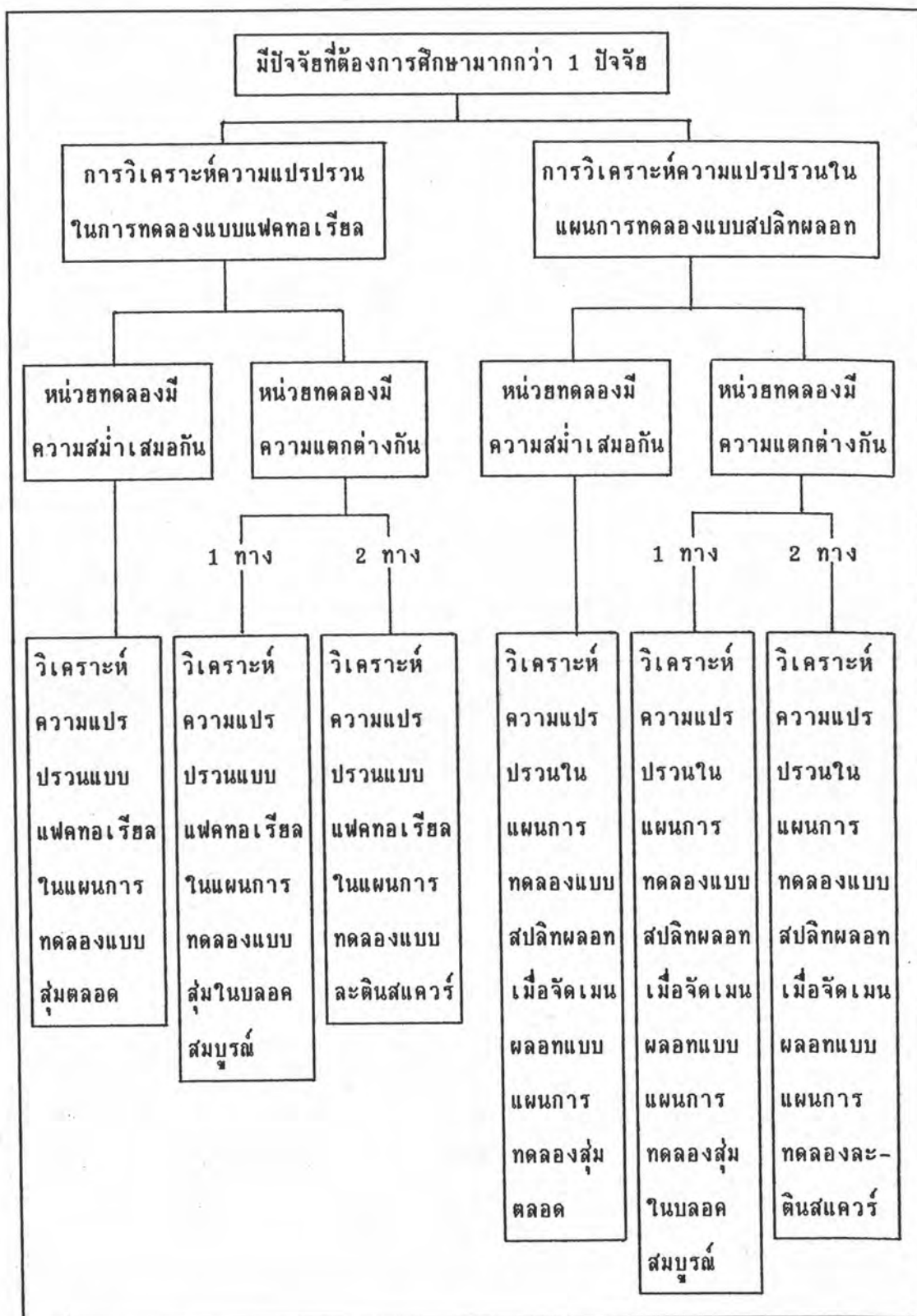
2. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 1 ทาง และจัดหน่วยทดลองออกเป็นบล็อกในการวางแผนการทดลอง ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก

3. หน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน 2 ทาง และจัดหน่วยทดลองออกเป็นแถวนอนและแถวตั้งในการวางแผนการทดลอง ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต เมื่อจัดเมนพล็อตแบบแผนการทดลองแบบละตินสแควร์

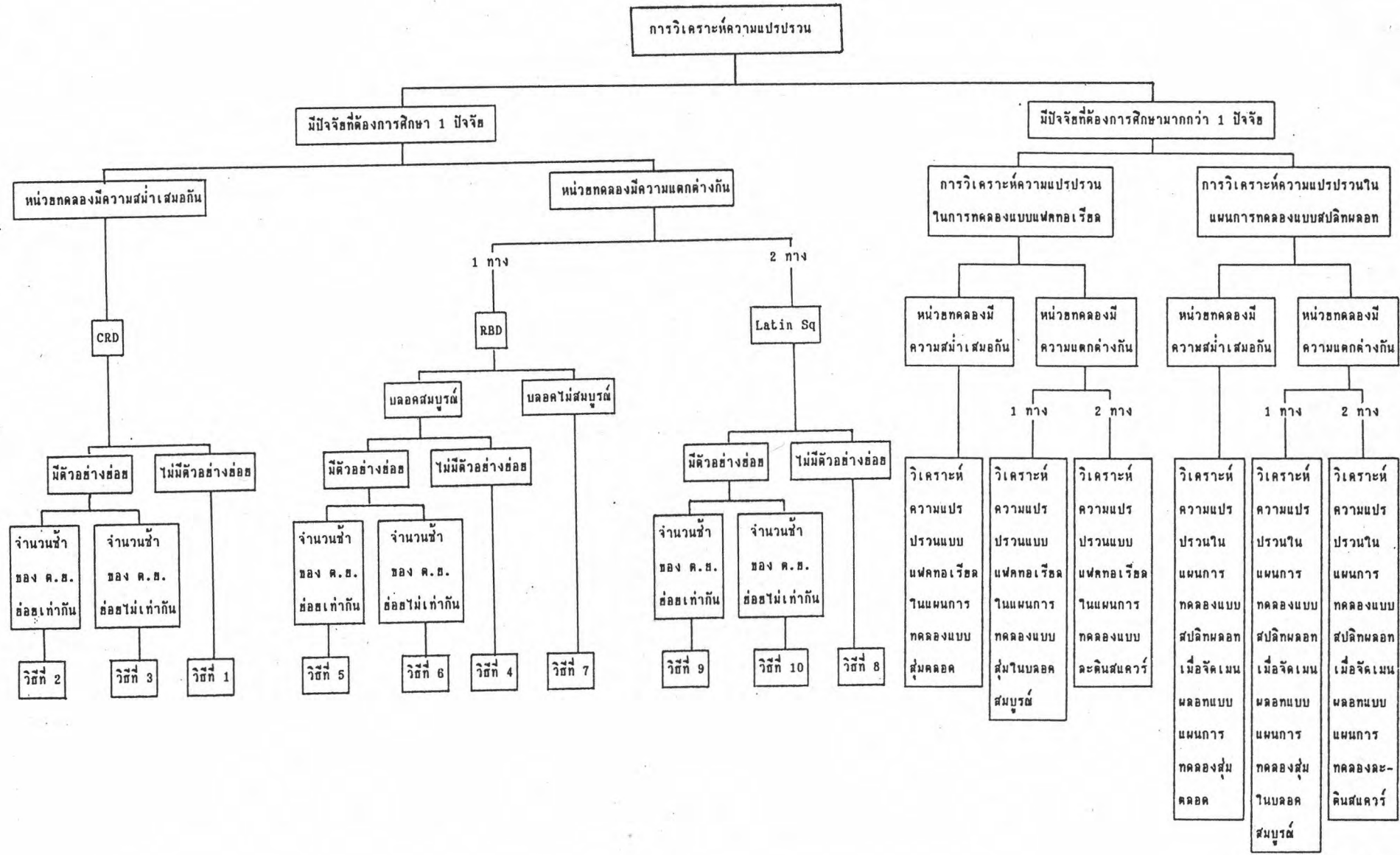
จากการกำหนดทางเลือกของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในกรณีมีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย แสดงเป็นผังงานได้ ดังตารางที่ 2.19

และจากการกำหนดทางเลือกของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงเป็นผังงานได้ดังตารางที่ 2.20 ซึ่งจัดเป็นผังงานที่สมบูรณ์ในหัวข้อการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการพัฒนาระบบครั้งนี้ ดังนั้นในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติในหัวข้อการวิเคราะห์ความแปรปรวน จึงได้ยึดแนวทางการตัดสินใจตามทางเลือกของผังงานชุดนี้





ตารางที่ 2.19 แสดงผังงานทางเลือกวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากกว่า 1 ปัจจัย



ตารางที่ 2.20 แสดงผังงานทางเลือกวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน \*หมายเหตุ แสดงในหน้า 38

## 2.2.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

การพัฒนาระบบในหัวข้อนี้ ได้พิจารณาข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ ของวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน พบว่าในบางวิธีการมีความเหมาะสมของการนำไปใช้เฉพาะกรณี แต่ในบางวิธีการมีความเหมาะสมของการนำไปใช้คล้ายคลึงกันกับวิธีการอื่นอีกหลายวิธี ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงไม่กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดทางเลือกของวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และเหตุผลอีกประการหนึ่งคือ เพื่อให้ผู้ใช้ระบบตัดสินใจเลือกใช้วิธีการตามความถนัดและความเหมาะสมของงานวิจัย

จากเหตุผลดังกล่าว ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จึงได้นำเสนอวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพร้อมทั้งความเหมาะสมของการนำไปใช้ 5 วิธีการ ให้กับผู้ใช้ระบบ ดังนี้

วิธีการที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ ได้แก่

1. วิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD (Least significant difference))
2. วิธีของดันแคน (DMRT (Duncan's new multiple-Range test))
3. วิธีของเอสเนนเค (S-N-K (Student-Newman-Keuls' test))
4. วิธีของทูกี้ (Tukey's w-procedure หรือ HSD (Honestly significant difference))
5. วิธีของเชฟเฟ (Scheff'e test)

สาเหตุที่นำเสนอ 5 วิธีการนี้ เพราะเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบันและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลผ่านทางโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้ เช่น SAS, SPSS PC<sup>+</sup> เป็นต้น

ในระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ได้เสนอความเหมาะสมของการนำไปใช้ในแต่ละวิธีการให้กับผู้ใช้ระบบดังนี้

### 1. วิธีผลต่างน้อยที่สุด

เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่ผู้วิจัยกำหนดค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ต้องการเปรียบเทียบ ก่อนทราบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน<sup>53</sup> แต่วิธีการนี้ไม่เหมาะสมในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ทุกคู่ โดยเฉพาะเมื่อมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 5 ค่าขึ้นไป เพราะอาจทำให้ผลการเปรียบเทียบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ สาเหตุที่น่าเสนอเช่นนี้เพราะ ถ้ามีค่าเฉลี่ยที่ต้องการเปรียบเทียบมากขึ้นจะทำให้ค่าของระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการเปรียบเทียบผิดพลาดมากขึ้น<sup>54</sup> และสมมุติว่า ถ้านำค่าเฉลี่ยหลาย ๆ ค่ามาจากประชากรเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ถ้ามีค่าเฉลี่ย 5 ค่า และทำการเปรียบเทียบทุกค่าจะได้ 10 คู่ โอกาสที่ค่าความแตกต่างระหว่างคู่ใดคู่หนึ่งจะมากกว่าค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ( $LSD_{\alpha}$ ) มีอยู่สูงกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ถ้าหากมีค่าเฉลี่ย 10 ค่า และทำการเปรียบเทียบทุกค่าได้ 45 คู่ โอกาสที่คู่ใดคู่หนึ่งจะมีค่าความแตกต่างมากกว่าค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบมีอยู่ประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์<sup>55</sup>

### 2. วิธีของดันแคน

### 3. วิธีของเอสเอนเค

### 4. วิธีของทูกี

### 5. วิธีของเซฟเฟ

<sup>53</sup> Robert G. D. Steel and James H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, pp. 106-107.

<sup>54</sup> Ibid., p. 107.

<sup>55</sup> จรัญ จันทลักษณ์, สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย (กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2527), หน้า 136, อ้างถึงใน Snedecor G. W. and William G. Cochran, Statistical Methods, 6th ed. (Iowa: The Iowa State University Press, 1967), p. 272.

วิธีการที่ 2-5 เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับงานวิจัยในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์จำนวนมาก หรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทุกคู่ โดยไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าเฉลี่ยไว้ล่วงหน้า<sup>56</sup> และทั้ง 5 วิธีการ ที่กล่าวมาข้างต้น จะมีช่วงขอบเขตในการเปรียบเทียบที่แตกต่างกัน คือ วิธีผลต่างน้อยที่สุด จะมีช่วงที่ต่ำกว่า วิธีของดันแคน, วิธีของเอสแอนเค, วิธีของทูกี และ วิธีของเซฟเฟ่ ตามลำดับ

สาเหตุที่น่าเสนอเช่นนี้เพราะ ช่วงขอบเขตในการเปรียบเทียบ (Critical Range) ของวิธีผลต่างน้อยที่สุด จะแคบกว่า วิธีของดันแคน, วิธีของเอสแอนเค, วิธีของทูกี และ วิธีของเซฟเฟ่ ตามลำดับ<sup>57</sup> ดังตัวอย่างตารางแสดงผลของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละวิธี ในตารางที่ 2.21

---

<sup>56</sup> Robert G. D. Steel and James H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, pp. 106-110.

<sup>57</sup> Geoffrey Keppel, Design and Analysis A Researcher's Handbook (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1973), pp.142-143.

| Comparison Techniques | Levels         |                |                |                |                |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                       | a <sub>3</sub> | a <sub>2</sub> | a <sub>4</sub> | a <sub>5</sub> | a <sub>1</sub> |
|                       | 64             | 71             | 79             | 103            | 115            |
| LSD test              | _____          |                |                |                |                |
| Duncan test           | _____          |                |                |                |                |
| Newman-Keuls test     | _____          |                |                |                |                |
| Tukey test            | _____          |                |                |                |                |
| Scheff'e test         | _____          |                |                |                |                |

ตารางที่ 2.21 แสดงตัวอย่างผลของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ที่มา : Geoffrey Keppel, Design and Analysis A

Researcher's Handbook (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1973), p. 143.

ผลลัพธ์ของการกำหนดทางเลือกของวิธีการทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงเป็นผังงานได้ดังแสดงในหน้า 57 ซึ่งจัดเป็นผังงานที่สมบูรณ์ในการพัฒนาระบบครั้งนี้ ดังนั้นในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน จึงได้ยึดแนวทางการตัดสินใจตามทางเลือกของผังงานชุดนี้



ผังงานทางเลือกวิธีการทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

