

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งวางแผนการวิจัยโดยการจำลองการทดลองด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเทคนิคมอนติคาร์โล ซิมูเลชัน (Monte Carlo simulation technique) เพื่อหาผลสรุปของการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลอง และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเล็ต เลอวิน และสแควร์แรงค์ ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากรที่ 3, 4 และ 5 กลุ่ม โดยการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ ระดับของการทดลองหรือจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 3, 4 และ 5 กลุ่ม โดยที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ซึ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 น้อยกว่ากลุ่มที่ 2 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 น้อยกว่ากลุ่มที่ 3 ตามลำดับ และความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มเท่ากันและแตกต่างกัน ซึ่งแผนการทดลองกำหนดดังนี้

1. กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3, 4 และ 5 กลุ่ม โดยกำหนดให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีขนาดไม่เท่ากันดังนี้

1.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมี 3 กลุ่ม กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

(10, 15, 20) (15, 20, 25) (20, 25, 30) (25, 30, 35)  
(30, 35, 40) (35, 40, 45) (40, 45, 50)

1.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมี 4 กลุ่ม กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

(10, 15, 20, 25) (15, 20, 25, 30) (20, 25, 30, 35)  
(25, 30, 35, 40) (30, 35, 40, 45) (35, 40, 45, 50)

1.3 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมี 5 กลุ่ม กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40)  
(25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)

2. กำหนดค่าของพารามิเตอร์ดังนี้ ค่ามัธยฐานเลขคณิตของประชากรในแต่ละกลุ่มของแผนการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 500 และค่าความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1 มีค่าน้อยที่สุดเป็น 100 สำหรับค่าความแปรปรวนของประชากรกลุ่มอื่นๆ มีการกำหนดดังนี้

2.1 เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองของสถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวัน และสแควร์แรงค์ โดยการกำหนดให้ความแปรปรวนของประชากรในแต่ละกลุ่มที่มีค่าเป็น 100 เท่ากันทุกกลุ่ม

2.2 เมื่อพิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวัน และสแควร์แรงค์ โดยการกำหนดให้ความแปรปรวนของประชากรในแต่ละกลุ่มมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งใช้ค่านอนเซ็นทรัลลิตีพารามิเตอร์ (Noncentrality Parameter) หรือ  $\phi$  เป็นตัววัดระดับความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร โดยที่

$$\phi = \sqrt{\sum_{i=1}^k (\sigma_i^2 - \sigma^2)^2 / k\sigma_1^2}$$

$$\text{เมื่อ } \sigma_1^2 = (\sum_{i=1}^k \sigma_i^2)^{1/k}$$

= ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของความแปรปรวนของประชากร

ในการวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถที่จะนำค่าของ  $\phi$  ทุกค่ามาพิจารณาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทดลองดำเนินการวิจัยในลักษณะ Pilot Study โดยเทคนิคมอนติคาร์โลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\phi$  ที่ใช้ในการกำหนดความแปรปรวนของประชากรที่แตกต่างกันทุกกลุ่มในการหาอำนาจของการทดสอบของสถิติทดสอบแบบต่างๆ โดยกำหนดให้ค่าความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1 มีค่าน้อยที่สุดซึ่งเท่ากับ 100 ความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 2 มีค่ามากกว่าประชากรกลุ่มที่ 1 ความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 3 มีค่ามากกว่าประชากรกลุ่มที่ 2 ซึ่งผลของการวิจัยเมื่อกลุ่มตัวอย่างมี 3 กลุ่ม และขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (10, 15, 20) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ได้ค่าของ  $\phi = 9$  ทำให้อำนาจของการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีค่าใกล้ 1 ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้กำหนดค่าของ  $\phi$  มีค่ามากที่สุดเป็น 9 ดังนั้นแผนการดำเนินการทดลองในการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดในรูปตารางดังนี้

ตารางที่ 2 แผนการทดลอง จำแนกตามความแปรปรวนของประชากรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง  
เมื่อจำนวนของกลุ่มตัวอย่างมี 3 กลุ่ม

φ	ความแปรปรวน ของประชากร	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง			
		(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
0	100, 100, 100	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
1	100, 105, 123	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
2	100, 105, 187	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
3	100, 105, 289	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
4	100, 105, 428	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
5	100, 105, 605	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
6	100, 110, 814	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
7	100, 110, 1058	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
8	100, 110, 1336	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	
9	100, 110, 1648	(10, 15, 20)	(15, 20, 25)	(20, 25, 30)	(25, 30, 35)
		(30, 35, 40)	(35, 40, 45)	(40, 45, 50)	

ตารางที่ 3 แผนการทดลอง จำแนกตามความแปรปรวนของประชากร และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง  
เมื่อจำนวนของกลุ่มตัวอย่างมี 4 กลุ่ม

φ	ความแปรปรวน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง		
	ของประชากร			
0	100, 100, 100, 100	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
1	100, 105, 110, 127	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
2	100, 105, 175, 187	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
3	100, 105, 250, 300	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
4	100, 105, 200, 480	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
5	100, 105, 500, 620	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
6	100, 105, 700, 810	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
7	100, 105, 960, 990	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
8	100, 105, 1100, 1330	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)
9	100, 105, 1250, 1700	(10, 15, 20, 25)	(15, 20, 25, 30)	(20, 25, 30, 35)
		(25, 30, 35, 40)	(30, 35, 40, 45)	(35, 40, 45, 50)

ตารางที่ 4 แผนการทดลอง จำแนกตามความแปรปรวนของประชากรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง  
เมื่อจำนวนของกลุ่มตัวอย่างมี 5 กลุ่ม

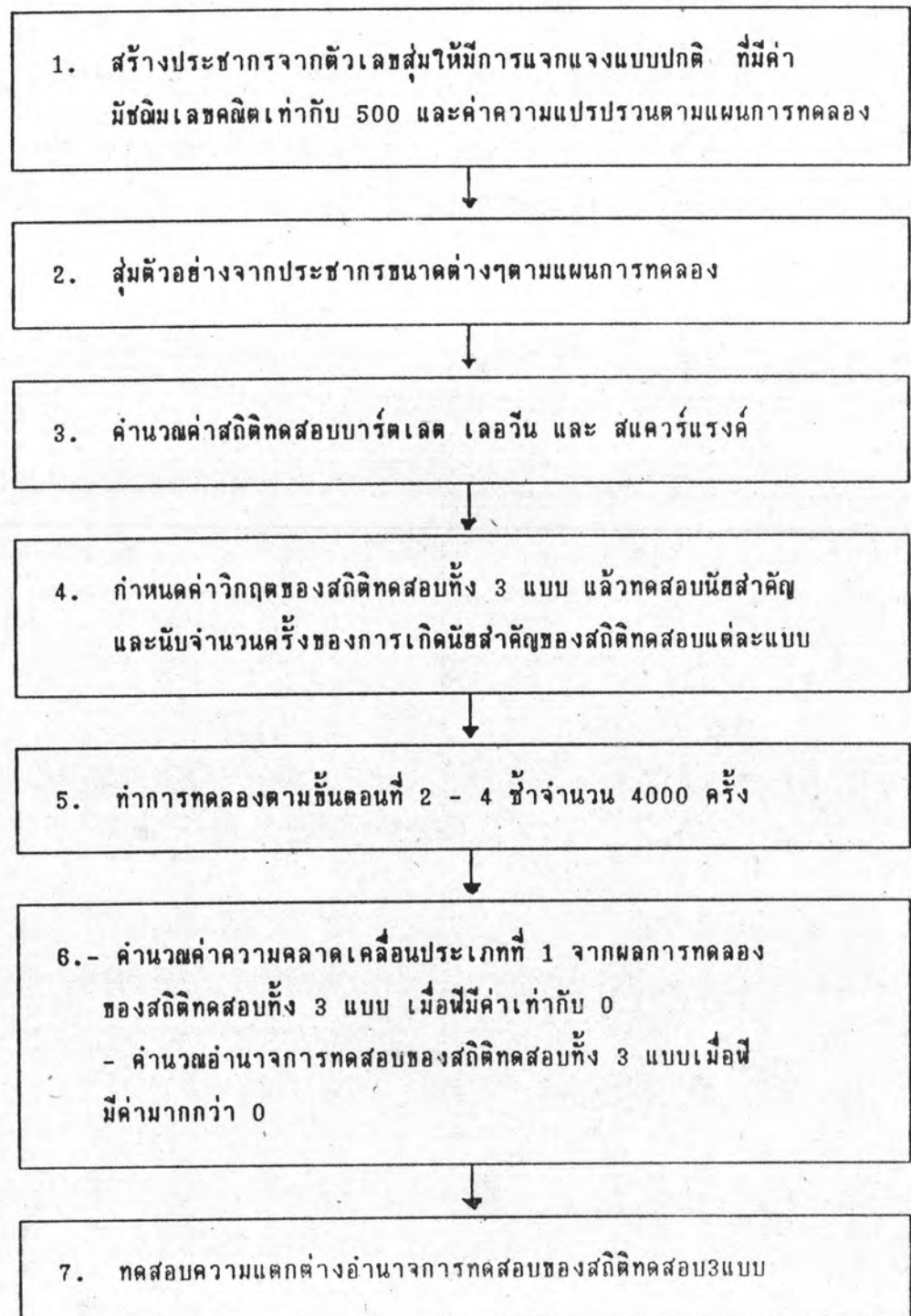
φ	ความแปรปรวนของประชากร	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
0	100, 100, 100, 100, 100	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
1	100, 110, 115, 120, 130	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
2	100, 110, 115, 120, 210	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
3	100, 110, 115, 120, 331	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
4	100, 110, 115, 120, 500	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
5	100, 110, 115, 120, 710	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
6	100, 110, 115, 120, 960	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
7	100, 110, 120, 990, 1045	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
8	100, 110, 120, 990, 1495	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)
9	100, 110, 120, 1200, 1700	(10, 15, 20, 25, 30) (15, 20, 25, 30, 35) (20, 25, 30, 35, 40) (25, 30, 35, 40, 45) (30, 35, 40, 45, 50)



วิธีดำเนินการทดลอง

การสร้างและจำลองครั้งนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการทดลอง โดยดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนสรุปได้ตามแผนผัง ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 3 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง



การสร้างและการจำลองการทดลองครั้งนี้ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการ โดยใช้โปรแกรมภาษา วี เอส ฟอ์แทรน (V.S. FORTRAN) หรือ ฟอ์แทรน 77 (FORTRAN 77) ในการสื่อความหมายและสิ่งให้เกิดการทำงานในเครื่องคอมพิวเตอร์รวมทั้งการใช้ Scientific Subroutine ของ IBM 370/3031 มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. สร้างประชากรให้มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่ามัธยเลขคณิตเท่ากับ 500 และค่าความแปรปรวนของประชากรมีค่าต่างๆตามแผนการทดลอง ซึ่งในการสร้างการแจกแจงของประชากรมีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

#### 1.1 การสร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนด

เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาฟอ์แทรน 77 ซึ่งใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบ OS/VS1 เพื่อสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติ ในขั้นแรกใช้โปรแกรมย่อยสัปรุทึนที่มีชื่อว่า RANDUM ซึ่งมีลักษณะการแจกแจงแบบ ยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ในการสร้างข้อมูลตามวิธีของมอนติคาร์โลซิมูเลชัน จากนั้นจึงแปลงข้อมูลให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติด้วยโปรแกรมย่อยสัปรุทึนที่มีชื่อว่า NORMAL ตามลำดับต่อไปนี้

1.1.1 โปรแกรมย่อยสัปรุทึน RANDUM (Shannon, 1975) เป็น Scientific Subroutine ที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่ม (random number) ด้วยวิธี Congruential generation method ได้ถึง  $2^{20}$  หรือ 536,870,912 จำนวนก่อนที่จะเกิดการซ้ำของชุดตัวเลขสุ่ม และใช้ค่า 65539 เป็นค่าเริ่มต้น เพราะ Maclaren และ Marsaglia ได้ให้คำแนะนำว่าค่าเริ่มต้น 65539 เป็นค่าที่เหมาะสมกับคุณสมบัติทางสถิติที่จะนำไปทดสอบโปรแกรมนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDUM (IX, IY, RN) โดย IX คือค่าเริ่มต้นซึ่งจะต้องกำหนดขึ้นก่อนใช้คำสั่งนี้ และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้เลขสุ่ม 1 จำนวนคือ RN ตัวอย่างของโปรแกรมสัปรุทึน RANDUM อยู่ในภาคผนวก ข

1.1.2 โปรแกรมย่อยสัปรุทึน NORMAL (Shannon, 1975) เป็นโปรแกรมย่อยสัปรุทึนสำหรับการสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติ Masaglia และ Bray เป็นผู้คิดค้นโดยมีพื้นฐานมาจากวิธีอินเวอร์สของ Box และ Muller ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วต่อการเขียนโปรแกรมมากกว่าการสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติด้วยวิธีอื่นโปรแกรมย่อยสัปรุทึนนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL NORMAL (EX, STD, Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>) เมื่อ EX คือนิพจน์ฟอ์แทรนที่แทนค่า มัชยิมเลขคณิตของประชากร STD คือนิพจน์ฟอ์แทรนที่แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรซึ่งต้องกำหนดขึ้นก่อนที่จะใช้คำสั่ง CALL NORMAL (EX, STD, Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>) และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้ข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ 2 จำนวนคือ Y<sub>1</sub> และ Y<sub>2</sub> ซึ่งจะมีค่ามัธยิมเลขคณิตของประชากร (EX) เป็น 500 และ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (STD) เท่ากับค่าที่กำหนดไว้ก่อนใช้ค่าสิ่งนี้ ตัวอย่างโปรแกรมสเปรดชีต NORMAL แสดงในภาคผนวก ข

จากการสร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนดนั้น ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อมูลตามลักษณะของการแจกแจงแบบปกติว่ามีลักษณะสอดคล้องกับการปฏิบัติเพียงใด โดยการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงจะพิจารณาจาก ค่าเฉลี่ย (Mean) ความแปรปรวน (Variance) ความเบ้ (Skewness) ความโด่ง (Kurtosis) โดยใช้สเปรดชีต VAR, SKEW และ KURTO ทดสอบข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 15,000 ตัว ดังแสดงในภาคผนวก ก

2. สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติให้มีขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้

3. คำนวณค่าสถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวิน และสแควร์แรงค์ ซึ่งมีลำดับชั้นในการคำนวณดังนี้

3.1 คำนวณค่าสถิติทดสอบบาร์ตเลต โดยการคำนวณจากข้อมูลที่ได้จากการสุ่มในชั้นที่ 2 มีวิธีการหาคือ

3.1.1 หาค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ( $\bar{X}_{i.}$ ) จากสูตร

$$\bar{X}_{i.} = \frac{\sum X_{i,j}}{n_i}$$

เมื่อ  $n_i$  เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่  $i$

3.1.2 หาค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ( $S^2_{i.}$ ) จากสูตร

$$S^2_{i.} = \frac{\sum (X_{i,j} - \bar{X}_{i.})^2}{n_i - 1}$$

3.1.3 หาค่าความแปรปรวนรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ( $S^2_{\nu}$ ) จากสูตร

$$S^2_{\nu} = \frac{\sum (n_i - 1) S^2_{i.}}{\sum (n_i - 1)}$$

3.1.3 คำนวณค่าของสถิติทดสอบบาร์ตเลตจากสูตร

$$B = \frac{\sum (n_i - 1) \ln S^2_{\nu} - \sum (n_i - 1) \ln S^2_{i.}}{1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[ \sum \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{\sum (n_i - 1)} \right]}$$



3.2 คำนวณค่าสถิติทดสอบเลวินจากข้อมูล ( $X_{i,j}$ ) ที่ได้จากการสุ่มในข้อที่ 2 มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

3.2.1 เปลี่ยนข้อมูลแต่ละค่า ด้วยค่าสัมบูรณ์ของผลต่างของข้อมูลแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนั้นๆ

$$Z_{i,j} = |X_{i,j} - \bar{X}_{i.}|$$

3.2.2 จากข้อมูลใหม่ที่ได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ( $\bar{Z}_{i.}$ ) และคำนวณหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด ( $\bar{Z}_{..}$ )

$$\bar{Z}_{i.} = \frac{\sum Z_{i,j}}{n_i}$$

$$\bar{Z}_{..} = \frac{\sum \sum Z_{i,j}}{\sum n_i}$$

3.2.3 คำนวณหาค่าสถิติทดสอบเลวินจากสูตร

$$L = \frac{\sum n_i (\bar{Z}_{i.} - \bar{Z}_{..})^2 / (k - 1)}{\sum \sum (Z_{i,j} - \bar{Z}_{i.})^2 / \sum (n_i - 1)}$$

3.3 คำนวณค่าสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ จากข้อมูล  $X_{i,j}$  ที่ได้จากข้อ 2 มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

3.3.1 เปลี่ยนข้อมูลแต่ละค่าด้วยค่าสัมบูรณ์ของข้อมูลแต่ละค่าลบด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนั้นๆ

$$Z_{i,j} = |X_{i,j} - \bar{X}_{i.}|$$

3.3.2 เรียงอันดับของค่า  $Z_{i,j}$  ทั้งหมดจากน้อยไปมากคือค่าของ  $R_i$

3.3.3 หาผลรวมของค่าอันดับกำลังสองของกลุ่มตัวอย่างที่  $j$

$$S_j = \sum R_i^2 \quad (\text{Sum of Squared})$$

### 3.3.4 หาค่าเฉลี่ยของผลรวมของอันดับกำลังสองทั้งหมด

$$\bar{S} = \frac{\sum S_j}{N}$$

เมื่อ  $N =$  ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

3.3.5 หาผลรวมของอันดับกำลังสี่ ( $\sum R_j^4$ ) และคำนวณหาค่า  $D^2$  จากสูตรดังนี้

$$D^2 = \frac{[\sum R_j^4 - N(\bar{S})^2]}{N - 1}$$

### 3.3.6 คำนวณหาค่าสถิติทดสอบสแควร์แรงค์จากสูตร

$$SR = \frac{1}{D^2} \left[ \sum \frac{S_j^2}{n_j} - N(\bar{S})^2 \right]$$

4. การกำหนดค่าวิกฤตของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ แล้วทดสอบนัยสำคัญและนับจำนวนครั้งของการเกิดนัยสำคัญของสถิติทดสอบ 3 แบบ

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ จึงกำหนดค่าวิกฤตของสถิติทั้ง 2 จากตารางการแจกแจงไคสแควร์ขึ้นความเป็นอิสระ  $df = k-1$  เมื่อ  $k$  เป็นจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง สำหรับสถิติทดสอบเลอวินมีการแจกแจงแบบเอฟซึ่งกำหนดค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงเอฟที่มีขึ้นของความเป็นอิสระ  $df_1 = k-1$  และ  $df_2 = N-k$  เมื่อ  $N$  เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด ซึ่งค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงเอฟมีไม่ครอบคลุมทุกกรณีในทางปฏิบัติ จึงได้ใช้การประมาณค่าวิกฤตด้วยวิธี Linear Interpolation ตัวอย่างวิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก. ซึ่งค่าวิกฤตของสถิติทั้ง 3 แบบ แสดงในภาคผนวก ก.

การทดสอบนัยสำคัญของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ โดยการเปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้กับค่าวิกฤตที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ .01 ถ้าค่าสถิติทดสอบใดมีค่ามากกว่าค่าวิกฤต นับจำนวนครั้งของการเกิดนัยสำคัญของสถิติทดสอบแต่ละแบบ

5. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 2 - 4 ซ้ำจำนวน 4000 ครั้ง เพื่อหาจำนวนครั้งของการเกิดนัยสำคัญของสถิติทดสอบแต่ละแบบในการทดลองทั้งหมด 4000 ครั้ง

6. คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ ดังนี้

6.1 เมื่อกำหนดให้ความแปรปรวนของประชากรทุกกลุ่มเท่ากันคือเท่ากับ 100 คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบแต่ละแบบ จากสัดส่วนของจำนวนครั้งของการเกิดนิยสำคัญ กับจำนวนครั้งของการทดลองทั้งหมด 4000 ครั้ง

6.2 เมื่อกำหนดให้ความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน จะคำนวณค่าอำนาจการทดสอบของสถิติแต่ละแบบ จากสัดส่วนของจำนวนครั้งของการเกิดนิยสำคัญ กับจำนวนครั้งของการทดลองทั้งหมด 4000 ครั้ง

7. ทดสอบความแตกต่างของอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ ดังนี้

7.1 ทดสอบสัดส่วนของค่าอำนาจการทดสอบด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์ สมมติฐานที่ทดสอบ

$$H_0 : P_1 = P_2 = P_3$$

$$H_1 : H_0 \text{ ผิด}$$

สถิติทดสอบ

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

โดยที่  $O$  = ความถี่ที่สังเกตได้จากจำนวนครั้งของการเกิดนิยสำคัญ และจำนวนครั้งของการไม่เกิดนิยสำคัญของสถิติทดสอบแต่ละแบบ

$E$  = ความถี่ที่คาดหวัง

การทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบจะเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่ระดับนิยสำคัญ  $\alpha = .05$  ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.991 ถ้าค่าสถิติทดสอบไคสแควร์มีค่ามากกว่า 5.991 แสดงว่าค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบแตกต่างกันอย่างนิยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะดำเนินการทดสอบภายหลังโดยการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยสถิติทดสอบซี ดังนี้

สมมติฐานที่ทดสอบ

$$H_0 : P_1 = P_2$$

$$H_1 : P_1 > P_2$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ } H_0 &: P_1 = P_3 \\ H_1 &: P_1 > P_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ } H_0 &: P_2 = P_3 \\ H_1 &: P_2 > P_3 \end{aligned}$$

สถิติทดสอบ

$$Z = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{\frac{P_1 Q_1}{n_1} + \frac{P_2 Q_2}{n_2}}}$$

โดยที่  $P_1$  = ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเล็ต

$$Q_1 = 1 - P_1$$

$n_1$  = จำนวนครั้งของการทดลองของสถิติทดสอบบาร์ตเล็ต = 4000

$P_2$  = ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบเลอวัน

$$Q_2 = 1 - P_2$$

$n_2$  = จำนวนครั้งของการทดลองของสถิติทดสอบเลอวัน = 4000

$P_3$  = ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสแควร์แรงค์

$$Q_3 = 1 - P_3$$

เพื่อเป็นการควบคุม  $\alpha = .05$  ในการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ 3 คู่ จะใช้ระดับความมีนัยสำคัญในการทดสอบแต่ละคู่มีค่าเท่ากับ  $\alpha/3$  เมื่อ 3 เป็นจำนวนครั้งของการทดสอบเป็นรายคู่ตามวิธีการของ Bonferroni inequality (Marascuilo, 1977) ดังนั้นการทดสอบเป็นรายคู่จึงกำหนดระดับความมีนัยสำคัญเป็น  $.05/3 = 0.01667$  และค่าวิกฤตที่กำหนดระดับความมีนัยสำคัญ 0.01667 มีค่าเท่ากับ 2.13 ถ้าสถิติทดสอบซี ของคู่ใดมีค่ามากกว่า 2.13 แสดงว่าสถิติทดสอบแบบแรก จะมีอำนาจการทดสอบค่าสูงกว่าสถิติทดสอบแบบหลัง

7.2 สำหรับในกรณีที่ข้อมูลที่ได้ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ เมื่อค่า  $E_{ij}$  มีค่าน้อยกว่า 5 จะแปลงค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบนั้นด้วยอาร์คไซน์ (arcsine transformation) แล้วจึงทดสอบด้วยสถิติทดสอบยู U-test (Marascuilo, 1966) มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

## 7.2.1 แปลงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบด้วย arcsine

ดังนี้

เมื่ออำนาจการทดสอบน้อยกว่า 1 ( $0 < p_k < 1$ ) จะแปลงเป็น

$$T_k = 2 \arcsin \sqrt{p_k}$$

เมื่ออำนาจการทดสอบมีค่าเท่ากับ 0 ( $p_k = 0$ ) จะแปลงเป็น

$$T_k = 2 \arcsin \sqrt{1/(4n_k)}$$

เมื่ออำนาจการทดสอบเท่ากับ 1 ( $p_k = 1.0000$ ) จะแปลงเป็น

$$T_k = \pi - 2 \arcsin \sqrt{1/(4n_k)}$$

เมื่อ  $p_k$  เป็นค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบที่  $k$ เมื่อ  $n_k$  เป็นจำนวนครั้งของการทดลองของสถิติทดสอบเท่ากับ

4000

## 7.2.2 ค่าเนนการทดสอบด้วยสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบโคสแควร์

จากสูตรดังนี้

$$U = \sum n_k (T_k - T_o)^2$$

$$\text{เมื่อ } T_o = \frac{\sum n_k T_k}{\sum n_k}$$

ถ้าค่าสถิติทดสอบมีค่ามากกว่า 5.991 แสดงว่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $\alpha = .05$  จะทดสอบภายหลังโดยการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยสถิติทดสอบซีจากสูตร

$$Z = \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$



โดยที่  $T_1$  เป็นค่าอาร์คไซน์ของอำนาจทดสอบของสถิติทดสอบแบบที่ 1  
 $T_2$  เป็นค่าอาร์คไซน์ของอำนาจทดสอบของสถิติทดสอบแบบที่ 2

นำค่าสถิติทดสอบที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ ค่าวิกฤตที่กำหนดระดับความมีนัยสำคัญ 0.01667 ที่มีค่าเท่ากับ 2.13 ถ้าค่าสถิติทดสอบซึ่งใดมีค่ามากกว่า 2.13 แสดงว่าอำนาจทดสอบของสถิติทดสอบแบบที่ 1 มีค่ามากกว่า อำนาจทดสอบของสถิติทดสอบแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองสถานการณ์ทั้งหมดทั้งหมดจำแนกได้ 3 ประเภท ซึ่งมีทั้งหมด 30 โปรแกรมดังนี้ เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มมีทั้งหมด 10 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่ 1-10 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่มมีทั้งหมด 10 โปรแกรม คือโปรแกรมที่ 11-20 และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 5 กลุ่มมีทั้งหมด 10 โปรแกรม คือโปรแกรมที่ 21-30 ซึ่งโปรแกรมที่ 1, 11 และ 21 เป็นโปรแกรมสำหรับหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ และโปรแกรมอื่นๆจะใช้สำหรับหาค่าอำนาจของการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ ขั้นตอนในการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไปนี้เป็นการอธิบายให้เห็นภาพการทำงานต่างๆของโปรแกรม ในการจำลองสถานการณ์ต่างๆตามแผนการทดลอง ซึ่งโปรแกรมต่างๆมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

โปรแกรมที่ 1 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อกลุ่มตัวอย่างมี 3 กลุ่มที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติ และความแปรปรวนของประชากรทั้ง 3 กลุ่มเท่ากันคือ (100, 100, 100) ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (10, 15, 20) คอมพิวเตอร์จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 10 จำนวนจากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และมีความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 คอมพิวเตอร์จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 15 จำนวน จากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และมีความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 คอมพิวเตอร์จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 20 จำนวน จากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และมีความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 3 ซึ่งการสุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มนี้จะเป็นการสร้างข้อมูลที่ต้องการตามขนาดของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง คอมพิวเตอร์จะ

นำข้อมูลเหล่านี้ไปทำการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ เริ่มด้วยสถิติทดสอบบาร์ตเลต คอมพิวเตอร์จะคำนวณค่าของสถิติทดสอบบาร์ตเลตจากสูตร และนำค่าสถิติที่ได้ไปทดสอบความ มีนัยสำคัญโดยการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่กำหนดจากตารางแจกแจงไคสแควร์ ซึ่งกำหนดให้ ค่าวิกฤตเมื่อ  $\alpha = .05$  มีค่าเท่ากับ 5.991 และค่าวิกฤตเมื่อ  $\alpha = .01$  มีค่าเท่ากับ 9.210 แล้วนับการเกิดนัยสำคัญไว้ ต่อไปคอมพิวเตอร์จะทำการทดสอบข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่มนี้ด้วยสถิติทดสอบเลอวิน โดยการคำนวณค่าสถิติทดสอบเลอวินจากสูตร และ นำค่าสถิติที่ได้ไปทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่กำหนดจาก ตารางแจกแจงเอฟ ซึ่งเมื่อ  $\alpha = .05$  ค่าวิกฤตมีค่าเท่ากับ 3.221 และ  $\alpha = .01$  ค่าวิกฤต มีค่าเท่ากับ 5.153 แล้วนับการเกิดนัยสำคัญไว้ และลำดับสุดท้าย คอมพิวเตอร์ จะทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มนี้ด้วยสถิติทดสอบสแควร์แรงค์โดยการคำนวณจากสูตร และนำค่าสถิติที่ได้ไปทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่กำหนดจาก ตารางการแจกแจงไคสแควร์ เช่นเดียวกับสถิติทดสอบบาร์ตเลต แล้วนับการเกิดนัยสำคัญไว้ จากนั้นโปรแกรมจะจำลองการทดลองเช่นนี้ซ้ำ 4000 ครั้ง โดยที่แต่ละครั้งจะคำนวณค่า ของสถิติทดสอบดังกล่าวจากชุดของตัวเลขสุ่มชุดใหม่ จากโปรแกรมย่อยสุ่มที่ RANDUM ทุกๆครั้งของการทดลองซ้ำ และนับจำนวนครั้งของการเกิดนัยสำคัญของสถิติทดสอบแต่ละแบบ จากการทดลองทั้งหมด 4000 ครั้ง แล้วคอมพิวเตอร์จึงคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนประเภท ที่ 1 จากผลการทดลอง

- ขั้นตอนที่ 2 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 20, 25)  
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20)
- ขั้นตอนที่ 3 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (20, 25, 30)  
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20)
- ขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (25, 30, 35)  
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20)
- ขั้นตอนที่ 5 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 35, 40)  
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20)
- ขั้นตอนที่ 6 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (35, 40, 45)  
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20)
- ขั้นตอนที่ 7 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (40, 45, 50)  
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20)

เมื่อคอมพิวเตอร์ดำเนินงานตามขั้นตอนทั้ง 7 ขั้นตอนแล้ว ก็จะพิมพ์ผลซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ เรียงตามลำดับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญที่กำหนดในระดับ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 2 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง เมื่อมีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกันคือ (100, 105, 123) ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (10, 15, 20) สำหรับโปรแกรมที่จำลองการทดลองเมื่อความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มต้นด้วยการกำหนดขนาดของความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่ม โดยคอมพิวเตอร์จะกำหนดขนาดของความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 100 กลุ่มที่ 2 เป็น 105 และกลุ่มที่ 3 เป็น 123 จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 10 จำนวน จากประชากรกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 15 จำนวน จากประชากรกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 และสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 20 จำนวน จากประชากรกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 จากนั้นคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มนี้ไปทำการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ เริ่มด้วยสถิติทดสอบบาร์ตเลต ซึ่งจะคำนวณค่าของสถิติทดสอบบาร์ตเลตจากสูตร และนำค่าสถิตินี้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงไคสแควร์ เมื่อ  $\alpha = .05$  และ  $.01$  แล้วนับการเกิดนัยสำคัญไว้ คำนวณค่าของสถิติทดสอบเลอวินจากสูตร และนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงเอฟ เมื่อ  $\alpha = .05$  และ  $.01$  แล้วนับการเกิดนัยสำคัญไว้ ลำดับสุดท้ายคำนวณค่าของสถิติทดสอบสแควร์แรงค์จากสูตร และนำค่านี้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงของไคสแควร์ เมื่อ  $\alpha = .05$  และ  $.01$  แล้วนับการเกิดนัยสำคัญไว้ จากนั้นโปรแกรมจะจำลองการทดลองเช่นนี้ซ้ำ 4000 ครั้ง และนับจำนวนครั้งการเกิดนัยสำคัญของสถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวิน และ สแควร์แรงค์จากผลการทดลอง 4000 ครั้ง แล้วคอมพิวเตอร์จะคำนวณหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ ในแต่ละระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่กำหนด จากนั้นจึงเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ โดยใช้การทดสอบสัดส่วนด้วยไคสแควร์ โดยการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเมื่อ  $\alpha = .05$  ซึ่งมีค่าวิกฤตเท่ากับ 5.991 ถ้าค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบแตกต่างกัน ก็จะดำเนินการทดสอบภายหลังโดยการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วย Z-test

ขั้นตอนที่ 2 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 20, 25)  
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง (10, 15, 20)  
ในโปรแกรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 3	โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น	(20, 25, 30)
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง		(10, 15, 20)
ในโปรแกรมที่ 2		
ขั้นตอนที่ 4	โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น	(25, 30, 35)
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง		(10, 15, 20)
ในโปรแกรมที่ 2		
ขั้นตอนที่ 5	โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น	(30, 35, 40)
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง		(10, 15, 20)
ในโปรแกรมที่ 2		
ขั้นตอนที่ 6	โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น	(35, 40, 45)
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง		(10, 15, 20)
ในโปรแกรมที่ 2		
ขั้นตอนที่ 7	โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น	(40, 45, 50)
กระบวนการดำเนินงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง		(10, 15, 20)
ในโปรแกรมที่ 2		

เมื่อคอมพิวเตอร์ดำเนินงานตามขั้นตอนทั้ง 7 ขั้นตอนแล้ว ก็จะพิมพ์ผลซึ่งเป็นค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบ และผลการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบโดยเรียงตามลำดับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 3 - โปรแกรมที่ 10 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 2 ซึ่งจะแตกต่างกันก็เพียงแต่การกำหนดค่าของความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่ม คือ (100, 105, 187) (100, 105, 289) (100, 105, 428) (100, 110, 605) (100, 110, 814) (100, 110, 1058) (100, 110, 1336) และ (100, 110, 1648) สำหรับโปรแกรมที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 11 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง เมื่อกำหนดค่าความแปรปรวนของประชากรเท่ากับ (100, 100, 100, 100) มีขั้นตอนการทำงานดังนี้



ขั้นตอนที่ 1 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (10, 15, 20, 25) คอมพิวเตอร์จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 10 จำนวน จากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนของประชากรเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 15 จำนวน จากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 20 จำนวนจากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 3 และสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 25 จำนวนจากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมต่อจากนี้จะทำงานในทำนองเดียวกับขั้นตอนที่ 1 ของโปรแกรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 20, 25, 30) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 11

ขั้นตอนที่ 3 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (20, 25, 30, 35) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 11

ขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (25, 30, 35, 40) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 11

ขั้นตอนที่ 5 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 35, 40, 45) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 11

ขั้นตอนที่ 6 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (35, 40, 45, 50) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 11

เมื่อคอมพิวเตอร์ดำเนินงานตามขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนแล้ว ก็จะพิมพ์ผลซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ เรียงตามขนาดกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 12 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมี 4 กลุ่ม ที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และค่าความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกันคือ (100, 105, 110, 127) ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้



ขั้นตอนที่ 1 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (10, 15, 20, 25) สำหรับโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน การทำงานของคอมพิวเตอร์จะเริ่มต้นด้วยการกำหนดค่าความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่ม นั่นคือ กำหนดความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1 เป็น 100 กลุ่มที่ 2 เป็น 105 กลุ่มที่ 3 เป็น 110 และกลุ่มที่ 4 เป็น 127 ตามลำดับ จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 10 จำนวนจากประชากรกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 15 จำนวนจากประชากรกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 20 จำนวนจากประชากรกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 3 และสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 25 จำนวนจากประชากรกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมต่อจากนี้จะทำงานในทำนองเดียวกับขั้นตอนที่ 1 ของโปรแกรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 20, 25, 30) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 12

ขั้นตอนที่ 3 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (20, 25, 30, 35) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 12

ขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (25, 30, 35, 40) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 12

ขั้นตอนที่ 5 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 35, 40, 45) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 12

ขั้นตอนที่ 6 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (35, 40, 45, 50) กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25) ในโปรแกรมที่ 12

เมื่อคอมพิวเตอร์ดำเนินงานตามขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนแล้ว ก็จะพิมพ์ผลซึ่งเป็นค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบ และผลการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ เรื่องตามขนาดกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 13 - โปรแกรมที่ 20 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ ชั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 12 ซึ่งจะแตกต่างกันก็เพียงแต่การกำหนดค่าของความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่ม คือ (100, 105, 175, 187) (100, 105, 250, 300) (100, 105, 200, 480) (100, 105, 500, 620) (100, 105, 700, 810) (100, 105, 960, 990) (100, 105, 1100, 1330) และ (100, 105, 1250, 1700) สำหรับโปรแกรมที่ 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 และ 20 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 21 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมี 5 กลุ่ม ที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และค่าความแปรปรวนของประชากรเท่ากันคือ (100, 100, 100, 100, 100) มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (10, 15, 20, 25, 30) คอมพิวเตอร์จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 10 จำนวน จากประชากรที่มีมัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนของประชากรเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 15 จำนวน จากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 20 จำนวน จากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 3 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 25 จำนวน จากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 4 และสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 25 จำนวนจากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 5 กระบวนการทำงานของโปรแกรมต่อจากนี้จะทำงานในทำนองเดียวกับขั้นตอนที่ 1 ของโปรแกรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 20, 25, 30, 35) กระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25, 30) ในโปรแกรมที่ 21

ขั้นตอนที่ 3 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (20, 25, 30, 35, 40) กระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25, 30) ในโปรแกรมที่ 21

ขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (25, 30, 35, 40, 45) กระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25, 30) ในโปรแกรมที่ 21

ขั้นตอนที่ 5 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 35, 40, 45, 50) กระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25, 30) ในโปรแกรมที่ 21

เมื่อคอมพิวเตอร์ดำเนินงานตามขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอนแล้ว ก็จะพิมพ์ผลซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ เรียงตามขนาดกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 22 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อกลุ่มตัวอย่างมี 5 กลุ่ม ที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และค่าความแปรปรวนของประชากรที่แตกต่างกันคือ (100, 110, 115, 120, 130) มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (10, 15, 20, 25, 30) สำหรับโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน การทำงานของคอมพิวเตอร์จะเริ่มต้นด้วยการกำหนดความแปรปรวนของประชากรในแต่ละกลุ่ม นั่นคือกำหนดความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1 เป็น 100 กลุ่มที่ 2 เป็น 110 กลุ่มที่ 3 เป็น 115 กลุ่มที่ 4 เป็น 120 และกลุ่มที่ 5 เป็น 130 ตามลำดับ จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 10 จำนวนจากประชากรกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 15 จำนวนจากประชากรกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 20 จำนวน จากประชากรกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 3 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 25 จำนวน จากประชากรกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 4 และสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 30 จำนวนจากประชากรกลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 5 กระบวนการทำงานของโปรแกรมต่อจากนี้จะทำงานในทำนองเดียวกับขั้นตอนที่ 1 ของโปรแกรมที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 20, 25, 30, 35) กระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25, 30) ในโปรแกรมที่ 22

ขั้นตอนที่ 3 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (20, 25, 30, 35, 40) กระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25, 30) ในโปรแกรมที่ 22

ขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (25, 30, 35, 40, 45) กระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25, 30) ในโปรแกรมที่ 22

ขั้นตอนที่ 5 โปรแกรมกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 35, 40, 45, 50) กระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับกลุ่มตัวอย่างขนาด (10, 15, 20, 25, 30) ในโปรแกรมที่ 22

เมื่อคอมพิวเตอร์ดำเนินงานตามขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอนแล้ว ก็จะพิมพ์ผลซึ่งเป็นค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบ และผลการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบเรียงตามขนาดกลุ่มตัวอย่างและระดับนัยสำคัญ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 23 - โปรแกรมที่ 30 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 5 กลุ่ม ที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 22 ซึ่งจะแตกต่างกันก็เพียงแต่การกำหนดค่าของความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่ม คือ

(100, 110, 115, 120, 210) (100, 110, 115, 120, 331) (100, 110, 115, 120, 500)  
 (100, 110, 115, 120, 710) (100, 110, 115, 120, 960) (100, 110, 120, 990, 1045)  
 (100, 110, 120, 990, 1495) และ (100, 110, 120, 1200, 1700) สำหรับโปรแกรมที่ 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 และ 30 ตามลำดับ