

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### แผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งกำหนดแผนการวิจัยโดยการจำลองการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซิมูเลชัน (Monte Carlo Simulation) เพื่อหาผลสรุปของการเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองของสถิติทดสอบแบบเอฟ เอฟสตาร์ และยู กลุ่มตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ 4 กลุ่ม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีทั้งขนาดใหญ่ และ เล็ก อัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรเท่ากันและแตกต่างกัน กำหนดค่าพารามิเตอร์  $\mu$  คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากรเท่ากับ 500 และ  $\sigma^2$  คือความแปรปรวนของประชากรมีค่าเท่ากับ 100 สำหรับค่าความแปรปรวนที่น้อยที่สุด แผนการทดลองกำหนดดังนี้

1. กำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรเป็น 5 รูปแบบดังนี้

1.1 อัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรเท่ากันทุกกลุ่ม มีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 : 1 : 1 หรือมีขนาดความแปรปรวนเป็น 100, 100, 100 และ 100 ในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

1.2 อัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 4 เป็น 4 เท่าของสามกลุ่มแรกมีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 : 1 : 4 หรือมีขนาดความแปรปรวนเป็น 100, 100, 100 และ 400 ในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

1.3 อัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน 2 คู่ โดยคู่หลังเป็น 4 เท่าของคู่แรก มีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 : 4 : 4 หรือมีขนาดความแปรปรวนเป็น 100, 100, 400 และ 400 ในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

1.4 อัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน 1 คู่ และแตกต่างกัน 1 คู่ มีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 : 2 : 4 หรือมีขนาดความแปรปรวนเป็น 100, 100, 200 และ 400 ในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

1.5 อัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกันทุกกลุ่ม มีอัตราส่วนเป็น 1:2:3:4 หรือมีขนาดความแปรปรวนเป็น 100, 200, 300 และ 400 ในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

2. สำหรับอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรในแต่ละรูปแบบจากข้อ 1 จะศึกษากับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน 8 กรณี และขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน 8 กรณี

2.1 เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน จะมีขนาดเป็น (10, 10, 10, 10), (20, 20, 20, 20), (30, 30, 30, 30), (40, 40, 40, 40), (50, 50, 50, 50), (60, 60, 60, 60), (70, 70, 70, 70) และ (100, 100, 100, 100)

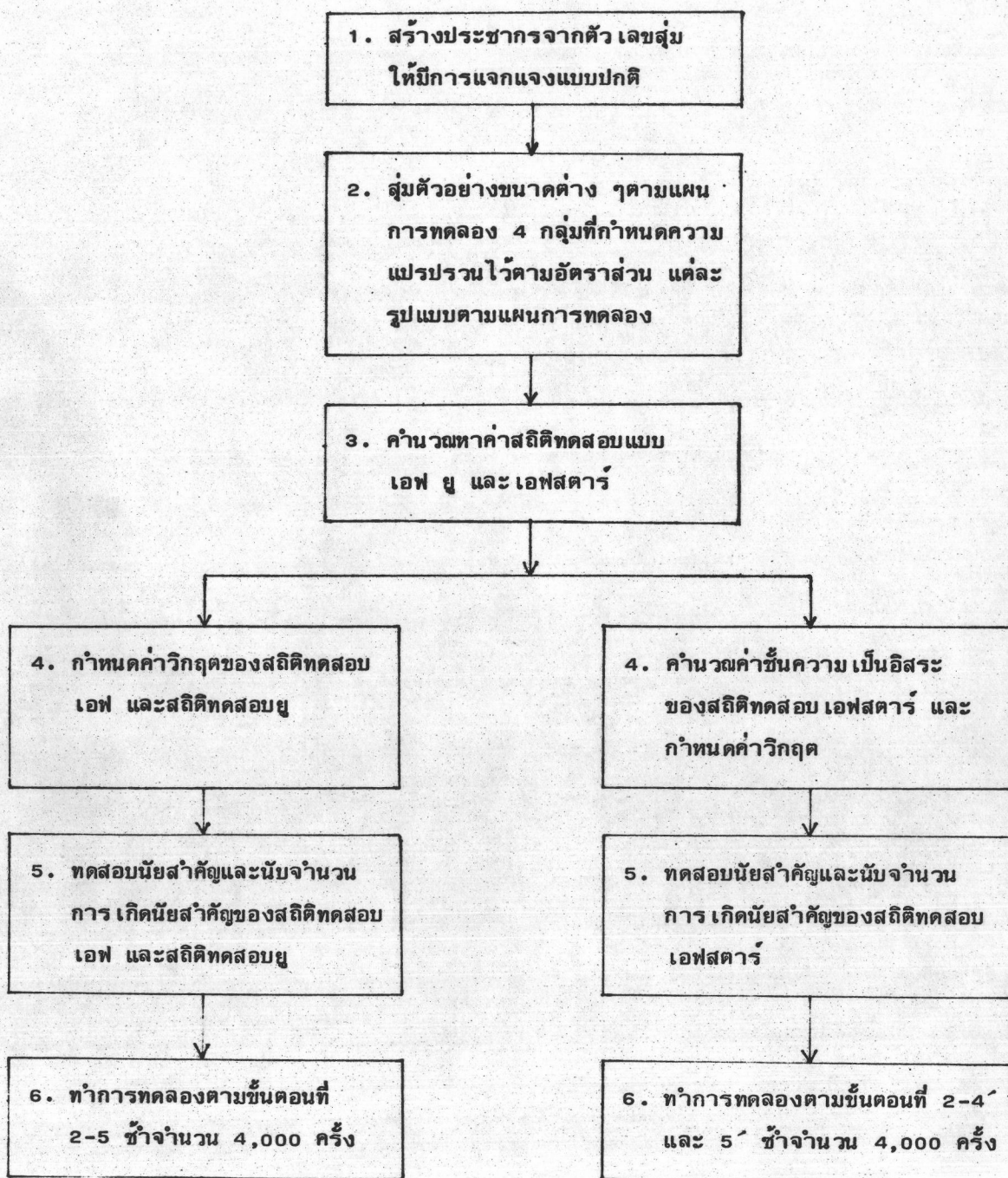
2.2 เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน จะมีขนาดเป็น (10, 10, 10, 30), (30, 10, 10, 10), (10, 10, 20, 30), (30, 20, 10, 10), (40, 40, 50, 50), (70, 70, 80, 60), (80, 80, 100, 100) และ (100, 100, 80, 80)

ดังนั้น จึงเป็นการทดลองรวมทั้งสิ้น 80 กรณี

### วิธีดำเนินการทดลอง

การสร้างและจำลองการทดลองครั้งนี้ใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการทดลอง โดยดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนสรุปได้ตามแผนผัง ดังต่อไปนี้

แผนภาพที่ 5 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง



การสร้างและจำลองการทดลองครั้งนี้ใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการ โดยใช้โปรแกรมภาษา วี เอส ฟอรัแทน (V.S. FORTRAN) หรือฟอรัแทน 77 (FORTRAN 77) เพื่อสื่อความหมายและสั่งให้เกิดการทำงานใน เครื่องคอมพิวเตอร์ รวมทั้งใช้ Scientific Subroutine ของ IBM 370/3031 ในการสร้างการแจกแจงของประชากร และความแปรปรวนของประชากรตามที่กำหนด ซึ่งมีลำดับขั้นในการทดลอง ดังนี้

#### 1. การสร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนด

เขียนโปรแกรมภาษาไพธอนซึ่งใช้กับ เครื่องคอมพิวเตอร์ ในระบบ OS/VS 1 เพื่อสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติ ในขั้นแรกใช้โปรแกรมย่อยสุ่มสุ่มที่มีชื่อว่า RANDUM ซึ่งมีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ในการสร้างข้อมูลตามวิธีของมอนติคาร์โลซิมูเลชัน จากนั้นจึงแปลงข้อมูลให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติด้วยสุ่มสุ่ม NORMAL ตามลำดับต่อไปนี้

1.1 โปรแกรมย่อยสุ่มสุ่ม RANDUM (Shannon 1975: 353-354) เป็น Scientific Subrutine ที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่ม (random number) ด้วยวิธี Congruential generation method ได้ถึง  $2^{29}$  หรือ 536, 870, 912 จำนวนก่อนที่จะเกิดการซ้ำของชุดตัวเลขสุ่ม และใช้ค่า 65539 เป็นค่าเริ่มต้น เพราะ Maclaren และ Marsaglia ได้ให้คำแนะนำว่าค่าเริ่มต้น 65539 เป็นค่าที่เหมาะสมกับคุณสมบัติทางสถิติที่จะนำไปทดสอบ โปรแกรมนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDUM (IX, IY, RN) โดย IX คือค่าเริ่มต้นซึ่งต้องกำหนดขึ้นก่อนใช้คำสั่งนี้ และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้เลขสุ่ม 1 จำนวน คือ RN ตัวอย่างของโปรแกรมสุ่มสุ่ม RANDUM อยู่ในภาคผนวก

1.2 โปรแกรมย่อยสุ่มสุ่ม NORMAL (Shannon 1975: 361-362) เป็น โปรแกรมย่อยสุ่มสุ่มสำหรับการสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติ Marsaglia, และ Bray เป็นผู้คิดขึ้นโดยมีพื้นฐานมาจากวิธีอินเวอร์สของ Box และ Muller เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วต่อการเขียนโปรแกรมมากกว่าการสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติด้วยวิธีอื่น โปรแกรมย่อยสุ่มสุ่มนี้จะเกิดการทำงานด้วยคำสั่ง CALL NORMALLEX, (EX, STD, X, Y) เมื่อ EX คือนิพจน์ฟอรัแทนที่แทนค่า มัชฌิม เลขคณิตของประชากร STD คือ นิพจน์ฟอรัแทนที่แทนค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ซึ่งต้องกำหนดขึ้นก่อนที่จะใช้คำสั่ง CALL NORMAL (EX, STD, X, Y) และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้คะแนนที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติ 2 จำนวน คือ X และ Y ตัวอย่างของโปรแกรมย่อยสุ่มสุ่ม NORMAL แสดงในภาคผนวก

ตรวจสอบข้อมูลตามลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติ โดย  
คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ความแปรปรวน (Variance) ความเบ้ (Skewness) และ  
ความโด่ง (Kurtosis) โดยใช้สูตร VAR, SKEW และ KURTO ทดสอบข้อมูลจากกลุ่ม  
ตัวอย่าง 15,000 ตัว ได้ค่าดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าสถิติของการแจกแจงของประชากรแบบปกติ ตามทฤษฎีและจากการ  
ปฏิบัติ เมื่อความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกัน 4 กรณี จากกลุ่มตัวอย่าง  
กรณีละ 15,000 ตัว

VARIANCE		MEAN		SKEWNESS		KURTOSIS	
ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
100	100.324	500	499.637	0.0	0.0107	3.0	2.924
200	200.351	500	499.665	0.0	0.069	3.0	2.927
300	300.407	500	499.687	0.0	0.052	3.0	2.929
400	400.518	500	499.706	0.0	0.042	3.0	2.929

## 2. การกำหนดค่าวิกฤตของสถิติทดสอบแต่ละการทดสอบ เป็นดังนี้

### 2.1 ค่าวิกฤตของการทดสอบ เอฟ กำหนดจากขั้นของความ เป็นอิสระ

$v_1 = k - 1$  และ  $v_2 = N - k$  มีการแจกแจง เป็น  $F(v_1, v_2)$  เมื่อ  $k$  คือจำนวนกลุ่ม  
ตัวอย่างในการทดลอง และ  $N$  คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งตามแผนการทดลองในการวิจัย  
ครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ใช้รูปแบบและการทดลองตามกำหนด (Fixed-  
effect Model) และค่าวิกฤตจากตารางของการแจกแจง  $F$  เป็นดังนี้

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ค่าวิกฤต	
	$\alpha = .05$	$\alpha = .01$
10, 10, 10, 10	2.87	4.39
20, 20, 20, 20	2.74	4.08
30, 30, 30, 30	2.68	3.95
40, 40, 40, 40	2.67	3.91
50, 50, 50, 50	2.65	3.88
60, 60, 60, 60	2.64	3.87
70, 70, 70, 70	2.64	3.86
100,100,100,100	2.62	3.83
10, 10, 10, 30	2.78	4.17
30, 10, 10, 10	2.78	4.17
10, 10, 20, 30	2.75	4.11
30, 20, 10, 10	2.75	4.11
40, 40, 50, 50	2.66	3.89
70, 70, 60, 60	2.64	3.87
80, 80,100,100	2.63	3.84
100,100, 80, 80	2.63	3.84

## 2.2 ค่าวิกฤตของสถิติทดสอบ เอฟสตาร์ กำหนดจากขั้นของความ เป็นอิสระ

$$v_1 = K - 1 \text{ และ } v_2 = v_2^*$$

$$\text{เมื่อ } v_2^* = \frac{K^2 - 1}{3 \Lambda}$$

$$\text{โดยที่ } \Lambda = \sum_{k=1}^K \frac{1}{N-1} \left( 1 - \frac{w_k}{w} \right)^2$$

$$w = \sum_{k=1}^K w_k$$

$$\text{และ } w_k = N_k / S_k^2$$

$K$  เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$N_k$  เท่ากับจำนวนค่าสังเกตกลุ่มที่  $k$

$S_k^2$  เท่ากับความแปรปรวนของค่าสังเกตกลุ่มที่  $k$

และ  $F^*(v_1, v_2)$  จะถูกประมาณด้วยการแจกแจงเอฟเป็น  $F(v_1, v_2)$  จึงใช้ตารางของการแจกแจงเอฟในการกำหนดค่าวิกฤต

เนื่องจากค่าของ  $v_2^*$  จะต้องคำนวณจาก  $K^2 - 1/3 \underline{\quad}$  ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ค่าสังเกต (observe score) จากตัวอย่างของประชากรและจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ในการคำนวณตามวิธีดังกล่าวข้างต้น

ดังนั้นในแต่ละกรณีของการทดลอง จะได้ค่า  $v_1 = 3$  เท่ากันทุกกรณี และ  $v_2^*$  ต่าง ๆ กันดังนี้

กรณีเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (10, 10, 10, 10) และอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรเป็น 1:1:1:1 จะได้ค่าชั้นความ เป็นอิสระและค่าวิกฤต คือ

1.  $df = (3, 12)$  ค่าวิกฤต เมื่อ  $\alpha = .05$  เท่ากับ 3.49  
และ  $\alpha = .01$  เท่ากับ 5.95
2.  $df = (3, 13)$  ค่าวิกฤต เมื่อ  $\alpha = .05$  เท่ากับ 3.41  
และ  $\alpha = .01$  เท่ากับ 5.74
3.  $df = (3, 14)$  ค่าวิกฤต เมื่อ  $\alpha = .05$  เท่ากับ 3.34  
และ  $\alpha = .01$  เท่ากับ 5.56
4.  $df = (3, 15)$  ค่าวิกฤต เมื่อ  $\alpha = .05$  เท่ากับ 3.29  
และ  $\alpha = .01$  เท่ากับ 5.42 เป็นต้น

การกำหนดค่าวิกฤตของสถิติทดสอบ เอฟสตาห์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างและความแปรปรวนของประชากร ขนาดอื่น ๆ ในแต่ละกรณีของการทดลอง ก็จะทำได้ในทำนองเดียวกับที่กล่าวมา

2.3 ค่าวิกฤตของสถิติทดสอบยู กำหนดจากการเปิดตารางไคสแควร์ โดยมี  
 ชั้นความเป็นอิสระเท่ากับ 3 เนื่องจากขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองมีขนาดเป็น 4 กลุ่ม  
 เท่ากันหมดทุกกรณี ดังนั้น ค่าวิกฤตของการทดลองทุกกรณีของสถิติทดสอบยู จะมีค่าเท่ากันคือ  
 เมื่อ  $\alpha = .05$  จะมีค่าเท่ากับ 7.81 และเมื่อ  $\alpha = .01$  จะมีค่าเท่ากับ 11.34

3. การดำเนินการทดลองหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ  
 เอฟ เอฟสตาร์ และยู เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันคือ (10, 10, 10, 10), (20, 20,  
 20, 20), (30, 30, 30, 30), (40, 40, 40, 40), (50, 50, 50, 50), (60,  
 60, 60, 60), (70, 70, 70, 70) และ (100, 100, 100, 100) ตามลำดับ เมื่อกลุ่ม  
 ตัวอย่างขนาดไม่เท่ากัน คือ (10, 10, 10, 30), (30, 10, 10, 10), (10, 10, 20,  
 30), (30, 20, 10, 10), (40, 40, 50, 50), (70, 70, 60, 60), (80, 80,  
 100, 100) และ (100, 100, 80, 80) ตามลำดับ

ความแปรปรวนของประชากร เท่ากันและไม่เท่ากัน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์  
 ในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 80 โปรแกรม ตัวอย่างของโปรแกรมแสดงในภาคผนวก ก

ขั้นตอนในการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไปนี้ เป็นการอธิบายให้  
 เห็นภาพการทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ตามแผนการ  
 ทดลอง ซึ่งโปรแกรมทั้งหมด แบ่งเป็น 5 ลักษณะ คือ

1. เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:1:1:1 มีทั้งหมด 16  
 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่ 1-16
2. เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:1:1:4 มีทั้งหมด 16  
 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่ 17-32
3. เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:1:4:4 มีทั้งหมด 16  
 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่ 33-48
4. เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:1:2:4 มีทั้งหมด 16  
 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่ 49-64
5. เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:2:3:4 มีทั้งหมด 16  
 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่ 65-80



โปรแกรมที่ 1 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 กลุ่ม ขนาด (10, 10, 10, 10) ลักษณะการแจกแจงของประชากร เป็นแบบปกติและอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:1:1:1

การทำงานของโปรแกรมเริ่มจากคอมพิวเตอร์จะเรียกตัวอย่าง จำนวน 10 จากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติมีพหุคูณ เลขคณิต เท่ากับ 500 และความแปรปรวน เท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 คอมพิวเตอร์ เรียกตัวอย่างอีก 10 จำนวน จากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ มีพหุคูณ เลขคณิต เท่ากับ 500 และความแปรปรวน เท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 คอมพิวเตอร์ เรียกตัวอย่างอีก 10 จำนวนจากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ มีพหุคูณ เลขคณิต เท่ากับ 500 และความแปรปรวน เท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 คอมพิวเตอร์ เรียกตัวอย่างอีก 10 จำนวนจากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ มีพหุคูณ เลขคณิต เท่ากับ 500 และความแปรปรวน เท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 4 กลุ่มตัวอย่างทั้งสี่กลุ่มนี้ คอมพิวเตอร์จะนำไปทำการทดสอบด้วยสถิติทดสอบทั้งสามวิธี เริ่มด้วยสถิติทดสอบ เอฟคอมพิวเตอรฺจะคำนวณค่าของ เอฟจากสูตร และนำค่าที่ได้ไปทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยการ เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่กำหนดจากตารางการแจกแจงของ เอฟ โดยกำหนดระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 มีค่าเท่ากับ 2.87 และ .01 มีค่าเท่ากับ 4.39 แล้ว นับการเกิดนัยสำคัญไว้ ต่อไปคอมพิวเตอร์จะทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสี่กลุ่มด้วยสถิติทดสอบ ยู โดยการคำนวณค่ายู จากสูตร และนำค่าที่ได้ไปทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยการ เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่กำหนดจากตารางการแจกแจงของโคสแควร์ กำหนดระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 มีค่าเท่ากับ 7.81 และ .01 มีค่าเท่ากับ 11.34 แล้วนับการเกิดนัยสำคัญไว้ และลำดับสุดท้ายคอมพิวเตอร์จะทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสี่กลุ่มด้วยสถิติทดสอบ เอฟสตาร์ โดยการคำนวณจากสูตร เอฟสตาร์ จากนั้นก็จะคำนวณชั้นของความ เป็นอิสระ แล้วนำไป เปรียบกับค่าวิกฤตซึ่งกำหนดจากตารางการแจกแจงของ เอฟ ในแผนการทดลองนี้ ค่าชั้นแห่งความอิสระ มี 4 ค่า และกำหนดอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุดังนี้

$df = (3, 12)$  ค่าวิกฤต เมื่อ  $\alpha = .05$  เท่ากับ 3.49 และ  $\alpha = .01$  เท่ากับ 5.95

$df = (3, 13)$  ค่าวิกฤต เมื่อ  $\alpha = .05$  เท่ากับ 3.41 และ  $\alpha = .01$  เท่ากับ 5.74

$df = (3, 14)$  ค่าวิกฤต เมื่อ  $\alpha = .05$  เท่ากับ 3.34 และ  $\alpha = .01$  เท่ากับ 5.56

$df = (3, 15)$  ค่าวิกฤต เมื่อ  $\alpha = .05$  เท่ากับ 3.29 และ  $\alpha = .01$  เท่ากับ 5.42

แล้วนับการเกิดนัยสำคัญไว้

โปรแกรมจะจำลองการทดลอง เช่นนี้ซ้ำ 4,000 ครั้ง ด้วยชุดของตัวเลขสุ่มชุดใหม่ จากโปรแกรมย่อยสัปรุทิน RANDOM ทุก ๆ ครั้งของการทดลองซ้ำ คอมพิวเตอร์จะพิมพ์ผล เปรียบเทียบจำนวนของการนับการเกิดอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลอง ด้วยสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี ที่ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 2 - โปรแกรมที่ 16 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่ม ตัวอย่าง 4 กลุ่ม ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความ แปรปรวนของประชากร เป็น 1:1:1:1 การทำงานของโปรแกรม ทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1 จะแตกต่างกันเฉพาะขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละโปรแกรม คือ กลุ่มตัวอย่างขนาด (20, 20, 20, 20) สำหรับโปรแกรมที่ 2 กลุ่มตัวอย่างขนาด (30, 30, 30, 30), (40, 40, 40, 40), (50, 50, 50, 50), (60, 60, 60, 60), (70, 70, 70, 70), (100, 100, 100, 100), (10, 10, 10, 30), (30, 10, 10, 10), (10, 10, 20, 30), (30, 20, 10, 10), (40, 40, 50, 50), (70, 70, 60, 60), (80, 80, 100, 100), และ (100, 100, 80, 80) สำหรับโปรแกรมที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 และ 16 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 17 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 กลุ่ม ขนาด (10, 10, 10, 10) ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:1:1:4

การทำงานของโปรแกรม เริ่มจากคอมพิวเตอร์เรียกตัวอย่าง 10 จำนวน จาก ประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ มีมัธยฐานเลขคณิต เท่ากับ 500 และความแปรปรวน เท่ากับ 100 โดยใช้ประโยคเงื่อนไขฟอร์แทรนด้วย  $STD = \sqrt{100.}$  เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 คอมพิวเตอร์เรียกตัวอย่าง 10 จำนวน จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีมัธยฐานเลขคณิต เท่ากับ 500 และความแปรปรวน เท่ากับ 100 โดยใช้ประโยคเงื่อนไขฟอร์แทรนด้วย  $STD = \sqrt{100.}$  เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 คอมพิวเตอร์เรียกตัวอย่าง 10 จำนวนจากประชากร ที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีมัธยฐานเลขคณิต เท่ากับ 500 และความแปรปรวน เท่ากับ 100 โดยใช้ ประโยคเงื่อนไขฟอร์แทรนด้วย  $STD = \sqrt{100.}$  เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 คอมพิวเตอร์ เรียกตัวอย่าง 10 จำนวนจากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ มีมัธยฐานเลขคณิต เท่ากับ 500

และความแปรปรวนเท่ากับ 400 โดยใช้ประโยชน์เงื่อนไขพอร์แทรนด้วย  $STD = \sqrt{400.}$  เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 4 กลุ่มตัวอย่างทั้งสี่กลุ่มนี้ คอมพิวเตอร์จะนำไปทำการทดสอบทั้งสามวิธี เช่นเดียวกับกระบวนการโปรแกรมที่ 1 เมื่อคอมพิวเตอร์ทำการทดสอบแล้วก็จะพิมพ์ผล เปรียบเทียบ จำนวนของการนับการเกิดอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองด้วยสถิติทดสอบ ทั้ง 3 วิธีที่ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 18 - โปรแกรมที่ 32 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรเป็น 1:1:1:4 การทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับ โปรแกรมที่ 17 จะแตกต่างเฉพาะขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละโปรแกรมคือกลุ่มตัวอย่างขนาด (20, 20, 20, 20) สำหรับโปรแกรมที่ 18 กลุ่มตัวอย่างขนาด (30, 30, 30, 30), (40, 40, 40, 40), (50, 50, 50, 50), (60, 60, 60, 60), (70, 70, 70, 70), (100, 100, 100, 100), (10, 10, 10, 30), (30, 10, 10, 10), (10, 10, 20, 30), (30, 20, 10, 10), (40, 40, 50, 50), (70, 70, 60, 60), (80, 80, 100, 100) และ (100, 100, 80, 80) สำหรับโปรแกรมที่ 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 และ 32 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 33 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 กลุ่ม ขนาด (10, 10, 10, 10) ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรเป็น 1:1:4:4

การทำงานของโปรแกรมจะมีกระบวนการเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แต่แตกต่างกันในอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร

โดยใช้ประโยชน์เงื่อนไขพอร์แทรนด้วย  $STD = \sqrt{100.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1  
 ใช้ประโยชน์เงื่อนไขพอร์แทรนด้วย  $STD = \sqrt{100.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2  
 ใช้ประโยชน์เงื่อนไขพอร์แทรนด้วย  $STD = \sqrt{400.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3  
 และใช้ประโยชน์เงื่อนไขพอร์แทรนด้วย  $STD = \sqrt{400.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 4

เมื่อคอมพิวเตอร์ทำการทดสอบสถิติทดสอบสามวิธีแล้วก็จะพิมพ์ผล เปรียบ เทียบจำนวนของการนับการเกิดอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองด้วยการทดสอบทั้ง 3 วิธีที่ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 34 - โปรแกรมที่ 48 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรเป็น 1:1:4:4 การทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 33 จะแตกต่างเฉพาะขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละโปรแกรมคือกลุ่มตัวอย่างขนาด (20, 20, 20, 20) สำหรับโปรแกรมที่ 34 กลุ่มตัวอย่างขนาด (30, 30, 30, 30), (40, 40, 40, 40), (50, 50, 50, 50), (60, 60, 60, 60), (70, 70, 70, 70), (100, 100, 100, 100), (10, 10, 10, 30), (30, 10, 10, 10), (10, 10, 20, 30), (30, 20, 10, 10), (40, 40, 50, 50), (70, 70, 60, 60), (80, 80, 100, 100) และ (100, 100, 80, 80) สำหรับโปรแกรมที่ 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, และ 48 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 49 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 กลุ่ม ขนาด (10, 10, 10, 10) ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรเป็น 1:1:2:4

การทำงานของโปรแกรมจะมีกระบวนการเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แต่แตกต่างกันในอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร

โดยใช้ประโยชน์เงื่อนไขโพร์แทนด้วย  $STD = \sqrt{100.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1  
 ใช้ประโยชน์เงื่อนไขโพร์แทนด้วย  $STD = \sqrt{100.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2  
 ใช้ประโยชน์เงื่อนไขโพร์แทนด้วย  $STD = \sqrt{200.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3  
 และใช้ประโยชน์เงื่อนไขโพร์แทนด้วย  $STD = \sqrt{400.}$  \* ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 4

เมื่อคอมพิวเตอร์ทำการทดสอบสถิติทดสอบทั้งสามวิธีแล้ว ก็จะพิมพ์ผลเปรียบเทียบจำนวนของการนับการเกิดอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองด้วยการทดสอบทั้ง 3 วิธีที่ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 50 - โปรแกรมที่ 64 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ลักษณะการแจกแจงของประชากร เป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:1:2:4 การทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับ โปรแกรมที่ 49 จะแตกต่างกันเฉพาะขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละโปรแกรมคือกลุ่มตัวอย่างขนาด (20, 20, 20, 20) สำหรับโปรแกรมที่ 50 กลุ่มตัวอย่างขนาด (30, 30, 30, 30), (40, 40, 40, 40), (50, 50, 50, 50), (60, 60, 60, 60), (70, 70, 70, 70), (100, 100, 100, 100), (10, 10, 10, 30) (30, 10, 10, 10), (10, 10, 20, 30), (30, 20, 10, 10), (40, 40, 50, 50), (70, 70, 60, 60), (80, 80, 100, 100) และ (100, 100, 80, 80) สำหรับโปรแกรมที่ 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 และ 64 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 65 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 กลุ่ม ขนาด (10, 10, 10, 10) ลักษณะการแจกแจงของประชากร เป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:2:3:4

การทำงานของโปรแกรมจะมีกระบวนการเดียวกันกับ โปรแกรมที่ 1 แต่แตกต่างกันในอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร

โดยใช้ประโยชน์เงื่อนไขฟอรัลแทนด้วย  $STD = \sqrt{100.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1  
 ใช้ประโยชน์เงื่อนไขฟอรัลแทนด้วย  $STD = \sqrt{200.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2  
 ใช้ประโยชน์เงื่อนไขฟอรัลแทนด้วย  $STD = \sqrt{300.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3  
 และใช้ประโยชน์เงื่อนไขฟอรัลแทนด้วย  $STD = \sqrt{400.}$  ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 4

เมื่อคอมพิวเตอร์ทำการทดสอบ สถิติทดสอบสามวิธีแล้วก็จะพิมพ์ผล เปรียบเทียบจำนวนของการนับการเกิดอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองด้วยการทดสอบทั้ง 3 วิธีที่ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 66 - โปรแกรมที่ 80 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ลักษณะการแจกแจงของประชากร เป็นแบบปกติ และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากร เป็น 1:2:3:4 การทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับ โปรแกรมที่ 65 จะแตกต่างกันเฉพาะขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละโปรแกรมคือกลุ่มตัวอย่างขนาด (20, 20, 20, 20)

สำหรับโปรแกรมที่ 66 กลุ่มตัวอย่างขนาด (30, 30, 30, 30), (40, 40, 40, 40),  
(50, 50, 50, 50), (60, 60, 60, 60), (70, 70, 70, 70), (100, 100, 100,  
100), (10, 10, 10, 30), (30, 10, 10, 10), (10, 10, 20, 30), (30, 20,  
10, 10), (40, 40, 50, 50), (70, 70, 60, 60), (80, 80, 100, 100), และ  
(100, 100, 80, 80) สำหรับโปรแกรมที่ 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75,  
76, 77, 78, 79 และ 80 ตามลำดับ