บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งวางแผนการวิจัยโดยการจำลองการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น เพื่อตรวจหาค่าแผกเหล่าโดยใช้ค่าชุดสี่ (Tetrads) และเปรียบเทียบจำนนค่าแผกเหล่าที่สามารถตรวจหาได้ถูกต้อง จากเกณฑ์มาตรฐานที่พัฒนาขึ้น 5 เกณฑ์ เมื่อมีระดับความเชื่อมั่น 99.00%, 99.50%, 99.90%, 99.99% และ 99.999% ตามลำดับ และศึกษาลักษณะการแจกแจงของค่าสัมบูรณ์ของค่ามัธยฐานชุดสี่ โดยกลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่ลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ

จำนวนค่าแผกเหล่าที่ใช้ในการทดลองกำหนดเป็น 2,3 และ 4 ค่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองเท่ากับ 11x3, 11x5, 11x7, 21x3, 21x5, 21x7, 31x3, 31x 5, และ 31 x7 ตามลำดับ โดยมีแผนการทดลอง ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง																										
ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	3 กลุ่ม									5 กลุ่ม									7 กลุ่ม								
	ระดับค่าสังเกตแผกเหล่า									ระดับค่าสังเกตแผกเหล่า									ระดับค่าสังเกตแผกเหล่า								
	น้อย			ปานกลาง			มาก			น้อย			ปานกลาง			มาก			น้อย			ปานกลาง			มาก		
	จำนวน			จำนวน			จำนวน			จำนวน			จำนวน			จำนวน			จำนวน			จำนวน			จำนวน		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
11																											
21																											
31																											

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

การสร้างและจำลองการทดลองครั้งนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการ โดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 (FORTRAN77) เพื่อสื่อความหมายและสั่งให้เกิดการทำงานในเครื่องคอมพิวเตอร์รวมทั้งใช้ Scientific Subroutine ในการสร้างการแจกแจงของประชากรโดยดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนสรุปได้ตามแผนผัง ดังต่อไปนี้

แผนภาพที่ 1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. สร้างประชากรจากตัวเลขสุ่ม ให้มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าความแปรปรวนตามที่กำหนด
2. สุ่มตัวอย่างขนาดต่างๆ ตามแผนการทดลอง คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน
3. สร้างค่าแผกเหล่าทั้งสามระดับ
4. สุ่มค่าแผกเหล่าที่ได้จากขั้นที่สามทีละระดับ ลงในชุดข้อมูลตามจำนวนที่กำหนด
5. คำนวณค่าชุดสีของแต่ละเซลล์
6. คำนวณค่ามัธยฐานของค่าชุด และค่าสัมบูรณ์ของค่ามัธยฐานของค่าชุดสี
7. สร้างเกณฑ์สำหรับตัดสินจำนวนค่าแผกเหล่า
8. นำค่าสัมบูรณ์ของค่ามัธยฐานของค่าชุดสี มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่สร้างขึ้น และนับจำนวนค่าแผกเหล่าที่สามารถตรวจหาพบ , ตรวจหาเกิน และตรวจหาขาด
9. ทำการทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 2 - 8 จำนวน 2,000 ครั้ง
10. นำค่าสัมบูรณ์มัธยฐานของค่าชุดสี มาสร้างแผนภูมิภาพ

จากแผนผังการดำเนินการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยได้เสนอลักษณะการทำงานของโปรแกรม โดยโปรแกรมนี้จะทำงานตามขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังกล่าว

I17256203

<u>ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม</u>

1. สร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากรให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างประชากรให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ในขั้นแรกใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน (Subroutine Subprogram) ที่มีชื่อว่า NORMAL ซึ่งในโปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL นี้มีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM ช่วยในการค้นหาตัวเลขสุ่ม (Random Number) แล้วนำตัวเลขสุ่มที่ได้มาแปลงให้มีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้โปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL จะนำมาแปลงให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM (Shannon, 1975) เป็นสับรูทีนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Subroutine) ที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่ม ด้วยวิธี Congruential Generation Method โดยการสุ่มตัวเลขได้ถึง 2^{29} หรือ 536,870,912 จำนวน ก่อนที่จะเกิดการซ้ำของตัวเลขสุ่ม และได้เลือกค่า 65539 เป็นค่าเริ่มต้น โดย Maclaren และ Marsaglia ได้ให้คำแนะนำว่าค่าเริ่มต้น 65539 เป็นค่าที่จะใช้ชุดของตัวเลขสุ่มยาวมาก และมีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม ซึ่งอยู่ในช่วง 0 - 1 โปรแกรมนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDOM (IX , RN) โดยที่ IX คือค่าเริ่มต้นซึ่งจะต้องกำหนดขึ้นก่อนใช้คำสั่งนี้ ในที่นี้ค่าเริ่มต้นเท่ากับ 65539 และจากการเรียกใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้ตัวเลขสุ่ม 1 จำนวน คือ RN (โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM อยู่ในภาคผนวก)

1.2 โปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL (Shannon , 1975) เป็นโปรแกรมย่อยสับรูทีนสำหรับสร้างประชากรให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ซึ่ง Marsaglia และ Bray เป็นผู้คิดขึ้น โดยมีพื้นฐานมาจากการหาอินเวอร์สโดยวิธีของ Box และ Muller ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้เขียนโปรแกรมได้ง่าย และรวดเร็วกว่าการสร้างประชากรให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธีอื่น โปรแกรมจะทำงานด้วยคำสั่ง CALL NORMAL(EM , ES , Y1 , Y2) โดยที่ EM คือนิพจน์ภาษาฟอร์แทรนที่แทนค่าเฉลี่ยของประชากร ES คือนิพจน์ภาษาฟอร์แทรนที่แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานของประชากร ดังนั้นจึงกำหนดให้ EM มีค่าเท่ากับ 500 และ ES มีค่าเท่ากับ 10 ซึ่งต้องกำหนดตัวแปรทั้งสองนี้ขึ้นก่อนที่จะใช้คำสั่งนี้ และการเรียกใช้คำสั่งนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนึ่งครั้ง จะได้ข้อมูลสองจำนวน คือ Y1 และ Y2 ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้จะมีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ 500 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรเท่ากับ 10 (ตัวอย่างโปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL อยู่ในภาคผนวก)

จากการสร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากรให้มีการแจกแจงปกติ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อมูลที่สร้างขึ้น (ในทางปฏิบัติว่ามีลักษณะการแจกแจงสอดคล้องกับลักษณะการแจกแจงตามทฤษฎีเพียงใด) โดยตรวจสอบค่าสถิติดังนี้ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าแปรปรวน (Variane) ความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) โดยทำการทดสอบจาก กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10,000 ตัว ได้ค่าต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าสถิติของการแจกแจงของประชากรแบบปกติตามทฤษฎี และจากการปฏิบัติเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 10,000 ตัว สำหรับงานวิจัยครั้งนี้

MAN		VARIANCE		SKEWNESS		KURTOSIS	
ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
500	499.6267	100	100.9346	0.0	0.1005	3.0	2.9278
504	503.6257	100	100.9353	0.0	0.1008	3.0	2.9278
505	504.6254	100	100.9355	0.0	0.1009	3.0	2.9278
506	505.6254	100	100.9355	0.0	0.1009	3.0	2.9278
507	506.6252	100	100.9358	0.0	0.1009	3.0	2.9278
508	507.6250	100	100.9360	0.0	0.1010	3.0	2.9277
509	508.6247	100	100.9361	0.0	0.1011	3.0	2.9277
510	509.6247	100	100.9361	0.0	0.1011	3.0	2.9277
511	510.6245	100	100.9365	0.0	0.1012	3.0	2.9277
512	511.6242	100	100.9368	0.0	0.1012	3.0	2.9277

2. ดำเนินการทดลองการตรวจหาค่าแผกเหล่า เมื่อใช้วิธีการตรวจหาด้วยชุดสี่ (Tetrads) โดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไปนี้ เพื่อเป็นการอธิบายให้เห็นภาพการทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ของโปรแกรม ในการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ตามแผนการทดลอง ซึ่งตัวอย่างของโปรแกรมอยู่ในภาคผนวก โปรแกรมทั้งหมดจำแนกได้ดังนี้

1. เมื่อค่าแผกเหล่า (Outlier) มีระดับน้อย มีทั้งหมด 9 โปรแกรม คือ โปรแกรม 1 - 9
2. เมื่อค่าแผกหล่า (Outlier) มีระดับปานกลาง มีทั้งหมด 9 โปรแกรม คือ โปรแกรม 10 - 18
3. เมื่อค่าแผกเหล่า (Outlier) มีระดับมาก มีทั้งหมด 9 โปรแกรม คือ โปรแกรม 19 - 27

โปรแกรมที่ 1 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่างเป็น (11,11,11) และมีค่าสังเกตแผกเหล่าระดับน้อย 2 ค่า

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสร้างข้อมูลขนาด (11,11,11) โดยคอมพิวเตอร์จะสุ่มกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 11 จำนวน จากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 500 และมีความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1, กลุ่มตัวอย่างที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างที่ 3 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 2 เรียงลำดับข้อมูลในแต่ละแถวที่ได้จากการสุ่มในขั้นที่ 1 จากมากไปน้อย โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน TSORT ซึ่งโปรแกรมย่อยนี้จะทำงานโดยใช้คำสั่ง CALL TSORT (KR , KC) เมื่อ KR คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และ KC คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล 3 กลุ่ม โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน EMES ซึ่งโปรแกรมย่อยนี้จะทำงานโดยใช้คำสั่ง CALL EMES (KR , KC EM1 , ES1) เมื่อ KR คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา KC คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา EM1 คือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และ ES1 คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$EM1 = \Sigma x_i / n$$

$$ES1 = \sqrt{\frac{\Sigma(Xi-\bar{x})^2}{n-1}}$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่าแผกเหล่า (Outlier) ระดับน้อยและสุ่มค่าแผกเหล่าลงในชุดข้อมูลปกติกำหนดให้ค่าแผกเหล่าระดับน้อย คือ ค่าสังเกตที่มีค่าเบี่ยงเบนอยู่ระหว่าง 4.27 - 4.99 ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูล ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{x} + 4.27 \text{ S.D.} < X < \bar{x} + 4.99 \text{ S.D.}$$

เมื่อ x = ค่าแผกเหล่า

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง

S.D. = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

และนำค่าแผกเหล่า 2 ค่าที่ได้จากการคำนวณ จัดลงในข้อมูลปกติ ที่ได้จากการสร้างในขั้นที่ 1

การคำนวณหาค่าแผกเหล่า (Outlier) และการสุ่มค่าแผกเหล่าลงในข้อมูลปกติทำได้โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน OLE ซึ่งจะทำงานโดยใช้คำสั่ง CALL OLE (GMAX1 , GMIN1 , EM1 , ES1 , KR , KC , OUT) เมื่อ GMAX1 , GMIN1 คือ ค่ามาตรฐาน (z) สูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ (ในที่นี้ GMX1= 4.99 , GMIN1 = 4.72) EM1 คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง ES1 คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง KR คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง KC คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง และ OUT คือ จำนวนค่าแผกเหล่า (ในที่นี้เท่ากับ 2) จากการใช้คำสั่งนี้หนึ่งครั้งจะได้ค่าแผกเหล่า 2 ค่า แทนลงในข้อมูลปกติ ที่ตำแหน่ง B (i , j) (โปรแกรมย่อยสับรูทีน OLE อยู่ในภาคผนวก)

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณหาค่าชุดสี่ (Tetrads) และค่ามัธยฐานของค่าชุดสี่ (Median of Tetrads) ของข้อมูลที่มีค่าแผกเหล่ารวมอยู่ ในตำแหน่ง B (i , j) โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน TETRAD และ CMED ซึ่งโปรแกรมย่อยจะทำงานโดยใช้คำสั่ง CALL TETRAD (KR , KC) เมื่อ KR คือขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และ KC คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา จากการเรียกใช้

คำสั่งนี้ 1 ครั้งจะได้ค่าชุดสี่ (Tetrads) ของทุกเซลล์เก็บไว้ในตัวแปร BB (i , j , m1) เช่น เมื่อกำหนดขนาดข้อมูลเป็น (11 , 3) ค่าชุดสี่ (Tetrads) ของแต่ละเซลล์จะมีทั้งหมดเท่ากับ (KR - 1) x (KC - 1) = 10 x 2 = 20 ค่า ดังนั้น BB (1 , 2 , 3) จะหมายถึง ค่าชุดสี่ค่าที่ 3 ของค่าสังเกตค่าที่ 1 ของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 โดยโปรแกรมจะคำนวณค่าชุดสี่ (Tetrads) จากสูตร

$$T_{ij.\alpha\beta} = Y_{ij} - Y_{\alpha j} - Y_{i\beta} + Y_{\alpha\beta}$$

เมื่อ $T_{ij.\alpha\beta}$ = ค่าชุดสี่

จากนั้นคอมพิวเตอร์จะเรียกใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน CMED โดยใช้คำสั่ง CALL CMED (KR , KC) เพื่อคำนวณหาค่ามัธยฐานของค่าชุดสี่ (Median of Tetrads) ของแต่ละเซลล์ ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน TETRAD และจะเก็บค่ามัธยฐานของค่าชุดสี่ของแต่ละกลุ่มไว้ในตัวแปร A (i , j) เช่น A (2 , 3) หมายถึง ค่ามัธยฐานของค่าชุดสี่ของค่าสังเกตค่าที่ 2 ในกลุ่มตัวอย่างที่ 3 (โปรแกรมย่อยสับรูทีน Tetrad อยู่ในภาคผนวก)

ขั้นตอนที่ 6 สร้างเกณฑ์มาตรฐาน 5 เกณฑ์ สำหรับตัดสินจำนวนค่าแผกเหล่า โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้มีระดับความเชื่อมั่นต่างกัน 5 ระดับ คือ

DC 1 เมื่อ z_1 = 2.33 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 99.00%

DC 2 เมื่อ z_2 = 2.58 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 99.50%

DC 3 เมื่อ z_3 = 3.09 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 99.90%

DC 4 เมื่อ z_4 = 3.72 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 99.99%

DC 5 เมื่อ z_5 = 4.27 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 99.999%

การสร้างเกณฑ์มาตรฐาน จะทำโดยใช้โปรแกรมสับรูทีน CHECK โดยเรียกใช้คำสั่ง CHECK (KR , KC , EM1 , ES1 , IGG) เมื่อ KR คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง KC คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง EM1 คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง ES1 คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง และ IGG คือ จำนวนเกณฑ์มาตรฐาน (ในที่นี้เท่ากับ 5) จากการเรียกใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้งคอมพิวเตอร์จะหาตำแหน่งมัธยฐานของชุดข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 และทำการคำนวณหาค่ามาตรฐาน (X) จากสูตร

$$X_i = \bar{x} + Z \text{ S.D.}$$

เมื่อ xi คือ ค่ามาตรฐาน

z คือ ค่ามาตรฐานที่กำหนด

เพื่อนำไปแทนลงในตำแหน่งมัธยฐานของข้อมูลซึ่งเก็บไว้ในตัวแปร B (i1 , j1)

จากนั้นจะคำนวณหาค่าชุดสี่ที่ตำแหน่ง B (i1 , j1) และเก็บค่ามัธยฐานของค่าชุดสี่นี้ไว้ในตัวแปร GG (igg) เพื่อเป็นเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับตัดสินค่าแผกเหล่า (โปรแกรมย่อยสับรูทีน CHECK อยู่ในภาคผนวก)

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจหาค่าแผกเหล่า

การตรวจหาค่าแผกเหล่า ทำได้โดยการใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน DETECT ซึ่งทำงานด้วยคำสั่ง CALL DETECT (KR , KC , IGG) เมื่อ KR คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง KC คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง และ IGG คือ จำนวนเกณฑ์มาตรฐาน จากการเรียกใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง คอมพิวเตอร์จะนำค่าสัมบูรณ์ของค่ามัธยฐานของค่าชุดสี่ ($|A_{i,j}|$) ทุกค่าที่ได้จากการคำนวณในขั้นที่ 5 มาเปรียบเทียบกับค่าสัมบูรณ์ของค่ามัธยฐานของค่าชุดสี่ ที่ได้จากาการคำนวณในขั้นที่ 6 ทีละเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์ว่าถ้าเซลล์ใดที่ ($|A_{i,j}|$) > ($|IGG_{(igg)}|$) ค่าสังเกตในเซลล์นั้น ๆ จะเป็นค่าแผกเหล่า (Outlier) และเก็บไว้ในตัวแปร W พร้อมทั้งนับจำนวนค่าแผกเหล่าที่ตรวจพบในแต่ละเกณฑ์เก็บไว้ในตัวแปร NN (โปรแกรมย่อยสับรูทีน DETECT อยู่ในภาคผนวก)

ขั้นตอนที่ 8 นับจำนวนค่าแผกเหล่าที่ตรวจหาพบ ตรวจหาเกินมากกว่า 1 ค่า , 2 ค่า และมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ค่า และตรวจหาขาด 1 ค่า , 2 ค่า , 3 ค่า และ 4 ค่า การนับจำนวนค่าแผกเหล่าที่ตรวจพบในกรณีต่างๆ จะทำได้โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน TOTAL โดยเรียกใช้คำสั่ง TOTAL (IGG , OUT) เมื่อ IGG คือ จำนวนเกณฑ์มาตรฐาน และ OUT คือ จำนวนค่าแผกเหล่า

ขั้นตอนที่ 9 ทำการทดลอง ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง 8 จำนวน 2,000 ครั้ง

โปรแกรมจะกลับไปดำเนินการโดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 จนถึงขั้นตอนที่ 6 ซึ่งโปรแกรมจะเริ่มโดยการสุ่มตัวอย่างมาใหม่ตามขนาดเดิม พร้อมทั้งคำนวณค่าชุดสี่ ค่ามัธยฐาน

ของชุดสี่ และสร้างเกณฑ์มาตรฐาน 5 เกณฑ์ จนถึงขั้นการตรวจหาค่าแผกเหล่า และนับจำนวนค่าแผกเหล่า

โปรแกรมที่ 2 - 3 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง เมื่อค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่า ระดับน้อย ($\bar{x}$ + 4.27 S.D. < x < $\bar{x}$ + 4.99 S. D. กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 3 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 21 และ 31 ตามลำดับ ((21 , 21 , 21) และ (31 , 31 , 31)) ซึ่งขบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับ โปรแกรมที่ 1

โปรแกรมที่ 4 - 6 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองการทดลอง เมื่อค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่า ระดับน้อย ($\bar{x}$ + 4.27 S.D. < x < $\bar{x}$ + 4.99 S.D.) กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 5 กลุ่มขนาดตัวอย่างเท่ากับ 11 , 21 และ 31 ตามลำดับ ((11 , 11 , 11 , 11 , 11) , (21 , 21 ,21 , 21 , 21) และ (31 , 31 , 31 , 31 , 31)) ซึ่งขบวนการทำงาน ของโปรแกรมทำนองเดียวกับ โปรแกรมที่ 1

โปรแกรมที่ 7 - 9 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองการทดลอง เมื่อค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่า ระดับน้อย ($\bar{x}$ + 4.27 S.D. < x < $\bar{x}$ + 4.99 S. D. กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 7 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 11, 21 และ 31 ตามลำดับ ((11 , 11 , 11 , 11 , 11 , 11 , 11) , (21 , 21 , 21 , 21 , 21, 21 , 21) และ (31 , 31 , 31 , 31 ,31,31, 31)) ซึ่งขบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมที่ 10 - 12 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองการทดลอง เมื่อ ค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่าระดับปานกลาง ($\bar{x}$ + 5.00 S.D. < x + < $\bar{x}$ 5.99 S.D.) กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 3 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 11, 21 และ 31 ตามลำดับ ((11 , 11 , 11) , (21 , 21 , 21) และ (31 , 31 , 31)) ซึ่งขบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1

โปรแกรมที่ 13 - 15 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองการทดลอง เมื่อ ค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่า ระดับปานกลาง ($\bar{x}$ + 5.00 S.D. < x < $\bar{x}$ 5.99 S.D.) กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 5 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 11, 21 และ 31 ตามลำดับ ((11 , 11 , 11 , 11 , 11) , (21 , 21, 21 , 21 , 21) และ (31 , 31 , 31, 31, 31)) ซึ่งขบวนการทำงานของโปรแกรม ทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1

โปรแกรมที่ 16 - 18 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองการทดลอง เมื่อค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่า ระดับปานกลาง ($\bar{x}$ + 5.00 S.D. < x < $\bar{x}$ + 5.99 S.D.) กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 7 กลุ่มขนาดตัวอย่างเท่ากับ 11, 21 และ31 ตามลำดับ ((11 , 11 11 , 11 , 11 , 11 , 11) , (21 , 21 , 21 ,21 , 21, 21 , 21) และ (31 , 31 , 31 , 31 ,31 , 31 , 31)) ซึ่งขบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับ โปรแกรมที่ 1

โปรแกรมที่ 19 - 21 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองการทดลอง เมื่อค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่าระดับมาก ($\bar{x}$ + 6.00 S.D. < x < $\bar{x}$ + 6.99 S.D) กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 3 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 11, 21 และ 31 ตามลำดับ ((11 , 11 , 11) , (21 , 21 , 21) และ (31 , 31 , 31)) ซึ่งขบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกับ โปรแกรมที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมที่ 22 - 24 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองการทดลอง เมื่อค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่า ระดับมาก ($\bar{x}$ + 6.00 S.D. < x < $\bar{x}$ + 6.99 S.D.) กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 5 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 11, 21 และ 31 ตามลำดับ ((11 , 11 , 11 , 11 , 11) , (21 , 21 , 21, 21 , 21) และ (31 , 31 ,' 31 , 31 , 31)) ซึ่งขบวนการทำงานของ โปรแกรมทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1

โปรแกรมที่ 25 - 27 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองการทดลอง เมื่อค่าแผกเหล่าเป็นค่าแผกเหล่า ระดับมาก ($\bar{x}$ + 6.00 S.D. < x < $\bar{x}$ + 6.99 S.D.) กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 7 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 11, 21 และ 31ตามลำดับ ((11 , 11 ,11 ,11 , 11 , 11 , 11) ,(21 , 21 , 21 , 21 , 21, 21 , 21) และ (31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31)) ซึ่งขบวนการทำงาน ของโปรแกรมทำนองเดียว กับโปรแกรมที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย