

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเล็ต เลอวี้นและสแควร์แรงค์ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากรที่มากกว่า 2 กลุ่ม ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

1. ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ (Normal Distribution)
2. ความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มกำหนดให้เท่ากันและแตกต่างกัน
3. จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3, 4 และ 5 กลุ่ม ซึ่งมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากันดังนี้

3.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันคือ
(10, 15, 20) (15, 20, 25) (20, 25, 30) (25, 30, 35)
(30, 35, 40) (35, 40, 45) (40, 45, 50)

3.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันคือ
(10, 15, 20, 25) (15, 20, 25, 30) (20, 25, 30, 35)
(25, 30, 35, 40) (30, 35, 40, 45) (35, 40, 45, 50)

3.3 เมื่อกลุ่มตัวอย่าง 5 กลุ่ม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันคือ
(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)

แผนการทดลอง

ในการทดลองหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ จากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3, 4 และ 5 กลุ่มนั้น ซึ่งในแต่ละจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีการกำหนดแผนการทดลองดังนี้

1. ทดลองหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Actual Type 1 Error) ของการทดสอบด้วยสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 0
2. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 1
3. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 2
4. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 3
5. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 4
6. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 5
7. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 6
8. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 7
9. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 8
10. ทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 9

ในการทดลองครั้งนี้ กำหนดค่ามัธยฐานเลขคณิตของประชากร (μ) เท่ากับ 500 ค่าความแปรปรวนของประชากร (σ^2) เท่ากับ 100 สำหรับความแปรปรวนของประชากรที่น้อยที่สุด และกำหนดระดับความมีนัยสำคัญของการทดสอบ 2 ระดับ คือ $\alpha = 0.05$ และ 0.01 แผนการทดลองครั้งนี้ จะเสนอค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ได้จากการทดลองในกรณีต่างๆทั้งสิ้น 54 ค่า สำหรับ $\alpha = 0.05$ และอีก 54 ค่า สำหรับ $\alpha = 0.01$ และจะเสนอค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 2 แบบที่ได้จากการทดลองในกรณีต่างๆ 549 ค่า สำหรับ $\alpha = 0.05$ และอีก 549 ค่าสำหรับ $\alpha = 0.01$

วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชัน โดยแต่ละกรณีกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง 4000 ครั้ง ในแต่ละกรณีกำหนดให้คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ เมื่อความแปรปรวนของประชากรทุกกลุ่มเท่ากัน หรือคำนวณหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 3 แบบ เมื่อความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ตามระดับความมีนัยสำคัญของการทดสอบในระดับ .05 และ .01

โปรแกรมที่ใช้สำหรับการทดลองครั้งนี้ ใช้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน 77 (FORTRAN 77) และใช้กับเครื่อง IBM 370/3031 ในระบบ OS/VS1

สรุปผลการทดลอง

1. สถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวิน และสแควร์แรงค์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 และ .01 ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และค่าความคลาดเคลื่อนค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบไม่แตกต่างกันเมื่อกำหนด $\alpha = .05$ และ .01 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

2. สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบเลอวินและสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ และสถิติทดสอบเลอวินมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ เมื่อกำหนดระดับความมีนัยสำคัญ $\alpha = .05$ และ .01 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกกรณีของขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

อภิปรายผล

การเลือกใช้สถิติทดสอบในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ใช้สถิติจำเป็นต้องพิจารณาถึงลักษณะของข้อมูลตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติวิเคราะห์แต่ละแบบแล้ว ยังจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่นๆอีกหลายประการ และองค์ประกอบที่สำคัญเป็นอันดับแรกก็คือความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองได้ตามระดับความมีนัยสำคัญที่กำหนด (α) และความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 ดังที่ Neyman (1950: 256 cited by Derek Srisukho, 1974) กล่าวว่า

เมื่อต้องการที่จะเลือกใช้สถิติทดสอบ เราจำเป็นต้องพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เป็นอันดับแรก (ซึ่งเป็นความผิดพลาดสำคัญมากที่เราจะต้องหลีกเลี่ยง) แล้วจึงพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 ต่อไป โดยยึดหลักว่าให้ความน่าจะเป็นที่ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่เกินระดับความมีนัยสำคัญ (α) ที่กำหนดไว้

จากผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวัน และสแควร์แรงค์ ที่ใช้ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3, 4 และ 5 กลุ่ม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน สถิติทดสอบทั้ง 3 แบบสามารถที่จะควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ระดับความมีนัยสำคัญ $\alpha = .05$ และ $.01$ ในทุกกรณีศึกษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่าสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ มีพื้นฐานการสร้างเพื่อที่จะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gartside (1972) Game และคณะ (1972) ที่ได้แนะนำให้ใช้สถิติทดสอบบาร์ตเลต Brown และ Fosythe (1974) ที่ได้ศึกษาถึงความแกร่งของสถิติทดสอบเลอวัน และ สมชัย ยืนนาน (2528) ได้แนะนำให้ใช้สถิติทดสอบสแควร์ในการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งจากการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ มีสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับระดับความมีนัยสำคัญ $.05$ และ $.01$

เมื่อพิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบพบว่าสถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบเลอวัน 86 กรณี เมื่อ $\alpha = .01$ และ 70 กรณี เมื่อ $\alpha = .05$ สถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ 99 กรณี เมื่อ $\alpha = .01$ และ 84 กรณี เมื่อ $\alpha = .05$ สถิติทดสอบเลอวันมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ 79 กรณี เมื่อ $\alpha = .01$ และ 71 กรณี เมื่อ $\alpha = .05$ แสดงให้เห็นว่าเมื่อระดับความมีนัยสำคัญมีค่ามากขึ้น จะทำให้อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบมีจำนวนของกรณีที่สูงกว่าน้อยลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโอกาสของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 แปรผันโดยตรงกับอำนาจของการทดสอบกล่าวคือเมื่อโอกาสของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่าน้อย อำนาจการทดสอบก็จะมีค่าน้อยด้วย แต่ถ้าโอกาสของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่ามาก อำนาจของการทดสอบก็จะมีค่ามากด้วย ซึ่งอำนาจการทดสอบของสถิติแต่ละแบบมีค่ามากขึ้นเท่ากับ 1 หรือมีค่าเข้าใกล้ 1 จึงทำให้จำนวนกรณีที่อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบมีจำนวนของกรณีที่สูงกว่ามีจำนวนน้อยลง และเมื่อพิจารณาค่าของพีหรือระดับความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จะพบว่า ถ้าขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดน้อย อำนาจการทดสอบของสถิติแต่ละแบบจะสูงกว่ากันตามค่าของพีที่แตกต่างกันหลายค่าแต่ถ้าขนาดของกลุ่มตัวอย่างในทุกกลุ่มมีค่ามาก อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบจะแตกต่างกันตามค่าของพีมีจำนวนน้อยลง อาจเป็นเพราะขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่ออำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบ และเมื่อศึกษาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบที่มีค่าสูงกว่ากันจำแนกตามค่าของพี มีดังนี้ สถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบเลอวัน เมื่อพีมีค่าเท่ากับ 2, 3 และ 4 ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเมื่อระดับความมีนัยสำคัญเป็น $.05$ และ $.01$ สถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบ

สูงกว่าสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ เมื่อพื้มีค่าเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ในทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ที่ศึกษาเมื่อระดับความมีนัยสำคัญเป็น .05 และ .01 สถิติทดสอบเลอวินมีอำนาจการทดสอบ สูงกว่าสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ เมื่อพื้มีค่าเท่ากับ 3, 4 และ 5 ในทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ที่ศึกษาเมื่อระดับความมีนัยสำคัญเป็น .05 และ .01 ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อพื้มีค่าน้อยกว่า 2 ค่า อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบจะไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากเมื่อพื้มีค่าน้อยๆ จะเป็นจุดที่เปลี่ยนโค้งของอำนาจการทดสอบ จึงทำให้อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบไม่ แตกต่างกัน และพื้มีค่ามากกว่า 5 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบจะไม่แตกต่างกัน เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีค่าตั้งแต่ 30 ขึ้นไป อาจเป็นเพราะอำนาจการทดสอบของ สถิติแต่ละแบบมีค่าเป็น 1 หรือเข้าใกล้ 1 จึงทำให้อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละแบบ ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างได้มาอย่างสุ่มจากประชากรมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็น 3, 4 และ 5 กลุ่ม และมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ความแตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรหรือพื้มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 9 สรุปได้ว่า สถิติ ทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือสถิติทดสอบเลอวิน และสถิติทดสอบ สแควร์แรงค์ตามลำดับ เมื่อกำหนดระดับความมีนัยสำคัญที่กำหนด .05 และ .01 และทุกขนาด ของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสถิติทดสอบบาร์ตเลต เป็นสถิติทดสอบที่คำนวณ จากข้อมูลเดิม ($X_{i,j}$) ทุกจำนวนที่เป็นอิสระต่อกัน แต่สำหรับสถิติทดสอบเลอวินและสแควร์แรงค์ ไม่ได้คำนวณจากข้อมูลเดิม ($X_{i,j}$) โดยจะคำนวณจากค่าสัมบูรณ์ของผลต่างของข้อมูลแต่ละจำนวน กับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนั้นๆ ($Z_{i,j} = \left| X_{i,j} - \bar{X}_{i.} \right|$) ซึ่ง $Z_{i,j}$ กับ $Z_{i,k}$ ที่เป็น ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงแล้วนั้นจะไม่เป็นอิสระต่อกันซึ่งอาจทำให้ข้อมูลที่นำมาคำนวณมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นสถิติทดสอบเลอวินและสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ มีอำนาจการทดสอบต่ำกว่าสถิติทดสอบ บาร์ตเลต ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Brown และ Fosythe การใช้สถิติทดสอบเลอวิน เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าน้อยอาจทำให้เกิดความสัมพันธ์กันสูงภายในกลุ่มย่อย การใช้สถิติ ทดสอบเลอวินควรจะใช้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีค่ามากๆ และสถิติทดสอบเลอวิน มีอำนาจการทดสอบสูงสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ ทั้งที่สถิติทดสอบทั้งสองแบบนี้จะคำนวณจากค่า ของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง Z เหมือนกัน แต่สถิติทดสอบสแควร์แรงค์จะคำนวณจากกำลังสองของ อันดับของค่า Z จึงทำให้อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสแควร์แรงค์น้อยกว่าสถิติทดสอบ เลอวิน อาจเป็นเพราะการแปลงข้อมูลจะทำให้สารสนเทศของข้อมูลบางส่วนหายไป จึงทำ ให้อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบที่มีการแปลงข้อมูลน้อยลง ดังนั้นการที่จะเลือกใช้สถิติ ทดสอบสำหรับทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม ที่ถูกสุ่ม มาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ และมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน การเลือกใช้สถิติทดสอบ เมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภท ที่ 1 เพียงอย่างเดียวสามารถที่จะใช้สถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวิน หรือสแควร์แรงค์อย่างใด

อย่างหนึ่งก็ได้เพราะสถิติทดสอบทั้ง 3 มีความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับระดับความมีนัยสำคัญ $\alpha = .05$ และ $.01$ แต่ถ้าจะพิจารณาถึงอำนาจของการทดสอบ ควรใช้สถิติทดสอบบาร์ตเลต เพราะสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบเลอว์นและสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ แต่ถ้าจะใช้สถิติทดสอบเลอว์น ควรจะใช้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีค่ามาก ทั้งนี้เพราะสถิติทดสอบเลอว์นกับสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเสนอแนะเป็น 2 ส่วนดังนี้

ก. ข้อเสนอแนะเพื่อการเลือกใช้สถิติทดสอบทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3, 4 และ 4 กลุ่ม เมื่อกลุ่มตัวอย่างถูกสุ่มจากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ และขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดอยู่ระหว่าง 10 - 50 ผู้วิจัยเสนอว่าควรจะใช้สถิติทดสอบบาร์ตเลต

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต เมื่อตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ ในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 10) ทั้งที่ขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลสรุปที่เป็นประโยชน์สำหรับงานวิจัยที่จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก
2. ควรศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต กับสถิติทดสอบแบบอื่นๆ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบต่างๆที่นอกเหนือจากการแจกแจงแบบปกติ