รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับ
การทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน

A Comparison of the Efficiency of the Test Statistics for
Testing Homogeneity of Variance

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา เรียนสุทธิ์
สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
มหาวิทยาลัยทักษิณ

สัญญาเลขที่ 02-02/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับ
การทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน

A Comparison of the Efficiency of the Test Statistics for
Testing Homogeneity of Variance

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา เรียนสุทธิ์
สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
มหาวิทยาลัยทักษิณ

คำรับรองคุณภาพ

รายงานวิจัยเรื่อง **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน**

ผู้วิจัย **วรางคณา เรียนสุทธิ์**

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ขอรับรองว่ารายงานวิจัยฉบับนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว มีความเห็นว่าผลงานวิจัยฉบับนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์

- ☐ ดีมาก
- ☐ ดี
- ☑ ปานกลาง
- ☐ พอใช้
- ☐ ควรปรับปรุง

(อาจารย์ ดร.วันลภ ดิษสุวรรณ์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
วันที่ 25 เดือนธันวาคม พ.ศ.2560

บทคัดย่อ

โครงการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กำลังการทดสอบ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์ ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ด รวมถึงเพื่อเสนอแนะตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม จำแนกสถานการณ์โดยกำหนดประชากรที่มีทั้งการแจกแจงปรกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ และการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ กำหนดจำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม และศึกษาทั้งกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยแบ่งเป็นตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร 3 ระดับ คือ น้อย ปานกลาง และมาก ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม SAS กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีความเหมาะสมมากที่สุด แต่เมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมมากที่สุด กรณีความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมาก พบว่า ตัวสถิติทดสอบโดยส่วนใหญ่มีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน และถ้าหากต้องการให้กำลังการทดสอบมีค่าสูง ควรเพิ่มขนาดตัวอย่างที่จะศึกษา

คำสำคัญ: การทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กำลังการทดสอบ

ประกาศคุณูปการ

โครงการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน สำเร็จได้ด้วยดีจากการสนับสนุนการวิจัยของมหาวิทยาลัยทักษิณ งบประมาณรายได้ ประจำปี 2560 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะทำให้ได้ทราบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ทั้งกรณีการแจกแจง จำนวนประชากร ขนาดตัวอย่าง ความแปรปรวน และระดับนัยสำคัญที่แตกต่างกัน การทดสอบทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ การทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett's Test) การทดสอบของเลวีน (Levene's Test) การทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี (Brown-Forsythe's Test) การทดสอบของโอบรีน (O'Brien's Test) การทดสอบของคล้อทซ์ (Klotz's Test) และการทดสอบของมู้ด (Mood's Test) ได้ทราบว่าตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี วิธีใดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ เพื่อเสนอแนะตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ สำหรับใช้ประโยชน์เป็นแนวทางให้กับนิสิต คณาจารย์ และบุคคลทั่วไปในการตัดสินใจเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน อีกทั้งผลการวิจัยที่ได้ยังสามารถเผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับชาติ/นานาชาติ ต่อไป

คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีจากการศึกษาครั้งนี้ ขอมอบเป็นที่ระลึกถึงพระคุณของสถาบัน คือ มหาวิทยาลัยทักษิณ ตลอดไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา เรียนสุทธิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ประกาศคุณูปการ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	5
1.4 นิยามศัพท์	8
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
1.6 แผนการดำเนินงานของโครงการวิจัย	10
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	11
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแจกแจงของประชากรที่ต้องการศึกษา	11
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับวิธีการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนที่ต้องการศึกษา	12
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	27
บทที่ 4 ผลการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล	30
4.1 ตัวอย่างการตรวจสอบข้อสมมุติของข้อมูลจำลอง	30
4.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าพี (p-value)	34
4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1	41
4.4 กำลังการทดสอบ	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	107
5.1 สรุปผล	110
5.2 อภิปรายผล	122
5.3 ข้อเสนอแนะ	124
บรรณานุกรม	125
ภาคผนวก	128
- รูปแบบการจำลองข้อมูล	129

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 และ 4 กลุ่ม 5

ตารางที่ 1.2 ความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร 6

ตารางที่ 1.3 แผนการดำเนินงานของโครงการวิจัย 10

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลจำลองชุดที่ 1 30

ตารางที่ 4.2 ค่า d_{ij} ของการทดสอบของเลวีน 35

ตารางที่ 4.3 ค่า d_{ij} ของการทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี 36

ตารางที่ 4.4 ค่า d_{ij} ของการทดสอบของโอบรีน 37

ตารางที่ 4.5 คะแนนคล้อทซ์ 39

ตารางที่ 4.6 คะแนนมู้ด 40

ตารางที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ 42

ตารางที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ 43

ตารางที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ 44

ตารางที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ 45

ตารางที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ 46

ตารางที่ 4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ 47

ตารางที่ 4.13 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ 48

ตารางที่ 4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ 49

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ 50

ตารางที่ 4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ 51

ตารางที่ 4.17 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ 53

ตารางที่ 4.18 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ 58

ตารางที่ 4.19 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ 63

ตารางที่ 4.20 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ 68

ตารางที่ 4.21 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ 73

ตารางที่ 4.22 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ 79

ตารางที่ 4.23 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ 85

ตารางที่ 4.24 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ 90

ตารางที่ 4.25 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ 96

ตารางที่ 4.26 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ 102

ตารางที่ 5.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ 110

ตารางที่ 5.2 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของเลวีน 111

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 5.3	ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี	112
ตารางที่ 5.4	ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของโอบรีน	113
ตารางที่ 5.5	ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์	114
ตารางที่ 5.6	ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของมู้ด	115
ตารางที่ 5.7	ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด	116
ตารางที่ 5.8	ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน	120

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.1 ชุดคำสั่งของการตรวจสอบการแจกแจงปรกติและความแปรปรวนเท่ากัน 31
รูปที่ 4.2 ผลการตรวจสอบการแจกแจงปรกติของ y_1 32
รูปที่ 4.3 ผลการตรวจสอบการแจกแจงปรกติของ y_2 32
รูปที่ 4.4 ผลการตรวจสอบการแจกแจงปรกติของ y_3 32
รูปที่ 4.5 ผลการตรวจสอบความแปรปรวนเท่ากัน 33

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในการศึกษาวิจัยโดยทั่วไปนั้น นักวิจัยอาจไม่สามารถทำการศึกษาประชากรได้ทั้งหมด เพราะมีความยุ่งยากในการจัดเก็บข้อมูล สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และเวลา ฯลฯ ดังนั้นนักวิจัยจึงควรทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรตามวิธีการสุ่มตัวอย่างทางสถิติเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรที่ต้องการศึกษา หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากตัวอย่าง โดยใช้หลักการทางสถิติที่เรียกว่า การอนุมาน (Inference) เพื่อสรุปถึงคุณลักษณะของประชากร การอนุมานทางสถิติประกอบด้วย การประมาณค่า (Estimation) และการทดสอบสมมุติฐาน (Hypothesis Testing) ซึ่งในการทดสอบสมมุติฐานนั้น ตัวสถิติทดสอบ (Test Statistic) ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่างๆ เช่น ลักษณะของข้อมูล มาตรวัดของข้อมูล การแจกแจงของข้อมูลจากตัวอย่างที่สุ่มได้ ภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน เรื่องที่ต้องการศึกษา และจำนวนกลุ่มของข้อมูลหรือจำนวนประชากรที่ต้องการศึกษา เช่น การศึกษาค่าเฉลี่ยของประชากร 1 กลุ่ม เปรียบเทียบกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง หรือการศึกษาค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม เมื่อทราบว่าประชากรมีการแจกแจงปรกติ (Normal Distribution) และทราบค่าความแปรปรวน ตัวสถิติทดสอบที่ควรใช้ คือ Z (Z-Test) แต่ถ้าทราบว่าประชากรมีการแจกแจงปรกติ โดยไม่ทราบค่าความแปรปรวน ตัวสถิติทดสอบที่ควรใช้ คือ ตัวสถิติทดสอบที (t-Test) อย่างไรก็ตาม เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะลู่เข้าสู่การแจกแจงปรกติโดยอาศัยทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ดังนั้นตัวสถิติทดสอบทีอาจประมาณได้ด้วยตัวสถิติทดสอบ Z (วรางคณา เรียนสุทธิ์, 2560) สำหรับการศึกษาค่าเฉลี่ยของประชากรมากกว่า 2 กลุ่ม จะใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F-Test) ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยมีข้อสมมุติ (Assumption) คือ ค่าสังเกตจะมาจากตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติและมีภาวะความแปรปรวนเท่ากัน (Homoscedasticity) ดังนั้นก่อนการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรมากกว่า 2 กลุ่ม จึงจำเป็นต้องตรวจสอบข้อสมมุติก่อน ซึ่งปัญหาที่ผู้วิจัยมักพบ คือ ลักษณะการแจกแจงของประชากรไม่เป็นไปตามข้อสมมุติ ถ้ายังคงใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟของการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะทำให้ผลการทดสอบสมมุติฐานเกิดความผิดพลาดได้ โดย Scheffe (1959) ได้แสดงความคิดเห็นว่า ตามข้อสมมุติเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากรซึ่งต้องเป็นการแจกแจงปรกตินั้น หากลักษณะของการแจกแจงของประชากรไม่เป็นไปตามข้อสมมุติจะส่งผลให้การประมาณค่าหรือการทดสอบ

สมมุติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรเกิดความผิดพลาดได้ รวมถึงการฝ่าฝืนข้อสมมุติเกี่ยวกับภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนจะมีผลอย่างมากต่อการสรุปผลที่ได้จากการใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟของการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยเฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยในสาขาใดจึงควรจะต้องมีการตรวจสอบข้อสมมุติก่อน และอนันต์ชัย เชื่อนธรรม (2539) สรุปไว้ว่า ก่อนที่จะวิเคราะห์ความแปรปรวน เราจำเป็นจะต้องทดสอบว่าแต่ละประชากรมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้ผลการทดสอบที่ได้เป็นความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประชากรจริงๆ หากไม่มีข้อสมมุติข้อนี้ ผลการทดสอบอาจเป็นผลจากความแตกต่างของความแปรปรวนของข้อมูลก็ได้ ซึ่งถ้าหากไม่เป็นไปตามข้อสมมุติเกี่ยวกับภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนในกรณีที่ขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่มเท่ากันและความแปรปรวนแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ตัวสถิติทดสอบเอฟของการวิเคราะห์ความแปรปรวนยังคงมีความแกร่ง (Robust) ต่อลักษณะที่ไม่เป็นไปตามข้อสมมุติเกี่ยวกับภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน แต่ถ้าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก จะมีผลกระทบต่อระดับนัยสำคัญของการทดสอบ ในขณะเดียวกันความคลาดเคลื่อนของการทดลองที่ไม่มีการแจกแจงปรกติ เช่น เบ้ไปข้างใดข้างหนึ่ง จะมีผลทำให้ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิธีการทางสถิติที่นิยมใช้ในการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนมีมากมาย ทั้งการทดสอบอิงพารามิเตอร์ (Parametric Test) และการทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Test) ซึ่งแต่ละการทดสอบจะมีข้อจำกัดในการใช้ที่แตกต่างกัน เช่น

1. การทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett's Test) การทดสอบของเลวีน (Levene's Test) การทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี (Brown-Forsythe's Test) และการทดสอบของโอบรีน (O'Brien's Test) เป็นการทดสอบอิงพารามิเตอร์ โดยตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีการแจกแจงไคกำลังสอง (Chi-Square Distribution) ซึ่งบาร์ตเลตต์ได้พัฒนาตัวสถิติทดสอบมาจากวิธีการของนิวแมนและเพียร์สัน สำหรับใช้ทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ทั้งกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความยุ่งยากในการคำนวณและมีความไวต่อข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปรกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลมีความโด่งผิดปรกติ กล่าวคือ สำหรับข้อมูลที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (Leptokurtic) ตัวสถิติทดสอบนี้จะมีโอกาสปฏิเสธสมมุติฐานว่างมากกว่าที่ควรจะเป็น และเมื่อข้อมูลมีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (Platykurtic) ตัวสถิติทดสอบนี้จะมีโอกาสปฏิเสธสมมุติฐานว่างน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีการแจกแจงโดยประมาณแบบเอฟ (F Distribution) มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยการแทนค่าสังเกตในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแต่ละค่าด้วยค่าสัมบูรณ์ของ

ส่วนเบี่ยงเบนระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ตัวสถิติทดสอบนี้มีความแกร่งเมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติ (Gene และ Hopkins, 1996) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ได้พัฒนามาจากตัวสถิติทดสอบของเลวีน โดยการใช้ค่ามัธยฐานแทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง เพราะฉะนั้นจะแทนค่าสังเกตแต่ละค่าด้วยค่าสัมบูรณ์ของส่วนเบี่ยงเบนระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่ามัธยฐานของตัวอย่าง ตัวสถิติทดสอบนี้ยังคงมีความแกร่งเมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติเช่นเดียวกับตัวสถิติทดสอบของเลวีน (Conover, Johnson และ Johnson, 1981) สำหรับตัวสถิติทดสอบของโอบรีนจะเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบ (Power of a Test) สูงกว่าตัวสถิติทดสอบของเลวีนและตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีเมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติ (วลัยพร ชื่นธีระวงศ์, 2544)

2. การทดสอบของคล้อทซ์ (Klotz's Test) และการทดสอบของมู้ด (Mood's Test) เป็นการทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่ไม่ขึ้นกับการแจกแจง (Distribution-Free Test) ดังนั้นจึงนับเป็นข้อดีของการทดสอบประเภทนี้ คือ ไม่จำเป็นต้องทราบการแจกแจงของประชากร อีกทั้งยังเป็นการทดสอบที่ไม่มีปัญหาในกรณีที่ข้อมูลมีความเบ้หรือมีค่าผิดปรกติ เช่น มากผิดปรกติหรือน้อยผิดปรกติ เนื่องจากการทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์มักใช้เพียงความถี่ หรือลำดับที่ หรือเครื่องหมายของผลต่างระหว่างข้อมูลกับค่าคงที่ในสมมุติฐานว่าง หรือเครื่องหมายของผลต่างระหว่างข้อมูล 2 กลุ่ม สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ได้ใช้ค่าของข้อมูลจริง (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, ม.ป.ป.)

ในงานวิจัยทางการแพทย์ การศึกษา การตลาด หรืองานทางด้านจิตวิทยา มักไม่มีการตรวจสอบข้อสมมุติเกี่ยวกับภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน หรือถ้ามีการตรวจสอบก็มักใช้การทดสอบของเลวีน ทั้งๆ ที่มีวิธีการทดสอบที่เหมาะสมมากมายถึง 6 วิธีเป็นอย่างน้อยดังที่ได้กล่าวไปแล้ว อีกทั้งการทดสอบของเลวีนไม่ใช่การทดสอบที่ดีที่สุด (ดวงพร หัชชะวณิช, 2557) ผลสรุปที่ได้จากการทดสอบนี้อาจขัดแย้งกับความเป็นจริง และระดับนัยสำคัญ (Significance Level) หรือความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of Type I Error) ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ รวมถึงอาจมีกำลังการทดสอบต่ำ อย่างไรก็ตาม คำกล่าวที่ว่า ผลสรุปขัดแย้งกับความจริง ระดับนัยสำคัญไม่เป็นไปตามที่กำหนด และกำลังการทดสอบต่ำนั้นยังขาดการยืนยันในเชิงทฤษฎี ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี จำแนกเป็นตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ 4 วิธี ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี และตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์อีก 2 วิธี ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ด การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจะกระทำภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ทั้งกรณีการแจกแจง จำนวนประชากร

ขนาดตัวอย่าง ความแปรปรวน และระดับนัยสำคัญที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยคาดว่าผลการศึกษาที่ได้จะทำให้ทราบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ได้ทราบว่าวิธีใดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดภายใต้สถานการณ์ต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางให้กับนิสิต คณาจารย์ และบุคคลทั่วไป สำหรับใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ซึ่งจะส่งผลดีต่อการวิจัย การผลิต การพัฒนาครู อาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพสูง สอดคล้อง และรองรับกับแนวทางการพัฒนาประเทศ ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ทั้งกรณีการแจกแจง จำนวนประชากร ขนาดตัวอย่าง ความแปรปรวน และระดับนัยสำคัญที่แตกต่างกัน ตัวสถิติทดสอบทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่

- ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์
- ตัวสถิติทดสอบของเลวีน
- ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์
- ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน
- ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์
- ตัวสถิติทดสอบของมู้ด

2. เพื่อพิจารณาว่าตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี วิธีใดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

3. เพื่อเสนอแนะตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่

- ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์
- ตัวสถิติทดสอบของเลวีน
- ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์
- ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน
- ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์
- ตัวสถิติทดสอบของมู้ด

2. กำหนดการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากรที่ศึกษา 5 การแจกแจง ได้แก่

- การแจกแจงปรกติ
- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = -2, ความโด่ง = 12)
- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = -0.4, ความโด่ง = 2.2)
- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = 2, ความโด่ง = 12)
- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = 0.4, ความโด่ง = 2.2)

3. กำหนดจำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม และศึกษาทั้งกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยแบ่งเป็นตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 และ 4 กลุ่ม

ประชากร	ลักษณะขนาดตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่ม		
		ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
3 กลุ่ม	เท่ากัน	(10, 10, 10)	(30, 30, 30)	(100, 100, 100)
	ไม่เท่ากัน	(4, 7, 10)	(20, 25, 30)	(80, 90, 100)
4 กลุ่ม	เท่ากัน	(10, 10, 10, 10)	(30, 30, 30, 30)	(100, 100, 100, 100)
	ไม่เท่ากัน	(4, 7, 10, 13)	(20, 25, 30, 35)	(80, 90, 100, 110)

4. กำหนดค่าเฉลี่ยประชากรทุกกลุ่มเท่ากัน คือ เท่ากับ 10 และกำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality Parameter: ϕ) ซึ่งเสนอโดย Games, Winkle และ Probert (1972) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\phi = \sqrt{\frac{1}{a\sigma_1^2}\sum_{i=1}^{a}\left(\sigma_i^2 - \bar{\sigma}^2\right)^2} \qquad \text{---------- (1.1)}$$

เมื่อ a แทนจำนวนประชากร

σ_i^2 แทนความแปรปรวนของประชากรที่ i, i = 1, 2, ..., a

σ_1^2 แทนความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำที่สุด นั่นคือ $\sigma_1^2 = \min\left(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \ldots, \sigma_a^2\right)$

$\bar{\sigma}^2$ แทนค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของประชากร a กลุ่ม

Games, Winkle และ Probert (1972) ได้กำหนดค่าความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรไว้ 3 ระดับ คือ

1. $0 < \phi < 1.5$ เรียกว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย
2. $1.5 \leq \phi < 3$ เรียกว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลาง
3. $\phi \geq 3$ เรียกว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันมาก

ซึ่งการศึกษาครั้งนี้กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร

ประชากร	ความแปรปรวน	ความแตกต่างของความแปรปรวน	ϕ
3 กลุ่ม	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.0, \sigma_3^2 = 1.0$	ไม่แตกต่าง	0
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.2, \sigma_3^2 = 1.4$	น้อย ($0 < \phi < 1.5$)	0.1633
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 2.0, \sigma_3^2 = 3.0$		0.8165
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 3.0, \sigma_3^2 = 5.0$	ปานกลาง ($1.5 \leq \phi < 3$)	1.6330
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 7.0$		2.4495
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 5.0, \sigma_3^2 = 9.0$	มาก ($\phi \geq 3$)	3.2660
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 6.0, \sigma_3^2 = 11.0$		4.0825
4 กลุ่ม	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.0, \sigma_3^2 = 1.0, \sigma_4^2 = 1.0$	ไม่แตกต่าง	0
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.2, \sigma_3^2 = 1.4, \sigma_4^2 = 1.6$	น้อย ($0 < \phi < 1.5$)	0.2236
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 2.0, \sigma_3^2 = 3.0, \sigma_4^2 = 4.0$		1.1180
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 3.0, \sigma_3^2 = 5.0, \sigma_4^2 = 7.0$	ปานกลาง ($1.5 \leq \phi < 3$)	2.2361
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 6.0, \sigma_4^2 = 8.0$		2.5860
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 7.0, \sigma_4^2 = 10.0$	มาก ($\phi \geq 3$)	3.3541
	$\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 5.0, \sigma_3^2 = 9.0, \sigma_4^2 = 13.0$		4.4721

เมื่อความแปรปรวนของประชากรมีค่าเท่ากันทุกกลุ่ม $(\phi = 0)$ ใช้สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α) และเมื่อความแปรปรวนของประชากรมีค่าแตกต่างกัน $(\phi > 0)$ ใช้สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ $(1-\beta)$ เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานครั้งนี้ คือ

$H_o: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2$

$H_a: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $i \neq j, i, j = 1, 2, ..., a$

เมื่อ a แทนจำนวนประชากร

ดังนั้นความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 คือ

α = P(ปฏิเสธ H_o เมื่อ $H_o: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2$ เป็นจริง)

= P(ปฏิเสธ H_o เมื่อ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2$)

= P(ปฏิเสธ H_o เมื่อ $\phi = 0$)

และกำลังการทดสอบ คือ

$1-\beta$ = P(ปฏิเสธ H_o เมื่อ $H_o: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2$ เป็นเท็จ)

= P(ปฏิเสธ H_o เมื่อ $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $i \neq j, i, j = 1, 2, ..., a$)

= P(ปฏิเสธ H_o เมื่อ $\phi > 0$)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะจำลองข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SAS รุ่น 9.0 ซึ่งมีจำนวนชุดข้อมูลที่ต้องจำลองทั้งหมด 420 ชุด (5 การแจกแจง x 2 ระดับของจำนวนประชากร คือ 3 และ 4 กลุ่ม x 6 ขนาดตัวอย่าง x 7 ความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร)

5. กำหนดระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05
6. กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ

1.4 นิยามศัพท์

การทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน (Testing Homogeneity of Variance) หมายถึง การทดสอบว่าความแปรปรวนของประชากร a กลุ่มมีความเท่ากันหรือไม่ ดังสมมุติฐานต่อไปนี้

$H_o: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2$

$H_a: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $i \neq j, i, j = 1, 2, ..., a$

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of Type I Error) หมายถึง ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดในการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง เมื่อสมมุติฐานว่างนั้นเป็นจริง เขียนแทนด้วย α นั่นคือ

$$\begin{aligned}\alpha &= P(\text{ปฏิเสธ } H_o \text{ เมื่อ } H_o: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2 \text{ เป็นจริง}) \\ &= P(\text{ปฏิเสธ } H_o \text{ เมื่อ } \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2) \\ &= P(\text{ปฏิเสธ } H_o \text{ เมื่อ } \phi = 0)\end{aligned}$$

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2 (Probability of Type II Error) หมายถึง ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดในการยอมรับสมมุติฐานว่าง เมื่อสมมุติฐานว่างนั้นเป็นเท็จ เขียนแทนด้วย β นั่นคือ

$$\begin{aligned}\beta &= P(\text{ยอมรับ } H_o \text{ เมื่อ } H_o: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2 \text{ เป็นเท็จ}) \\ &= P(\text{ยอมรับ } H_o \text{ เมื่อ } \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \text{ อย่างน้อยหนึ่งค่าของ } i \neq j, i, j = 1, 2, ..., a) \\ &= P(\text{ยอมรับ } H_o \text{ เมื่อ } \phi > 0)\end{aligned}$$

กำลังการทดสอบ (Power of a Test) หมายถึง ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดในการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง เมื่อสมมุติฐานว่างเป็นเท็จ เขียนแทนด้วย $1-\beta$ นั่นคือ

$$\begin{aligned}1-\beta &= P(\text{ปฏิเสธ } H_o \text{ เมื่อ } H_o: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2 \text{ เป็นเท็จ}) \\ &= P(\text{ปฏิเสธ } H_o \text{ เมื่อ } \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \text{ อย่างน้อยหนึ่งค่าของ } i \neq j, i, j = 1, 2, ..., a) \\ &= P(\text{ปฏิเสธ } H_o \text{ เมื่อ } \phi > 0)\end{aligned}$$

การทดสอบอิงพารามิเตอร์ (Parametric Test) หมายถึง การทดสอบสมมุติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสมมุติ เช่น ตัวอย่างได้มาโดยการสุ่ม *และ/หรือ* ข้อมูลเป็นเชิงปริมาณ หรือข้อมูลช่วง หรือข้อมูลอัตราส่วน *และ/หรือ* ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ *และ/หรือ* ข้อมูลมีภาวะความแปรปรวนเท่ากัน ตัวอย่างการทดสอบอิงพารามิเตอร์ เช่น การทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett's Test) การทดสอบของเลวีน (Levene's Test) การทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี (Brown-Forsythe's Test) และการทดสอบของโอบรีน (O'Brien's Test) เป็นต้น

การทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Test) หมายถึง การทดสอบสมมุติฐานที่ไม่ใช้ข้อสมมุติเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร โดยทั่วไปตัวสถิติมักคำนวณจากค่าลำดับที่ เช่น การทดสอบของคล้อทซ์ (Klotz's Test) และการทดสอบของมู้ด (Mood's Test) เป็นต้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ทั้งกรณีการแจกแจง จำนวนประชากร ขนาดตัวอย่าง ความแปรปรวน และระดับนัยสำคัญที่แตกต่างกัน ตัวสถิติทดสอบทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่

- ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์
- ตัวสถิติทดสอบของเลวีน
- ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธี
- ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน
- ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์
- ตัวสถิติทดสอบของมู้ด

2. ได้ทราบว่าตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี วิธีใดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

3. ได้แนวทางให้กับนิสิต คณาจารย์ และบุคคลทั่วไป สำหรับใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

4. ได้ผลการวิจัยสำหรับเผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับชาติ/นานาชาติ โดยคาดว่าจะสามารถตีพิมพ์ได้อย่างน้อย 2 บทความ

1.6 แผนการดำเนินงานของโครงการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการวิจัย คือ 1 ปี โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2560 ถึงวันที่ 31 พฤษภาคม 2561 และมีแผนการดำเนินงานแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 แผนการดำเนินงานของโครงการวิจัย

แผนงานวิจัย	2560							2561				
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. จำลองข้อมูลของประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ด้วยโปรแกรม SAS รุ่น 9.0 ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา												
2. คำนวณค่าของตัวสถิติทดสอบและค่าพี (p-value) ของการทดสอบทั้งหมด 6 วิธีที่ต้องการศึกษา เพื่อเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด สำหรับการตัดสินใจปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมุติฐานว่าง												
3. คำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบทั้งหมด 6 วิธีที่ต้องการศึกษา												
4. สรุปผลและเสนอแนะว่าตัวสถิติทดสอบวิธีใดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ												
5. จัดทำรายงานผลการวิจัย												

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแจกแจงของประชากรที่ต้องการศึกษา

การแจกแจงของประชากรที่ต้องการศึกษามี 5 การแจกแจง ดังนี้

- **การแจกแจงปรกติ** คือ การแจกแจงของตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง Y ที่มีลักษณะสมมาตรรอบค่าเฉลี่ย μ และมีความแปรปรวน σ^2 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ (Coefficient of Skewness) เท่ากับ 0 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง (Coefficient of Kurtosis) เท่ากับ 3 ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function) อยู่ในรูป

$$f(y)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}e^{\frac{-1}{2\sigma^2}(y-\mu)^2},\ -\infty<y<\infty$$

หรืออาจเขียนได้ในรูป $Y\sim N(\mu,\sigma^2)$ สำหรับการแจกแจงปรกติที่มีค่า $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$ จะเรียกว่า การแจกแจงปรกติมาตรฐาน (Standard Normal Distribution)

- **การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ** คือ การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม Y ที่มีค่าเฉลี่ย μ ความแปรปรวน σ^2 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้น้อยกว่า 0 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งมากกว่า 3 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งจะพิจารณาจากอัตราส่วนของโมเมนต์ ดังนั้นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มที่มีลักษณะเบ้ซ้ายและความโด่งสูงกว่าปรกติมีลักษณะดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์ความเบ้}=\frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}}=\frac{\mu_3}{\sigma^3}<0 \text{ และสัมประสิทธิ์ความโด่ง}=\frac{\mu_4}{\mu_2^2}=\frac{\mu_4}{\sigma^4}>3$$

เมื่อ μ_i แทนโมเมนต์ที่ i รอบค่าเฉลี่ย นั่นคือ $\mu_i=E(Y-\mu)^i$ และ $\mu=E(Y)$ ดังนั้นจึงได้

$$\mu_2=E(Y-\mu)^2=\sigma^2$$

- **การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ** คือ การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม Y ที่มีค่าเฉลี่ย μ ความแปรปรวน σ^2 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้น้อยกว่า 0 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งน้อยกว่า 3 ดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์ความเบ้}=\frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}}=\frac{\mu_3}{\sigma^3}<0 \text{ และสัมประสิทธิ์ความโด่ง}=\frac{\mu_4}{\mu_2^2}=\frac{\mu_4}{\sigma^4}<3$$

- **การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ** คือ การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม Y ที่มีค่าเฉลี่ย μ ความแปรปรวน σ^2 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้มากกว่า 0 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งมากกว่า 3 ดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์ความเบ้} = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}} = \frac{\mu_3}{\sigma^3} > 0 \text{ และสัมประสิทธิ์ความโด่ง} = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} = \frac{\mu_4}{\sigma^4} > 3$$

- **การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ** คือ การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม Y ที่มีค่าเฉลี่ย μ ความแปรปรวน σ^2 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้มากกว่า 0 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งน้อยกว่า 3 ดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์ความเบ้} = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}} = \frac{\mu_3}{\sigma^3} > 0 \text{ และสัมประสิทธิ์ความโด่ง} = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} = \frac{\mu_4}{\sigma^4} < 3$$

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับวิธีการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนที่ต้องการศึกษา

วิธีการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนที่ต้องการศึกษามีทั้งหมด 6 วิธี โดยกำหนดสมมุติฐานของการทดสอบ ดังนี้

$H_o : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_a^2$

$H_a : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $i \neq j, i, j = 1, 2, \ldots, a$

รายละเอียดของแต่ละตัวสถิติทดสอบ แสดงดังนี้

- **ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett's Test)** เป็นตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ได้พัฒนามาจากตัวสถิติทดสอบของนิวแมนและเพียร์สัน สำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ซึ่งตัวสถิติทดสอบนี้มีการแจกแจงไคกำลังสอง มีกำลังการทดสอบสูงเมื่อตัวอย่างถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ และมีความไวต่อการแจกแจงประชากรที่ไม่ใช่การแจกแจงปรกติ สูตรในการคำนวณแสดงดังนี้ (วรางคณา เรียนสุทธิ์, 2559)

$$\chi^2 = \frac{(n-a)\ln s_p^2 - \sum_{i=1}^{a}(n_i - 1)\ln s_i^2}{1 + \frac{1}{3(a-1)}\left[\sum_{i=1}^{a}\frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{n-a}\right]}$$

เมื่อ s_i^2 แทนความแปรปรวนของตัวอย่างกลุ่มที่ i, $i = 1, 2, \ldots, a$ นั่นคือ

$$s_i^2 = \frac{1}{n_i - 1}\sum_{j=1}^{n_i}\left(y_{ij} - \bar{y}_{i.}\right)^2$$

s_p^2 แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) นั่นคือ

$$s_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i}\left(y_{ij} - \bar{y}_{i.}\right)^2}{\sum_{i=1}^{a}\left(n_i - 1\right)} = \frac{\sum_{i=1}^{a}\left(n_i - 1\right)s_i^2}{n - a}$$

y_{ij} แทนค่าสังเกตตัวที่ j ของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a และ j = 1, 2, ..., n_i

$\bar{y}_{i.}$ แทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a นั่นคือ $\bar{y}_{i.} = \frac{1}{n_i}\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$

a แทนจำนวนประชากร

n_i แทนขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a

n แทนขนาดตัวอย่างทั้งหมด นั่นคือ $n = \sum_{i=1}^{a} n_i$

จะตัดสินใจปฏิเสธ H_o เมื่อ $\chi^2 > \chi^2_{\alpha,\, a-1}$

- **ตัวสถิติทดสอบของเลวีน (Levene's Test)** เป็นตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์สำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ซึ่งตัวสถิติทดสอบนี้มีการแจกแจงโดยประมาณแบบเอฟ มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยการแทนค่าสังเกตในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแต่ละค่าด้วยค่าสัมบูรณ์ของส่วนเบี่ยงเบนระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ตัวสถิติทดสอบนี้มีความแกร่งเมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติ สูตรในการคำนวณแสดงดังนี้ (วรางคณา เรียนสุทธิ์, 2559)

$$F = \frac{\left[\sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i} - \frac{d_{..}^2}{n}\right] \Big/ (a-1)}{\left[\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i}\right] \Big/ (n-a)}$$

เมื่อ $d_{ij} = \left| y_{ij} - \bar{y}_{i.} \right|$, $d_{i.} = \sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}$ และ $d_{..} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}$

y_{ij} แทนค่าสังเกตตัวที่ j ของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a และ j = 1, 2, ..., n_i

$\bar{y}_{i.}$ แทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a นั่นคือ $\bar{y}_{i.} = \frac{1}{n_i}\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$

a แทนจำนวนประชากร

n_i แทนขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a

n แทนขนาดตัวอย่างทั้งหมด นั่นคือ $n = \sum_{i=1}^{a} n_i$

จะตัดสินใจปฏิเสธ H_o เมื่อ $F > F_{\alpha,\, a-1,\, n-a}$

- **ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์ (Brown-Forsythe's Test)** เป็นตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ได้พัฒนามาจากตัวสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ซึ่งตัวสถิติทดสอบนี้มีการแจกแจงโดยประมาณแบบเอฟ มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยการแทนค่าสังเกตในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแต่ละค่าด้วยค่าสัมบูรณ์ของส่วนเบี่ยงเบนระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่ามัธยฐานของตัวอย่าง ตัวสถิติทดสอบนี้ยังคงมีความแกร่งเมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติ เช่นเดียวกับตัวสถิติทดสอบของเลวีน สูตรในการคำนวณแสดงดังนี้ (วรางคณา เรียนสุทธิ์, 2559)

$$F = \frac{\left[\sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i} - \frac{d_{..}^2}{n}\right] \Big/ (a-1)}{\left[\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i}\right] \Big/ (n-a)}$$

เมื่อ $d_{ij} = \left| y_{ij} - \tilde{y}_{i.} \right|$, $d_{i.} = \sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}$ และ $d_{..} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}$

y_{ij} แทนค่าสังเกตตัวที่ j ของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a และ j = 1, 2, ..., n_i

$\tilde{y}_{i.}$ แทนค่ามัธยฐานของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a

a แทนจำนวนประชากร

n_i แทนขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a

n แทนขนาดตัวอย่างทั้งหมด นั่นคือ $n = \sum_{i=1}^{a} n_i$

จะตัดสินใจปฏิเสธ H_o เมื่อ $F > F_{\alpha, a-1, n-a}$

- **ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน (O'Brien's Test)** เป็นตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์สำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ซึ่งเป็นตัวสถิติทดสอบหนึ่งที่มีกำลังการทดสอบสูง สูตรในการคำนวณแสดงดังนี้ (O'Brien, 1981)

$$F = \frac{\left[\sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i} - \frac{d_{..}^2}{n}\right] \Big/ (a-1)}{\left[\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i}\right] \Big/ (n-a)}$$

เมื่อ $d_{ij} = \dfrac{n_i(w+n_i-2)(y_{ij}-\bar{y}_{i.})^2 - w s_i^2 (n_i-1)}{(n_i-1)(n_i-2)}$, $d_{i.} = \sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}$ และ $d_{..} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}$

w แทน Weight Factor ซึ่ง O'Brien (1981) แนะนำให้ใช้ w = 0.5

ดังนั้นจะได้ $d_{ij} = \dfrac{n_i(n_i-1.5)(y_{ij}-\bar{y}_{i.})^2 - 0.5 s_i^2 (n_i-1)}{(n_i-1)(n_i-2)}$

s_i^2 แทนความแปรปรวนของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a นั่นคือ

$$s_i^2 = \frac{1}{n_i - 1}\sum_{j=1}^{n_i}\left(y_{ij} - \bar{y}_{i.}\right)^2$$

y_{ij} แทนค่าสังเกตตัวที่ j ของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a และ j = 1, 2, ..., n_i

$\bar{y}_{i.}$ แทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a นั่นคือ $\bar{y}_{i.} = \frac{1}{n_i}\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$

a แทนจำนวนประชากร

n_i แทนขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a

n แทนขนาดตัวอย่างทั้งหมด นั่นคือ $n = \sum_{i=1}^{a} n_i$

จะตัดสินใจปฏิเสธ H_o เมื่อ $F > F_{\alpha,\, a-1,\, n-a}$

- **ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ (Klotz's Test)** เป็นตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน สูตรในการคำนวณแสดงดังนี้ (SAS Help, 2016)

$$\chi^2 = \frac{1}{s^2}\sum_{i=1}^{a}\frac{\left(A_{i.} - n_i\bar{A}\right)^2}{n_i}$$

เมื่อ A_{ij} แทนคะแนนคล้อทซ์ (Klotz Score) มีค่าเท่ากับ $\left[\Phi^{-1}\left(\frac{R\left(y_{ij}\right)}{n+1}\right)\right]^2$

y_{ij} แทนค่าสังเกตตัวที่ j ของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a และ j = 1, 2, ..., n_i

$R\left(y_{ij}\right)$ แทนลำดับที่ของ y_{ij} ซึ่งได้จากการเรียงลำดับค่าสังเกตจากตัวอย่างทุกกลุ่มปนกันจากน้อยไปมาก

Φ^{-1} แทนฟังก์ชันควอนไทล์ปรกติ (Normal Quantile Function)

เช่น $\Phi(0) = P(Z < 0) = 0.5$ ดังนั้น $\Phi^{-1}(0.5) = 0$

$A_{i.}$ แทนผลรวมของคะแนนคล้อทซ์จากตัวอย่างกลุ่มที่ i นั่นคือ $A_{i.} = \sum_{j=1}^{n_i} A_{ij}$, i = 1, 2, ..., a

$\bar{A}$ แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนคล้อทซ์ทั้งหมด นั่นคือ $\bar{A} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} A_{ij}$

s^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนคล้อทซ์ทั้งหมด นั่นคือ $s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i}\left(A_{ij} - \bar{A}\right)^2$

a แทนจำนวนประชากร

n_i แทนขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a

n แทนขนาดตัวอย่างทั้งหมด นั่นคือ $n = \sum_{i=1}^{a} n_i$

จะตัดสินใจปฏิเสธ H_o เมื่อ $\chi^2 > \chi^2_{\alpha, a-1}$

- **ตัวสถิติทดสอบของมู้ด (Mood's Test)** เป็นตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน มีสูตรในการคำนวณเช่นเดียวกับตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ แต่แตกต่างกันที่ค่า A_{ij} หรือคะแนนมู้ด ดังนี้ (SAS Help, 2016)

$$\chi^2 = \frac{1}{s^2}\sum_{i=1}^{a}\frac{\left(A_{i.} - n_i\bar{A}\right)^2}{n_i}$$

เมื่อ A_{ij} แทนคะแนนมู้ด (Mood Score) มีค่าเท่ากับ $\left[R\left(y_{ij}\right) - \frac{n+1}{2}\right]^2$

y_{ij} แทนค่าสังเกตตัวที่ j ของตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a และ j = 1, 2, ..., n_i

$R\left(y_{ij}\right)$ แทนลำดับที่ของ y_{ij} ซึ่งได้จากการเรียงลำดับค่าสังเกตจากตัวอย่างทุกกลุ่มปนกันจากน้อยไปมาก

$A_{i.}$ แทนผลรวมของคะแนนมู้ดจากตัวอย่างกลุ่มที่ i นั่นคือ $A_{i.} = \sum_{j=1}^{n_i} A_{ij}$, i = 1, 2, ..., a

$\bar{A}$ แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนมู้ดทั้งหมด นั่นคือ $\bar{A} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} A_{ij}$

s^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนมู้ดทั้งหมด นั่นคือ $s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i}\left(A_{ij} - \bar{A}\right)^2$

a แทนจำนวนประชากร

n_i แทนขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i, i = 1, 2, ..., a

n แทนขนาดตัวอย่างทั้งหมด นั่นคือ $n = \sum_{i=1}^{a} n_i$

จะตัดสินใจปฏิเสธ H_o เมื่อ $\chi^2 > \chi^2_{\alpha, a-1}$

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เยาวภา ไชยศรี (2542) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน และตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง (Exponential Distribution) และการแจกแจงไวบูล (Weibull Distribution) โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรมภาษาฟอร์แทรน (Fortran) กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติและการแจกแจงไวบูล ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังและขนาดตัวอย่างเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

3. กำลังการทดสอบขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร ลักษณะการแจกแจงของประชากร ขนาดตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญที่ศึกษา

วลัยพร ชื่นธีระวงศ์ (2544) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปรของค่าเฉลี่ยโดยใช้ลำดับที่ (Analysis of Means Variability Using Ranks: ANOMVR) และตัวสถิติทดสอบการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปรของค่าเฉลี่ยโดยใช้การแปลงลำดับที่ (Analysis of Means Variability Using Transformed Ranks: ANOMVTR) สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแบบเลขชี้กำลังคู่ (Double Exponential Distribution) การแจกแจงลอจิสติก (Logistic Distribution) และการแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution) โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.05 และ 0.1 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม MINITAB กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 100 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากร 3 กลุ่มที่มีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ แต่ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนและ

ตัวสถิติทดสอบ ANOMVTR สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เพียงบางสถานการณ์ กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR มีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ และเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ

2. กรณีประชากร 3 กลุ่มที่มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังคู่และการแจกแจงลอจิสติก ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ แต่ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR และตัวสถิติทดสอบ ANOMVTR สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เพียงบางสถานการณ์ กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR มีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ และเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ ANOMVTR มีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ

3. กรณีประชากร 4 กลุ่มที่มีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR และตัวสถิติทดสอบ ANOMVTR สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ แต่ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เพียงบางสถานการณ์ กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR มีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ

4. กรณีประชากร 4 กลุ่มที่มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังคู่และการแจกแจงลอจิสติก ตัวสถิติทดสอบ ANOMVTR สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีกว่าตัวสถิติทดสอบของโอบรีนและตัวสถิติทดสอบ ANOMVR กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR มีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ และเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ ANOMVTR มีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ

5. กรณีประชากร 3 และ 4 กลุ่มที่มีการแจกแจงแกมมา มีเพียงตัวสถิติทดสอบของโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

6. กรณีความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกันมากๆ กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะสูงใกล้เคียงกัน

7. กรณีตัวอย่างขนาดใหญ่ กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีค่าเกือบเท่ากับ 1

ธนัท พรสวัสดิ์ (2545) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบถ่วงน้ำหนัก (Levene's Weighted Least Squares Test) และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR และตัวสถิติทดสอบของจีนี่ (Gini's Test) สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงลอจิสติก และการแจกแจงไวบูล โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.05 และ 0.1 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม MINITAB กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 100 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติและการแจกแจงลอจิสติก ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงแกมมาและการแจกแจงไวบูล ตัวสถิติทดสอบของจีนี่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ แต่ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR และตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบถ่วงน้ำหนักสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เพียงบางสถานการณ์

3. กรณีตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ ANOMVR มีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ ทั้งกรณีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงลอจิสติก และการแจกแจงไวบูล

4. กรณีตัวอย่างขนาดกลาง ตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบถ่วงน้ำหนักและตัวสถิติทดสอบของจีนี่มีกำลังการทดสอบสูงใกล้เคียงกันเมื่อการแจกแจงของประชากรเป็นการแจกแจงปรกติและการแจกแจงลอจิสติก สำหรับการแจกแจงแกมมาและการแจกแจงไวบูล ตัวสถิติทดสอบของจีนี่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

5. กรณีตัวอย่างขนาดใหญ่ ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี มีกำลังการทดสอบสูงใกล้เคียงกัน

6. กรณีความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกันมากและตัวอย่างขนาดใหญ่ กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธีมีกำลังการทดสอบสูง

พรรษณพร จันทร์ดี (2549) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 5 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคกำลังสอง (Layard Chi-Squared Test) ตัวสถิติทดสอบของบ็อกซ์ (Box's Test) และตัวสถิติทดสอบของ

แจ็คไนฟ์ (Jackknife's Test) สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงที (t Distribution) การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงไวบูล โดยพิจารณาเฉพาะกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม MATLAB กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 3,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติและการแจกแจงที ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีความแกร่งและมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสองและการแจกแจงไวบูล ซึ่งเป็นลักษณะการแจกแจงเบ้ขวา ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคกำลังสองมีความแกร่งและมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

สมประสงค์ สิทธิสมบัติ (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3 และ 5 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลห์แมน (Lehmann's Test) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงลอจิสติก และการแจกแจงล็อกนอร์มอล โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม MATLAB กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีตัวอย่างขนาดเล็กที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบของเลห์แมนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สำหรับกรณีตัวอย่างขนาดใหญ่ ตัวสถิติทดสอบของเลห์แมนจะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ในกรณีที่ความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรอยู่ในระดับน้อย ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนจะมีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงลอจิสติกและการแจกแจงล็อกนอร์มอล ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลห์แมนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และกรณีประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอลที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้น้อย แต่จะมีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบของโอบรีนในกรณีที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

ว.บ 00203

3. ตัวสถิติทดสอบจะมีกำลังการทดสอบสูงเมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ และกำลังการทดสอบจะแปรผันตรงกับระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร ขนาดตัวอย่าง และจำนวนประชากร

ปิยวรรณ ถือแก้ว (2552) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 4 และ 5 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบทีสาม (T_3 Test) ตัวสถิติทดสอบของเนย์แมน-เพียร์สัน ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคกำลังสอง ตัวสถิติทดสอบของเลวีน และตัวสถิติทดสอบของโอบรีน สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแบบเลขชี้กำลังคู่ การแจกแจงปรกติแบบไม่สมมาตร และการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังคู่แบบไม่สมมาตร โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม SAS กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบทีสามสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังคู่และขนาดตัวอย่างเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคกำลังสองสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด แต่ถ้าขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติแบบไม่สมมาตรและการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังคู่แบบไม่สมมาตร ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ธนพนัง ราโชกาญจน์ (2553) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 2 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบบูตสแตรป-ที (Bootstrap-t Test) ตัวสถิติทดสอบเปอร์เซ็นต์ไทล์ บูตสแตรป (Percentile Bootstrap Test) ตัวสถิติทดสอบบีซี บูตสแตรป (BC Bootstrap Test) และตัวสถิติทดสอบบีซีเอ บูตสแตรป (BCa Bootstrap Test) สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงที การแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง และการแจกแจงบีตา (Beta Distribution) โดยพิจารณาเฉพาะกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากร

แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01, 0.05 และ 0.1 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม R กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 และ 2,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบเปอร์เซ็นต์ไทล์ บูตสแตรปสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงที ตัวสถิติทดสอบบีซี บูตสแตรปสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3. กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังและการแจกแจงบีตา ตัวสถิติทดสอบบีซีเอ บูตสแตรปสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ศรีวนา ศรีสมบูรณ์ (2553) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบทีสาม ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงที การแจกแจงล็อกนอร์มอล และการแจกแจงไคกำลังสอง โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม SAS กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงที การแจกแจงล็อกนอร์มอล และการแจกแจงไคกำลังสอง ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3. กำลังการทดสอบขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่างและความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร

อาณัติ แสงสว่าง (2556) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบ ANOMV ตัวสถิติทดสอบ ANOMVTR และตัวสถิติทดสอบของจีนี่ สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงลอจิสติก และการแจกแจงไวบูล โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม MATLAB กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติและการแจกแจงไวบูล ตัวสถิติทดสอบของจีนี่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี เนื่องจากสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีทั้ง 2 วิธี และมีกำลังการทดสอบสูงใกล้เคียงกัน

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงลอจิสติก ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีมีประสิทธิภาพสูงกว่าตัวสถิติทดสอบของจีนี่และตัวสถิติทดสอบ ANOMV เนื่องจากสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีกว่า และมีกำลังการทดสอบสูงเมื่อตัวอย่างมีขนาดกลางและขนาดใหญ่

3. กรณีระดับนัยสำคัญ จำนวนประชากร และขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบ ANOMV และตัวสถิติทดสอบของจีนี่มีแนวโน้มให้ค่ากำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น และเมื่อความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรเพิ่มขึ้น กรณีตัวอย่างขนาดกลางและตัวอย่างขนาดใหญ่ ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธีมีแนวโน้มให้ค่ากำลังการทดสอบเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ดวงพร หัชชะวณิช (2557) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 4 และ 5 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของบ็อกซ์-แอนเดอสัน (Box-Andersen's Test) ตัวสถิติทดสอบของแจ็คไนฟ์ ตัวสถิติทดสอบ Z-Variance ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบ Overall-Woodward Modified Z-Variance สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงที การแจกแจงเอกรูป (Uniform Distribution) การแจกแจงไคกำลังสอง การแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง และการแจกแจงที่มีความเบ้ต่ำ (ค่าความเบ้ไม่เกิน 1) โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.05

จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม R กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 10,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. ตัวสถิติทดสอบของเลวีนไม่ใช่ตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด แต่ยังมีตัวสถิติทดสอบอื่นๆ ที่ให้ผลการทดสอบดีกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของข้อมูล

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของบ็อกซ์-แอนเดอสัน และตัวสถิติทดสอบ Z-Variance เป็นตัวสถิติทดสอบที่ดี เพราะไม่ว่าตัวอย่างขนาดเล็กหรือตัวอย่างขนาดใหญ่ก็มีกำลังการทดสอบสูง

3. กรณีประชากรมีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงที่มีความเบ้ต่ำ ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมา คือ ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตามลำดับ

อัชฌา อระวีพร และคณะ (2559) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 2 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ และตัวสถิติทดสอบของเลวีน สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติและการแจกแจงแกมมา โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01, 0.05 และ 0.1 จำลองข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม R กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 5,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่า

1. กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกสถานการณ์ เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบ ตัวสถิติทดสอบเอฟมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน และตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ (5, 5) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.1

2. กรณีประชากรมีการแจกแจงแกมมา ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เพียงบางสถานการณ์ เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบ ตัวสถิติทดสอบเอฟมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 และตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ (30, 30), (20, 25) และ (30, 35) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Brown และ Forsythe (1974) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 2 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบของแจ็คไนฟ์ ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคกำลังสอง ตัวสถิติทดสอบของเลวีน และตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงที และการแจกแจงไคกำลังสอง โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนประชากรแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีความแกร่งสำหรับการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปรกติ ส่วนตัวสถิติทดสอบของแจ็คไนฟ์และตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคกำลังสองมีกำลังการทดสอบน้อยเมื่อประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปรกติ

Conover, Johnson และ Johnson (1981) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวสถิติทดสอบทั้งหมดที่ศึกษามี 56 วิธี มีทั้งตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบสมมาตรและการแจกแจงแบบไม่สมมาตร สำหรับการแจกแจงแบบสมมาตรที่ศึกษา ได้แก่ การแจกแจงเอกรูป การแจกแจงปรกติ และการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังคู่ ส่วนการแจกแจงแบบไม่สมมาตรได้จากการนำการแจกแจงแบบสมมาตรมายกกำลังสอง ผลการศึกษาพบว่า ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของค็อกแครน (Cochran's Test) และตัวสถิติทดสอบของฮาร์ตเลย์ (Hartley's Test) ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไม่สมมาตรและการแจกแจงแบบหางหนา ส่วนตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ เช่น ตัวสถิติทดสอบของมู้ด ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบ F-A-B จะให้อัตราการเกิดความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ไม่คงที่ ในกรณีไม่ทราบค่าเฉลี่ยของประชากร จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ตัวสถิติทดสอบ 3 วิธีที่มีความแกร่งและมีกำลังการทดสอบสูง คือ ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบ F-K: med χ^2 และตัวสถิติทดสอบ F-K: med F

Wludyka และ Nelson (1997) ได้เสนอวิธีการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนโดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย หรือ Analysis of Mean for Variances (ANOMV) เป็นวิธีการทดสอบที่ใช้ได้ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และประชากรมีการแจกแจงปรกติ หลักการคือแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปผลต่างกำลังสองระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง นำค่าที่แปลงแล้วไปคำนวณหาค่าความแปรปรวนของตัวอย่างแต่ละกลุ่มและความแปรปรวนเฉลี่ยรวมทุก

กลุ่ม สำหรับเกณฑ์การตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐานว่าง จะพิจารณาความแปรปรวนของตัวอย่างแต่ละกลุ่มกับช่วงขอบเขตบนและขอบเขตล่าง ถ้าความแปรปรวนของตัวอย่างอย่างน้อย 1 กลุ่มอยู่นอกขอบเขตดังกล่าว จะปฏิเสธสมมุติฐานว่าง ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบ ANOMV กับตัวสถิติทดสอบอื่นๆ ภายใต้การแจกแจงของประชากรที่เป็นการแจกแจงปรกติ พบว่า อัตราการเกิดความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ ANOMV มีค่าใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ อัตราการปฏิเสธสมมุติฐานว่างจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวอย่างเพิ่มขึ้น และจะมีค่าใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้มากขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น นั่นคือ ตัวสถิติทดสอบ ANOMV เป็นตัวสถิติทดสอบที่จะปฏิเสธสมมุติฐานว่างน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก และเป็นตัวสถิติทดสอบที่จะปฏิเสธสมมุติฐานว่างมากกว่าที่ควรจะเป็นเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่

Bhat, Badade และ Aruna Rao (2002) ได้เสนอวิธีการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน โดยใช้ความแตกต่างเฉลี่ยของจีนี่ (Gini's Mean Difference) ซึ่งเป็นค่าวัดการกระจายของข้อมูลในกลุ่มเดียวกัน โดยนำตัวสถิติทดสอบของจีนี่ (T_G) ไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ (T_B) และตัวสถิติทดสอบของเลวีน (T_L) สำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร 4 และ 8 กลุ่ม สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงลาปลาซ (Laplace Distribution) การแจกแจงลอจิสติก และการแจกแจงล็อกนอร์มอล กำหนดขนาดตัวอย่างแต่ละกลุ่มเท่ากับ 5, 10 และ 20 ผลการศึกษาพบว่าตัวสถิติทดสอบของจีนี่มีประสิทธิภาพมากกว่าตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีน เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงลาปลาซ และการแจกแจงลอจิสติก สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง แต่เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล ผลลัพธ์จะแตกต่างอย่างมากกับการแจกแจงอื่นๆ อาจเป็นไปได้ที่จะมีปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย และอาจจะทดสอบได้ดีเมื่อคำนวณจากส่วนกลับของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี $\left(\frac{1}{T_B}, \frac{1}{T_L} \text{ และ } \frac{1}{T_G}\right)$

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย แสดงดังนี้

1. จำลองข้อมูลของประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ด้วยโปรแกรม SAS รุ่น 9.0 กำหนดการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากรที่ศึกษา 5 การแจกแจง ได้แก่

- การแจกแจงปรกติ โดยใช้คำสั่ง rand('normal', 0, 1)
- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = -2, ความโด่ง = 12)
- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = -0.4, ความโด่ง = 2.2)
- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = 2, ความโด่ง = 12)
- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = 0.4, ความโด่ง = 2.2)

สำหรับการจำลองข้อมูลที่มีลักษณะไม่สมมาตร (เบ้ซ้าย เบ้ขวา ความโด่งสูงกว่าปรกติ และความโด่งต่ำกว่าปรกติ) จะเริ่มต้นจากการจำลองข้อมูลที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง (0, 1) โดยใช้คำสั่ง rand('uniform') แล้วแปลงข้อมูลตามวิธีการของ Ramberg และคณะ (Ramberg *et al.*, 1979) ซึ่งสร้างตัวแปรสุ่ม X ที่ขึ้นอยู่กับความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) ดังนี้

$$X = \lambda_1 + \frac{U^{\lambda_3} - (1-U)^{\lambda_4}}{\lambda_2} \qquad \text{---------- (3.1)}$$

เมื่อ U แทนตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง (0, 1)

λ_1 แทนพารามิเตอร์ตำแหน่ง (Location Parameter)

λ_2 แทนพารามิเตอร์มาตราส่วน (Scale Parameter)

λ_3, λ_4 แทนพารามิเตอร์รูปร่าง (Shape Parameter)

ค่าของพารามิเตอร์ λ_1, λ_2, λ_3 และ λ_4 ได้จากตารางที่ 1 หน้า 205 หรือตารางที่ 4 หน้า 210 – 214 ในบทความของ Ramberg และคณะ (Ramberg *et al.*, 1979) โดยค่าของพารามิเตอร์ทั้ง 4 ตัวจะให้ข้อมูลที่มีการแจกแจงเบ้ขวา สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงเบ้ซ้ายให้สลับค่าของ λ_3 และ λ_4 และปรับเครื่องหมายของ λ_1 เป็นตรงข้าม ดังนั้นถ้าต้องการข้อมูลที่มีการแจกแจงตามที่กำหนดต้องมีค่าของพารามิเตอร์ λ_1, λ_2, λ_3 และ λ_4 ดังนี้

- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = -2, ความโด่ง = 12)

$\lambda_1 = 0.579$, $\lambda_2 = -0.1423$, $\lambda_3 = -0.0995$ และ $\lambda_4 = -0.0273$

- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = -0.4, ความโด่ง = 2.2)

$\lambda_1 = 1.354,\ \lambda_2 = 0.2582,\ \lambda_3 = 0.5683$ และ $\lambda_4 = 0.0129$

- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = 2, ความโด่ง = 12)

$\lambda_1 = -0.579,\ \lambda_2 = -0.1423,\ \lambda_3 = -0.0273$ และ $\lambda_4 = -0.0995$

- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = 0.4, ความโด่ง = 2.2)

$\lambda_1 = -1.354,\ \lambda_2 = 0.2582,\ \lambda_3 = 0.0129$ และ $\lambda_4 = 0.5683$

กำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ทั้งตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังตารางที่ 1.1 ในบทที่ 1 กำหนดค่าเฉลี่ยประชากรทุกกลุ่มเท่ากัน คือ เท่ากับ 10 และกำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) ซึ่งเสนอโดย Games, Winkle และ Probert (1972) ดังตารางที่ 1.2 ในบทที่ 1 ทำการแปลงข้อมูลแต่ละประชากรให้มีความแปรปรวนตามที่กำหนด โดยใช้สูตร

$$Y = \mu + \sigma X \qquad \text{---------- (3.2)}$$

เมื่อ X แทนแปรสุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1

Y แทนแปรสุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ (การศึกษาครั้งนี้กำหนด $\mu = 10$) และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

2. คำนวณค่าของตัวสถิติทดสอบ (Test Statistics) และค่าพี (p-value) ของการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ด เพื่อเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.01 และ 0.05) โดยถ้าค่าพีน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ จะตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (ปฏิเสธ H_o) และถ้าค่าพีมากกว่าระดับนัยสำคัญ จะตัดสินใจไม่ปฏิเสธสมมุติฐานว่าง

3. คำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี โดยการนับจำนวนครั้งที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่าง นำมาหารด้วยจำนวนรอบของการทำซ้ำ ซึ่งคือ 1,000 รอบ ดังนี้

- กรณีความแปรปรวนของประชากรไม่แตกต่างกัน $(\phi = 0)$ จะได้ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 นั่นคือ

$$\alpha = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตัดสินใจปฏิเสธ } H_o \text{ เมื่อ } \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_a^2}{1{,}000} \qquad \text{---------- (3.3)}$$

นำค่า α ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การทดสอบทวินาม (จริยา เสกสรรค์, 2551) ดังนี้

- กรณีระดับนัยสำคัญเท่ากับ $\alpha_0 = 0.01$ จะกล่าวว่าตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อค่า α ที่คำนวณได้จากสมการที่ (3.3) อยู่ในช่วง

$$\alpha_0 - Z_{0.01/2}\sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n}} < \alpha < \alpha_0 + Z_{0.01/2}\sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n}} \quad \text{---------- (3.4)}$$

แทนค่า α_0 ที่กำหนด คือ 0.01, $Z_{0.01/2} = Z_{0.005} = 2.576$, n แทนจำนวนรอบของการทำซ้ำ = 1,000 จะได้

$$0.01 - 2.576\sqrt{\frac{(0.01)(0.99)}{1,000}} < \alpha < 0.01 + 2.576\sqrt{\frac{(0.01)(0.99)}{1,000}}$$

$$0.0019 < \alpha < 0.0181$$

- กรณีระดับนัยสำคัญเท่ากับ $\alpha_0 = 0.05$ จะกล่าวว่าตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อค่า α ที่คำนวณได้จากสมการที่ (3.3) อยู่ในช่วงที่ (3.4) เมื่อแทนค่า α_0 ที่กำหนด คือ 0.05, $Z_{0.05/2} = Z_{0.025} = 1.96$, n แทนจำนวนรอบของการทำซ้ำ = 1,000 จะได้

$$0.05 - 1.96\sqrt{\frac{(0.05)(0.95)}{1,000}} < \alpha < 0.05 + 1.96\sqrt{\frac{(0.05)(0.95)}{1,000}}$$

$$0.0365 < \alpha < 0.0635$$

- กรณีความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกัน $(\phi > 0)$ จะได้กำลังการทดสอบ นั่นคือ

$$1-\beta = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตัดสินใจปฏิเสธ } H_o \text{ เมื่อ } \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \text{ อย่างน้อยหนึ่งค่าของ } i \neq j}{\text{---------- (3.5)}}$$

4. สรุปผลและเสนอแนะว่าตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี วิธีใดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ทั้งกรณีการแจกแจง จำนวนประชากร ขนาดตัวอย่าง ความแปรปรวน และระดับนัยสำคัญที่แตกต่างกัน

5. จัดทำรายงานผลการวิจัย

บทที่ 4

ผลการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ตัวอย่างการตรวจสอบข้อสมมุติของข้อมูลจำลอง

จากการจำลองข้อมูลชุดที่ 1 ของรูปแบบการจำลองข้อมูลในภาคผนวก ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงปรกติ จำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็ก $(n_1, n_2, n_3) = (10, 10, 10)$ ค่าเฉลี่ยประชากร คือ $(\mu_1, \mu_2, \mu_3) = (10, 10, 10)$ และความแปรปรวนประชากร คือ $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2) = (1, 1, 1)$ หรือความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร $(\phi) = 0$ แสดงข้อมูลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลจำลองชุดที่ 1

j	y_{1j}	y_{2j}	y_{3j}
1	9.217596129	9.802094745	9.736811646
2	8.479904628	9.868476033	10.63355101
3	10.84507931	12.02091738	10.54203163
4	10.59848709	11.5133696	9.665812858
5	7.875321411	9.694576929	10.44373427
6	10.11815664	9.7965999	9.814296101
7	10.0741979	11.32173896	9.773996982
8	11.08604287	10.54659785	7.938321189
9	9.305905827	8.962016364	11.44575423
10	10.37752079	8.764774936	9.065544362
ค่าเฉลี่ย $(\bar{y}_{i.})$	**9.7978212599**	**10.2291162697**	**9.9059854292**
ค่ามัธยฐาน $(\tilde{y}_{i.})$	**10.09617727**	**9.835285389**	**9.794146542**
ความแปรปรวน (s_i^2)	**1.1026591534**	**1.1877251032**	**0.9204602787**

การตรวจสอบข้อสมมุติของข้อมูลจำลองชุดที่ 1 (ynormal.yset1_gp1) ว่าข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน $(\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2)$ หรือไม่ โดยการเขียนโปรแกรม SAS แสดงชุดคำสั่งดังรูปที่ 4.1

```
proc univariate data = ynormal.yset1_gp1 normaltest;
var y1 y2 y3;
histogram y1 y2 y3;
run;

proc iml;
use ynormal.yset1_gp1; read all var {y1} into y1;
use ynormal.yset1_gp1; read all var {y2} into y2;
use ynormal.yset1_gp1; read all var {y3} into y3;
y = y1//y2//y3;
gp1 = J(10, 1, 1); /*J(row, col, value)*/ /*n1 = 10*/
gp2 = J(10, 1, 2); /*J(row, col, value)*/ /*n2 = 10*/
gp3 = J(10, 1, 3); /*J(row, col, value)*/ /*n3 = 10*/
gp = gp1 // gp2 // gp3;
test = gp || y;
varnames = {'gp''y'};
create test from test [colname = varnames];
append from test;
quit;

/*1)Bartlett test*/
/*2)Levene test*/
/*3)Brown-Forsythe test*/
/*4)O'Brien test*/
proc glm data = test;
class gp;
model y = gp;
means gp /  hovtest = bartlett
            hovtest = levene (type = abs)
            hovtest = bf
            hovtest = obrien;
run;

/*5)Klotz test*/
proc npar1way data = test klotz;
class gp;
var y;
output out = pvalueKlotz_gp1;
run;

/*6)Mood test*/
proc npar1way data = test mood;
class gp;
var y;
output out = pvalueMood_gp1;
run;
```

รูปที่ 4.1 ชุดคำสั่งของการตรวจสอบการแจกแจงปรกติและความแปรปรวนเท่ากัน

ผลการตรวจสอบการแจกแจงปรกติของข้อมูลจำลองชุดที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.2, 4.3 และ 4.4

The UNIVARIATE Procedure
Variable: **y1**

Moments

N	10	Sum Weights	10
Mean	9.79782126	Sum Observations	97.9782126
Std Deviation	1.05007578	Variance	1.10265915
Skewness	-0.6789932	Kurtosis	-0.5074916
Uncorrected SS	969.896947	Corrected SS	9.92393238
Coeff Variation	10.7174417	Std Error Mean	0.33206312

Tests for Normality

Test	--Statistic---		-----p Value------	
Shapiro-Wilk	W	0.937042	Pr < W	0.5206
Kolmogorov-Smirnov	D	0.203801	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.049686	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.298598	Pr > A-Sq	>0.2500

รูปที่ 4.2 ผลการตรวจสอบการแจกแจงปรกติของ y_1

The UNIVARIATE Procedure
Variable: **y2**

Moments

N	10	Sum Weights	10
Mean	10.2291163	Sum Observations	102.291163
Std Deviation	1.08982802	Variance	1.1877251
Skewness	0.39425928	Kurtosis	-0.9656178
Uncorrected SS	1057.03772	Corrected SS	10.6895259
Coeff Variation	10.6541757	Std Error Mean	0.34463388

Tests for Normality

Test	--Statistic---		-----p Value------	
Shapiro-Wilk	W	0.928805	Pr < W	0.4362
Kolmogorov-Smirnov	D	0.229646	Pr > D	0.1379
Cramer-von Mises	W-Sq	0.067915	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.371196	Pr > A-Sq	>0.2500

รูปที่ 4.3 ผลการตรวจสอบการแจกแจงปรกติของ y_2

The UNIVARIATE Procedure
Variable: **y3**

Moments

N	10	Sum Weights	10
Mean	9.90598543	Sum Observations	99.0598543
Std Deviation	0.95940621	Variance	0.92046028
Skewness	-0.5952923	Kurtosis	1.23580592
Uncorrected SS	989.569616	Corrected SS	8.28414251
Coeff Variation	9.68511632	Std Error Mean	0.30339088

Tests for Normality

Test	--Statistic---		-----p Value------	
Shapiro-Wilk	W	0.949315	Pr < W	0.6604
Kolmogorov-Smirnov	D	0.201164	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.057321	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.332398	Pr > A-Sq	>0.2500

รูปที่ 4.4 ผลการตรวจสอบการแจกแจงปรกติของ y_3

จากรูปที่ 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่า ตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว คือ Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises และ Anderson-Darling มีค่าพี (p-value) มากกว่าระดับนัยสำคัญทั้งระดับ 0.01 และ 0.05 หมายความว่า y_1, y_2 และ y_3 มีการแจกแจงปรกติ

ผลการตรวจสอบความแปรปรวนเท่ากันของข้อมูลจำลองชุดที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.5

The GLM Procedure

Levene's Test for Homogeneity of y Variance
ANOVA of Absolute Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	**Pr > F**
gp	2	0.2509	0.1254	0.39	**0.6804**
Error	27	8.6715	0.3212		

O'Brien's Test for Homogeneity of y Variance
ANOVA of O'Brien's Spread Variable, W = 0.5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	**Pr > F**
gp	2	0.3729	0.1864	0.10	**0.9065**
Error	27	51.0886	1.8922		

Brown and Forsythe's Test for Homogeneity of y Variance
ANOVA of Absolute Deviations from Group Medians

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	**Pr > F**
gp	2	0.1443	0.0721	0.14	**0.8677**
Error	27	13.6521	0.5056		

Bartlett's Test for Homogeneity of y Variance

Source	DF	Chi-Square	**Pr > ChiSq**
gp	2	0.1448	**0.9302**

The NPAR1WAY Procedure

Klotz Scores for Variable y
Classified by Variable gp

gp	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
1	10	8.382570	8.134433	2.513129	0.838257
2	10	9.833190	8.134433	2.513129	0.983319
3	10	6.187541	8.134433	2.513129	0.618754

Klotz One-Way Analysis

Chi-Square	0.7112
DF	2
Pr > Chi-Square	**0.7008**

รูปที่ 4.5 ผลการตรวจสอบความแปรปรวนเท่ากัน

The NPAR1WAY Procedure

Mood Scores for Variable y
Classified by Variable gp

gp	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
1	10	772.50	749.166667	175.676470	77.250
2	10	848.50	749.166667	175.676470	84.850
3	10	626.50	749.166667	175.676470	62.650

Mood One-Way Analysis

Chi-Square	0.5499
DF	2
Pr > Chi-Square	**0.7596**

รูปที่ 4.5 (ต่อ)

จากรูปที่ 4.5 พบว่า ทั้งการทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett's Test) การทดสอบของเลวีน (Levene's Test) การทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี (Brown and Forsythe's Test) การทดสอบของโอบรีน (O'Brien's Test) การทดสอบของคล้อทซ์ (Klotz's Test) และการทดสอบของมู้ด (Mood's Test) มีค่าพีมากกว่าระดับนัยสำคัญทั้งระดับ 0.01 และ 0.05 หมายความว่า y_1, y_2 และ y_3 มีความแปรปรวนเท่ากัน

4.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าพี (p-value)

จากข้อมูลจำลองชุดที่ 1 ที่มีการแจกแจงปรกติ จำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็ก $(n_1, n_2, n_3) = (10, 10, 10)$ ค่าเฉลี่ยประชากร คือ $(\mu_1, \mu_2, \mu_3) = (10, 10, 10)$ และความแปรปรวนประชากร คือ $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2) = (1, 1, 1)$ หรือความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร $(\phi) = 0$ สามารถคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ การทดสอบของบาร์ตเลตต์ การทดสอบของเลวีน การทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี การทดสอบของโอบรีน การทดสอบของคล้อทซ์ และการทดสอบของมู้ด ได้ดังนี้

สมมุติฐาน

$H_o : \sigma_i^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$

$H_a : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $i \neq j, i, j = 1, 2, 3$

การทดสอบของบาร์ตเลตต์

$$s_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i}\left(y_{ij}-\bar{y}_{i.}\right)^2}{\sum_{i=1}^{a}\left(n_i-1\right)} = \frac{\sum_{i=1}^{a}\left(n_i-1\right)s_i^2}{n-a}$$

$$= \frac{\left(9\times 1.1026591534\right)+\left(9\times 1.1877251032\right)+\left(9\times 0.9204602787\right)}{27}$$

$$= 1.070281512$$

$$\chi^2 = \frac{\left(n-a\right)\ln s_p^2 - \sum_{i=1}^{a}\left(n_i-1\right)\ln s_i^2}{1+\frac{1}{3\left(a-1\right)}\left[\sum_{i=1}^{a}\frac{1}{n_i-1}-\frac{1}{n-a}\right]}$$

$$= \left\{27\ln\left(1.070281512\right)-\left[9\ln\left(1.1026591534\right)+9\ln\left(1.1877251032\right)\right.\right.$$

$$\left.\left.+9\ln\left(0.9204602787\right)\right]\right\} \div \left\{1+\frac{1}{3(2)}\left[\frac{1}{9}+\frac{1}{9}+\frac{1}{9}-\frac{1}{27}\right]\right\}$$

$$= 0.1447887004$$

ดังนั้นค่าพี คือ

$$\text{p-value} = P\left(\chi_2^2 > 0.1447887004\right) = 0.93016401$$

การทดสอบของเลวีน

ค่า $d_{ij} = \left| y_{ij} - \bar{y}_{i.} \right|$ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่า d_{ij} ของการทดสอบของเลวีน

j	d_{1j}	d_{2j}	d_{3j}
1	0.580225131	0.427021524	0.169173784
2	1.317916632	0.360640237	0.727565584
3	1.047258048	1.791801112	0.636046205
4	0.800665835	1.284253333	0.240172572
5	1.922499849	0.534539341	0.537748845
6	0.320335381	0.432516369	0.091689328
7	0.276376639	1.092622688	0.131988447
8	1.288221613	0.317481578	1.96766424
9	0.491915433	1.267099906	1.539768803
10	0.579699527	1.464341334	0.840441068

$$F = \frac{\left[\sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i} - \frac{d_{..}^2}{n}\right]\Big/(a-1)}{\left[\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i}\right]\Big/(n-a)}$$

$$= \left\{\left[\frac{(8.625114088)^2}{10} + \frac{(8.972317421)^2}{10} + \frac{(6.882258876)^2}{10} - \frac{(24.47969038)^2}{30}\right] \div 2\right\}$$

$$\div \left\{\left[28.89760082 - \left(\frac{(8.625114088)^2}{10} + \frac{(8.972317421)^2}{10} + \frac{(6.882258876)^2}{10}\right)\right] \div 27\right\}$$

$$= 0.3905760521$$

ดังนั้นค่าพี คือ

$$\text{p-value} = P\left(F_{2,27} > 0.3905760521\right) = 0.68042836$$

การทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี

ค่า $d_{ij} = \left| y_{ij} - \tilde{y}_{i.} \right|$ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่า d_{ij} ของการทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี

j	d_{1j}	d_{2j}	d_{3j}
1	0.878581141	0.033190644	0.057334896
2	1.616272642	0.033190644	0.839404472
3	0.748902038	2.185631992	0.747885093
4	0.502309825	1.678084213	0.128333684
5	2.220855859	0.14070846	0.649587733
6	0.021979371	0.038685489	0.020149559
7	0.021979371	1.486453568	0.020149559
8	0.989865603	0.711312459	1.855825353
9	0.790271443	0.873269025	1.651607691
10	0.281343517	1.070510454	0.72860218

$$F = \frac{\left[\sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i} - \frac{d_{..}^2}{n}\right]\Big/(a-1)}{\left[\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i}\right]\Big/(n-a)}$$

$$= \left\{\left[\frac{(8.07236081)^2}{10} + \frac{(8.251036948)^2}{10} + \frac{(6.698880219)^2}{10} - \frac{(23.02227798)^2}{30}\right] \div 2\right\}$$

$$\div \left\{\left[31.4638709 - \left(\frac{(8.07236081)^2}{10} + \frac{(8.251036948)^2}{10} + \frac{(6.698880219)^2}{10}\right)\right] \div 27\right\}$$

$$= 0.1426449179$$

ดังนั้นค่าพี คือ

$$\text{p-value} = P\left(F_{2,27} > 0.1426449179\right) = 0.86771099$$

การทดสอบของโอบรีน

ค่า $d_{ij} = \frac{n_i(n_i - 1.5)(y_{ij} - \bar{y}_{i.})^2 - 0.5s_i^2(n_i - 1)}{(n_i - 1)(n_i - 2)}$ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่า d_{ij} ของการทดสอบของโอบรีน

j	d_{1j}	d_{2j}	d_{3j}
1	0.328531055	0.141038396	-0.02374154
2	1.981595763	0.079311866	0.567400298
3	1.225857424	3.716001265	0.42007062
4	0.68789757	1.872865277	0.010569058
5	4.294423828	0.263090043	0.283856993
6	0.052226224	0.146614193	-0.047603916
7	0.021259414	1.335143135	-0.036962368
8	1.890233368	0.04476075	4.513231202
9	0.216755573	1.82119891	2.741436194

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

j	d_{1j}	d_{2j}	d_{3j}
10	0.327811318	2.457227197	0.776346246

$$F = \frac{\left[\sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i} - \frac{d_{..}^2}{n}\right]\Big/(a-1)}{\left[\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{a}\frac{d_{i.}^2}{n_i}\right]\Big/(n-a)}$$

$$= \left\{\left[\frac{(11.02659153)^2}{10} + \frac{(11.87725103)^2}{10} + \frac{(9.204602787)^2}{10} - \frac{(32.10844535)^2}{30}\right] \div 2\right\}$$

$$\div \left\{\left[85.82651732 - \left(\frac{(11.02659153)^2}{10} + \frac{(11.87725103)^2}{10} + \frac{(9.204602787)^2}{10}\right)\right] \div 27\right\}$$

$$= 0.09853165521$$

ดังนั้นค่าพี คือ

$$\text{p-value} = P\left(F_{2,27} > 0.09853165521\right) = 0.90649132$$

การทดสอบของคล้อทซ์

จากการเรียงลำดับค่าสังเกตจากตัวอย่างทุกกลุ่มปนกันจากน้อยไปมาก จะได้อันดับที่ $R\left(y_{ij}\right)$ และแปลงเป็นคะแนนคล้อทซ์ (Klotz Score) หรือ

$$A_{ij} = \left[\Phi^{-1}\left(\frac{R\left(y_{ij}\right)}{n+1}\right)\right]^2$$

ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คะแนนคล้อทซ์

j	A_{1j}	A_{2j}	A_{3j}
1	0.566600638	0.014783492	0.138599368
2	1.69039895	0.001635435	0.566600638
3	0.748042252	3.417308238	0.212055221
4	0.421621544	2.304108934	0.305192809
5	3.417308238	0.212055221	0.138599368
6	0.041430254	0.041430254	0.001635435
7	0.014783492	1.27911035	0.08230812
8	0.978454573	0.305192809	2.304108934
9	0.421621544	0.978454573	1.69039895
10	0.08230812	1.27911035	0.748042252

$$s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n_i}\left(A_{ij}-\bar{A}\right)^2$$

$$= \frac{1}{29}\left[\left(0.566600638-0.813443345\right)^2+\ldots+\left(0.748042252-0.813443345\right)^2\right]$$

$$= 0.947372971$$

$$\chi^2 = \frac{1}{s^2}\sum_{i=1}^{a}\frac{\left(A_{i.}-n_i\bar{A}\right)^2}{n_i}$$

$$= \frac{1}{0.947372971}\left[\frac{\left(8.382569605-10\times 0.813443345\right)^2}{10}\right.$$

$$+\frac{\left(9.833189656-10\times 0.813443345\right)^2}{10}$$

$$\left.+\frac{\left(6.187541093-10\times 0.813443345\right)^2}{10}\right]$$

$$= 0.711201845$$

ดังนั้นค่าพี คือ

$$\text{p-value} = P\left(\chi_2^2 > 0.711201845\right) = 0.70075221$$

การทดสอบของมู้ด

จากการเรียงลำดับค่าสังเกตจากตัวอย่างทุกกลุ่มปนกันจากน้อยไปมาก จะได้อันดับที่ $R(y_{ij})$ และแปลงเป็นคะแนนมู้ด (Mood Score) หรือ

$$A_{ij} = \left[R(y_{ij}) - \frac{n+1}{2} \right]^2$$

ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คะแนนมู้ด

j	A_{1j}	A_{2j}	A_{3j}
1	72.25	2.25	20.25
2	156.25	0.25	72.25
3	90.25	210.25	30.25
4	56.25	182.25	42.25
5	210.25	30.25	20.25
6	6.25	6.25	0.25
7	2.25	132.25	12.25
8	110.25	42.25	182.25
9	56.25	110.25	156.25
10	12.25	132.25	90.25

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{a} \sum_{j=1}^{n_i} \left(A_{ij} - \bar{A} \right)^2 \\ &= \frac{1}{29} \left[(72.25 - 74.91666667)^2 + \ldots + (90.25 - 74.91666667)^2 \right] \\ &= 4,629.333333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi^2 &= \frac{1}{s^2} \sum_{i=1}^{a} \frac{\left(A_{i.} - n_i \bar{A} \right)^2}{n_i} \\ &= \frac{1}{4,629.333333} \left[\frac{(772.5 - 10 \times 74.91666667)^2}{10} \right. \\ &\quad + \frac{(848.5 - 10 \times 74.91666667)^2}{10} \\ &\quad \left. + \frac{(626.5 - 10 \times 74.91666667)^2}{10} \right] \\ &= 0.5499423964 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าพี คือ

$$\text{p-value} = P\left(\chi_2^2 > 0.5499423964\right) = 0.759594$$

4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ การทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett's Test: B) การทดสอบของเลวีน (Levene's Test: L) การทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี (Brown-Forsythe's Test: BF) การทดสอบของโอบรีน (O'Brien's Test: OB) การทดสอบของคล้อทซ์ (Klotz's Test: K) และการทดสอบของมู้ด (Mood's Test: M) คำนวณได้จากการนับจำนวนครั้งที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่างที่ว่า $H_o : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อความแปรปรวนประชากรเท่ากัน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ความแปรปรวนประชากรทุกกลุ่มเท่ากับ 1 จากนั้นหารด้วยจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ โดยกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม ทั้งหมด 6 ขนาด คือ (10, 10, 10), (30, 30, 30), (100, 100, 100), (4, 7, 10), (20, 25, 30), (80, 90, 100) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม ทั้งหมด 6 ขนาด คือ (10, 10, 10, 10), (30, 30, 30, 30), (100, 100, 100, 100), (4, 7, 10, 13), (20, 25, 30, 35), (80, 90, 100, 110) ผลการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล จะแสดงความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ตามลำดับขอบเขตของโครงการวิจัย คือ ประชากรที่ศึกษา 5 การแจกแจง ได้แก่ การแจกแจงปรกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ และการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ดังตารางที่ 4.7 – 4.16

ตารางที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	0.013	0.011	0.005	0.005	0.004	0.004
	(30, 30, 30)	0.010	0.007	0.005	0.005	0.005	0.007
	(100, 100, 100)	0.004	0.007	0.005	0.007	0.005	0.003
	(4, 7, 10)	0.010	0.017	0.006	0.009	0.004	0.009
	(20, 25, 30)	0.013	0.013	0.008	0.009	0.008	0.010
	(80, 90, 100)	0.016	0.008	0.007	0.011	0.010	0.009
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	0.016	**0.019***	0.007	0.007	0.006	0.008
	(30, 30, 30, 30)	0.009	0.010	0.007	0.010	0.010	0.007
	(100, 100, 100, 100)	0.006	0.009	0.008	0.008	0.007	0.009
	(4, 7, 10, 13)	0.010	**0.020***	0.006	0.009	0.007	0.004
	(20, 25, 30, 35)	0.013	0.015	0.009	0.009	0.011	0.016
	(80, 90, 100, 110)	0.016	0.014	0.014	0.017	0.014	0.012

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0019$ หรือ $\alpha > 0.0181$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์ ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง แต่ตัวสถิติทดสอบของเลวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (10, 10, 10, 10) และ (4, 7, 10, 13)

ตารางที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	0.053	0.063	**0.036***	**0.035***	0.050	0.052
	(30, 30, 30)	0.039	0.055	0.038	0.040	0.045	0.046
	(100, 100, 100)	0.042	0.042	**0.036***	0.038	**0.035***	0.038
	(4, 7, 10)	0.061	**0.073***	**0.036***	**0.035***	0.038	0.044
	(20, 25, 30)	0.045	0.052	0.040	0.037	0.041	0.048
	(80, 90, 100)	0.060	0.053	0.044	0.054	0.053	0.049
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	0.061	**0.075***	**0.033***	0.041	0.041	0.050
	(30, 30, 30, 30)	0.052	0.061	0.050	0.052	0.049	0.052
	(100, 100, 100, 100)	0.049	0.052	0.050	0.041	0.048	0.054
	(4, 7, 10, 13)	0.048	0.058	**0.022***	**0.036***	**0.036***	**0.031***
	(20, 25, 30, 35)	0.055	0.056	0.040	0.049	0.048	0.056
	(80, 90, 100, 110)	0.060	**0.065***	0.061	0.063	0.063	**0.066***

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0365$ หรือ $\alpha > 0.0635$)

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตัวสถิติทดสอบของเลวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (4, 7, 10) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (10, 10, 10, 10), (80, 90, 100, 110)

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ซิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (10, 10, 10), (100, 100, 100), (4, 7, 10) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (10, 10, 10, 10), (4, 7, 10, 13)

ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (10, 10, 10), (4, 7, 10) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (4, 7, 10, 13)

ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (100, 100, 100) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (4, 7, 10, 13)

ตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (4, 7, 10, 13), (80, 90, 100, 110)

ตารางที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	**0.141***	**0.024***	**0.001***	0.006	0.002	0.003
	(30, 30, 30)	**0.239***	**0.033***	0.008	0.009	0.006	0.006
	(100, 100, 100)	**0.313***	**0.033***	0.013	0.006	0.014	0.008
	(4, 7, 10)	**0.076***	**0.042***	0.015	0.015	0.010	0.008
	(20, 25, 30)	**0.233***	**0.042***	0.008	0.010	0.008	0.010
	(80, 90, 100)	**0.328***	**0.039***	0.011	0.006	0.010	0.014
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	**0.191***	**0.063***	0.012	0.018	0.007	0.004
	(30, 30, 30, 30)	**0.348***	**0.043***	0.004	0.011	0.008	0.008
	(100, 100, 100, 100)	**0.394***	**0.048***	0.002	0.002	0.007	0.003
	(4, 7, 10, 13)	**0.143***	**0.065***	0.009	0.014	0.006	0.008
	(20, 25, 30, 35)	**0.315***	**0.048***	0.011	0.011	0.007	0.008
	(80, 90, 100, 110)	**0.400***	**0.040***	0.003	0.005	0.007	0.005

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0019$ หรือ $\alpha > 0.0181$)

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (10, 10, 10)

ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ด สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	**0.276***	**0.125***	**0.034***	0.037	0.049	0.043
	(30, 30, 30)	**0.404***	**0.133***	0.048	0.038	0.050	0.045
	(100, 100, 100)	**0.465***	**0.115***	0.047	**0.036***	0.043	0.048
	(4, 7, 10)	**0.202***	**0.141***	0.053	0.057	**0.033***	0.039
	(20, 25, 30)	**0.380***	**0.130***	0.041	0.049	0.044	0.054
	(80, 90, 100)	**0.497***	**0.133***	0.054	**0.035***	0.061	0.056
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	**0.346***	**0.152***	**0.034***	0.055	0.038	0.040
	(30, 30, 30, 30)	**0.496***	**0.137***	0.042	0.040	**0.029***	**0.036***
	(100, 100, 100, 100)	**0.562***	**0.135***	0.046	**0.027***	0.038	0.050
	(4, 7, 10, 13)	**0.298***	**0.171***	0.041	**0.083***	0.043	0.053
	(20, 25, 30, 35)	**0.482***	**0.148***	0.041	0.044	0.042	0.051
	(80, 90, 100, 110)	**0.564***	**0.135***	0.041	**0.035***	0.038	0.047

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0365$ หรือ $\alpha > 0.0635$)

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (10, 10, 10) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (10, 10, 10, 10)

ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (100, 100, 100), (80, 90, 100) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (100, 100, 100, 100), (4, 7, 10, 13), (80, 90, 100, 110)

ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (4, 7, 10) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (30, 30, 30, 30)

ตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (30, 30, 30, 30)

ตารางที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	0.002	0.015	0.006	0.007	0.007	0.009
	(30, 30, 30)	0.002	0.018	0.009	0.008	0.003	0.006
	(100, 100, 100)	**0.000***	0.012	0.010	0.006	0.005	0.007
	(4, 7, 10)	0.007	**0.022***	0.008	0.008	0.002	0.003
	(20, 25, 30)	0.002	0.018	0.007	0.007	0.006	0.005
	(80, 90, 100)	**0.000***	0.015	0.009	0.010	0.007	0.010
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	0.002	0.018	0.007	0.010	0.004	0.006
	(30, 30, 30, 30)	**0.000***	0.017	0.008	0.007	0.005	0.012
	(100, 100, 100, 100)	**0.001***	0.016	0.009	0.014	0.010	0.012
	(4, 7, 10, 13)	0.004	**0.029***	0.005	0.016	0.010	0.007
	(20, 25, 30, 35)	**0.001***	0.008	0.002	0.006	0.006	0.009
	(80, 90, 100, 110)	**0.000***	**0.020***	0.010	0.007	0.006	0.010

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0019$ หรือ $\alpha > 0.0181$)

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เฉพาะขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (10, 10, 10), (30, 30, 30), (4, 7, 10), (20, 25, 30) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (10, 10, 10, 10), (4, 7, 10, 13)

ตัวสถิติทดสอบของเลวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (4, 7, 10) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (4, 7, 10, 13), (80, 90, 100, 110)

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	**0.024***	**0.092***	0.040	0.054	0.045	0.053
	(30, 30, 30)	**0.009***	**0.064***	0.039	0.054	0.048	0.045
	(100, 100, 100)	**0.007***	**0.075***	0.051	0.053	0.055	0.048
	(4, 7, 10)	**0.033***	**0.095***	**0.035***	0.044	**0.025***	0.037
	(20, 25, 30)	**0.012***	**0.074***	**0.036***	0.053	0.043	0.037
	(80, 90, 100)	**0.007***	**0.071***	0.049	0.059	0.053	0.048
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	**0.011***	**0.080***	**0.033***	0.039	0.043	0.043
	(30, 30, 30, 30)	**0.003***	**0.067***	**0.031***	0.046	0.038	0.045
	(100, 100, 100, 100)	**0.009***	**0.073***	0.051	0.057	0.051	0.052
	(4, 7, 10, 13)	**0.023***	**0.108***	**0.030***	0.050	0.037	**0.034***
	(20, 25, 30, 35)	**0.004***	**0.076***	**0.032***	0.051	0.041	0.043
	(80, 90, 100, 110)	**0.006***	**0.076***	0.051	0.056	0.050	0.044

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0365$ หรือ $\alpha > 0.0635$)

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เฉพาะขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (10, 10, 10), (30, 30, 30), (100, 100, 100), (80, 90, 100) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (100, 100, 100, 100), (80, 90, 100, 110)

ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (4, 7, 10)

ตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (4, 7, 10, 13)

ตารางที่ 4.13 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	**0.154***	**0.042***	0.013	0.008	0.005	0.006
	(30, 30, 30)	**0.267***	**0.044***	0.013	0.006	0.010	0.008
	(100, 100, 100)	**0.353***	**0.039***	0.011	0.004	0.011	0.013
	(4, 7, 10)	**0.091***	**0.053***	0.017	0.015	0.006	0.009
	(20, 25, 30)	**0.226***	**0.037***	0.005	0.011	0.011	0.016
	(80, 90, 100)	**0.314***	**0.033***	0.009	0.005	0.012	0.008
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	**0.177***	**0.055***	0.012	0.008	0.007	0.011
	(30, 30, 30, 30)	**0.327***	**0.041***	0.008	0.010	0.009	0.010
	(100, 100, 100, 100)	**0.414***	**0.057***	0.013	0.010	0.010	0.008
	(4, 7, 10, 13)	**0.143***	**0.055***	0.007	0.015	0.005	0.005
	(20, 25, 30, 35)	**0.326***	**0.046***	0.008	0.011	0.008	0.009
	(80, 90, 100, 110)	**0.424***	**0.045***	0.009	0.007	0.009	0.009

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0019$ หรือ $\alpha > 0.0181$)

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	**0.286***	**0.130***	0.040	0.043	0.049	0.062
	(30, 30, 30)	**0.413***	**0.140***	0.045	0.050	0.048	0.047
	(100, 100, 100)	**0.502***	**0.125***	0.055	0.051	0.056	0.060
	(4, 7, 10)	**0.224***	**0.153***	0.041	0.059	0.048	0.049
	(20, 25, 30)	**0.373***	**0.133***	0.049	0.050	0.057	0.059
	(80, 90, 100)	**0.479***	**0.116***	0.045	**0.034***	0.045	0.051
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	**0.346***	**0.156***	**0.027***	0.050	0.045	0.048
	(30, 30, 30, 30)	**0.481***	**0.147***	0.039	**0.034***	0.050	0.052
	(100, 100, 100, 100)	**0.567***	**0.153***	0.049	0.045	0.049	0.045
	(4, 7, 10, 13)	**0.279***	**0.152***	**0.035***	**0.072***	**0.033***	**0.033***
	(20, 25, 30, 35)	**0.490***	**0.141***	0.040	0.045	0.046	0.046
	(80, 90, 100, 110)	**0.602***	**0.146***	0.047	0.042	0.040	0.040

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0365$ หรือ $\alpha > 0.0635$)

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (10, 10, 10, 10), (4, 7, 10, 13)

ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (80, 90, 100) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (30, 30, 30, 30), (4, 7, 10, 13)

ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (4, 7, 10, 13)

ตารางที่ 4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	0.006	**0.023***	0.014	0.012	0.006	0.011
	(30, 30, 30)	**0.000***	0.018	0.013	0.010	0.007	0.015
	(100, 100, 100)	**0.000***	**0.021***	0.013	0.014	0.012	0.015
	(4, 7, 10)	0.007	**0.019***	0.003	0.011	0.003	0.003
	(20, 25, 30)	0.003	0.015	0.009	0.009	0.007	0.011
	(80, 90, 100)	**0.000***	0.016	0.006	0.007	0.005	0.006
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	**0.001***	**0.020***	0.003	0.009	0.005	0.006
	(30, 30, 30, 30)	0.002	**0.020***	0.005	0.009	0.006	0.005
	(100, 100, 100, 100)	**0.000***	0.010	0.003	0.005	0.002	0.003
	(4, 7, 10, 13)	0.006	**0.031***	0.002	0.013	0.008	0.004
	(20, 25, 30, 35)	**0.000***	0.018	0.004	0.012	0.006	0.008
	(80, 90, 100, 110)	**0.001***	0.013	0.006	0.006	0.006	0.008

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0019$ หรือ $\alpha > 0.0181$)

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เฉพาะขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (10, 10, 10), (4, 7, 10), (20, 25, 30) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (30, 30, 30, 30), (4, 7, 10, 13)

ตัวสถิติทดสอบของเลวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เฉพาะขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (30, 30, 30), (20, 25, 30), (80, 90, 100) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (100, 100, 100, 100), (20, 25, 30, 35), (80, 90, 100, 110)

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิธ ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ

ประชากร	n	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	**0.031***	**0.082***	0.039	0.051	**0.034***	0.039
	(30, 30, 30)	**0.012***	0.055	0.040	0.047	0.047	0.044
	(100, 100, 100)	**0.015***	**0.076***	0.061	0.056	0.049	0.058
	(4, 7, 10)	**0.026***	**0.089***	**0.029***	0.037	**0.029***	**0.036***
	(20, 25, 30)	**0.012***	**0.077***	0.039	0.047	0.040	0.048
	(80, 90, 100)	**0.006***	**0.077***	0.056	0.058	0.048	0.056
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	**0.015***	**0.091***	**0.030***	0.046	0.045	0.049
	(30, 30, 30, 30)	**0.012***	**0.091***	0.046	0.050	0.045	0.050
	(100, 100, 100, 100)	**0.002***	**0.059**	0.038	0.044	**0.032***	0.038
	(4, 7, 10, 13)	**0.025***	**0.104***	**0.024***	0.048	0.043	0.044
	(20, 25, 30, 35)	**0.009***	**0.068***	**0.026***	0.048	0.048	0.050
	(80, 90, 100, 110)	**0.004***	**0.067***	0.039	0.040	0.039	0.042

* แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ($\alpha < 0.0365$ หรือ $\alpha > 0.0635$)

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง และโดยส่วนใหญ่ตัวสถิติทดสอบของเลวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (30, 30, 30)

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (4, 7, 10) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (10, 10, 10, 10), (4, 7, 10, 13), (20, 25, 30, 35)

ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง

ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (10, 10, 10), (4, 7, 10) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม คือ (100, 100, 100, 100)

ตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม คือ (4, 7, 10)

4.4 กำลังการทดสอบ

กำลังการทดสอบของการทดสอบทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ การทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett's Test: B) การทดสอบของเลวีน (Levene's Test: L) การทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี (Brown-Forsythe's Test: BF) การทดสอบของโอบรีน (O'Brien's Test: OB) การทดสอบของคล้อทซ์ (Klotz's Test: K) และการทดสอบของมู้ด (Mood's Test: M) คำนวณได้จากการนับจำนวนครั้งที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่างที่ว่า $H_o : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_a^2$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อความแปรปรวนประชากรแตกต่างกันตามระดับของจำนวนประชากร ดังนี้

ความแตกต่างของความแปรปรวนสำหรับประชากร 3 กลุ่ม ทั้งหมด 6 รูปแบบ คือ

1. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.2, \sigma_3^2 = 1.4$ ($\phi = 0.1633$ ความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย)
2. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 2.0, \sigma_3^2 = 3.0$ ($\phi = 0.8165$ ความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย)
3. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 3.0, \sigma_3^2 = 5.0$ ($\phi = 1.6330$ ความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง)
4. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 7.0$ ($\phi = 2.4495$ ความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง)
5. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 5.0, \sigma_3^2 = 9.0$ ($\phi = 3.2660$ ความแตกต่างของความแปรปรวนมาก)
6. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 6.0, \sigma_3^2 = 11.0$ ($\phi = 4.0825$ ความแตกต่างของความแปรปรวนมาก)

ความแตกต่างของความแปรปรวนสำหรับประชากร 4 กลุ่ม ทั้งหมด 6 รูปแบบ คือ

1. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.2, \sigma_3^2 = 1.4, \sigma_4^2 = 1.6$ ($\phi = 0.2236$ ความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย)
2. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 2.0, \sigma_3^2 = 3.0, \sigma_4^2 = 4.0$ ($\phi = 1.1180$ ความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย)
3. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 3.0, \sigma_3^2 = 5.0, \sigma_4^2 = 7.0$ ($\phi = 2.2361$ ความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง)
4. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 6.0, \sigma_4^2 = 8.0$ ($\phi = 2.5860$ ความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง)
5. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 7.0, \sigma_4^2 = 10.0$ ($\phi = 3.3541$ ความแตกต่างของความแปรปรวนมาก)
6. $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 5.0, \sigma_3^2 = 9.0, \sigma_4^2 = 13.0$ ($\phi = 4.4721$ ความแตกต่างของความแปรปรวนมาก)

จากนั้นนำจำนวนครั้งที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่างที่นับได้หารด้วยจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ โดยกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม ทั้งหมด 6 ขนาด คือ (10, 10, 10), (30, 30, 30), (100, 100, 100), (4, 7, 10), (20, 25, 30), (80, 90, 100) และขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม ทั้งหมด 6 ขนาด คือ (10, 10, 10, 10), (30, 30, 30, 30), (100, 100, 100, 100), (4, 7, 10, 13), (20, 25, 30, 35), (80, 90, 100, 110) ผลการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล จะแสดงความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ตามลำดับขอบเขตของโครงการวิจัย คือ ประชากรที่ศึกษา 5 การแจกแจง ได้แก่ การแจกแจงปรกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ และการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ดังตารางที่ 4.17 – 4.26

ตารางที่ 4.17 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	0.017	**0.020***	0.012	0.009	0.007	0.009
		(1, 2, 3)	**0.098***	0.084	0.037	0.039	0.033	0.049
		(1, 3, 5)	**0.244***	0.167	0.090	0.070	0.075	0.110
		(1, 4, 7)	**0.395***	0.226	0.127	0.076	0.087	0.149
		(1, 5, 9)	**0.532***	0.298	0.150	0.088	0.112	0.208
		(1, 6, 11)	**0.647***	0.385	0.219	0.115	0.158	0.288
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	0.032	**0.033***	0.026	0.028	0.029	0.024
		(1, 2, 3)	**0.501***	0.365	0.303	0.279	0.310	0.302
		(1, 3, 5)	**0.914***	0.797	0.740	0.635	0.748	0.750
		(1, 4, 7)	**0.988***	0.940	0.916	0.800	0.909	0.905
		(1, 5, 9)	**0.999***	0.987	0.980	0.890	0.976	0.977
		(1, 6, 11)	**0.999***	0.995	0.993	0.926	0.993	0.995
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	**0.128***	0.110	0.100	0.115	0.105	0.096
		(1, 2, 3)	**0.997***	0.987	0.984	0.987	0.991	0.973
		(1, 3, 5)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	0.011	**0.012***	0.006	0.005	0.001	0.001
		(1, 2, 3)	0.023	**0.025***	0.013	0.005	0.003	0.013
		(1, 3, 5)	**0.049***	0.039	0.012	0.005	0.004	0.013
		(1, 4, 7)	**0.084***	0.052	0.019	0.006	0.005	0.012
		(1, 5, 9)	**0.109***	0.054	0.021	0.007	0.005	0.023
		(1, 6, 11)	**0.131***	0.064	0.023	0.006	0.005	0.025
	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	0.019	0.019	0.015	0.009	0.010	**0.021***
		(1, 2, 3)	**0.342***	0.251	0.200	0.129	0.159	0.203
		(1, 3, 5)	**0.766***	0.581	0.502	0.306	0.410	0.527
		(1, 4, 7)	**0.946***	0.798	0.731	0.463	0.643	0.742
		(1, 5, 9)	**0.980***	0.873	0.831	0.528	0.757	0.861
		(1, 6, 11)	**0.998***	0.952	0.913	0.609	0.847	0.928
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	**0.099***	0.083	0.079	0.088	0.092	0.070
		(1, 2, 3)	**0.977***	0.947	0.942	0.953	0.957	0.922
		(1, 3, 5)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	0.999
		(1, 4, 7)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.021***	-	0.012	0.012	0.012	0.017
		(1, 2, 3, 4)	**0.157***	-	0.064	0.057	0.056	0.067
		(1, 3, 5, 7)	**0.366***	-	0.121	0.088	0.107	0.154
		(1, 4, 6, 8)	**0.452***	-	0.129	0.091	0.100	0.175
		(1, 4, 7, 10)	**0.555***	-	0.185	0.115	0.156	0.247
		(1, 5, 9, 13)	**0.704***	-	0.205	0.109	0.179	0.290
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.050***	0.044	0.033	0.037	0.037	0.040
		(1, 2, 3, 4)	**0.752***	0.608	0.529	0.497	0.564	0.555
		(1, 3, 5, 7)	**0.990***	0.930	0.897	0.784	0.889	0.904
		(1, 4, 6, 8)	**0.996***	0.979	0.956	0.805	0.932	0.962
		(1, 4, 7, 10)	**1.000***	0.990	0.979	0.877	0.968	0.984
		(1, 5, 9, 13)	**1.000***	**1.000***	0.999	0.929	0.995	0.998

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.277***	0.229	0.211	0.240	0.240	0.185
		(1, 2, 3, 4)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.013***	-	0.004	0.004	0.003	0.004
		(1, 2, 3, 4)	**0.047***	-	0.009	0.008	0.008	0.017
		(1, 3, 5, 7)	**0.097***	-	0.027	0.013	0.016	0.025
		(1, 4, 6, 8)	**0.111***	-	0.008	0.006	0.005	0.021
		(1, 4, 7, 10)	**0.149***	-	0.028	0.017	0.012	0.039
		(1, 5, 9, 13)	**0.205***	-	0.033	0.008	0.015	0.041
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.040***	0.031	0.024	0.015	0.023	0.029
		(1, 2, 3, 4)	**0.613***	0.478	0.389	0.283	0.351	0.399
		(1, 3, 5, 7)	**0.949***	0.811	0.736	0.518	0.641	0.763
		(1, 4, 6, 8)	**0.981***	0.849	0.782	0.473	0.628	0.835
		(1, 4, 7, 10)	**0.994***	0.928	0.882	0.644	0.817	0.920
		(1, 5, 9, 13)	**0.999***	0.977	0.955	0.727	0.897	0.974
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.250***	0.185	0.169	0.172	0.165	0.152
		(1, 2, 3, 4)	**1.000***	0.998	0.998	0.999	0.999	0.995
		(1, 3, 5, 7)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.17 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 9.8, 24.4, 39.5, 53.2 และ 64.7 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 3.3) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 50.1, 91.4, 98.8, 99.9 และ 99.9 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 12.8 และ 99.7 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบทุกตัวมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.2 และ 2.5 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 4.9, 8.4, 10.9 และ 13.1 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 34.2, 76.6, 94.6, 98 และ 99.8 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 9.9 และ 97.7 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบทุกตัวมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.1, 15.7, 36.6, 45.2, 55.5 และ 70.4)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 5, 75.2, 99, 99.6, 100 และ 100) และเมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงเท่าตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ คือ ร้อยละ 100

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 27.7) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบทุกตัวมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.3, 4.7, 9.7, 11.1, 14.9 และ 20.5)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 4, 61.3, 94.9, 98.1, 99.4 และ 99.9)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 25 และ 100 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7),

(1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10), (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบทุกตัวมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.18 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	0.065	**0.091***	-	-	0.054	0.069
		(1, 2, 3)	**0.281***	0.260	-	-	0.173	0.192
		(1, 3, 5)	**0.526***	0.397	-	-	0.289	0.332
		(1, 4, 7)	**0.677***	0.533	-	-	0.387	0.446
		(1, 5, 9)	**0.808***	0.649	-	-	0.482	0.563
		(1, 6, 11)	**0.887***	0.741	-	-	0.579	0.656
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	**0.103***	0.102	0.079	0.096	0.096	0.086
		(1, 2, 3)	**0.739***	0.648	0.590	0.599	0.628	0.584
		(1, 3, 5)	**0.975***	0.939	0.915	0.903	0.927	0.909
		(1, 4, 7)	**0.999***	0.993	0.985	0.975	0.994	0.981
		(1, 5, 9)	**1.000***	0.999	0.998	0.992	0.998	0.998
		(1, 6, 11)	**1.000***	**1.000***	0.999	0.994	**1.000***	0.998
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	**0.303***	0.267	-	0.283	-	0.232
		(1, 2, 3)	**0.999***	0.998	-	**0.999***	-	0.998
		(1, 3, 5)	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***	-	**1.000***
		(1, 4, 7)	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***	-	**1.000***
		(1, 5, 9)	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***	-	**1.000***
		(1, 6, 11)	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***	-	**1.000***
	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	**0.062***	-	-	-	0.031	0.038
		(1, 2, 3)	**0.113***	-	-	-	0.042	0.058
		(1, 3, 5)	**0.198***	-	-	-	0.059	0.084
		(1, 4, 7)	**0.273***	-	-	-	0.051	0.086
		(1, 5, 9)	**0.351***	-	-	-	0.079	0.126
		(1, 6, 11)	**0.395***	-	-	-	0.084	0.143

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	**0.090***	0.088	0.068	0.066	0.072	0.076
		(1, 2, 3)	**0.598***	0.509	0.452	0.402	0.444	0.459
		(1, 3, 5)	**0.928***	0.834	0.791	0.704	0.804	0.800
		(1, 4, 7)	**0.986***	0.950	0.931	0.849	0.939	0.935
		(1, 5, 9)	**0.999***	0.983	0.972	0.907	0.970	0.972
		(1, 6, 11)	**1.000***	0.997	0.996	0.931	0.995	0.994
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	**0.256***	0.243	0.229	0.234	0.230	0.212
		(1, 2, 3)	**0.997***	0.990	0.989	0.993	0.994	0.982
		(1, 3, 5)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.079***	-	-	0.063	0.067	0.069
		(1, 2, 3, 4)	**0.363***	-	-	0.201	0.253	0.264
		(1, 3, 5, 7)	**0.666***	-	-	0.299	0.363	0.430
		(1, 4, 6, 8)	**0.734***	-	-	0.297	0.389	0.492
		(1, 4, 7, 10)	**0.811***	-	-	0.343	0.477	0.612
		(1, 5, 9, 13)	**0.903***	-	-	0.389	0.526	0.681
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	0.172	**0.176***	0.131	0.149	0.157	0.137
		(1, 2, 3, 4)	**0.913***	0.838	0.802	0.802	0.837	0.794
		(1, 3, 5, 7)	**1.000***	0.990	0.981	0.964	0.989	0.978
		(1, 4, 6, 8)	**1.000***	0.999	0.995	0.979	0.996	0.997
		(1, 4, 7, 10)	**1.000***	**1.000***	0.999	0.984	0.998	0.998
		(1, 5, 9, 13)	1.000*	**1.000***	**1.000***	0.994	**1.000***	**1.000***
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.518***	0.442	0.427	0.494	0.484	0.376
		(1, 2, 3, 4)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.070***	0.057	-	-	-	-
		(1, 2, 3, 4)	**0.177***	0.152	-	-	-	-
		(1, 3, 5, 7)	**0.296***	0.242	-	-	-	-
		(1, 4, 6, 8)	**0.319***	0.231	-	-	-	-
		(1, 4, 7, 10)	**0.399***	0.298	-	-	-	-
		(1, 5, 9, 13)	**0.501***	0.341	-	-	-	-
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.143***	0.124	0.092	0.082	0.098	0.108
		(1, 2, 3, 4)	**0.842***	0.744	0.687	0.629	0.675	0.687
		(1, 3, 5, 7)	**0.995***	0.959	0.939	0.862	0.923	0.933
		(1, 4, 6, 8)	**0.996***	0.985	0.968	0.854	0.949	0.973
		(1, 4, 7, 10)	**1.000***	0.995	0.990	0.917	0.982	0.985
		(1, 5, 9, 13)	**1.000***	0.998	0.998	0.943	0.993	0.998
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.451***	-	0.394	0.411	0.420	-
		(1, 2, 3, 4)	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	-
		(1, 3, 5, 7)	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	-
		(1, 4, 6, 8)	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	-
		(1, 4, 7, 10)	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	-
		(1, 5, 9, 13)	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	-

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.18 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 9.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 28.1, 52.6, 67.7, 80.8 และ 88.7 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 10.3, 73.9, 97.5, 99.9, 100 และ 100) และเมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนและตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงเท่าตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ คือ ร้อยละ 100

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 30.3) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 99.9) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 6.2, 11.3, 19.8, 27.3, 35.1 และ 39.5)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 9, 59.8, 92.8, 98.6, 99.9 และ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 25.6 และ 99.7 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบทุกตัวมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 7.9, 36.3, 66.6, 73.4, 81.1 และ 90.3)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติ

ทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 17.6) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7) และ (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 91.3, 100 และ 100 ตามลำดับ) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 4, 7, 10) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 51.8) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบทุกตัวมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 7, 17.7, 29.6, 31.9, 39.9 และ 50.1)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 14.3, 84.2, 99.5, 99.6, 100 และ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 45.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10), (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.19 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	-	0.002	0.003	**0.005***
		(1, 2, 3)	-	-	-	0.029	0.039	**0.048***
		(1, 3, 5)	-	-	-	0.033	0.070	**0.131***
		(1, 4, 7)	-	-	-	0.044	0.102	**0.156***
		(1, 5, 9)	-	-	-	0.066	0.138	**0.256***
		(1, 6, 11)	-	-	-	0.076	0.133	**0.271***
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.027	0.018	0.033	**0.040***
		(1, 2, 3)	-	-	0.131	0.076	0.304	**0.335***
		(1, 3, 5)	-	-	0.366	0.167	0.693	**0.768***
		(1, 4, 7)	-	-	0.564	0.219	0.861	**0.907***
		(1, 5, 9)	-	-	0.685	0.286	0.934	**0.965***
		(1, 6, 11)	-	-	0.779	0.322	0.956	**0.979***
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.046	0.014	**0.082***	0.081
		(1, 2, 3)	-	-	0.699	0.327	0.966	**0.968***
		(1, 3, 5)	-	-	0.983	0.655	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	0.771	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	0.809	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	0.846	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.003	**0.004***	0.001	0.002
		(1, 2, 3)	-	-	0.007	0.008	0.002	**0.011***
		(1, 3, 5)	-	-	0.005	0.007	0.004	**0.017***
		(1, 4, 7)	-	-	**0.012***	0.004	0.001	0.010
		(1, 5, 9)	-	-	0.018	0.014	0.008	**0.022***
		(1, 6, 11)	-	-	0.022	0.009	0.006	**0.024***

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3กลุ่ม	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.010	0.011	0.013	**0.016***
		(1, 2, 3)	-	-	0.071	0.026	0.167	**0.243***
		(1, 3, 5)	-	-	0.202	0.080	0.410	**0.541***
		(1, 4, 7)	-	-	0.298	0.102	0.593	**0.768***
		(1, 5, 9)	-	-	0.400	0.126	0.669	**0.826***
		(1, 6, 11)	-	-	0.491	0.134	0.765	**0.900***
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.028	0.016	0.085	**0.090***
		(1, 2, 3)	-	-	0.656	0.253	**0.966***	0.965
		(1, 3, 5)	-	-	0.963	0.506	0.999	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	0.996	0.623	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	0.999	0.699	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	0.757	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.010	**0.011***	0.006	0.006
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.045	0.028	0.055	**0.079***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.084	0.065	0.118	**0.189***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.068	0.051	0.098	**0.183***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.093	0.063	0.141	**0.244***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.104	0.065	0.178	**0.317***
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.022	0.017	0.040	**0.052***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.235	0.109	0.511	**0.605***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.506	0.186	0.851	**0.920***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.561	0.188	0.851	**0.943***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.694	0.252	0.937	**0.977***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.787	0.303	0.973	**0.996***
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.085	0.042	0.229	**0.233***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.924	0.478	**1.000***	0.998
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.998	0.711	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	0.716	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	0.827	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	0.829	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.007	**0.014***	0.006	0.005
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.004	0.007	0.008	**0.017***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.022	0.011	0.016	**0.033***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.014	0.010	0.012	**0.025***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.017	0.011	0.012	**0.041***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.022	0.010	0.019	**0.040***
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.017	0.009	0.024	**0.027***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.130	0.050	0.299	**0.409***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.308	0.084	0.598	**0.752***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.293	0.096	0.545	**0.788***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.457	0.134	0.751	**0.897***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.522	0.121	0.817	**0.945***
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.060	0.023	0.183	**0.191***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.881	0.370	0.993	**0.998***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.999	0.632	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.998	0.589	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.999	0.713	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	0.761	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.19 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 0.5, 4.8, 13.1, 15.6, 25.6 และ 27.1)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 4, 33.5, 76.8, 90.7, 96.5 และ 97.9)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 8.2) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 96.8) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 0.4) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.1, 1.7, 2.2 และ 2.4 ตามลำดับ) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 4, 7) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.2)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.6, 24.3, 54.1, 76.8, 82.6 และ 90)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 9 และ 100 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 96.6) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 4, 7) และ (1, 5, 9) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 7.9, 18.9, 18.3, 24.4 และ 31.7 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 5.2, 60.5, 92, 94.3, 97.7 และ 99.6)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 23.3) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 100) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.4) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.7, 3.3, 2.5, 4.1 และ 4 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.7, 40.9, 75.2, 78.8, 89.7 และ 94.5)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 19.1 และ 99.8 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7),

(1, 4, 6, 8) และ (1, 4, 7, 10) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิธี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.20 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	-	0.036	0.039	**0.044***
		(1, 2, 3)	-	-	-	0.097	0.155	**0.194***
		(1, 3, 5)	-	-	-	0.133	0.307	**0.361***
		(1, 4, 7)	-	-	-	0.167	0.380	**0.455***
		(1, 5, 9)	-	-	-	0.201	0.481	**0.557***
		(1, 6, 11)	-	-	-	0.211	0.508	**0.599***
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.072	0.065	0.104	**0.108***
		(1, 2, 3)	-	-	0.331	0.212	0.595	**0.608***
		(1, 3, 5)	-	-	0.674	0.390	0.918	**0.923***
		(1, 4, 7)	-	-	0.831	0.506	0.974	**0.978***
		(1, 5, 9)	-	-	0.910	0.562	0.991	**0.993***
		(1, 6, 11)	-	-	0.958	0.606	**0.998***	**0.998***
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.121	-	**0.268***	0.240
		(1, 2, 3)	-	-	0.897	-	**0.996***	0.995
		(1, 3, 5)	-	-	0.997	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.027	0.022	-	**0.038***
		(1, 2, 3)	-	-	0.041	0.035	-	**0.065***
		(1, 3, 5)	-	-	0.059	0.034	-	**0.098***
		(1, 4, 7)	-	-	0.075	0.041	-	**0.125***
		(1, 5, 9)	-	-	0.088	0.061	-	**0.154***
		(1, 6, 11)	-	-	0.079	0.052	-	**0.165***

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.052	0.051	0.064	**0.070***
		(1, 2, 3)	-	-	0.240	0.125	0.461	**0.498***
		(1, 3, 5)	-	-	0.470	0.243	0.752	**0.800***
		(1, 4, 7)	-	-	0.664	0.320	0.901	**0.935***
		(1, 5, 9)	-	-	0.737	0.357	0.924	**0.954***
		(1, 6, 11)	-	-	0.831	0.394	0.961	**0.978***
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.117	-	0.224	**0.231***
		(1, 2, 3)	-	-	0.873	-	0.994	**0.995***
		(1, 3, 5)	-	-	0.993	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	0.999	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	0.042	0.046	**0.050***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.125	0.227	**0.269***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.194	0.378	**0.469***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	0.149	0.354	**0.478***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	0.195	0.455	**0.582***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	0.216	0.518	**0.657***
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	**0.096***	0.068	-	-
		(1, 2, 3, 4)	-	-	**0.505***	0.266	-	-
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**0.796***	0.427	-	-
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**0.836***	0.445	-	-
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**0.914***	0.522	-	-
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**0.956***	0.574	-	-
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.237	-	**0.494***	0.475
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.985	-	**1.000***	0.999
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.029	-	0.029	**0.033***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.046	-	0.062	**0.103***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.089	-	0.099	**0.157***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.071	-	0.085	**0.161***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.089	-	0.105	**0.203***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.104	-	0.126	**0.228***
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.071	0.058	0.105	**0.123***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.346	0.163	0.623	**0.694***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.626	0.261	0.874	**0.933***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.643	0.263	0.872	**0.943***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.765	0.345	0.950	**0.977***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.858	0.353	0.974	**0.996***
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.188	-	**0.409***	0.387
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.962	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.20 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 4.4, 19.4, 36.1, 45.5, 55.7 และ 59.9)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

(ร้อยละ 10.8, 60.8, 92.3, 97.8, 99.3 และ 99.8) และเมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงเท่าตัวสถิติทดสอบของมู้ดคือ ร้อยละ 99.8

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 26.8 และ 99.6 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 3.8, 6.5, 9.8, 12.5, 15.4 และ 16.5)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 7, 49.8, 80, 93.5, 95.4 และ 97.8)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 23.1 และ 99.5 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 3, 5) และ (1, 5, 9) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 4, 7) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 5, 26.9, 46.9, 47.8, 58.2 และ 65.7)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 9.6, 50.5, 79.6, 83.6, 91.4 และ 95.6)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 49.4 และ 100 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 3.3, 10.3, 15.7, 16.1, 20.3 และ 22.8)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 12.3, 69.4, 93.3, 94.3, 97.7 และ 99.6)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 40.9) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.21 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	0.005	**0.021***	0.008	0.011	0.007	0.007
		(1, 2, 3)	0.060	**0.151***	0.059	0.074	0.078	0.099
		(1, 3, 5)	0.178	**0.264***	0.112	0.132	0.144	0.204
		(1, 4, 7)	0.361	**0.376***	0.204	0.182	0.181	0.267
		(1, 5, 9)	**0.528***	0.459	0.245	0.223	0.237	0.395
		(1, 6, 11)	**0.661***	0.519	0.270	0.209	0.254	0.427
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	0.010	0.045	0.027	0.044	**0.046***	0.032
		(1, 2, 3)	0.463	0.593	0.438	0.590	**0.709***	0.626
		(1, 3, 5)	0.946	0.927	0.850	0.914	**0.958***	0.935
		(1, 4, 7)	**0.998***	0.992	0.966	0.973	0.992	0.992
		(1, 5, 9)	**1.000***	**1.000***	0.996	0.987	0.999	0.998
		(1, 6, 11)	**1.000***	0.999	0.997	0.990	**1.000***	0.999
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	0.172	0.133	0.206	**0.435***	0.195
		(1, 2, 3)	-	0.994	0.992	0.999	**1.000***	0.998
		(1, 3, 5)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	**0.010***	-	0.008	0.009	0.001	0.002
		(1, 2, 3)	0.017	-	**0.018***	0.013	0.002	0.007
		(1, 3, 5)	**0.053***	-	0.034	0.016	0.005	0.020
		(1, 4, 7)	**0.059***	-	0.038	0.019	0.006	0.030
		(1, 5, 9)	**0.076***	-	0.050	0.028	0.006	0.038
		(1, 6, 11)	**0.107***	-	0.040	0.017	0.005	0.027

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	0.010	**0.036***	0.013	0.021	0.019	0.029
		(1, 2, 3)	0.249	0.379	0.232	0.310	0.396	**0.403***
		(1, 3, 5)	**0.811***	0.784	0.650	0.668	0.777	0.806
		(1, 4, 7)	**0.964***	0.934	0.839	0.827	0.912	0.927
		(1, 5, 9)	**0.996***	0.978	0.937	0.881	0.962	0.977
		(1, 6, 11)	**1.000***	0.990	0.966	0.909	0.981	0.989
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	0.146	0.102	0.167	**0.364***	0.172
		(1, 2, 3)	-	0.997	0.990	**1.000***	**1.000***	0.998
		(1, 3, 5)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	0.008	**0.037***	0.016	0.023	0.011	0.011
		(1, 2, 3, 4)	0.088	**0.197***	0.078	0.108	0.114	0.141
		(1, 3, 5, 7)	0.291	**0.380***	0.163	0.191	0.224	0.277
		(1, 4, 6, 8)	0.358	**0.414***	0.164	0.194	0.214	0.315
		(1, 4, 7, 10)	**0.503***	0.500	0.240	0.248	0.301	0.412
		(1, 5, 9, 13)	**0.689***	0.580	0.288	0.263	0.316	0.460
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	0.087	0.031	0.086	**0.144***	0.088
		(1, 2, 3, 4)	-	0.792	0.660	0.793	**0.899***	0.847
		(1, 3, 5, 7)	-	0.986	0.968	0.968	0.988	**0.989***
		(1, 4, 6, 8)	-	0.995	0.975	0.980	0.997	**0.998***
		(1, 4, 7, 10)	-	**1.000***	0.999	0.997	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	**1.000***	**1.000***	0.997	**1.000***	**1.000***
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	0.389	0.299	0.499	**0.806***	0.484
		(1, 2, 3, 4)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	0.008	-	0.004	**0.010***	0.001	0.006
		(1, 2, 3, 4)	0.012	-	0.012	0.012	0.008	**0.022***
		(1, 3, 5, 7)	**0.066***	-	0.043	0.043	0.021	0.049
		(1, 4, 6, 8)	**0.061***	-	0.024	0.028	0.021	0.041
		(1, 4, 7, 10)	**0.085***	-	0.030	0.041	0.030	0.055
		(1, 5, 9, 13)	**0.122***	-	0.048	0.037	0.037	0.079
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	0.072	0.036	0.048	**0.080***	0.061
		(1, 2, 3, 4)	-	0.640	0.477	0.569	**0.700***	0.681
		(1, 3, 5, 7)	-	0.939	0.846	0.856	0.934	**0.955***
		(1, 4, 6, 8)	-	0.971	0.891	0.844	0.922	**0.975***
		(1, 4, 7, 10)	-	**0.989***	0.962	0.930	0.982	**0.989***
		(1, 5, 9, 13)	-	**0.996***	0.979	0.946	0.990	**0.996***
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.261	0.433	**0.746***	0.426
		(1, 2, 3, 4)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.21 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4), (1, 2, 3), (1, 3, 5) และ (1, 4, 7) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.1, 15.1, 26.4 และ 37.6 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวน

เป็น (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 52.8 และ 66.1 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4), (1, 2, 3) และ (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 4.6, 70.9 และ 95.8 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 7) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 99.8) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 5, 9) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 43.5 และ 100 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ซิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 1.2, 1.4), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1, 5.3, 5.9, 7.6 และ 10.7 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ซิตีมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.8)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 3.6) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นหรือความแปรปรวนเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 40.3) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 81.1, 96.4, 99.6 และ 100 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 36.4) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนและตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6), (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7) และ (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 3.7, 19.7, 38 และ 41.4 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 50.3 และ 68.9 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 14.4 และ 89.9 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7) และ (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 98.9 และ 99.8 ตามลำดับ) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 4, 7, 10) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 80.6) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.2) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 6.6, 6.1, 8.5 และ 12.2 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 8 และ 70 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7) และ (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 95.5 และ 97.5 ตามลำดับ) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนและตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 98.9 และ 99.6 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 74.6) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.22 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.043	0.050	**0.055***	0.053
		(1, 2, 3)	-	-	0.171	0.246	0.303	**0.312***
		(1, 3, 5)	-	-	0.317	0.370	0.477	**0.517***
		(1, 4, 7)	-	-	0.468	0.475	0.569	**0.638***
		(1, 5, 9)	-	-	0.557	0.534	0.675	**0.748***
		(1, 6, 11)	-	-	0.598	0.544	0.719	**0.787***
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.099	0.139	**0.191***	0.144
		(1, 2, 3)	-	-	0.722	0.853	**0.917***	0.835
		(1, 3, 5)	-	-	0.964	0.985	**0.994***	0.983
		(1, 4, 7)	-	-	0.998	0.998	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.305	0.445	**0.682***	0.422
		(1, 2, 3)	-	-	0.997	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	-	0.032	-	**0.036***
		(1, 2, 3)	-	-	-	0.064	-	**0.089***
		(1, 3, 5)	-	-	-	0.087	-	**0.128***
		(1, 4, 7)	-	-	-	0.106	-	**0.180***
		(1, 5, 9)	-	-	-	0.134	-	**0.197***
		(1, 6, 11)	-	-	-	0.109	-	**0.190***

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	-	0.092	**0.119***	0.108
		(1, 2, 3)	-	-	-	0.653	**0.775***	0.707
		(1, 3, 5)	-	-	-	0.914	**0.975***	0.948
		(1, 4, 7)	-	-	-	0.970	**0.992***	0.987
		(1, 5, 9)	-	-	-	0.992	**0.997***	**0.997***
		(1, 6, 11)	-	-	-	0.993	**1.000***	0.999
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.276	0.395	**0.641***	0.389
		(1, 2, 3)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	0.057	**0.075***	**0.075***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.314	0.397	**0.409***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.466	0.572	**0.631***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	0.441	0.570	**0.683***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	0.529	0.678	**0.766***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	0.587	0.727	**0.820***
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	0.238	**0.347***	0.243
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.948	**0.991***	0.960
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.997	**1.000***	0.999
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	0.999	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.538	0.728	**0.936***	0.712
		(1, 2, 3, 4)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	**0.046***	0.037	-
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.080	**0.090***	-
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.157	**0.162***	-
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	**0.131***	0.112	-
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	0.162	**0.181***	-
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	0.167	**0.187***	-
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	0.166	**0.245***	0.202
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.847	**0.935***	0.893
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.978	0.994	**0.995***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	0.977	0.997	**0.999***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	0.995	0.999	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	0.997	**0.999***	**0.999***
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.526	0.696	**0.906***	0.686
		(1, 2, 3, 4)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.22 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 5.5) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 31.2, 51.7, 63.8, 74.8 และ 78.7 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4), (1, 2, 3) และ (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 19.1, 91.7 และ 99.4 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 7) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 68.2) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 3.6, 8.9, 12.8, 18, 19.7 และ 19)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 11.9, 77.5, 97.5, 99.2, 99.7 และ 100) และเมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 5, 9) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงเท่าตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ คือ ร้อยละ 99.7

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 64.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของ

บราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 7.5, 40.9, 63.1, 68.3, 76.6 และ 82) และเมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงเท่าตัวสถิติทดสอบของมู้ด คือ ร้อยละ 7.5

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6), (1, 2, 3, 4) และ (1, 3, 5, 7) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 34.7, 99.1 และ 100 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 93.6) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 4.6 และ 13.1 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 9, 16.2, 18.1 และ 18.7 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 24.5 และ 93.5 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7),

(1, 4, 6, 8) และ (1, 4, 7, 10) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 99.5, 99.9 และ 100 ตามลำดับ) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 99.9)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 90.6) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิธี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.23 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	**0.011***	0.009	0.008	**0.011***
		(1, 2, 3)	-	-	0.021	0.020	0.039	**0.050***
		(1, 3, 5)	-	-	0.043	0.032	0.083	**0.128***
		(1, 4, 7)	-	-	0.067	0.047	0.089	**0.173***
		(1, 5, 9)	-	-	0.093	0.054	0.117	**0.214***
		(1, 6, 11)	-	-	0.114	0.056	0.141	**0.279***
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.013	0.009	0.024	**0.029***
		(1, 2, 3)	-	-	0.115	0.059	0.319	**0.366***
		(1, 3, 5)	-	-	0.371	0.146	0.685	**0.761***
		(1, 4, 7)	-	-	0.553	0.219	0.860	**0.918***
		(1, 5, 9)	-	-	0.680	0.265	0.924	**0.968***
		(1, 6, 11)	-	-	0.757	0.315	0.954	**0.977***
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.031	0.014	0.083	**0.089***
		(1, 2, 3)	-	-	0.751	0.326	0.979	**0.980***
		(1, 3, 5)	-	-	0.981	0.633	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	0.998	0.774	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	0.820	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	0.829	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	**0.013***	0.010	0.002	0.006
		(1, 2, 3)	-	-	**0.015***	0.007	0.003	0.012
		(1, 3, 5)	-	-	**0.011***	0.008	0.001	0.009
		(1, 4, 7)	-	-	**0.016***	0.001	0.003	0.014
		(1, 5, 9)	-	-	**0.020***	0.006	0.005	**0.020***
		(1, 6, 11)	-	-	0.018	0.007	0.005	**0.026***
	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.016	0.012	0.009	**0.017***
		(1, 2, 3)	-	-	0.083	0.041	0.169	**0.230***
		(1, 3, 5)	-	-	0.205	0.079	0.417	**0.560***
		(1, 4, 7)	-	-	0.309	0.076	0.560	**0.739***
		(1, 5, 9)	-	-	0.423	0.144	0.716	**0.843***
		(1, 6, 11)	-	-	0.493	0.109	0.765	**0.906***
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.032	0.021	0.086	**0.090***
		(1, 2, 3)	-	-	0.607	0.248	0.934	**0.947***
		(1, 3, 5)	-	-	0.965	0.524	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	0.998	0.631	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	0.999	0.715	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	0.754	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.014	**0.015***	0.006	0.012
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.032	0.038	0.056	**0.080***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.059	0.056	0.110	**0.165***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.065	0.041	0.093	**0.177***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.101	0.069	0.129	**0.245***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.094	0.051	0.142	**0.287***
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.021	0.019	**0.040***	0.037
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.188	0.085	0.507	**0.566***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.508	0.192	0.836	**0.908***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.565	0.182	0.838	**0.938***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.667	0.225	0.929	**0.976***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.791	0.292	0.969	**0.994***

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.073	0.032	**0.231***	0.225
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.933	0.491	**0.999***	**0.999***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.999	0.749	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	0.737	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	0.819	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	0.839	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.006	**0.011***	0.003	0.005
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.010	0.008	0.003	**0.015***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.018	0.014	0.017	**0.034***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.014	0.007	0.011	**0.026***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.025	0.024	0.018	**0.049***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.025	0.010	0.018	**0.043***
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.012	0.008	0.022	**0.032***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.136	0.049	0.306	**0.408***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.292	0.092	0.580	**0.757***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.309	0.063	0.569	**0.793***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.446	0.122	0.720	**0.903***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.537	0.132	0.804	**0.932***
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.064	0.023	**0.190***	0.189
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.867	0.346	0.993	**0.999***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.997	0.638	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.999	0.630	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	0.728	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	0.756	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.23 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.1, 5, 12.8, 17.3, 21.4 และ 27.9) และเมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีมีกำลังการทดสอบสูงเท่าตัวสถิติทดสอบของมู้ด คือ ร้อยละ 1.1

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.9, 36.6, 76.1, 91.8, 96.8 และ 97.7)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 8.9 และ 98 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5) และ (1, 4, 7) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4), (1, 2, 3), (1, 3, 5) และ (1, 4, 7) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.3, 1.5, 1.1 และ 1.6 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 5, 9) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีและตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 2) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.6)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.7, 23, 56, 73.9, 84.3 และ 90.6)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 9 และ 94.7 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7) และ (1, 5, 9) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.5) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 8, 16.5, 17.7, 24.5 และ 28.7 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 4) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 56.6, 90.8, 93.8, 97.6 และ 99.4 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 23.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4) และ (1, 3, 5, 7) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 99.9 และ 100 ตามลำดับ) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากร

มีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.5, 3.4, 2.6, 4.9 และ 4.3 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 3.2, 40.8, 75.7, 79.3, 90.3 และ 93.2)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 19) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 99.9) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7) และ (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ซิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.24 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.039	**0.059***	0.047	0.055
		(1, 2, 3)	-	-	0.082	0.080	0.158	**0.187***
		(1, 3, 5)	-	-	0.183	0.137	0.301	**0.361***
		(1, 4, 7)	-	-	0.249	0.177	0.380	**0.461***
		(1, 5, 9)	-	-	0.296	0.198	0.450	**0.529***
		(1, 6, 11)	-	-	0.327	0.202	0.522	**0.598***
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.072	0.053	**0.113***	0.105
		(1, 2, 3)	-	-	0.309	0.211	0.626	**0.652***
		(1, 3, 5)	-	-	0.684	0.402	0.902	**0.919***
		(1, 4, 7)	-	-	0.838	0.497	0.972	**0.979***
		(1, 5, 9)	-	-	0.912	0.571	0.994	**0.997***
		(1, 6, 11)	-	-	0.939	0.588	0.993	**0.999***
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.131	0.075	**0.272***	0.248
		(1, 2, 3)	-	-	0.909	0.611	**0.996***	**0.996***
		(1, 3, 5)	-	-	0.996	0.843	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	0.941	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	0.947	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	0.948	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	**0.041***	0.035	0.028	0.033
		(1, 2, 3)	-	-	0.061	0.040	0.046	**0.065***
		(1, 3, 5)	-	-	0.053	0.038	0.055	**0.096***
		(1, 4, 7)	-	-	0.072	0.031	0.082	**0.121***
		(1, 5, 9)	-	-	0.079	0.038	0.082	**0.120***
		(1, 6, 11)	-	-	0.077	0.045	0.087	**0.139***

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.066	0.048	0.077	**0.102***
		(1, 2, 3)	-	-	0.260	0.152	0.451	**0.492***
		(1, 3, 5)	-	-	0.481	0.244	0.787	**0.837***
		(1, 4, 7)	-	-	0.640	0.302	0.871	**0.922***
		(1, 5, 9)	-	-	0.788	0.369	0.936	**0.966***
		(1, 6, 11)	-	-	0.835	0.373	0.965	**0.983***
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.133	-	**0.249***	0.236
		(1, 2, 3)	-	-	0.839	-	**0.993***	0.985
		(1, 3, 5)	-	-	0.996	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	-	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	0.052	0.064	**0.069***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.111	0.214	**0.250***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.153	0.337	**0.441***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	0.143	0.355	**0.482***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	0.218	0.458	**0.553***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	0.187	0.500	**0.646***
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.084	-	**0.141***	0.137
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.461	-	0.781	**0.809***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.780	-	0.965	**0.980***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.833	-	0.982	**0.986***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.896	-	0.993	**0.998***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.968	-	0.998	**0.999***
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.234	0.138	**0.487***	0.457
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.984	0.750	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	0.920	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	0.907	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	0.941	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	0.953	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	-	-	-
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	-	-	-
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	-	-	-
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	-	-	-
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	-	-	-
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	-	-	-
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.060	0.052	0.100	**0.119***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.347	0.174	0.615	**0.690***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.616	0.269	0.880	**0.931***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.641	0.243	0.879	**0.945***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.768	0.341	0.942	**0.981***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.830	0.363	0.973	**0.992***
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.200	0.109	0.419	**0.422***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.963	0.646	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	0.847	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	0.848	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	0.897	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	0.913	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.24 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 5.9) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 18.7, 36.1, 46.1, 52.9 และ 59.8 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 11.3) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 65.2, 91.9, 97.9, 99.7 และ 99.9 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 27.2) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) และ (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 99.6 และ 100 ตามลำดับ) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 4.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 6.5, 9.6, 12.1, 12 และ 13.9 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 10.2, 49.2, 83.7, 92.2, 96.6 และ 98.3)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) และ (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 24.9 และ 99.3 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 7) และ (1, 5, 9), (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 6.9, 25, 44.1, 48.2, 55.3 และ 64.6)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 14.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 80.9, 98, 98.6, 99.8 และ 99.9 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 48.7) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซดี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) จะไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบทุกตัว เนื่องจากไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 11.9, 69, 93.1, 94.5, 98.1 และ 99.2)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 42.2) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13)

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ด มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.25 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	0.004	-	0.011	**0.014***	0.009	0.011
		(1, 2, 3)	0.037	-	0.059	0.075	0.069	**0.081***
		(1, 3, 5)	0.203	-	0.127	0.155	0.162	**0.214***
		(1, 4, 7)	**0.371***	-	0.167	0.189	0.189	0.312
		(1, 5, 9)	**0.490***	-	0.240	0.201	0.230	0.348
		(1, 6, 11)	**0.674***	-	0.303	0.243	0.264	0.423
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	0.044	0.019	0.039	**0.062***	0.038
		(1, 2, 3)	-	0.572	0.432	0.555	**0.716***	0.611
		(1, 3, 5)	-	0.919	0.861	0.914	**0.959***	0.931
		(1, 4, 7)	-	0.986	0.961	0.962	**0.992***	0.983
		(1, 5, 9)	-	**1.000***	0.991	0.986	0.998	0.997
		(1, 6, 11)	-	**1.000***	0.998	0.990	**1.000***	**1.000***
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.121	0.201	**0.431***	0.204
		(1, 2, 3)	-	-	0.992	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	0.004	-	**0.007***	**0.007***	0.003	0.003
		(1, 2, 3)	**0.023***	-	0.020	0.015	0.004	0.012
		(1, 3, 5)	**0.036***	-	0.026	0.016	0.003	0.014
		(1, 4, 7)	**0.072***	-	0.038	0.024	0.006	0.036
		(1, 5, 9)	**0.099***	-	0.044	0.023	0.005	0.033
		(1, 6, 11)	**0.125***	-	0.059	0.023	0.012	0.044

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	0.006	**0.032***	0.021	0.022	0.020	0.025
		(1, 2, 3)	0.272	0.404	0.275	0.328	**0.410***	0.406
		(1, 3, 5)	0.793	0.786	0.627	0.682	0.772	**0.802***
		(1, 4, 7)	**0.969***	0.933	0.845	0.793	0.892	0.925
		(1, 5, 9)	**0.995***	0.976	0.921	0.886	0.957	0.972
		(1, 6, 11)	**1.000***	0.991	0.957	0.897	0.963	0.981
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	0.152	0.106	0.174	**0.343***	0.161
		(1, 2, 3)	-	0.993	0.988	0.999	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.014	0.022	0.013	**0.023***
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.076	0.112	0.126	**0.142***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.175	0.211	0.213	**0.280***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.184	0.189	0.200	**0.292***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.244	0.230	0.291	**0.406***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	0.290	0.265	0.343	**0.508***
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	0.016	-	0.038	0.079	**0.123***	0.076
		(1, 2, 3, 4)	0.776	-	0.662	0.796	**0.917***	0.853
		(1, 3, 5, 7)	0.995	-	0.960	0.978	**0.996***	0.993
		(1, 4, 6, 8)	**1.000***	-	0.988	0.979	**1.000***	0.999
		(1, 4, 7, 10)	**1.000***	-	0.996	0.998	**1.000***	0.999
		(1, 5, 9, 13)	**1.000***	-	**1.000***	0.999	**1.000***	**1.000***
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	0.358	0.272	0.465	**0.819***	0.447
		(1, 2, 3, 4)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	**0.013***	-	0.008	0.007	0.005	0.007
		(1, 2, 3, 4)	**0.036***	-	0.024	0.019	0.019	0.030
		(1, 3, 5, 7)	**0.064***	-	0.037	0.035	0.014	0.049
		(1, 4, 6, 8)	**0.068***	-	0.025	0.027	0.022	0.035
		(1, 4, 7, 10)	**0.096***	-	0.035	0.041	0.036	0.063
		(1, 5, 9, 13)	**0.139***	-	0.059	0.052	0.041	0.088
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	**0.066***	0.021	0.045	0.057	0.042
		(1, 2, 3, 4)	-	0.669	0.512	0.567	**0.715***	0.696
		(1, 3, 5, 7)	-	0.937	0.858	0.850	0.928	**0.943***
		(1, 4, 6, 8)	-	**0.971***	0.893	0.836	0.910	0.969
		(1, 4, 7, 10)	-	0.982	0.956	0.922	0.976	**0.986***
		(1, 5, 9, 13)	-	**0.997***	0.987	0.946	0.990	0.993
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	0.324	0.229	0.402	**0.750***	0.404
		(1, 2, 3, 4)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.25 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.4) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) และ (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 8.1 และ 21.4 ตามลำดับ) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 7),

(1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 37.1, 49 และ 67.4 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4), (1, 2, 3), (1, 3, 5) และ (1, 4, 7) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 6.2, 71.6, 95.9 และ 99.2 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 5, 9) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 43.1) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) สถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีและตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 0.7) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.3, 3.6, 7.2, 9.9 และ 12.5 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 3.2) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 41) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 80.2) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกัน

เพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 96.9, 99.5 และ 100 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 34.3) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 2.3, 14.2, 28, 29.2, 40.6 และ 50.8)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6), (1, 2, 3, 4) และ (1, 3, 5, 7) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 12.3, 91.7 และ 99.6 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 4, 6, 8) และ (1, 4, 7, 10) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 81.9) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 1.3, 3.6, 6.4, 6.8, 9.6 และ 13.9)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6), (1, 4, 6, 8) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของเลวีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 6.6, 97.1 และ 99.7 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 71.5) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 3, 5, 7) และ (1, 4, 7, 10) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 94.3 และ 98.6 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 75) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์ ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

ตารางที่ 4.26 กำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.038	0.069	-	**0.074***
		(1, 2, 3)	-	-	0.162	0.204	-	**0.282***
		(1, 3, 5)	-	-	0.346	0.390	-	**0.536***
		(1, 4, 7)	-	-	0.457	0.475	-	**0.659***
		(1, 5, 9)	-	-	0.539	0.520	-	**0.714***
		(1, 6, 11)	-	-	0.639	0.587	-	**0.803***
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	0.147	0.090	0.141	**0.200***	0.139
		(1, 2, 3)	-	0.784	0.687	0.822	**0.917***	0.839
		(1, 3, 5)	-	0.983	0.963	0.985	**0.993***	0.987
		(1, 4, 7)	-	0.999	0.997	0.998	**1.000***	0.999
		(1, 5, 9)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.289	0.437	**0.692***	0.432
		(1, 2, 3)	-	-	0.999	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	-	**0.035***	-	-
		(1, 2, 3)	-	-	-	**0.062***	-	-
		(1, 3, 5)	-	-	-	**0.076***	-	-
		(1, 4, 7)	-	-	-	**0.113***	-	-
		(1, 5, 9)	-	-	-	**0.130***	-	-
		(1, 6, 11)	-	-	-	**0.124***	-	-

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
3 กลุ่ม	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.066	0.083	**0.103***	0.081
		(1, 2, 3)	-	-	0.545	0.650	**0.767***	0.710
		(1, 3, 5)	-	-	0.881	0.929	**0.975***	0.964
		(1, 4, 7)	-	-	0.975	0.972	**0.998***	0.993
		(1, 5, 9)	-	-	0.994	0.991	**0.998***	0.997
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	0.993	0.998	0.998
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	-	-	0.276	0.380	**0.630***	0.385
		(1, 2, 3)	-	-	0.999	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 6, 11)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	0.071	**0.079***	0.077
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.287	0.373	**0.397***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.452	0.562	**0.607***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	0.460	0.580	**0.699***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	0.553	0.678	**0.777***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	0.585	0.755	**0.849***
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.146	0.229	**0.326***	0.231
		(1, 2, 3, 4)	-	-	0.869	0.950	**0.988***	0.966
		(1, 3, 5, 7)	-	-	0.997	0.999	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	0.998	0.999	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	0.999	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.519	**0.717***	-	0.711
		(1, 2, 3, 4)	-	-	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	**1.000***	-	**1.000***

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	B	L	BF	OB	K	M
4 กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	**0.050***	0.037	0.048
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.103	0.105	**0.147***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.134	0.155	**0.229***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	0.128	0.123	**0.198***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	0.168	0.186	**0.290***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	0.193	0.221	**0.333***
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	-	0.151	**0.204***	0.162
		(1, 2, 3, 4)	-	-	-	0.850	**0.944***	0.907
		(1, 3, 5, 7)	-	-	-	0.983	0.994	**0.995***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	-	0.986	0.997	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	-	0.991	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	-	0.995	**1.000***	**1.000***
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	-	-	0.493	0.700	**0.919***	0.688
		(1, 2, 3, 4)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 3, 5, 7)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 6, 8)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 4, 7, 10)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***
		(1, 5, 9, 13)	-	-	**1.000***	**1.000***	**1.000***	**1.000***

* แทนกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

- แทนไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 4.26 พบว่า กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 7.4, 28.2, 53.6, 65.9, 71.4 และ 80.3)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยจนถึงปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4),

(1, 2, 3), (1, 3, 5) และ (1, 4, 7) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 20, 91.7, 99.3 และ 100 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 69.2) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) สถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10) ทุกระดับความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรที่ศึกษา มีเพียงตัวสถิติทดสอบของโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีกำลังการทดสอบเป็นร้อยละ 3.5, 6.2, 7.6, 11.3, 13 และ 12.4

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเป็น (1, 1.2, 1.4), (1, 2, 3), (1, 3, 5), (1, 4, 7) และ (1, 5, 9) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 10.3, 76.7, 97.5, 99.8 และ 99.8 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 63) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5), (1, 4, 7), (1, 5, 9) และ (1, 6, 11) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน

ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน คือ (10, 10, 10, 10) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 7.9) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 39.7, 60.7, 69.9, 77.7 และ 84.9 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน คือ (30, 30, 30, 30) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 32.6 และ 98.8 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7) และ (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) ถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 4, 7, 10) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และเท่ากัน คือ (100, 100, 100, 100) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 71.7) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน คือ (4, 7, 10, 13) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 5) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 14.7, 22.9, 19.8, 29 และ 33.3 ตามลำดับ)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน คือ (20, 25, 30, 35) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) และ (1, 2, 3, 4) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 20.4 และ 94.4 ตามลำดับ) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางหรือความแปรปรวนเป็น (1, 3, 5, 7) และ (1, 4, 6, 8) ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 99.5 และ 100 ตามลำดับ) และถ้าความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันมากหรือความแปรปรวนเป็น (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

กรณีจำนวนประชากร 4 กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน คือ (80, 90, 100, 110) ความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันน้อยหรือความแปรปรวนเป็น (1, 1.2, 1.4, 1.6) ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ร้อยละ 91.9) แต่เมื่อความแปรปรวนประชากรมีความแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเป็น (1, 2, 3, 4), (1, 3, 5, 7), (1, 4, 6, 8), (1, 4, 7, 10) และ (1, 5, 9, 13) ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์ ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 100)

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน มีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย จำนวน 3 ข้อ ดังนี้

1. เพื่อคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ทั้งกรณีการแจกแจง จำนวนประชากร ขนาดตัวอย่าง ความแปรปรวน และระดับนัยสำคัญที่แตกต่างกัน ตัวสถิติทดสอบทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่
   - ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์
   - ตัวสถิติทดสอบของเลวีน
   - ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์
   - ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน
   - ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์
   - ตัวสถิติทดสอบของมู้ด
2. เพื่อพิจารณาว่าตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี วิธีใดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ
3. เพื่อเสนอแนะตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของโครงการวิจัย จำนวน 6 ข้อ ดังนี้

1. ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่
   - ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์
   - ตัวสถิติทดสอบของเลวีน
   - ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์
   - ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน
   - ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์

- ตัวสถิติทดสอบของมู้ด

2. กำหนดการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากรที่ศึกษา 5 การแจกแจง ได้แก่

- การแจกแจงปรกติ
- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = -2, ความโด่ง = 12)
- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = -0.4, ความโด่ง = 2.2)
- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = 2, ความโด่ง = 12)
- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = 0.4, ความโด่ง = 2.2)

3. กำหนดจำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม และศึกษาทั้งกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยแบ่งเป็นตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังตารางที่ 1.1 ในบทที่ 1

4. กำหนดค่าเฉลี่ยประชากรทุกกลุ่มเท่ากัน คือ เท่ากับ 10 และกำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality Parameter: ϕ) ซึ่งเสนอโดย Games, Winkle และ Probert (1972) มีสูตรการคำนวณดังสมการที่ (1.1) ในบทที่ 1 จะได้ค่าความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรแสดงดังตารางที่ 1.2 ในบทที่ 1 จากนั้นจำลองข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SAS รุ่น 9.0 ซึ่งมีจำนวนชุดข้อมูลที่ต้องจำลองทั้งหมด 420 ชุด (5 การแจกแจง x 2 ระดับของจำนวนประชากร คือ 3 และ 4 กลุ่ม x 6 ขนาดตัวอย่าง x 7 ความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร)

5. กำหนดระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ 0.01 และ 0.05

6. กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ คือ 1,000 รอบ

สำหรับการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนแสดงดังนี้

1. จำลองข้อมูลของประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ด้วยโปรแกรม SAS รุ่น 9.0 กำหนดการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากรที่ศึกษา 5 การแจกแจง ได้แก่

- การแจกแจงปรกติ โดยใช้คำสั่ง rand('normal', 0, 1)
- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = -2, ความโด่ง = 12)
- การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = -0.4, ความโด่ง = 2.2)
- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = 2, ความโด่ง = 12)
- การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = 0.4, ความโด่ง = 2.2)

สำหรับการจำลองข้อมูลที่มีลักษณะไม่สมมาตร (เบ้ซ้าย เบ้ขวา ความโด่งสูงกว่าปรกติ และความโด่งต่ำกว่าปรกติ) จะเริ่มต้นจากการจำลองข้อมูลที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง (0, 1) โดยใช้คำสั่ง rand('uniform') แล้วแปลงข้อมูลตามวิธีการของ Ramberg และคณะ (Ramberg *et al.*,

1979) ซึ่งสร้างตัวแปรสุ่ม X ที่ขึ้นอยู่กับความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) ดังสมการที่ (3.1) ในบทที่ 3 จากนั้นกำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ทั้งตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังตารางที่ 1.1 ในบทที่ 1 กำหนดค่าเฉลี่ยประชากรทุกกลุ่มเท่ากัน คือ เท่ากับ 10 และกำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) ซึ่งเสนอโดย Games, Winkle และ Probert (1972) ดังตารางที่ 1.2 ในบทที่ 1 ทำการแปลงข้อมูลแต่ละประชากรให้มีความแปรปรวนตามที่กำหนด โดยใช้สูตรดังสมการที่ (3.2) ในบทที่ 3

2. คำนวณค่าของตัวสถิติทดสอบและค่าพีของการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทช์ และตัวสถิติทดสอบของมู้ด เพื่อเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.01 และ 0.05) โดยถ้าค่าพีน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ จะตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (ปฏิเสธ H_0) และถ้าค่าพีมากกว่าระดับนัยสำคัญ จะตัดสินใจไม่ปฏิเสธสมมุติฐานว่าง

3. คำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งหมด 6 วิธี โดยการนับจำนวนครั้งที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่าง นำมาหารด้วยจำนวนรอบของการทำซ้ำ ซึ่งคือ 1,000 รอบ ดังนี้

- กรณีความแปรปรวนของประชากรไม่แตกต่างกัน $(\phi = 0)$ จะได้ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α) ดังสมการที่ (3.3) ในบทที่ 3 นำค่า α ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การทดสอบทวินาม ดังนี้

- กรณีระดับนัยสำคัญเท่ากับ $\alpha_0 = 0.01$ จะกล่าวว่าตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อค่า α ที่คำนวณได้อยู่ในช่วง

$$0.0019 < \alpha < 0.0181$$

- กรณีระดับนัยสำคัญเท่ากับ $\alpha_0 = 0.05$ จะกล่าวว่าตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อค่า α ที่คำนวณได้อยู่ในช่วง

$$0.0365 < \alpha < 0.0635$$

- กรณีความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกัน $(\phi > 0)$ จะได้กำลังการทดสอบ (β) ดังสมการที่ (3.5) ในบทที่ 3

ผลการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล มีข้อสรุป การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

การศึกษาครั้งนี้จะแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของแต่ละตัวสถิติทดสอบ

2. ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของแต่ละตัวสถิติทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 5.1 – 5.6

ตารางที่ 5.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์

ประชากร	n	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
		ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	×
	(30, 30, 30)	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×	×
	(100, 100, 100)	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×	×
	(4, 7, 10)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	×
	(20, 25, 30)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	×
	(80, 90, 100)	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×	×
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×	×
	(30, 30, 30, 30)	✓	×	×	×	✓	✓	×	×	×	×
	(100, 100, 100, 100)	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×	×
	(4, 7, 10, 13)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	×
	(20, 25, 30, 35)	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×	×
	(80, 90, 100, 110)	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×	×

✓ แทนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

× แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 5.1 พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณี ทั้งกรณี

จำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และทุกระดับนัยสำคัญที่ศึกษา เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณี ทั้งกรณีจำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และทุกระดับนัยสำคัญที่ศึกษา แต่เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี เฉพาะที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เช่น กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม และขนาดตัวอย่างเท่ากันเป็น (10, 10, 10)

ตารางที่ 5.2 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของเลวีน

ประชากร	n	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
		ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×	×
	(30, 30, 30)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	✓
	(100, 100, 100)	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×	×
	(4, 7, 10)	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	(20, 25, 30)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	×
	(80, 90, 100)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	×
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×
	(30, 30, 30, 30)	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×	×
	(100, 100, 100, 100)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	×
	(4, 7, 10, 13)	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×
	(20, 25, 30, 35)	✓	×	✓	×	✓	✓	×	×	×	×
	(80, 90, 100, 110)	✓	×	×	×	✓	×	×	×	×	×

✓ แทนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

× แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 5.2 พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของเลวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเกือบทุกกรณี ยกเว้นกรณีระดับนัยสำคัญ 0.01 จำนวนประชากร 4 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเป็น (10, 10, 10, 10) และ (4, 7, 10, 13) และกรณีระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนประชากร 3 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเป็น (4, 7, 10) จำนวน

ประชากร 4 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเป็น (10, 10, 10, 10) และ (80, 90, 100, 110) เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณี ทั้งกรณีจำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และทุกระดับนัยสำคัญที่ศึกษา แต่เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี เช่น กรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากันเป็น (30, 30, 30) และระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 5.3 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี

ประชากร	n	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
		ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	✓	×	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓
	(30, 30, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(100, 100, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓
	(4, 7, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	×
	(20, 25, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓
	(80, 90, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×
	(30, 30, 30, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓
	(100, 100, 100, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(4, 7, 10, 13)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	×	×
	(20, 25, 30, 35)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	×
	(80, 90, 100, 110)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ แทนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

× แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 5.3 พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทุกการแจกแจง ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเกือบทุกกรณี ยกเว้นกรณีจำนวนประชากร 3 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเป็น (10, 10, 10) การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี

ตารางที่ 5.4 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของโอบรีน

ประชากร	n	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
		ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓
	(30, 30, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(100, 100, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
	(4, 7, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓
	(20, 25, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(80, 90, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(30, 30, 30, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓
	(100, 100, 100, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
	(4, 7, 10, 13)	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	×	✓
	(20, 25, 30, 35)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(80, 90, 100, 110)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓

✓ แทนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

× แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 5.4 พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทุกการแจกแจง ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณี ทั้งกรณีจำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี

ตารางที่ 5.5 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์

ประชากร	n	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
		ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×
	(30, 30, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(100, 100, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓
	(4, 7, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	×
	(20, 25, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(80, 90, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(30, 30, 30, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
	(100, 100, 100, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×
	(4, 7, 10, 13)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	✓
	(20, 25, 30, 35)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(80, 90, 100, 110)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ แทนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

× แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 5.5 พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทุกการแจกแจง ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณี ทั้งกรณีจำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี

ตารางที่ 5.6 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดของตัวสถิติทดสอบของมู้ด

ประชากร	n	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
		ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(30, 30, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(100, 100, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(4, 7, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×
	(20, 25, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(80, 90, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(30, 30, 30, 30)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
	(100, 100, 100, 100)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(4, 7, 10, 13)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓
	(20, 25, 30, 35)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(80, 90, 100, 110)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓

✓ แทนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

× แทนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 5.6 พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทุกการแจกแจง ตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณี ทั้งกรณีจำนวนประชากร 3 และ 4 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี

ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด สรุปได้ดังตางรางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกลุ่มที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ประชากร	n	σ^2	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
			ปกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
3 กลุ่ม	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)	L (0.020)	M (0.005)	L (0.021)	BF, M (0.011)	OB (0.014)	L (0.091)	M (0.044)	K (0.055)	OB (0.059)	M (0.074)
		(1, 2, 3)	B (0.098)	M (0.048)	L (0.151)	M (0.050)	M (0.081)	B (0.281)	M (0.194)	M (0.312)	M (0.187)	M (0.282)
		(1, 3, 5)	B (0.244)	M (0.131)	L (0.264)	M (0.128)	M (0.214)	B (0.526)	M (0.361)	M (0.517)	M (0.361)	M (0.536)
		(1, 4, 7)	B (0.395)	M (0.156)	L (0.376)	M (0.173)	B (0.371)	B (0.677)	M (0.455)	M (0.638)	M (0.461)	M (0.659)
		(1, 5, 9)	B (0.532)	M (0.256)	B (0.528)	M (0.214)	B (0.490)	B (0.808)	M (0.557)	M (0.748)	M (0.529)	M (0.714)
		(1, 6, 11)	B (0.647)	M (0.271)	B (0.661)	M (0.279)	B (0.674)	B (0.887)	M (0.599)	M (0.787)	M (0.598)	M (0.803)
	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)	L (0.033)	M (0.040)	K (0.046)	M (0.029)	K (0.062)	B (0.103)	M (0.108)	K (0.191)	K (0.113)	K (0.200)
		(1, 2, 3)	B (0.501)	M (0.335)	K (0.709)	M (0.366)	K (0.716)	B (0.739)	M (0.608)	K (0.917)	M (0.652)	K (0.917)
		(1, 3, 5)	B (0.914)	M (0.768)	K (0.958)	M (0.761)	K (0.959)	B (0.975)	M (0.923)	K (0.994)	M (0.919)	K (0.993)
		(1, 4, 7)	B (0.988)	M (0.907)	B (0.998)	M (0.918)	K (0.992)	B (0.999)	M (0.978)	K, M (1.000)	M (0.979)	K (1.000)
		(1, 5, 9)	B (0.999)	M (0.965)	B, L (1.000)	M (0.968)	L (1.000)	B (1.000)	M (0.993)	* (1.000)	M (0.997)	* (1.000)
		(1, 6, 11)	B (0.999)	M (0.979)	B, K (1.000)	M (0.977)	* (1.000)	* (1.000)	K, M (0.998)	* (1.000)	M (0.999)	* (1.000)
	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)	B (0.128)	K (0.082)	K (0.435)	M (0.089)	K (0.431)	B (0.303)	K (0.268)	K (0.682)	K (0.272)	K (0.692)
		(1, 2, 3)	B (0.997)	M (0.968)	K (1.000)	M (0.980)	* (1.000)	B, OB (0.999)	K (0.996)	* (1.000)	K, M (0.996)	* (1.000)
		(1, 3, 5)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)
		(1, 4, 7)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 5, 9)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 6, 11)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)

ตารางที่ 5.7 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
			ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
3 กลุ่ม	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)	L (0.012)	OB (0.004)	B (0.010)	BF (0.013)	BF, OB (0.007)	B (0.062)	M (0.038)	M (0.036)	BF (0.041)	OB (0.035)
		(1, 2, 3)	L (0.025)	M (0.011)	BF (0.018)	BF (0.015)	B (0.023)	B (0.113)	M (0.065)	M (0.089)	M (0.065)	OB (0.062)
		(1, 3, 5)	B (0.049)	M (0.017)	B (0.053)	BF (0.011)	B (0.036)	B (0.198)	M (0.098)	M (0.128)	M (0.096)	OB (0.076)
		(1, 4, 7)	B (0.084)	BF (0.012)	B (0.059)	BF (0.016)	B (0.072)	B (0.273)	M (0.125)	M (0.180)	M (0.121)	OB (0.113)
		(1, 5, 9)	B (0.109)	M (0.022)	B (0.076)	BF, M (0.020)	B (0.099)	B (0.351)	M (0.154)	M (0.197)	M (0.120)	OB (0.130)
		(1, 6, 11)	B (0.131)	M (0.024)	B (0.107)	M (0.026)	B (0.125)	B (0.395)	M (0.165)	M (0.190)	M (0.139)	OB (0.124)
	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)	M (0.021)	M (0.016)	L (0.036)	M (0.017)	L (0.032)	B (0.090)	M (0.070)	K (0.119)	M (0.102)	K (0.103)
		(1, 2, 3)	B (0.342)	M (0.243)	M (0.403)	M (0.230)	K (0.410)	B (0.598)	M (0.498)	K (0.775)	M (0.492)	K (0.767)
		(1, 3, 5)	B (0.766)	M (0.541)	B (0.811)	M (0.560)	M (0.802)	B (0.928)	M (0.800)	K (0.975)	M (0.837)	K (0.975)
		(1, 4, 7)	B (0.946)	M (0.768)	B (0.964)	M (0.739)	B (0.969)	B (0.986)	M (0.935)	K (0.992)	M (0.922)	K (0.998)
		(1, 5, 9)	B (0.980)	M (0.826)	B (0.996)	M (0.843)	B (0.995)	B (0.999)	M (0.954)	K, M (0.997)	M (0.966)	K (0.998)
		(1, 6, 11)	B (0.998)	M (0.900)	B (1.000)	M (0.906)	B (1.000)	B (1.000)	M (0.978)	K (1.000)	M (0.983)	BF (1.000)
	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)	B (0.099)	M (0.090)	K (0.364)	M (0.090)	K (0.343)	B (0.256)	M (0.231)	K (0.641)	K (0.249)	K (0.630)
		(1, 2, 3)	B (0.977)	K (0.966)	OB, K (1.000)	M (0.947)	K, M (1.000)	B (0.997)	M (0.995)	* (1.000)	K (0.993)	* (1.000)
		(1, 3, 5)	* (1.000)	M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)
		(1, 4, 7)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 5, 9)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 6, 11)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)

ตารางที่ 5.7 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
			ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
4 กลุ่ม	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	B (0.021)	OB (0.011)	L (0.037)	OB (0.015)	M (0.023)	B (0.079)	M (0.050)	K, M (0.075)	M (0.069)	K (0.079)
		(1, 2, 3, 4)	B (0.157)	M (0.079)	L (0.197)	M (0.080)	M (0.142)	B (0.363)	M (0.269)	M (0.409)	M (0.250)	M (0.397)
		(1, 3, 5, 7)	B (0.366)	M (0.189)	L (0.380)	M (0.165)	M (0.280)	B (0.666)	M (0.469)	M (0.631)	M (0.441)	M (0.607)
		(1, 4, 6, 8)	B (0.452)	M (0.183)	L (0.414)	M (0.177)	M (0.292)	B (0.734)	M (0.478)	M (0.683)	M (0.482)	M (0.699)
		(1, 4, 7, 10)	B (0.555)	M (0.244)	B (0.503)	M (0.245)	M (0.406)	B (0.811)	M (0.582)	M (0.766)	M (0.553)	M (0.777)
		(1, 5, 9, 13)	B (0.704)	M (0.317)	B (0.689)	M (0.287)	M (0.508)	B (0.903)	M (0.657)	M (0.820)	M (0.646)	M (0.849)
	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	B (0.050)	M (0.052)	K (0.144)	K (0.040)	K (0.123)	L (0.176)	BF (0.096)	K (0.347)	K (0.141)	K (0.326)
		(1, 2, 3, 4)	B (0.752)	M (0.605)	K (0.899)	M (0.566)	K (0.917)	B (0.913)	BF (0.505)	K (0.991)	M (0.809)	K (0.988)
		(1, 3, 5, 7)	B (0.990)	M (0.920)	M (0.989)	M (0.908)	K (0.996)	B (1.000)	BF (0.796)	K (1.000)	M (0.980)	K, M (1.000)
		(1, 4, 6, 8)	B (0.996)	M (0.943)	M (0.998)	M (0.938)	B, K (1.000)	B (1.000)	BF (0.836)	K, M (1.000)	M (0.986)	K, M (1.000)
		(1, 4, 7, 10)	B (1.000)	M (0.977)	* (1.000)	M (0.976)	B, K (1.000)	B, L (1.000)	BF (0.914)	* (1.000)	M (0.998)	* (1.000)
		(1, 5, 9, 13)	B, L (1.000)	M (0.996)	* (1.000)	M (0.994)	* (1.000)	* (1.000)	BF (0.956)	* (1.000)	M (0.999)	* (1.000)
	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	B (0.277)	M (0.233)	K (0.806)	K (0.231)	K (0.819)	B (0.518)	K (0.494)	K (0.936)	K (0.487)	OB (0.717)
		(1, 2, 3, 4)	All (1.000)	K (1.000)	* (1.000)	K, M (0.999)	* (1.000)	All (1.000)	K (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)
		(1, 3, 5, 7)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 4, 6, 8)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 4, 7, 10)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 5, 9, 13)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)

ตารางที่ 5.7 (ต่อ)

ประชากร	n	σ^2	ระดับนัยสำคัญ 0.01					ระดับนัยสำคัญ 0.05				
			ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
4 กลุ่ม	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	B (0.013)	OB (0.014)	OB (0.010)	OB (0.011)	B (0.013)	B (0.070)	M (0.033)	OB (0.046)	-	OB (0.050)
		(1, 2, 3, 4)	B (0.047)	M (0.017)	M (0.022)	M (0.015)	B (0.036)	B (0.177)	M (0.103)	K (0.090)	-	M (0.147)
		(1, 3, 5, 7)	B (0.097)	M (0.033)	B (0.066)	M (0.034)	B (0.064)	B (0.296)	M (0.157)	K (0.162)	-	M (0.229)
		(1, 4, 6, 8)	B (0.111)	M (0.025)	B (0.061)	M (0.026)	B (0.068)	B (0.319)	M (0.161)	OB (0.131)	-	M (0.198)
		(1, 4, 7, 10)	B (0.149)	M (0.041)	B (0.085)	M (0.049)	B (0.096)	B (0.399)	M (0.203)	K (0.181)	-	M (0.290)
		(1, 5, 9, 13)	B (0.205)	M (0.040)	B (0.122)	M (0.043)	B (0.139)	B (0.501)	M (0.228)	K (0.187)	-	M (0.333)
	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	B (0.040)	M (0.027)	K (0.080)	M (0.032)	L (0.066)	B (0.143)	M (0.123)	K (0.245)	M (0.119)	K (0.204)
		(1, 2, 3, 4)	B (0.613)	M (0.409)	K (0.700)	M (0.408)	K (0.715)	B (0.842)	M (0.694)	K (0.935)	M (0.690)	K (0.944)
		(1, 3, 5, 7)	B (0.949)	M (0.752)	M (0.955)	M (0.757)	M (0.943)	B (0.995)	M (0.933)	M (0.995)	M (0.931)	M (0.995)
		(1, 4, 6, 8)	B (0.981)	M (0.788)	M (0.975)	M (0.793)	L (0.971)	B (0.996)	M (0.943)	M (0.999)	M (0.945)	M (1.000)
		(1, 4, 7, 10)	B (0.994)	M (0.897)	L, M (0.989)	M (0.903)	M (0.986)	B (1.000)	M (0.977)	M (1.000)	M (0.981)	K, M (1.000)
		(1, 5, 9, 13)	B (0.999)	M (0.945)	L, M (0.996)	M (0.932)	L (0.997)	B (1.000)	M (0.996)	K, M (0.999)	M (0.992)	K, M (1.000)
	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)	B (0.250)	M (0.191)	K (0.746)	K (0.190)	K (0.750)	B (0.451)	K (0.409)	K (0.906)	M (0.422)	K (0.919)
		(1, 2, 3, 4)	B (1.000)	M (0.998)	* (1.000)	M (0.999)	* (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)
		(1, 3, 5, 7)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 4, 6, 8)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 4, 7, 10)	All (1.000)	K, M (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)
		(1, 5, 9, 13)	All (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)	* (1.000)

B แทนตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ L แทนตัวสถิติทดสอบของเลวีน BF แทนตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ซิธี

OB แทนตัวสถิติทดสอบของโอบรีน K แทนตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ M แทนตัวสถิติทดสอบของมู้ด

All แทนทุกตัวสถิติทดสอบมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน * แทนตั้งแต่ 3 ตัวสถิติทดสอบขึ้นไปมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน

- แทนไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ค่าในวงเล็บแทนกำลังการทดสอบ

จากตารางที่ 5.7 พบว่า ผลการศึกษาเกี่ยวกับกำลังการทดสอบสามารถสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. กำลังการทดสอบจะแปรผันตรงกับจำนวนประชากร ขนาดตัวอย่าง ความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร และระดับนัยสำคัญ

2. ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ สรุปได้ดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจง				
	ปรกติ	เบ้ซ้ายโด่งสูง	เบ้ซ้ายโด่งต่ำ	เบ้ขวาโด่งสูง	เบ้ขวาโด่งต่ำ
เล็กและเท่ากัน	B	M	L, M	M	M
กลางและเท่ากัน	B	M	K	M	K
ใหญ่และเท่ากัน	B[1]	K, M[1]	K[1]	K, M[1]	K[1]
	*[2]	*[2]	*[2]	*[2]	*[2]
เล็กและไม่เท่ากัน	B	M	B, M	BF, M	B, OB
กลางและไม่เท่ากัน	B	M	K, M	M	K, M
ใหญ่และไม่เท่ากัน	B[1]	K, M[1]	K[1]	K, M[1]	K[1]
	*[2]	*[2]	*[2]	*[2]	*[2]

B แทนตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ L แทนตัวสถิติทดสอบของเลวีน BF แทนตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์ไซธ์

OB แทนตัวสถิติทดสอบของโอบรีน K แทนตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์ M แทนตัวสถิติทดสอบของมู้ด

* แทนตั้งแต่ 3 ตัวสถิติทดสอบขึ้นไปมีความเหมาะสม

1 แทนเมื่อพิจารณาที่ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย

2 แทนเมื่อพิจารณาที่ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมาก

จากตารางที่ 5.8 พบว่า ตัวสถิติทดสอบที่มีความเหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน จำแนกตามแต่ละการแจกแจง สรุปได้ดังนี้

เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีความเหมาะสมมากที่สุด และถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันที่มีความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกันปานกลางจนถึงมาก พบว่า ตัวสถิติทดสอบโดยส่วนใหญ่มีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน

เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ ตัวอย่างขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าตัวอย่างขนาดใหญ่ ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความ

เหมาะสมไม่แตกต่างกัน และถ้าความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมาก พบว่า ตัวสถิติทดสอบโดยส่วนใหญ่มีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน

เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของเลวีนและตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวอย่างขนาดใหญ่ ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีความเหมาะสมมากที่สุด และถ้าความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมาก พบว่า ตัวสถิติทดสอบโดยส่วนใหญ่มีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน

เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีและตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวอย่างขนาดกลาง ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าตัวอย่างขนาดใหญ่ ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน และถ้าความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมาก พบว่า ตัวสถิติทดสอบโดยส่วนใหญ่มีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน

เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าตัวอย่างขนาดกลางและเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีความเหมาะสมมากที่สุด ถ้าตัวอย่างขนาดเล็กและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของโอบรีนมีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวอย่างขนาดกลางและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวอย่างขนาดใหญ่ ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์มีความเหมาะสมมากที่สุด และถ้าความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมาก พบว่า ตัวสถิติทดสอบโดยส่วนใหญ่มีความเหมาะสมไม่แตกต่างกัน

5.2 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และกำลังการทดสอบของแต่ละตัวสถิติทดสอบ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา แต่เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณี และเมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี สอดคล้องกับที่ Gene และ Hopkins (1996) สรุปไว้ว่า ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความยุ่งยากในการคำนวณและมีความไวต่อข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปรกติ โดยถ้าข้อมูลมีความโด่งสูงกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้จะมีโอกาสปฏิเสธสมมุติฐานว่างมากกว่าที่ควรจะเป็น จึงส่งผลให้ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สูงเกินขอบเขตที่กำหนด และเมื่อข้อมูลมีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้จะมีโอกาสปฏิเสธสมมุติฐานว่างน้อยกว่าที่ควรจะเป็น จึงส่งผลให้ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ต่ำกว่าขอบเขตที่กำหนด สอดคล้องกับที่เยาวภา ไชยศรี (2542) สรุปไว้ว่า กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด สอดคล้องกับที่พรรษณพร จันทร์ดี (2549) สรุปไว้ว่า กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีความแกร่งและมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด สอดคล้องกับที่ศรีวนา ศรีสมบูรณ์ (2553) สรุปไว้ว่า กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และสอดคล้องกับที่ดวงพร หัชชะวณิช (2557) สรุปไว้ว่า กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์เป็นตัวสถิติทดสอบที่ดี เพราะไม่ว่าตัวอย่างขนาดเล็กหรือตัวอย่างขนาดใหญ่ก็มีกำลังการทดสอบสูง ดังนั้นจากผลการศึกษาครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์จะมีความเหมาะสมมาก และถ้าข้อมูลมีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้อาจมีความเหมาะสมในบางกรณี แต่ถ้าข้อมูลมีความโด่งสูงกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้จะไม่มีความเหมาะสมเลย

ตัวสถิติทดสอบของเลวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเกือบทุกกรณีเมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ แต่เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณี และเมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี อีกทั้งกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบนี้ก็ยังต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์เป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับที่ดวงพร หัชชะวณิช (2557) สรุปไว้ว่า ตัวสถิติทดสอบของเลวีนไม่ใช่ตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด แต่ยังมีตัวสถิติทดสอบอื่นๆ ที่ให้ผลการทดสอบดีกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของข้อมูล

ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เกือบทุกสถานการณ์ที่ศึกษา แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี อีกทั้งเมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ พบว่า โดยส่วนใหญ่กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบนี้จะต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีน แต่เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงหรือต่ำกว่าปรกติ ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดมากกว่าตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์และตัวสถิติทดสอบของเลวีน จึงนับเป็นข้อดีของตัวสถิติทดสอบนี้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากสูตรการคำนวณนั้นใช้ค่ามัธยฐานแทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในสูตรการคำนวณของตัวสถิติทดสอบของเลวีน สอดคล้องกับที่ Conover, Johnson และ Johnson (1981) สรุปไว้ว่า ตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตียังคงมีความแกร่งเมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติ

ตัวสถิติทดสอบของโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าตัวสถิติทดสอบนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดมากกว่าตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีน และตัวสถิติทดสอบของบราวน์-ฟอร์สิตี แต่กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของนี้ก็ไม่ได้สูงมากนัก ดังนั้นตัวสถิติทดสอบนี้จึงไม่ใช่ตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด

ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 2 ตัวนี้จะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพียงบางกรณี อย่างไรก็ตาม เมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้เป็นตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมกว่าตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ศึกษา เนื่องจากมีกำลังการทดสอบที่สูงกว่า

5.3 ข้อเสนอแนะ

- **ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ประโยชน์จากการวิจัย**

1. เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลตต์มีความเหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

2. เมื่อประชากรไม่มีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบของคล้อทซ์และตัวสถิติทดสอบของมู้ดมีความเหมาะสมกับการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

3. ถ้าความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลางจนถึงมาก พบว่าตัวสถิติทดสอบโดยส่วนใหญ่มีความเหมาะสมที่จะใช้ทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวนภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

4. หากต้องการให้กำลังการทดสอบมีค่าสูง ควรเพิ่มขนาดตัวอย่างที่จะศึกษา

- **ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป**

1. การศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยใช้เกณฑ์การทดสอบทวินามเพียงเกณฑ์เดียว ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาเกณฑ์อื่นๆ เพิ่มเติม เช่น เกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley) ซึ่งผลการศึกษาที่ได้อาจมีความแตกต่างกัน

2. ควรศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบอื่นๆ เพิ่มเติมในการทดสอบภาวะความเท่ากันของความแปรปรวน เช่น ตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบถ่วงน้ำหนัก ตัวสถิติทดสอบของจีนี่ ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคกำลังสอง ตัวสถิติทดสอบของบ็อกซ์ ตัวสถิติทดสอบของแจ็คไนฟ์ ตัวสถิติทดสอบทีสาม ตัวสถิติทดสอบของเนย์แมน-เพียร์สัน ตัวสถิติทดสอบ F-K: med χ^2 และตัวสถิติทดสอบ F-K: med F เป็นต้น

บรรณานุกรม

จริยา เสกสรรค์. (2551). **ผลกระทบของการฝ่าฝืนข้อกำหนดเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนต่อความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากรสองกลุ่ม.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงพร หัชชะวณิช. (2557). การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน. **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง.** 23(1): 17-28.

ธนพนัง ราโชกาญจน์. (2553). **การเปรียบเทียบวิธีการทางนอนพาราเมตริก สำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนัท พรสวัสดิ์. (2545). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสถิติทดสอบ สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรมากกว่า 2 กลุ่ม.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปิยวรรณ ถือแก้ว. (2552). **การเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรษณพร จันทร์ดี. (2549). **สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวภา ไชยศรี. (2542). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต เลอวีน และบราวน์-ฟอร์สิตี สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรางคณา เรียนสุทธิ์. (2559). **แผนแบบการทดลอง.** สงขลา: ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยทักษิณ.

วรางคณา เรียนสุทธิ์. (2560). **สถิติไม่อิงพารามิเตอร์.** พัทลุง: เอกสารคำสอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

วลัยพร ชื่นธีระวงศ์. (2544). **การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบที่ใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรในกรณีที่การแจกแจงของประชากรไม่เป็นแบบปกติ.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ศรีวนา ศรีสมบูรณ์. (2553). **การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมประสงค์ สิทธิสมบัติ. (2550). **การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). **พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา.** กรุงเทพ: สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). **การเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติ.** กลุ่มส่งเสริมวิชาการ สำนักนโยบายและวิชาการสถิติ. สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2558 จาก http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/know/estat04.pdf

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. (2539). **หลักการวางแผนการทดลอง.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัชฌา อระวีพร กษิภัท โชติกรวรกุล จินดารัตน์ พึ่งพันธ์ เจษฎา บุตมะ และปัญทิมา นากกล่ำ. (2559). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน ในกรณี 2 ประชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์. **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง.** 25(1): 1-20.

อาณัติ แสงสว่าง. (2556). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bhat, B.R., Badade, M.N. and Aruna Rao, K. (2002). A New Test for Equality of Variances for k Normal Populations. **Communications in Statistics-Simulation and Computation.** 31(4): 567-587.

Brown, M.B. and Forsythe, A.B. (1974). Robust Tests for the Equality of Variances. **Journal of the American Statistical Association.** 69(346): 364-367.

Conover, W.J., Johnson, M.E. and Johnson, M.M. (1981). A Comparative Study of Tests for Homogeneity of Variances, with Applications to the Outer Continental Shelf Bidding Data. **Technometrics.** 23(4): 351-361.

Games, P.A., Winkle, H.J. and Probert, D.A. (1972). Robust Tests for Homogeneity of Variance. **Educational and Psychological Measurement.** 32(4): 274-285.

Gene, V.G. and Hopkins, K.D. (1996). **Statistical Methods in Education and Psychology.** 3rd ed. New Jersey: Allyn and Becon.

O'Brien, R.G. (1981). A Simple Test for Variance Effects in Experimental Design. **Phychological Bulletin.** 89(3): 570-574.

Ramberg, J.S., Tadikamalla, P.R., Dudewicz, E.J. and Mykytka, E.F. (1979). A Probability Distribution and Its Uses in Fitting Data. **Technometrics.** 21(2): 201-214.

SAS Help. (2016). **Chapter 47 The NPAR1WAY Procedure.** Retrieved on August 31, 2016 from http://www.okstate.edu/sas/v8/saspdf/stat/chap47.pdf

Scheffe, H. (1959). **The Analysis of Variance.** 6th ed. New York: Jonh Wiley & Sons.

Wludyka, P.S. and Nelson, P.R. (1997). An Analysis-of-Means-Type Test for Variances from Normal Populations. **Technometrics.** 39(3): 274-285.

ภาคผนวก

รูปแบบการจำลองข้อมูล

จากขอบเขตของโครงการวิจัยที่กำหนดรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการจำลอง ดังนี้

1. การแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร 5 การแจกแจง คือ

1.1 การแจกแจงปรกติ (Normal)

1.2 การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = -2, ความโด่ง = 12) (LeftKurG3)

1.3 การแจกแจงเบ้ซ้ายที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = -0.4, ความโด่ง = 2.2) (LeftKurL3)

1.4 การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งสูงกว่าปรกติ (ความเบ้ = 2, ความโด่ง = 12) (RightKurG3)

1.5 การแจกแจงเบ้ขวาที่มีความโด่งต่ำกว่าปรกติ (ความเบ้ = 0.4, ความโด่ง = 2.2) (RightKurL3)

2. ขนาดตัวอย่างจำแนกตามระดับของจำนวนประชากร ดังนี้

2.1 ขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 3 กลุ่ม ทั้งหมด 6 ขนาด คือ

2.1.1 (10, 10, 10)

2.1.2 (30, 30, 30)

2.1.3 (100, 100, 100)

2.1.4 (4, 7, 10)

2.1.5 (20, 25, 30)

2.1.6 (80, 90, 100)

2.2 ขนาดตัวอย่างสำหรับประชากร 4 กลุ่ม ทั้งหมด 6 ขนาด คือ

2.2.1 (10, 10, 10, 10)

2.2.2 (30, 30, 30, 30)

2.2.3 (100, 100, 100, 100)

2.2.4 (4, 7, 10, 13)

2.2.5 (20, 25, 30, 35)

2.2.6 (80, 90, 100, 110)

3. ความแตกต่างของความแปรปรวนประชากรจำแนกตามระดับของจำนวนประชากร ดังนี้

3.1 ความแตกต่างของความแปรปรวนสำหรับประชากร 3 กลุ่ม ทั้งหมด 7 รูปแบบ คือ

3.1.1 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.0, \sigma_3^2 = 1.0$ ($\phi = 0$ ไม่มีความแตกต่างของความแปรปรวน)

3.1.2 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.2, \sigma_3^2 = 1.4$ ($\phi = 0.1633$ ความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย)

3.1.3 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 2.0, \sigma_3^2 = 3.0$ ($\phi = 0.8165$ ความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย)

3.1.4 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 3.0, \sigma_3^2 = 5.0$ ($\phi = 1.6330$ ความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง)

3.1.5 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 7.0$ ($\phi = 2.4495$ ความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง)

3.1.6 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 5.0, \sigma_3^2 = 9.0$ ($\phi = 3.2660$ ความแตกต่างของความแปรปรวนมาก)

3.1.7 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 6.0, \sigma_3^2 = 11.0$ ($\phi = 4.0825$ ความแตกต่างของความแปรปรวนมาก)

3.2 ความแตกต่างของความแปรปรวนสำหรับประชากร 4 กลุ่ม ทั้งหมด 7 รูปแบบ คือ

3.2.1 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.0, \sigma_3^2 = 1.0, \sigma_4^2 = 1.0$ ($\phi = 0$ ไม่มีความแตกต่างของความแปรปรวน)

3.2.2 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 1.2, \sigma_3^2 = 1.4, \sigma_4^2 = 1.6$ ($\phi = 0.2236$ ความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย)

3.2.3 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 2.0, \sigma_3^2 = 3.0, \sigma_4^2 = 4.0$ ($\phi = 1.1180$ ความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย)

3.2.4 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 3.0, \sigma_3^2 = 5.0, \sigma_4^2 = 7.0$ ($\phi = 2.2361$ ความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง)

3.2.5 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 6.0, \sigma_4^2 = 8.0$ ($\phi = 2.5860$ ความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง)

3.2.6 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 4.0, \sigma_3^2 = 7.0, \sigma_4^2 = 10.0$ ($\phi = 3.3541$ ความแตกต่างของความแปรปรวนมาก)

3.2.7 $\sigma_1^2 = 1.0, \sigma_2^2 = 5.0, \sigma_3^2 = 9.0, \sigma_4^2 = 13.0$ ($\phi = 4.4721$ ความแตกต่างของความแปรปรวนมาก)

ดังนั้นจะมีจำนวนชุดข้อมูลที่ต้องการจำลองทั้งหมด 5 x 12 x 7 = 420 ชุด (5 การแจกแจง x 2 ระดับของจำนวนประชากร คือ 3 และ 4 กลุ่ม x 6 ขนาดตัวอย่าง x 7 ความแตกต่างของความแปรปรวนประชากร) ดังนี้

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
1	1	Normal	(10, 10, 10)	(1, 1, 1)
2	2	Normal	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)
3	3	Normal	(10, 10, 10)	(1, 2, 3)
4	4	Normal	(10, 10, 10)	(1, 3, 5)
5	5	Normal	(10, 10, 10)	(1, 4, 7)
6	6	Normal	(10, 10, 10)	(1, 5, 9)
7	7	Normal	(10, 10, 10)	(1, 6, 11)
8	8	Normal	(10, 10, 10, 10)	(1, 1, 1, 1)
9	9	Normal	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
10	10	Normal	(10, 10, 10, 10)	(1, 2, 3, 4)
11	11	Normal	(10, 10, 10, 10)	(1, 3, 5, 7)
12	12	Normal	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 6, 8)
13	13	Normal	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 7, 10)
14	14	Normal	(10, 10, 10, 10)	(1, 5, 9, 13)
15	15	Normal	(30, 30, 30)	(1, 1, 1)
16	16	Normal	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)
17	17	Normal	(30, 30, 30)	(1, 2, 3)
18	18	Normal	(30, 30, 30)	(1, 3, 5)
19	19	Normal	(30, 30, 30)	(1, 4, 7)
20	20	Normal	(30, 30, 30)	(1, 5, 9)
21	21	Normal	(30, 30, 30)	(1, 6, 11)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
22	22	Normal	(30, 30, 30, 30)	(1, 1, 1, 1)
23	23	Normal	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
24	24	Normal	(30, 30, 30, 30)	(1, 2, 3, 4)
25	25	Normal	(30, 30, 30, 30)	(1, 3, 5, 7)
26	26	Normal	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 6, 8)
27	27	Normal	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 7, 10)
28	28	Normal	(30, 30, 30, 30)	(1, 5, 9, 13)
29	29	Normal	(100, 100, 100)	(1, 1, 1)
30	30	Normal	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)
31	31	Normal	(100, 100, 100)	(1, 2, 3)
32	32	Normal	(100, 100, 100)	(1, 3, 5)
33	33	Normal	(100, 100, 100)	(1, 4, 7)
34	34	Normal	(100, 100, 100)	(1, 5, 9)
35	35	Normal	(100, 100, 100)	(1, 6, 11)
36	36	Normal	(100, 100, 100, 100)	(1, 1, 1, 1)
37	37	Normal	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
38	38	Normal	(100, 100, 100, 100)	(1, 2, 3, 4)
39	39	Normal	(100, 100, 100, 100)	(1, 3, 5, 7)
40	40	Normal	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 6, 8)
41	41	Normal	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 7, 10)
42	42	Normal	(100, 100, 100, 100)	(1, 5, 9, 13)
43	43	Normal	(4, 7, 10)	(1, 1, 1)
44	44	Normal	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)
45	45	Normal	(4, 7, 10)	(1, 2, 3)
46	46	Normal	(4, 7, 10)	(1, 3, 5)
47	47	Normal	(4, 7, 10)	(1, 4, 7)
48	48	Normal	(4, 7, 10)	(1, 5, 9)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
49	49	Normal	(4, 7, 10)	(1, 6, 11)
50	50	Normal	(4, 7, 10, 13)	(1, 1, 1, 1)
51	51	Normal	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
52	52	Normal	(4, 7, 10, 13)	(1, 2, 3, 4)
53	53	Normal	(4, 7, 10, 13)	(1, 3, 5, 7)
54	54	Normal	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 6, 8)
55	55	Normal	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 7, 10)
56	56	Normal	(4, 7, 10, 13)	(1, 5, 9, 13)
57	57	Normal	(20, 25, 30)	(1, 1, 1)
58	58	Normal	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)
59	59	Normal	(20, 25, 30)	(1, 2, 3)
60	60	Normal	(20, 25, 30)	(1, 3, 5)
61	61	Normal	(20, 25, 30)	(1, 4, 7)
62	62	Normal	(20, 25, 30)	(1, 5, 9)
63	63	Normal	(20, 25, 30)	(1, 6, 11)
64	64	Normal	(20, 25, 30, 35)	(1, 1, 1, 1)
65	65	Normal	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
66	66	Normal	(20, 25, 30, 35)	(1, 2, 3, 4)
67	67	Normal	(20, 25, 30, 35)	(1, 3, 5, 7)
68	68	Normal	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 6, 8)
69	69	Normal	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 7, 10)
70	70	Normal	(20, 25, 30, 35)	(1, 5, 9, 13)
71	71	Normal	(80, 90, 100)	(1, 1, 1)
72	72	Normal	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)
73	73	Normal	(80, 90, 100)	(1, 2, 3)
74	74	Normal	(80, 90, 100)	(1, 3, 5)
75	75	Normal	(80, 90, 100)	(1, 4, 7)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
76	76	Normal	(80, 90, 100)	(1, 5, 9)
77	77	Normal	(80, 90, 100)	(1, 6, 11)
78	78	Normal	(80, 90, 100, 110)	(1, 1, 1, 1)
79	79	Normal	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
80	80	Normal	(80, 90, 100, 110)	(1, 2, 3, 4)
81	81	Normal	(80, 90, 100, 110)	(1, 3, 5, 7)
82	82	Normal	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 6, 8)
83	83	Normal	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 7, 10)
84	84	Normal	(80, 90, 100, 110)	(1, 5, 9, 13)
85	1	LeftKurG3	(10, 10, 10)	(1, 1, 1)
86	2	LeftKurG3	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)
87	3	LeftKurG3	(10, 10, 10)	(1, 2, 3)
88	4	LeftKurG3	(10, 10, 10)	(1, 3, 5)
89	5	LeftKurG3	(10, 10, 10)	(1, 4, 7)
90	6	LeftKurG3	(10, 10, 10)	(1, 5, 9)
91	7	LeftKurG3	(10, 10, 10)	(1, 6, 11)
92	8	LeftKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 1, 1, 1)
93	9	LeftKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
94	10	LeftKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 2, 3, 4)
95	11	LeftKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 3, 5, 7)
96	12	LeftKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 6, 8)
97	13	LeftKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 7, 10)
98	14	LeftKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 5, 9, 13)
99	15	LeftKurG3	(30, 30, 30)	(1, 1, 1)
100	16	LeftKurG3	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)
101	17	LeftKurG3	(30, 30, 30)	(1, 2, 3)
102	18	LeftKurG3	(30, 30, 30)	(1, 3, 5)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
103	19	LeftKurG3	(30, 30, 30)	(1, 4, 7)
104	20	LeftKurG3	(30, 30, 30)	(1, 5, 9)
105	21	LeftKurG3	(30, 30, 30)	(1, 6, 11)
106	22	LeftKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 1, 1, 1)
107	23	LeftKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
108	24	LeftKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 2, 3, 4)
109	25	LeftKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 3, 5, 7)
110	26	LeftKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 6, 8)
111	27	LeftKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 7, 10)
112	28	LeftKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 5, 9, 13)
113	29	LeftKurG3	(100, 100, 100)	(1, 1, 1)
114	30	LeftKurG3	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)
115	31	LeftKurG3	(100, 100, 100)	(1, 2, 3)
116	32	LeftKurG3	(100, 100, 100)	(1, 3, 5)
117	33	LeftKurG3	(100, 100, 100)	(1, 4, 7)
118	34	LeftKurG3	(100, 100, 100)	(1, 5, 9)
119	35	LeftKurG3	(100, 100, 100)	(1, 6, 11)
120	36	LeftKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 1, 1, 1)
121	37	LeftKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
122	38	LeftKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 2, 3, 4)
123	39	LeftKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 3, 5, 7)
124	40	LeftKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 6, 8)
125	41	LeftKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 7, 10)
126	42	LeftKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 5, 9, 13)
127	43	LeftKurG3	(4, 7, 10)	(1, 1, 1)
128	44	LeftKurG3	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)
129	45	LeftKurG3	(4, 7, 10)	(1, 2, 3)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
130	46	LeftKurG3	(4, 7, 10)	(1, 3, 5)
131	47	LeftKurG3	(4, 7, 10)	(1, 4, 7)
132	48	LeftKurG3	(4, 7, 10)	(1, 5, 9)
133	49	LeftKurG3	(4, 7, 10)	(1, 6, 11)
134	50	LeftKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 1, 1, 1)
135	51	LeftKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
136	52	LeftKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 2, 3, 4)
137	53	LeftKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 3, 5, 7)
138	54	LeftKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 6, 8)
139	55	LeftKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 7, 10)
140	56	LeftKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 5, 9, 13)
141	57	LeftKurG3	(20, 25, 30)	(1, 1, 1)
142	58	LeftKurG3	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)
143	59	LeftKurG3	(20, 25, 30)	(1, 2, 3)
144	60	LeftKurG3	(20, 25, 30)	(1, 3, 5)
145	61	LeftKurG3	(20, 25, 30)	(1, 4, 7)
146	62	LeftKurG3	(20, 25, 30)	(1, 5, 9)
147	63	LeftKurG3	(20, 25, 30)	(1, 6, 11)
148	64	LeftKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 1, 1, 1)
149	65	LeftKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
150	66	LeftKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 2, 3, 4)
151	67	LeftKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 3, 5, 7)
152	68	LeftKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 6, 8)
153	69	LeftKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 7, 10)
154	70	LeftKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 5, 9, 13)
155	71	LeftKurG3	(80, 90, 100)	(1, 1, 1)
156	72	LeftKurG3	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
157	73	LeftKurG3	(80, 90, 100)	(1, 2, 3)
158	74	LeftKurG3	(80, 90, 100)	(1, 3, 5)
159	75	LeftKurG3	(80, 90, 100)	(1, 4, 7)
160	76	LeftKurG3	(80, 90, 100)	(1, 5, 9)
161	77	LeftKurG3	(80, 90, 100)	(1, 6, 11)
162	78	LeftKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 1, 1, 1)
163	79	LeftKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
164	80	LeftKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 2, 3, 4)
165	81	LeftKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 3, 5, 7)
166	82	LeftKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 6, 8)
167	83	LeftKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 7, 10)
168	84	LeftKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 5, 9, 13)
169	1	LeftKurL3	(10, 10, 10)	(1, 1, 1)
170	2	LeftKurL3	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)
171	3	LeftKurL3	(10, 10, 10)	(1, 2, 3)
172	4	LeftKurL3	(10, 10, 10)	(1, 3, 5)
173	5	LeftKurL3	(10, 10, 10)	(1, 4, 7)
174	6	LeftKurL3	(10, 10, 10)	(1, 5, 9)
175	7	LeftKurL3	(10, 10, 10)	(1, 6, 11)
176	8	LeftKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 1, 1, 1)
177	9	LeftKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
178	10	LeftKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 2, 3, 4)
179	11	LeftKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 3, 5, 7)
180	12	LeftKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 6, 8)
181	13	LeftKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 7, 10)
182	14	LeftKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 5, 9, 13)
183	15	LeftKurL3	(30, 30, 30)	(1, 1, 1)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
184	16	LeftKurL3	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)
185	17	LeftKurL3	(30, 30, 30)	(1, 2, 3)
186	18	LeftKurL3	(30, 30, 30)	(1, 3, 5)
187	19	LeftKurL3	(30, 30, 30)	(1, 4, 7)
188	20	LeftKurL3	(30, 30, 30)	(1, 5, 9)
189	21	LeftKurL3	(30, 30, 30)	(1, 6, 11)
190	22	LeftKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 1, 1, 1)
191	23	LeftKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
192	24	LeftKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 2, 3, 4)
193	25	LeftKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 3, 5, 7)
194	26	LeftKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 6, 8)
195	27	LeftKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 7, 10)
196	28	LeftKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 5, 9, 13)
197	29	LeftKurL3	(100, 100, 100)	(1, 1, 1)
198	30	LeftKurL3	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)
199	31	LeftKurL3	(100, 100, 100)	(1, 2, 3)
200	32	LeftKurL3	(100, 100, 100)	(1, 3, 5)
201	33	LeftKurL3	(100, 100, 100)	(1, 4, 7)
202	34	LeftKurL3	(100, 100, 100)	(1, 5, 9)
203	35	LeftKurL3	(100, 100, 100)	(1, 6, 11)
204	36	LeftKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 1, 1, 1)
205	37	LeftKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
206	38	LeftKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 2, 3, 4)
207	39	LeftKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 3, 5, 7)
208	40	LeftKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 6, 8)
209	41	LeftKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 7, 10)
210	42	LeftKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 5, 9, 13)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
211	43	LeftKurL3	(4, 7, 10)	(1, 1, 1)
212	44	LeftKurL3	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)
213	45	LeftKurL3	(4, 7, 10)	(1, 2, 3)
214	46	LeftKurL3	(4, 7, 10)	(1, 3, 5)
215	47	LeftKurL3	(4, 7, 10)	(1, 4, 7)
216	48	LeftKurL3	(4, 7, 10)	(1, 5, 9)
217	49	LeftKurL3	(4, 7, 10)	(1, 6, 11)
218	50	LeftKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 1, 1, 1)
219	51	LeftKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
220	52	LeftKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 2, 3, 4)
221	53	LeftKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 3, 5, 7)
222	54	LeftKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 6, 8)
223	55	LeftKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 7, 10)
224	56	LeftKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 5, 9, 13)
225	57	LeftKurL3	(20, 25, 30)	(1, 1, 1)
226	58	LeftKurL3	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)
227	59	LeftKurL3	(20, 25, 30)	(1, 2, 3)
228	60	LeftKurL3	(20, 25, 30)	(1, 3, 5)
229	61	LeftKurL3	(20, 25, 30)	(1, 4, 7)
230	62	LeftKurL3	(20, 25, 30)	(1, 5, 9)
231	63	LeftKurL3	(20, 25, 30)	(1, 6, 11)
232	64	LeftKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 1, 1, 1)
233	65	LeftKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
234	66	LeftKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 2, 3, 4)
235	67	LeftKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 3, 5, 7)
236	68	LeftKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 6, 8)
237	69	LeftKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 7, 10)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
238	70	LeftKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 5, 9, 13)
239	71	LeftKurL3	(80, 90, 100)	(1, 1, 1)
240	72	LeftKurL3	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)
241	73	LeftKurL3	(80, 90, 100)	(1, 2, 3)
242	74	LeftKurL3	(80, 90, 100)	(1, 3, 5)
243	75	LeftKurL3	(80, 90, 100)	(1, 4, 7)
244	76	LeftKurL3	(80, 90, 100)	(1, 5, 9)
245	77	LeftKurL3	(80, 90, 100)	(1, 6, 11)
246	78	LeftKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 1, 1, 1)
247	79	LeftKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
248	80	LeftKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 2, 3, 4)
249	81	LeftKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 3, 5, 7)
250	82	LeftKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 6, 8)
251	83	LeftKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 7, 10)
252	84	LeftKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 5, 9, 13)
253	1	RightKurG3	(10, 10, 10)	(1, 1, 1)
254	2	RightKurG3	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)
255	3	RightKurG3	(10, 10, 10)	(1, 2, 3)
256	4	RightKurG3	(10, 10, 10)	(1, 3, 5)
257	5	RightKurG3	(10, 10, 10)	(1, 4, 7)
258	6	RightKurG3	(10, 10, 10)	(1, 5, 9)
259	7	RightKurG3	(10, 10, 10)	(1, 6, 11)
260	8	RightKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 1, 1, 1)
261	9	RightKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
262	10	RightKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 2, 3, 4)
263	11	RightKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 3, 5, 7)
264	12	RightKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 6, 8)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
265	13	RightKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 7, 10)
266	14	RightKurG3	(10, 10, 10, 10)	(1, 5, 9, 13)
267	15	RightKurG3	(30, 30, 30)	(1, 1, 1)
268	16	RightKurG3	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)
269	17	RightKurG3	(30, 30, 30)	(1, 2, 3)
270	18	RightKurG3	(30, 30, 30)	(1, 3, 5)
271	19	RightKurG3	(30, 30, 30)	(1, 4, 7)
272	20	RightKurG3	(30, 30, 30)	(1, 5, 9)
273	21	RightKurG3	(30, 30, 30)	(1, 6, 11)
274	22	RightKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 1, 1, 1)
275	23	RightKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
276	24	RightKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 2, 3, 4)
277	25	RightKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 3, 5, 7)
278	26	RightKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 6, 8)
279	27	RightKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 7, 10)
280	28	RightKurG3	(30, 30, 30, 30)	(1, 5, 9, 13)
281	29	RightKurG3	(100, 100, 100)	(1, 1, 1)
282	30	RightKurG3	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)
283	31	RightKurG3	(100, 100, 100)	(1, 2, 3)
284	32	RightKurG3	(100, 100, 100)	(1, 3, 5)
285	33	RightKurG3	(100, 100, 100)	(1, 4, 7)
286	34	RightKurG3	(100, 100, 100)	(1, 5, 9)
287	35	RightKurG3	(100, 100, 100)	(1, 6, 11)
288	36	RightKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 1, 1, 1)
289	37	RightKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
290	38	RightKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 2, 3, 4)
291	39	RightKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 3, 5, 7)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
292	40	RightKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 6, 8)
293	41	RightKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 7, 10)
294	42	RightKurG3	(100, 100, 100, 100)	(1, 5, 9, 13)
295	43	RightKurG3	(4, 7, 10)	(1, 1, 1)
296	44	RightKurG3	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)
297	45	RightKurG3	(4, 7, 10)	(1, 2, 3)
298	46	RightKurG3	(4, 7, 10)	(1, 3, 5)
299	47	RightKurG3	(4, 7, 10)	(1, 4, 7)
300	48	RightKurG3	(4, 7, 10)	(1, 5, 9)
301	49	RightKurG3	(4, 7, 10)	(1, 6, 11)
302	50	RightKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 1, 1, 1)
303	51	RightKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
304	52	RightKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 2, 3, 4)
305	53	RightKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 3, 5, 7)
306	54	RightKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 6, 8)
307	55	RightKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 7, 10)
308	56	RightKurG3	(4, 7, 10, 13)	(1, 5, 9, 13)
309	57	RightKurG3	(20, 25, 30)	(1, 1, 1)
310	58	RightKurG3	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)
311	59	RightKurG3	(20, 25, 30)	(1, 2, 3)
312	60	RightKurG3	(20, 25, 30)	(1, 3, 5)
313	61	RightKurG3	(20, 25, 30)	(1, 4, 7)
314	62	RightKurG3	(20, 25, 30)	(1, 5, 9)
315	63	RightKurG3	(20, 25, 30)	(1, 6, 11)
316	64	RightKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 1, 1, 1)
317	65	RightKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
318	66	RightKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 2, 3, 4)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
319	67	RightKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 3, 5, 7)
320	68	RightKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 6, 8)
321	69	RightKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 7, 10)
322	70	RightKurG3	(20, 25, 30, 35)	(1, 5, 9, 13)
323	71	RightKurG3	(80, 90, 100)	(1, 1, 1)
324	72	RightKurG3	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)
325	73	RightKurG3	(80, 90, 100)	(1, 2, 3)
326	74	RightKurG3	(80, 90, 100)	(1, 3, 5)
327	75	RightKurG3	(80, 90, 100)	(1, 4, 7)
328	76	RightKurG3	(80, 90, 100)	(1, 5, 9)
329	77	RightKurG3	(80, 90, 100)	(1, 6, 11)
330	78	RightKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 1, 1, 1)
331	79	RightKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
332	80	RightKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 2, 3, 4)
333	81	RightKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 3, 5, 7)
334	82	RightKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 6, 8)
335	83	RightKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 7, 10)
336	84	RightKurG3	(80, 90, 100, 110)	(1, 5, 9, 13)
337	1	RightKurL3	(10, 10, 10)	(1, 1, 1)
338	2	RightKurL3	(10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4)
339	3	RightKurL3	(10, 10, 10)	(1, 2, 3)
340	4	RightKurL3	(10, 10, 10)	(1, 3, 5)
341	5	RightKurL3	(10, 10, 10)	(1, 4, 7)
342	6	RightKurL3	(10, 10, 10)	(1, 5, 9)
343	7	RightKurL3	(10, 10, 10)	(1, 6, 11)
344	8	RightKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 1, 1, 1)
345	9	RightKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
346	10	RightKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 2, 3, 4)
347	11	RightKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 3, 5, 7)
348	12	RightKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 6, 8)
349	13	RightKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 4, 7, 10)
350	14	RightKurL3	(10, 10, 10, 10)	(1, 5, 9, 13)
351	15	RightKurL3	(30, 30, 30)	(1, 1, 1)
352	16	RightKurL3	(30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4)
353	17	RightKurL3	(30, 30, 30)	(1, 2, 3)
354	18	RightKurL3	(30, 30, 30)	(1, 3, 5)
355	19	RightKurL3	(30, 30, 30)	(1, 4, 7)
356	20	RightKurL3	(30, 30, 30)	(1, 5, 9)
357	21	RightKurL3	(30, 30, 30)	(1, 6, 11)
358	22	RightKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 1, 1, 1)
359	23	RightKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
360	24	RightKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 2, 3, 4)
361	25	RightKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 3, 5, 7)
362	26	RightKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 6, 8)
363	27	RightKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 4, 7, 10)
364	28	RightKurL3	(30, 30, 30, 30)	(1, 5, 9, 13)
365	29	RightKurL3	(100, 100, 100)	(1, 1, 1)
366	30	RightKurL3	(100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4)
367	31	RightKurL3	(100, 100, 100)	(1, 2, 3)
368	32	RightKurL3	(100, 100, 100)	(1, 3, 5)
369	33	RightKurL3	(100, 100, 100)	(1, 4, 7)
370	34	RightKurL3	(100, 100, 100)	(1, 5, 9)
371	35	RightKurL3	(100, 100, 100)	(1, 6, 11)
372	36	RightKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 1, 1, 1)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
373	37	RightKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
374	38	RightKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 2, 3, 4)
375	39	RightKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 3, 5, 7)
376	40	RightKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 6, 8)
377	41	RightKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 4, 7, 10)
378	42	RightKurL3	(100, 100, 100, 100)	(1, 5, 9, 13)
379	43	RightKurL3	(4, 7, 10)	(1, 1, 1)
380	44	RightKurL3	(4, 7, 10)	(1, 1.2, 1.4)
381	45	RightKurL3	(4, 7, 10)	(1, 2, 3)
382	46	RightKurL3	(4, 7, 10)	(1, 3, 5)
383	47	RightKurL3	(4, 7, 10)	(1, 4, 7)
384	48	RightKurL3	(4, 7, 10)	(1, 5, 9)
385	49	RightKurL3	(4, 7, 10)	(1, 6, 11)
386	50	RightKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 1, 1, 1)
387	51	RightKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
388	52	RightKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 2, 3, 4)
389	53	RightKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 3, 5, 7)
390	54	RightKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 6, 8)
391	55	RightKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 4, 7, 10)
392	56	RightKurL3	(4, 7, 10, 13)	(1, 5, 9, 13)
393	57	RightKurL3	(20, 25, 30)	(1, 1, 1)
394	58	RightKurL3	(20, 25, 30)	(1, 1.2, 1.4)
395	59	RightKurL3	(20, 25, 30)	(1, 2, 3)
396	60	RightKurL3	(20, 25, 30)	(1, 3, 5)
397	61	RightKurL3	(20, 25, 30)	(1, 4, 7)
398	62	RightKurL3	(20, 25, 30)	(1, 5, 9)
399	63	RightKurL3	(20, 25, 30)	(1, 6, 11)

ชุดข้อมูล		การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ความแปรปรวน
400	64	RightKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 1, 1, 1)
401	65	RightKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
402	66	RightKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 2, 3, 4)
403	67	RightKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 3, 5, 7)
404	68	RightKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 6, 8)
405	69	RightKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 4, 7, 10)
406	70	RightKurL3	(20, 25, 30, 35)	(1, 5, 9, 13)
407	71	RightKurL3	(80, 90, 100)	(1, 1, 1)
408	72	RightKurL3	(80, 90, 100)	(1, 1.2, 1.4)
409	73	RightKurL3	(80, 90, 100)	(1, 2, 3)
410	74	RightKurL3	(80, 90, 100)	(1, 3, 5)
411	75	RightKurL3	(80, 90, 100)	(1, 4, 7)
412	76	RightKurL3	(80, 90, 100)	(1, 5, 9)
413	77	RightKurL3	(80, 90, 100)	(1, 6, 11)
414	78	RightKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 1, 1, 1)
415	79	RightKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 1.2, 1.4, 1.6)
416	80	RightKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 2, 3, 4)
417	81	RightKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 3, 5, 7)
418	82	RightKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 6, 8)
419	83	RightKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 4, 7, 10)
420	84	RightKurL3	(80, 90, 100, 110)	(1, 5, 9, 13)