ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

ปริญญา

สถิติ | สถิติ

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

Comparison on Homogeneity Test of Variances

นามผู้วิจัย นางสาวปิยวรรณ ถือแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์จิรัชย์ สุขะเกตุ, วท.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลี่ลี อิงศรีสว่าง, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์อำไพ ทองธีรภาพ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... **เดือน**..... **พ.ศ.**.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

Comparison on Homogeneity Test of Variances

โดย

นางสาวปิยวรรณ ถือแก้ว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)
พ.ศ. 2552

ปิยวรรณ ถือแก้ว 2552: การเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์จิรัชย์ สุขะเกตุ, วท.ม. 161 หน้า

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยพิจารณาเมื่อประชากรมีจำนวน 4 และ 5 กลุ่ม ภายใต้การแจกแจงปกติ การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล การแจกแจง(ปกติ) ^{2} และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} ซึ่งวิธีที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน โดยจะพิจารณาว่าวิธีทดสอบใดมีประสิทธิภาพมากที่สุดจากความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran และอำนาจการทดสอบ ซึ่งกำหนดให้อัตราส่วนความแปรปรวนมีค่าแตกต่างกัน ภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ดำเนินทดลองการโดยการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลจำนวน 252 กรณี ซึ่งแต่ละกรณีทำซ้ำๆ กัน 1,000 ครั้ง ผลที่ได้จากการวิจัยสรุปได้ดังนี้

เมื่อลักษณะของประชากรมีการแจกแจงปกติ วิธีทดสอบ T_3 เป็นวิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ เป็นวิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน วิธีทดสอบโอบรีน เป็นวิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด และเมื่อประชากรมีการแจกแจง (ปกติ) ^{2} และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} ซึ่งเป็นการแจกแจงที่ไม่สมมาตร วิธีทดสอบโอบรีน เป็นวิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

_____ _____ __ / __ / __

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Piyawan Thukaeow 2009: Comparison on Homogeneity Test of Variances. Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis Advisor: Associate Professor Chirash Sukhagate, M.S. 161 pages.

The objective of this research was to comparison on homogeneity test of variances. When sample sizes are equal and unequal by considering 4 and 5 populations under Normal distribution Double Exponential distribution $(\text{Normal})^2$ distribution and $(\text{Double Exponential})^2$ distribution. Using T_3's test Neyman-Pearson's test Layard χ^2's test Levene's test and O'Brien's test in this research by considering the capability to control type I error based on the Cochran limit and power of the test by fix difference variance ratio with significance levels 0.01 and 0.05. The data were simulated by using the Monte Carlo technique total 252 case and each case was replicated 1,000 times. Results of the research were as follows :

For Normal distribution T_3's test could control of type I error and had highest power of the test. For Double Exponential distribution when sample sizes are equal, Layard χ^2's test could control of type I error and had highest power of the test but if sample sizes that unequal O'Brien's test could control of type I error and had highest power of the test. For $(\text{Normal})^2$ distribution and $(\text{Double Exponential})^2$ distribution was asymmetric, O'Brien's test could control of type I error and had highest power of the test.

__ / __ / __

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์จิรัชย์ สุขะเกตุ ประธานกรรมการที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ลี่ลี อิงศรีสว่าง กรรมการร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมบูรณ์ สุขพงษ์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรยา ภัทรอาชาชัย กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือมาตลอด ขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ปิยวรรณ ถือแก้ว

มีนาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(9)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(15)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	29
ผลและวิจารณ์	38
ผล	38
วิจารณ์	133
สรุปและข้อเสนอแนะ	134
สรุป	134
ข้อเสนอแนะ	145
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	146
ภาคผนวก	149
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	161

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขนาดตัวอย่างเมื่อประชากรเท่ากับ 4 กลุ่มและ 5 กลุ่ม	6
2	อัตราส่วนความแปรปรวนในช่วงของค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ทั้ง 3 ช่วง	6
3	ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานว่างและการสรุปผล	21
4	รายละเอียดของข้อมูลกรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05	32
5	รายละเอียดของข้อมูลกรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05	33
6	ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร	40
7	ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร	41
8	ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร	43
9	ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร	44
10	ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร	46
11	ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร	47
12	ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร	49
13	ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร	51
14	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากรและขนาดตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15)	52
15	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และขนาดตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15)	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)	55
17	อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)	56
18	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)	58
19	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเป็น (45, 45, 45, 45)	59
20	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25)	61
21	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)	62
22	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)	63
23	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45)	65
24	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45)	66
25	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)	68
26	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)	69
27	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)	73
29	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)	75
30	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)	76
31	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15)	77
32	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15)	78
33	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)	79
34	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)	79
35	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 ตัว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)	80
36	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25)	81
37	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25)	82
38	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)	83
39	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
40	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45)	85
41	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)	86
42	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)	87
43	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)	88
44	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)	89
45	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)	90
46	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)	91
47	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)	92
48	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)	93
49	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)	95
50	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)	97
51	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
52	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)	100
53	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)	101
54	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)	103
55	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)	104
56	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 45)	105
57	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 45)	107
58	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)	108
59	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)	109
60	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)	111
61	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)	113
62	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)	114
63	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)	116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
64	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)	118
65	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)	119
66	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30,30)	120
67	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30,30)	121
68	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)	122
69	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)	123
70	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)	124
71	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)	125
72	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)	126
73	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)	126
74	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 45)	127
75	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)	128

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
76	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)	129
77	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)	130
78	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)	131
79	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)	132
80	วิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้ กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตร	136
81	วิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้ กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตร	137
82	วิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้ กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตร	138
83	วิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้ กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตร	139
84	วิธีทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตร	141
85	วิธีทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตร	142
86	วิธีทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตร	143
87	วิธีทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตร	144

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1	โค้งแสดงการแจกแจงปกติ	16
2	กราฟของฟังก์ชันลาปลาซ เมื่อ $\alpha = 0$ และ $\beta = 1$	17
3	อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ T3 ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และตัวสถิติทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และ กลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15)	53
4	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15)	54
5	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเป็น (30, 30, 30, 30)	55
6	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)	56
7	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)	57
8	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)	58
9	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

10 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45) 60

11 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25) 61

12 แสดงอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30) 63

13 แสดงอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30) 64

14 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีนและวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45) 65

15 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45) 67

16 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45) 68

17 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45) 70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)	71
19	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)	72
20	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)	73
21	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)	74
22	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)	76
23	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)	91
24	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)	93
25	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)	94
26	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)	95

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)	96
28	แสดงอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)	97
29	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)	98
30	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)	99
31	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)	100
32	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และตัวสถิติทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)	102
33	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)	103
34	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)	104

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
35	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 45)	106
36	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)	108
37	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)	110
38	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)	110
39	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)	112
40	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)	113
41	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)	115
42	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)	115

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
43	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)	116
44	อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)	117

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ϕ = ค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ คือ ค่าความแตกต่างของความแปรปรวน

T_3 = วิธีทดสอบ T_3

NP = วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน

LC = วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์

W = วิธีทดสอบเลอวีน

OB = วิธีทดสอบโอบรีน

การเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

Comparison on Homogeneity Test of Variances

คำนำ

ในการเลือกใช้วิธีทดสอบในงานวิจัยต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้นมีความสำคัญต่อผลที่ได้ เนื่องจากผู้ทดสอบจะต้องพิจารณาลักษณะของข้อมูลที่ต้องการทดสอบกับข้อสมมติเบื้องต้นของวิธีทดสอบ หากเลือกใช้วิธีทดสอบที่มีความเหมาะสมแล้ว จะทำให้ผลของการทดสอบมีความน่าเชื่อถือ

สำหรับการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประชากรซึ่งอาจเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบแบบที่ใช้พารามิเตอร์แบ่งเป็น 2 กรณีคือ กรณีแรกทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่งกลุ่มหรือสองกลุ่ม ใช้ตัวสถิติทดสอบ Z หรือ t กรณีที่สองทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป ใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งใช้ตัวสถิติทดสอบ F ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลก่อนว่าเป็นไปตามข้อสมมติเบื้องต้นเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากรหรือไม่ (Doncaster and Andrew, 2007) โดยมีรายละเอียดการตรวจสอบดังนี้

1. ข้อมูลที่นำมาทดสอบค่าเฉลี่ยแต่ละชุดต้องสุ่มเลือกมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

2. ข้อมูลที่นำมาทดสอบค่าเฉลี่ยแต่ละชุดต้องมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_k^2$)

3. ข้อมูลที่นำมาทดสอบค่าเฉลี่ยแต่ละชุดต้องเป็นอิสระต่อกัน

ถ้าหากข้อมูลที่นำมาทดสอบไม่เป็นไปตามข้อสมมติเบื้องต้นแล้ว อาจส่งผลให้การสรุปผลการวิจัยนั้นไม่ถูกต้อง ทำให้ความน่าจะเป็นของการ เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 หรือการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 สูงขึ้น

ดังนั้น นักสถิติหลายท่านได้ทำการคิดค้นและพัฒนาวิธีทดสอบใหม่ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป สำหรับการทดสอบแบบที่ใช้พารามิเตอร์ เช่น วิธีทดสอบคอครัน (Cochran's Test) วิธีทดสอบฮาร์ทเลย์ (Hartley's Test) วิธีทดสอบเลอวีน (Levene's Test) วิธีทดสอบบราวน์ – ฟอร์สตี (Brown – Forsythe's Test) วิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน (Neyman-Pearson's Test) วิธีทดสอบโอบรีน (O'Brien's Test) วิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ (Layard χ^2 's Test) เป็นต้น ส่วนการทดสอบแบบนอนพาราเมตริก เช่น วิธีทดสอบสแควร์แรงค์ (Squared Rank test), วิธีทดสอบซีเกลและทูกี้ (Siegel – Tukey's test), วิธีทดสอบมู้ด (Mood's test), วิธีทดสอบคล้อทซ์ (Klotz's test) เป็นต้น ซึ่งวิธีทดสอบแต่ละแบบมีข้อจำกัดในการใช้แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น วิธีทดสอบคอครัน วิธีทดสอบฮาร์ทเลย์ เป็นวิธีที่ใช้ได้เฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันเท่านั้น เป็นต้น

วิธีทดสอบ T_3 เป็นวิธีทดสอบที่ตัวสถิติทดสอบมีการแจกแจงไคสแควร์ โดยอาศัยทฤษฎีของเนย์แมน-เพียร์สันเพื่อหาการทดสอบที่ดีที่สุด ซึ่งพัฒนามาจากการทดสอบด้วยอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Ratio Test) ใช้ทดสอบได้ทั้งกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ซึ่งวิธีทดสอบ T_3 มีประสิทธิภาพในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงสมมาตรและไม่สมมาตร (Pardo, Pardo, Vicente and Esteban, 1996)

วิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน เป็นวิธีทดสอบที่มีนักวิจัยหลายท่านนำไปพัฒนาปรับปรุงเป็นวิธีทดสอบแบบอื่นๆ เช่น วิธีทดสอบบาร์ตเลต ซึ่งตัวสถิติทดสอบมีการแจกแจงแบบ F โดยวิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน สามารถใช้ทดสอบความมีประสิทธิภาพได้ทั้งกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ภายใต้ลักษณะประชากรที่มีการแจกแจงสมมาตร แต่ถ้าประชากรไม่สมมาตรจะใช้ค่ามัธยฐานของกลุ่มตัวอย่างแทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (Conover, Johnson and John, 1981)

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ เป็นวิธีทดสอบที่ตัวสถิติทดสอบมีการแจกแจงไคสแควร์ใช้ทดสอบความแปรปรวนของประชากรได้ทั้งกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ซึ่งวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เป็นทางเลือกที่ดีในกรณีที่ต้องการตัวทดสอบที่มีประสิทธิภาพและพิจารณาอำนาจการทดสอบเป็นหลัก (Layard, 1973)

วิธีทดสอบเลอวีนเป็นวิธีทดสอบที่พัฒนาขึ้นโดยเลอวีน ซึ่งวิธีนี้ตัวสถิติทดสอบมีการแจกแจงแบบ F โดยมีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยการแทนค่าสังเกตในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแต่ละค่าด้วยค่าสัมบูรณ์ของส่วนเบี่ยงเบนระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนั้น วิธีทดสอบเลอวีนนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเมื่อประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ (Gene and Hopkins, 1996)

วิธีทดสอบโอบรีน เป็นวิธีทดสอบที่พัฒนาขึ้นมาจากแนวความคิดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยการแปลงค่า X_{ij} เป็น Z_{ij} ซึ่งมีวิธีการคำนวณคล้ายๆ กับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยที่วิธีทดสอบโอบรีนสามารถสามารถใช้ทดสอบความมีประสิทธิภาพได้เมื่อประชากรมีการแจกแจงสมมาตร และไม่สมมาตร (Ramsey, 1994)

เนื่องจากไม่มีผลสรุปที่แน่ชัดในการเลือกใช้วิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีทดสอบทั้ง 5 ตัว ได้แก่ วิธีทดสอบ T_3, วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน, วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์, วิธีทดสอบเลอวีนและวิธีทดสอบโอบรีน ซึ่งเป็นวิธีทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ทั้งหมด โดยทำการทดสอบเมื่อประชากรเป็น 4 และ 5 กลุ่ม แบ่งเป็นกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงอยากทราบว่าถ้าประชากรมีลักษณะแบบสมมาตร ภายใต้การแจกแจงปกติ การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล และเมื่อประชากรมีลักษณะไม่สมมาตร ภายใต้การแจกแจง(ปกติ)^2 การแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล) ^{2} วิธีทดสอบแบบใดบ้างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด นั่นคือสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจในการทดสอบสูงสุด ซึ่งคาดว่าผลที่จะได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางให้แก่ผู้ที่สนใจนำไปเลือกใช้วิธีทดสอบให้เหมาะสมกับงานวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ I ของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ได้แก่

1.1 วิธีทดสอบ T_3

1.2 วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน (Neyman – Pearson's test)

1.3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ (Layard χ^2's test)

1.4 วิธีทดสอบเลอวีน (Levene's test)

1.5 ตัวสถิติทดสอบโอบรีน (O'Brien's test)

ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนสำหรับประชากร 4 หรือ 5 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบต่างๆ ดังนี้ กรณีข้อมูลมีลักษณะสมมาตรใช้การแจกแจงปกติและการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล ส่วนกรณีข้อมูลมีลักษณะไม่สมมาตรใช้การแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล)^2 โดยกำหนดให้อัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากัน

2. เพื่อศึกษาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี โดยการกำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนให้มีค่าแตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบว่าตัวสถิติทดสอบตัวใดบ้างที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และมีอำนาจการทดสอบสูง

2. ทำให้ได้ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับลักษณะการแจกแจงของข้อมูล เพื่อที่ผู้วิจัยในสาขาอื่นๆ จะได้นำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไปได้

ขอบเขตการวิจัย

1. กำหนดจำนวนกลุ่มของประชากรที่ต้องการทดสอบเป็น 4 และ 5 กลุ่ม ให้มีการแจกแจงแบบเดียวกัน ตามลักษณะการแจกแจงแบบต่างๆ ดังนี้

1.1 การแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 10

1.2 การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล กำหนดพารามิเตอร์ α (Alpha) = 0 และ β (Beta) = 2

1.3 การแจกแจง(ปกติ)^2 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 10 ซึ่งเมื่อนำการแจกแจงปกติยกกำลังสองจะทำให้ข้อมูลที่ได้มีลักษณะไม่สมมาตร

1.4 การแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 กำหนดพารามิเตอร์ α (Alpha) = 0 และ β (Beta) = 2 ซึ่งเมื่อนำการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลยกกำลังสองจะทำให้ข้อมูลที่ได้มีลักษณะไม่สมมาตร

2. กำหนดขนาดของตัวอย่างที่สุ่มมาจากแต่ละกลุ่มประชากรที่มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน พร้อมทั้งกำหนดค่านอนเซ็นทรัลลิตี้และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 และ 5 ประชากร โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

3. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ใช้ในการทดสอบเป็น 0.01 และ 0.05

4. วิธีทดสอบที่ใช้ในการศึกษา คือ วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีนซึ่งจะพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ว่ามีค่าอยู่ในช่วงตามเกณฑ์ของ Cochran ที่กำหนดไว้ โดยเปรียบเทียบตามขนาดของตัวอย่างที่สุ่ม ระดับนัยสำคัญของการทดสอบและการแจกแจงของประชากรในกรณีที่สมมาตรและไม่สมมาตร นอกจากนี้ได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอำนาจการทดสอบซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากการกำหนดอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน

5. การวิจัยครั้งนี้เป็นการจำลองการทดลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล จำนวนทั้งหมด 252 ลักษณะ โดยในแต่ละลักษณะของประชากรจะจำลองข้อมูล 1,000 ครั้ง

ตารางที่ 1 ขนาดตัวอย่างเมื่อประชากรเท่ากับ 4 กลุ่มและ 5 กลุ่ม

จำนวนประชากร	ลักษณะ	จำนวนลักษณะ	รายละเอียด
4	ขนาดเท่ากัน	3	(15, 15, 15, 15), (30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45)
	ขนาดไม่เท่ากัน	6	(15, 15, 15, 25), (15, 15, 15, 30), (15, 15, 15, 45)
			(15, 15, 25, 45), (15, 15, 30, 45), (15, 25, 30, 45)
5	ขนาดเท่ากัน	3	(15, 15, 15, 15,15), (30, 30, 30, 30,30),
			(45, 45, 45, 45,45)
	ขนาดไม่เท่ากัน	6	(15, 15, 15, 15, 25), (15, 15, 15, 15, 30),
			(15, 15, 15, 15, 45), (15, 15, 15, 25, 30),
			(15, 15, 15, 25, 45), (15, 15, 25, 30, 45)

ตารางที่ 2 อัตราส่วนความแปรปรวนในช่วงของค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ทั้ง 3 ช่วง

ช่วงของค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	ประชากร	ค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	อัตราส่วนความแปรปรวน
$0<\phi<1.5$	4	0.2092	2.0 : 2.2 : 2.4 : 2.8
		1.4658	2.0 : 4.0 : 6.0 : 7.5
	5	0.2623	2.0 : 2.2 : 2.4 : 2.8 : 3.0
		1.3115	2.0 : 4.0 : 6.0 : 6.5 : 7.0
$1.5\leq\phi<3.0$	4	1.7678	2.0 : 5.0 : 6.0 : 9.0
		2.5739	2.0 : 7.0 : 9.0 : 12.0
	5	1.7321	2.0 : 5.0 : 6.0 : 8.0 : 9.0
		2.4083	2.0 : 7.0 : 9.0 : 10.0 : 12.0
$\phi\geq 3.0$	4	3.0567	2.0 : 3.0 : 10.0 : 12.0
		4.0466	2.0 : 4.0 : 12.0 : 16.0
	5	3.4176	2.0 : 3.0 : 10.0 : 12.0 : 14.0
		4.5078	2.0 : 4.0 : 12.0 : 16.0 : 18.0

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารจะประกอบด้วยวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้มีผู้ทำการศึกษาค้นคว้ามาแล้ว ดังนี้

วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. วิธีการที่ใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

ใน การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากร 2 ชุด ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบอาจจะ ใช้ Z-test หรือ t-test แต่ในกรณีที่ต้องการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรหลายๆ ชุด เมื่อ k คือจำนวนชุดของประชากรที่นำมาทดสอบมีค่ามากกว่า 2 ชุด ถ้าใช้ตัวสถิติทดสอบ Z-test หรือ t-test อาจไม่เหมาะสมและขาดประสิทธิภาพ เพราะจะต้องทำการทดสอบค่าเฉลี่ยทีละคู่หลายครั้ง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะให้ผลดีกว่าและถูกต้องกว่าการทดสอบโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ หลายๆ ครั้งเนื่องจาก

1. โอกาสที่จะเกิดการคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I error) จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการทดสอบหลายๆ ครั้ง จากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะน้อยลง

2. ถ้าใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะไม่ซ้ำซ้อนกันเหมือนกับใช้การเปรียบเทียบทีละคู่

สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำเป็นต้องตรวจสอบเงื่อนไขในการทดสอบทั้งสามข้อซึ่งหนึ่งในนั้นคือการทดสอบค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรต้องเท่ากัน โดยกำหนดให้สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_k^2$$

$$H_1 : \sigma_i^2 \quad (i = 1,2,...,k) \quad \text{อย่างน้อยหนึ่งคู่แตกต่างกัน}$$

เมื่อ σ_i^2 เป็นความแปรปรวนของประชากรที่ i, $i = 1, 2, \ldots, k$

k แทนจำนวนกลุ่มของประชากร $(k \geq 3)$

ซึ่งวิธีที่ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนมีนักวิจัยได้คิดค้นและพัฒนาขึ้นมาหลายตัว แต่สำหรับงานวิจัยนี้สนใจที่จะทำการศึกษา วิธีทดสอบ T_3, วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน, วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์, วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ซึ่งวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธีมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 วิธีทดสอบ T_3

Pardo, Pardo, Vicente and Esteban (1997) ได้พัฒนาวิธีการทดสอบนี้เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_k^2$ โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$T_3 = 2\sum_{i=1}^{k} n_i \hat{\sigma}_i^2 \left[\frac{1}{\hat{\sigma}_i} - \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i \hat{\sigma}_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i \hat{\sigma}_i^2} \right]^2 \sim \chi^2_{(k-1,1-\alpha)}$$

โดยที่

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(X_i - \overline{X} \right)^2}{n_i - 1}$$

ซึ่ง n_i แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\hat{\sigma}_i$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\hat{\sigma}_i^2$ แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ i

k แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคือ

จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่าของตัวสถิติทดสอบ T_3 ที่คำนวณได้ มากกว่าค่า $\chi^2_{k-1,1-\alpha}$ ที่เปิดจากตารางไคสแควร์

1.2 วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน

Neyman and Pearson (1931) ได้ทำการคิดค้นวิธีการทดสอบเพื่อทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_k^2$ โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$T_1 = N \log_e \left[\frac{N - k}{N} S^2\right] - \prod_{i=1}^{k} n_i \log_e \left[\frac{n_i - 1}{n_i} S_i^2\right] \quad : \quad F_{a(k-1,\, N-k)}$$

โดยที่ $N = \prod_{i=1}^{k} n_i$

$$S^2 = \prod_{i=1}^{k} \frac{(n_i - 1)S_i}{(N - k)}$$

$$S_i^2 = \frac{\prod_{i=1}^{n_i} (X_i - \overline{X})^2}{n_i - 1}$$

k แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

S_i แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ i

S^2 แทน ความแปรปรวนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคือ

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าของตัวสถิติทดสอบ T_1 มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงเอฟ ที่มีค่าองศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom : df) เท่ากับ k-1 และ N-k หรือ $F_{\alpha(k-1,\, N-k)}$

1.3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์

Layard (1973) นำเสนอวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของความโด่ง (kurtosis) ซึ่งความโด่งนี้จะประมาณจากความโด่งของแต่ละชุดตัวอย่างที่ประมาณขึ้นมา เพื่อต้องการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_k^2$ โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$CS = \frac{\tau^2 s'}{\widehat{\tau^2}}$$

โดยที่

$$s' = \frac{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\left(\log_e s_i^2 - \frac{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\log_e s_i^2}{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)} \right)^2}{\tau^2}$$

ดังนั้น

$$CS = \frac{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\left(\log_e s_i^2 - \frac{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\log_e s_i^2}{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)} \right)^2}{\hat{\tau}^2} \sim \chi^2_{(k-1,1-\alpha)}$$

เมื่อ

$$\widehat{\tau^2} = 2 + \left[1 - \frac{1}{\bar{n}} \right] \hat{\gamma}$$

$$\hat{\gamma} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{k} n_i \right) \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \left(x_{ij} - \overline{x_i} \right)^4}{\left(\sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \left(x_{ij} - \overline{x_i} \right)^2 \right)^2} - 3$$

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i}{k} \qquad i = 1, 2, ..., k \qquad j = 1, 2, ..., n_i$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{\left(n_i - 1\right) S_i}{\left(N - k\right)}$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} \left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n_i - 1}$$

k แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

S_i แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างกลุ่มที่ i

S^2 แทน ความแปรปรวนทั้งหมด

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคือ

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าของตัวสถิติทดสอบ CS มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงไคสแควร์ ที่มีค่าองศาอิสระเป็น k-1 หรือ $CS > \chi^2_{(1-\alpha;k-1)}$

1.4 วิธีทดสอบเลอวีน

Levene (1950) ได้เสนอวิธีสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร ซึ่งวิธีทดสอบเลอวีนมีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยการแทนค่าสังเกตแต่ละค่าด้วยค่าสัมบูรณ์ของส่วนเบี่ยงเบนระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนั้นๆ โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$W = \frac{(N-k)\sum_{i=1}^{k} n_i (\overline{Z}_{i.} - \overline{Z}_{..})^2}{(k-1)\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - \overline{Z}_{i.})^2}$$

โดยที่ $Z_{ij} = \left|X_{ij} - \overline{X}_{i.}\right|$ เมื่อ $\overline{X}_{i.}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

$$\overline{Z}_{i.} = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} Z_{ij}}{n_i}$$

$$\bar{Z}_{..} = \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}{N}$$

k แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{Z}_{i.}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\bar{Z}_{..}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคือ

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าของตัวสถิติทดสอบ W มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงเอฟ ที่มีค่าองศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom : df) เท่ากับ k-1 และ N-k หรือ $F_{\alpha(k-1,\, N-k)}$

1.5 วิธีทดสอบโอบรีน

O' Brien (1981) ได้พัฒนาวิธีการทดสอบนี้เพื่อต้องการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_k^2$ ซึ่งวิธีทดสอบนี้พัฒนามาจากแนวความคิดของการวิเคราะห์ความแปรปรวนและการแปลงค่าสังเกต X_{ij} เป็น

$$Z_{ij} = \frac{\left[n_i\left(W + n_i - 2\right)\left(X_{ij} - \bar{X}_i\right)^2 - WS_i^2\left(n_i - 1\right)\right]}{\left(n_i - 1\right)\left(n_i - 2\right)} \quad , \quad i = 1,2,...,k \; ; \; j = 1,2,...,n_i$$

โดยที่ $S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_i}\left(X_i - \bar{X}\right)^2}{n_i - 1}$

W เป็นค่า Weight Factor ซึ่ง O' Brien แนะนำให้ใช้ $W = 0.5$

S_i^2 เป็นค่า ความแปรปรวนของตัวอย่างกลุ่มที่ i

หลังจากนั้นนำไปสร้างเป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ ดังนี้

สาเหตุของความแปรปรวน	ค่าองศาความเป็นอิสระ	ผลบวกกำลังสอง (SS)	ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย (MS)	อัตราส่วน
ระหว่างประชากร	k - 1	$SS(B)=\sum_{i}^{k} n_i\left(\bar{Z}_i-\bar{Z}\right)^2$	$MS(B)=\frac{SS(B)}{k-1}$	$\frac{MS(B)}{MS(W)}$
ภายในประชากร	$\sum_{i}^{k}\left(n_i-1\right)$	$SS(W)=\sum_{i}^{k}\sum_{j}^{n_i}\left(Z_{ij}-\bar{Z}_i\right)^2$	$MS(W)=\frac{SS(W)}{\sum_{i}^{k}\left(n_i-1\right)}$	
รวม	$\sum_{i}^{k} n_i-1$	$SS(T)=\sum_{i}^{k}\sum_{j}^{n_i}\left(Z_{ij}-\bar{Z}\right)^2$		

จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจะได้สถิติทดสอบของโอบรีน (OB) ดังนี้

$$OB = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i\left(\bar{Z}_i-\bar{Z}\right)^2 \Big/ (k-1)}{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}\left(Z_{ij}-\bar{Z}_i\right)^2 \Big/ \sum_{i=1}^{k}\left(n_i-1\right)} \sim F_{\alpha(k-1,\ \sum_{i=1}^{k}(n_i-1))} \quad , i=1,2,\ldots,k \ ; \ j=1,2,\ldots,n_i$$

โดยที่ $$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}{N}$$

$$\bar{Z}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}{n_i}$$

เมื่อ k แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{Z}_{i.}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\bar{Z}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งหมด

n_i แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ คือ

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าของตัวสถิติทดสอบ OB มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงเอฟ ที่มีค่าองศาอิสระ (Degree of Freedom : df) เท่ากับ k-1 และ $\sum_{i=1}^{k}\left(n_i-1\right)$ หรือ $F_{\alpha(k-1,\sum_{i=1}^{k}(n_i-1))}$

2. การแจกแจงของประชากร

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากรหรือการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ส่วนมากจะมีข้อกำหนดเบื้องต้นว่า กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้นั้น มาจากประชากรที่ทราบล่วงหน้าว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบใดแบบหนึ่ง เช่น การแจกแจงของประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ การแจกแจงทวินาม การแจกแจงปัวซอง การแจกแจงเอกซ์โปเนนเชียล และการแจกแจงไวบูลล์ เป็นต้น

เนื่องจากในความเป็นจริงข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์อาจจะไม่ได้มีการแจกแจงปกติเพียงอย่างเดียว ดังนั้นในงานวิจัยจึงนำเสนอการแจกแจง 2 แบบคือ ในกรณีที่ลักษณะข้อมูลเป็นแบบสมมาตรจะใช้การแจกแจงปกติกับการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล และกรณีที่ลักษณะข้อมูลนั้นไม่สมมาตรจะใช้การแจกแจง (ปกติ)^2 กับการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล)^2 ซึ่งแต่ละการแจกแจงมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution) เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่สำคัญที่สุด เนื่องจากค่าที่ได้จากการวัดส่วนใหญ่จะมีการแจกแจงแบบนี้ เมื่อ ค.ศ. 1733 เดอร์มัวร์ (De Moivre) เป็นผู้ที่หาสมการของเส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติได้ และต่อมาเกาส์ (Gauss) ก็ได้สมการนี้ จากการศึกษาค่าคลาดเคลื่อนในการวัดปริมาณเดียวกันหลายๆ ครั้ง การแจกแจงนี้จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การแจกแจงแบบเกาส์ (Gaussian distribution)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่ม X จะมีการแจกแจงแบบปกติที่มีพารามิเตอร์ μ และ σ^2 เขียนแทนด้วย $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นดังนี้ (จิรัชย์, 2548)

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \qquad -\alpha < x < \alpha; -\alpha < \mu < \alpha, \sigma > 0$$

โดยที่ σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

σ^2 แทน ความแปรปรวนของประชากร

μ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร

X แทน ค่าของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

π = 3.14159

e = 2.7183

สำหรับฟังก์ชันความหนาแน่นสะสมสามารถหาได้จาก

$$F(x) = \int_{-\alpha}^{\alpha} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\left[(x-\mu)^2 - 2t\sigma^2 x\right]} dx$$

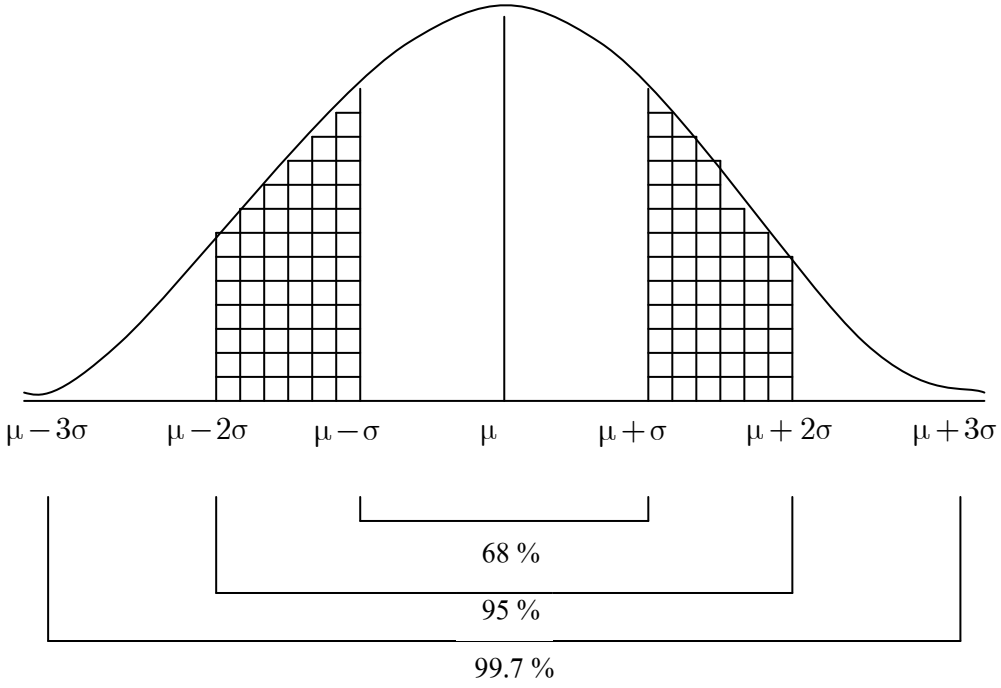
คุณสมบัติของการแจกแจงปกติ (พิสมัย, 2547)

1. ข้อมูลส่วนใหญ่จะมีค่ากลางๆ ข้อมูลที่มีค่าต่ำมากหรือสูงมากมีจำนวนน้อย ดังนั้น เส้นโค้งปกติจึงมีลักษณะเป็นรูประฆังคว่ำ โดยที่ปลายเส้นโค้งทั้งสองข้างจะค่อยๆ ลาดลงสู่แกนนอน (Horizontal Axis) แต่ไม่มีโอกาสที่จะสัมผัสแกนนอนเลย ปลายเส้นโค้งทั้งสองข้างจะมีระยะตั้งแต่ $-\alpha$ ถึง α

2. เส้นโค้งจะมีลักษณะสมมาตรที่จุดกึ่งกลาง คือ ค่าเฉลี่ย (μ) ดังนั้น ถ้าพับเส้นโค้งปกติตามแกนตั้ง ส่วนของเส้นโค้งปกติทั้งสองด้านจะทับกันสนิท ทำให้ค่ากลางทั้ง 3 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยมัธยฐาน และฐานนิยมของการแจกแจงแบบปกติมีค่าเท่ากัน

3. พื้นที่ทั้งหมดใต้เส้นโค้งปกติ หมายถึง ความน่าจะเป็นของแซมเปิลสเปซ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 หรือ 100% และเนื่องจากส่วนของเส้นโค้งปกติทั้งสองด้านจะสมมาตรกันที่ค่าเฉลี่ย (μ) ดังนั้น พื้นที่ทั้งหมดใต้เส้นโค้งทางซ้ายของค่าเฉลี่ย จะเท่ากับพื้นที่ทั้งหมดใต้เส้นโค้งทางขวาของค่าเฉลี่ย และมีค่าเท่ากับ 0.5 หรือ 50%

4. เส้นโค้งมีจุดสูงสุดที่ $X=\mu$ และมีจุดเปลี่ยนเว้า (Inflectional Point) ที่ $X=\mu\pm\sigma$ โดยที่พื้นที่ใต้เส้นโค้งระหว่าง $\mu\pm\sigma$ เท่ากับ 0.6826 หรือ 68.26% $\mu\pm2\sigma$ เท่ากับ 0.9545 หรือ 95.45% และ $\mu\pm3\sigma$ เท่ากับ 0.9973 หรือ 99.73% ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โค้งแสดงการแจกแจงปกติ

2.2 การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล (Double Exponential Distribution) หรือเรียกอีกอย่างว่าการแจกแจงลาปลาซ (Laplace Distribution) เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง และมีลักษณะเหมือนการนำการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลประกบกันในทิศทางตรงกันข้าม จะได้ว่าถ้า X เป็นตัวแปรสุ่ม X จะมีการแจกแจงลาปลาซที่มีพารามิเตอร์ α แทน ตำแหน่ง(จำนวนจริงใดๆ) และ β แทน ขนาด ($\beta>0$) เขียนแทนด้วย $X\sim\text{Laplace}(\alpha,\beta)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (จิรัชย์, 2548) ดังนี้

$$f(x)=\frac{1}{2\beta}e^{-\frac{|x-\alpha|}{\beta}} \quad ; \ -\infty<x<\infty,\ -\infty<\alpha<\infty,\ \beta>0$$

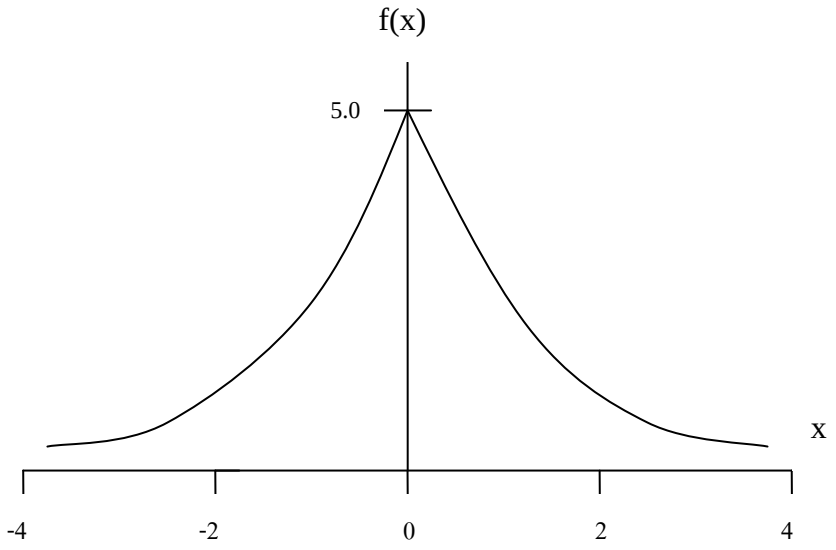
สำหรับฟังก์ชันความหนาแน่นสะสมสามารถหาได้โดยทำการอินทิเกรตจะได้ออกมาในรูปแบบฟังก์ชัน ดังนี้

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(x)dx$$

$$F(x) = \frac{1}{2}\exp\left(-\frac{\alpha - x}{\beta}\right) \qquad \text{เมื่อ} \quad x < \alpha \quad \text{และ}$$

$$F(x) = 1 - \frac{1}{2}\exp\left(-\frac{x - \alpha}{\beta}\right) \qquad \text{เมื่อ} \quad x \geq \alpha$$

ฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงลาปลาซมีค่าเฉลี่ย คือ $E(x) = a$ และค่าความแปรปรวน คือ $Var(x) = 2b^2$ ซึ่งตัวอย่างกราฟของฟังก์ชันนี้ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟของฟังก์ชันลาปลาซ เมื่อ $\alpha = 0$ และ $\beta = 1$

2.3 การแจกแจงสมมาตร (Symmetric distribution) คือการแจกแจงข้อมูลที่เบี่ยงเบนจากค่ากลางไปในทางบวกและลบพอ ๆ กัน หรือเป็นข้อมูลที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ โดยค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยมจะอยู่ตำแหน่งเดียวกัน และมีลักษณะโค้งการแจกแจงที่สมมาตร เช่น การแจกแจงปกติ การแจกแจงลาปลาซ

2.4 การแจกแจงไม่สมมาตร (Asymmetric distribution) คือการแจกแจงข้อมูลที่เบี่ยงเบนจากค่ากลางไปในทางบวกและลบไม่เท่ากัน โดยค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ของข้อมูลไม่อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน มีลักษณะโค้งของการแจกแจงผิดไปจากโค้งปกติ เช่น การแจกแจงไคสแควร์ การแจกแจงไวบูลย์

3. การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน

Games, P.A., Winkler, H.B. and Probert, D.A.(1972) ได้แนะนำค่า นอนเซนทรัลลิตี้ พารามิเตอร์ ϕ เพื่อเป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวน ดังนี้

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

โดยที่ σ_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำที่สุด

σ_i^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, k$

$\overline{\sigma^2}$ คือ ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของประชากรทั้ง k กลุ่ม

k คือ จำนวนกลุ่มประชากร

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร คือ

ถ้าค่า ϕ อยู่ในช่วง $0 < \phi < 1.5$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย

ถ้าค่า ϕ อยู่ในช่วง $1.5 \le \phi < 3.0$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลาง

ถ้าค่า $\phi \ge 3.0$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันมาก

ตัวอย่างการคำนวณค่า ϕ ที่อยู่ในช่วง $0 < \phi < 1.5$ โดยสมมติให้อัตราส่วนความแปรปรวนที่กำหนดมีค่าเป็น 2.0 : 2.2 : 2.4 :2.8 ได้ค่า ϕ ดังนี้

จากสูตรที่ 1 หาค่า $\overline{\sigma^2} = \frac{2+2.2+2.4+2.8}{4} = \frac{9.4}{4} = 2.35$

$$\sum_{i=1}^{n}(\sigma_i^2 - \overline{\sigma^2})^2 = (2-2.35)^2 + (2.2-2.35)^2 + (2.4-2.35)^2 + (2.8-2.35)^2$$

$$= 0.1225 + 0.0225 + 0.0025 + 0.2025$$

$$= 0.35$$

แทนค่า $\phi = \sqrt{\frac{(0.35/4)}{2}} = 0.209165$

4. เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

เกณฑ์ของ Cochran (ศิริรัตน์, 2539; Cochran, 1954) กำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดจากการทดลอง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ " τ " ซึ่งถ้าค่าของ τ ตกอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ที่แต่ละระดับนัยสำคัญ จะถือว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ แต่ถ้าค่า τ ตกอยู่นอกช่วงที่กำหนดจะถือว่าไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ช่วงที่กำหนดไว้ที่แต่ละระดับนัยสำคัญเป็นดังนี้

ระดับนัยสำคัญ	ช่วงที่กำหนด
0.25	[0.200 , 0.300]
0.20	[0.160 , 0.240]
0.15	[0.120 , 0.180]
0.10	[0.080 , 0.120]
0.05	[0.040 , 0.060]
0.01	[0.007 , 0.015]

ถ้าค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดลอง ตกอยู่นอกเหนือจากช่วงที่กำหนด หรือการทดลองนั้นไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

1) กรณีที่ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สูงกว่าขอบเขตบนที่กำหนดจะถือว่าการทดสอบนั้นมีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\tau > \alpha$)

2) กรณีที่ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต่ำกว่าขอบเขตบนที่กำหนดจะถือว่าการทดสอบนั้นมีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\tau < \alpha$)

5. การจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล

เทคนิคที่ใช้ในการจำลองตัวแบบทางคณิตศาสตร์มีอยู่หลายวิธี สำหรับจำลองโดยใช้วิธีการจำลองมอนติคาร์โลเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งหลักการของวิธีการจำลองมอนติคาร์โลนี้เป็นการจำลองตัวเลขสุ่มขึ้นมาเพื่อช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาการจำลองโดยใช้วิธีการจำลองมอนติคาร์โล ดังนี้ (วิชัย , 2544)

1. กำหนดปัญหาหรือระบบในสิ่งที่สนใจจะทำการจำลอง
2. ระบุองค์ประกอบของความไม่แน่นอนในปัญหานั้น
3. หาการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ขององค์ประกอบที่มีความไม่แน่นอน
4. กำหนดค่าตัวเลขสุ่ม (Random Number)
5. สร้างตัวแบบการจำลองทางคณิตศาสตร์ ให้เข้ากับปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
6. ทำการทดสอบตัวแบบดังกล่าวว่าได้ผลตามเป้าหมายแล้ว จะกำหนดจำนวนครั้งที่ต้องการทำซ้ำในการทดลอง
7. ทำการจำลองเพื่อหาคำเฉลยที่ต้องการ

6. ประสิทธิภาพการทดสอบ

ประสิทธิภาพการทดสอบ หมายถึงเกณฑ์ในการตัดสินว่า วิธีทดสอบใดดีที่สุดในบรรดา วิธีทดสอบที่สนใจศึกษา โดยวัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Probability of type I error) หมายถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง ซึ่งเท่ากับ α

อำนาจการทดสอบ (Power of the test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ผลการทดสอบนั้นจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่ถูกต้อง ซึ่งเท่ากับ $1-\beta$ ดังตารางที่ 3 (บุญเรียง, 2549)

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานว่างและการสรุปผล

สมมติฐานว่าง	การสรุปผล	
(H_0)	ยอมรับ H_0	ปฏิเสธ H_0
ถูกต้อง	ความน่าจะเป็น = $(1-\alpha)$	ความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่ง ความน่าจะเป็น = α
ผิด	ความคลาดเคลื่อนประเภทที่สอง ความน่าจะเป็น = β	ความน่าจะเป็นอำนาจการทดสอบ = $(1-\beta)$

ค่าระดับนัยสำคัญ (Level of significance) หมายถึง ค่าโอกาสที่จะตัดสินใจผิดพลาด โดยธรรมชาติกรณีความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error) นั้น ระดับความรุนแรงหรือความซีเรียสจะมากกว่ากรณีความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error) เช่น กรณีที่ศาลตัดสินให้ผู้บริสุทธิ์ เป็นผู้มีความผิด จะถือว่าไม่น่าให้เกิดบ่อยๆ แต่ถ้าตัดสินว่าผู้กระทำความผิด ไม่ต้องได้รับโทษ อันเนื่องมาจากหลักฐานยังไม่เพียงพอ ยังมีความรุนแรงหรือซีเรียสน้อยกว่า ในวิชาสถิติจึงมีความจำเป็นที่จะต้องลดระดับความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดให้ต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือจะต้องให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจให้น้อยที่สุด ซึ่งเรียกว่า ระดับนัยสำคัญ

กรณี Type I error ใช้สัญลักษณ์ α (Alpha) โดยทั่วไป จะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.01 ถึง 0.1 หรือให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ 1% ถึง 10% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจ ที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.99 ถึง 0.90 หรือ 90% ถึง 99%

กรณี Type II error ใช้สัญลักษณ์ β (Beta) โดยทั่วไป จะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.1 ถึง 0.3 หรือให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดประเภทที่ 2 ได้ 10% ถึง 30% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจ ที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.90 ถึง 0.70 หรือ 70% ถึง 90%

แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น การที่จะเลือกค่านัยสำคัญทั้งสองนี้เท่าใด ก็ขึ้นอยู่กับความรุนแรงหรือซีเรียส ถ้าหากมีการตัดสินใจผิดพลาด ไม่ได้มีสูตรตายตัวหรือข้อกำหนดตายตัว ขึ้นอยู่กับสถานะการ

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุวรรณ (2535) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทดสอบสถิติที่ใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน 3 ตัวทดสอบ ได้แก่ ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต ตัวทดสอบสถิติเลอวีน และตัวทดสอบสถิติสแควร์แรงค์ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ โดยศึกษาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 , 4 และ 5 กลุ่ม ที่มีขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ทำการทดลองโดยการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต ตัวทดสอบสถิติเลอวีนและตัวทดสอบสถิติสแควร์แรงค์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ตามระดับนัยสำคัญที่ระบุทั้ง $\alpha = 0.01$ และ 0.05 กขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา สำหรับอำนาจการทดสอบตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวทดสอบสถิติเลอวีนและตัวทดสอบสถิติสแควร์แรงค์ ส่วนตัวทดสอบสถิติเลอวีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวทดสอบสถิติสแควร์แรงค์

ศิริยุพา (2540) ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลทำการศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3 ประชากรและ 5 ประชากร โดยใช้ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต ตัวทดสอบสถิติโอบรีน และตัวทดสอบสถิติเลแจค โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ได้แก่ ความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อทุกประชากรมีการแจกแจงเหมือนกัน และเมื่อบางประชากรมีการแจกแจงต่างกัน กำหนดให้ตัวอย่างมีขนาดเท่ากันทุกกลุ่มที่ระดับอัตราส่วนของความแปรปรวนต่าง ๆ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.1 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความแกร่งของการทดสอบ โดยพิจารณาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงต่าง ๆ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง อัตราส่วนของความแปรปรวนและระดับนัยสำคัญ ณ ระดับต่าง ๆ ปรากฏว่า การแจกแจงของประชากร และขนาดของตัวอย่างมีผลต่อความแกร่งของการทดสอบ

2. อำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ การแจกแจงไวบูลล์ และประชากรที่มีการแจกแจงปกติและประชากรบางกลุ่มมีการแจกแจงไวบูลล์ ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลตมีอำนาจ

การทดสอบสูงที่สุด และเมื่อประชากรมีการแจกแจงที ตัวทดสอบสถิติโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็ก แต่เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ตัวทดสอบสถิติเลแจคมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติและประชากรบางกลุ่มมีการแจกแจงที เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็ก ตัวทดสอบสถิติโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เนื่องจากข้อมูลเกิดค่าผิดปกติมากขึ้น

3. อัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากร การแจกแจงของประชากร และขนาดตัวอย่าง มีผลต่ออำนาจการทดสอบ

4. เมื่อไม่ทราบลักษณะการแจกแจงของประชากรควรเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติโอบรีน

เยาวภา (2542) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต เลอวีน และบราวน์-ฟอร์สิตี สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรโดยใช้การแจกแจง 3 แบบ คือ การแจกแจงปกติ การแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล และการแจกแจงไวบูลย์ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

1. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นปกติ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันจะได้ว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 แบบ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ แต่เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตและตัวสถิติทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ โดยที่ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกรณี ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเป็น (5, 5, 5, 5), (5, 5, 5, 5, 10), ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ (5, 5, 10, 15) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตและเลอวีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลย และตัวสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก

3. เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงไวบูลย์ ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่น

ส่วนที่ 2 อำนาจการทดสอบ จะพิจารณาเฉพาะกรณีที่ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น ผลที่ได้รับคือ

1. อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความแปรปรวน ลักษณะการแจกแจงของประชากร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบ

2. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติและไวบูลย์ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบเลอวีน และตัวสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตี และเมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ตัวทดสอบสถิติบราวน์ -ฟอร์สิตี ให้อำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก

Gartside (1972) ได้ศึกษาอำนาจการทดสอบของตัวทดสอบสถิติที่ใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรที่มากกว่า 2 กลุ่ม จากตัวทดสอบสถิติ 8 การทดสอบ ได้แก่ ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต, บาร์ตเลตปรับปรุง, คอครัน, ฮาร์ทเลย์, แคดเวล, Log ANOVA I, Log ANOVA II, Log ANOVA III และ Log ANOVA ปรับปรุงซึ่งปรับปรุงโดย Bargman โดยศึกษาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 , 4 , 5 และ 10 กลุ่มทั้งกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน สำหรับประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงปกติและศึกษาเฉพาะกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน สำหรับประชากรที่มีการแจกแจงไวบูลล์ ได้ผลสรุปดังนี้

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต บาร์ตเลตปรับปรุง คอครัน อาร์ทเลย์ และแคดเวล มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน แต่ตัวทดสอบสถิติประเภท Log ANOVA ทั้ง 3 แบบมีอำนาจการทดสอบต่ำและ Log ANOVA II ให้อำนาจการทดสอบสูงที่สุดใน Log ANOVA ภายใต้การแจกแจงแบบไวบูลล์และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวทดสอบสถิติแบบ Log ANOVA ปรับปรุงสามารถรักษาระดับนัยสำคัญได้ดีกว่าการทดสอบแบบอื่นๆ ซึ่งจะให้ค่าที่มากกว่าระดับที่กำหนดไว้และ Gartside ได้เสนอแนะว่าเมื่อต้องการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนที่มีลักษณะการแจกแจงปกติ ควรเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต แต่ถ้ามีเพียงประชากรกลุ่มเดียวเท่านั้นที่มีความแปรปรวนสูง

กว่ากลุ่มอื่น ๆ ควรเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติของคอครัน และถ้าต้องการความรวดเร็วแล้วควรเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติของฮาร์ทเลย์หรือตัวทดสอบสถิติของแคดเวล

Layard (1973) ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทดสอบสถิติสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน 4 วิธี ได้แก่ ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต, ตัวทดสอบสถิติเลยาร์ด χ^2 (Layard χ^2 test), ตัวทดสอบสถิติบ็อกซ์ (Box's test) และตัวทดสอบสถิติแจคค์ไนฟ์ (Jackknife's test) โดยกำหนดขนาดตัวอย่างเป็น 10 และ 25 ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากร 3 รูปแบบคือ การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม, การแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนน-เชียล เมื่อกำหนดให้อัตราส่วนความแปรปรวนเป็น 1 : 1 : 1 :1, 1 : 1 : 2 :2, 1 : 2 : 3 : 4 และ 1 : 1 : 4 :4 ซึ่งได้ผลสรุปดังนี้

ตัวทดสอบสถิติแจคค์ไนฟ์และไคสแควร์ เป็นตัวทดสอบที่มีความแกร่งและมีอำนาจการทดสอบมากกว่าตัวทดสอบสถิติบ็อกซ์ สำหรับในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงสุด แต่ตัวทดสอบสถิติบ็อกซ์เป็นตัวทดสอบที่มีความแกร่ง ผู้วิจัยได้แนะนำว่าตัวทดสอบสถิติแจคค์ไนฟ์และไคสแควร์ เป็นทางเลือกที่ดีในกรณีที่ต้องการตัวทดสอบที่มีความแกร่งและพิจารณาอำนาจการทดสอบเป็นหลัก ส่วนตัวทดสอบสถิติบ็อกซ์ถึงแม้ว่าจะเป็นตัวทดสอบที่มีความแกร่งแต่ก็มีอำนาจการทดสอบน้อยกว่า 2 วิธีนี้

Conover, Johnson and Johnson (1981) ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน 56 ตัวทดสอบ ซึ่งมีทั้งตัวทดสอบแบบที่ใช้พารามิเตอร์ (parametric test statistic) และแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (nonparametric test statistic) โดยศึกษาจากประชากรที่มีการแจกแจงทั้งแบบสมมาตรและไม่สมมาตร สำหรับการแจกแจงของประชากรสมมาตรที่นำมาศึกษาได้แก่ การแจกแจงยูนิฟอร์ม การแจกแจงปกติ และการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ส่วนการแจกแจงไม่สมมาตรได้แก่ การนำการแจกแจงสมมาตรมายกกำลังสอง การจำลองในครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยจำนวนตัวอย่างดังต่อไปนี้ (n_1, n_2, n_3, n_4) = (5, 5, 5, 5), (10, 10, 10, 10), (20, 20, 20, 20) และ (5, 5, 20, 20) อัตราส่วนความแปรปรวนกำหนดให้เป็น $\sigma_1^2:\sigma_2^2:\sigma_3^2:\sigma_4^2$ = 1:1:1:1, 1:1:1:2, 1:1:1:4, 1:1:1:8 และ 1:2:4:8 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบที่เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, ตัวสถิติทดสอบคอครัน และตัวสถิติทดสอบฮาร์ทเลย์ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เมื่อประชากรมีการแจกแจงไม่สมมาตรและหางหนา ส่วนตัวสถิติทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ เช่น ตัวสถิติทดสอบมู้ด, ตัวสถิติทดสอบคลอทซ์ และตัวสถิติทดสอบ F-A-B เป็นต้น จะให้ค่าอัตราการเกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 ที่ไม่คงที่ ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยของประชากร จากผลการวิจัยสรุปได้ว่ามีตัวสถิติทดสอบ 3 ตัวที่มีความแกร่งและมีอำนาจการทดสอบสูง คือ ตัวสถิติทดสอบบราวน์ -ฟอร์สิตี ตัวสถิติทดสอบ F-K:med χ^2 และตัวสถิติทดสอบ F-K:med F

Ramsey (1994) ได้ศึกษาเปรียบเทียบตัวทดสอบสถิติสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่ม ทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ ตัวทดสอบสถิติโอบรีน, ตัวทดสอบสถิติบราวน์ – ฟอร์สิตี, ตัวทดสอบสถิติโอบรีนแบบปรับปรุง และตัวทดสอบสถิติบราวน์ - ฟอร์สิตีแบบปรับปรุง โดยศึกษาจากประชากรที่มีการแจกแจงต่าง ๆ 9 การแจกแจง ได้แก่ การแจกแจงที่มีความเบ้และความโด่งแบบต่ำผิดปกติ, โด่งแบบปกติ (mesokurtic) และโด่งสูงผิดปกติ ซึ่งการศึกษาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นในการเกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 ใช้ขนาดตัวอย่างทั้งแบบเท่ากันและไม่เท่ากัน ขนาดตัวอย่างเท่ากันมีอยู่ 4 ขนาดได้แก่ 5, 8, 11, 16, 21 ส่วนขนาดตัวอย่างที่ไม่เท่ากันมี 2 ลักษณะได้แก่ $\left(n_1, n_2\right)$ = (5, 8) และ (11, 16) ส่วนการศึกษาอำนาจการทดสอบนั้นกำหนดอัตราส่วนของความแปรปรวนเป็น 5 ขนาด ได้แก่ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 และศึกษาทั้งกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันมีขนาดเป็น 21 ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดไม่เท่ากันมีขนาดเป็น $\left(n_1, n_2\right)$ = (11, 16) ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของการเกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตัวทดสอบสถิติบราวน์ – ฟอร์สิตี เป็นตัวทดสอบที่ conservative เมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก และเป็นจำนวนคี่ และดีขึ้นเมื่อตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 21 ตัวทดสอบสถิติบราวน์ – ฟอร์สิตีแบบปรับปรุง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นในการเกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดี และเมื่อพิจารณาอำนาจการทดสอบ ตัวทดสอบสถิติของโอบรีนให้อำนาจการทดสอบที่ดีกว่าตัวทดสอบสถิติบราวน์ – ฟอร์สิตี ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบโด่งต่ำผิดปกติ ส่วนตัวสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตีแบบประยุกต์ ให้อำนาจการทดสอบที่ดีพอ ๆ กันหรือดีกว่าตัวสถิติทดสอบวิธีอื่น ๆ ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้

Keyes and Levy (1997) ได้นำตัวทดสอบสถิติ 3 ตัวทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร ได้แก่ ตัวทดสอบสถิติเลอวีน ตัวทดสอบสถิติเลอวีนปรับปรุง และตัวทดสอบสถิติของโอบรีนปรับปรุง มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบในกรณีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากันภายใต้การแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ ผลการวิจัยสรุปว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากันมีผลต่ออำนาจการทดสอบของตัวทดสอบสถิติเลอวีน Keyes และ Levy แนะนำว่าควรเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติเลอวีนปรับปรุงสำหรับสำหรับกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

Wludyka and Nelson (1997) ได้เสนอตัวทดสอบสถิติสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน โดยใช้หลักเกณฑ์ของการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ และได้นำตัวทดสอบสถิตินี้ไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับตัวทดสอบสถิติตัวอื่นๆ อีก 6 ตัวทดสอบ ได้แก่ ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต ตัวทดสอบสถิติคอครัน ตัวทดสอบสถิติฮาร์ทเลย์ ตัวทดสอบสถิติของฟอสเตอร์คิว ตัวทดสอบสถิติของโอเวอร์ออลและวู้ดเวิร์ด และตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต – เคนดัลและเชฟเฟ โดยศึกษาเฉพาะกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงปกติ ผลการศึกษาสรุปได้ว่า

อัตราการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนมีค่าใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ อัตราการปฏิเสธสมมติฐาน (rejection rates) สำหรับการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนนี้ จะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นและจะมีค่าใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้มากขึ้นเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น นั่นคือ การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน เป็นตัวทดสอบสถิติที่จะปฏิเสธสมมติฐานน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และจะเป็นตัวทดสอบสถิติที่จะปฏิเสธสมมติฐานมากกว่าที่ควรจะเป็นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่

สำหรับในการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนกับตัวทดสอบสถิติตัวอื่น ๆ จะศึกษากรณีที่ความแปรปรวนแตกต่างกัน 3 กรณี ได้แก่

1. กรณีที่ 1 กำหนดให้ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง $k - 1$ กลุ่มมีค่าเท่ากันและค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ k มีค่าใหญ่ที่สุด

2. กรณีที่ 2 กำหนดให้ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง $k-1$ กลุ่มมีค่าเท่ากันและค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ k มีค่าเล็กที่สุด

3. กรณีที่ 3 กำหนดให้ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง $k-2$ กลุ่มมีค่าเท่ากันและค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีค่าเล็กที่สุดและค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ k มีค่าใหญ่ที่สุดและอัตราส่วนของความแปรปรวนที่ใหญ่ที่สุดต่อความแปรปรวนที่มีค่าขนาดกลาง มีค่าเท่ากับอัตราส่วนของความแปรปรวนที่มีค่าขนาดกลางต่อความแปรปรวนที่มีค่าเล็กที่สุด

กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันเป็น 8, 9 และ 16 และกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็น 3, 5 และ 10 สรุปผลได้ว่า

สำหรับกรณีที่ 1 ตัวทดสอบสถิติของคอครันให้อำนาจการทดสอบที่ดีกว่าตัวทดสอบสถิติอื่น ๆ และการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน ให้อำนาจการทดสอบที่ดีใกล้เคียงกับตัวทดสอบสถิติของคอครัน

สำหรับกรณีที่ 2 ตัวทดสอบสถิติของฮาร์ทเลย์ให้อำนาจการทดสอบที่ดีกว่าตัวทดสอบสถิติอื่น ๆ และการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน ให้อำนาจการทดสอบที่ดีใกล้เคียงกับตัวทดสอบสถิติของฮาร์ทเลย์ และตัวทดสอบสถิติของฟอร์สเตอร์คิว และตัวทดสอบสถิติของคอครันให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำมาก

สำหรับกรณีที่ 3 ตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลตให้อำนาจการทดสอบที่ดีกว่าตัวทดสอบสถิติอื่น ๆ และการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน ให้อำนาจการทดสอบที่ดีใกล้เคียงกับตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต

เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน จะทำการศึกษา 2 กรณีคือ กรณี $k = 10, (n_1, \ldots, n_{10}) =$ (10, 10, 10, 10, 10, 5, 5, 5, 5, 5) และกรณี $k = 5, (n_1, n_2, n_3, n_4, n_5) =$ (20, 20, 10, 10, 10) ซึ่งการเปรียบเทียบนี้ทำได้เฉพาะกับตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลตเท่านั้น เพราะว่าตัวทดสอบสถิติอื่นๆ ใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากันไม่ได้ จึงสามารถสรุปผลในการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน ได้ว่าตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบที่ดีกว่าสำหรับทุกกรณีที่ศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูป SAS ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ได้แก่ วิธีทดสอบ T_3, วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน, วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์, วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ซึ่งถ้าลักษณะของประชากรเป็นแบบสมมาตรจะใช้การแจกแจงปกติกับการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และถ้าลักษณะของประชากรไม่เป็นแบบสมมาตรจะใช้การแจกแจง (ปกติ)^2 กับการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล)^2 โดยการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล โดยใช้โปรแกรม SAS ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ภายใต้การสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ

ขั้นตอนการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 10 ตามรูปแบบของโปรแกรม SAS คือ $X = \mu + (\sigma \times \text{rannor(seed)})$ โดยใช้คำสั่งที่เป็นตัวแปร $X = \mu + e$ ซึ่ง $e = \sqrt{\text{var}} \times N$ ดังแสดงในภาคผนวก ในส่วนของ Generator for normal distribution

2. สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลที่มีพารามิเตอร์ $\alpha = 0$ และ $\beta = 2$ ตามรูปแบบของโปรแกรม SAS คือ

$$X = \alpha - \beta * \text{sign}(\text{ranuni(seed)}) * \log(1 - 2 * \text{abs}(\text{ranuni(seed)})) \quad \text{--------(2)}$$

โดยที่จะต้องสุ่มข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง $(-1/2, 1/2]$ ซึ่งต้องแปลงคำสั่ง ranuni(seed) ในสมการที่ 2 ใหม่เป็น random = a*ranuni(seed) + b ซึ่งมีการแจกแจงในช่วง

(a, b) ดังนั้น a = -1/2 และ b = 1/2 และเนื่องจาก $\sigma^2 = 2(scale)^2$ จึงต้องแปลงค่าความแปรปรวนให้อยู่ในรูปของ β หรือ scale โดยที่ $scale = \sigma/\sqrt{2}$ ดังแสดงในภาคผนวก ในส่วนของ Generator for double exponential distribution

3. สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบ(ปกติ)^2 และการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 ซึ่งทำในลักษณะเดียวกับข้อ 1 และ 2 แต่ต้องนำค่า X มายกกำลังสองเพื่อให้ข้อมูลที่สุ่มมามีลักษณะไม่สมมาตร ดังแสดงในภาคผนวก ในส่วน ของ Generator for (normal)^2 distribution และ Generator for double exponential**2 distribution

4. เขียนคำสั่งคำนวณค่าของตัวสถิติทดสอบทั้ง 5 ตัวโดยใช้โปรแกรม SAS เพื่อใช้ในการทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

5. สำหรับการทำให้ข้อมูลประชากรมีความแปรปรวนต่างกัน ทำได้โดยสร้างข้อมูลให้มีความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่ม แล้วทำการแปลงข้อมูลใหม่จากสูตร y = ax + b เมื่อ x คือข้อมูลชุดเดิมของแต่ละกลุ่มประชากร a คือค่าคงที่ของรากที่สองของอัตราส่วนความแปรปรวนที่กำหนด และ b มีค่าเท่ากับ 0 อาศัยคุณสมบัติของความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม $Var(y) = a^2 Var(x)$ จะได้ว่าความแปรปรวนของข้อมูลชุดใหม่เป็น a^2 เท่าของข้อมูลชุดเดิม

6. เมื่อสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบต่างๆ เสร็จแล้ว ทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรตามขนาดที่ได้กำหนดไว้ เพื่อทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรในแต่ละสถานการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ด้วยตัวสถิติทดสอบทั้ง 5 ตัว

7. นำค่าตัวสถิติทดสอบที่คำนวณได้เทียบกับค่าวิกฤต เพื่อสรุปว่าปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ทำซ้ำจนครบ 1,000 ครั้ง

8. ประมาณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยการบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ได้จากการประมาณ ดังนี้

$$\text{ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1} = \frac{\text{จำนวนครั้งในการปฏิเสธสมมติฐานหลัก}}{1{,}000}$$

9. เปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ซึ่งในการวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์ของ Cochran ในการตัดสินความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดังนี้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อ ค่าของ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ในช่วง [0.007, 0.015]

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อ ค่าของ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ในช่วง [0.040, 0.060]

10. พิจารณาอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 5 ตัว เฉพาะกรณีที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ โดยทำการบันทึกจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของอำนาจการทดสอบ

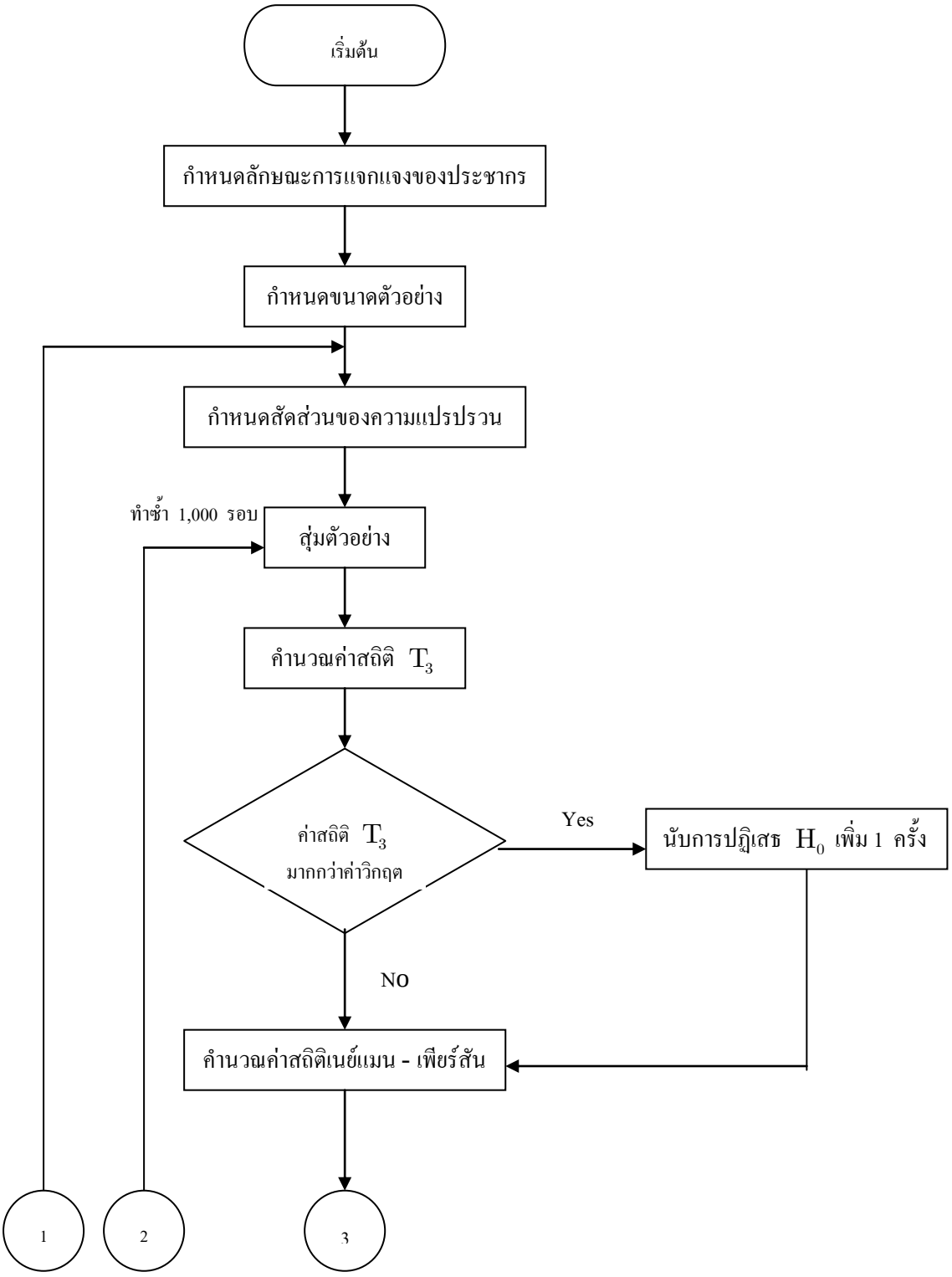
ตารางที่ 4 รายละเอียดของข้อมูลกรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

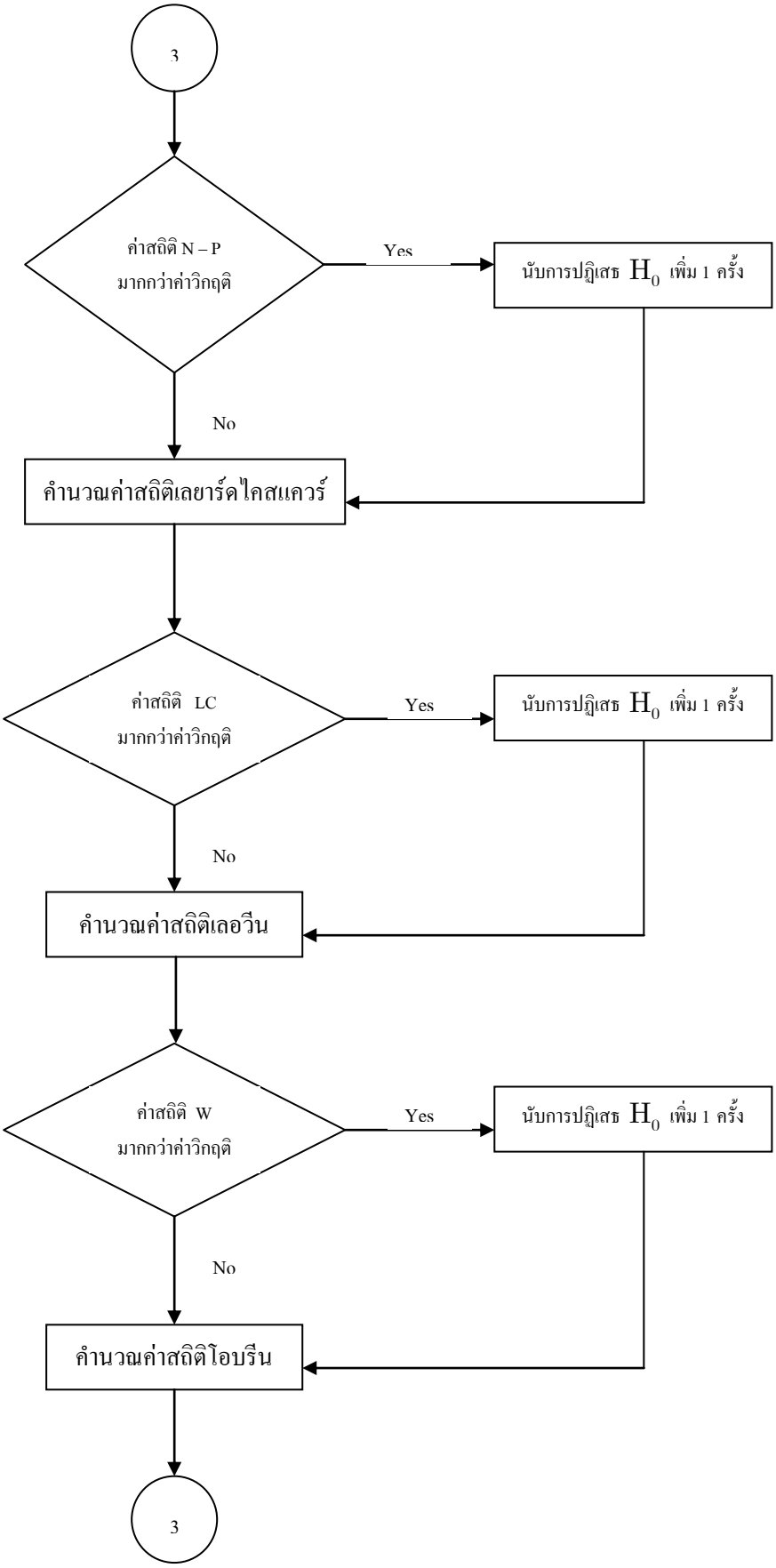
ชุดที่	อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	
		ขนาดเท่ากัน	ขนาดไม่เท่ากัน
1	1.0 : 1.0 : 1.0 : 1.0	(15,15,15,15), (30,30,30,30), (45,45,45,45)	(15,15,15,25), (15,15,15,30), (15,15,15,45), (15,15,25,45), (15,15,30,45) , (15,25,30,45)
2	2.0 : 2.2 : 2.4 : 2.8	(15,15,15,15), (30,30,30,30), (45,45,45,45)	(15,15,15,25), (15,15,15,30), (15,15,15,45), (15,15,25,45), (15,15,30,45) , (15,25,30,45)
3	2.0 : 4.0 : 6.0 : 7.5	(15,15,15,15), (30,30,30,30), (45,45,45,45)	(15,15,15,25), (15,15,15,30), (15,15,15,45), (15,15,25,45), (15,15,30,45) , (15,25,30,45)
4	2.0 : 5.0 : 6.0 : 9.0	(15,15,15,15), (30,30,30,30), (45,45,45,45)	(15,15,15,25), (15,15,15,30), (15,15,15,45), (15,15,25,45), (15,15,30,45) , (15,25,30,45)
5	2.0 : 7.0 : 9.0 : 12.0	(15,15,15,15), (30,30,30,30), (45,45,45,45)	(15,15,15,25), (15,15,15,30), (15,15,15,45), (15,15,25,45), (15,15,30,45) , (15,25,30,45)
6	2.0 : 3.0 : 10.0 : 12.0	(15,15,15,15), (30,30,30,30), (45,45,45,45)	(15,15,15,25), (15,15,15,30), (15,15,15,45), (15,15,25,45), (15,15,30,45) , (15,25,30,45)
7	2.0 : 4.0 : 12.0 : 16.0	(15,15,15,15), (30,30,30,30), (45,45,45,45)	(15,15,15,25), (15,15,15,30), (15,15,15,45), (15,15,25,45), (15,15,30,45) , (15,25,30,45)

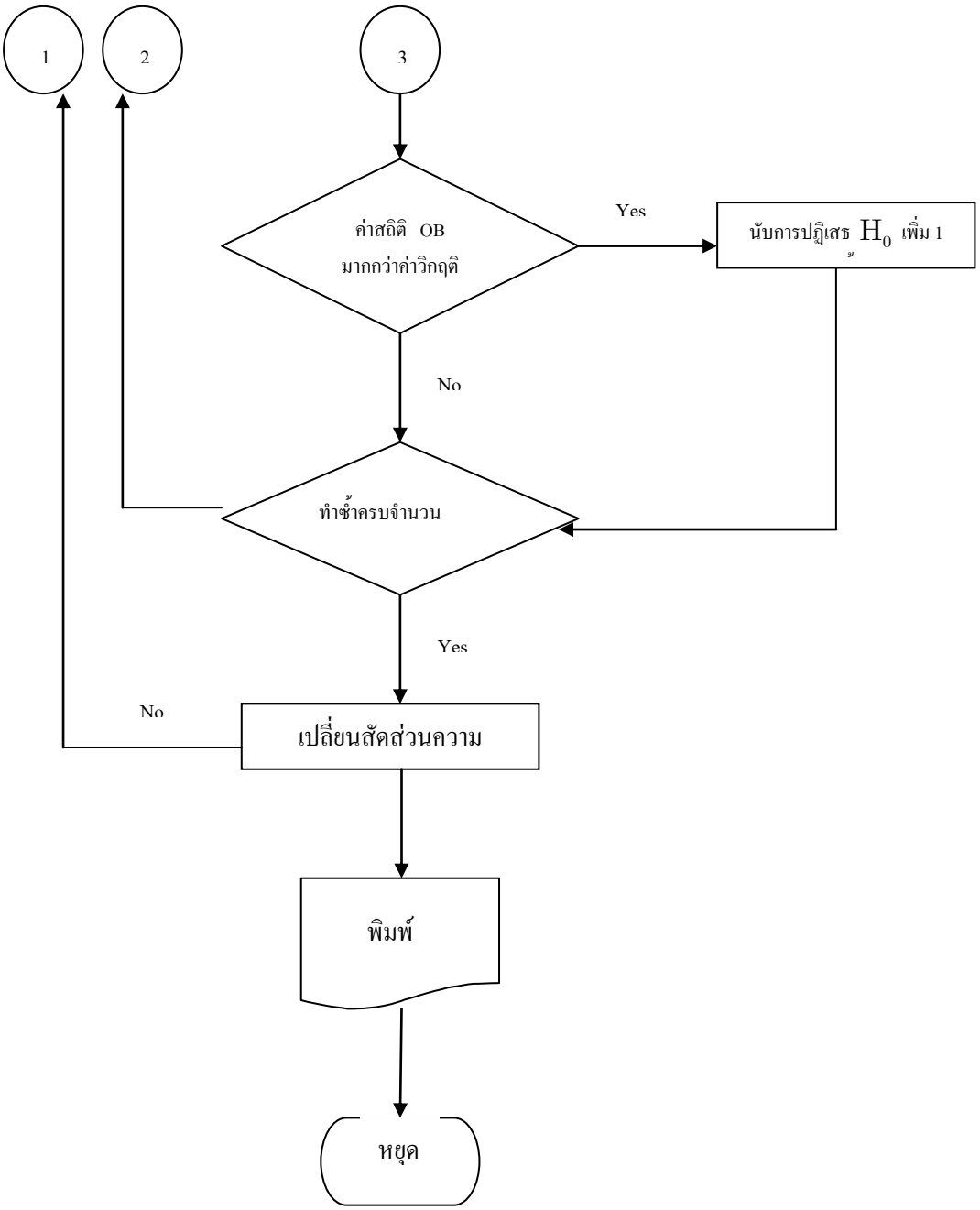
ตารางที่ 5 รายละเอียดของข้อมูลกรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

ชุดที่	อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	
		ขนาดเท่ากัน	ขนาดไม่เท่ากัน
8	1.0 : 1.0 : 1.0 : 1.0 : 1.0	(15,15,15,15,15), (30,30,30,30,30), (45,45,45,45,45)	(15,15,15,15,25), (15,15,15,,15,30), (15,15,15,15,45), (15,15,15,25,30), (15,15,15,25,45), (15,15,25,30,45)
9	2.0 : 2.2 : 2.4 : 2.8 : 3.0	(15,15,15,15,15), (30,30,30,30,30), (45,45,45,45,45)	(15,15,15,15,25), (15,15,15,,15,30), (15,15,15,15,45), (15,15,15,25,30), (15,15,15,25,45), (15,15,25,30,45)
10	2.0 : 4.0 : 6.0 : 6.5 : 7.0	(15,15,15,15,15), (30,30,30,30,30), (45,45,45,45,45)	(15,15,15,15,25), (15,15,15,,15,30), (15,15,15,15,45), (15,15,15,25,30), (15,15,15,25,45), (15,15,25,30,45)
11	2.0 : 5.0 : 6.0 : 8.0 : 9.0	(15,15,15,15,15), (30,30,30,30,30), (45,45,45,45,45)	(15,15,15,15,25), (15,15,15,,15,30), (15,15,15,15,45), (15,15,15,25,30), (15,15,15,25,45), (15,15,25,30,45)
12	2.0 : 7.0 : 9.0 : 10.0 : 12.0	(15,15,15,15,15), (30,30,30,30,30), (45,45,45,45,45)	(15,15,15,15,25), (15,15,15,,15,30), (15,15,15,15,45), (15,15,15,25,30), (15,15,15,25,45), (15,15,25,30,45)
13	2.0 : 3.0 : 10.0 : 12.0 : 14.0	(15,15,15,15,15), (30,30,30,30,30), (45,45,45,45,45)	(15,15,15,15,25), (15,15,15,,15,30), (15,15,15,15,45), (15,15,15,25,30), (15,15,15,25,45), (15,15,25,30,45)
14	2.0 : 4.0 : 12.0 : 16.0 : 18.0	(15,15,15,15,15), (30,30,30,30,30), (45,45,45,45,45)	(15,15,15,15,25), (15,15,15,,15,30), (15,15,15,15,45), (15,15,15,25,30), (15,15,15,25,45), (15,15,25,30,45)

แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม




3
ค่าสถิติ N – P
มากกว่าค่าวิกฤติ
Yes
นับการปฏิเสธ H_0 เพิ่ม 1 ครั้ง
No
คำนวณค่าสถิติเลยาร์ดไคสแควร์
ค่าสถิติ LC
มากกว่าค่าวิกฤติ
Yes
นับการปฏิเสธ H_0 เพิ่ม 1 ครั้ง
No
คำนวณค่าสถิติเลอวีน
ค่าสถิติ W
มากกว่าค่าวิกฤติ
Yes
นับการปฏิเสธ H_0 เพิ่ม 1 ครั้ง
No
คำนวณค่าสถิติโอบรีน
3


1
2
3
ค่าสถิติ OB
มากกว่าค่าวิกฤติ
Yes
นับการปฏิเสธ H_0 เพิ่ม 1
No
ทำซ้ำครบจำนวน
Yes
No
เปลี่ยนสัดส่วนความ
พิมพ์
หยุด

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

ทำการวิจัยที่ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใช้ระยะเวลาในการวิจัยตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2550 ถึง มีนาคม 2552

ผลและวิจารณ์

ผล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 5 ตัว ได้แก่ วิธีทดสอบ T_3 , วิธีทดสอบเนย์แมน- เพียร์สัน (NP), วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ (LC), วิธีทดสอบเลอวีน (W) และวิธีทดสอบโอบรีน (OB) สำหรับกรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตรจะใช้การแจกแจงปกติ และการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล ส่วนกรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตรจะใช้ (การแจกแจงปกติ) ^{2} และ (การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล) ^{2} ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสามารถสรุปได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran (หน้า 19)

2. อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ ซึ่งจะทำการพิจารณาเฉพาะอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

1. ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

1.1 กรณี 4 ประชากร

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตามเกณฑ์ของ Cochran กรณี 4 ประชากร สรุปผลได้ดังตารางที่ 6 – 7 ดังนี้

ในกรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตรเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติจะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 30), (15, 15, 15, 45), (15, 15, 25, 45), (15, 15, 30,45) และ (15, 25, 30, 45)

วิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15), (30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45) และ (15, 15, 25, 45)

วิธีทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15), (45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 30) และ (15, 15, 15, 45)

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 30) , (15, 15, 15,45) และ (15, 15, 30,45)

เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45), (15, 15, 25, 45) และ (15, 15, 30,45)

วิธีทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30) และ (15, 15, 30,45)

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 30), (15, 15, 30, 45) และ (15, 25, 30, 45)

ตารางที่ 6 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงปกติ					การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
n_i	T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
15, 15, 15, 15	0.005	0.300	0.013**	0.014**	0.006	0.524	0.608	0.026	0.016	0.005
30, 30, 30, 30	0.016	0.311	0.015**	0.017	0.019	0.550	0.632	0.009**	0.013**	0.004
45, 45, 45, 45	0.007**	0.271	0.014**	0.013**	0.011**	0.585	0.650	0.013**	0.017	0.011**
15, 15, 15, 25	0.006	0.274	0.016	0.016	0.006	0.522	0.631	0.027	0.019	0.003
15, 15, 15, 30	0.012**	0.304	0.020	0.012**	0.011**	0.519	0.631	0.023	0.019	0.008**
15, 15, 15, 45	0.012**	0.303	0.019	0.010**	0.014**	0.530	0.649	0.022	0.026	0.018
15, 15, 25, 45	0.008**	0.284	0.013**	0.006	0.006	0.540	0.638	0.014**	0.022	0.016
15, 15, 30, 45	0.013**	0.281	0.018	0.018	0.010**	0.551	0.651	0.013**	0.018	0.013**
15, 25, 30, 45	0.012**	0.002	0.030	0.016	0.017	0.563	0.088	0.021	0.013**	0.014**

** สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตรจะได้ว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจง (ปกติ) ^{2} จะได้ว่า วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนตัวสถิติทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15), (30, 30, 30, 30) , (45, 45, 45, 45), (15, 15, 25, 45) และ (15, 25, 30, 45)

เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล) ^{2} จะได้ว่า วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่

ทำการศึกษา ส่วนตัวสถิติทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15), (15, 15, 15, 25), (15, 15, 15, 30), (15, 15, 25, 45) และ (15, 25, 30, 45)

ตารางที่ 7 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจง (ปกติ) [2]					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) [2]				
n_i	T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
15, 15, 15, 15	0.505	0.864	0.064	0.143	0.014**	0.682	0.949	0.093	0.224	0.007**
30, 30, 30, 30	0.556	0.878	0.034	0.159	0.011**	0.723	0.969	0.041	0.208	0.006
45, 45, 45, 45	0.586	0.885	0.025	0.153	0.007**	0.721	0.981	0.028	0.222	0.004
15, 15, 15, 25	0.526	0.863	0.042	0.156	0.016	0.700	0.968	0.090	0.225	0.007**
15, 15, 15, 30	0.517	0.872	0.062	0.149	0.019	0.702	0.975	0.090	0.236	0.009**
15, 15, 15, 45	0.508	0.873	0.046	0.127	0.019	0.690	0.964	0.081	0.251	0.020
15, 15, 25, 45	0.534	0.874	0.042	0.142	0.015**	0.703	0.975	0.050	0.220	0.015**
15, 15, 30, 45	0.545	0.896	0.049	0.138	0.025	0.693	0.969	0.071	0.228	0.026
15, 25, 30, 45	0.542	0.386	0.035	0.147	0.010**	0.711	0.789	0.056	0.228	0.014**

** สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran กรณี 4 ประชากร สรุปผลได้ดังตารางที่ 8 – 9 ดังนี้

ในกรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตรเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติจะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นขนาด (15, 15, 30, 45)

วิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15), (45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 25) และ (15, 15, 25, 45)

วิธีทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15), (15, 15, 15, 25) , (15, 15, 15, 30) , (15, 15, 15, 45) , (15, 15, 25, 45) และ (15, 15, 30, 45)

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ (15, 15, 15, 25)

เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45), (15, 15, 25, 45) และ (15, 15, 30, 45)

วิธีทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 30, 45)

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30), (15, 15, 15, 25), (15, 15, 15, 30), (15, 15, 15, 45) และ (15, 15, 30, 45)

ตารางที่ 8 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงปกติ					การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
n_i	T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
15, 15, 15, 15	0.045*	0.470	0.060*	0.055*	0.042*	0.553	0.743	0.072	0.079	0.035
30, 30, 30, 30	0.057*	0.494	0.062	0.061	0.058*	0.575	0.771	0.046*	0.065	0.042*
45, 45, 45, 45	0.051*	0.452	0.057*	0.062	0.049*	0.607	0.785	0.055*	0.062	0.063
15, 15, 15, 25	0.046*	0.457	0.057*	0.053*	0.034	0.558	0.761	0.075	0.073	0.049*
15, 15, 15, 30	0.055*	0.490	0.071	0.060*	0.050*	0.560	0.757	0.085	0.072	0.044*
15, 15, 15, 45	0.046*	0.491	0.063	0.058*	0.055*	0.580	0.781	0.072	0.072	0.058*
15, 15, 25, 45	0.048*	0.465	0.059*	0.050*	0.040*	0.574	0.761	0.058*	0.074	0.066
15, 15, 30, 45	0.064	0.470	0.068	0.056*	0.056*	0.582	0.783	0.059*	0.060*	0.056*
15, 25, 30, 45	0.057*	0.003	0.076	0.066	0.060*	0.596	0.111	0.063	0.074	0.064

* สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตรจะได้ว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน-เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15), (30, 30, 30, 30), (15, 15, 15, 25), (15, 15, 15, 30), (15, 15, 15, 45), (15, 15 , 25, 45) และ (15, 25, 30, 45)

เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล)^2 จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน-เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 25), (15, 15, 15, 30), (15, 15 , 25, 45), (15, 15 , 30, 45) และ (15, 25, 30, 45)

ตารางที่ 9 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจง (ปกติ) [2]					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) [2]				
n_i	T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
15, 15, 15, 15	0.691	0.928	0.174	0.305	0.056*	0.721	0.974	0.218	0.434	0.031
30, 30, 30, 30	0.702	0.936	0.099	0.300	0.047*	0.740	0.984	0.111	0.382	0.032
45, 45, 45, 45	0.724	0.935	0.079	0.315	0.038	0.745	0.986	0.098	0.417	0.036
15, 15, 15, 25	0.688	0.909	0.134	0.315	0.049*	0.728	0.980	0.216	0.431	0.054*
15, 15, 15, 30	0.680	0.927	0.138	0.322	0.056*	0.734	0.988	0.217	0.439	0.043*
15, 15, 15, 45	0.663	0.923	0.121	0.279	0.053*	0.723	0.983	0.190	0.433	0.069
15, 15, 25, 45	0.687	0.929	0.137	0.303	0.054*	0.732	0.988	0.145	0.388	0.053*
15, 15, 30, 45	0.704	0.941	0.123	0.287	0.062	0.729	0.981	0.174	0.395	0.050*
15, 25, 30, 45	0.710	0.622	0.112	0.293	0.052*	0.733	0.810	0.147	0.411	0.044*

* สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.2 กรณี 5 ประชากร

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตามเกณฑ์ของ Cochran กรณี 5 ประชากร สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 10-11 ดังนี้

ในกรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตรเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติจะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ (15, 15, 15, 25, 45)

วิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สันไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45, 45) และ (15, 15, 15, 15, 45)

วิธีทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ (15, 15, 15, 15, 15) , (15, 15, 15, 15, 25) และ (15, 15, 15, 15, 45)

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ (45, 45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 15, 30) และ (15, 15, 15, 15, 45)

เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45, 45) และ (15, 15, 25, 30, 45)

วิธีทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30)

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 25) , (15, 15, 15, 15, 30), (15, 15, 15, 15, 45), (15, 15, 15, 25, 30) และ (15, 15, 25, 30, 45)

ตารางที่ 10 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงปกติ					การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
n_i	T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
15, 15, 15, 15, 15	0.010**	0.517	0.021	0.018	0.010**	0.523	0.803	0.027	0.020	0.005
30, 30, 30, 30, 30	0.008**	0.524	0.014**	0.010**	0.007**	0.565	0.847	0.009**	0.014**	0.006
45, 45, 45, 45, 45	0.008**	0.499	0.013**	0.011**	0.005	0.579	0.852	0.011**	0.016	0.013
15, 15, 15, 15, 25	0.015**	0.501	0.026	0.017	0.013**	0.518	0.830	0.021	0.019	0.007**
15, 15, 15, 15, 30	0.010**	0.507	0.018	0.008**	0.004	0.538	0.831	0.022	0.016	0.009**
15, 15, 15, 15, 45	0.014**	0.620	0.008**	0.948	0.401	0.553	0.821	0.026	0.020	0.013**
15, 15, 15, 25, 30	0.010**	0.540	0.023	0.014**	0.008**	0.544	0.821	0.017	0.018	0.008**
15, 15, 15, 25, 45	0.005	0.533	0.016	0.011**	0.008**	0.569	0.832	0.024	0.017	0.019
15, 15, 25, 30, 45	0.007**	0.504	0.020	0.010**	0.009**	0.555	0.828	0.013**	0.019	0.015**

** สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตรจะได้ว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจง(ปกติ) ^{2} จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน-เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 15, 25) และ (15, 15, 15, 25, 45)

เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบ (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล)^2 จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน-เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทั้งหมด ยกเว้นเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 45), (15, 15, 15, 25, 45) และ (15, 15, 25, 30, 45)

ตารางที่ 11 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
n_i	T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
15, 15, 15, 15, 15	0.598	0.965	0.077	0.199	0.016	0.736	0.992	0.110	0.297	0.012**
30, 30, 30, 30, 30	0.653	0.971	0.032	0.185	0.010**	0.750	0.993	0.040	0.278	0.008**
45, 45, 45, 45, 45	0.698	0.957	0.019	0.178	0.011**	0.755	0.997	0.024	0.260	0.008**
15, 15, 15, 15, 25	0.605	0.954	0.060	0.188	0.012**	0.727	0.993	0.101	0.302	0.008**
15, 15, 15, 15, 30	0.622	0.975	0.051	0.197	0.019	0.741	0.990	0.082	0.293	0.014**
15, 15, 15, 15, 45	0.626	0.966	0.055	0.184	0.022	0.730	0.994	0.074	0.302	0.026
15, 15, 15, 25, 30	0.634	0.966	0.049	0.183	0.021	0.746	0.997	0.067	0.288	0.013**
15, 15, 15, 25, 45	0.645	0.959	0.041	0.169	0.015**	0.741	0.999	0.070	0.285	0.021
15, 15, 25, 30, 45	0.634	0.969	0.043	0.192	0.032	0.746	0.993	0.051	0.291	0.023

** สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran กรณี 5 ประชากร สรุปผลได้ดังตารางที่ 12 – 13 ดังนี้

ในกรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตรเมื่อลักษณะของประชากรมีการแจกแจงปกติ จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (45, 45, 45, 45, 45)

วิธีทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ยกเว้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ (15, 15, 15, 15, 15), (30, 30, 30, 30, 30), (15, 15, 15, 15, 30) และ (15, 15, 15, 15, 45)

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ยกเว้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ (15, 15, 15, 15, 15) และ (15, 15, 15, 15, 45)

เมื่อลักษณะของประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 25, 30) และ (15, 15, 25, 30, 45)

วิธีทดสอบเลอวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30)

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ยกเว้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ (15, 15, 15, 15, 25), (15, 15, 15, 15, 45) และ (15, 15, 15, 25, 45)

ตารางที่ 12 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงปกติ					การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
n_i	T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
15, 15, 15, 15, 15	0.054*	0.685	0.085	0.078	0.039	0.562	0.885	0.091	0.086	0.048*
30, 30, 30, 30, 30	0.059*	0.670	0.062	0.062	0.048*	0.604	0.903	0.046*	0.054*	0.045*
45, 45, 45, 45, 45	0.049*	0.668	0.048*	0.049*	0.047*	0.601	0.915	0.050*	0.067	0.052*
15, 15, 15, 15, 25	0.050*	0.670	0.066	0.057*	0.044*	0.560	0.896	0.080	0.071	0.033
15, 15, 15, 15, 30	0.053*	0.672	0.061	0.069	0.042*	0.579	0.898	0.080	0.072	0.049*
15, 15, 15, 15, 45	0.056*	0.742	0.039	0.989	0.679	0.583	0.898	0.071	0.080	0.061
15, 15, 15, 25, 30	0.057*	0.722	0.062	0.050*	0.043*	0.575	0.907	0.056*	0.070	0.046*
15, 15, 15, 25, 45	0.057*	0.681	0.066	0.054*	0.050*	0.605	0.906	0.065	0.094	0.079
15, 15, 25, 30, 45	0.055*	0.679	0.063	0.049*	0.045*	0.600	0.904	0.059*	0.064	0.060*

* สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตรจะได้ว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจง (ปกติ) ^{2} จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน-เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45, 45), (15, 15, 15, 15, 25) และ (15, 15, 15, 25, 45)

เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล)^2 จะได้ว่า

วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเนย์แมน-เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ยกเว้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ (30, 30, 30, 30, 30) และ (45, 45, 45, 45, 45)

ตารางที่ 13 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจง (ปกติ) ^{2}					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2}				
n_i	T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
15, 15, 15, 15, 15	0.759	0.981	0.156	0.372	0.065	0.768	0.998	0.240	0.520	0.042*
30, 30, 30, 30, 30	0.793	0.984	0.092	0.374	0.047*	0.768	0.997	0.127	0.485	0.027
45, 45, 45, 45, 45	0.808	0.976	0.084	0.372	0.049*	0.773	0.999	0.091	0.473	0.033
15, 15, 15, 15, 25	0.759	0.972	0.143	0.357	0.048*	0.771	0.997	0.213	0.524	0.043*
15, 15, 15, 15, 30	0.805	0.989	0.151	0.363	0.065	0.770	0.996	0.201	0.510	0.045*
15, 15, 15, 15, 45	0.786	0.984	0.136	0.358	0.061	0.758	0.998	0.184	0.482	0.060*
15, 15, 15, 25, 30	0.784	0.982	0.125	0.365	0.065	0.777	0.999	0.168	0.484	0.043*
15, 15, 15, 25, 45	0.796	0.977	0.122	0.348	0.054*	0.766	0.999	0.172	0.497	0.056*
15, 15, 25, 30, 45	0.777	0.985	0.126	0.371	0.071	0.772	0.997	0.151	0.464	0.055*

* สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

การนำเสนออำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบจะแสดงในกรณีที่วิธีทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น ทั้งในกรณีที่ประชากรมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

2.1 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร

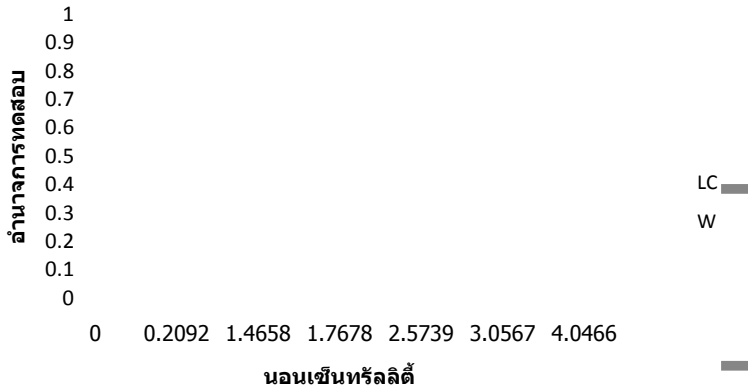
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15) สรุปผลได้ดังตารางที่ 14-15

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ มีเพียงวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์และวิธีทดสอบเลอวีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 3 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 14 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากรและขนาดตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.005	0.300	0.013	0.014	0.006	0.524	0.608	0.026	0.016	0.005
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	0.016	0.018	-	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	0.266	0.195	-	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	0.339	0.246	-	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	0.579	0.365	-	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	0.639	0.609	-	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	0.711	0.685	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ **“ - ”** หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 3 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15)

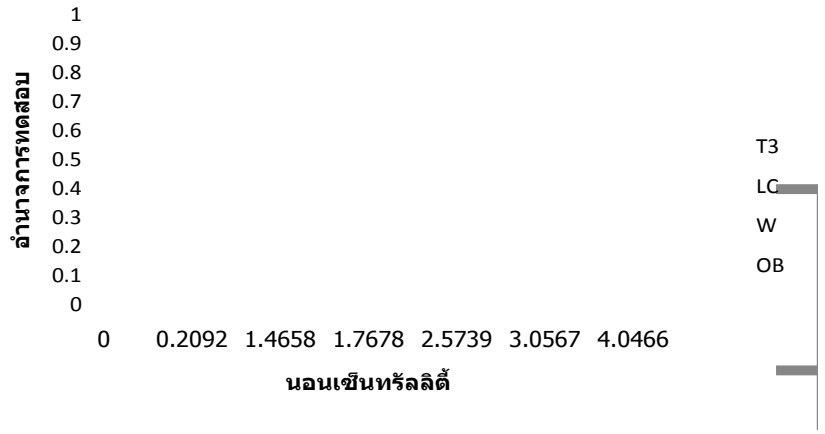
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ วิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 3 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 15 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และขนาดตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.045	0.470	0.060	0.055	0.042	0.553	0.743	0.072	0.079	0.035
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.074	-	0.079	0.077	0.049	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.552	-	0.532	0.455	0.309	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.638	-	0.613	0.511	0.362	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.800	-	0.812	0.657	0.428	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.922	-	0.867	0.842	0.724	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.969	-	0.914	0.890	0.755	-	-	-	-	-

ตารางที่ 15 (ต่อ)

หมายเหตุ **" - "** หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 4 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15)

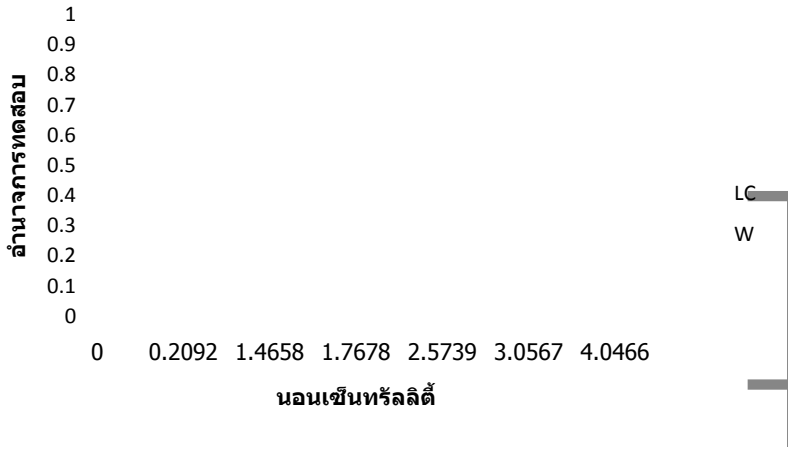
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาความน่าจะเป็นของอำนาจการทดสอบ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 16-17

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ มีเพียงวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 16 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลอวีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ดังแสดงในตารางที่ 16 และภาพที่ 5

ตารางที่ 16 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.016	0.311	0.015	0.017	0.019	0.550	0.632	0.009	0.013	0.004
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	0.034	-	-	-	-	0.019	0.022	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	0.658	-	-	-	-	0.264	0.291	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	0.795	-	-	-	-	0.330	0.349	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	0.959	-	-	-	-	0.570	0.442	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	0.969	-	-	-	-	0.648	0.774	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	0.995	-	-	-	-	0.751	0.851	-

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



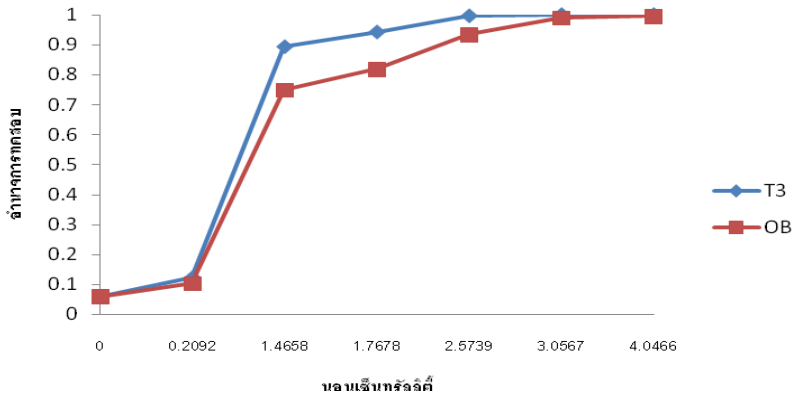
ภาพที่ 5 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเป็น (30, 30, 30, 30)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ วิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 17 และภาพที่ 6 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 18 และภาพที่ 7

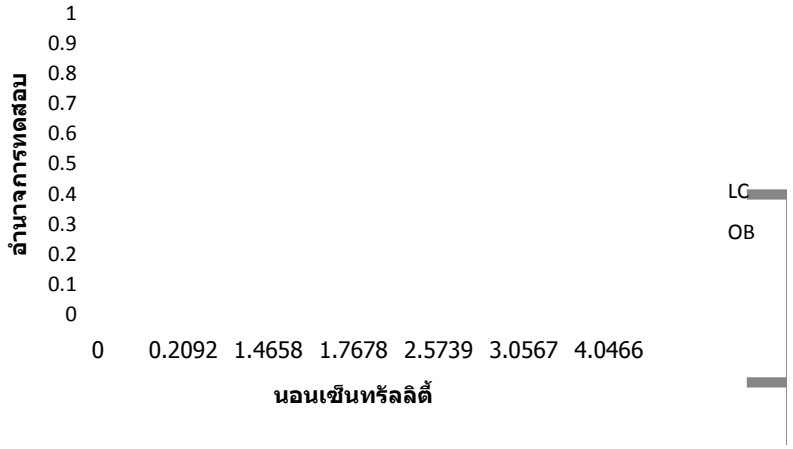
ตารางที่ 17 อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.057	0.494	0.062	0.061	0.058	0.575	0.771	0.046	0.065	0.042
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.122	-	-	-	0.102	-	-	0.071	-	0.049
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.893	-	-	-	0.749	-	-	0.506	-	0.314
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.942	-	-	-	0.819	-	-	0.591	-	0.366
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.996	-	-	-	0.935	-	-	0.810	-	0.435
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	1	-	-	-	0.991	-	-	0.850	-	0.720
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	1	-	-	-	0.996	-	-	0.907	-	0.762

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 6 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)



ภาพที่ 7 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลและกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)

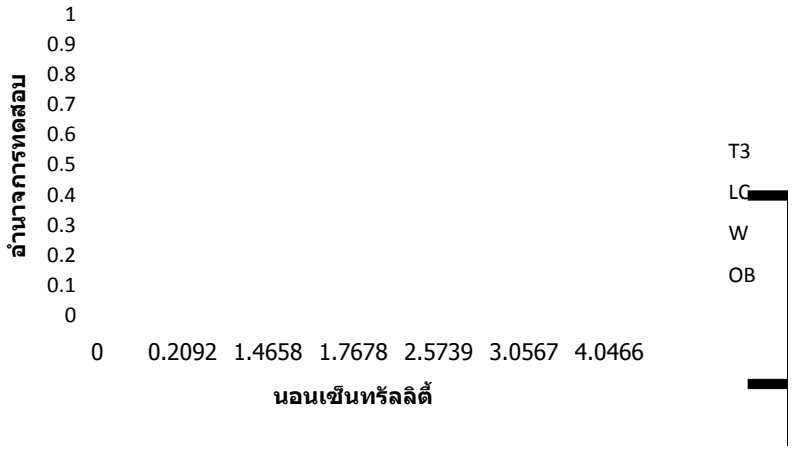
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (45, 45, 45, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 18-19

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบไม่แตกต่างกันมาก แต่มีอำนาจการทดสอบที่สูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 18 และภาพที่ 8 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 18 และภาพที่ 9

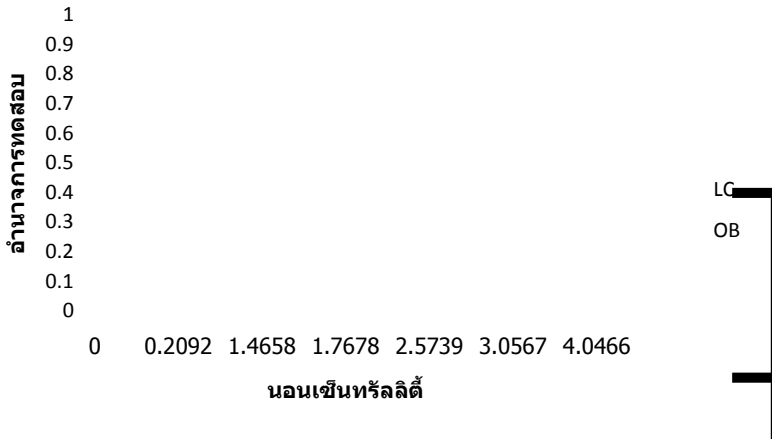
ตารางที่ 18 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.007	0.271	0.014	0.013	0.011	0.585	0.650	0.013	0.017	0.011
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.041	-	0.045	0.040	0.035	-	-	0.029	-	0.023
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.924	-	0.901	0.849	0.771	-	-	0.475	-	0.238
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.972	-	0.972	0.912	0.837	-	-	0.582	-	0.300
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	1	-	0.994	0.832	0.950	-	-	0.815	-	0.365
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	1	-	0.999	0.999	0.999	-	-	0.871	-	0.700
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	1	-	1	1	0.999	-	-	0.929	-	0.747

หมายเหตุ "-" หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 8 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)



ภาพที่ 9 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ วิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบไม่แตกต่างกันมากแต่มีอำนาจการทดสอบที่สูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 19 และภาพที่ 10 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเป็น (45, 45, 45, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.051	0.452	0.057	0.062	0.049	0.607	0.785	0.055	0.062	0.063
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.148	-	0.140	-	0.126	-	-	0.096	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.978	-	0.979	-	0.948	-	-	0.727	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.995	-	0.96	-	0.980	-	-	0.796	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	1	-	1	-	0.988	-	-	0.930	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	1	-	1	-	1	-	-	0.973	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	1	-	1	-	1	-	-	0.984	-	-

ตารางที่ 19 (ต่อ)

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ภาพที่ 10 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 25) สรุปผลได้ดังตารางที่ 20

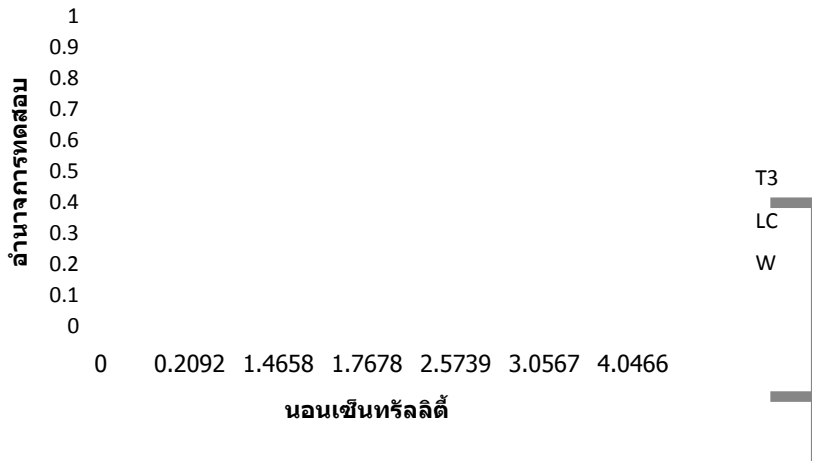
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ และการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นจึงไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบ

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลอวีน ดังแสดงในตารางที่ 20 และภาพที่ 11 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.046	0.457	0.057	0.053	0.034	0.558	0.761	0.075	0.073	0.049
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.071	-	0.097	0.070	-	-	-	-	-	0.031
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.574	-	0.624	0.469	-	-	-	-	-	0.116
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.705	-	0.727	0.513	-	-	-	-	-	0.128
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.867	-	0.903	0.606	-	-	-	-	-	0.151
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.956	-	0.940	0.887	-	-	-	-	-	0.283
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.989	-	0.977	0.946	-	-	-	-	-	0.313

หมายเหตุ "-" หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 11 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25)

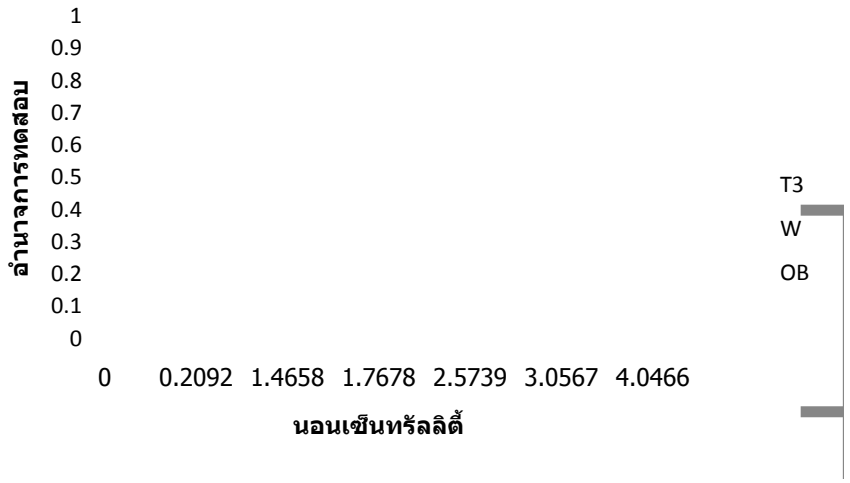
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 21-22

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 21 และภาพที่ 12 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.012	0.304	0.020	0.012	0.011	0.519	0.631	0.023	0.019	0.008
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.014	-	-	0.020	0.011	-	-	-	-	0.002
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.317	-	-	0.173	0.074	-	-	-	-	0.016
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.414	-	-	0.229	0.102	-	-	-	-	0.023
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.548	-	-	0.300	0.110	-	-	-	-	0.025
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.845	-	-	0.721	0.371	-	-	-	-	0.053
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.924	-	-	0.773	0.392	-	-	-	-	0.060

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 12 แสดงอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)

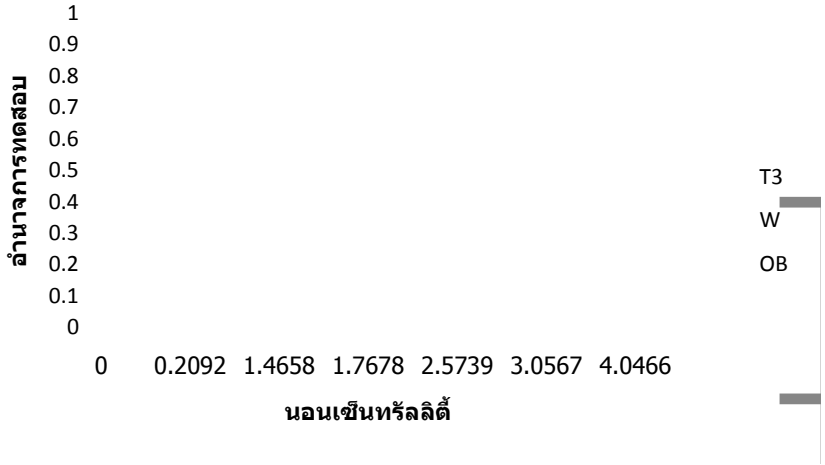
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 22 และภาพที่ 13 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.055	0.490	0.071	0.060	0.050	0.560	0.757	0.085	0.072	0.044
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.075	-	-	0.078	0.055	-	-	-	-	0.030
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.662	-	-	0.462	0.316	-	-	-	-	0.087
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.699	-	-	0.510	0.354	-	-	-	-	0.110
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.873	-	-	0.614	0.440	-	-	-	-	0.120
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.964	-	-	0.914	0.755	-	-	-	-	0.256
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.987	-	-	0.948	0.774	-	-	-	-	0.301

ตารางที่ 22 (ต่อ)

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 13 แสดงอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)

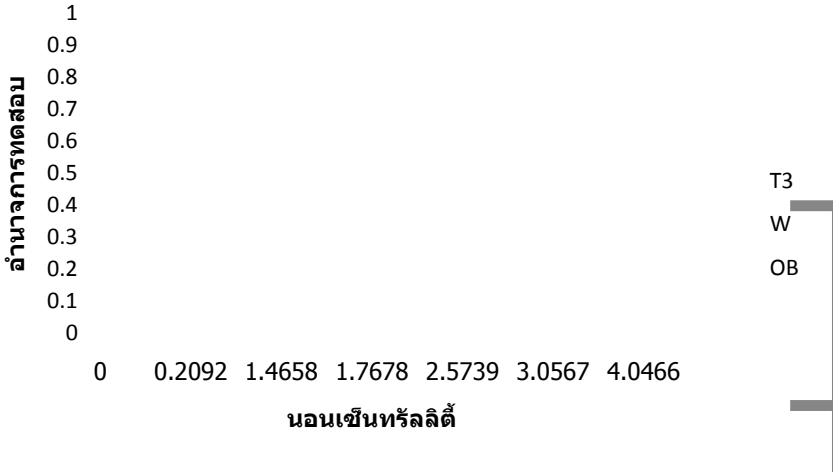
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 23-24

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 23 และภาพที่ 14 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 23 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.012	0.303	0.019	0.010	0.014	0.530	0.649	0.022	0.026	0.018
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.010	-	-	0.017	0.007	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.333	-	-	0.161	0.076	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.448	-	-	0.260	0.101	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.628	-	-	0.364	0.112	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.903	-	-	0.759	0.318	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.950	-	-	0.856	0.385	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



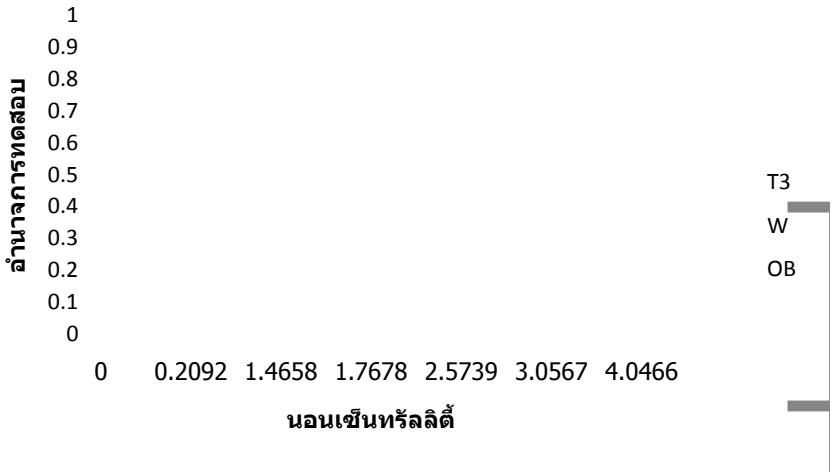
ภาพที่ 14 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีนและวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 24 และภาพที่ 15 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.046	0.491	0.063	0.058	0.055	0.580	0.781	0.072	0.072	0.058
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.090	-	-	0.105	0.046	-	-	-	-	0.036
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.652	-	-	0.449	0.333	-	-	-	-	0.083
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.771	-	-	0.578	0.408	-	-	-	-	0.096
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.902	-	-	0.674	0.452	-	-	-	-	0.112
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.987	-	-	0.944	0.743	-	-	-	-	0.230
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.992	-	-	0.975	0.818	-	-	-	-	0.253

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 15 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45)

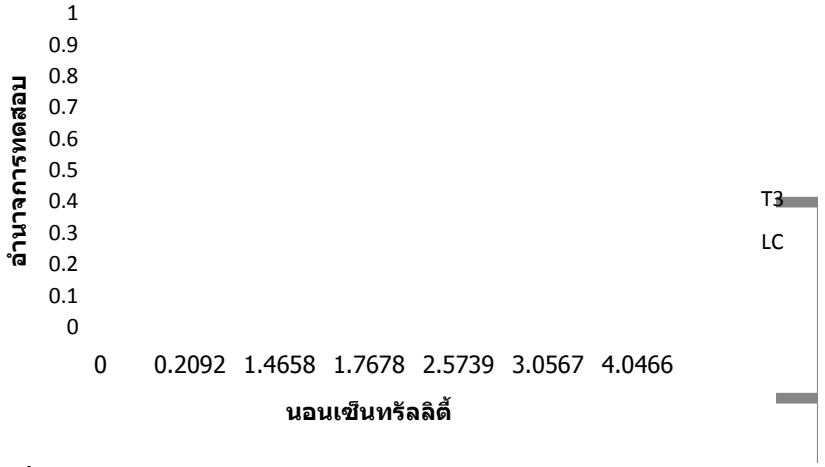
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 25, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 25-26

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบ T_3 ดังแสดงในตารางที่ 25 และภาพที่ 16 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.008	0.284	0.013	0.006	0.006	0.540	0.638	0.014	0.022	0.016
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.017	-	0.038	-	-	-	-	0.025	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.363	-	0.514	-	-	-	-	0.227	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.477	-	0.632	-	-	-	-	0.274	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.625	-	0.812	-	-	-	-	0.445	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.924	-	0.939	-	-	-	-	0.591	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.969	-	0.977	-	-	-	-	0.680	-	-

หมายเหตุ "-" หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



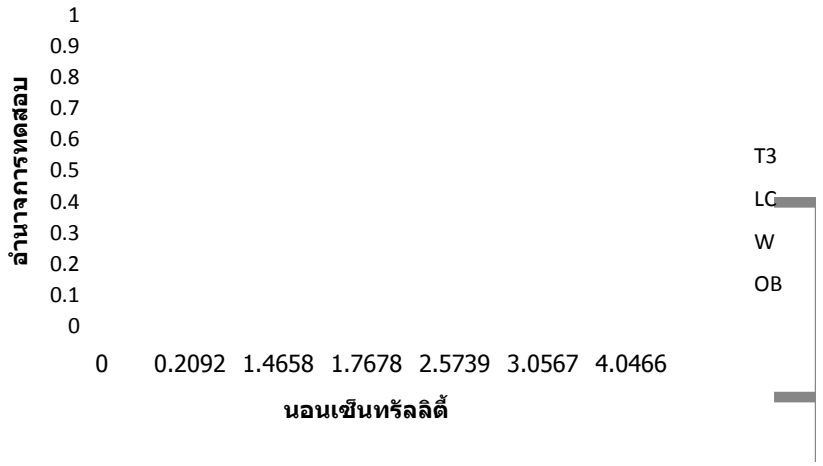
ภาพที่ 16 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีนและวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 26 และภาพที่ 17 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.048	0.465	0.059	0.050	0.040	0.574	0.761	0.058	0.074	0.066
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.095	-	0.121	0.087	0.044	-	-	0.096	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.667	-	0.758	0.454	0.328	-	-	0.464	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.775	-	0.845	0.607	0.429	-	-	0.535	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.898	-	0.948	0.680	0.461	-	-	0.686	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.992	-	0.989	0.964	0.793	-	-	0.806	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.993	-	0.995	0.974	0.849	-	-	0.872	-	-

หมายเหตุ **“ - ”** หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 17 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)

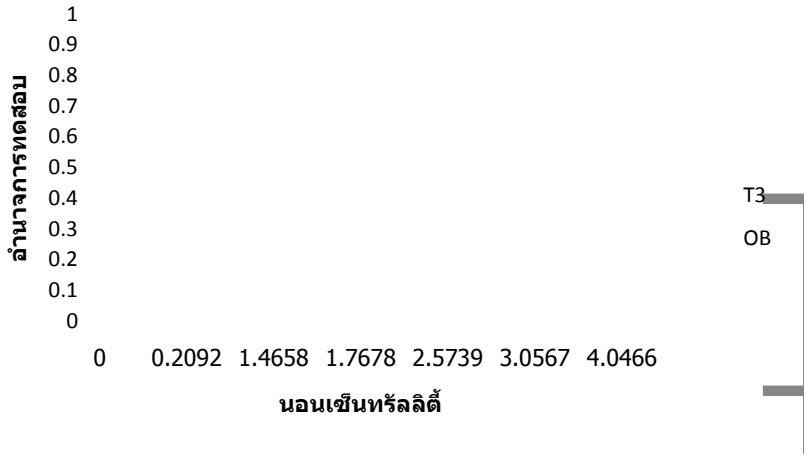
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 30, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 27-28

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 27 และภาพที่ 18 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 27 และภาพที่ 19

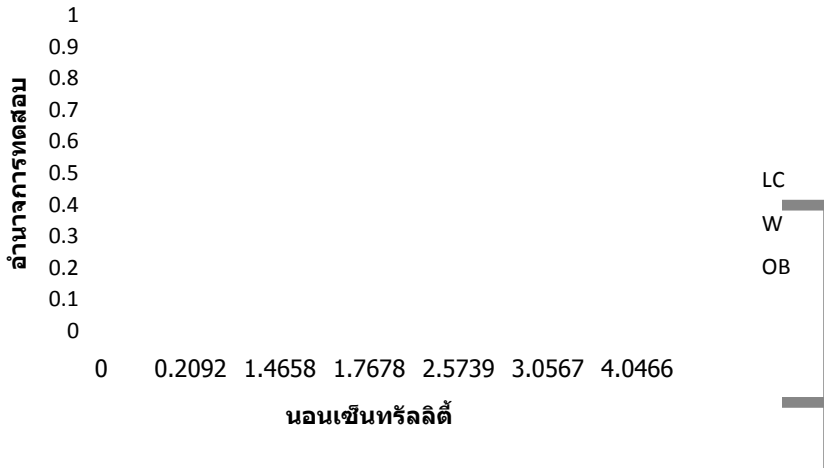
ตารางที่ 27 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.013	0.281	0.018	0.016	0.010	0.551	0.651	0.013	0.013	0.013
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.023	-	-	-	0.008	-	-	0.027	0.009	0.006
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.335	-	-	-	0.079	-	-	0.242	0.075	0.012
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.459	-	-	-	0.140	-	-	0.291	0.087	0.015
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.649	-	-	-	0.169	-	-	0.430	0.126	0.019
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.923	-	-	-	0.344	-	-	0.589	0.352	0.030
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.970	-	-	-	0.400	-	-	0.672	0.433	0.045

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 18 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)



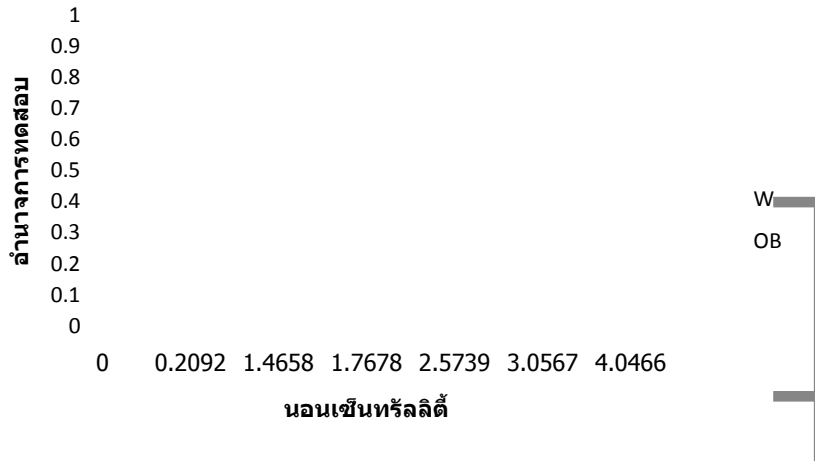
ภาพที่ 19 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลและกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่ามีเพียงวิธีทดสอบเลอวีนและวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 28 และภาพที่ 20 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 28 และภาพที่ 21

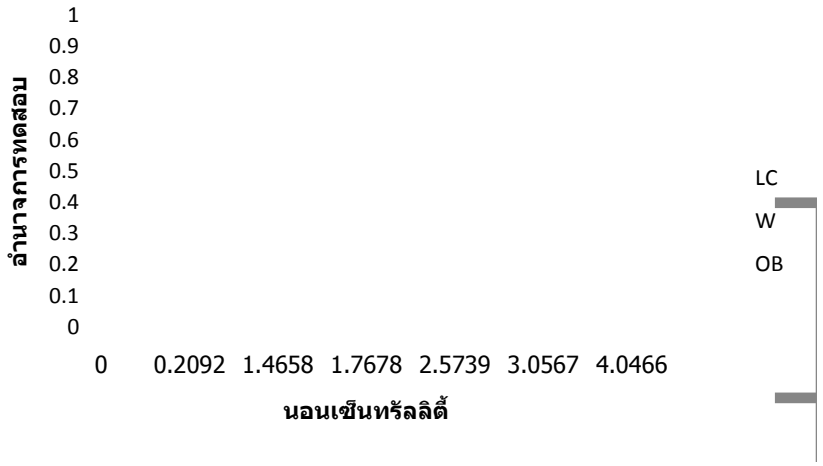
ตารางที่ 28 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.064	0.470	0.068	0.056	0.056	0.582	0.783	0.059	0.060	0.056
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	0.098	0.054	-	-	0.102	0.063	0.027
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	0.464	0.340	-	-	0.454	0.306	0.078
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	0.597	0.436	-	-	0.518	0.376	0.108
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	0.686	0.474	-	-	0.672	0.385	0.116
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	0.956	0.788	-	-	0.803	0.710	0.194
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	0.982	0.819	-	-	0.867	0.781	0.202

หมายเหตุ **“ - ”** หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 20 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)



ภาพที่ 21 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 25, 30, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 29-30

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบ T_3 เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 29 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.012	0.002	0.030	0.018	0.017	0.563	0.088	0.021	0.018	0.014
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	0.012
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.408	-	-	-	-	-	-	-	-	0.048
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.502	-	-	-	-	-	-	-	-	0.068
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.635	-	-	-	-	-	-	-	-	0.121
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.972	-	-	-	-	-	-	-	-	0.168
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	0.988	-	-	-	-	-	-	-	-	0.188

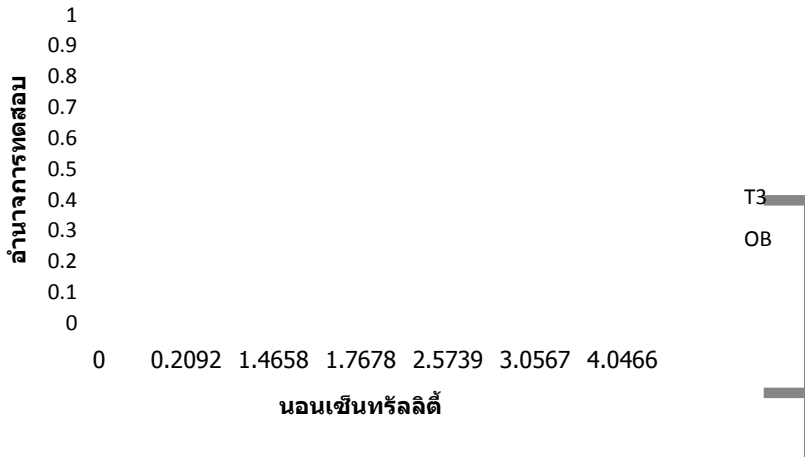
หมายเหตุ **“ - ”** หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 30 และภาพที่ 22 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลย

ตารางที่ 30 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.057	0.003	0.076	0.066	0.060	0.596	0.111	0.063	0.074	0.064
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	0.111	-	-	-	0.062	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	0.714	-	-	-	0.425	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	0.805	-	-	-	0.521	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	0.892	-	-	-	0.527	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	0.998	-	-	-	0.932	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	1	-	-	-	0.962	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 22 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)

2.2 กรณี 4 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15) สรุปผลได้ดังตารางที่ 31-32

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 31

ตารางที่ 31 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.505	0.864	0.064	0.143	0.014	0.682	0.949	0.093	0.224	0.007
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.015	-	-	-	-	0.007
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.069	-	-	-	-	0.023
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.075	-	-	-	-	0.023
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.083	-	-	-	-	0.038
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.151	-	-	-	-	0.052
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.156	-	-	-	-	0.059

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 32 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 32 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.691	0.928	0.174	0.305	0.056	0.721	0.974	0.218	0.434	0.031
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.074	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.207	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.220	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.233	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.373	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.389	-	-	-	-	-

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 33-34

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 33-34 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 33 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)[2]					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.556	0.878	0.034	0.159	0.011	0.723	0.969	0.041	0.208	0.006
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.017	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.126	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.143	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.151	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.372	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 34 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)[2]					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.702	0.936	0.099	0.300	0.047	0.740	0.984	0.111	0.382	0.032
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.074	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.361	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.374	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.381	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.610	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.623	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (45, 45, 45, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 35

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 35 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 35 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 ตัว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.586	0.885	0.025	0.153	0.007	0.721	0.098	0.028	0.222	0.004
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.021	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.247	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.275	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.285	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.531	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.568	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มี วิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการพิจารณาอำนาจการทดสอบ

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 25) สรุปผลได้ดังตารางที่ 36-37

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ) ^{2} พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 36

ตารางที่ 36 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ) ^{2}					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2}				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.526	0.863	0.042	0.156	0.016	0.700	0.968	0.090	0.225	0.007
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.024
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.025

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ) ^{2} และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 37

ตารางที่ 37 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.688	0.909	0.134	0.315	0.049	0.728	0.980	0.216	0.431	0.054
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.043	-	-	-	-	0.043
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.134	-	-	-	-	0.052
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.142	-	-	-	-	0.055
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.146	-	-	-	-	0.062
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.268	-	-	-	-	0.099
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.281	-	-	-	-	0.101

หมายเหตุ "-" หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 38-39

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 38

ตารางที่ 38 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.517	0.872	0.062	0.149	0.019	0.702	0.975	0.090	0.236	0.009
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบ โอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 39

ตารางที่ 39 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.680	0.927	0.138	0.322	0.056	0.734	0.988	0.217	0.439	0.043
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.045	-	-	-	-	0.032
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.137	-	-	-	-	0.042
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.139	-	-	-	-	0.043
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.142	-	-	-	-	0.050
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.274	-	-	-	-	0.075
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.279	-	-	-	-	0.076

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 40

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} พบว่าไม่มี วิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการพิจารณาอำนาจการทดสอบ

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 40 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 40 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.663	0.923	0.121	0.279	0.053	0.723	0.983	0.190	0.433	0.069
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.026	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.070	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.079	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.088	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.177	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.182	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 25, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 41-42

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธี ทดสอบ โอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 41

ตารางที่ 41 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.534	0.874	0.042	0.142	0.015	0.703	0.975	0.050	0.220	0.015
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.006	-	-	-	-	0.006
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.015	-	-	-	-	0.008
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.018	-	-	-	-	0.009
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.022	-	-	-	-	0.011
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.045	-	-	-	-	0.014
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.046	-	-	-	-	0.019

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธี ทดสอบ โอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 42

ตารางที่ 42 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.687	0.929	0.137	0.303	0.054	0.732	0.988	0.145	0.388	0.053
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.031	-	-	-	-	0.010
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.078	-	-	-	-	0.014
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.091	-	-	-	-	0.019
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.015	-	-	-	-	0.024
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.161	-	-	-	-	0.028
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.172	-	-	-	-	0.029

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 30, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 43

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการพิจารณาอำนาจการทดสอบ

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 43

ตารางที่ 43 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.704	0.941	0.123	0.287	0.062	0.729	0.981	0.174	0.395	0.050
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.019
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.025
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.027
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 25, 30, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 44-45

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธี ทดสอบ โอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 44

ตารางที่ 44 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.542	0.386	0.035	0.147	0.010	0.711	0.789	0.056	0.228	0.014
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	0.003
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.027	-	-	-	-	0.005
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.014	-	-	-	-	0.005
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.039	-	-	-	-	0.007
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.077	-	-	-	-	0.012
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.086	-	-	-	-	0.015

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบ โอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 45

ตารางที่ 45 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 25, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)[2]					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.710	0.622	0.112	0.293	0.052	0.733	0.810	0.147	0.411	0.044
2.0:2.2:2.4:2.8	0.2092	-	-	-	-	0.034	-	-	-	-	0.024
2.0:4.0:6.0:7.5	1.4658	-	-	-	-	0.127	-	-	-	-	0.026
2.0:5.0:6.0:9.0	1.7678	-	-	-	-	0.132	-	-	-	-	0.028
2.0:7.0:9.0:12.0	2.5739	-	-	-	-	0.162	-	-	-	-	0.031
2.0:3.0:10.0:12.0	3.0567	-	-	-	-	0.277	-	-	-	-	0.053
2.0:4.0:12.0:16.0	4.0466	-	-	-	-	0.304	-	-	-	-	0.057

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

2.3 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะสมมาตร

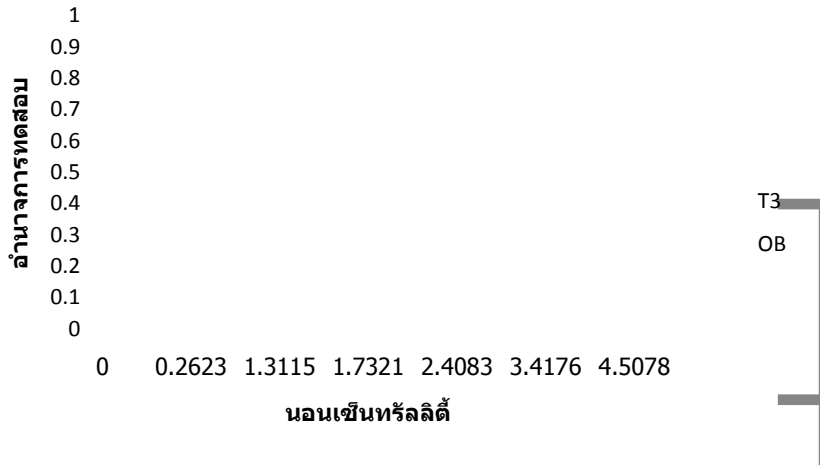
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 15) สรุปผลได้ดังตารางที่ 46-47

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 46 และภาพที่ 23 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 46 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.010	0.517	0.021	0.018	0.010	0.523	0.803	0.027	0.020	0.005
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.023	-	-	-	0.013	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.227	-	-	-	0.078	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.306	-	-	-	0.108	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.455	-	-	-	0.121	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.872	-	-	-	0.364	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.927	-	-	-	0.374	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 23 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบ T_3 เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 47 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนน

เชียล พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 47

ตารางที่ 47 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.054	0.685	0.085	0.078	0.039	0.562	0.885	0.091	0.086	0.048
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.082	-	-	-	-	-	-	-	-	0.060
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.534	-	-	-	-	-	-	-	-	0.115
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.595	-	-	-	-	-	-	-	-	0.137
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.785	-	-	-	-	-	-	-	-	0.156
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.797	-	-	-	-	-	-	-	-	0.294
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.992	-	-	-	-	-	-	-	-	0.327

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

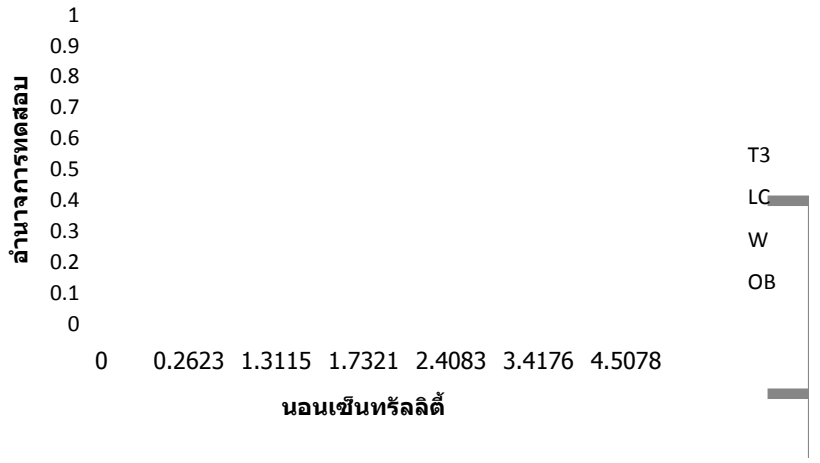
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 48-49

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบเลอวีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 48 และภาพที่ 24 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์และวิธีทดสอบเลอวีนมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 48 และภาพที่ 25

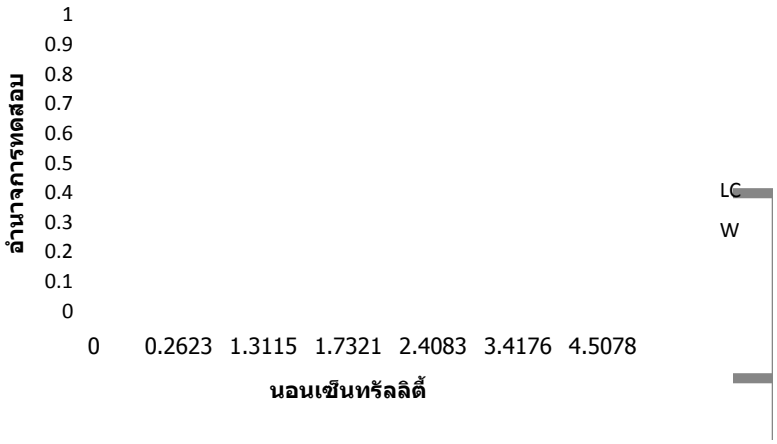
ตารางที่ 48 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.088	0.524	0.014	0.010	0.007	0.565	0.847	0.009	0.014	0.006
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.032	-	0.040	0.035	0.034	-	-	0.015	0.031	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.668	-	0.677	0.519	0.348	-	-	0.275	0.251	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.831	-	0.859	0.710	0.515	-	-	0.401	0.356	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.957	-	0.970	0.865	0.565	-	-	0.614	0.495	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	1	-	0.999	0.997	0.957	-	-	0.786	0.870	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	1	-	1	0.997	0.960	-	-	0.855	0.916	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 24 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)



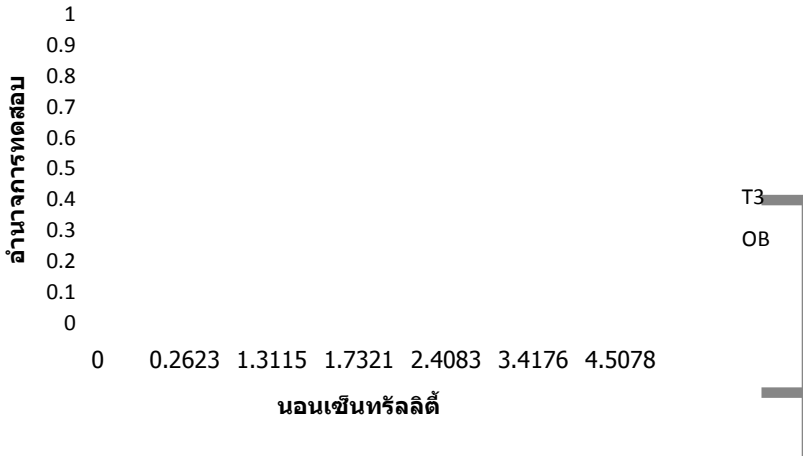
ภาพที่ 25 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 49 และภาพที่ 26 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลอวีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 49 และภาพที่ 27

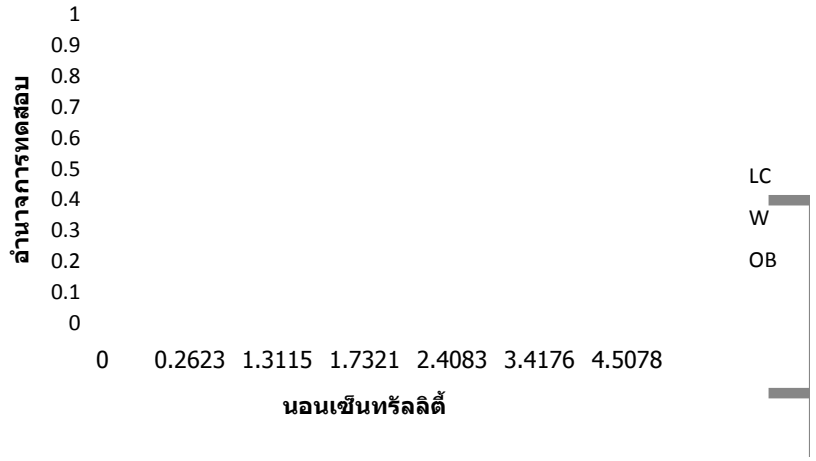
ตารางที่ 49 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.059	0.670	0.062	0.062	0.048	0.604	0.903	0.046	0.054	0.045
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.135	-	-	-	0.112	-	-	0.066	0.089	0.063
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.880	-	-	-	0.694	-	-	0.532	0.540	0.264
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.953	-	-	-	0.828	-	-	0.657	0.660	0.336
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.993	-	-	-	0.897	-	-	0.809	0.796	0.385
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	1	-	-	-	0.997	-	-	0.938	0.978	0.722
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	1	-	-	-	0.998	-	-	0.962	0.991	0.755

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 26 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)



ภาพที่ 27 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30, 30)

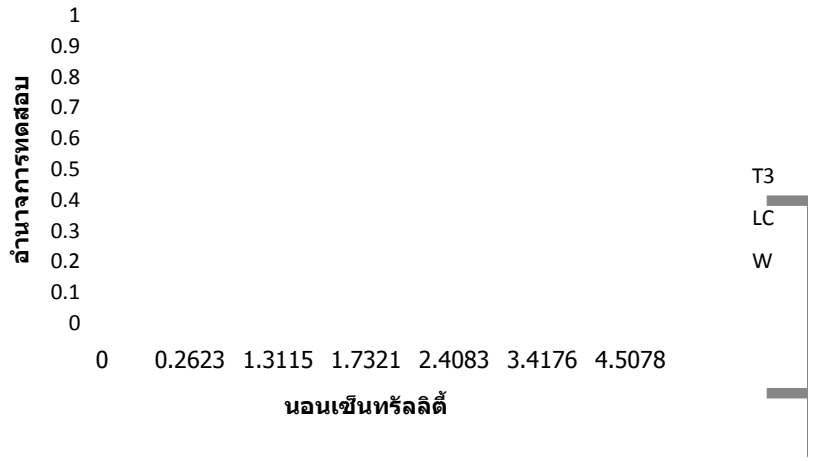
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (45, 45, 45, 45, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 50-51

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบไม่แตกต่างจากวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ แต่สูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน ดังแสดงในตารางที่ 50 และภาพที่ 28 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 50

ตารางที่ 50 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.008	0.499	0.013	0.011	0.005	0.579	0.852	0.011	0.016	0.013
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.066	-	0.058	0.060	-	-	-	0.031	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.899	-	0.922	0.817	-	-	-	0.444	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.979	-	0.983	0.935	-	-	-	0.605	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.999	-	0.999	0.989	-	-	-	0.825	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	1	-	1	1	-	-	-	0.951	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	1	-	1	1	-	-	-	0.975	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 28 แสดงอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)

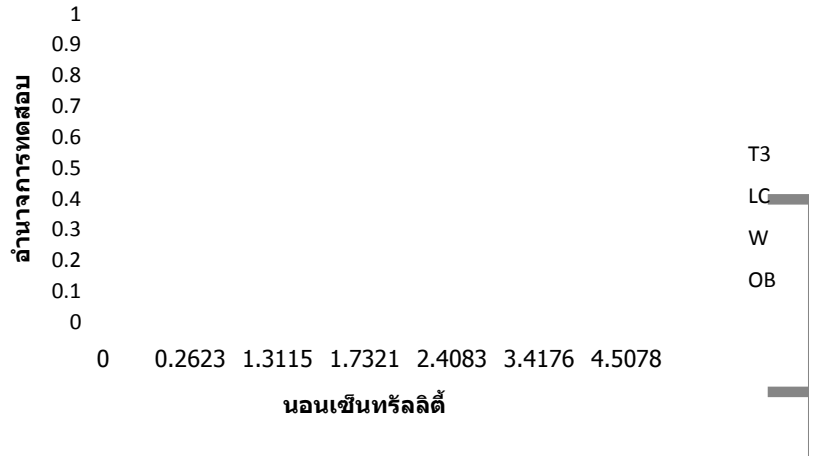
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีนและวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 51 และภาพที่ 29 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง

ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 51 และภาพที่ 30

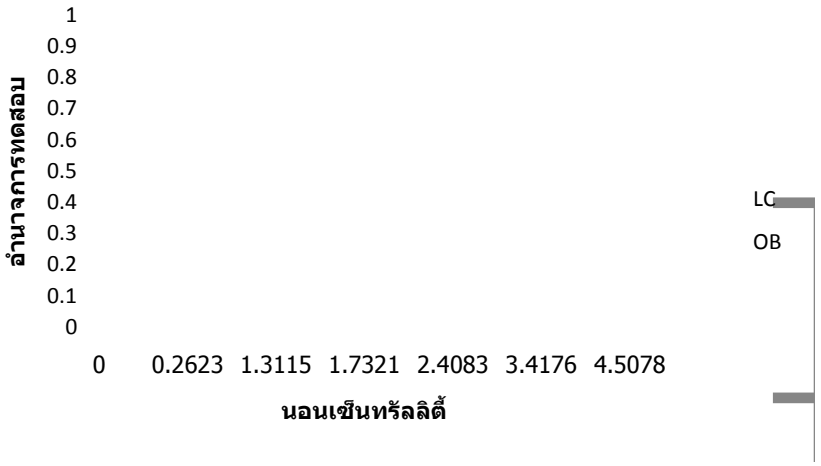
ตารางที่ 51 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.049	0.668	0.048	0.049	0.047	0.601	0.915	0.050	0.067	0.052
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.215	-	0.193	0.190	0.184	-	-	0.097	-	0.092
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.982	-	0.984	0.951	0.927	-	-	0.718	-	0.450
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.997	-	0.998	0.991	0.979	-	-	0.815	-	0.566
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	1	-	1	0.999	0.997	-	-	0.940	-	0.632
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	1	-	1	1	1	-	-	0.990	-	0.922
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	1	-	1	1	1	-	-	0.995	-	0.944

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 29 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)



ภาพที่ 30 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)

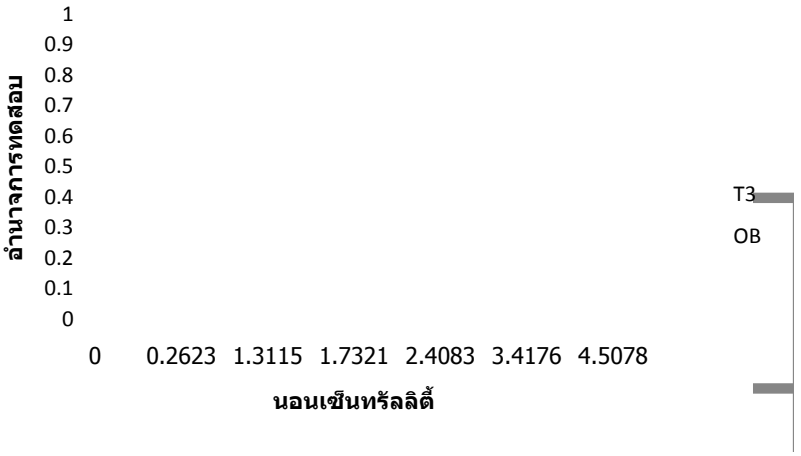
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 25) สรุปผลได้ดังตารางที่ 52-53

ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 52 และภาพที่ 31 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 52

ตารางที่ 52 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.015	0.501	0.026	0.017	0.013	0.518	0.830	0.021	0.019	0.007
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.020	-	-	-	0.009	-	-	-	-	0.005
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.221	-	-	-	0.062	-	-	-	-	0.020
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.364	-	-	-	0.086	-	-	-	-	0.031
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.484	-	-	-	0.091	-	-	-	-	0.032
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.890	-	-	-	0.337	-	-	-	-	0.074
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.948	-	-	-	0.395	-	-	-	-	0.084

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



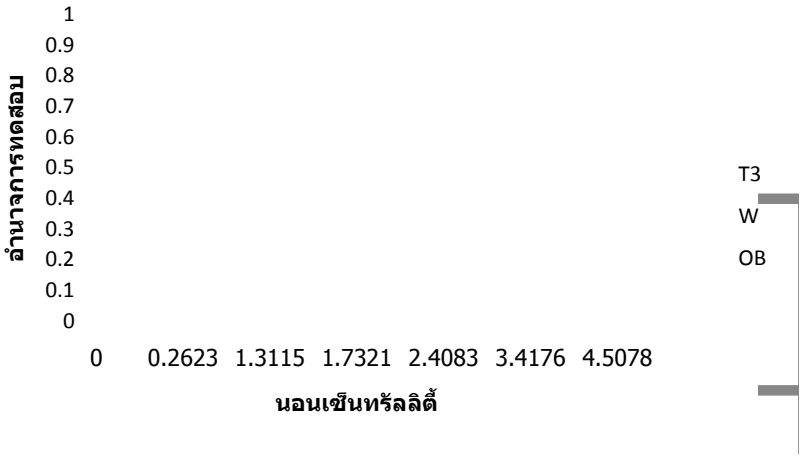
ภาพที่ 31 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 53 และภาพที่ 32 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 53 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.050	0.670	0.066	0.057	0.044	0.560	0.896	0.080	0.071	0.033
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.095	-	-	0.097	0.058	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.522	-	-	0.435	0.244	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.667	-	-	0.541	0.329	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.806	-	-	0.676	0.371	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.987	-	-	0.927	0.718	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.994	-	-	0.968	0.792	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 32 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และตัวสถิติทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)

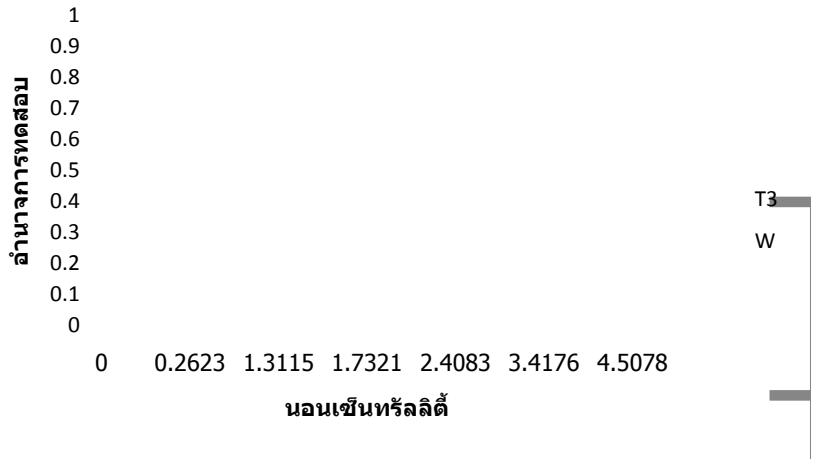
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 54-55

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 54 และภาพที่ 33 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 54

ตารางที่ 54 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.010	0.507	0.018	0.008	0.004	0.538	0.831	0.022	0.016	0.009
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.019	-	-	0.028	-	-	-	-	-	0.004
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.241	-	-	0.187	-	-	-	-	-	0.018
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.387	-	-	0.302	-	-	-	-	-	0.024
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.520	-	-	0.371	-	-	-	-	-	0.024
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.918	-	-	0.768	-	-	-	-	-	0.061
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.968	-	-	0.836	-	-	-	-	-	0.065

หมายเหตุ "-" หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 33 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลอวีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)

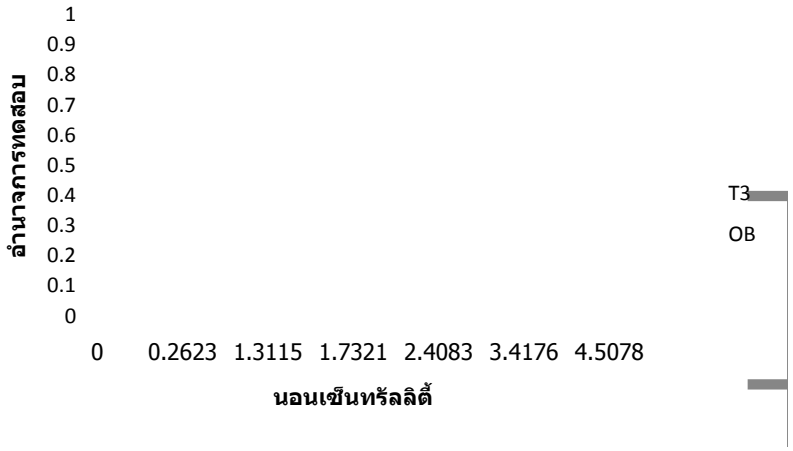
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 55 และภาพที่ 34 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบโอบรีน

เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 55

ตารางที่ 55 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.053	0.672	0.061	0.069	0.042	0.579	0.898	0.808	0.072	0.049
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.107	-	-	-	0.059	-	-	-	-	0.040
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.533	-	-	-	0.248	-	-	-	-	0.081
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.696	-	-	-	0.350	-	-	-	-	0.100
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.852	-	-	-	0.389	-	-	-	-	0.111
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.986	-	-	-	0.737	-	-	-	-	0.238
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.997	-	-	-	0.799	-	-	-	-	0.261

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 34 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)

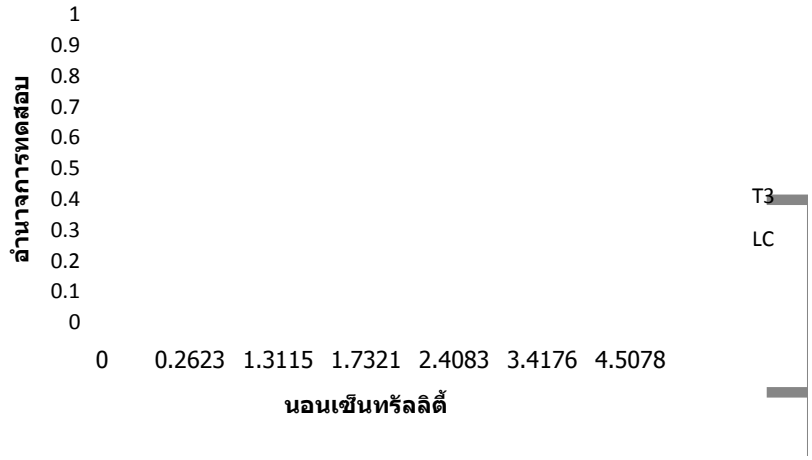
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 56-57

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบ T_3 ดังแสดงในตารางที่ 56 และภาพที่ 35 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 56

ตารางที่ 56 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.014	0.620	0.008	0.948	0.401	0.553	0.821	0.026	0.020	0.013
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.018	-	0.056	-	-	-	-	-	-	0.011
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.250	-	0.409	-	-	-	-	-	-	0.016
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.387	-	0.581	-	-	-	-	-	-	0.020
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.555	-	0.786	-	-	-	-	-	-	0.021
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.945	-	0.943	-	-	-	-	-	-	0.034
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.964	-	0.968	-	-	-	-	-	-	0.043

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 35 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 45)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่ามีเพียงวิธีทดสอบ T_3 เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 57 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 57 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.056	0.742	0.039	0.989	0.679	0.583	0.898	0.071	0.080	0.061
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.106	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.560	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.723	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.846	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.993	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.998	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

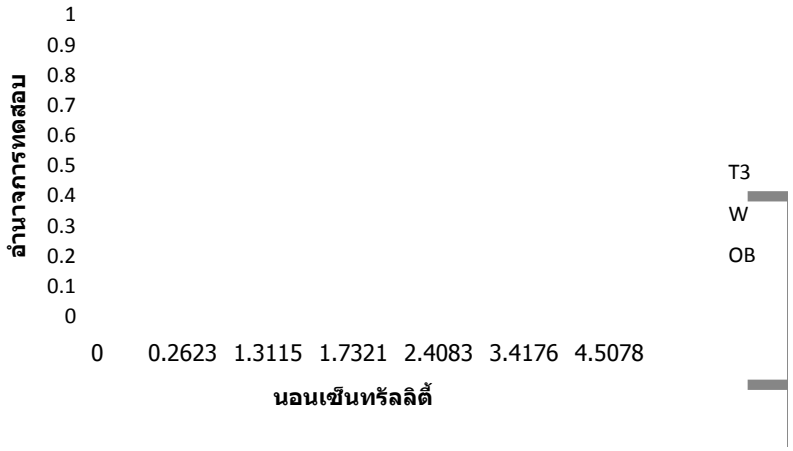
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 25, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 58-59

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่า วิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า วิธีทดสอบเลอวีน และวิธี ทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 58 และภาพที่ 36 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จะได้ว่ามีเพียงตัวสถิติทดสอบโอบรีน เท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 58

ตารางที่ 58 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.010	0.540	0.023	0.014	0.008	0.544	0.821	0.017	0.018	0.008
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.023	-	-	0.022	0.014	-	-	-	-	0.006
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.214	-	-	0.176	0.054	-	-	-	-	0.012
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.363	-	-	0.274	0.095	-	-	-	-	0.018
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.489	-	-	0.373	0.099	-	-	-	-	0.020
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.929	-	-	0.779	0.319	-	-	-	-	0.040
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.963	-	-	0.856	0.382	-	-	-	-	0.046

หมายเหตุ "-" หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



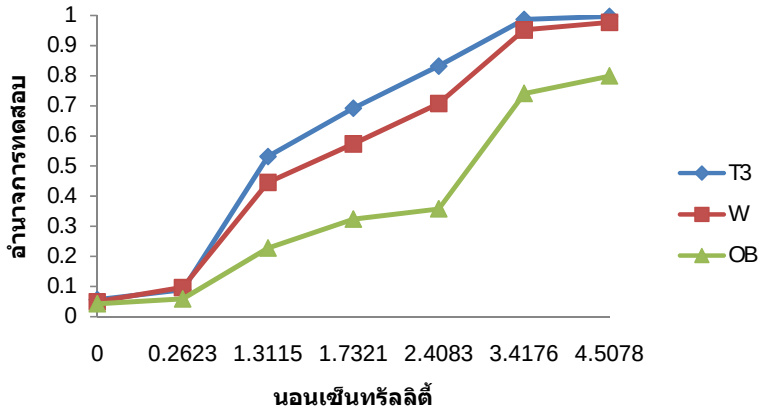
ภาพที่ 36 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่า วิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า วิธีทดสอบโอบรีน และวิธีทดสอบเลอวีน ดังแสดงในตารางที่ 59 และภาพที่ 37 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า วิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 59 และภาพที่ 38

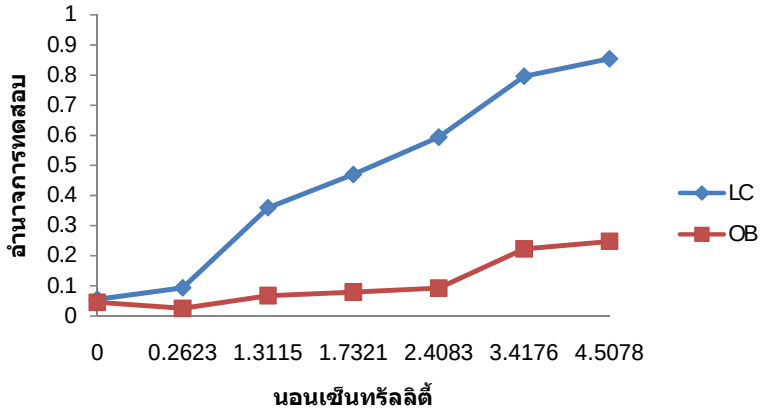
ตารางที่ 59 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.057	0.722	0.062	0.050	0.043	0.575	0.907	0.056	0.070	0.046
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.090	-	-	0.097	0.059	-	-	0.094	-	0.026
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.532	-	-	0.446	0.228	-	-	0.360	-	0.068
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.692	-	-	0.574	0.324	-	-	0.470	-	0.080
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.832	-	-	0.708	0.358	-	-	0.594	-	0.093
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.987	-	-	0.952	0.741	-	-	0.796	-	0.223
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.997	-	-	0.977	0.799	-	-	0.854	-	0.248

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 37 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)



ภาพที่ 38 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)

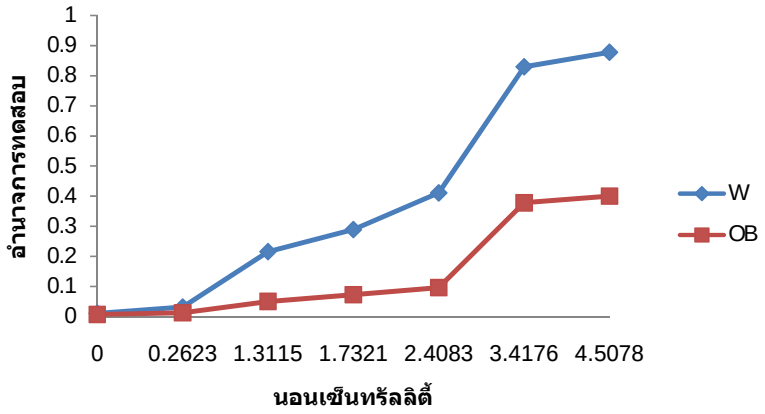
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 25, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 60-61

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่า วิธีทดสอบเลอวีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 60 และภาพที่ 39 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 60 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.005	0.533	0.016	0.011	0.008	0.569	0.832	0.024	0.017	0.019
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	0.032	0.013	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	0.216	0.051	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	0.289	0.073	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	0.411	0.097	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	0.830	0.378	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	0.878	0.400	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



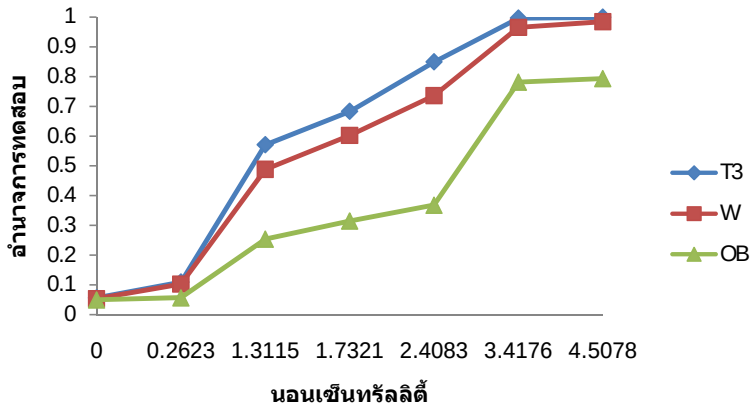
ภาพที่ 39 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีนดังแสดงในตารางที่ 61 และภาพที่ 40 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบตัวใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 61 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.057	0.681	0.066	0.054	0.050	0.605	0.906	0.065	0.094	0.079
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.110	-	-	0.103	0.057	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.571	-	-	0.488	0.254	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.683	-	-	0.602	0.315	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.849	-	-	0.736	0.368	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.996	-	-	0.965	0.781	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.999	-	-	0.984	0.793	-	-	-	-	-

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 40 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)

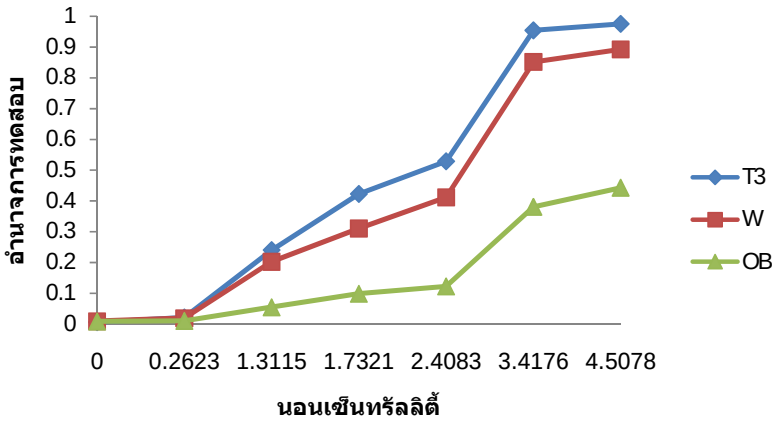
จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 25, 30, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 62-63

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่า วิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า วิธีทดสอบเลอวีน และวิธี ทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 62 และภาพที่ 41 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า วิธีทดสอบโอบรีนดังแสดงในตารางที่ 62 และภาพที่ 42

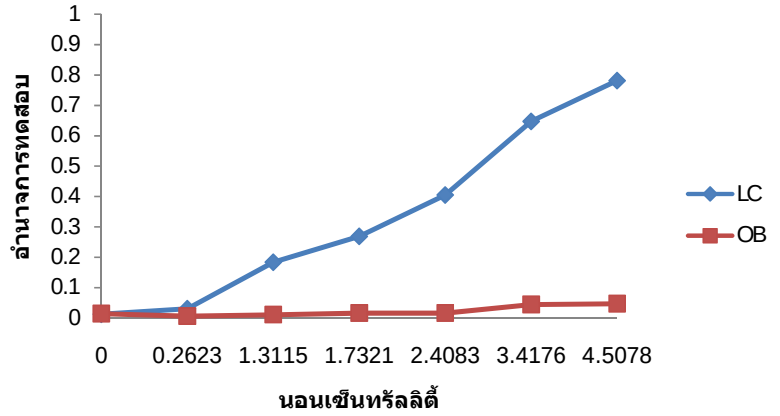
ตารางที่ 62 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.007	0.504	0.020	0.010	0.009	0.555	0.828	0.013	0.019	0.015
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.022	-	-	0.020	0.011	-	-	0.031	-	0.007
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.241	-	-	0.203	0.055	-	-	0.184	-	0.012
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.423	-	-	0.311	0.099	-	-	0.269	-	0.017
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.529	-	-	0.412	0.123	-	-	0.405	-	0.017
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.954	-	-	0.851	0.381	-	-	0.647	-	0.045
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.975	-	-	0.892	0.443	-	-	0.781	-	0.048

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 41 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)



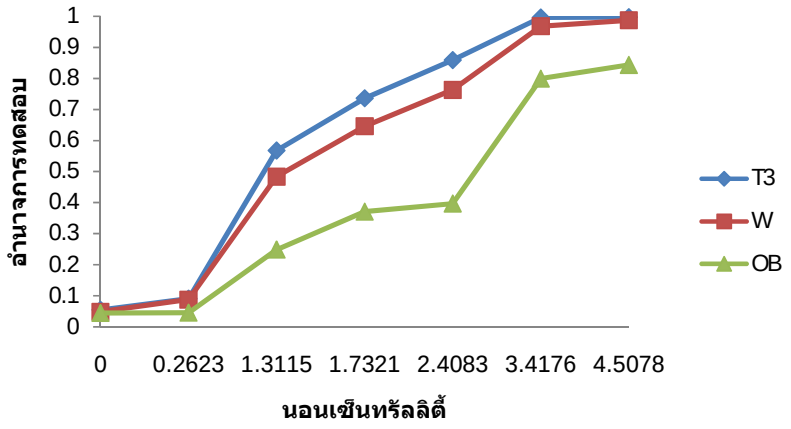
ภาพที่ 42 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 63 และภาพที่ 43 และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบโอบรีน ดังแสดงในตารางที่ 63 และภาพที่ 44

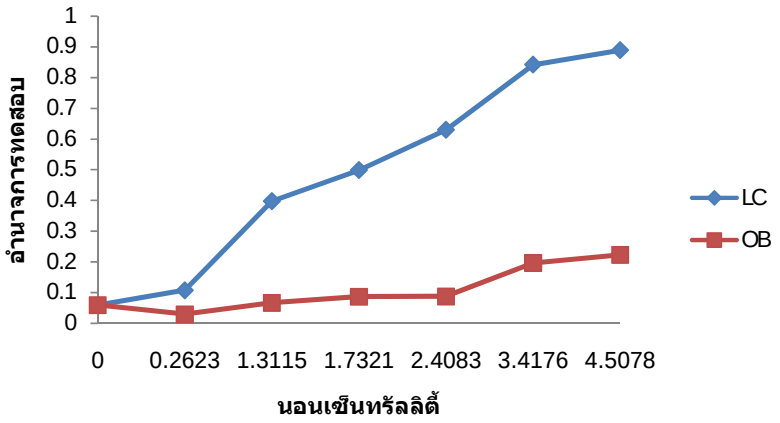
ตารางที่ 63 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		ปกติ					ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.055	0.679	0.063	0.049	0.045	0.600	0.904	0.059	0.064	0.060
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	0.091	-	-	0.088	0.046	-	-	0.108	-	0.030
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	0.568	-	-	0.484	0.249	-	-	0.398	-	0.067
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	0.736	-	-	0.646	0.371	-	-	0.499	-	0.087
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	0.859	-	-	0.763	0.397	-	-	0.630	-	0.088
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	0.996	-	-	0.968	0.799	-	-	0.842	-	0.197
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	0.997	-	-	0.987	0.843	-	-	0.889	-	0.223

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 43 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)



ภาพที่ 44 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)

2.4 กรณี 5 ประชากร และมีลักษณะไม่สมมาตร

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 15) สรุปผลได้ดังตารางที่ 64-65

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง(ปกติ)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ส่วนการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 64

ตารางที่ 64 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.598	0.965	0.077	0.199	0.016	0.736	0.992	0.110	0.297	0.012
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.029
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.036
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.037
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.055
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.057

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ส่วนการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 65

ตารางที่ 65 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 15)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.759	0.981	0.156	0.372	0.065	0.768	0.998	0.240	0.520	0.042
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.053
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.080
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.087
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.089
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.127
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.130

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (30, 30, 30, 30, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 66-67

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 66

ตารางที่ 66 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30,30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.653	0.971	0.032	0.185	0.010	0.750	0.993	0.040	0.278	0.008
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	0.028	-	-	-	-	0.009
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	0.092	-	-	-	-	0.022
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	0.114	-	-	-	-	0.024
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	0.132	-	-	-	-	0.030
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	0.276	-	-	-	-	0.062
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	0.306	-	-	-	-	0.067

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 จะได้ว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 67 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 67 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30,30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.793	0.984	0..092	0.374	0.047	0.768	0.997	0.127	0.485	0.027
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	0.086	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	0.286	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	0.324	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	0.347	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	0.574	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	0.590	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (45, 45, 45, 45, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 68-69

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และมีการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 68

ตารางที่ 68 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.698	0.957	0.019	0.178	0.011	0.755	0.997	0.024	0.260	0.008
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	0.036	-	-	-	-	0.011
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	0.158	-	-	-	-	0.023
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	0.206	-	-	-	-	0.030
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	0.247	-	-	-	-	0.034
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	0.475	-	-	-	-	0.084
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	0.501	-	-	-	-	0.100

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 จะได้ว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 69 ส่วนการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 69 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (45, 45, 45, 45, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ) ^{2}					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2}				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.808	0.976	0.084	0.372	0.049	0.773	0.999	0.091	0.473	0.033
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	0.116	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	0.449	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	0.500	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	0.518	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	0.747	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	0.767	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 25) สรุปผลได้ดังตารางที่ 70-71

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ) ^{2} และมีการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 70

ตารางที่ 70 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.605	0.954	0.060	0.188	0.012	0.727	0.993	0.101	0.302	0.008
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	0.014	-	-	-	-	0.009
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	0.033	-	-	-	-	0.013
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	0.036	-	-	-	-	0.014
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	0.049	-	-	-	-	0.014
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	0.077	-	-	-	-	0.032
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	0.087	-	-	-	-	0.034

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบ โอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 71

ตารางที่ 71 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 25)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.759	0.972	0.143	0.357	0.048	0.771	0.997	0.213	0.524	0.043
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	0.059	-	-	-	-	0.042
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	0.121	-	-	-	-	0.055
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	0.128	-	-	-	-	0.056
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	0.144	-	-	-	-	0.062
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	0.238	-	-	-	-	0.096
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	0.245	-	-	-	-	0.097

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 72-73

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 72-73

ตารางที่ 72 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)[2]					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.622	0.975	0.051	0.197	0.019	0.741	0.990	0.082	0.293	0.014
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.014
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.016
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.017

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 73 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)[2]					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.805	0.989	0.151	0.363	0.065	0.770	0.996	0.201	0.510	0.045
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.035
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.043
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.044
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.045
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.068
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.073

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 15, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 74

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มี วิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการพิจารณาอำนาจการทดสอบ

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 74

ตารางที่ 74 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 15, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.786	0.984	0.136	0.358	0.061	0.758	0.998	0.184	0.482	0.060
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.014
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.040
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.043
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.046
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.047
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 25, 30) สรุปผลได้ดังตารางที่ 75-76

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และเมื่อมี การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามี เพียงวิธี ทดสอบ โอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 75-76

ตารางที่ 75 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.634	0.966	0.049	0.183	0.021	0.746	0.997	0.067	0.288	0.013
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 76 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 30)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.784	0.982	0.125	0.365	0.065	0.777	0.999	0.168	0.484	0.043
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.032
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.038
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.038
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.046
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.057
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.059

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 15, 25, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 77-78

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 77 ส่วนการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 77 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง (ปกติ)^2					การแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.645	0.959	0.041	0.169	0.015	0.741	0.999	0.070	0.285	0.021
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	0.014	-	-	-	-	-
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	0.015	-	-	-	-	-
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	0.019	-	-	-	-	-
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	0.040	-	-	-	-	-
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	0.040	-	-	-	-	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 78

ตารางที่ 78 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.796	0.977	0.122	0.348	0.054	0.766	0.999	0.172	0.497	0.056
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	0.041	-	-	-	-	0.030
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	0.075	-	-	-	-	0.037
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	0.079	-	-	-	-	0.031
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	0.081	-	-	-	-	0.034
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	0.142	-	-	-	-	0.038
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	0.147	-	-	-	-	0.035

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น (15, 15, 25, 30, 45) สรุปผลได้ดังตารางที่ 79

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 และการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่าไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการพิจารณาอำนาจการทดสอบ

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่าเมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง (ปกติ)^2 จะได้ว่าไม่มีวิธีทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ส่วนการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 พบว่ามีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้และมีอำนาจการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 79

ตารางที่ 79 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 25, 30, 45)

อัตราส่วนความแปรปรวน	นอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	การแจกแจง									
		(ปกติ)^2					(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2				
		T_3	NP	LC	W	OB	T_3	NP	LC	W	OB
1.0:1.0:1.0:1.0:1.0	0.0000	0.777	0.985	0.126	0.371	0.071	0.772	0.997	0.151	0.464	0.055
2.0:2.2:2.4:2.8:3.0	0.2623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031
2.0:4.0:6.0:6.5:7.0	1.3115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.034
2.0:5.0:6.0:8.0:9.0	1.7321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.032
2.0:7.0:9.0:10.0:12.0	2.4083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.033
2.0:3.0:10.0:12.0:14.0	3.4176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.034
2.0:4.0:12.0:16.0:18.0	4.5078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.031

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

จากการศึกษาวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี พบว่ากรณีที่ข้อมูลมีลักษณะสมมาตรภายใต้การแจกแจงปกติและการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะไม่สมมาตรภายใต้การแจกแจง(ปกติ)^2 และการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 จะเห็นได้ว่าวิธีทดสอบเนย์แมนเพียร์สันไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้แล้วจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าเมื่อข้อมูลมีลักษณะไม่สมมาตรมีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเท่านั้นที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

วิจารณ์

1. จากผลการวิจัยจะพบว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ภายใต้การแจกแจงปกติ การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล การแจกแจง $(ปกติ)^2$ และการแจกแจง $(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2$ พบว่าวิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สัน ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งกรณีที่สมมาตรและไม่สมมาตร

2. เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงสมมาตร ภายใต้การแจกแจงปกติ ปรากฏว่าทั้งกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน วิธีทดสอบ T_3 มีประสิทธิภาพมากที่สุด รองลงมาคือวิธีทดสอบโอบรีน และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ส่วนวิธีทดสอบเลอวีนมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด และภายใต้การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

3. เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงไม่สมมาตร ภายใต้การแจกแจง $(ปกติ)^2$ และการแจกแจง $(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2$ มีเพียงวิธีทดสอบโอบรีนเพียงตัวเดียวที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าวิธีทดสอบโอบรีนเหมาะที่จะนำมาใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนเมื่อลักษณะข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงปกติ เช่น ข้อมูลอาจจะมีความเบ้ ความโด่ง หรือหางหนา เป็นต้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ด้วยวิธีทดสอบ 5 วิธี คือ วิธีทดสอบ T_3, วิธีทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน (NP), วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ (LC), วิธีทดสอบเลอวีน (W) และวิธีทดสอบโอบรีน (OB) จากการจำลองข้อมูลตามลักษณะต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัย สรุปผลได้ดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

1.1 กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตรและมีจำนวนประชากรเป็น 4 และ 5 กลุ่ม

1.1.1 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จากการพิจารณาเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันจะได้ว่า วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากันจะได้ว่า วิธีทดสอบ T_3 วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลอวีน และวิธีทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ โดยที่วิธีทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกรณี ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 15, 25) และ (15, 15, 15, 25, 45) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ (15, 15, 30, 45) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 80 และ 81

1.1.2 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จากการพิจารณาเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันจะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 และวิธีทดสอบเนย์แมน -เพียร์สันไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี และวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทั้งหมดยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากันจะได้ว่า วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และวิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังแสดงในตารางที่ 80 และ 81

1.2 กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตรและมีจำนวนประชากรเป็น 4 และ 5 กลุ่ม

1.2.1 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจง (ปกติ) ^{2} จากการพิจารณาเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากันจะได้ว่า วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกรณี ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (15, 15, 30, 45), (15, 15, 15, 15, 15), (15, 15, 15, 15, 30), (15, 15, 15, 15, 45), (15, 15, 15, 25, 30) และ (15, 15, 25, 30, 45) ดังแสดงในตารางที่ 82 และ 83

1.2.2 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} จากการพิจารณาเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากันจะได้ว่า วิธีทดสอบโอบรีนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกรณี ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (30, 30, 30, 30), (45, 45, 45, 45) และ (15, 15, 15, 45) ดังแสดงในตารางที่ 82 และ 83

ตารางที่ 80 วิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้ กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตร

จำนวนประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจง	
			ปกติ	ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล
4	15, 15, 15, 15	.01	LC , W	-
		.05	T_3 , LC , W , OB	-
	30, 30, 30, 30	.01	LC	LC , W
		.05	T_3 , H , OB	LC , OB
	45, 45, 45, 45	.01	T_3 , LC , W , OB	LC , OB
		.05	T_3 , LC , OB	LC
	15, 15, 15, 25	.01	W	-
		.05	T_3 , LC , W	OB
	15, 15, 15, 30	.01	T_3 , W , OB	OB
		.05	T_3 , W , OB	OB
	15, 15, 15, 45	.01	T_3 , W , OB	-
		.05	T_3 , W , OB	OB
	15, 15, 25, 45	.01	T_3 , LC	LC
		.05	T_3 , LC , W , OB	LC
	15, 15, 30, 45	.01	T_3 , OB	LC , W , OB
		.05	OB , W	LC , W , OB
	15, 25, 30, 45	.01	T_3	OB
		.05	T_3 , OB	-

หมายเหตุ **“ - ”** หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

ตารางที่ 81 วิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้ กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตร

จำนวนประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจง	
			ปกติ	ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล
5	15, 15, 15, 15, 15	.01	T_3 , OB	-
		.05	T_3	OB
	30, 30, 30, 30, 30	.01	T_3 , LC , W , OB	LC , W
		.05	T_3 , OB	LC , W , OB
	45, 45, 45, 45, 45	.01	T_3 , LC , W	LC
		.05	T_3 , LC , W , OB	LC , OB
	15, 15, 15, 15, 25	.01	T_3 , OB	OB
		.05	T_3 , W , OB	-
	15, 15, 15, 15, 30	.01	T_3 , W	OB
		.05	T_3 , OB	OB
	15, 15, 15, 15, 45	.01	T_3 , LC	OB
		.05	T_3	-
	15, 15, 15, 25, 30	.01	T_3 , W , OB	OB
		.05	T_3 , W , OB	LC , OB
	15, 15, 15, 25, 45	.01	W , OB	-
		.05	T_3 , W , OB	-
	15, 15, 25, 30, 45	.01	T_3 , W , OB	LC , OB
		.05	T_3 , W , OB	LC , OB

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

ตารางที่ 82 วิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้ กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตร

จำนวนประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจง	
			(ปกติ)[2]	(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]
4	15, 15, 15, 15	.01	OB	OB
		.05	OB	-
	30, 30, 30, 30	.01	OB	-
		.05	OB	-
	45, 45, 45, 45	.01	OB	-
		.05	-	-
	15, 15, 15, 25	.01	-	OB
		.05	OB	OB
	15, 15, 15, 30	.01	-	OB
		.05	OB	OB
	15, 15, 15, 45	.01	-	-
		.05	OB	-
	15, 15, 25, 45	.01	OB	OB
		.05	OB	OB
	15, 15, 30, 45	.01	-	-
		.05	-	OB
	15, 25, 30, 45	.01	OB	OB
		.05	OB	OB

หมายเหตุ **“ - ”** หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

ตารางที่ 83 วิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้ กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตร

จำนวนประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจง	
			(ปกติ)[2]	(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]
5	15, 15, 15, 15, 15	.01	-	OB
		.05	-	OB
	30, 30, 30, 30, 30	.01	OB	OB
		.05	OB	-
	45, 45, 45, 45, 45	.01	OB	OB
		.05	OB	-
	15, 15, 15, 15, 25	.01	OB	OB
		.05	OB	OB
	15, 15, 15, 15, 30	.01	-	OB
		.05	-	OB
	15, 15, 15, 15, 45	.01	-	-
		.05	-	OB
	15, 15, 15, 25, 30	.01	-	OB
		.05	-	OB
	15, 15, 15, 25, 45	.01	OB	-
		.05	OB	OB
	15, 15, 25, 30, 45	.01	-	-
		.05	-	OB

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

2. อำนาจการทดสอบ

การพิจารณาว่าวิธีทดสอบวิธีใดมีประสิทธิภาพและเหมาะสม นอกจากจะศึกษาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีทดสอบทั้ง 5 วิธี แล้วได้ศึกษาอำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบโดยการกำหนดค่าอัตราส่วนความแปรปรวนให้มีความแตกต่างกัน ซึ่งผลการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

2.1 อำนาจการทดสอบของวิธีทดสอบ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความแปรปรวน ลักษณะการแจกแจงของประชากร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบ

2.2 เมื่อลักษณะของประชากรมีการแจกแจงปกติ จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 มีอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ เมื่อลักษณะของประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จะได้ว่าวิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ มีอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือวิธีทดสอบโอบรีน และเมื่อลักษณะของประชากรมีการแจกแจง(ปกติ) ^{2} และการแจกแจง(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล) ^{2} จะได้ว่าวิธีทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 84 - 87

ตารางที่ 84 วิธีทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตร

จำนวนประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจง	
			ปกติ	ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล
4	15, 15, 15, 15	.01	LC	-
		.05	T_3	-
	30, 30, 30, 30	.01	LC	H
		.05	T_3	LC
	45, 45, 45, 45	.01	T_3	LC
		.05	T_3	LC
	15, 15, 15, 25	.01	-	-
		.05	LC	OB
	15, 15, 15, 30	.01	T_3	OB
		.05	T_3	OB
	15, 15, 15, 45	.01	T_3	-
		.05	T_3	OB
	15, 15, 25, 45	.01	LC	LC
		.05	LC	LC
	15, 15, 30, 45	.01	T_3	LC
		.05	OB	LC
	15, 25, 30, 45	.01	T_3	OB
		.05	T_3	-

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

ตารางที่ 85 วิธีทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีที่ลักษณะของประชากรสมมาตร

จำนวนประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจง	
			ปกติ	ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล
5	15, 15, 15, 15, 15	.01	T_3	-
		.05	T_3	OB
	30, 30, 30, 30, 30	.01	H	LC
		.05	T_3	LC
	45, 45, 45, 45, 45	.01	T_3	LC
		.05	T_3	LC
	15, 15, 15, 15, 25	.01	T_3	OB
		.05	T_3	-
	15, 15, 15, 15, 30	.01	T_3	OB
		.05	T_3	OB
	15, 15, 15, 15, 45	.01	LC	OB
		.05	T_3	-
	15, 15, 15, 25, 30	.01	T_3	OB
		.05	T_3	LC
	15, 15, 15, 25, 45	.01	OB	-
		.05	T_3	-
	15, 15, 25, 30, 45	.01	T_3	LC
		.05	T_3	LC

หมายเหตุ “ - ” หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

ตารางที่ 86 วิธีทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตร

จำนวนประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจง	
			(ปกติ)[2]	ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]
4	15, 15, 15, 15	.01	OB	OB
		.05	OB	-
	30, 30, 30, 30	.01	OB	-
		.05	OB	-
	45, 45, 45, 45	.01	OB	-
		.05	-	-
	15, 15, 15, 25	.01	-	OB
		.05	OB	OB
	15, 15, 15, 30	.01	-	OB
		.05	OB	OB
	15, 15, 15, 45	.01	-	-
		.05	OB	-
	15, 15, 25, 45	.01	OB	OB
		.05	OB	OB
	15, 15, 30, 45	.01	-	-
		.05	-	OB
	15, 25, 30, 45	.01	OB	OB
		.05	OB	OB

หมายเหตุ “-” หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

ตารางที่ 87 วิธีทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีที่ลักษณะของประชากรไม่สมมาตร

จำนวนประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจง	
			(ปกติ)[2]	(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)[2]
5	15, 15, 15, 15, 15	.01	-	OB
		.05	-	OB
	30, 30, 30, 30, 30	.01	OB	OB
		.05	OB	-
	45, 45, 45, 45, 45	.01	OB	OB
		.05	OB	-
	15, 15, 15, 15, 25	.01	OB	OB
		.05	OB	OB
	15, 15, 15, 15, 30	.01	-	OB
		.05	-	OB
	15, 15, 15, 15, 45	.01	-	-
		.05	-	OB
	15, 15, 15, 25, 30	.01	-	OB
		.05	-	OB
	15, 15, 15, 25, 45	.01	OB	-
		.05	OB	OB
	15, 15, 25, 30, 45	.01	-	-
		.05	-	OB

หมายเหตุ "-" หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

1. กรณีข้อมูลที่ต้องการศึกษามีการแจกแจงปกติหรือมีลักษณะสมมาตร จะได้ว่าวิธีทดสอบ T_3 เป็นวิธีทดสอบที่ดีที่สุดในการนำมาใช้ เนื่องจากสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

2. ถ้าหากข้อมูลที่ต้องการศึกษามีลักษณะที่ไม่ได้มีการแจกแจงปกติหรือมีลักษณะไม่สมมาตร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ทั้งกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน จะได้ว่าวิธีทดสอบโอบรีน เป็นวิธีทดสอบที่ดีที่สุดในการนำมาใช้ เนื่องจากสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

3. แม้ว่าวิธีทดสอบฮาร์ทเลย์จะเป็นวิธีการคำนวณที่ง่ายและรวดเร็ว แต่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นถ้าต้องการให้เกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 น้อยที่สุดควรเลือกใช้วิธีการทดสอบอื่นๆ ที่มีความเหมาะสมกับข้อมูล

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1. ในกรณีที่ประชากรมีลักษณะไม่สมมาตร ผู้วิจัยอาจสนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติมในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบอื่นๆ เช่น การแจกแจงเบ้ซ้าย การแจกแจงสมมาตรหางยาว หรือการแจกแจงที่มีความโด่ง โดยอาจจะนำขนาดของความโด่ง และความเบ้มาพิจารณาด้วย

2. ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะพิจารณาในส่วนของตัวสถิติทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ในการทดสอบความแปรปรวนภายใต้การแจกแจงที่สมมาตรและไม่สมมาตรเพื่อหาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. **การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย.** ครั้งที่ 7. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จิรัชย์ สุขะเกตุ. 2548. **ความน่าจะเป็นและทฤษฎีสถิติเบื้องต้น.** ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญเรียง ขจรศิลป์. 2549. **สถิติวิจัย I.** ครั้งที่ 9. พีเอส.พริ้นท์, นนทบุรี.

พิศมัย หาญมงคลพิพัฒน์. 2547. **หลักสถิติ 1.** ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เยาวภา ไชยศรี. 2542. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทดสอบสถิติบาร์ตเลต เลอวีน และบราวน์-ฟอร์สิตี สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ. 2544. **การจำลองเชิงคอมพิวเตอร์.** ครั้งที่ 1. สกายบุ๊กส์, กรุงเทพฯ.

ศิริยุพา ราศรี. 2540. **การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริรัตน์ วงศ์ประกรณ์กุล. 2539. **การทดสอบการแจกแจงไวบูลล์ และกอมเพิรตซ์ด้วยวิธีทดสอบเทียบความกลมกลืนเมื่อข้อมูลถูกตัดทิ้งอย่างมาก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวรรณ มุ่งฝากกลาง. 2535. **การเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติบาร์ตเลต เลอวีน และสแควร์แรงค์ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Cochran, W.G. 1954. Some methords for strengthening the common χ^2 tests. **Biometrics** 10 : 417-451.

Conover, W.G. 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: 351-361.

Doncaster C.Patrick and Andrew J.H. Davey. 2007. **Analysis of variance and covariance : how to choose and construct models for the life sciences.** 1 ed. Cambridge University Press, English.

Gartside, P.S. 1972. A study of methods for comparing several variances. **JASA.** 67 : 342-346.

Keyes, T.K. and M.S. Levy. 1997. Analysis of Levene's test under design imbalance. **J. Educ. Beha. Statis.** 22 : 227-236

Layard, M.W.J. 1973. Robust large-sample tests for homogeneity of variances. **JASA.** 68 : 195-198.

O'Brien, R. G. 1978. Robust techniques for testing heterogeneity of variance effects in factorial designs. **Psychometrika** 43 : 327-342.

Pardo, J.A. , Pardo, M.C., Vicente, M.L. and Esteban, M.D. 1997. A statistical information theory approach to compare the homogeneity of several variance. **Comm. Statist.** 24 : 411-416

Ramsey, P.H. 1994. Testing variances in psychological and education research. **J. Edu. Statis.** 19 : 23-42

Wludyka, P.S. and P.R. Nelson. 1997. An analysis-of-means-type test for variances from normal Populations. **Technometrics.** 39 : 264-285

ภาคผนวก

โปรแกรม SAS ที่ใช้ในการวิจัย

คำสั่งการแจกแจงปกติ

กรณีที่สมมาตร ประชากร 4 กลุ่ม ทั้งเท่ากันและไม่เท่ากัน

```
/*-------------------------------------------------------------------*
*                Generator for normal distribution                  *
*-------------------------------------------------------------------*/
LIBNAME dist'D:\data\';
data dist.normal_1;
array x1{15};
array x2{15};
array x3{15};
array x4{15};
n1=15;
n2=15;
n3=15;
n4=15;
mu=0;
var=10;
var1=1.0*var;
var2=1.0*var;
var3=1.0*var;
var4=1.0*var;
     do rep=1 to 1000;
          do i=1 to n1; err1=sqrt(var1)*rannor(0);
             x1(i)=mu+err1; end;
          do i=1 to n2; err2=sqrt(var2)*rannor(0);
             x2(i)=mu+err2; end;
          do i=1 to n3; err3=sqrt(var3)*rannor(0);
             x3(i)=mu+err3; end;
          do i=1 to n4; err4=sqrt(var4)*rannor(0);
             x4(i)=mu+err4; end;
     output;
end;
proc print data= dist.normal_1;
title'Generator for normal distribution';
run;
```

คำสั่งที่ใช้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้

```
data normal_1;
  INFILE 'D:data.dist.normal_1.dat';
  proc print data=dist.normal_1;
title'Generator for normal distribution';
run;
```

คำสั่งการแจกแจง (ปกติ)^2

กรณีที่ไม่สมมาตร ประชากร 4 กลุ่ม ทั้งเท่ากันและไม่เท่ากัน

```
/*-------------------------------------------------------------------*
*                Generator for (normal)^2 distribution               *
*-------------------------------------------------------------------*/
LIBNAME dist'D:\data\';
data dist.dou_nor1;
array x1{15};
array x2{15};
array x3{15};
array x4{15};
n1=15;
n2=15;
n3=15;
n4=15;
mu=0;
var=10;
seed=12345;
var1=1.0*var;
var2=1.0*var;
var3=1.0*var;
var4=1.0*var;
     do rep=1 to 1000;
          do i=1 to n1; err1=sqrt(var1)*(rannor(seed));
             x1(i)=(mu+err1)**2; end;
          do i=1 to n2; err2=sqrt(var2)*(rannor(seed));
             x2(i)=(mu+err2)**2; end;
          do i=1 to n3; err3=sqrt(var3)*(rannor(seed));
             x3(i)=(mu+err3)**2; end;
          do i=1 to n4; err4=sqrt(var4)*(rannor(seed));
             x4(i)=(mu+err4)**2; end;
     output;
end;
proc print data=dist.dou_nor1;
title'Generator for (normal)^2 distribution';
run;
```

คำสั่งที่ใช้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้

```
data dou_nor1;
  INFILE 'D:data.dist.dou_nor1.dat';
  proc print data= dist.dou_nor1;
title ' Generator for (normal)^2 distribution  ';
run;
```

คำสั่งการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล

กรณีที่สมมาตร ประชากร 4 กลุ่ม ทั้งเท่ากันและไม่เท่ากัน

```
/*-------------------------------------------------------------------*
*           Generator for double exponential distribution           *
*-------------------------------------------------------------------*/

LIBNAME dist'D:\data\';
data dist.lapla_1;
array u1{15}; array u2{15};
array u3{15}; array u4{15};
array y1{15}; array y2{15};
array y3{15}; array y4{15};
array h1{15}; array h2{15};
array h3{15}; array h4{15};
array z1{15}; array z2{15};
array z3{15}; array z4{15};
array c1{15}; array c2{15};
array c3{15}; array c4{15};
array sz1{15}; array sz2{15};
array sz3{15}; array sz4{15};
array m1{15}; array m2{15};
array m3{15}; array m4{15};
array x1{15}; array x2{15};
array x3{15}; array x4{15};
a=1; b=-0.5;
seed=12345;
alpha=0; beta=2;
n1=15; n2=15; n3=15; n4=15;
var_e1=1.0;
var_e2=1.0;
var_e3=1.0;
var_e4=1.0;
  var_ex1=(2*var_e1)*(beta**2);
  var_ex2=(2*var_e2)*(beta**2);
  var_ex3=(2*var_e3)*(beta**2);
  var_ex4=(2*var_e4)*(beta**2);
     b1=sqrt(var_ex1/2);
     b2=sqrt(var_ex2/2);
     b3=sqrt(var_ex3/2);
     b4=sqrt(var_ex4/2);
do rep=1 to 1000;
do i=1 to n1; u1(i)=ranuni(seed);
y1(i)=(a*u1(i))+b;
h1(i)=b1*sign(y1(i)); end;
do i=1 to n2; u2(i)=ranuni(seed);
y2(i)=(a*u2(i))+b;
h2(i)=b2*sign(y2(i)); end;
do i=1 to n3; u3(i)=ranuni(seed);
y3(i)=(a*u3(i))+b;
h3(i)=b3*sign(y3(i)); end;
do i=1 to n4; u4(i)=ranuni(seed);
y4(i)=(a*u4(i))+b;
h4(i)=b4*sign(y4(i)); end;
```

```
do i=1 to n1; z1(i)=2*abs(y1(i));
          c1(i)=1-z1(i);
          sz1(i)=log(c1(i));
          m1(i)=h1(i)*sz1(i);
          x1(i)=alpha-m1(i);
       end;
       do i=1 to n2; z2(i)=2*abs(y2(i));
          c2(i)=1-z2(i);
          sz2(i)=log(c2(i));
          m2(i)=h2(i)*sz2(i);
          x2(i)=alpha-m2(i);
       end;
       do i=1 to n3; z3(i)=2*abs(y3(i));
          c3(i)=1-z3(i);
          sz3(i)=log(c3(i));
          m3(i)=h3(i)*sz3(i);
          x3(i)=alpha-m3(i);
       end;
       do i=1 to n4; z4(i)=2*abs(y4(i));
          c4(i)=1-z4(i);
          sz4(i)=log(c4(i));
          m4(i)=h4(i)*sz4(i);
          x4(i)=alpha-m4(i);
       end;
output;
end;
proc print data=dist.lapla_1;
title ' Generator for double exponential distribution  ';
run;
```

คำสั่งที่ใช้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้

```
data lapla_1;
  INFILE 'D:data. dist.lapla_1.dat';
  proc print data= dist.lapla_1;
title ' Generator for double exponential distribution  ';
run;
```

คำสั่งการแจกแจง (ดับเบิ้ลเอ็กซ์โพเนนเชียล)^2

กรณีที่ไม่สมมาตร ประชากร 4 กลุ่ม ทั้งเท่ากันและไม่เท่ากัน

```
/*-------------------------------------------------------------------*
*         Generator for double exponential**2 distribution          *
*-------------------------------------------------------------------*/
LIBNAME dist'D:\data\';
data dist.dou_la1;
array u1{15}; array u2{15}; array u3{15}; array u4{15};
array y1{15}; array y2{15}; array y3{15}; array y4{15};
array h1{15}; array h2{15}; array h3{15}; array h4{15};
array z1{15}; array z2{15}; array z3{15}; array z4{15};
array c1{15}; array c2{15}; array c3{15}; array c4{15};
array sz1{15}; array sz2{15}; array sz3{15}; array sz4{15};
array m1{15}; array m2{15}; array m3{15}; array m4{15};
array x1{15}; array x2{15}; array x3{15}; array x4{15};
a=1; b=-0.5; seed=12345; alpha=0; beta=2;
n1=15;n2=15;n3=15;n4=15;
var_e1=1.0; var_e2=1.0; var_e3=1.0; var_e4=1.0;
  var_ex1=(2*var_e1)*(beta**2); var_ex2=(2*var_e2)*(beta**2);
  var_ex3=(2*var_e3)*(beta**2); var_ex4=(2*var_e4)*(beta**2);
     b1=sqrt(var_ex1/2); b2=sqrt(var_ex2/2);
     b3=sqrt(var_ex3/2); b4=sqrt(var_ex4/2);
do rep=1 to 1000;
do i=1 to n1; u1(i)=ranuni(seed); y1(i)=(a*u1(i))+b;
h1(i)=b1*sign(y1(i)); end;
do i=1 to n2; u2(i)=ranuni(seed); y2(i)=(a*u2(i))+b;
h2(i)=b2*sign(y2(i)); end;
do i=1 to n3; u3(i)=ranuni(seed); y3(i)=(a*u3(i))+b;
h3(i)=b3*sign(y3(i)); end;
do i=1 to n4; u4(i)=ranuni(seed); y4(i)=(a*u4(i))+b;
h4(i)=b4*sign(y4(i)); end;
  do i=1 to n1; z1(i)=2*abs(y1(i)); c1(i)=1-z1(i); sz1(i)=log(c1(i));
          m1(i)=h1(i)*sz1(i); x1(i)=(alpha-m1(i))**2; end;
  do i=1 to n2; z2(i)=2*abs(y2(i)); c2(i)=1-z2(i); sz2(i)=log(c2(i));
          m2(i)=h2(i)*sz2(i); x2(i)=(alpha-m2(i))**2; end;
  do i=1 to n3; z3(i)=2*abs(y3(i)); c3(i)=1-z3(i); sz3(i)=log(c3(i));
          m3(i)=h3(i)*sz3(i); x3(i)=(alpha-m3(i))**2; end;
  do i=1 to n4; z4(i)=2*abs(y4(i)); c4(i)=1-z4(i); sz4(i)=log(c4(i));
          m4(i)=h4(i)*sz4(i); x4(i)=(alpha-m4(i))**2; end;
output;end;
proc print data=dist.dou_la1;
title ' Generator for Double Exponential**2 Distribution ';
run;
```

คำสั่งที่ใช้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้

```
data dou_la1;
  INFILE 'D:data.dist.dou_la1.dat';
  proc print data=dist.dou_la1;
title'Generator for double exponential**2 distribution';
run;
```

ตัวสถิติทดสอบ T3

```
data T_3;
set dist.normal_1;
array x1{15};
array x2{15};
array x3{15};
array x4{15};
array var_a{4};
array g{4};
array h{4};
n1=15; n2=15; n3=15; n4=15;k=4;  sn=60;
     do i=1 to n1; var_a1=var(of x1:); end;
     do i=1 to n2; var_a2=var(of x2:); end;
     do i=1 to n3; var_a3=var(of x3:); end;
     do i=1 to n4; var_a4=var(of x4:); end;
        c1 = n1*sqrt(var_a1);
        c2 = n2*sqrt(var_a2);
        c3 = n3*sqrt(var_a3);
        c4 = n4*sqrt(var_a4);
            sc = sum(of c:);
     d1 = n1*var_a1;
     d2 = n2*var_a2;
     d3 = n3*var_a3;
     d4 = n4*var_a4;
        sd = sum(of d:);
          f = sc/sd;
do i=1 to k;
   g(i)=((1/sqrt(var_a(i)))-f)**2;
end;
     h1 = (n1*var_a1)*g1;
     h2 = (n2*var_a2)*g2;
     h3 = (n3*var_a3)*g3;
     h4 = (n4*var_a4)*g4;
       sh=sum(of h:);
         T3=2*sh;
chi_01=cinv(0.99,3);
chi_05=cinv(0.95,3);
if T3>chi_01 then do;
    T3_01 = "reject01";
end;
else do;
    T3_01 = "accept01";
end;
if T3>chi_05 then do;
   T3_05 = "reject05";
end;
else do;
   T3_05="accept05";
end;
output;
title 'T3 METHOD';
proc freq; table T3_01; run;
proc freq; table T3_05; run;
proc print data=T_3;
run;
```

ตัวสถิติเนย์แมน – เพียร์สัน

```
data Neyman;
set dist.normal_1;
array x1{15};
array x2{15};
array x3{15};
array x4{15};
n1=15; n2=15; n3=15; n4=15;
k=4; sn=60;
   do i=1 to n1;  var_np1=var(of x1:); end;
   do i=1 to n2;  var_np2=var(of x2:); end;
   do i=1 to n3;  var_np3=var(of x3:); end;
   do i=1 to n4;  var_np4=var(of x4:); end;
       c1 = ((n1-1)/n1)*var_np1;  d1=n1*log(c1);
       c2 = ((n2-1)/n1)*var_np2;  d2=n2*log(c2);
       c3 = ((n3-1)/n3)*var_np3;  d3=n3*log(c3);
       c4 = ((n4-1)/n4)*var_np4;  d4=n4*log(c4);
            ssd=sum(of d:);
w1=(n1-1)*(var_np1);  sw1=w1/(sn-k);
w2=(n2-1)*(var_np2);  sw2=w2/(sn-k);
w3=(n3-1)*(var_np3);  sw3=w3/(sn-k);
w4=(n4-1)*(var_np4);  sw4=w4/(sn-k);
   ssw=sum(of sw:);
       h=((sn-k)/sn)*ssw;
       sh=sn*log(h);
       np=sh-ssd;
F_01=finv(0.99,3,56);
F_05=finv(0.95,3,56);
  if np>F_01 then do;
     np_01="reject01";
  end;
     else do;
         np_01="accept01";
       end;
  if np>F_05 then do;
     np_05="reject05";
  end;
     else do;
         np_05="accept05";
       end;
output;
title 'NEYMAN - PEARSON METHOD';
proc freq; table np_01; run;
proc freq; table np_05; run;
proc print data=Neyman;
run;
```

ตัวสถิติเลยาร์ด – ไคสแควร์

```
data layard;
set dist.normal_1;
array x1{15}; array x2{15};
array x3{15}; array x4{15};
array sx1{15}; array sx2{15};
array sx3{15}; array sx4{15};
array sz1{15}; array sz2{15};
array sz3{15}; array sz4{15};
array xbar{4}; array w{4}; array d{4};
n1=15; n2=15;n3=15;n4=15; n=60; k=4;
     do i=1 to n1; var_la1=var(of x1:);  end;
     do i=1 to n2; var_la2=var(of x2:);  end;
     do i=1 to n3; var_la3=var(of x3:);  end;
     do i=1 to n4; var_la4=var(of x4:);  end;
       a1=(n1-1)*log(var_la1); a2=(n2-1)*log(var_la2);
       a3=(n3-1)*log(var_la3); a4=(n4-1)*log(var_la4);
         sa=sum(of a:); ssa=sa/(sn-k);
           w1=(log(var_la1)-ssa)**2; d1=(n1-1)*w1;
           w2=(log(var_la2)-ssa)**2; d2=(n2-1)*w2;
           w3=(log(var_la3)-ssa)**2; d3=(n3-1)*w3;
           w4=(log(var_la4)-ssa)**2; d4=(n4-1)*w4;
             sd=sum(of d:);
do i=1 to n1; xbar1=sum(of x1:)/n1; end;
do i=1 to n2; xbar2=sum(of x2:)/n2; end;
do i=1 to n3; xbar3=sum(of x3:)/n3; end;
do i=1 to n4; xbar4=sum(of x4:)/n4; end;
    do i=1 to n1; sx1(i)=(x1(i)-xbar1)**4; end;
    do i=1 to n2; sx2(i)=(x2(i)-xbar2)**4; end;
    do i=1 to n3; sx3(i)=(x3(i)-xbar3)**4; end;
    do i=1 to n4; sx4(i)=(x4(i)-xbar4)**4; end;
        ssx1=sum(of sx1:); ssx2=sum(of sx2:);
        ssx3=sum(of sx3:); ssx4=sum(of sx4:);
        sumsx=sum(of ssx:); g=sn*sumsx;
do i=1 to n1; sz1(i)=(x1(i)-xbar1)**2; end;
do i=1 to n2; sz2(i)=(x2(i)-xbar2)**2; end;
do i=1 to n3; sz3(i)=(x3(i)-xbar3)**2; end;
do i=1 to n4; sz4(i)=(x4(i)-xbar4)**2; end;
   ssz1=sum(of sz1:); ssz2=sum(of sz2:);
   ssz3=sum(of sz3:); ssz4=sum(of sz4:);
     sumsz=sum(of ssz:); gx=sumsz**2;
     gamma=(g/gx)-3; nbar=sn/k; u=1-(1/nbar);
         ux=u*gamma; t=2+ux; cs=sd/t;
chi_01=cinv(0.99,3); chi_05=cinv(0.95,3);
if cs>chi_01 then do; cs_01 = "reject01"; end;
else do; cs_01 = "accept01"; end;
if cs>chi_05 then do; cs_05 = "reject05"; end;
else do; cs_05="accept05"; end;
output; title 'LAyard Chi-square METHOD';
proc freq; table cs_01; run;
proc freq; table cs_05; run;
proc print data=layard;
var cs_01 cs_05;
run;
```

ตัวสถิติทดสอบ LEVENE

```
data LEVEN;
set dist.normal_1;
array x1{15}; array x2{15};
array x3{15}; array x4{15};
array g1{15}; array g2{15};
array g3{15}; array g4{15};
array t1{15}; array t2{15};
array t3{15}; array t4{15};
n1=15; n2=15;
n3=15; n4=15;
k=4; SN=60;
do i=1 to n1; xbar1=sum(of x1:)/n1; g1(i)=abs(x1(i)-xbar1); end;
do i=1 to n2; xbar2=sum(of x2:)/n2; g2(i)=abs(x2(i)-xbar2); end;
do i=1 to n3; xbar3=sum(of x3:)/n3; g3(i)=abs(x3(i)-xbar3); end;
do i=1 to n4; xbar4=sum(of x4:)/n4; g4(i)=abs(x4(i)-xbar4); end;
       sg1=sum(of g1:);
       sg2=sum(of g2:);
       sg3=sum(of g3:);
       sg4=sum(of g4:);
           ssg=sum(of sg:);
sgbar1=sg1/n1;
sgbar2=sg2/n2;
sgbar3=sg3/n3;
sgbar4=sg4/n4;
   ssgbar=ssg/SN;
      a1=n1*((sgbar1-ssgbar)**2);
      a2=n2*((sgbar2-ssgbar)**2);
      a3=n3*((sgbar3-ssgbar)**2);
      a4=n4*((sgbar4-ssgbar)**2);
           suma=sum(of a:);
             b=(SN-k)*suma;
do i=1 to n1; t1(i)=(g1(i)-sgbar1)**2;  end;
do i=1 to n2; t2(i)=(g2(i)-sgbar2)**2;  end;
do i=1 to n3; t3(i)=(g3(i)-sgbar3)**2;  end;
do i=1 to n4; t4(i)=(g4(i)-sgbar4)**2;  end;
   sumt=sum(of t:);
   h=(k-1)*sumt;
   w=b/h;
F_01=finv(0.99,3,56);
F_05=finv(0.95,3,56);
if w>F_01 then do; w_01= "reject 01"; end;
   else do; w_01 = "accept 01"; end;
if w>F_05 then do; w_05= "reject 05"; end;
   else do; w_05 = "accept 05"; end;
output;
title 'Leven Method';
proc freq; table w_01; run;
proc freq; table w_05; run;
proc print data=LEVEN;
var w_01 w_05;
run;
```

ตัวสถิติทดสอบ O'brien Test

```
data OBRIEN;
set dist.normal_1;
array x1{15};
array x2{15};
array x3{15};
array x4{15};
array w{4};
array xbar{4};
array z1{15};
array z2{15};
array z3{15};
array z4{15};
array sx1{15};
array sx2{15};
array sx3{15};
array sx4{15};
array sz{4};
array bz1{15};
array bz2{15};
array bz3{15};
array bz4{15};
n1=15;
n2=15;
n3=15;
n4=15;
k=4;
SN=60;
  do i=1 to n1;
     var_ob1=var(of x1:);  end;
  do i=1 to n2;
     var_ob2=var(of x2:);  end;
  do i=1 to n3;
     var_ob3=var(of x3:);  end;
  do i=1 to n4;
     var_ob4=var(of x4:);  end;
      w1 = (0.5*var_ob1)*(n1-1);
      w2 = (0.5*var_ob2)*(n2-1);
      w3 = (0.5*var_ob3)*(n3-1);
      w4 = (0.5*var_ob4)*(n4-1);
            do i=1 to n1;
               xbar1=sum(of x1:)/n1; end;
            do i=1 to n2;
               xbar2=sum(of x2:)/n2; end;
            do i=1 to n3;
               xbar3=sum(of x3:)/n3; end;
            do i=1 to n4;
               xbar4=sum(of x4:)/n4; end;
do i=1 to n1; sx1(i)=(x1(i)-xbar1)**2; end;
do i=1 to n2; sx2(i)=(x2(i)-xbar2)**2; end;
do i=1 to n3; sx3(i)=(x3(i)-xbar3)**2; end;
do i=1 to n4; sx4(i)=(x4(i)-xbar4)**2; end;
   b1=(n1-1)*(n1-2);  b2=(n2-1)*(n2-2);
   b3=(n3-1)*(n3-2);  b4=(n4-1)*(n4-2);
```

```
do i=1 to n1; z1(i)=((n1*(0.5+n1-2)*sx1(i))-w1)/b1; end;
do i=1 to n2; z2(i)=((n2*(0.5+n2-2)*sx2(i))-w2)/b2; end;
do i=1 to n3; z3(i)=((n3*(0.5+n3-2)*sx3(i))-w3)/b3; end;
do i=1 to n4; z4(i)=((n4*(0.5+n4-2)*sx4(i))-w4)/b4; end;
      sz1=sum(of z1:);
      sz2=sum(of z2:);
      sz3=sum(of z3:);
      sz4=sum(of z4:);
    ssz=sum(of sz:);
szbar1=sz1/n1;
szbar2=sz2/n2;
szbar3=sz3/n3;
szbar4=sz4/n4;
   sszbar=ssz/SN;
      d1=n1*((szbar1-sszbar)**2);
      d2=n2*((szbar2-sszbar)**2);
      d3=n3*((szbar3-sszbar)**2);
      d4=n4*((szbar4-sszbar)**2);
      ssd=sum(of d:)/(k-1);
do i=1 to n1; bz1(i)=(z1(i)-szbar1)**2; end;
do i=1 to n2; bz2(i)=(z2(i)-szbar2)**2; end;
do i=1 to n3; bz3(i)=(z3(i)-szbar3)**2; end;
do i=1 to n4; bz4(i)=(z4(i)-szbar4)**2; end;
    sbz1=sum(of bz1:);
    sbz2=sum(of bz2:);
    sbz3=sum(of bz3:);
    sbz4=sum(of bz4:);
    sumbz=sum(of sbz:)/(SN-k);
  ob=ssd/sumbz;
F_01=finv(0.99,3,56);
F_05=finv(0.95,3,56);
if ob>F_01 then do;
   ob_01="reject01";
end;
else do;
     ob_01="accept01";
   end;
if ob>F_05 then do;
   ob_05="reject05";
end;
   else do;
     ob_05="accept05";
   end;
output;
title 'O-Brean  Method';
proc freq; table ob_01; run;
proc freq; table ob_05; run;
proc print data=OBRIEN;
run;
```

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวปิยวรรณ ถือแก้ว
วัน เดือน ปี ที่เกิด	23 ตุลาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดพังงา
ประวัติการศึกษา	ปี 2545 - 2549 วท.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยทักษิณ
	ปี 2549 – 2552 วท.ม. (สถิติ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-