ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

ปริญญา

สถิติ	สถิติ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

A Comparison of the Power of the Test Statistics for Homogeneity Testing of Variances

นามผู้วิจัย นางสาวศรีวนา ศรีสมบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์อำไพ ทองธีรภาพ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์อำไพ ทองธีรภาพ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

A Comparison of the Power of the Test Statistics for Homogeneity Testing of Variances

โดย

นางสาวศรีวนา ศรีสมบูรณ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศรีวนา ศรีสมบูรณ์ 2553: การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์อำไพ ทองธีรภาพ, Ph.D. 177 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 วิธี ได้แก่ สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน เมื่อกำหนดประชากรจำนวน 3, 4 และ 5 กลุ่ม โดยให้ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ แบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 พิจารณาสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อกำหนดค่าอัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกัน จำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล จำนวนซ้ำ 1,000 รอบ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ทั้งในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ทั้งในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และพบว่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบขึ้นอยู่กับ ขนาดตัวอย่าง และอัตราส่วนความแปรปรวน

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sriwana Srisomboon 2010: A Comparison of the Power of the Test Statistics for Homogeneity Testing of Variances. Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis Advisor: Mrs. Ampai Thongteeraparp, Ph.D. 177 pages.

The purpose of this research is to compare the powers of the test for testing homogeneity of variances with Bartletts's test statistic, T_3 test statistic, O'Brien's test statistic and Brown – Forsythe's test statistic with any samples by consideration of populations of three, four and five. The data was composed of normal distribution, t-distribution, lognormal distribution and chi-square distribution. The specified significance levels were 0.01 and 0.05. In consideration of the capability to control type I error based on the Cochran criteria and has the highest power with difference variance ratio, the data are simulated with the Monte Carlo technique and each case is replicated one thousand times with SAS software.

The study shows that for the normal distribution Bartlett's test statistic can control type I error and has the highest power of the test for equal and unequal sample size. For t-distribution, lognormal distribution and chi – square distribution the Brown – Forsythe's test statistic can control type I error and have the highest power of the test for equal and unequal sample size. Both sample size and variance ratio affect the power of the test.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ โดยคำแนะนำ การสนับสนุนให้ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จาก อาจารย์ ดร.อำไพ ทองธีรภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ พยัคฆพงษ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุศยา ปลั่งพงษ์พันธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และให้การช่วยเหลือทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา พี่ชายและครอบครัวที่ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา ประโยชน์อันใดที่เกิดเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้เมตตา อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้

ขอขอบคุณ คุณดิษฐพล มั่นธรรม พี่ เพื่อน น้องและเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกคน เจ๊กุ้ง เจ๊เดียร์ ผึ้ง ปาล์ม น้องโอ๋ น้องโอม น้องเอ๋ เพื่อนๆ ที่สามชุก ทุกๆ คนที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอดไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ศรีวนา ศรีสมบูรณ์

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	29
สรุปและข้อเสนอแนะ	157
สรุป	157
ข้อเสนอแนะ	164
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	166
ภาคผนวก	168
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	177

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขนาดตัวอย่างเมื่อจำนวนกลุ่มของประชากรเท่ากับ 3, 4 และ 5	5
2	อัตราส่วนความแปรปรวนในช่วงค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ทั้ง 3 ช่วง	6
3	รายละเอียดของข้อมูลกรณี 3 ประชากร	25
4	รายละเอียดของข้อมูลกรณี 4 ประชากร	26
5	รายละเอียดของข้อมูลกรณี 5 ประชากร	27
6	ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 3 ประชากร	30
7	ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 3 ประชากร	32
8	ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร	37
9	ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร	39
10	ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร	45
11	ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร	47
12	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 3 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน	53
13	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 3 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน	64
14	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 3 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน	75
15	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 3 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน	80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน	85
17	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน	96
18	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน	107
19	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน	112
20	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน	117
21	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน	128
22	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน	139
23	อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน	144
24	สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณี 3 ประชากร	161
25	สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณี 4 ประชากร	162
26	สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณี 5 ประชากร	163

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	28
2	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	56
3	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	57
4	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	58
5	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	59
6	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	60
7	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	61
8	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	67
9	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
10	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	69
11	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	70
12	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	71
13	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	72
14	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	88
15	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	89
16	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	90
17	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	91

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	92
19	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	93
20	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	99
21	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	100
22	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	101
23	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	102
24	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	103
25	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	120
27	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	121
28	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	122
29	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	123
30	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	124
31	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	125
32	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	131
33	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	132

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
34	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	133
35	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	134
36	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	135
37	แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน	136
38	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	149
39	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	150
40	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	151
41	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	152

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
42	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	153
43	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน	154

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

A Comparison of the Power of the Test Statistics for Homogeneity Testing of Variances

คำนำ

ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป วิธีการทางสถิติที่เหมาะสม คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance หรือ ANOVA) ซึ่งเป็นวิธีการที่แบ่งความผันแปรออกเป็นส่วน ๆ ตามแหล่งที่มาหรือสาเหตุของความผันแปรนั้น ได้แก่ ความผันแปรระหว่างกลุ่ม (mean square between) และความผันแปรภายในกลุ่ม (mean square within) และทำการทดสอบโดยใช้ตัวสถิติ F (F –test Statistic) การวิเคราะห์ความแปรปรวนมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลประชากร ดังนี้

1. ตัวอย่างแต่ละกลุ่มสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

2. ตัวอย่างแต่ละกลุ่มสุ่มมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน (Homogeneity of variances)

3. ตัวอย่างแต่ละกลุ่มสุ่มมาจากประชากรที่เป็นอิสระต่อกันทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

หากข้อมูลที่นำมาทดสอบฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเท่ากันของความแปรปรวน ในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันจะมีผลต่อระดับนัยสำคัญและอำนาจการทดสอบไม่มากนัก แต่ในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันจะมีผลต่อระดับนัยสำคัญและอำนาจการทดสอบซึ่งจะทำให้ข้อสรุปไม่ตรงกับความจริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรทำการตรวจสอบข้อมูลที่นำมาทดสอบว่ามาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ (สุชาดา, 2548)

การทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรหลายกลุ่ม มีผู้เสนอวิธีการทดสอบไว้ทั้งการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ และแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ หลายวิธี สำหรับการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ ได้แก่ สถิติทดสอบบาร์ตเลต (Bartlett's test statistic) สถิติทดสอบคอครัน (Cochran's test statistic) สถิติทดสอบฮาร์ทเลย์ (Hartley's test statistic) สถิติทดสอบเลอวีน (Levene's test statistic) สถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ (Layard Chi – square test statistic) สถิติทดสอบบ๊อกซ์ (Box's test statistic) สถิติทดสอบโอบรีน (O'Brien's test statistic) สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี (Brown – Forsythe's test statistic) สถิติทดสอบ T_3 และสถิติทดสอบแม็กซิมั่ม (Maximum test statistic) เป็นต้น

สถิติทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์โดยส่วนใหญ่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีและมีอำนาจการทดสอบสูง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ เช่น สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบบ๊อกซ์ สถิติทดสอบ T_3 ส่วนสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงเมื่อประชากรไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ ได้แก่ สถิติทดสอบเลอวีน สถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ สถิติทดสอบโอบรีน สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบแม็กซิมั่ม

อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้วิจัยใดทำการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีนพร้อมกัน ในงานวิจัยนี้จึงสนใจเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 ทั้งในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงแบบอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบทั้ง 4 ได้แก่

1.1 สถิติทดสอบบาร์ตเลต (Bartlett's test statistic)

1.2 สถิติทดสอบ T_3

1.3 สถิติทดสอบโอบรีน (O'Brien's test statistic)

1.4 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี (Brown – Forsythe's test statistic)

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 โดยการกำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนที่แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อจะได้ทราบว่าสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

2. เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สถิติทดสอบที่เหมาะสมกับลักษณะการแจกแจงของข้อมูล สำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ทำภายใต้ขอบเขต ดังนี้

1. กำหนดจำนวนกลุ่มของประชากรที่ต้องการทดสอบเท่ากับ 3, 4 และ 5 กลุ่ม ให้มีการแจกแจงแบบเดียวกัน ตามลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 10

1.2 การแจกแจงแบบที ที่องศาอิสระเท่ากับ 4

1.3 การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่องศาอิสระเท่ากับ 3, 10 และ 20

1.4 การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 2

2. กำหนดขนาดตัวอย่างที่สุ่มมาจากแต่ละกลุ่มประชากรที่มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน พร้อมทั้งกำหนดค่านอนเซ็นทรัลลิตี้และอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 3, 4 และ 5 กลุ่ม โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1 และ 2

3. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ต้องการทดสอบเท่ากับ 0.01 และ 0.05

4. สถิติทดสอบที่ใช้ในการศึกษา คือ สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ทำการเปรียบเทียบสถิติทดสอบ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ

5. จำลองข้อมูลโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล จำนวนทั้งหมด 336 ลักษณะ โดยในแต่ละลักษณะจำลองข้อมูล 1,000 ครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ขนาดตัวอย่างเมื่อจำนวนกลุ่มของประชากรเท่ากับ 3, 4 และ 5

จำนวนกลุ่ม	ขนาดตัวอย่าง	รายละเอียด
3	เท่ากัน	(13, 13, 13), (34, 34, 34), (55, 55, 55), (100, 100, 100)
	ไม่เท่ากัน	(13, 34, 50), (35, 45, 55), (55, 60, 65), (80, 90, 100)
4	เท่ากัน	(13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100)
	ไม่เท่ากัน	(13, 34, 34, 55), (35, 40, 45, 50), (55, 60, 65, 70), (80, 90, 100, 100)
5	เท่ากัน	(13, 13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100, 100)
	ไม่เท่ากัน	(13, 13, 34, 34, 55), (30, 35, 40, 45, 50), (55, 55, 60, 65, 70), (80, 90, 90, 100, 100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 อัตราส่วนความแปรปรวนในช่วงค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ทั้ง 3 ช่วง

ช่วงของค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	ประชากร	ค่านอนเซ็นทรัลลิตี้ (ϕ)	อัตราส่วนความแปรปรวน
$0 < \phi < 1.5$	3	0.163	1.0 : 1.2 : 1.4
		0.816	1.0 : 2.0 : 3.0
	4	0.224	1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6
		1.118	1.0 : 2.0 : 3.0 : 4.0
	5	0.283	1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8
		1.414	1.0 : 2.0 : 3.0 : 4.0 : 5.0
$1.5 \leq \phi < 3.0$	3	1.633	1.0 : 3.0 : 5.0
		2.867	1.0 : 4.0 : 8.0
	4	2.236	1.0 : 3.0 : 5.0 : 7.0
		2.586	1.0 : 4.0 : 6.0 : 8.0
	5	2.828	1.0 : 3.0 : 5.0 : 7.0 : 9.0
		2.561	1.0 : 2.0 : 4.0 : 6.0 : 8.0
$\phi \geq 3.0$	3	3.300	1.0 : 4.0 : 9.0
		4.110	1.0 : 5.0 : 11.0
	4	3.031	1.0 : 4.0 : 7.0 : 9.0
		4.380	1.0 : 5.0 : 8.0 : 13.0
	5	3.555	1.0 : 4.0 : 7.0 : 9.0 : 11.0
		5.122	1.0 : 5.0 : 8.0 : 13.0 : 15.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของวิธีการทางสถิติและส่วนของผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีการทางสถิติ

1. วิธีการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

ในงานวิจัยนี้ศึกษาสถิติทดสอบ 4 ตัว ได้แก่ สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี

สมมติฐานในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร k กลุ่ม คือ

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

$H_1 :$ มี $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ อย่างน้อย 1 คู่ ; $i \neq j$; $i, j = 1, 2, 3, \ldots, k$

สถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

1.1 สถิติทดสอบบาร์ตเลต (Bartlett's test statistic : BL)

บาร์ตเลตได้พัฒนาสถิติทดสอบนี้จากสถิติทดสอบของเนย์แมนและเพียร์สัน เมื่อปี ค.ศ. 1937 ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร k กลุ่ม เป็นการทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงเมื่อสุ่มตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ และเป็นสถิติทดสอบที่มีความไวต่อการแจกแจงของประชากรที่ไม่เป็นแบบปกติ เนย์แมนและเพียร์สันสร้างสถิติทดสอบนี้โดยใช้ อัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Ratio) สถิติทดสอบบาร์ตเลตมีรูปแบบ ดังนี้

$$B = \left[\ln S_p^2\right]\left[\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\right] - \sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\ln S_i^2$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ $$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_i}(x_{ij} - \overline{x_i})^2}{n_i - 1}$$

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)s_i^2}{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)}$$

$i = 1, 2, \ldots, k$

$j = 1, 2, \ldots, n_i$

n_i คือ ขนาดตัวอย่างของกลุ่มที่ i

k คือ จำนวนกลุ่ม

S_i^2 คือ ความแปรปรวนตัวอย่างของกลุ่มที่ i

S_p^2 คือ ความแปรปรวนร่วม

ln หมายถึง natural logarithm (base e) หรือ อาจเปลี่ยน ln เป็น logarithm ฐาน 10 ซึ่งทำให้สถิติทดสอบ B กลายเป็น B

$$B = 2.30259\left[\left(\log S_p^2\right)\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1) - \sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\log S_i^2\right]$$

และ $B_c = B/C_B$ มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระ $k-1$ โดยที่ C_B เป็นค่าปรับ (Correction factor) ที่ปรับให้ B มีการแจกแจงเข้าสู่แบบไคสแควร์มากขึ้น

เมื่อ $$C_B = 1 + \frac{1}{3(k-1)}\left[\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{(n_i - 1)} - \frac{1}{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)}\right]$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนั้น $$B_c = \frac{2.30259\left[\left(\log S_p^2\right)\sum_{i=1}^{k}(n_i-1)-\sum_{i=1}^{k}(n_i-1)\log S_i^2\right]}{1+\frac{1}{3(k-1)}\left[\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{(n_i-1)}-\frac{1}{\sum_{i=1}^{k}(n_i-1)}\right]}$$

ปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) เมื่อค่าสถิติ B_c ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงไคสแควร์ ที่องศาอิสระเท่ากับ $k-1$ และระดับนัยสำคัญ α

1.2 สถิติทดสอบ T_3

Pardo et al. (1997) ได้พัฒนาสถิติทดสอบเพื่อใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป โดคำนวณได้ดังนี้

$$T_3 = 2\sum_{i=1}^{k} n_i S_i^2\left[\frac{1}{S_i}-\frac{\sum_{i=1}^{k} n_i S_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i S_i^2}\right]^2$$

เมื่อ n_i คือ ขนาดตัวอย่างของกลุ่มที่ i

k คือ จำนวนกลุ่ม

S_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่างของกลุ่มที่ i

S_i^2 คือ ความแปรปรวนตัวอย่างของกลุ่มที่ i

สถิติทดสอบ T_3 มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่องศาอิสระเท่ากับ $k-1$ ปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) เมื่อค่าสถิติ T_3 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงไคสแควร์ ที่องศาอิสระเท่ากับ $k-1$ และระดับนัยสำคัญ α

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 สถิติทดสอบโอบรีน (O'Brien's test statistic : OB)

O'Brien (1979) ได้พัฒนาสถิติทดสอบตามแนวคิดของการวิเคราะห์ความแปรปรวน และการแปลงค่าสังเกต x_{ij} เป็น Z_{ij} ดังนี้

$$Z_{ij} = \frac{\left[n_i (w + n_i - 2)(x_{ij} - \overline{x}_i)^2 - w s_i^2 (n_i - 1) \right]}{(n_i - 1)(n_i - 2)}$$

เมื่อ $i = 1, 2, \ldots, k$ และ $j = 1, 2, \ldots, n_i$

โดยที่ $s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \overline{x}_i)^2}{n_i - 1}$

w คือ weight factor ซึ่ง O'Brien แนะนำให้ใช้ w = 0.5

s_i^2 คือ ความแปรปรวนของตัวอย่างกลุ่มที่ i

นำมาสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ดังนี้

สาเหตุของความแปรปรวน	องศาอิสระ (df)	ผลบวกกำลังสอง (SS)	ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย (MS)	อัตราส่วน F
ระหว่างกลุ่ม	$k - 1$	$SS(B) = \sum_{i=1}^{k} n_i \left(\overline{Z}_i - \overline{Z} \right)$	MS(B)	$\frac{MS(B)}{MS(W)}$
ภายในกลุ่ม	$\sum_{i=1}^{k} \left(n_i - 1 \right)$	$SS(W) = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \left(Z_{ij} - \overline{Z}_i \right)^2$	MS(W)	
รวม	$\sum_{i=1}^{k} n_i - 1$	$SS(T) = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \left(Z_{ij} - \overline{Z} \right)^2$		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่ $MS(B) = \dfrac{SS(B)}{k-1}$

และ $MS(W) = \dfrac{SS(W)}{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)}$

จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถคำนวณสถิติทดสอบของโอบรีน (OB) ได้ดังนี้

$$OB = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i(\overline{Z}_i - \overline{Z})^2 / (k-1)}{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}(Z_{ij} - \overline{Z}_i)^2 / \sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)}$$

เมื่อ $i = 1, 2, 3, \ldots, k$; $j = 1, 2, 3, \ldots, n_i$

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

$\overline{Z}_i = \dfrac{\sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}{n_i}$

และ N คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ $\sum_{i=1}^{k} n_i$

สถิติทดสอบโอบรีนมีการแจกแจงแบบเอฟ ที่องศาอิสระเท่ากับ $k-1$ และ $\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)$ ปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) เมื่อค่าสถิติ OB ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงแบบเอฟ ที่องศาอิสระเท่ากับ $k-1$ และ $\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)$ และระดับนัยสำคัญ α

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี (Brown – Forsythe's test statistic : BF)

Brown and Forsythe (1974) ได้เสนอสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนซึ่งพัฒนาจากสถิติทดสอบเลอวีน โดยการใช้ค่ามัธยฐานของกลุ่มตัวอย่างแทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบสมมาตร การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่ากลางของกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ จะถือว่าเป็นตัวแทนที่เหมาะสม แต่ถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ ค่าที่เหมาะสมมากกว่าค่าเฉลี่ยคือค่ามัธยฐาน ซึ่งสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตีเป็นสถิติทดสอบที่มีความแข็งแกร่งต่อการฝ่าฝืนข้อสมมติเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของประชากรที่ไม่เป็นแบบปกติ

$$BF = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i \left(\overline{Z}_i - \overline{Z}\right)^2 / (k-1)}{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}\left(Z_{ij} - \overline{Z}_i\right)^2 / \sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)}$$

เมื่อ $i = 1, 2, 3, \ldots, k$; $j = 1, 2, 3, \ldots, n_i$

โดยที่ $Z_{ij} = \left|x_{ij} - \tilde{x}_i\right|$ ซึ่ง $\tilde{x}_i$ เป็นค่ามัธยฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ i

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

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

และ N คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ $\sum_{i=1}^{k} n_i$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) เมื่อค่าสถิติ BF ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงแบบเอฟ ที่องศาอิสระเท่ากับ $k-1$ และ $\sum_{i=1}^{k}(n_i-1)$ และระดับนัยสำคัญ α

2. การแจกแจงของประชากรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงแบบปกติมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การแจกแจงแบบเกาส์เซียน (Gaussian Distribution) เป็นการแจกแจงที่มีความสำคัญมากและใช้กันมากที่สุดสำหรับตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง เนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงปกติ

ตัวแปรสุ่ม X จะมีการแจกแจงแบบปกติ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x;\mu,\sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right];\ -\infty < x < \infty,\ -\infty < \mu < \infty,\ \sigma > 0$$

คุณสมบัติของการแจกแจงแบบปกติ

1. เป็นการแจกแจงที่มีจุดยอดเพียงจุดเดียว (Unimodal)
2. เส้นโค้งปกติสมมาตรรอบจุดค่าเฉลี่ย μ โดยมีค่าเฉลี่ย μ เป็นจุดกึ่งกลาง ซึ่งแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยที่ครึ่งหนึ่ง (50%) ของพื้นที่ใต้โค้งปกติอยู่ทางด้านขวาของจุดกึ่งกลาง และอีกครึ่งหนึ่ง (50%) ของพื้นที่ใต้โค้งปกติจะอยู่ทางด้านซ้ายของจุดกึ่งกลาง
3. ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมจะเท่ากันและอยู่ที่จุดกึ่งกลาง
4. พื้นที่ใต้โค้งปกติทั้งหมดเท่ากับ 1

ลักษณะของการแจกแจงแบบปกติเป็นรูประฆังคว่ำ (bell shape) โดยขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ μ และ σ^2 โดยกราฟจะโด่งหรือแบนราบขึ้นอยู่กับความแปรปรวน σ^2 ถ้าความแปรปรวนมีค่าน้อยกราฟจะโด่ง แต่ถ้าความแปรปรวนมีค่ามากกราฟจะแบนราบ และกราฟมีความสมมาตรรอบแกน $x = \mu$ (สายชล, 2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การแจกแจงแบบที (t Distribution)

ให้ T เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบ t โดยมีองศาอิสระ r ดังนั้น T มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น ดังนี้

$$g(t) = \frac{\Gamma\left(\frac{r+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi r}\,\Gamma\left(\frac{r}{2}\right)\left(1+\frac{t^2}{r}\right)^{\frac{r+1}{2}}} \quad ; -\infty < t < \infty, r > 0$$

คุณสมบัติการแจกแจงแบบที

1. โค้งมีลักษณะสมมาตรและหางยาว
2. ค่าเฉลี่ย มัธยฐานและฐานนิยม อยู่ที่จุดเดียวกันที่มีค่าเท่ากับ 0
3. ความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{r}{r-2}$ (เมื่อ r คือ องศาอิสระ โดยที่ r > 2) และความแปรปรวนจะมีค่าเข้าใกล้ 1 เมื่อ r มีค่ามากขึ้น
4. ถ้าตัวอย่างขนาดใหญ่ ($n \geq 30$) เส้นโค้งทีจะเป็นเส้นโค้งเดียวกับเส้นโค้งปกติ

2.3 การแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi – square Distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ พร้อมด้วยพารามิเตอร์ $\alpha = \frac{r}{2}$ และ $\beta = 2$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x\,;r) = \frac{x^{r/2-1}e^{-x/2}}{\Gamma(r/2)\,2^{r/2}} \quad ; x > 0$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณสมบัติการแจกแจงแบบไคสแควร์

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากับ r เมื่อ r คือ จำนวนองศาอิสระ
2. ความแปรปรวนเท่ากับ 2r
3. เส้นโค้งของการแจกแจงแบบไคสแควร์จะมีลักษณะเบ้ขวา
4. ลักษณะเส้นโค้งของการแจกแจงแบบไคสแควร์จะขึ้นกับองศาอิสระ ถ้าองศาอิสระมีค่าเพิ่มขึ้นเส้นโค้งของการแจกแจงแบบไคสแควร์จะมีลักษณะเข้าใกล้เส้นโค้งระฆังคว่ำ (คล้ายเส้นโค้งปกติ) มากขึ้น

2.4 การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล (Lognormal Distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่มีพารามิเตอร์ μ และ σ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x\,;\mu,\sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad ; x>0,\ \sigma>0\ ,\ -\infty<\mu<\infty$$

โดยที่ μ เป็นพารามิเตอร์ที่แสดงค่าเฉลี่ยของ $\ln x$

σ เป็นพารามิเตอร์ที่แสดงความแปรปรวนของ $\ln x$

คุณสมบัติการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\exp\left(\mu+\frac{\sigma^2}{2}\right)$

2. ความแปรปรวนเท่ากับ $\exp\left(2\mu+\sigma^2\right)\exp\left(\sigma^2-1\right)$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน

Games et al. (1972) ได้แนะนำค่านอนเซ็นทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ เพื่อเป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวน ดังนี้

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

โดยที่ σ_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำที่สุด

σ_i^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 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 $1.5 \leq \phi < 3.0$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลาง

ถ้าค่า $\phi \geq 3.0$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันมาก

4. เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างการคำนวณเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีดังนี้

1) กรณี $\alpha = 0.01$ และ $n = 1{,}000$ เกณฑ์ในการพิจารณาคือ

$$\alpha_0 \geq 0.01 + Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{(0.01)(0.99)}{1{,}000}} \quad \text{หรือ} \quad \alpha_0 \leq 0.01 - Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{(0.01)(0.99)}{1{,}000}}$$

$$0.005 \leq \alpha_0 \leq 0.015$$

2) กรณี $\alpha = 0.05$ และ $n = 1{,}000$ เกณฑ์ในการพิจารณาคือ

$$\alpha_0 \geq 0.05 + Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{(0.05)(0.95)}{1{,}000}} \quad \text{หรือ} \quad \alpha_0 \leq 0.05 - Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{(0.05)(0.95)}{1{,}000}}$$

$$0.036 \leq \alpha_0 \leq 0.064$$

งานวิจัยนี้กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ดังนั้น ช่วงที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือ

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง [0.005, 0.015]

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง [0.036, 0.064]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เยาวภา (2542) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3, 4 และ 5 ประชากร โดยใช้สถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวีน และบราวน์-ฟอร์สิตี โดยพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล และแบบไวบูลล์ โดยพิจารณาทั้งกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และเมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและแบบไวบูลล์ สถิติทดสอบบาร์ตเลตสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าสถิติทดสอบตัวอื่น และให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบตัวอื่น ๆ และเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลและตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน สถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตีเท่านั้นที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ อำนาจการทดสอบขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความแปรปรวน ลักษณะการแจกแจงของประชากร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบ

พรรษณพร (2549) ศึกษาสถิติทดสอบที่มีความแกร่ง สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 5 ประชากร โดยใช้สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ สถิติทดสอบบ๊อกซ์ และสถิติทดสอบแจ็คไนฟ์ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 10 แบบทีที่องศาอิสระเท่ากับ 4 แบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ 4 และแบบไวบูลล์ที่ Alpha เท่ากับ 2 กำหนดให้ตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (8, 8, 8, 8, 8), (10, 10, 10, 10, 10), (15, 15, 15, 15, 15) และ (25, 25, 25, 25, 25) ทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 และศึกษาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 โดยกำหนดอัตราส่วนที่ไม่เท่ากันของความแปรปรวนของประชากร ผลการศึกษาพบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและแบบที สถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติที่มีความแกร่งและมีอำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา สถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ เป็นสถิติทดสอบที่มีความแกร่งและมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สมประสงค์ (2550) ศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3 และ 5 ประชากร โดยใช้สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบเลห์แมน สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตี โดยเปรียบเทียบอำนาจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบเฉพาะสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบโลจิสติก และแบบล็อกนอร์มอล ในกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน และเมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ สถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ยกเว้นสถิติทดสอบเลห์แมน กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบโลจิสติกและแบบล็อกนอร์มอล สถิติทดสอบบาร์ตเลตและสถิติทดสอบเลห์แมนไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ สถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้น้อย เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ส่วนอำนาจการทดสอบพบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและตัวอย่างมีขนาดใหญ่ สถิติทดสอบเลห์แมนจะมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือสถิติทดสอบบาร์ตเลต โดยสถิติทดสอบโอบรีนจะมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตี กรณีที่ความแตกต่างของอัตราส่วนของความแปรปรวนอยู่ในระดับน้อย เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบโลจิสติกและแบบล็อกนอร์มอล สถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตีจะมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน และพบว่าอำนาจการทดสอบจะแปรผันตรงกับ ระดับความแตกต่างของอัตราส่วนของความแปรปรวน ขนาดตัวอย่างและจำนวนกลุ่มประชากร

ปิยวรรณ (2552) ศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 และ 5 กลุ่ม เมื่อตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ภายใต้การแจกแจงแบบปกติ แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ(ปกติ)^2 และแบบ(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบเนย์แมน – เพียร์สัน สถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ สถิติทดสอบเลอวีน และสถิติทดสอบโอบรีน โดยพิจารณาว่าสถิติทดสอบใดมีประสิทธิภาพมากที่สุดจากความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ซึ่งกำหนดให้อัตราส่วนความแปรปรวนมีค่าแตกต่างกัน ภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ สถิติทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากัน สถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณีตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด และเมื่อประชากรมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแจกแจงแบบ(ปกติ)^2 และแบบ(ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล)^2 สถิติทดสอบโอบรีน เป็นสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

Ramsey (1994) ศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่ม ทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ สถิติทดสอบโอบรีน สถิติทดสอบ บราวน์ – ฟอร์สิตี สถิติทดสอบโอบรีนแบบปรับปรุง และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตีแบบปรับปรุ ง โดยศึกษาจากประชากรที่มีการแจกแจงต่างๆ 9 แบบ ได้แก่ การแจกแจงที่มีความเบ้และความโด่งแบบต่ำผิดปกติ โด่งแบบปกติ (mesokurtic) และโด่งสูงผิดปกติ การศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ใช้ขนาดตัวอย่างทั้งแบบเท่ากันและไม่เท่ากัน ขนาดตัวอย่างเท่ากัน ได้แก่ 5, 8, 11, 16, 21 ส่วนขนาดตัวอย่างที่ไม่เท่ากันมี 2 ลักษณะ ได้แก่ (n_1, n_2) = (5, 8) และ (11, 16) ส่วนการศึกษาอำนาจการทดสอบนั้นกำหนดอัตราส่วนของความแปรปรวนเป็น 5 ขนาด ได้แก่ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 โดยศึกษาทั้งกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันมีขนาดเป็น 21 ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดไม่เท่ากันมีขนาดเป็น (n_1, n_2) = (11, 16) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็กและเป็นจำนวนคี่ สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตีแบบปรับปรุง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นในการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดี สถิติทดสอบของโอบรีนให้อำนาจการทดสอบที่ดีกว่าสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบโด่งต่ำผิดปกติ ส่วนสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตีแบบปรับปรุง ให้อำนาจการทดสอบที่ดีพอๆ กัน หรือดีกว่าสถิติทดสอบวิธีอื่นๆ ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้

Keyes and Levy (1997) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร ได้แก่ สถิติทดสอบเลอวีน สถิติทดสอบเลอวีนปรับปรุง และสถิติทดสอบของโอบรีนปรับปรุง กำหนดกลุ่มตัวอย่างขนาดเท่ากันและไม่เท่ากันภายใต้การแจกแจงแบบปกติ ผลการวิจัยสรุปว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากันมีผลต่ออำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบเลอวีน สำหรับกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ควรเลือกใช้สถิติทดสอบเลอวีนปรับปรุง

Legendre and Borcard (n.d.) ศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่ม ทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบเชฟเฟ-บ๊อกซ์ log-anova สถิติทดสอบคอครัน และสถิติทดสอบบ๊อกซ์ เอ็ม ภายใต้ประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติและแบบไม่ปกติที่แปลงมาจากการแจกแจงแบบปกติ ขนาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างเท่ากับ 10, 17, 37 และ 145 ผลการวิจัยสรุปว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลตและสถิติทดสอบบ๊อกซ์ เอ็ม เป็นสถิติทดสอบที่ดีที่สุดเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ สถิติทดสอบคอครันมีความไวเมื่อมีค่าความแปรปรวนตัวหนึ่งสูงกว่าตัวอื่น และสถิติทดสอบเชฟเฟ-บ๊อกซ์ log-anova มีอำนาจการทดสอบต่ำเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กและปานกลาง เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่เป็นปกติ สถิติทดสอบบาร์ตเลตและสถิติทดสอบบ๊อกซ์ เอ็ม สามารถนำมาใช้ในการทดสอบได้ถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หน่วยประมวลผลกลางแบบ Intel Core Duo มีความเร็วในการประมวลผล 1.66 GHz หน่วยความจำ 2 GB

2. โปรแกรม SAS (Statistical Analysis System)

วิธีการ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 วิธี ได้แก่ สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบที แบบไคสแควร์ และแบบล็อกนอร์มอล โดยการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล จำนวนซ้ำ 1,000 รอบ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ภายใต้การสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ

ขั้นตอนการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. จำลองข้อมูลประชากร

จำลองข้อมูลประชากรให้มีการแจกแจงลักษณะต่างๆ ดังนี้

1.1 การแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ 10

1.2 การแจกแจงแบบทีที่องศาอิสระเท่ากับ 4

1.3 การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่องศาอิสระเท่ากับ 3, 10 และ 20

1.4 การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 2

จากนั้นทำให้ข้อมูลประชากรมีความแปรปรวนต่างกัน โดยสร้างข้อมูลให้มีความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่ม แล้วทำการแปลงข้อมูลโดยใช้สมการ $y = ax + b$ เมื่อ x คือ ข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดเดิมของแต่ละกลุ่มประชากร และ a เป็นค่าคงที่ที่เป็นรากที่สองของอัตราส่วนความแปรปรวนที่กำหนด และ b มีค่าเท่ากับ 0 อาศัยคุณสมบัติของความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม จะได้ว่า $Var(y) = a^2Var(x)$ นั่นคือ ความแปรปรวนของข้อมูลชุดใหม่จะเป็น a^2 เท่าของข้อมูลชุดเดิม

2. ทำการสุ่มตัวอย่างตามขนาดที่ต้องการ

เมื่อสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบต่าง ๆ แล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ ทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรตามขนาดที่กำหนด เพื่อทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรในแต่ละสถานการณ์

3. เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤต

นำค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้เทียบกับค่าวิกฤต เพื่อสรุปว่าปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ทำซ้ำ 1,000 ครั้ง

4. ประมาณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

โดยนับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง และประมาณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดังนี้

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

5. เปรียบเทียบค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 กับเกณฑ์ของ Cochran

เปรียบเทียบค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 กับเกณฑ์การตัดสินความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ Cochran ดังนี้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[0.005, 0.015]

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ก็ต่อเมื่อค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง [0.036, 0.064]

6. ประมาณอำนาจการทดสอบ

ประมาณอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี โดยการบันทึกจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ เพื่อหาค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 รายละเอียดของข้อมูลกรณี 3 ประชากร

ชุดที่	อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	
		ขนาดเท่ากัน	ขนาดไม่เท่ากัน
1	1.0 : 1.0 : 1.0	(13, 13, 13), (34, 34, 34), (55, 55, 55), (100, 100, 100)	(13, 34, 50), (35, 45, 55), (55, 60, 65), (80, 90, 100)
2	1.0 : 1.2 : 1.4	(13, 13, 13), (34, 34, 34), (55, 55, 55), (100, 100, 100)	(13, 34, 50), (35, 45, 55), (55, 60, 65), (80, 90, 100)
3	1.0 : 2.0 : 3.0	(13, 13, 13), (34, 34, 34), (55, 55, 55), (100, 100, 100)	(13, 34, 50), (35, 45, 55), (55, 60, 65), (80, 90, 100)
4	1.0 : 3.0 : 5.0	(13, 13, 13), (34, 34, 34), (55, 55, 55), (100, 100, 100)	(13, 34, 50), (35, 45, 55), (55, 60, 65), (80, 90, 100)
5	1.0 : 4.0 : 8.0	(13, 13, 13), (34, 34, 34), (55, 55, 55), (100, 100, 100)	(13, 34, 50), (35, 45, 55), (55, 60, 65), (80, 90, 100)
6	1.0 : 4.0 : 9.0	(13, 13, 13), (34, 34, 34), (55, 55, 55), (100, 100, 100)	(13, 34, 50), (35, 45, 55), (55, 60, 65), (80, 90, 100)
7	1.0 : 5.0 : 11.0	(13, 13, 13), (34, 34, 34), (55, 55, 55), (100, 100, 100)	(13, 34, 50), (35, 45, 55), (55, 60, 65), (80, 90, 100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 รายละเอียดของข้อมูลกรณี 4 ประชากร

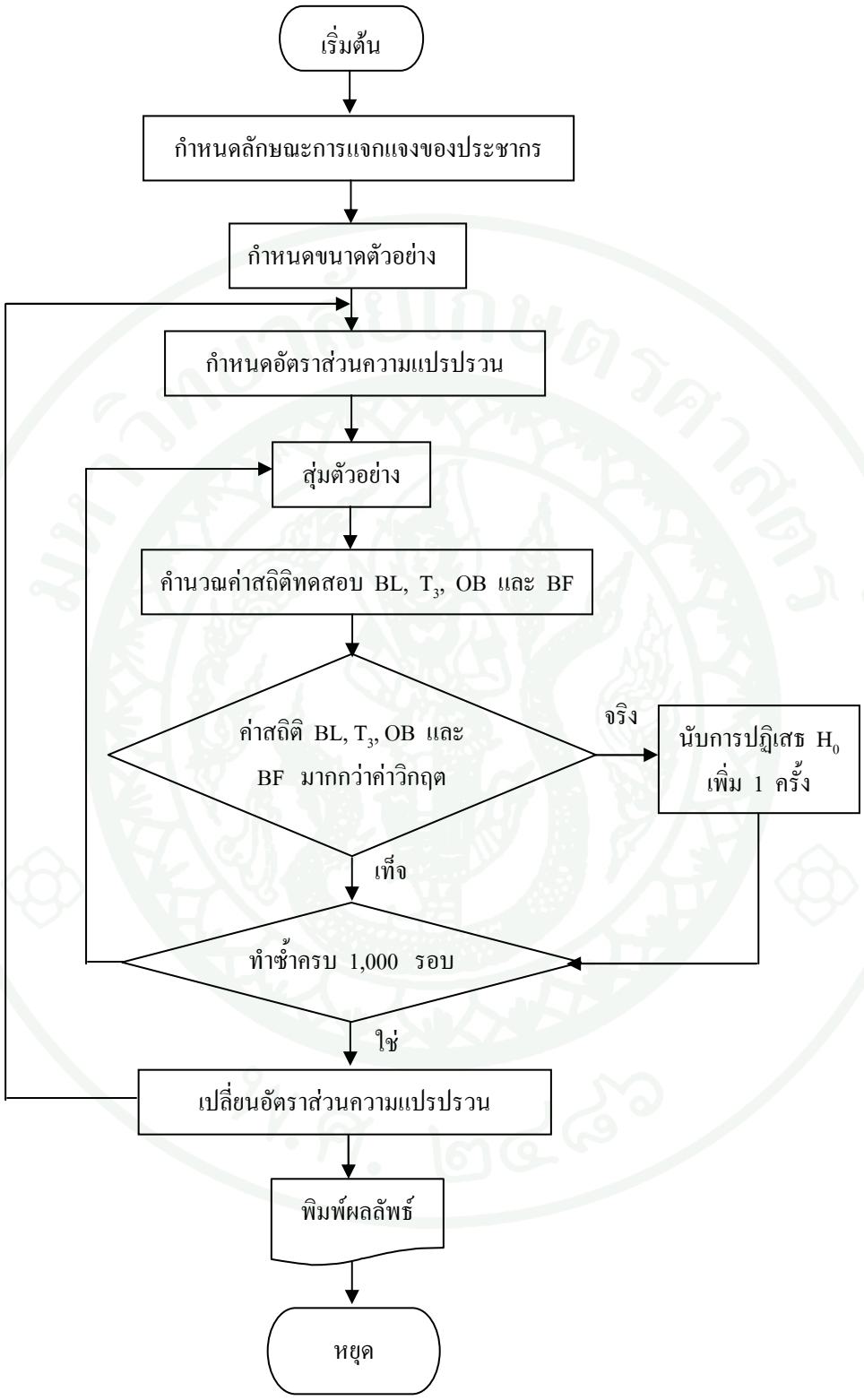
ชุดที่	อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	
		ขนาดเท่ากัน	ขนาดไม่เท่ากัน
8	1.0 : 1.0 : 1.0 : 1.0	(13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100)	(13, 34, 34, 55), (35, 40, 45, 50), (55, 60, 65, 70), (80, 90, 100, 100)
9	1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6	(13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100)	(13, 34, 34, 55), (35, 40, 45, 50), (55, 60, 65, 70), (80, 90, 100, 100)
10	1.0 : 2.0 : 3.0 : 4.0	(13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100)	(13, 34, 34, 55), (35, 40, 45, 50), (55, 60, 65, 70), (80, 90, 100, 100)
11	1.0 : 3.0 : 5.0 : 7.0	(13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100)	(13, 34, 34, 55), (35, 40, 45, 50), (55, 60, 65, 70), (80, 90, 100, 100)
12	1.0 : 4.0 : 6.0 : 8.0	(13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100)	(13, 34, 34, 55), (35, 40, 45, 50), (55, 60, 65, 70), (80, 90, 100, 100)
13	1.0 : 4.0 : 7.0 : 9.0	(13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100)	(13, 34, 34, 55), (35, 40, 45, 50), (55, 60, 65, 70), (80, 90, 100, 100)
14	1.0 : 5.0 : 8.0 : 13.0	(13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100)	(13, 34, 34, 55), (35, 40, 45, 50), (55, 60, 65, 70), (80, 90, 100, 100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 รายละเอียดของข้อมูลกรณี 5 ประชากร

ชุดที่	อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	
		ขนาดเท่ากัน	ขนาดไม่เท่ากัน
15	1.0 : 1.0 : 1.0 : 1.0 : 1.0	(13, 13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100, 100)	(13, 13, 34, 34, 55), (30, 35, 40, 45, 50), (55, 55, 60, 65, 70), (80, 90, 90, 100, 100)
16	1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8	(13, 13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100, 100)	(13, 13, 34, 34, 55), (30, 35, 40, 45, 50), (55, 55, 60, 65, 70), (80, 90, 90, 100, 100)
17	1.0 : 2.0 : 3.0 : 4.0 : 5.0	(13, 13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100, 100)	(13, 13, 34, 34, 55), (30, 35, 40, 45, 50), (55, 55, 60, 65, 70), (80, 90, 90, 100, 100)
18	1.0 : 3.0 : 5.0 : 7.0 :9.0	(13, 13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100, 100)	(13, 13, 34, 34, 55), (30, 35, 40, 45, 50), (55, 55, 60, 65, 70), (80, 90, 90, 100, 100)
19	1.0 : 2.0 : 4.0 : 6.0 : 8.0	(13, 13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100, 100)	(13, 13, 34, 34, 55), (30, 35, 40, 45, 50), (55, 55, 60, 65, 70), (80, 90, 90, 100, 100)
20	1.0 : 4.0 : 7.0 : 9.0 : 11.0	(13, 13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100, 100)	(13, 13, 34, 34, 55), (30, 35, 40, 45, 50), (55, 55, 60, 65, 70), (80, 90, 90, 100, 100)
21	1.0 : 5.0 : 8.0 : 13.0 : 15.0	(13, 13, 13, 13, 13), (34, 34, 34, 34, 34), (55, 55, 55, 55, 55), (100, 100, 100, 100, 100)	(13, 13, 34, 34, 55), (30, 35, 40, 45, 50), (55, 55, 60, 65, 70), (80, 90, 90, 100, 100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 วิธี ได้แก่ สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ โดยการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล จำนวนซ้ำ 1,000 รอบ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1
2. อำนาจของการทดสอบ

1. ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

การเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 วิธีนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีที่สุด ในแต่ละระดับนัยสำคัญและขนาดตัวอย่างที่กำหนด

ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran กรณี 3 ประชากร แสดงดังตารางที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 3 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที				การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	0.008	0.010	0.005	**0.003**	**0.115**	**0.117**	**0.003**	**0.002**	**0.510**	**0.501**	0.014	0.007
34, 34, 34	0.010	0.010	0.011	0.007	**0.213**	**0.213**	0.007	0.011	**0.637**	**0.638**	0.007	0.009
55, 55, 55	0.012	0.013	0.010	0.009	**0.244**	**0.241**	0.007	0.013	**0.672**	**0.672**	0.006	0.008
100, 100, 100	0.010	0.010	0.008	0.008	**0.265**	**0.267**	0.005	0.011	**0.719**	**0.721**	0.005	0.007
13, 34, 50	0.011	0.011	0.012	0.010	**0.179**	**0.180**	0.013	0.009	**0.555**	**0.557**	0.012	0.007
35, 45, 55	0.010	0.012	0.011	0.009	**0.230**	**0.228**	0.007	0.011	**0.651**	**0.645**	0.005	0.008
55, 60, 65	0.014	0.014	0.010	0.008	**0.221**	**0.222**	**0.004**	0.011	**0.662**	**0.660**	0.005	0.006
80, 90, 100	0.010	0.010	0.008	0.009	**0.275**	**0.275**	0.005	0.014	**0.713**	**0.713**	0.007	0.006

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	**0.127**	**0.130**	0.014	0.008	**0.032**	**0.031**	0.007	0.006	**0.018**	**0.019**	0.010	0.007
34, 34, 34	**0.156**	**0.154**	0.013	0.010	**0.043**	**0.048**	0.011	0.011	**0.024**	**0.024**	0.009	0.009
55, 55, 55	**0.170**	**0.173**	0.009	0.007	**0.039**	**0.041**	0.008	0.007	**0.034**	**0.034**	0.008	0.010
100, 100, 100	**0.199**	**0.197**	0.007	0.011	**0.049**	**0.051**	0.012	0.008	**0.030**	**0.031**	0.007	0.007
13, 34, 50	**0.137**	**0.133**	0.013	0.009	**0.041**	**0.044**	0.011	0.008	**0.016**	**0.017**	0.014	0.008
35, 45, 55	**0.168**	**0.167**	0.014	0.012	**0.047**	**0.046**	0.009	0.007	**0.027**	**0.028**	0.012	0.009
55, 60, 65	**0.198**	**0.195**	0.009	0.010	**0.046**	**0.044**	0.010	0.007	**0.029**	**0.029**	0.012	0.010
80, 90, 100	**0.210**	**0.208**	0.009	0.013	**0.049**	**0.049**	0.008	0.011	**0.023**	**0.026**	0.009	0.008

หมายเหตุ เลขตัวหนาขีดเส้นใต้ หมายถึง สถิติทดสอบนั้นๆ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 3 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที				การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	0.048	0.055	0.051	**0.030**	**0.256**	**0.275**	**0.033**	**0.025**	**0.646**	**0.656**	0.051	0.041
34, 34, 34	0.052	0.053	0.050	0.041	**0.333**	**0.333**	0.044	0.063	**0.735**	**0.739**	0.043	0.048
55, 55, 55	0.054	0.053	0.050	0.059	**0.386**	**0.389**	0.045	0.047	**0.740**	**0.748**	0.037	0.042
100, 100, 100	0.048	0.049	0.044	0.049	**0.413**	**0.414**	0.037	0.050	**0.807**	**0.809**	0.039	0.044
13, 34, 50	0.045	0.053	0.058	0.041	**0.294**	**0.306**	0.046	0.040	**0.689**	**0.690**	0.059	0.046
35, 45, 55	0.047	0.050	0.046	0.041	**0.373**	**0.378**	0.048	0.045	**0.760**	**0.758**	0.038	0.043
55, 60, 65	0.051	0.052	0.051	0.042	**0.363**	**0.367**	0.043	0.053	**0.764**	**0.764**	0.036	0.044
80, 90, 100	0.051	0.050	0.053	0.054	**0.423**	**0.427**	0.046	0.051	**0.787**	**0.789**	0.036	0.045

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	**0.265**	**0.275**	0.058	0.044	**0.107**	**0.107**	0.046	**0.025**	**0.073**	**0.083**	0.059	0.040
34, 34, 34	**0.336**	**0.332**	0.048	0.058	**0.145**	**0.147**	0.055	0.046	**0.088**	**0.092**	0.048	0.043
55, 55, 55	**0.324**	**0.327**	0.043	0.045	**0.131**	**0.133**	0.043	0.041	**0.105**	**0.108**	0.056	0.045
100, 100, 100	**0.332**	**0.336**	0.042	0.054	**0.151**	**0.152**	0.045	0.048	**0.096**	**0.095**	0.047	0.042
13, 34, 50	**0.279**	**0.288**	0.046	0.040	**0.122**	**0.130**	0.053	0.041	**0.085**	**0.093**	0.050	0.043
35, 45, 55	**0.318**	**0.321**	0.045	0.044	**0.158**	**0.161**	0.052	0.041	**0.091**	**0.091**	0.052	0.042
55, 60, 65	**0.341**	**0.343**	0.048	0.050	**0.125**	**0.127**	0.047	0.046	**0.084**	**0.087**	0.041	0.042
80, 90, 100	**0.374**	**0.373**	0.047	0.058	**0.157**	**0.158**	0.050	0.051	**0.094**	**0.095**	0.050	0.044

หมายเหตุ เลขตัวหนาขีดเส้นใต้ หมายถึง สถิติทดสอบนั้นๆ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 กรณี 3 ประชากร

1.1.1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 และสถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบทีจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่าง (13, 13, 13) และ (55, 60, 65) สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

1.1.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 และสถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบทีจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3$ จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran กรณี 4 ประชากร แสดงดังตารางที่ 8 และ 9 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที				การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	0.011	0.009	0.009	**0.003**	**0.189**	**0.195**	0.007	0.009	**0.625**	**0.619**	0.014	0.007
34, 34, 34, 34	0.015	0.015	0.008	0.008	**0.255**	**0.259**	0.009	0.010	**0.748**	**0.750**	0.006	0.011
55, 55, 55, 55	0.012	0.011	0.010	0.008	**0.337**	**0.343**	0.005	0.014	**0.789**	**0.794**	0.005	0.009
100, 100, 100, 100	0.013	0.013	0.014	0.010	**0.346**	**0.345**	0.007	0.009	**0.849**	**0.852**	0.010	0.009
13, 34, 34, 55	0.013	0.010	0.009	0.007	**0.246**	**0.251**	0.015	0.013	**0.739**	**0.739**	0.011	0.005
35, 40, 45, 50	0.011	0.011	0.011	0.009	**0.291**	**0.291**	0.008	0.009	**0.772**	**0.772**	0.006	0.009
55, 60, 65, 70	0.014	0.013	0.011	0.011	**0.308**	**0.309**	0.006	0.010	**0.797**	**0.798**	0.009	0.012
80, 90, 100, 100	0.013	0.013	0.012	0.014	**0.380**	**0.384**	0.006	0.013	**0.872**	**0.873**	0.009	0.006

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	**0.166**	**0.166**	0.014	0.011	**0.030**	**0.029**	0.010	**0.004**	**0.023**	**0.023**	0.005	**0.004**
34, 34, 34, 34	**0.219**	**0.219**	0.010	0.008	**0.044**	**0.047**	0.008	0.007	**0.030**	**0.028**	0.009	0.012
55, 55, 55, 55	**0.241**	**0.241**	0.008	0.010	**0.055**	**0.052**	0.009	0.009	**0.028**	**0.029**	0.010	0.006
100, 100, 100, 100	**0.255**	**0.254**	0.011	0.009	**0.068**	**0.065**	0.012	0.010	**0.032**	**0.031**	0.010	0.010
13, 34, 34, 55	**0.196**	**0.202**	0.009	0.011	**0.059**	**0.056**	0.014	0.008	**0.031**	**0.032**	0.012	0.005
35, 40, 45, 50	**0.237**	**0.232**	0.010	0.011	**0.062**	**0.058**	0.015	0.013	**0.026**	**0.027**	0.009	0.011
55, 60, 65, 70	**0.225**	**0.225**	0.010	0.008	**0.067**	**0.067**	0.014	0.011	**0.029**	**0.030**	0.011	0.010
80, 90, 100, 100	**0.266**	**0.264**	0.010	0.010	**0.063**	**0.060**	0.008	0.015	**0.027**	**0.030**	0.009	0.009

หมายเหตุ เลขตัวหนาขีดเส้นใต้ หมายถึง สถิติทดสอบนั้นๆ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที				การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	0.052	0.055	0.043	**0.023**	**0.326**	**0.337**	0.046	0.041	**0.747**	**0.753**	0.057	0.036
34, 34, 34, 34	0.054	0.056	0.048	0.042	**0.404**	**0.407**	0.036	0.043	**0.850**	**0.852**	0.044	0.049
55, 55, 55, 55	0.054	0.056	0.057	0.040	**0.492**	**0.498**	0.040	0.047	**0.869**	**0.870**	0.039	0.041
100, 100, 100, 100	0.051	0.050	0.051	0.056	**0.498**	**0.503**	0.040	0.044	**0.907**	**0.907**	0.037	0.048
13, 34, 34, 55	0.056	0.054	0.048	0.044	**0.383**	**0.393**	0.052	0.047	**0.850**	**0.853**	0.060	0.043
35, 40, 45, 50	0.050	0.051	0.054	0.042	**0.450**	**0.451**	0.041	0.045	**0.856**	**0.854**	0.045	0.042
55, 60, 65, 70	0.049	0.052	0.051	0.045	**0.490**	**0.489**	0.037	0.043	**0.860**	**0.860**	0.040	0.039
80, 90, 100, 100	0.051	0.051	0.047	0.043	**0.514**	**0.520**	0.044	0.052	**0.924**	**0.923**	**0.032**	0.045

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	**0.325**	**0.340**	0.047	**0.034**	**0.108**	**0.115**	0.044	**0.027**	**0.077**	**0.087**	0.043	**0.022**
34, 34, 34, 34	**0.378**	**0.384**	0.044	0.046	**0.160**	**0.166**	0.056	0.043	**0.085**	**0.093**	0.043	0.037
55, 55, 55, 55	**0.395**	**0.394**	0.046	0.054	**0.155**	**0.152**	0.052	0.051	**0.098**	**0.101**	0.046	0.043
100, 100, 100, 100	**0.435**	**0.436**	0.043	0.047	**0.180**	**0.180**	0.042	0.046	**0.112**	**0.112**	0.045	0.047
13, 34, 34, 55	**0.367**	**0.375**	0.053	0.041	**0.148**	**0.150**	0.053	0.050	**0.095**	**0.104**	0.037	0.040
35, 40, 45, 50	**0.405**	**0.408**	0.041	0.053	**0.151**	**0.156**	0.040	0.048	**0.103**	**0.107**	0.051	0.053
55, 60, 65, 70	**0.390**	**0.394**	0.042	0.046	**0.163**	**0.163**	0.048	0.047	**0.102**	**0.102**	0.045	0.044
80, 90, 100, 100	**0.421**	**0.421**	0.044	0.044	**0.168**	**0.173**	0.045	0.049	**0.104**	**0.105**	0.045	0.045

หมายเหตุ เลขตัวหนาขีดเส้นใต้ หมายถึง สถิติทดสอบนั้นๆ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 กรณี 4 ประชากร

1.2.1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 และสถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบทีจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3$ จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 และสถิติทดสอบโอบรีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13)

1.2.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 และสถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบทีจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (80, 90, 100, 100) สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3$ จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 10$ จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 20$ จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran กรณี 5 ประชากร แสดงดังตารางที่ 10 และ 11 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที				การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	0.009	0.009	0.009	**0.004**	**0.216**	**0.225**	0.010	0.009	**0.731**	**0.722**	0.011	0.007
34, 34, 34, 34, 34	0.011	0.012	0.013	0.007	**0.328**	**0.324**	0.008	0.010	**0.856**	**0.860**	0.009	0.009
55, 55, 55, 55, 55	0.009	0.008	0.012	0.009	**0.398**	**0.404**	0.008	0.013	**0.901**	**0.900**	0.010	0.008
100, 100, 100, 100, 100	0.009	0.009	0.007	0.007	**0.435**	**0.434**	0.007	0.014	**0.917**	**0.920**	0.008	0.011
13, 13, 34, 34, 55	0.010	0.009	0.010	0.007	**0.275**	**0.288**	0.015	0.009	**0.788**	**0.783**	**0.024**	0.010
30, 35, 40, 45, 50	0.012	0.010	0.008	0.007	**0.353**	**0.355**	0.007	0.011	**0.851**	**0.851**	0.008	0.009
55, 55, 60, 65, 70	0.010	0.011	0.011	0.008	**0.383**	**0.383**	0.007	0.008	**0.885**	**0.884**	0.008	0.011
80, 90, 90, 100, 100	0.011	0.010	0.011	0.007	**0.431**	**0.432**	0.008	0.008	**0.916**	**0.917**	0.006	0.011

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	**0.210**	**0.219**	0.012	0.006	**0.035**	**0.043**	0.008	**0.003**	**0.029**	**0.033**	0.010	**0.002**
34, 34, 34, 34, 34	**0.275**	**0.276**	0.010	0.010	**0.077**	**0.080**	0.011	0.008	**0.028**	**0.027**	0.012	0.007
55, 55, 55, 55, 55	**0.280**	**0.280**	0.008	0.009	**0.079**	**0.082**	0.015	0.009	**0.030**	**0.032**	0.013	0.010
100, 100, 100, 100, 100	**0.312**	**0.315**	0.010	0.009	**0.081**	**0.079**	0.011	0.012	**0.038**	**0.034**	0.009	0.006
13, 13, 34, 34, 55	**0.244**	**0.249**	**0.021**	0.012	**0.050**	**0.053**	0.015	0.010	**0.026**	**0.027**	0.011	0.005
30, 35, 40, 45, 50	**0.288**	**0.287**	0.011	0.009	**0.072**	**0.074**	0.007	0.007	**0.023**	**0.023**	0.011	0.008
55, 55, 60, 65, 70	**0.299**	**0.306**	0.011	0.011	**0.065**	**0.064**	0.011	0.010	**0.034**	**0.037**	0.010	0.009
80, 90, 90, 100, 100	**0.344**	**0.343**	0.010	0.008	**0.081**	**0.083**	0.008	0.009	**0.031**	**0.031**	0.011	0.006

หมายเหตุ เลขตัวหนาขีดเส้นใต้ หมายถึง สถิติทดสอบนั้นๆ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ค่าประมาณของความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที				การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	0.047	0.049	0.039	**0.023**	**0.363**	**0.382**	0.039	0.042	**0.844**	**0.844**	0.056	0.038
34, 34, 34, 34, 34	0.048	0.053	0.041	0.041	**0.470**	**0.483**	0.040	0.052	**0.928**	**0.927**	0.037	0.040
55, 55, 55, 55, 55	0.056	0.056	0.044	0.040	**0.555**	**0.556**	0.046	0.055	**0.943**	**0.945**	0.039	0.039
100, 100, 100, 100, 100	0.045	0.047	0.041	0.040	**0.579**	**0.582**	0.049	0.054	**0.957**	**0.957**	0.041	0.053
13, 13, 34, 34, 55	0.048	0.048	0.047	0.037	**0.435**	**0.467**	0.058	0.041	**0.884**	**0.882**	0.047	0.043
30, 35, 40, 45, 50	0.049	0.049	0.054	0.043	**0.491**	**0.502**	0.048	0.052	**0.906**	**0.910**	0.036	0.044
55, 55, 60, 65, 70	0.056	0.058	0.058	0.047	**0.548**	**0.559**	0.041	0.051	**0.924**	**0.924**	0.047	0.047
80, 90, 90, 100, 100	0.052	0.054	0.049	0.044	**0.588**	**0.590**	0.040	0.052	**0.953**	**0.953**	0.036	0.050

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	**0.398**	**0.422**	0.064	**0.033**	**0.140**	**0.154**	0.048	**0.024**	**0.107**	**0.118**	0.044	**0.022**
34, 34, 34, 34, 34	**0.466**	**0.469**	0.050	0.047	**0.190**	**0.197**	0.056	0.040	**0.089**	**0.092**	0.047	0.038
55, 55, 55, 55, 55	**0.471**	**0.478**	0.041	0.045	**0.193**	**0.199**	0.058	0.049	**0.120**	**0.124**	0.048	0.044
100, 100, 100, 100, 100	**0.502**	**0.500**	0.048	0.046	**0.195**	**0.200**	0.051	0.046	**0.123**	**0.126**	0.043	0.048
13, 13, 34, 34, 55	**0.405**	**0.419**	**0.068**	0.043	**0.161**	**0.172**	0.056	0.047	**0.091**	**0.107**	0.050	0.038
30, 35, 40, 45, 50	**0.460**	**0.464**	0.047	0.040	**0.192**	**0.200**	0.047	0.041	**0.088**	**0.089**	0.047	0.042
55, 55, 60, 65, 70	**0.485**	**0.489**	0.049	0.050	**0.177**	**0.181**	0.049	0.045	**0.092**	**0.097**	0.044	0.041
80, 90, 90, 100, 100	**0.527**	**0.529**	0.041	0.050	**0.193**	**0.194**	0.053	0.051	**0.118**	**0.119**	0.043	0.047

หมายเหตุ เลขตัวหนาขีดเส้นใต้ หมายถึง สถิติทดสอบนั้นๆ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 กรณี 5 ประชากร

1.3.1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 และสถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบทีจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 34, 34, 55) สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3$ จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 34, 34, 55)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และ 20 จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13, 13)

1.3.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบทีจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลจะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 34, 34, 55) สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13, 13)

ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และ 20 จะได้ว่า

สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบ T_3 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13, 13)

2. การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด ในแต่ละการแจกแจง ระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบและระดับของขนาดตัวอย่างที่กำหนด พิจารณาเฉพาะสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 กรณี 3 ประชากร

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 3 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	0.163	0.014	0.012	0.009	-	-	-	-	-
	0.816	0.150	0.146	0.061	-	-	-	-	-
	1.633	0.381	0.358	0.107	-	-	-	-	-
	2.867	0.689	0.650	0.186	-	-	-	-	-
	3.300	0.750	0.714	0.232	-	-	-	-	-
	4.110	0.858	0.814	0.259	-	-	-	-	-
34, 34, 34	0.163	0.048	0.045	0.029	0.025	-	-	0.002	0.005
	0.816	0.593	0.584	0.387	0.412	-	-	0.003	0.005
	1.633	0.944	0.941	0.728	0.814	-	-	0.004	0.013
	2.867	0.999	0.999	0.926	0.982	-	-	0.004	0.013
	3.300	0.999	0.999	0.959	0.993	-	-	0.007	0.014
	4.110	1.000	1.000	0.965	0.998	-	-	0.011	0.018
55, 55, 55	0.163	0.055	0.054	0.042	0.040	-	-	0.004	0.006
	0.816	0.877	0.873	0.741	0.745	-	-	0.010	0.019
	1.633	0.999	0.999	0.990	0.995	-	-	0.012	0.019
	2.867	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.012	0.021
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.013	0.024
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.014	0.029
100, 100, 100	0.163	0.111	0.114	0.101	0.101	-	-	0.007	0.008
	0.816	0.992	0.991	0.985	0.978	-	-	0.011	0.028
	1.633	1.000	1.000	1.000	0.999	-	-	0.014	0.035
	2.867	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.020	0.046
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.021	0.051
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.022	0.064

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	0.163	-	-	0.009	0.003	-	-	0.010	0.004
	0.816	-	-	0.015	0.008	-	-	0.063	0.062
	1.633	-	-	0.015	0.012	-	-	0.106	0.137
	2.867	-	-	0.016	0.012	-	-	0.175	0.280
	3.300	-	-	0.018	0.014	-	-	0.252	0.370
	4.110	-	-	0.023	0.015	-	-	0.266	0.442
34, 34, 34	0.163	-	-	0.008	0.011	-	-	0.018	0.028
	0.816	-	-	0.018	0.044	-	-	0.198	0.357
	1.633	-	-	0.020	0.055	-	-	0.529	0.790
	2.867	-	-	0.019	0.065	-	-	0.809	0.963
	3.300	-	-	0.024	0.088	-	-	0.828	0.983
	4.110	-	-	0.014	0.058	-	-	0.902	0.994
55, 55, 55	0.163	-	-	0.010	0.015	-	-	0.025	0.041
	0.816	-	-	0.022	0.088	-	-	0.407	0.661
	1.633	-	-	0.023	0.141	-	-	0.802	0.976
	2.867	-	-	0.020	0.143	-	-	0.972	1.000
	3.300	-	-	0.021	0.140	-	-	0.981	1.000
	4.110	-	-	0.018	0.114	-	-	0.994	1.000
100, 100, 100	0.163	-	-	0.010	0.036	-	-	0.033	0.076
	0.816	-	-	0.051	0.348	-	-	0.753	0.945
	1.633	-	-	0.051	0.382	-	-	0.989	1.000
	2.867	-	-	0.035	0.330	-	-	1.000	1.000
	3.300	-	-	0.038	0.322	-	-	0.998	1.000
	4.110	-	-	0.030	0.254	-	-	1.000	1.000

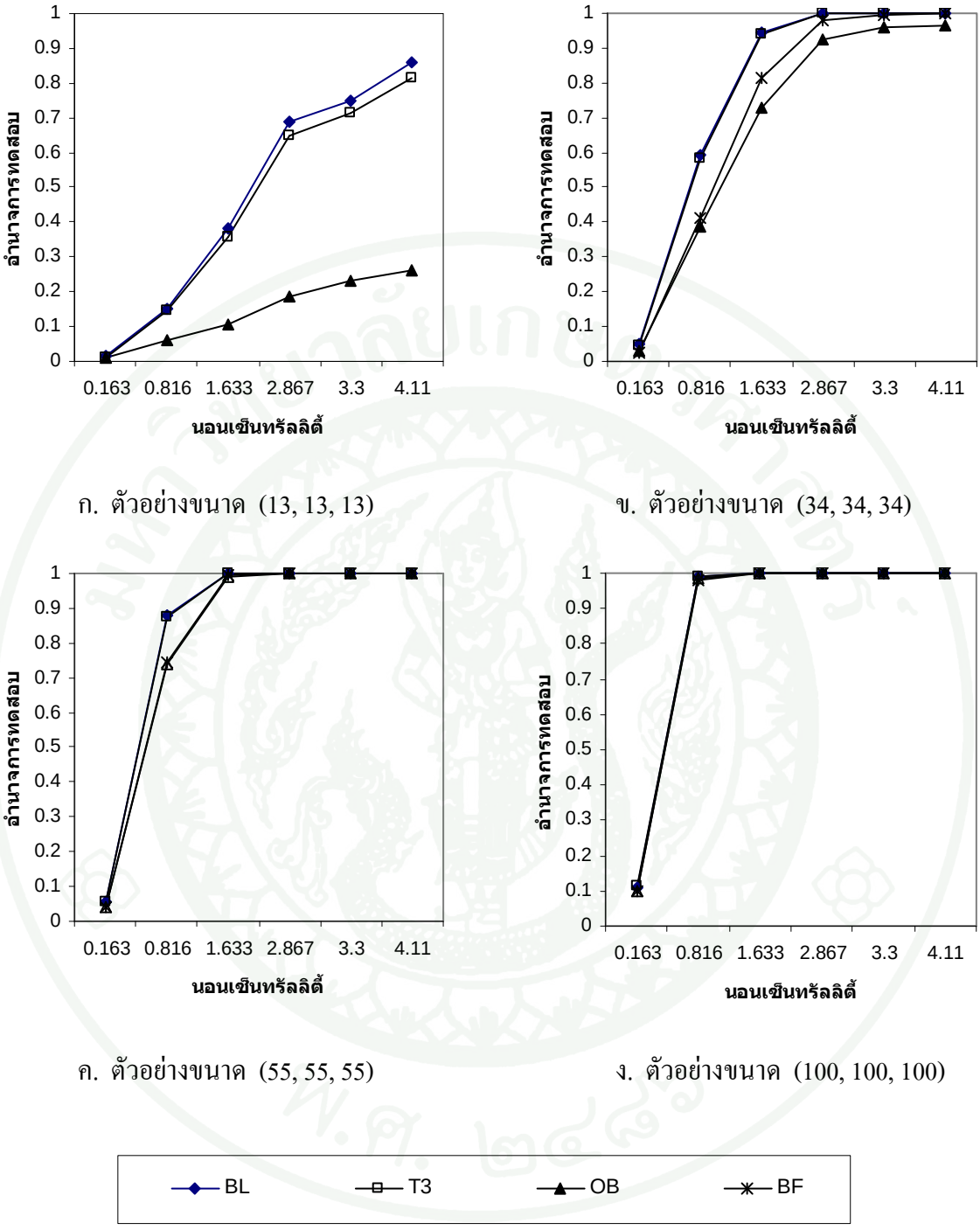
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	0.163	-	-	0.010	0.005	-	-	0.011	0.009
	0.816	-	-	0.050	0.049	-	-	0.069	0.056
	1.633	-	-	0.126	0.134	-	-	0.116	0.142
	2.867	-	-	0.194	0.283	-	-	0.203	0.287
	3.300	-	-	0.209	0.305	-	-	0.248	0.336
	4.110	-	-	0.249	0.396	-	-	0.253	0.399
34, 34, 34	0.163	-	-	0.018	0.026	-	-	0.024	0.028
	0.816	-	-	0.307	0.400	-	-	0.322	0.381
	1.633	-	-	0.672	0.809	-	-	0.704	0.833
	2.867	-	-	0.890	0.980	-	-	0.908	0.979
	3.300	-	-	0.921	0.988	-	-	0.938	0.991
	4.110	-	-	0.943	0.997	-	-	0.956	0.993
55, 55, 55	0.163	-	-	0.039	0.047	-	-	0.044	0.044
	0.816	-	-	0.622	0.744	-	-	0.669	0.730
	1.633	-	-	0.945	0.985	-	-	0.965	0.987
	2.867	-	-	0.997	1.000	-	-	0.999	1.000
	3.300	-	-	0.994	1.000	-	-	0.998	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100	0.163	-	-	0.073	0.090	-	-	0.076	0.092
	0.816	-	-	0.942	0.978	-	-	0.957	0.971
	1.633	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.867	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.300	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13)

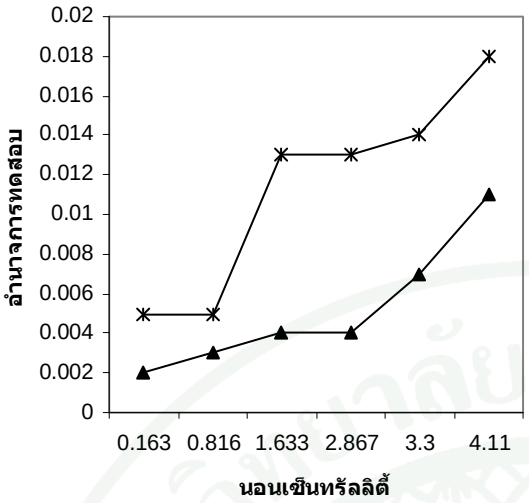
ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55)

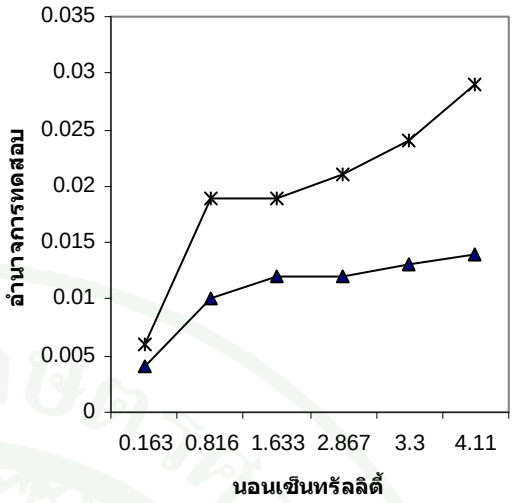
ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100)

ภาพที่ 2 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

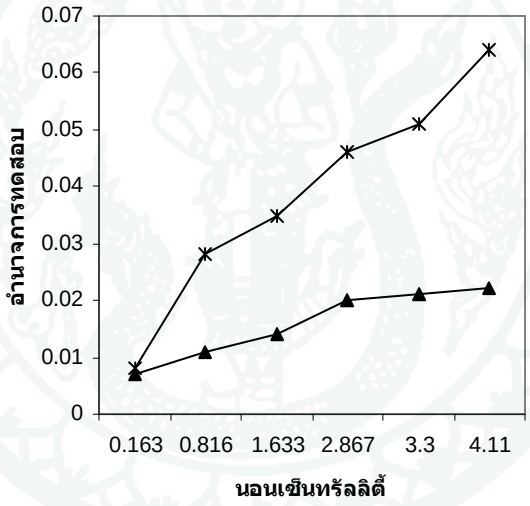
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34)



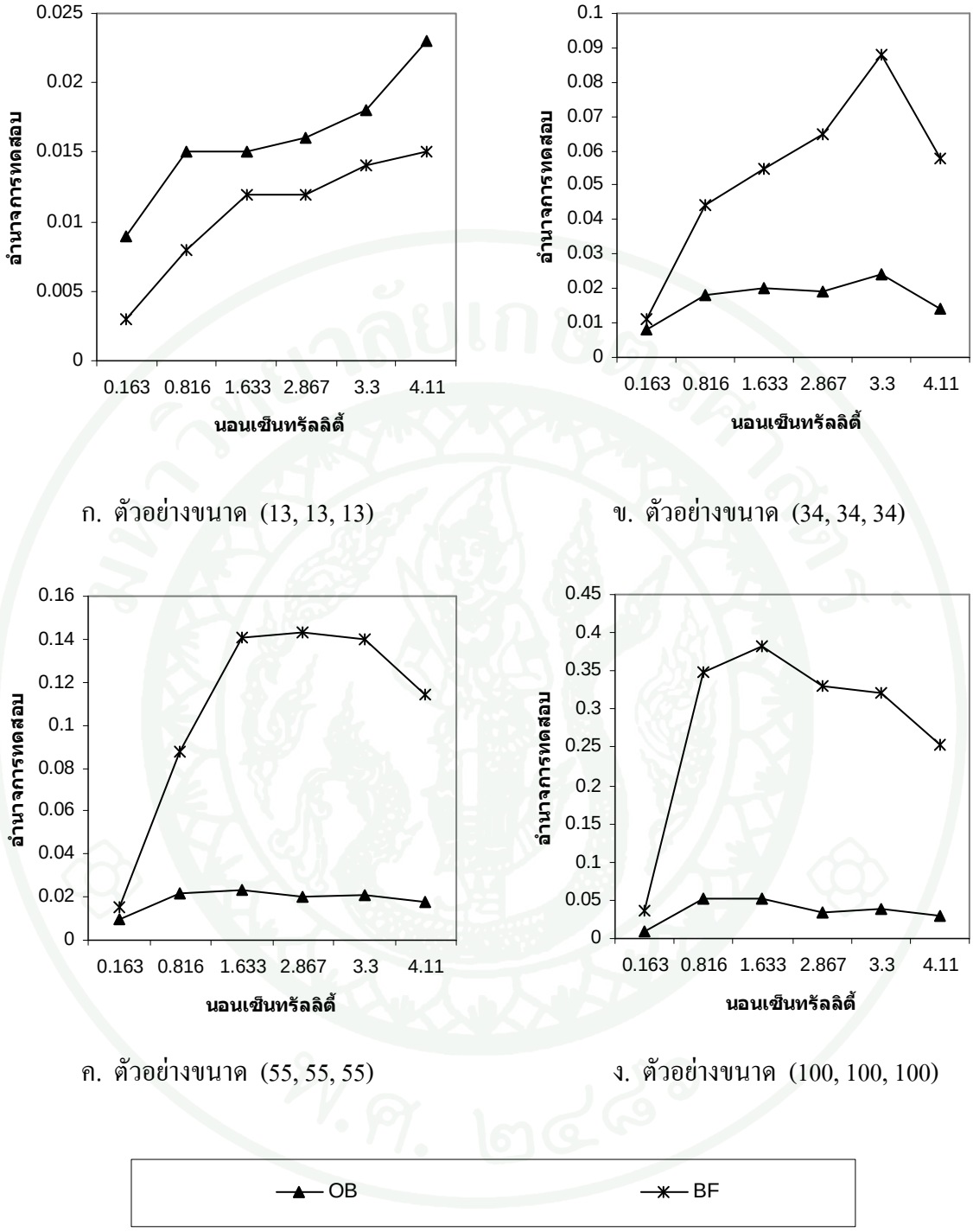
ข. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55)



ค. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100)

ภาพที่ 3 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13)

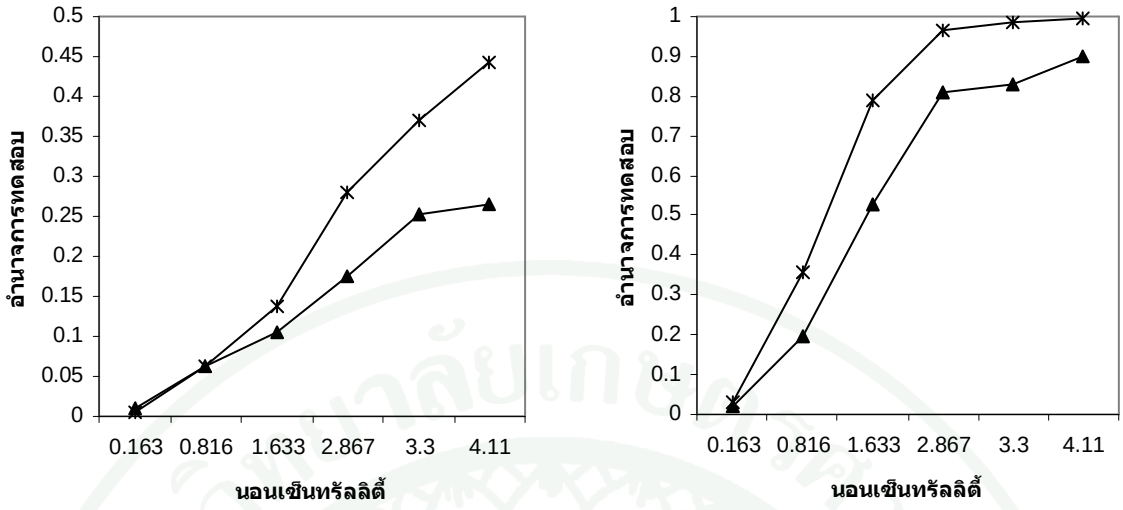
ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55)

ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100)

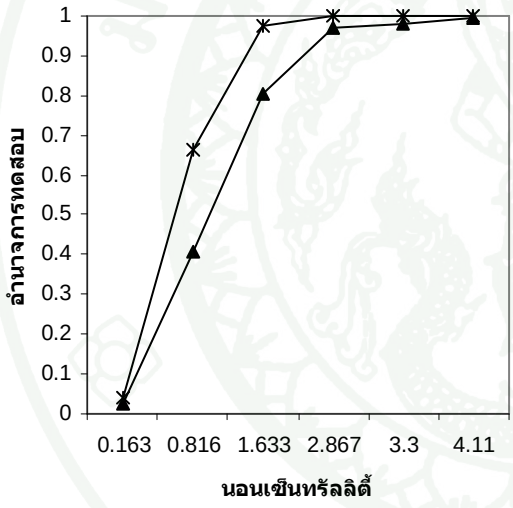
ภาพที่ 4 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

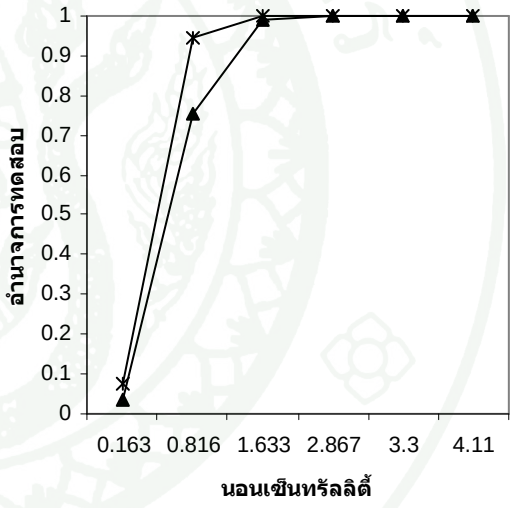


ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13)

ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34)



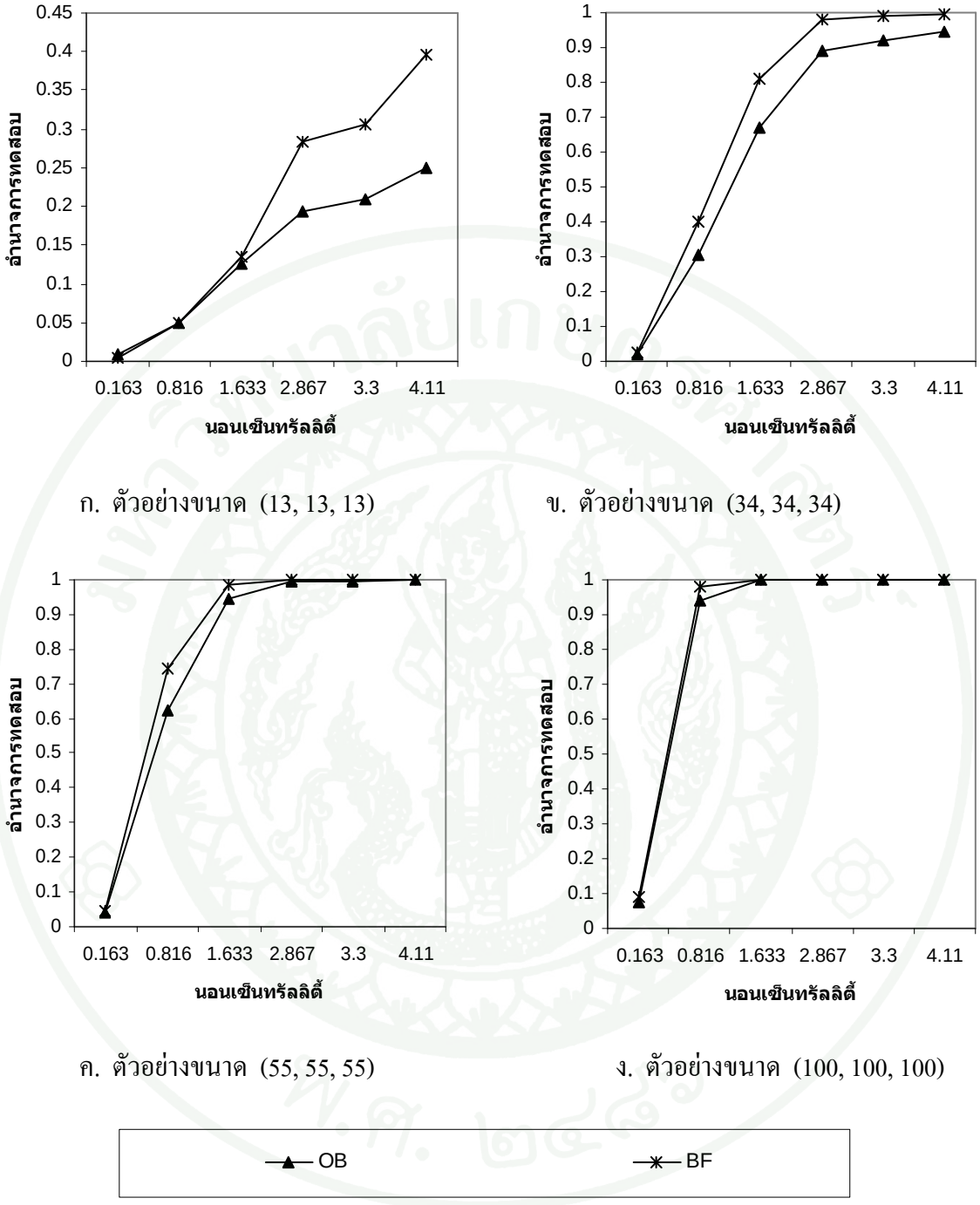
ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55)



ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100)

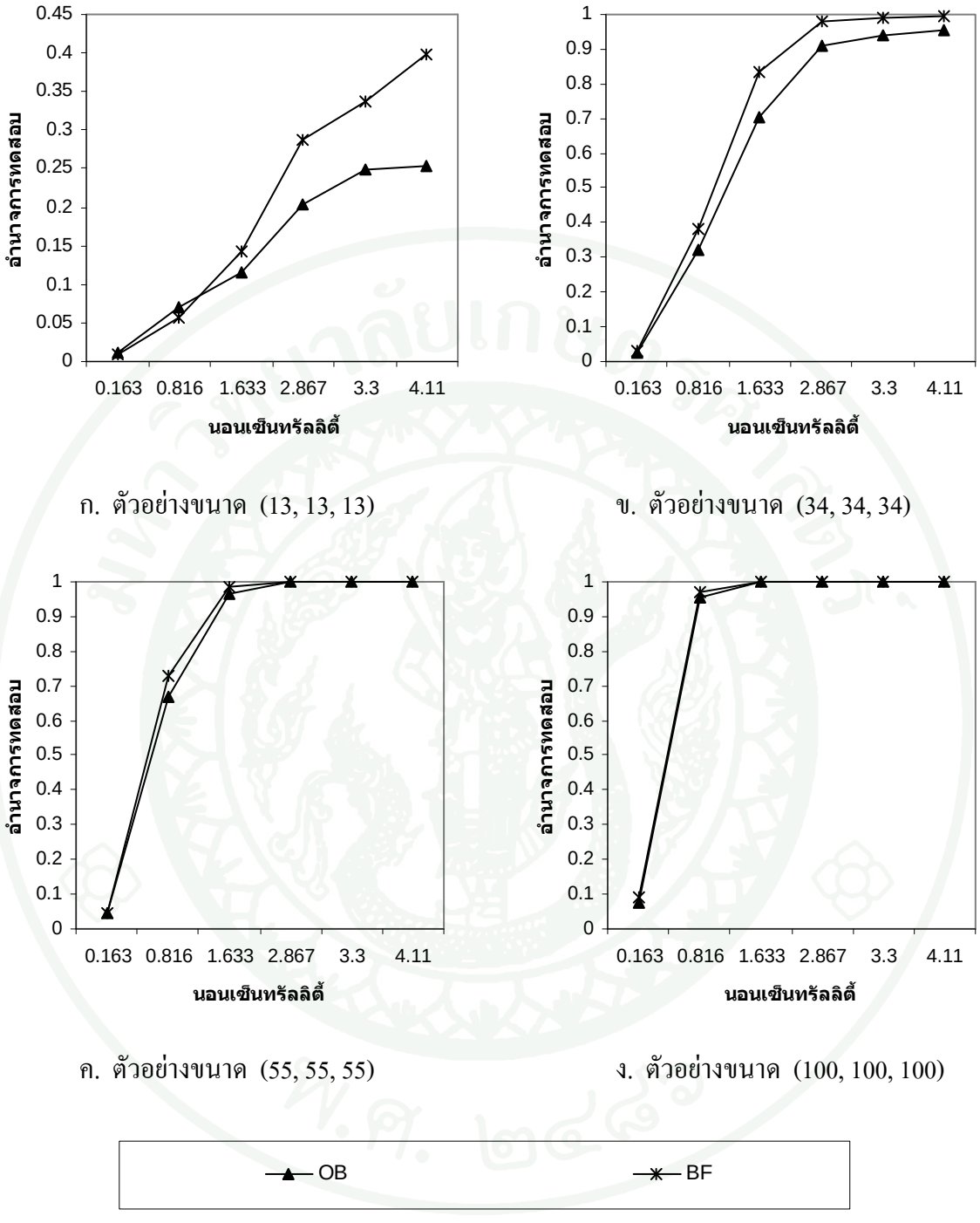
ภาพที่ 5 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.1 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 12 และภาพที่ 2 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 12 และภาพที่ 3 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า สถิติทดสอบโอบรีนในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 12 และภาพที่ 4 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า สถิติทดสอบโอบรีนในทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 13, 13, 13 นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 12 และภาพที่ 5 – 7 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า สถิติทดสอบโอบรีนในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 3 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 50	0.163	0.027	0.019	0.011	0.021	-	-	0.010	0.005
	0.816	0.295	0.260	0.089	0.179	-	-	0.003	0.004
	1.633	0.650	0.585	0.196	0.407	-	-	0002	0.006
	2.867	0.917	0.872	0.406	0.714	-	-	0.003	0.002
	3.300	0.953	0.928	0.505	0.790	-	-	0.002	0.002
	4.110	0.980	0.965	0.537	0.832	-	-	0.001	0.002
35, 45, 55	0.163	0.036	0.031	0.022	0.026	-	-	0.005	0.006
	0.816	0.700	0.675	0.425	0.521	-	-	0.005	0.011
	1.633	0.985	0.98	0.828	0.914	-	-	0.006	0.011
	2.867	1.000	1.000	0.979	0.997	-	-	0.005	0.012
	3.300	1.000	1.000	0.991	0.998	-	-	0.004	0.012
	4.110	1.000	1.000	0.983	1.000	-	-	0.004	0.012
55, 60, 65	0.163	0.059	0.060	0.046	0.038	-	-	0.005	0.010
	0.816	0.899	0.895	0.759	0.790	-	-	0.005	0.010
	1.633	1.000	1.000	0.989	0.991	-	-	0.007	0.020
	2.867	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.005	0.019
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.007	0.021
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.007	0.020
80, 90, 100	0.163	0.109	0.108	0.086	0.079	-	-	0.005	0.010
	0.816	0.991	0.991	0.965	0.956	-	-	0.006	0.014
	1.633	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.007	0.017
	2.867	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.007	0.020
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.010	0.031
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.009	0.035

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 50	0.163	-	-	0.007	0.006	-	-	0.013	0.015
	0.816	-	-	0.001	0.005	-	-	0.046	0.137
	1.633	-	-	0.001	0.003	-	-	0.131	0.380
	2.867	-	-	0.001	0.003	-	-	0.320	0.687
	3.300	-	-	0.000	0.002	-	-	0.437	0.808
	4.110	-	-	0.000	0.000	-	-	0.453	0.841
35, 45, 55	0.163	-	-	0.002	0.006	-	-	0.015	0.027
	0.816	-	-	0.009	0.050	-	-	0.261	0.495
	1.633	-	-	0.008	0.037	-	-	0.612	0.899
	2.867	-	-	0.003	0.037	-	-	0.848	0.986
	3.300	-	-	0.003	0.034	-	-	0.900	0.996
	4.110	-	-	0.004	0.034	-	-	0.931	1.000
55, 60, 65	0.163	-	-	0.005	0.012	-	-	0.030	0.051
	0.816	-	-	0.013	0.095	-	-	0.433	0.719
	1.633	-	-	0.012	0.133	-	-	0.841	0.986
	2.867	-	-	0.007	0.120	-	-	0.977	1.000
	3.300	-	-	0.013	0.132	-	-	0.982	1.000
	4.110	-	-	0.009	0.086	-	-	0.991	1.000
80, 90, 100	0.163	-	-	0.006	0.013	-	-	0.033	0.069
	0.816	-	-	0.022	0.214	-	-	0.670	0.904
	1.633	-	-	0.022	0.262	-	-	0.966	1.000
	2.867	-	-	0.016	0.210	-	-	0.997	1.000
	3.300	-	-	0.015	0.216	-	-	0.999	1.000
	4.110	-	-	0.013	0.136	-	-	1.000	1.000

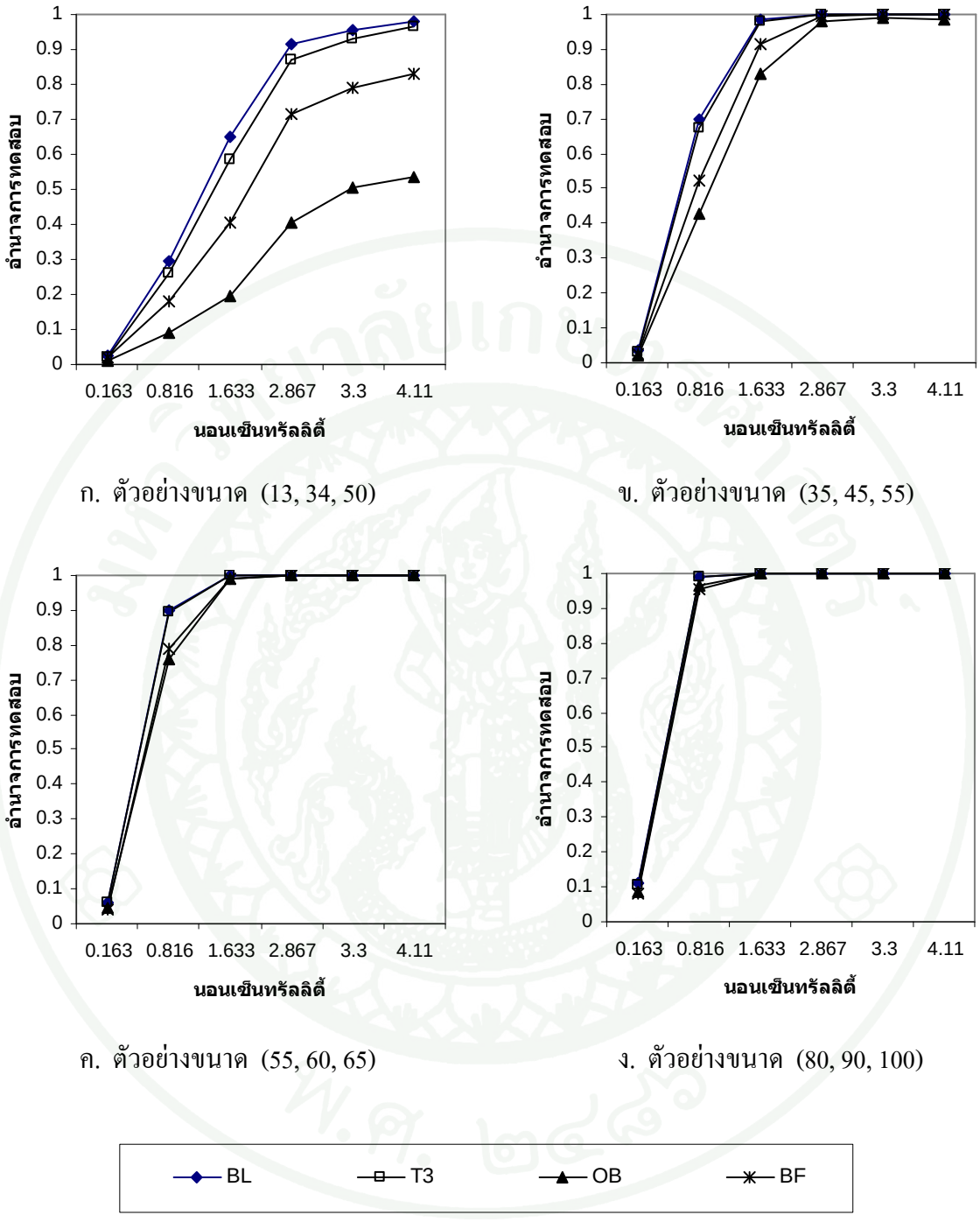
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 50	0.163	-	-	0.014	0.015	-	-	0.009	0.014
	0.816	-	-	0.073	0.172	-	-	0.087	0.180
	1.633	-	-	0.208	0.428	-	-	0.183	0.413
	2.867	-	-	0.375	0.694	-	-	0.376	0.716
	3.300	-	-	0.474	0.808	-	-	0.511	0.818
	4.110	-	-	0.500	0.855	-	-	0.537	0.889
35, 45, 55	0.163	-	-	0.025	0.040	-	-	0.022	0.023
	0.816	-	-	0.381	0.524	-	-	0.411	0.530
	1.633	-	-	0.769	0.921	-	-	0.808	0.924
	2.867	-	-	0.928	0.993	-	-	0.956	0.996
	3.300	-	-	0.973	0.999	-	-	0.975	0.999
	4.110	-	-	0.972	1.000	-	-	0.984	1.000
55, 60, 65	0.163	-	-	0.039	0.064	-	-	0.036	0.034
	0.816	-	-	0.662	0.778	-	-	0.677	0.761
	1.633	-	-	0.953	0.987	-	-	0.978	0.990
	2.867	-	-	0.999	0.999	-	-	0.998	1.000
	3.300	-	-	0.997	1.000	-	-	0.998	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
80, 90, 100	0.163	-	-	0.056	0.073	-	-	0.080	0.079
	0.816	-	-	0.886	0.948	-	-	0.904	0.944
	1.633	-	-	0.996	1.000	-	-	0.998	1.000
	2.867	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.300	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 34, 50)

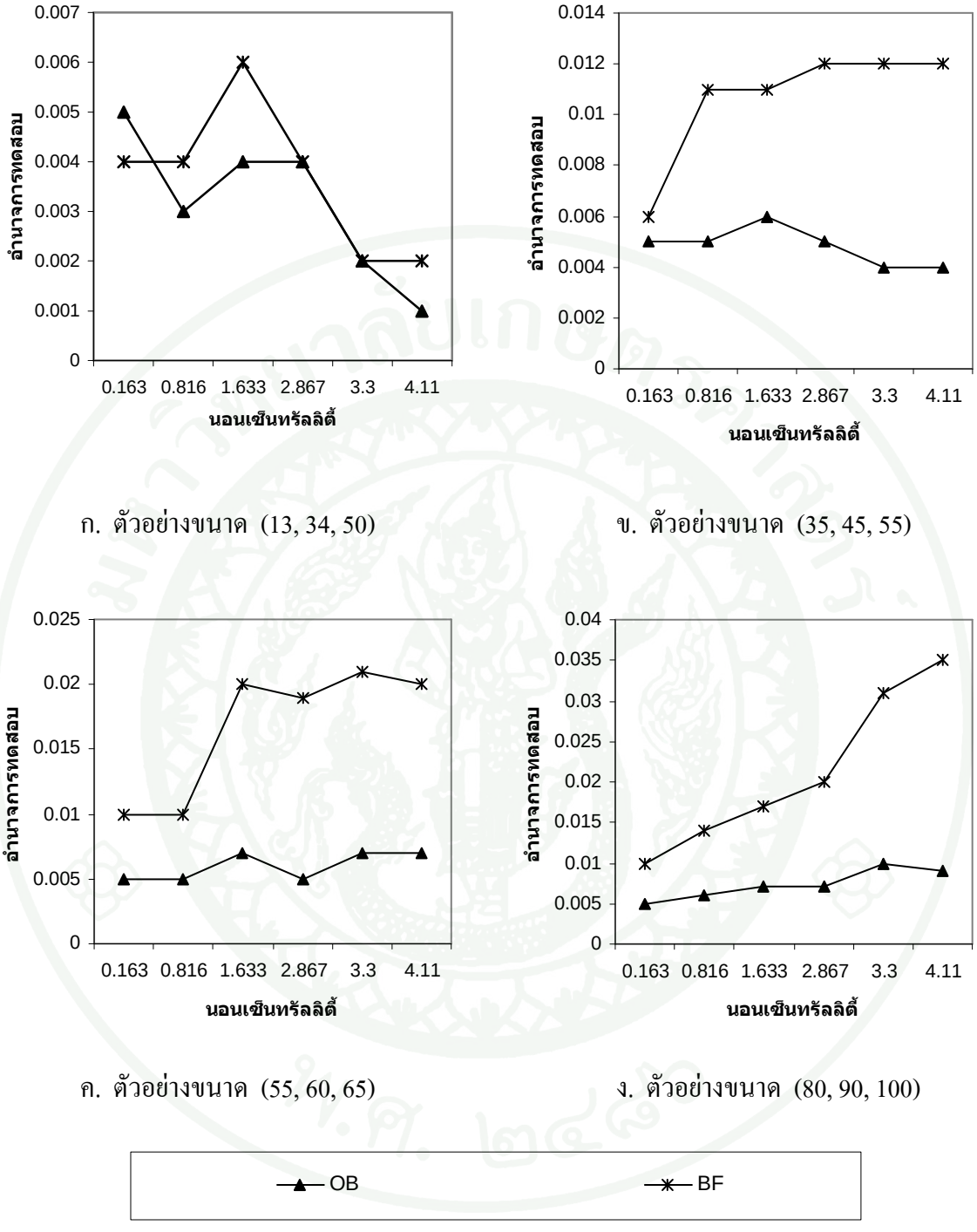
ข. ตัวอย่างขนาด (35, 45, 55)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 60, 65)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 100)

ภาพที่ 8 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 34, 50)

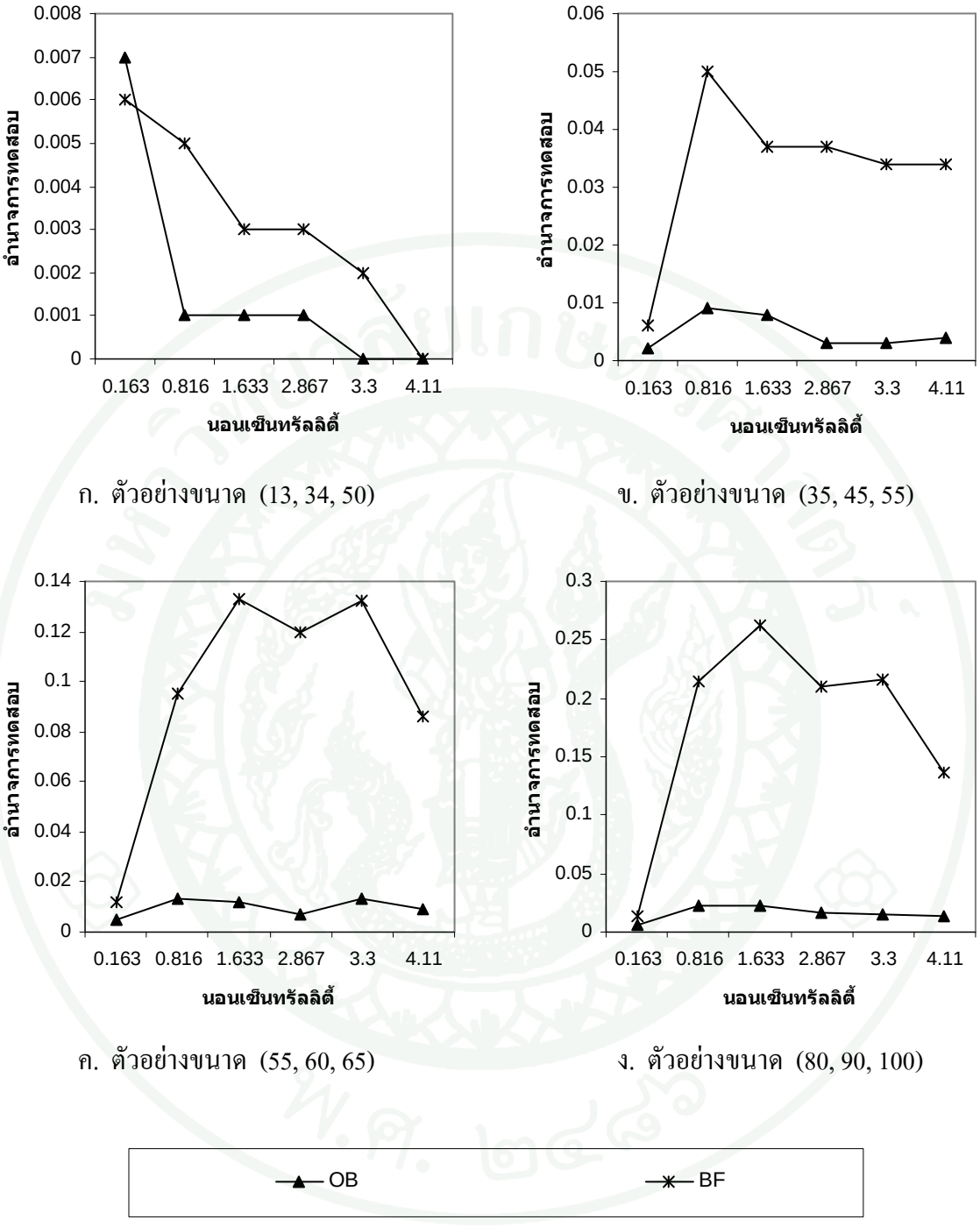
ข. ตัวอย่างขนาด (35, 45, 55)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 60, 65)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 100)

ภาพที่ 9 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 34, 50)

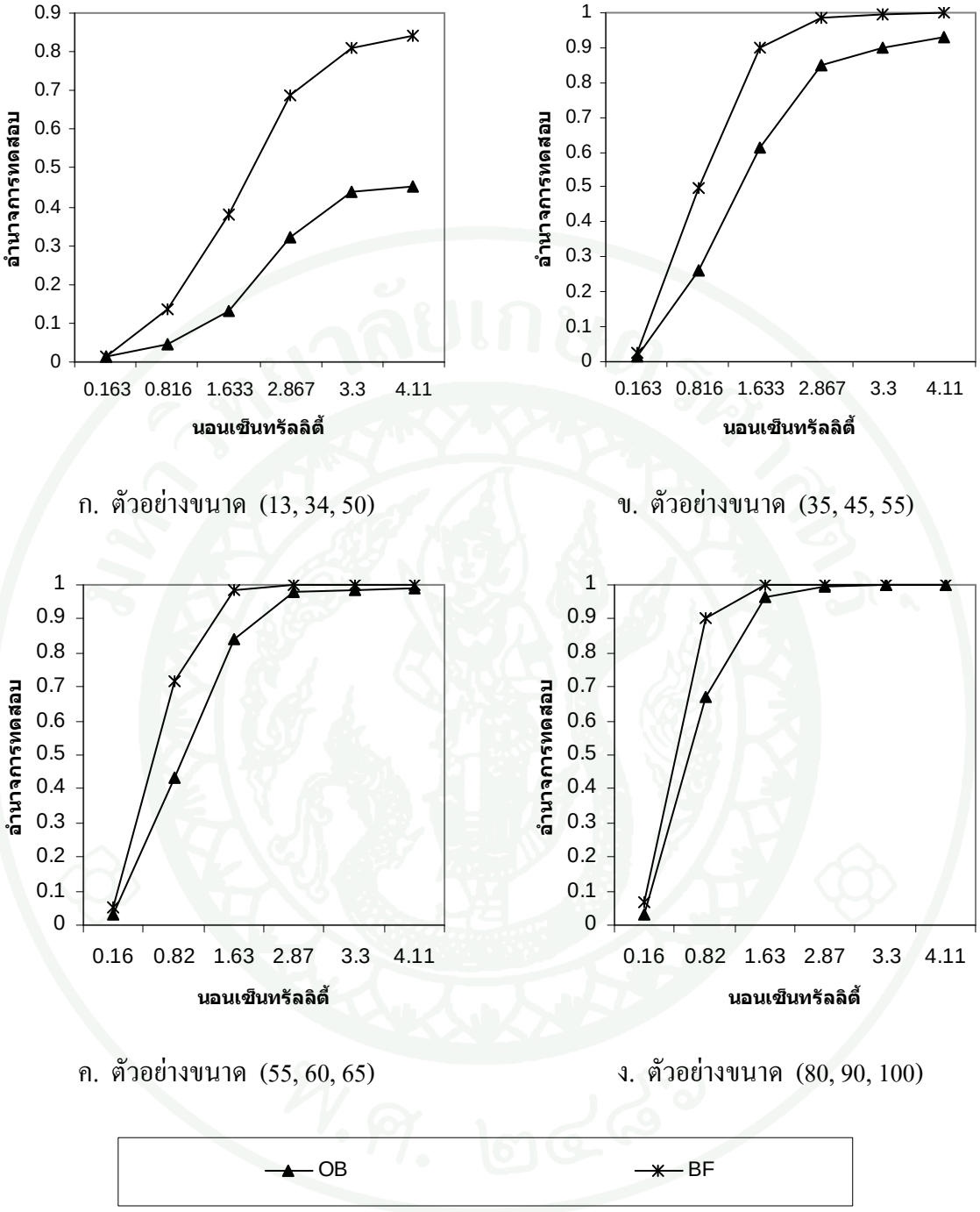
ข. ตัวอย่างขนาด (35, 45, 55)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 60, 65)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 100)

ภาพที่ 10 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 34, 50)

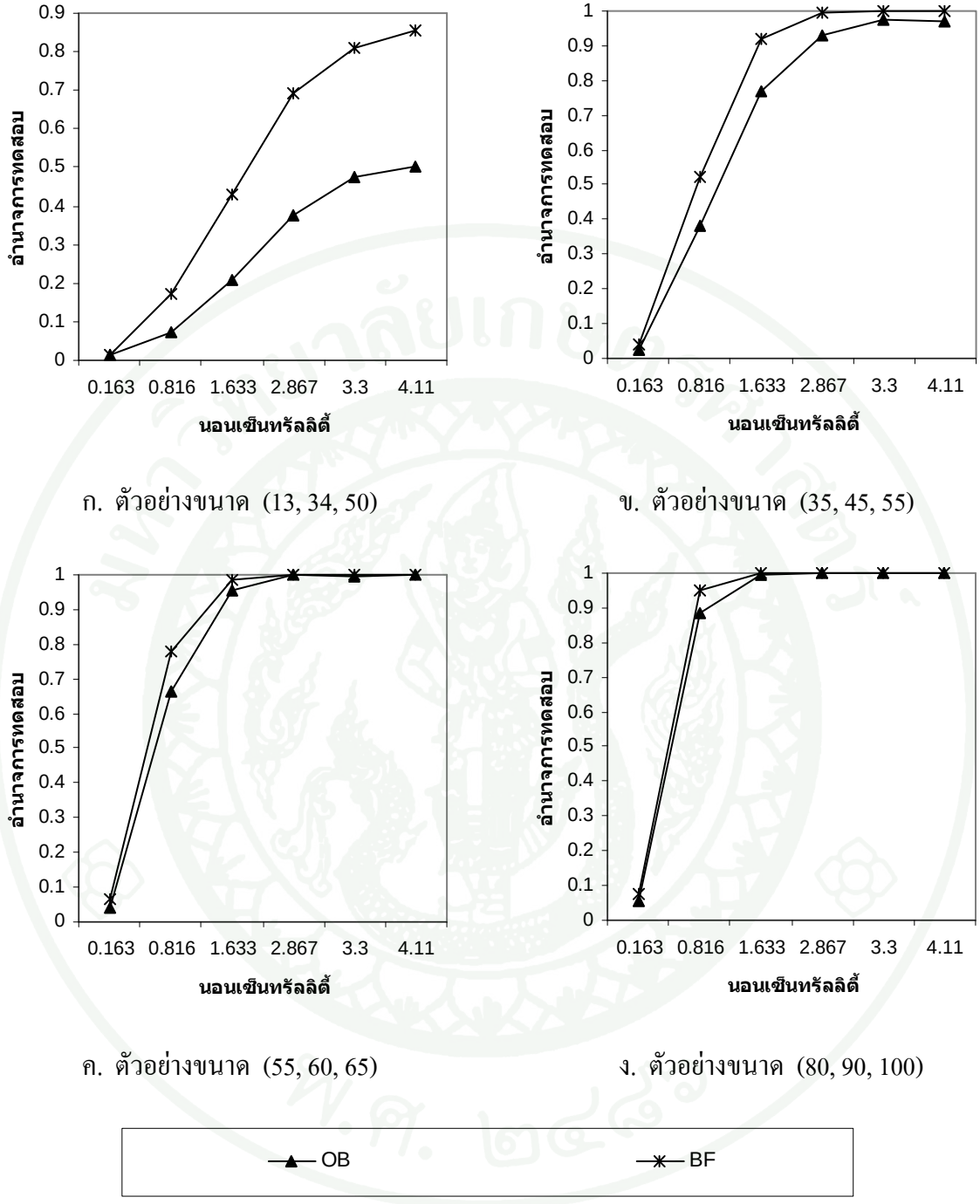
ข. ตัวอย่างขนาด (35, 45, 55)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 60, 65)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 100)

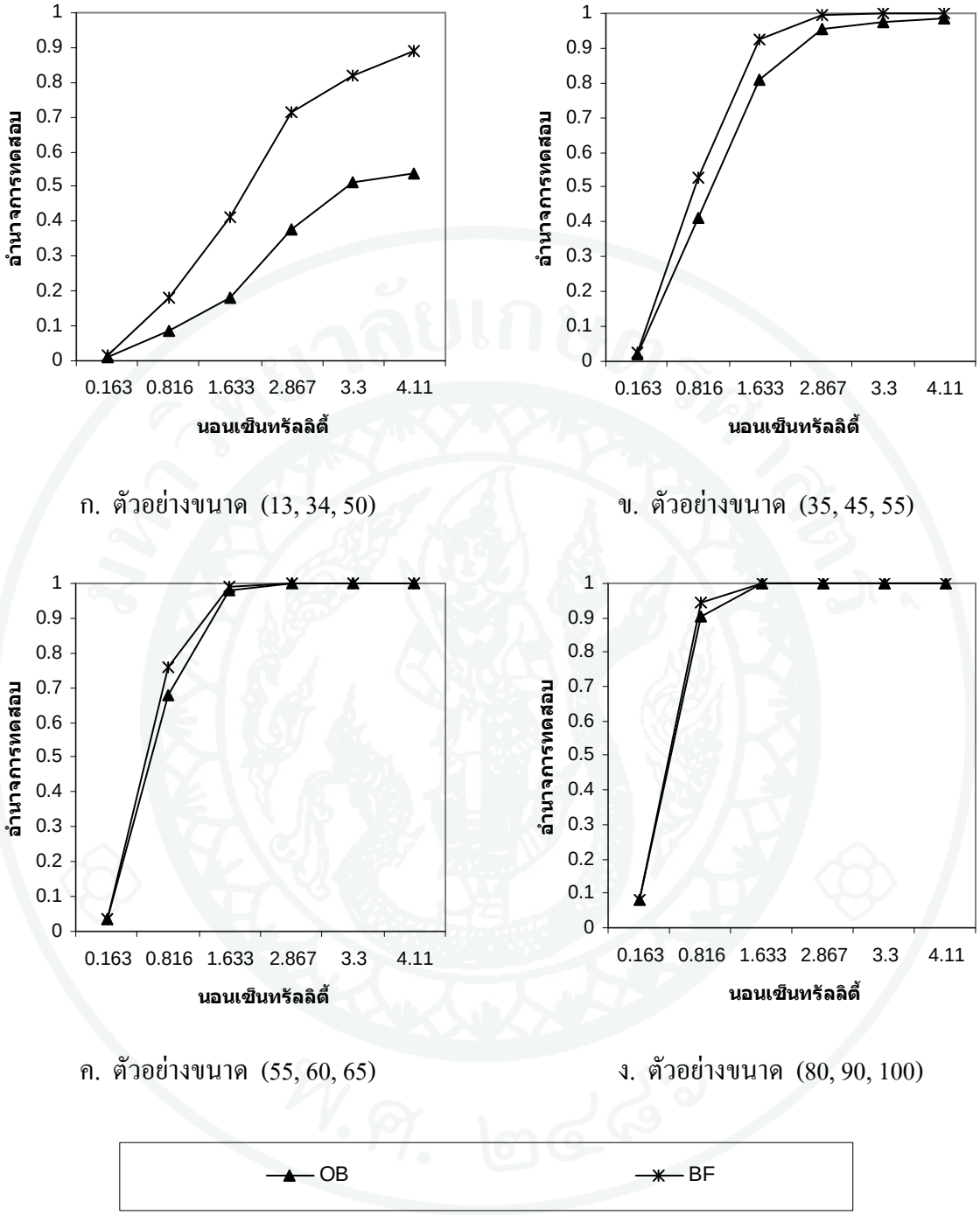
ภาพที่ 11 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 13 และภาพที่ 8 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 13 และภาพที่ 9 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 34 ,50)

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 13 และภาพที่ 10 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3, 10$ และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 13 และภาพที่ 11 – 13 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 3 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	0.163	0.060	0.068	0.049	-	-	-	-	-
	0.816	0.345	0.356	0.218	-	-	-	-	-
	1.633	0.668	0.667	0.365	-	-	-	-	-
	2.867	0.884	0.879	0.533	-	-	-	-	-
	3.300	0.915	0.921	0.560	-	-	-	-	-
	4.110	0.961	0.961	0.636	-	-	-	-	-
34, 34, 34	0.163	0.124	0.127	0.092	0.094	-	-	0.030	0.045
	0.816	0.810	0.802	0.703	0.673	-	-	0.033	0.048
	1.633	0.992	0.992	0.956	0.965	-	-	0.036	0.060
	2.867	1.000	1.000	0.997	0.999	-	-	0.038	0.076
	3.300	1.000	1.000	0.999	1.000	-	-	0.045	0.076
	4.110	1.000	1.000	0.999	1.000	-	-	0.050	0.077
55, 55, 55	0.163	0.155	0.156	0.142	0.125	-	-	0.042	0.041
	0.816	0.962	0.962	0.944	0.918	-	-	0.053	0.077
	1.633	1.000	1.000	0.999	0.998	-	-	0.057	0.094
	2.867	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.066	0.111
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.071	0.112
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.078	0.124
100, 100, 100	0.163	0.292	0.290	0.273	0.242	-	-	0.047	0.049
	0.816	0.998	0.998	0.997	0.995	-	-	0.073	0.130
	1.633	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.080	0.152
	2.867	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.105	0.193
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.114	0.204
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.118	0.217

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	0.163	-	-	0.044	0.029	-	-	0.050	0.038
	0.816	-	-	0.054	0.054	-	-	0.210	0.212
	1.633	-	-	0.057	0.071	-	-	0.325	0.408
	2.867	-	-	0.060	0.073	-	-	0.479	0.631
	3.300	-	-	0.061	0.078	-	-	0.542	0.676
	4.110	-	-	0.063	0.068	-	-	0.604	0.760
34, 34, 34	0.163	-	-	0.045	0.057	-	-	0.075	0.094
	0.816	-	-	0.080	0.197	-	-	0.461	0.619
	1.633	-	-	0.092	0.248	-	-	0.805	0.947
	2.867	-	-	0.096	0.266	-	-	0.954	0.993
	3.300	-	-	0.120	0.287	-	-	0.956	0.995
	4.110	-	-	0.078	0.207	-	-	0.974	0.999
55, 55, 55	0.163	-	-	0.047	0.064	-	-	0.106	0.138
	0.816	-	-	0.107	0.341	-	-	0.686	0.865
	1.633	-	-	0.121	0.405	-	-	0.944	0.993
	2.867	-	-	0.121	0.413	-	-	0.998	1.000
	3.300	-	-	0.100	0.402	-	-	0.997	1.000
	4.110	-	-	0.096	0.360	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100	0.163	-	-	0.064	0.138	-	-	0.139	0.214
	0.816	-	-	0.207	0.670	-	-	0.913	0.988
	1.633	-	-	0.187	0.699	-	-	0.997	1.000
	2.867	-	-	0.169	0.647	-	-	1.000	1.000
	3.300	-	-	0.167	0.623	-	-	1.000	1.000
	4.110	-	-	0.131	0.528	-	-	1.000	1.000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13	0.163	-	-	0.055	-	-	-	0.064	0.049
	0.816	-	-	0.199	-	-	-	0.213	0.187
	1.633	-	-	0.358	-	-	-	0.346	0.396
	2.867	-	-	0.532	-	-	-	0.499	0.610
	3.300	-	-	0.535	-	-	-	0.584	0.659
	4.110	-	-	0.598	-	-	-	0.626	0.770
34, 34, 34	0.163	-	-	0.090	0.090	-	-	0.102	0.090
	0.816	-	-	0.604	0.656	-	-	0.642	0.669
	1.633	-	-	0.906	0.954	-	-	0.943	0.967
	2.867	-	-	0.980	0.996	-	-	0.992	0.999
	3.300	-	-	0.991	1.000	-	-	0.994	0.999
	4.110	-	-	0.992	1.000	-	-	0.996	1.000
55, 55, 55	0.163	-	-	0.119	0.135	-	-	0.146	0.150
	0.816	-	-	0.871	0.909	-	-	0.885	0.901
	1.633	-	-	0.994	0.999	-	-	0.996	0.999
	2.867	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.300	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100	0.163	-	-	0.197	0.228	-	-	0.251	0.232
	0.816	-	-	0.988	0.996	-	-	0.996	0.995
	1.633	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.867	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.300	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 14 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 14 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 14 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3, 10$ และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 14 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวน เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 3 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 50	0.163	0.092	0.090	0.051	0.083	-	-	0.022	0.021
	0.816	0.543	0.521	0.292	0.435	-	-	0.024	0.027
	1.633	0.863	0.845	0.543	0.724	-	-	0.015	0.025
	2.867	0.988	0.985	0.782	0.942	-	-	0.016	0.028
	3.300	0.996	0.996	0.839	0.966	-	-	0.017	0.029
	4.110	0.999	0.998	0.864	0.976	-	-	0.019	0.028
35, 45, 55	0.163	0.143	0.142	0.102	0.117	-	-	0.029	0.048
	0.816	0.882	0.881	0.782	0.802	-	-	0.026	0.052
	1.633	0.997	0.997	0.981	0.981	-	-	0.022	0.051
	2.867	1.000	1.000	0.999	1.000	-	-	0.025	0.053
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.026	0.056
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.028	0.063
55, 60, 65	0.163	0.169	0.167	0.146	0.132	-	-	0.040	0.055
	0.816	0.978	0.977	0.949	0.943	-	-	0.046	0.077
	1.633	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.044	0.084
	2.867	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.053	0.104
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.056	0.103
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.059	0.107
80, 90, 100	0.163	0.267	0.264	0.236	0.213	-	-	0.038	0.058
	0.816	0.999	0.999	0.997	0.994	-	-	0.051	0.076
	1.633	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.056	0.091
	2.867	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.060	0.110
	3.300	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.078	0.166
	4.110	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.072	0.167

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 50	0.163	-	-	0.035	0.037	-	-	0.041	0.072
	0.816	-	-	0.011	0.045	-	-	0.177	0.386
	1.633	-	-	0.008	0.037	-	-	0.373	0.718
	2.867	-	-	0.006	0.031	-	-	0.648	0.928
	3.300	-	-	0.006	0.032	-	-	0.764	0.948
	4.110	-	-	0.004	0.023	-	-	0.783	0.965
35, 45, 55	0.163	-	-	0.022	0.056	-	-	0.074	0.100
	0.816	-	-	0.062	0.174	-	-	0.534	0.763
	1.633	-	-	0.044	0.188	-	-	0.855	0.982
	2.867	-	-	0.039	0.184	-	-	0.969	0.999
	3.300	-	-	0.028	0.192	-	-	0.986	1.000
	4.110	-	-	0.025	0.157	-	-	0.989	1.000
55, 60, 65	0.163	-	-	0.031	0.079	-	-	0.114	0.158
	0.816	-	-	0.086	0.345	-	-	0.718	0.894
	1.633	-	-	0.090	0.416	-	-	0.968	0.999
	2.867	-	-	0.081	0.384	-	-	0.997	1.000
	3.300	-	-	0.102	0.394	-	-	1.000	1.000
	4.110	-	-	0.075	0.304	-	-	0.999	1.000
80, 90, 100	0.163	-	-	0.039	0.097	-	-	0.126	0.199
	0.816	-	-	0.123	0.549	-	-	0.855	0.977
	1.633	-	-	0.112	0.574	-	-	0.997	1.000
	2.867	-	-	0.089	0.501	-	-	0.997	1.000
	3.300	-	-	0.117	0.516	-	-	1.000	1.000
	4.110	-	-	0.067	0.365	-	-	1.000	1.000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 50	0.163	-	-	0.051	0.076	-	-	0.053	0.073
	0.816	-	-	0.257	0.407	-	-	0.280	0.426
	1.633	-	-	0.520	0.726	-	-	0.517	0.754
	2.867	-	-	0.732	0.933	-	-	0.767	0.951
	3.300	-	-	0.833	0.950	-	-	0.854	0.969
	4.110	-	-	0.845	0.986	-	-	0.878	0.989
35, 45, 55	0.163	-	-	0.099	0.121	-	-	0.089	0.114
	0.816	-	-	0.708	0.796	-	-	0.726	0.775
	1.633	-	-	0.950	0.989	-	-	0.969	0.987
	2.867	-	-	0.992	0.999	-	-	0.997	1.000
	3.300	-	-	0.999	1.000	-	-	0.999	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
55, 60, 65	0.163	-	-	0.160	0.184	-	-	0.137	0.137
	0.816	-	-	0.878	0.929	-	-	0.902	0.915
	1.633	-	-	0.995	0.997	-	-	0.997	0.999
	2.867	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.300	-	-	1.000	1.000	-	-	0.999	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
80, 90, 100	0.163	-	-	0.169	0.206	-	-	0.217	0.223
	0.816	-	-	0.976	0.988	-	-	0.980	0.987
	1.633	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.867	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.300	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.110	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.4 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 15 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 15 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 15 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3, 10$ และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 15 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรณี 4 ประชากร

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	0.224	0.028	0.026	0.008	-	-	-	0.005	0.004
	1.118	0.240	0.231	0.084	-	-	-	0.005	0.004
	2.236	0.581	0.545	0.168	-	-	-	0.006	0.007
	2.586	0.652	0.562	0.149	-	-	-	0.006	0.011
	3.031	0.739	0.672	0.183	-	-	-	0.003	0.005
	4.380	0.876	0.824	0.265	-	-	-	0.002	0.002
34, 34, 34, 34	0.224	0.066	0.073	0.052	0.049	-	-	0.005	0.008
	1.118	0.843	0.830	0.599	0.654	-	-	0.003	0.008
	2.236	0.998	0.998	0.893	0.969	-	-	0.007	0.013
	2.586	1.000	0.999	0.882	0.979	-	-	0.006	0.012
	3.031	1.000	1.000	0.920	0.988	-	-	0.006	0.009
	4.380	1.000	1.000	0.977	1.000	-	-	0.005	0.009
55, 55, 55, 55	0.224	0.129	0.128	0.107	0.101	-	-	0.001	0.008
	1.118	0.985	0.982	0.919	0.926	-	-	0.010	0.016
	2.236	1.000	1.000	0.997	1.000	-	-	0.007	0.021
	2.586	1.000	1.000	0.998	1.000	-	-	0.007	0.017
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.007	0.017
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.012	0.023
100, 100, 100, 100	0.224	0.296	0.298	0.257	0.233	-	-	0.010	0.013
	1.118	1.000	1.000	1.000	0.999	-	-	0.011	0.039
	2.236	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.019	0.038
	2.586	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.012	0.039
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.013	0.040
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.016	0.042

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบลื่อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	0.224	-	-	0.016	0.007	-	-	0.021	0.015
	1.118	-	-	0.018	0.009	-	-	0.081	0.084
	2.236	-	-	0.016	0.007	-	-	0.168	0.219
	2.586	-	-	0.021	0.014	-	-	0.140	0.228
	3.031	-	-	0.017	0.011	-	-	0.183	0.292
	4.380	-	-	0.021	0.011	-	-	0.256	0.412
34, 34, 34, 34	0.224	-	-	0.009	0.017	-	-	0.042	0.038
	1.118	-	-	0.017	0.054	-	-	0.374	0.600
	2.236	-	-	0.018	0.053	-	-	0.716	0.929
	2.586	-	-	0.010	0.036	-	-	0.712	0.966
	3.031	-	-	0.010	0.040	-	-	0.789	0.982
	4.380	-	-	0.013	0.049	-	-	0.897	0.997
55, 55, 55, 55	0.224	-	-	0.015	0.025	-	-	0.046	0.075
	1.118	-	-	0.029	0.129	-	-	0.673	0.900
	2.236	-	-	0.019	0.112	-	-	0.939	1.000
	2.586	-	-	0.014	0.072	-	-	0.967	1.000
	3.031	-	-	0.009	0.068	-	-	0.975	1.000
	4.380	-	-	0.010	0.076	-	-	0.994	1.000
100, 100, 100, 100	0.224	-	-	0.023	0.063	-	-	0.094	0.175
	1.118	-	-	0.057	0.393	-	-	0.949	0.998
	2.236	-	-	0.034	0.310	-	-	1.000	1.000
	2.586	-	-	0.023	0.199	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	0.019	0.185	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	0.023	0.163	-	-	1.000	1.000

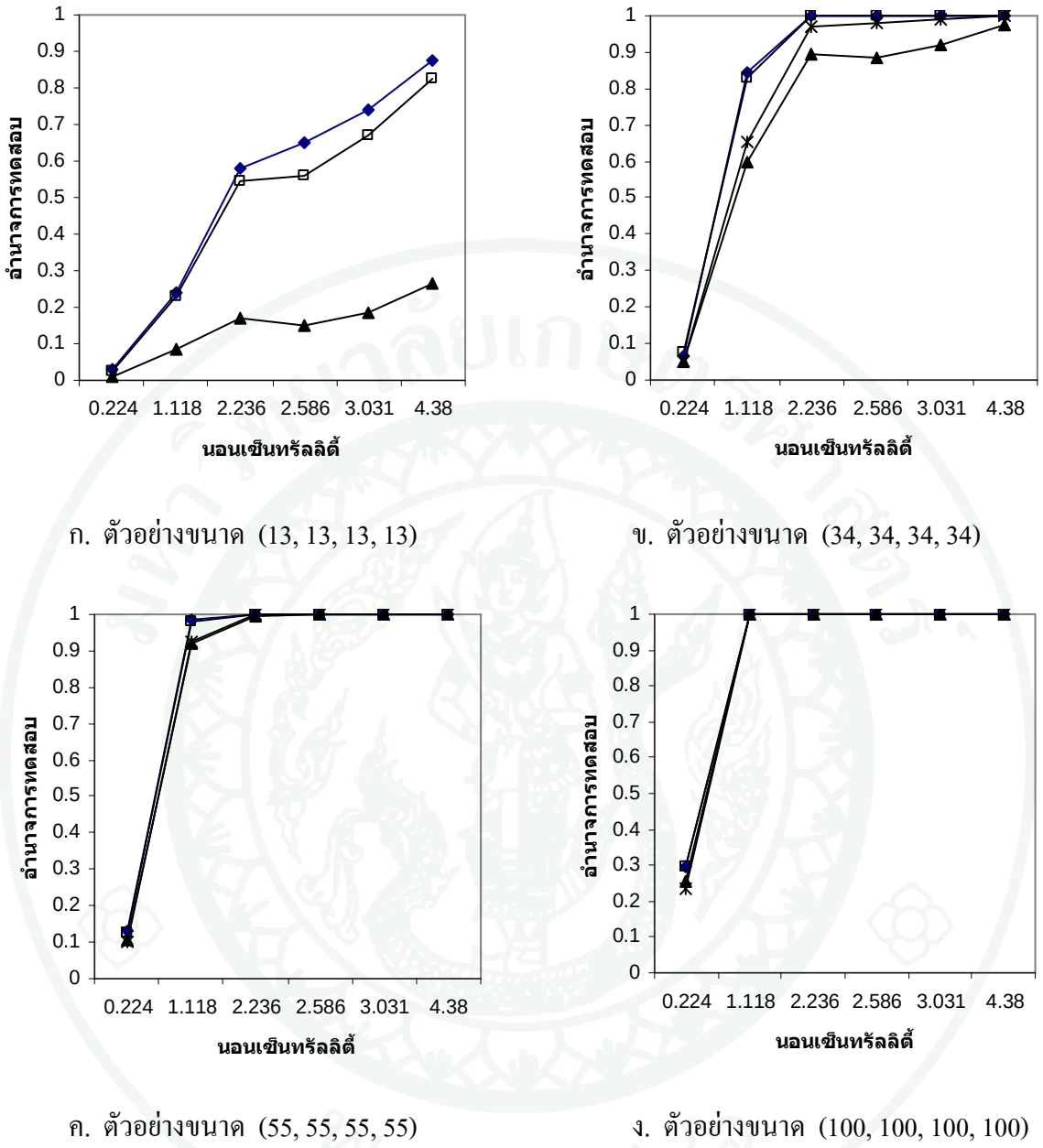
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	0.224	-	-	0.019	-	-	-	0.007	-
	1.118	-	-	0.086	-	-	-	0.082	-
	2.236	-	-	0.159	-	-	-	0.172	-
	2.586	-	-	0.141	-	-	-	0.169	-
	3.031	-	-	0.184	-	-	-	0.199	-
	4.380	-	-	0.252	-	-	-	0.245	-
34, 34, 34, 34	0.224	-	-	0.036	0.038	-	-	0.042	0.042
	1.118	-	-	0.499	0.609	-	-	0.545	0.644
	2.236	-	-	0.815	0.946	-	-	0.861	0.962
	2.586	-	-	0.832	0.969	-	-	0.860	0.981
	3.031	-	-	0.890	0.987	-	-	0.925	0.997
	4.380	-	-	0.947	0.998	-	-	0.968	0.997
55, 55, 55, 55	0.224	-	-	0.080	0.075	-	-	0.090	0.103
	1.118	-	-	0.823	0.920	-	-	0.871	0.918
	2.236	-	-	0.989	0.999	-	-	0.998	1.000
	2.586	-	-	0.993	1.000	-	-	0.995	1.000
	3.031	-	-	0.992	1.000	-	-	0.999	1.000
	4.380	-	-	0.999	1.000	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100, 100	0.224	-	-	0.184	0.224	-	-	0.181	0.187
	1.118	-	-	0.992	0.999	-	-	0.997	1.000
	2.236	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.586	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13)

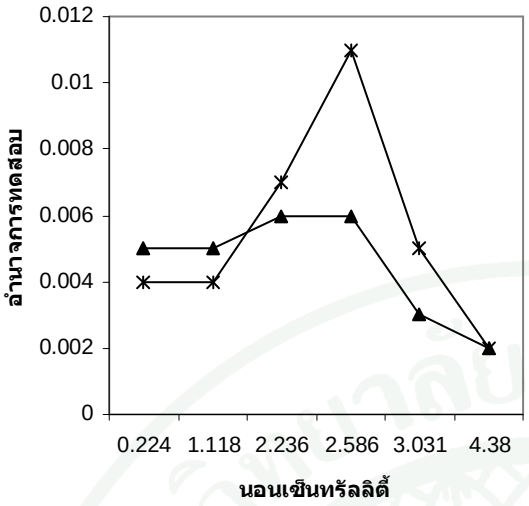
ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55)

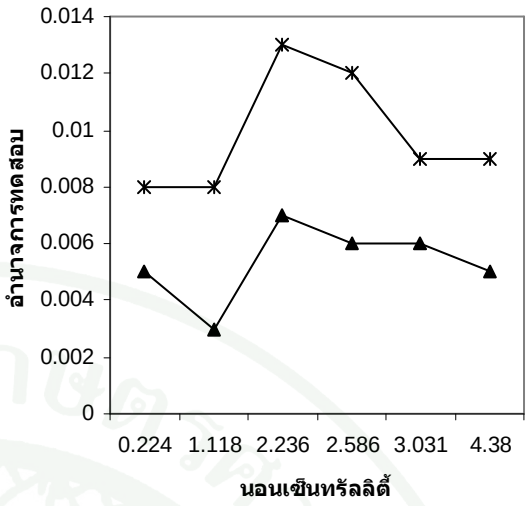
ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 14 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

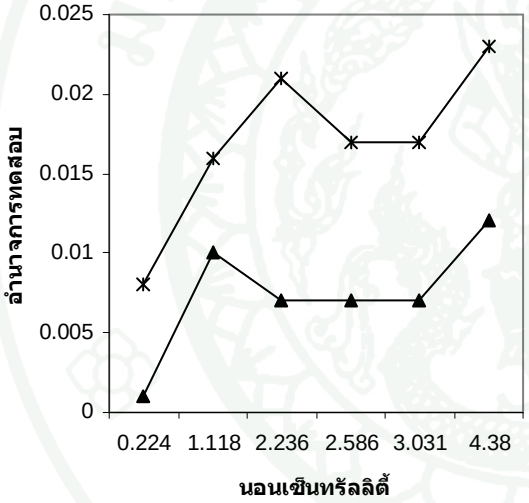
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



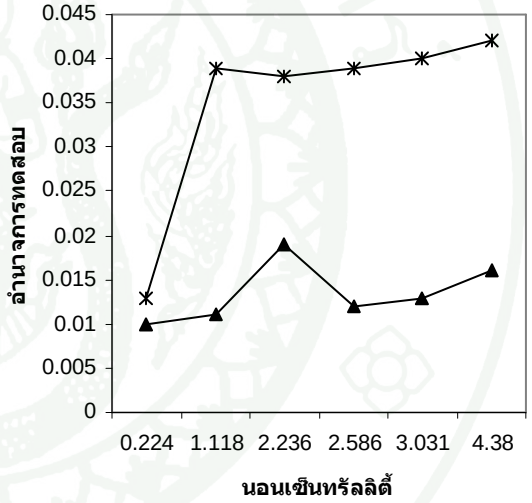
ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13)



ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34)



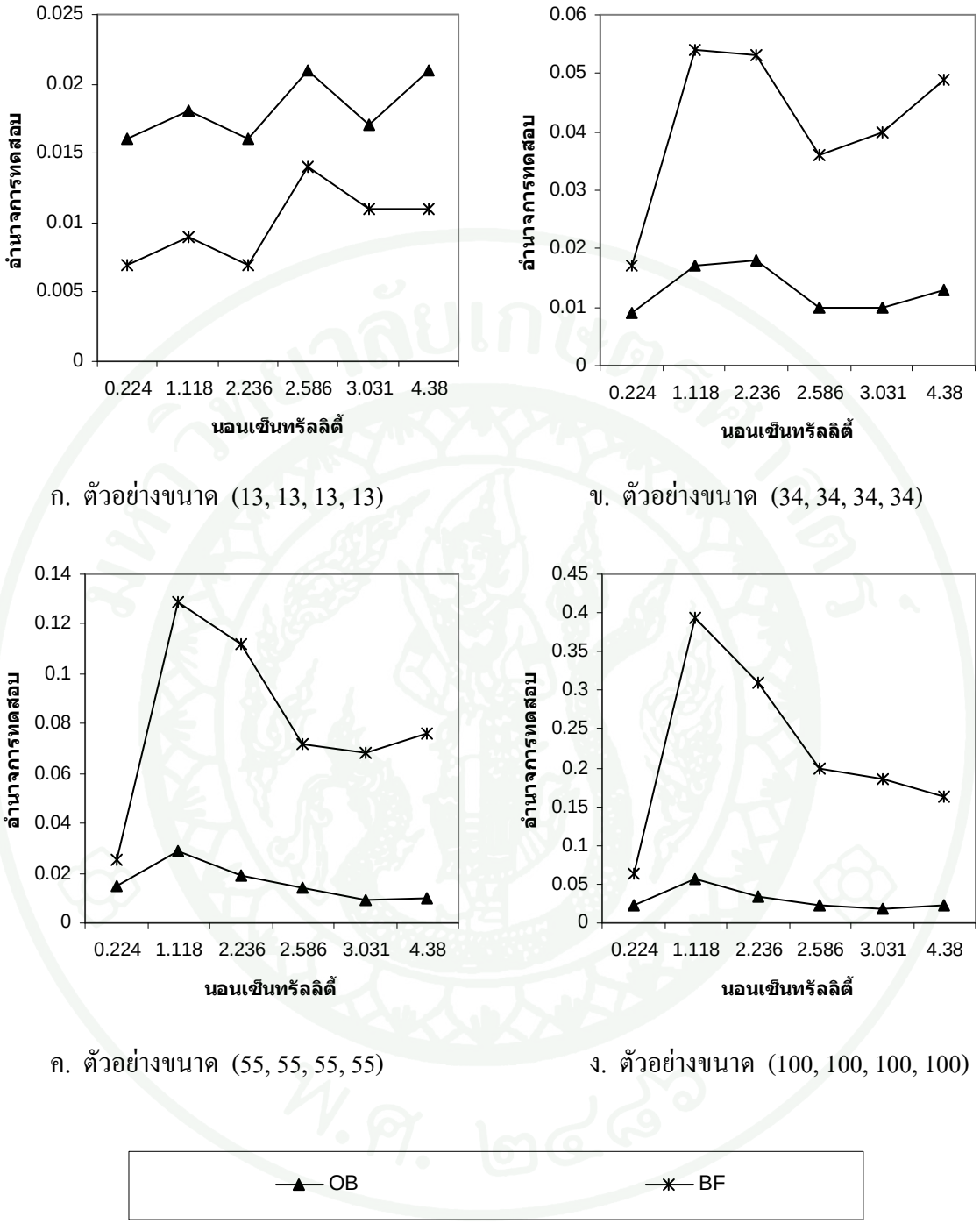
ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55)



ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 15 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13)

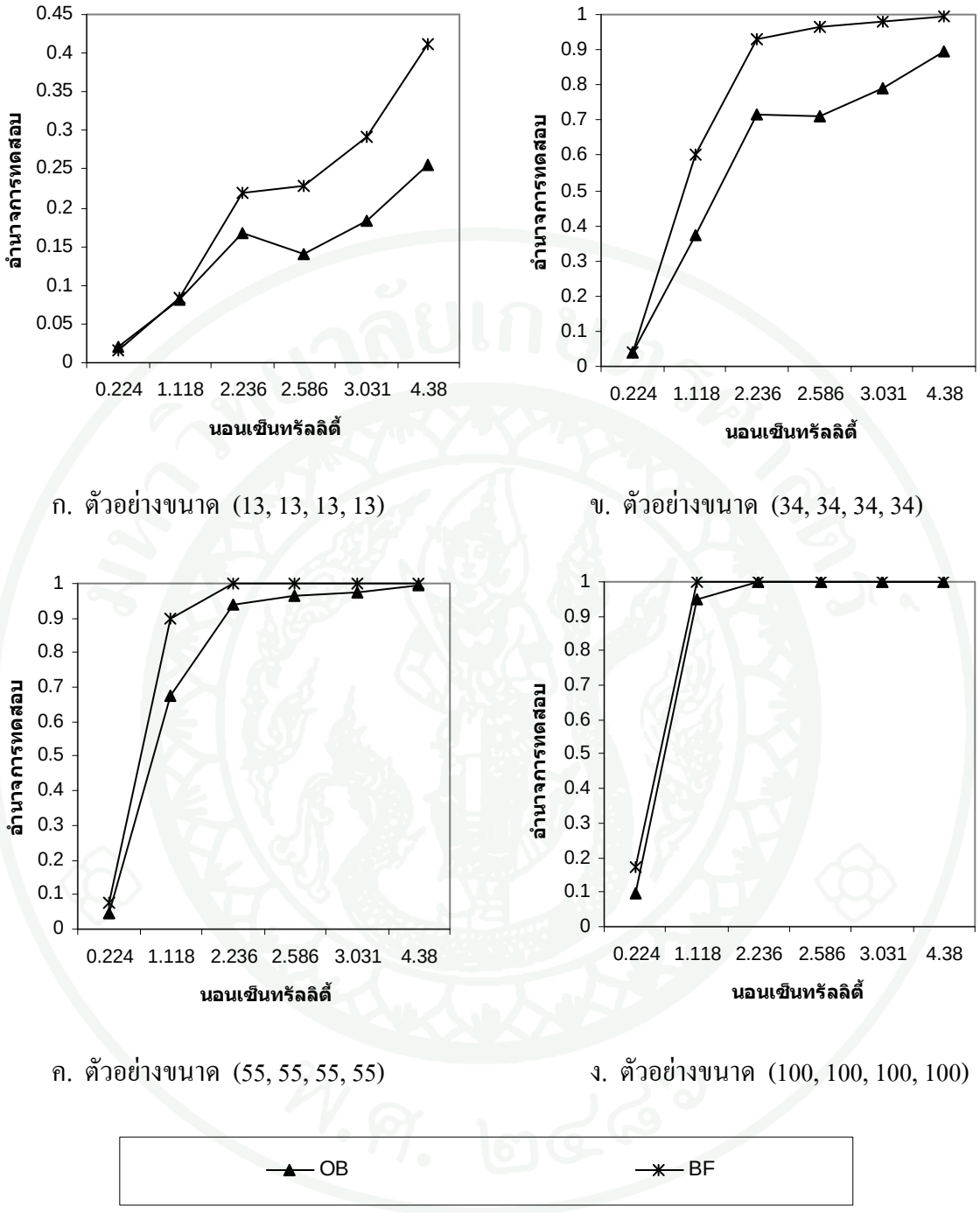
ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55)

ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 16 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13)

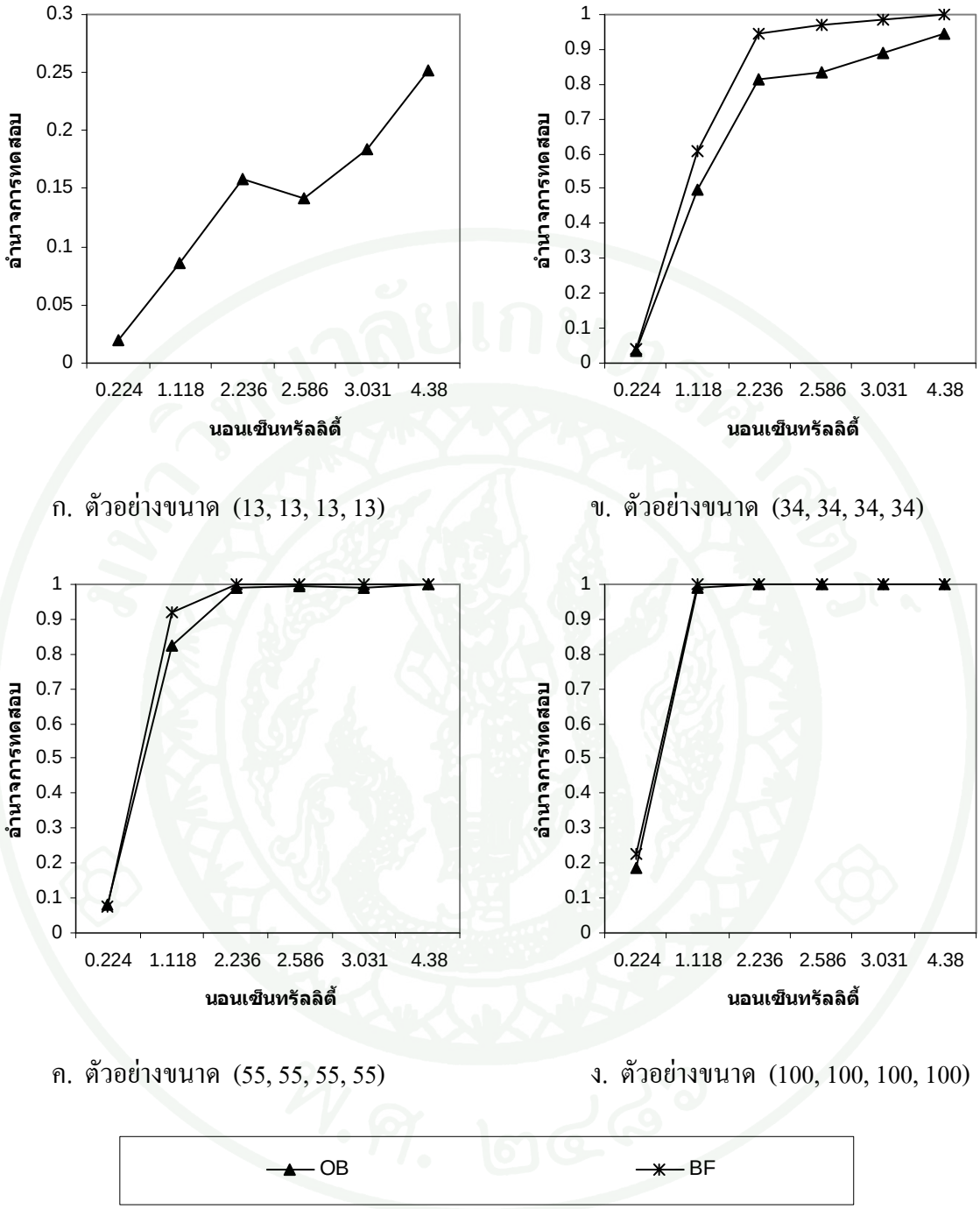
ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55)

ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 17 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13)

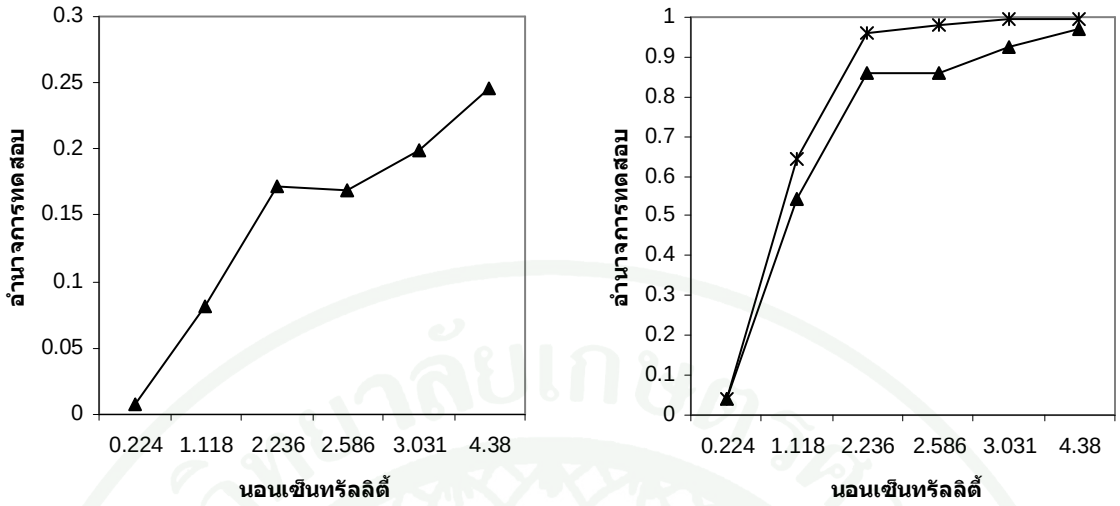
ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55)

ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100)

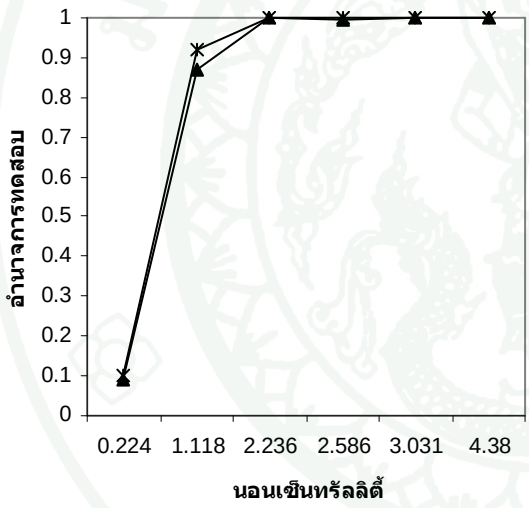
ภาพที่ 18 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

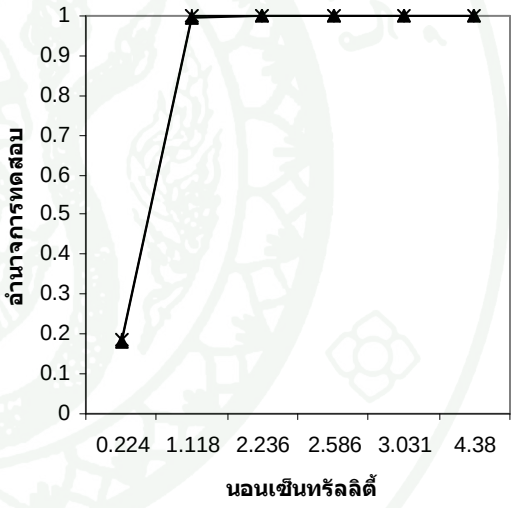


ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13)

ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34)



ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55)



ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 19 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.1 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 16 และภาพที่ 14 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 16 และภาพที่ 15 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 16 และภาพที่ 16 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13 ,13) สถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3, 10$ และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 16 และภาพที่ 17 – 19 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 4 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 34, 55	0.224	0.045	0.039	0.019	0.031	-	-	0.005	0.006
	1.118	0.561	0.521	0.221	0.359	-	-	0.006	0.005
	2.236	0.907	0.869	0.432	0.690	-	-	0.002	0.004
	2.586	0.871	0.816	0.315	0.620	-	-	0.002	0.004
	3.031	0.959	0.912	0.440	0.738	-	-	0.003	0.004
	4.380	0.991	0.978	0.621	0.890	-	-	0.003	0.004
35, 40, 45, 50	0.224	0.076	0.069	0.033	0.048	-	-	0.005	0.010
	1.118	0.918	0.909	0.723	0.790	-	-	0.005	0.014
	2.236	1.000	0.999	0.946	0.984	-	-	0.006	0.010
	2.586	1.000	1.000	0.927	0.992	-	-	0.005	0.011
	3.031	1.000	1.000	0.981	0.999	-	-	0.006	0.012
	4.380	1.000	1.000	0.984	1.000	-	-	0.006	0.014
55, 60, 65, 70	0.224	0.161	0.155	0.122	0.104	-	-	0.005	0.011
	1.118	0.990	0.988	0.954	0.972	-	-	0.005	0.021
	2.236	1.000	1.000	0.999	1.000	-	-	0.010	0.026
	2.586	1.000	1.000	0.998	1.000	-	-	0.012	0.027
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.010	0.024
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.007	0.021
80, 90, 100, 100	0.224	0.223	0.215	0.180	0.168	-	-	0.003	0.006
	1.118	1.000	1.000	0.999	0.998	-	-	0.006	0.023
	2.236	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.006	0.023
	2.586	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.008	0.026
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.013	0.028
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.016	0.044

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 34, 55	0.224	-	-	0.002	0.004	-	-	0.008	0.017
	1.118	-	-	0.003	0.005	-	-	0.120	0.333
	2.236	-	-	0.001	0.003	-	-	0.301	0.643
	2.586	-	-	0.001	0.003	-	-	0.245	0.641
	3.031	-	-	0.001	0.004	-	-	0.316	0.727
	4.380	-	-	0.001	0.002	-	-	0.504	0.873
35, 40, 45, 50	0.224	-	-	0.004	0.022	-	-	0.027	0.043
	1.118	-	-	0.013	0.065	-	-	0.419	0.686
	2.236	-	-	0.005	0.035	-	-	0.772	0.981
	2.586	-	-	0.005	0.028	-	-	0.758	0.986
	3.031	-	-	0.003	0.029	-	-	0.848	0.992
	4.380	-	-	0.007	0.033	-	-	0.927	1.000
55, 60, 65, 70	0.224	-	-	0.010	0.024	-	-	0.048	0.080
	1.118	-	-	0.012	0.132	-	-	0.712	0.940
	2.236	-	-	0.014	0.090	-	-	0.958	0.999
	2.586	-	-	0.005	0.058	-	-	0.967	1.000
	3.031	-	-	0.010	0.056	-	-	0.986	1.000
	4.380	-	-	0.007	0.060	-	-	0.998	1.000
80, 90, 100, 100	0.224	-	-	0.017	0.044	-	-	0.065	0.144
	1.118	-	-	0.030	0.289	-	-	0.865	0.991
	2.236	-	-	0.018	0.203	-	-	0.996	1.000
	2.586	-	-	0.013	0.125	-	-	0.996	1.000
	3.031	-	-	0.006	0.091	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	0.011	0.127	-	-	1.000	1.000

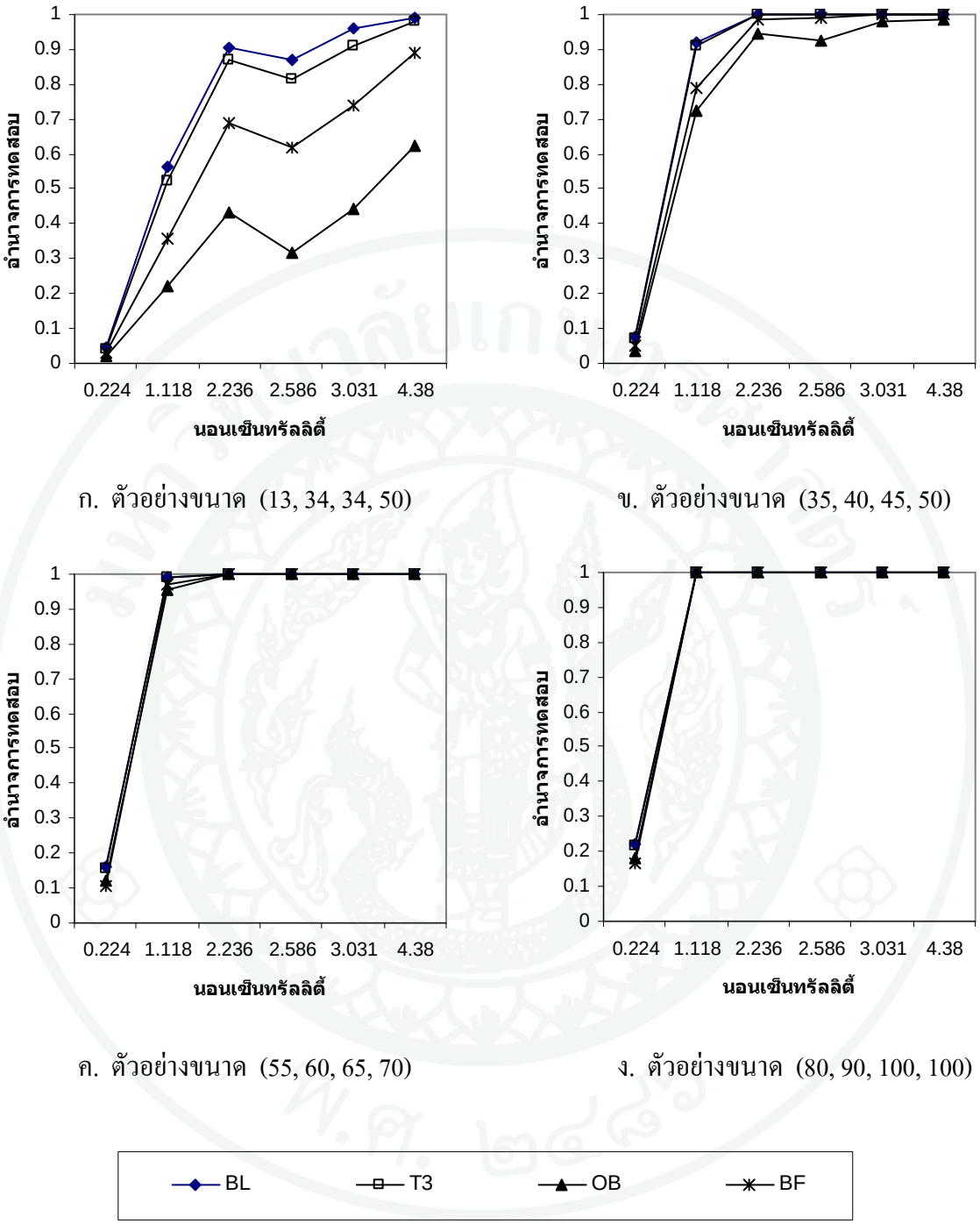
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 34, 55	0.224	-	-	0.011	0.022	-	-	0.017	0.029
	1.118	-	-	0.169	0.329	-	-	0.215	0.364
	2.236	-	-	0.366	0.649	-	-	0.422	0.706
	2.586	-	-	0.326	0.652	-	-	0.302	0.630
	3.031	-	-	0.368	0.751	-	-	0.408	0.757
	4.380	-	-	0.615	0.897	-	-	0.624	0.906
35, 40, 45, 50	0.224	-	-	0.039	0.047	-	-	0.044	0.056
	1.118	-	-	0.564	0.732	-	-	0.660	0.758
	2.236	-	-	0.886	0.978	-	-	0.909	0.980
	2.586	-	-	0.891	0.995	-	-	0.906	0.994
	3.031	-	-	0.931	0.999	-	-	0.948	0.997
	4.380	-	-	0.982	0.999	-	-	0.989	1.000
55, 60, 65, 70	0.224	-	-	0.070	0.097	-	-	0.083	0.092
	1.118	-	-	0.884	0.960	-	-	0.918	0.963
	2.236	-	-	0.995	1.000	-	-	0.998	1.000
	2.586	-	-	0.996	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	0.996	1.000	-	-	0.999	1.000
	4.380	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
80, 90, 100, 100	0.224	-	-	0.137	0.187	-	-	0.151	0.163
	1.118	-	-	0.980	0.998	-	-	0.996	0.999
	2.236	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.586	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 34, 34, 50)

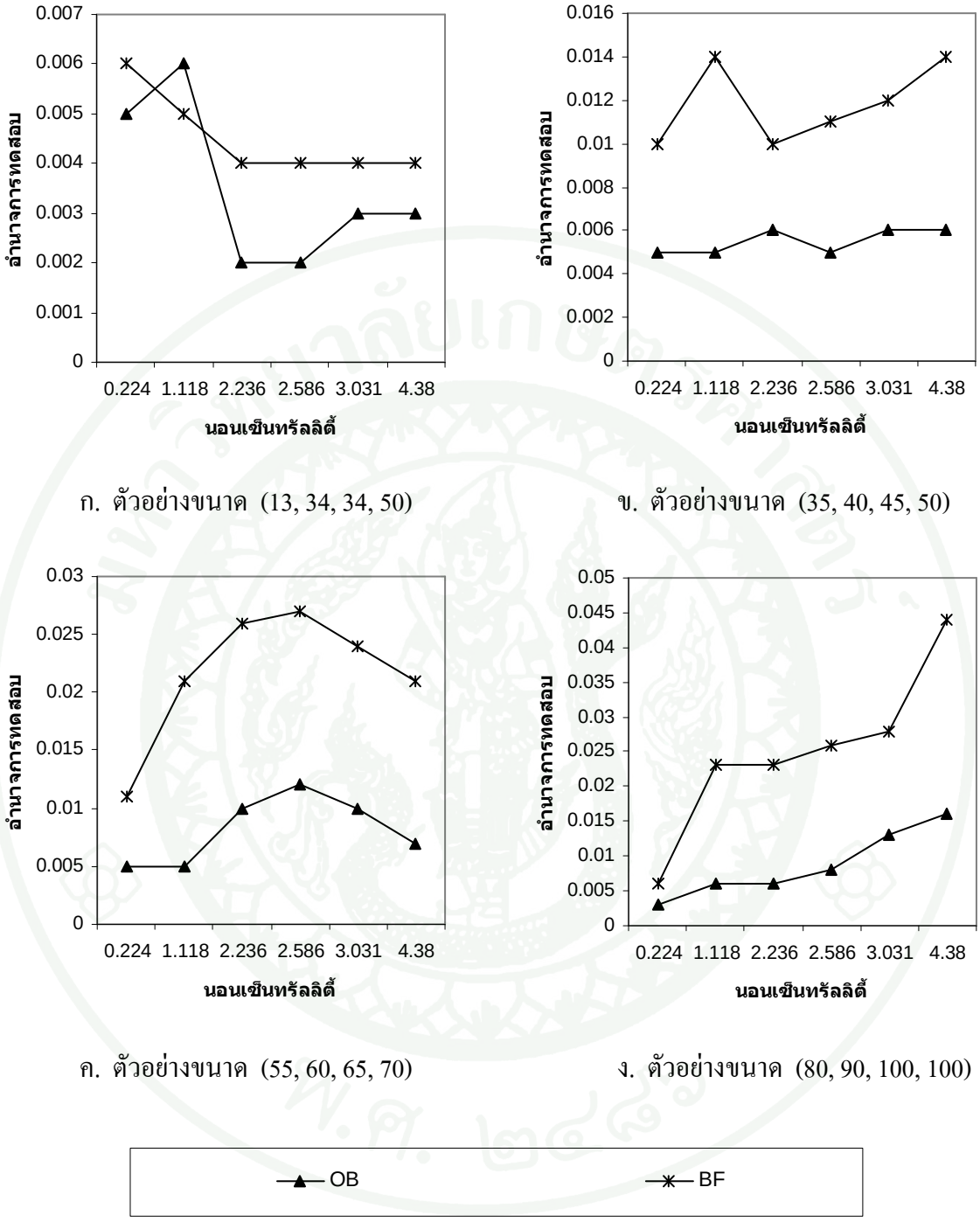
ข. ตัวอย่างขนาด (35, 40, 45, 50)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 100, 100)

ภาพที่ 20 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 34, 34, 50)

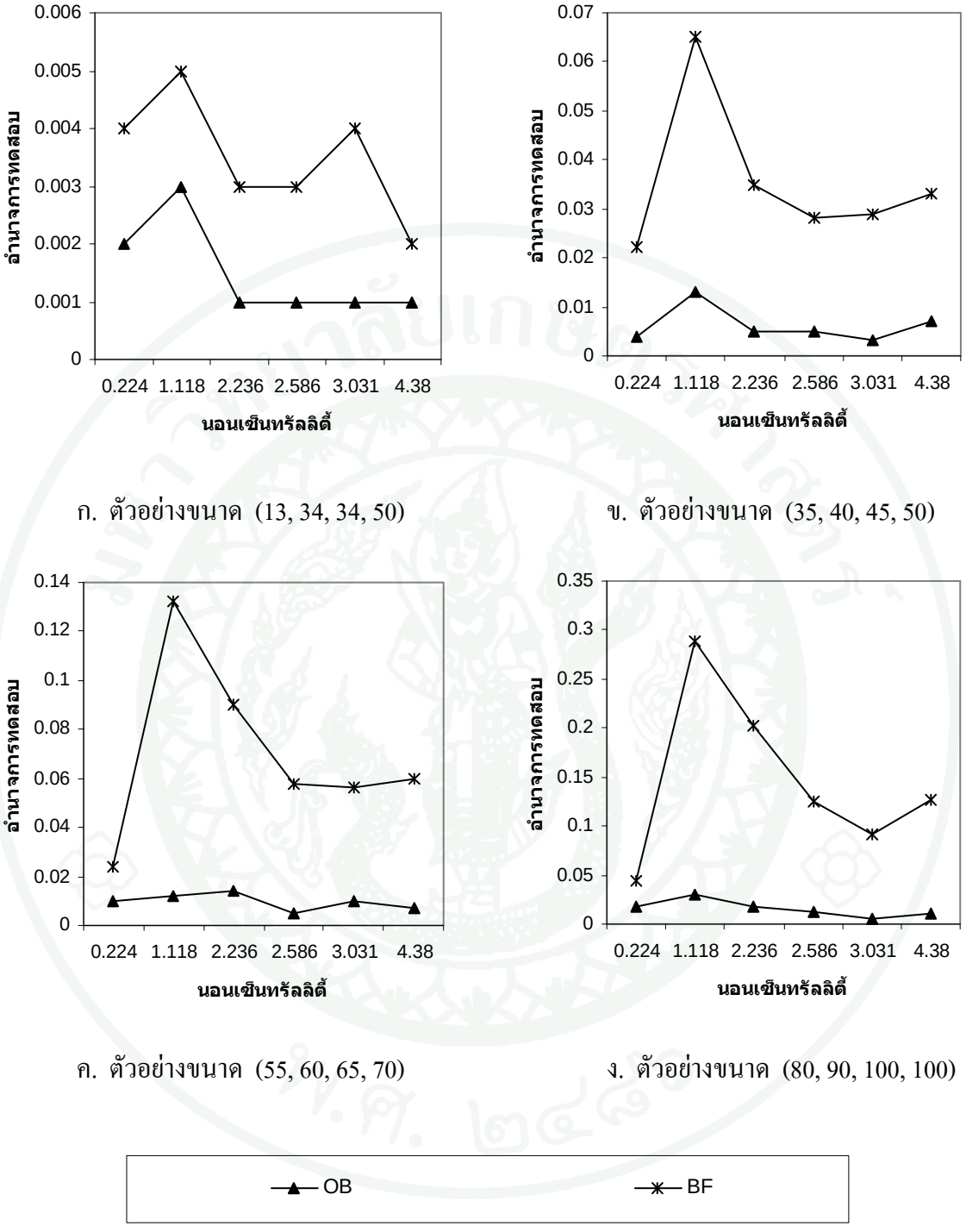
ข. ตัวอย่างขนาด (35, 40, 45, 50)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 100, 100)

ภาพที่ 21 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 34, 34, 50)

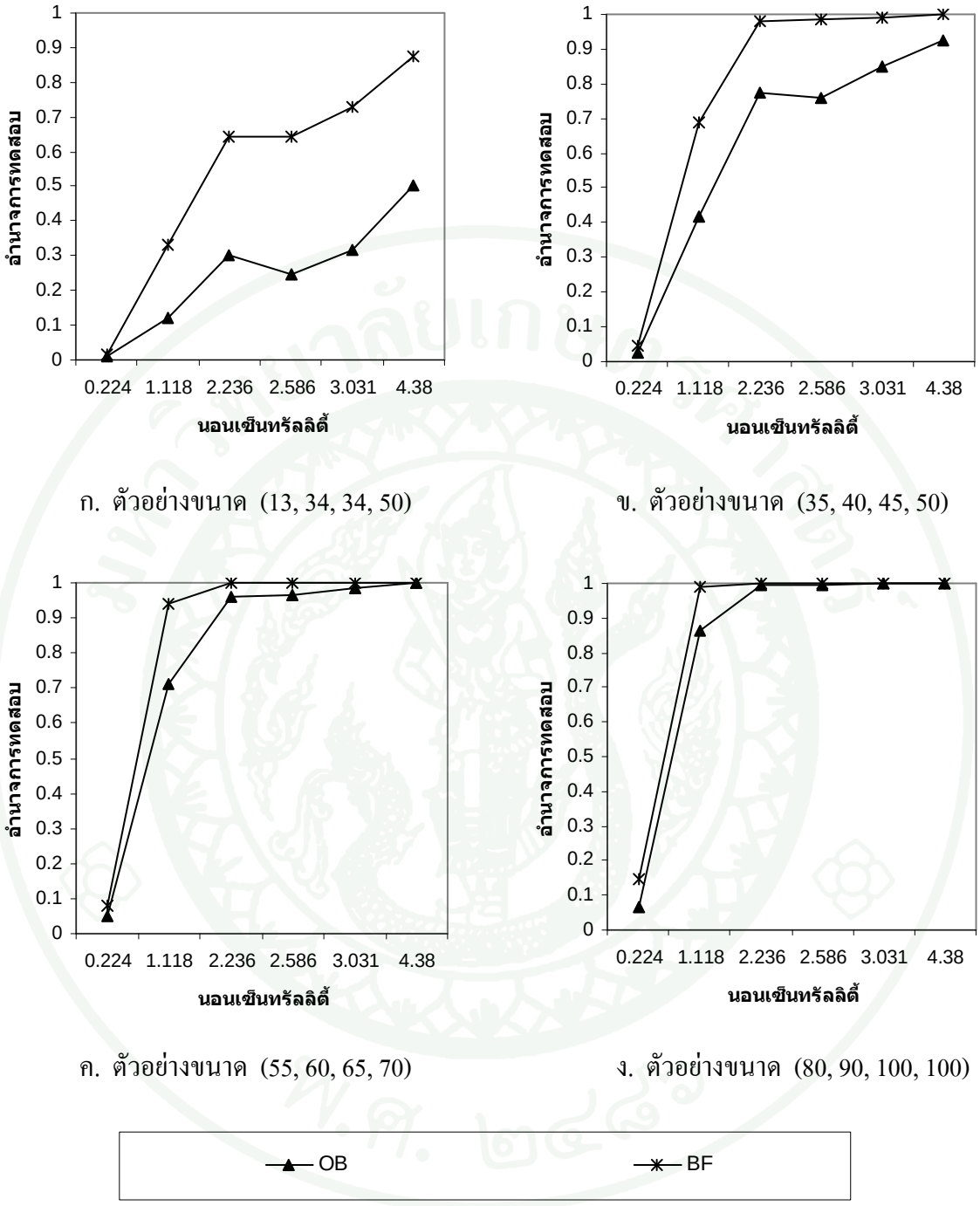
ข. ตัวอย่างขนาด (35, 40, 45, 50)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 100, 100)

ภาพที่ 22 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 34, 34, 50)

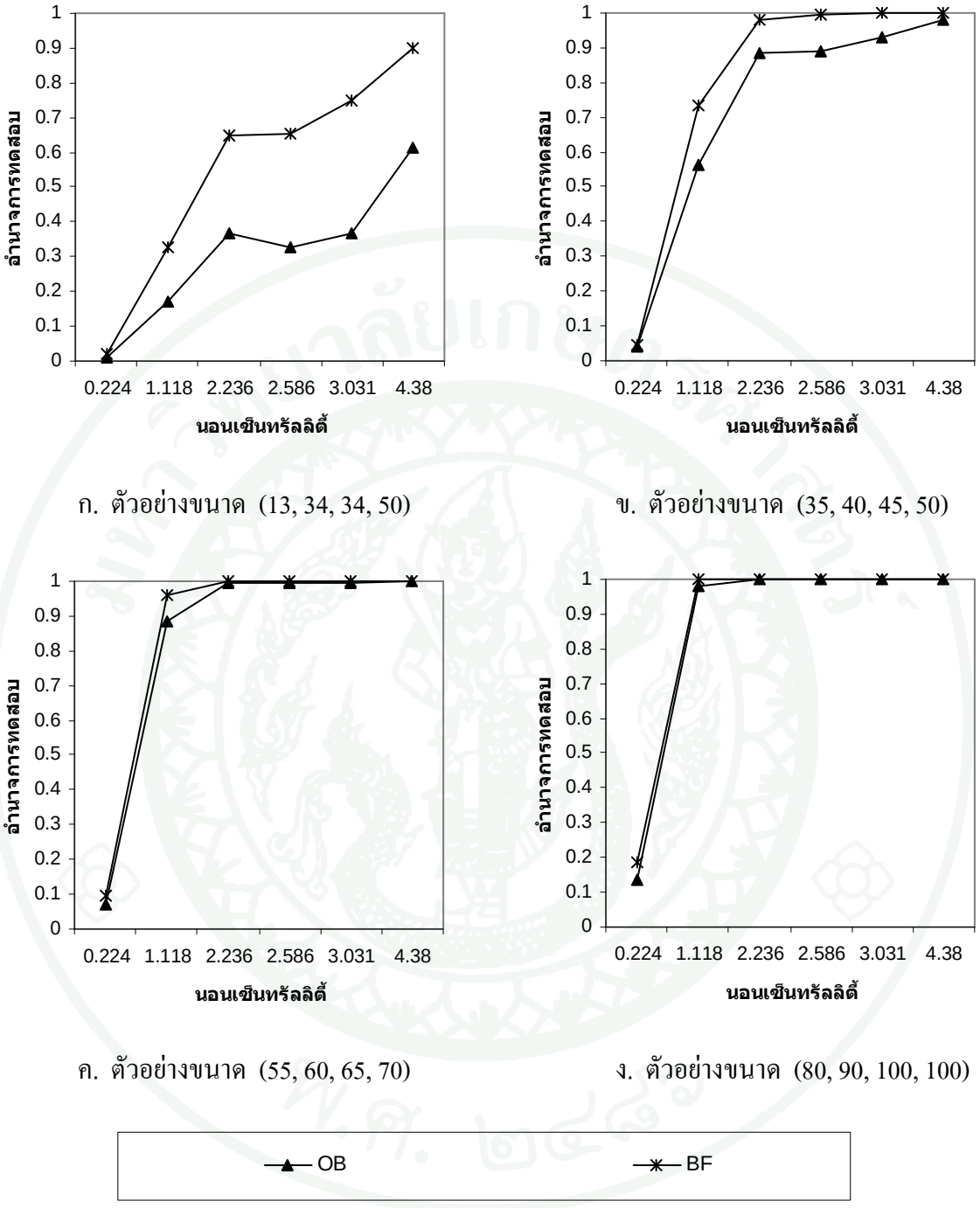
ข. ตัวอย่างขนาด (35, 40, 45, 50)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 100, 100)

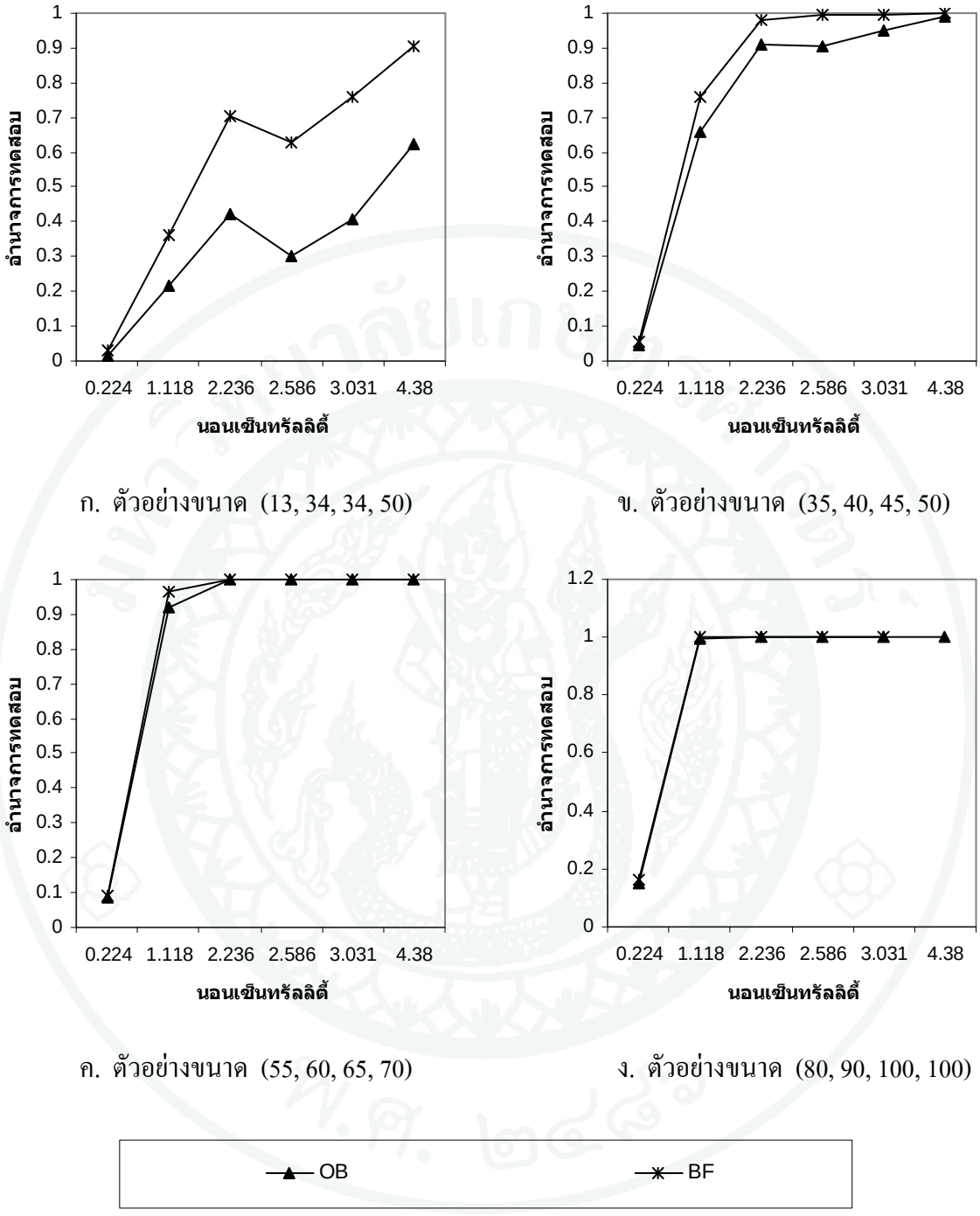
ภาพที่ 23 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 24 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 4 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.2 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 17 และภาพที่ 20 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 17 และภาพที่ 21 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่าง (55, 60, 65, 70) อำนาจการทดสอบต่ำลง เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับมาก

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 17 และภาพที่ 22 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 17 และภาพที่ 23 - 25 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นและอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	0.224	0.102	0.114	0.068	-	-	-	0.030	0.028
	1.118	0.485	0.495	0.285	-	-	-	0.033	0.028
	2.236	0.823	0.814	0.463	-	-	-	0.035	0.043
	2.586	0.868	0.851	0.427	-	-	-	0.038	0.040
	3.031	0.913	0.899	0.496	-	-	-	0.036	0.038
	4.380	0.975	0.97	0.614	-	-	-	0.027	0.035
34, 34, 34, 34	0.224	0.194	0.196	0.164	0.153	-	-	0.035	0.046
	1.118	0.954	0.957	0.878	0.866	-	-	0.036	0.070
	2.236	1.000	1.000	0.994	0.995	-	-	0.039	0.073
	2.586	1.000	1.000	0.987	1.000	-	-	0.045	0.064
	3.031	1.000	1.000	0.998	0.999	-	-	0.040	0.069
	4.380	1.000	1.000	0.999	1.000	-	-	0.044	0.061
55, 55, 55, 55	0.224	0.305	0.316	0.281	0.247	-	-	0.042	0.049
	1.118	0.999	0.999	0.986	0.991	-	-	0.050	0.079
	2.236	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.056	0.102
	2.586	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.049	0.080
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.064	0.098
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.053	0.104
100, 100, 100, 100	0.224	0.531	0.536	0.508	0.455	-	-	0.047	0.067
	1.118	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.082	0.160
	2.236	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.078	0.156
	2.586	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.077	0.164
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.074	0.158
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.078	0.175

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	0.224	-	-	0.054	0.042	-	-	0.070	-
	1.118	-	-	0.064	0.067	-	-	0.262	-
	2.236	-	-	0.074	0.073	-	-	0.407	-
	2.586	-	-	0.059	0.056	-	-	0.377	-
	3.031	-	-	0.068	0.049	-	-	0.444	-
	4.380	-	-	0.053	0.057	-	-	0.548	-
34, 34, 34, 34	0.224	-	-	0.039	0.064	-	-	0.103	0.117
	1.118	-	-	0.092	0.213		-	0.658	0.835
	2.236	-	-	0.067	0.192	-	-	0.909	0.984
	2.586	-	-	0.049	0.166	-	-	0.926	0.994
	3.031	-	-	0.050	0.159	-	-	0.950	0.999
	4.380	-	-	0.062	0.165	-	-	0.994	1.000
55, 55, 55, 55	0.224	-	-	0.063	0.109	-	-	0.167	0.212
	1.118	-	-	0.104	0.380	-	-	0.862	0.976
	2.236	-	-	0.090	0.339	-	-	0.990	1.000
	2.586	-	-	0.061	0.257	-	-	0.997	1.000
	3.031	-	-	0.054	0.252	-	-	0.997	1.000
	4.380	-	-	0.058	0.242	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100, 100	0.224	-	-	0.101	0.226	-	-	0.230	0.381
	1.118	-	-	0.188	0.692	-	-	0.987	1.000
	2.236	-	-	0.130	0.609	-	-	1.000	1.000
	2.586	-	-	0.077	0.477	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	0.085	0.453	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	0.089	0.392	-	-	1.000	1.000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13	0.224	-	-	0.081	-	-	-	0.056	-
	1.118	-	-	0.281	-	-	-	0.282	-
	2.236	-	-	0.443	-	-	-	0.463	-
	2.586	-	-	0.426	-	-	-	0.439	-
	3.031	-	-	0.503	-	-	-	0.474	-
	4.380	-	-	0.595	-	-	-	0.571	-
34, 34, 34, 34	0.224	-	-	0.137	0.128	-	-	0.152	0.135
	1.118	-	-	0.773	0.864	-	-	0.838	0.867
	2.236	-	-	0.963	0.991	-	-	0.987	0.997
	2.586	-	-	0.971	1.000	-	-	0.986	0.999
	3.031	-	-	0.985	0.999	-	-	0.996	1.000
	4.380	-	-	0.995	1.000	-	-	0.997	1.000
55, 55, 55, 55	0.224	-	-	0.198	0.215	-	-	0.234	0.237
	1.118	-	-	0.961	0.987	-	-	0.973	0.981
	2.236	-	-	0.999	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.586	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100, 100	0.224	-	-	0.385	0.422	-	-	0.391	0.412
	1.118	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.236	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.586	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.3 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 18 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 18 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้น มีอำนาจการทดสอบต่ำลง และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบสูงขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13) และ (34, 34, 34, 34) อำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 18 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13) สถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 18 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13) สถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 4 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 34, 55	0.224	0.130	0.122	0.073	0.099	-	-	0.035	0.036
	1.118	0.801	0.784	0.542	0.659	-	-	0.025	0.040
	2.236	0.978	0.974	0.793	0.922	-	-	0.023	0.036
	2.586	0.976	0.965	0.678	0.876	-	-	0.015	0.027
	3.031	0.994	0.993	0.804	0.956	-	-	0.018	0.025
	4.380	1.000	1.000	0.892	0.988	-	-	0.014	0.025
35, 40, 45, 50	0.224	0.215	0.219	0.162	0.169	-	-	0.028	0.047
	1.118	0.978	0.977	0.921	0.938	-	-	0.027	0.042
	2.236	1.000	1.000	0.995	0.998	-	-	0.035	0.048
	2.586	1.000	1.000	0.995	0.999	-	-	0.030	0.056
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.027	0.059
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.031	0.058
55, 60, 65, 70	0.224	0.340	0.341	0.310	0.291	-	-	0.030	0.056
	1.118	1.000	1.000	0.996	0.992	-	-	0.046	0.074
	2.236	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.044	0.095
	2.586	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.049	0.103
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.057	0.097
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.039	0.097
80, 90, 100, 100	0.224	0.452	0.456	0.409	0.382	-	-	0.038	0.066
	1.118	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.048	0.093
	2.236	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.052	0.125
	2.586	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.056	0.130
	3.031	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.060	0.134
	4.380	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.064	0.136

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 34, 55	0.224	-	-	0.026	0.035	-	-	0.051	0.098
	1.118	-	-	0.010	0.038	-	-	0.361	0.630
	2.236	-	-	0.007	0.032	-	-	0.597	0.883
	2.586	-	-	0.014	0.026	-	-	0.570	0.908
	3.031	-	-	0.009	0.025	-	-	0.668	0.938
	4.380	-	-	0.007	0.019	-	-	0.815	0.986
35, 40, 45, 50	0.224	-	-	0.038	0.068	-	-	0.111	0.163
	1.118	-	-	0.062	0.204	-	-	0.689	0.887
	2.236	-	-	0.039	0.171	-	-	0.937	0.998
	2.586	-	-	0.034	0.129	-	-	0.950	0.996
	3.031	-	-	0.034	0.126	-	-	0.974	1.000
	4.380	-	-	0.036	0.129	-	-	0.997	1.000
55, 60, 65, 70	0.224	-	-	0.053	0.094	-	-	0.144	0.227
	1.118	-	-	0.098	0.364	-	-	0.884	0.991
	2.236	-	-	0.056	0.330	-	-	0.994	1.000
	2.586	-	-	0.046	0.243	-	-	0.996	1.000
	3.031	-	-	0.042	0.219	-	-	0.998	1.000
	4.380	-	-	0.049	0.209	-	-	0.999	1.000
80, 90, 100, 100	0.224	-	-	-	0.166	-	-	0.206	0.359
	1.118	-	-	-	0.588	-	-	0.960	1.000
	2.236	-	-	-	0.469	-	-	0.999	1.000
	2.586	-	-	-	0.364	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	-	0.302	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	-	0.316	-	-	1.000	1.000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 34, 34, 55	0.224	-	-	0.064	0.104	-	-	0.071	0.108
	1.118	-	-	0.451	0.644	-	-	0.499	0.640
	2.236	-	-	0.714	0.883	-	-	0.772	0.915
	2.586	-	-	0.639	0.907	-	-	0.667	0.886
	3.031	-	-	0.742	0.947	-	-	0.792	0.954
	4.380	-	-	0.884	0.989	-	-	0.893	0.994
35, 40, 45, 50	0.224	-	-	0.142	0.185	-	-	0.145	0.166
	1.118	-	-	0.838	0.916	-	-	0.889	0.923
	2.236	-	-	0.977	0.999	-	-	0.988	0.999
	2.586	-	-	0.989	1.000	-	-	0.994	0.992
	3.031	-	-	0.993	1.000	-	-	0.998	1.000
	4.380	-	-	0.998	1.000	-	-	1.000	1.000
55, 60, 65, 70	0.224	-	-	0.212	0.264	-	-	0.235	0.260
	1.118	-	-	0.975	0.994	-	-	0.985	0.990
	2.236	-	-	0.999	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.586	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	0.999	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
80, 90, 100, 100	0.224	-	-	0.337	0.409	-	-	0.360	0.380
	1.118	-	-	0.996	1.000	-	-	0.999	1.000
	2.236	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.586	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.031	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	4.380	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.4 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 19 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 19 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด (13, 34, 34, 55)

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 19 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3, 10$ และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 19 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรณี 5 ประชากร

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	1.283	0.038	0.035	0.019	-	-	-	0.007	0.005
	1.414	0.354	0.336	0.129	-	-	-	0.003	0.004
	2.828	0.735	0.677	0.228	-	-	-	0.005	0.011
	2.561	0.726	0.711	0.259	-	-	-	0.009	0.006
	3.555	0.809	0.741	0.219	-	-	-	0.003	0.005
	5.122	0.932	0.885	0.269	-	-	-	0.005	0.007
34, 34, 34, 34, 34	1.283	0.102	0.108	0.088	0.070	-	-	0.005	0.009
	1.414	0.958	0.951	0.775	0.828	-	-	0.007	0.014
	2.828	1.000	1.000	0.954	0.997	-	-	0.009	0.010
	2.561	0.999	0.999	0.977	0.994	-	-	0.007	0.012
	3.555	1.000	1.000	0.957	1.000	-	-	0.006	0.007
	5.122	1.000	1.000	0.988	1.000	-	-	0.007	0.014
55, 55, 55, 55, 55	1.283	0.226	0.224	0.176	0.159	-	-	0.007	0.010
	1.414	0.998	0.998	0.987	0.994	-	-	0.015	0.027
	2.828	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.007	0.017
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.006	0.018
	3.555	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.008	0.022
	5.122	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.015	0.015
100, 100, 100, 100, 100	1.283	0.539	0.535	0.485	0.411	-	-	0.011	0.015
	1.414	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.016	0.045
	2.828	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.008	0.030
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.013	0.037
	3.555	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.019	0.044
	5.122	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.013	0.050

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	1.283	-	-	0.027	0.015	-	-	0.023	0.009
	1.414	-	-	0.025	0.025	-	-	0.111	0.116
	2.828	-	-	0.013	0.014	-	-	0.188	0.301
	2.561	-	-	0.023	0.025	-	-	0.227	0.310
	3.555	-	-	0.012	0.013	-	-	0.200	0.316
	5.122	-	-	0.021	0.016	-	-	0.246	0.469
34, 34, 34, 34, 34	1.283	-	-	0.018	0.023	-	-	0.043	0.056
	1.414	-	-	0.033	0.079	-	-	0.508	0.776
	2.828	-	-	0.018	0.060	-	-	0.815	0.985
	2.561	-	-	0.024	0.074	-	-	0.855	0.981
	3.555	-	-	0.013	0.037	-	-	0.848	0.999
	5.122	-	-	0.005	0.022	-	-	0.937	1.000
55, 55, 55, 55, 55	1.283	-	-	0.019	0.045	-	-	0.063	0.115
	1.414	-	-	0.032	0.144	-	-	0.831	0.986
	2.828	-	-	0.017	0.114	-	-	0.986	1.000
	2.561	-	-	0.029	0.180	-	-	0.989	1.000
	3.555	-	-	0.010	0.066	-	-	0.992	1.000
	5.122	-	-	0.007	0.049	-	-	0.999	1.000
100, 100, 100, 100, 100	1.283	-	-	0.030	0.118	-	-	0.165	0.321
	1.414	-	-	0.050	0.422	-	-	0.989	1.000
	2.828	-	-	0.023	0.249	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	0.053	0.365	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	0.013	0.138	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	0.011	0.120	-	-	1.000	1.000

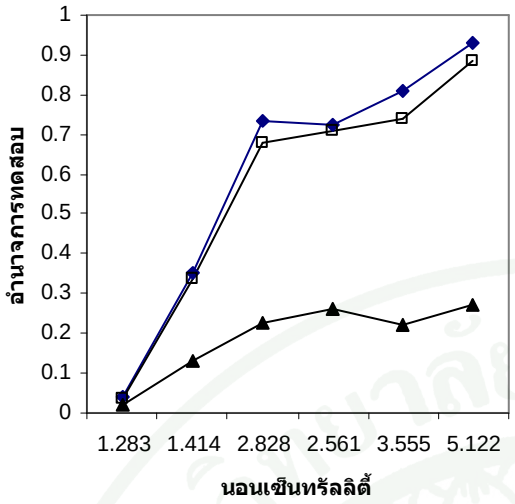
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 (ต่อ)

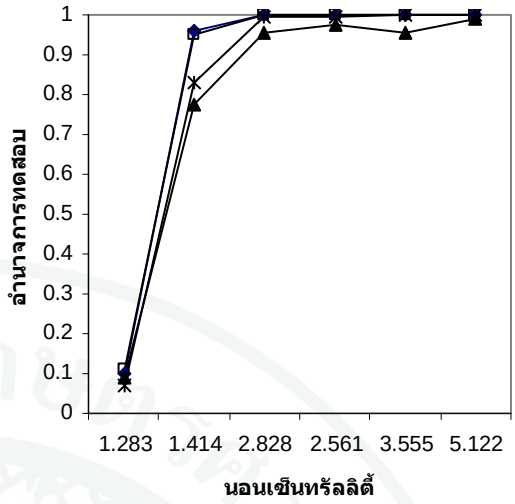
ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	1.283	-	-	0.036	-	-	-	0.023	-
	1.414	-	-	0.136	-	-	-	0.126	-
	2.828	-	-	0.228	-	-	-	0.236	-
	2.561	-	-	0.277	-	-	-	0.302	-
	3.555	-	-	0.195	-	-	-	0.206	-
	5.122	-	-	0.268	-	-	-	0.308	-
34, 34, 34, 34, 34	1.283	-	-	0.049	0.055	-	-	0.073	0.063
	1.414	-	-	0.698	0.811	-	-	0.752	0.831
	2.828	-	-	0.911	0.988	-	-	0.928	0.990
	2.561	-	-	0.932	0.981	-	-	0.951	0.991
	3.555	-	-	0.927	0.999	-	-	0.951	0.998
	5.122	-	-	0.970	0.999	-	-	0.985	1.000
55, 55, 55, 55, 55	1.283	-	-	0.118	0.143	-	-	0.144	0.151
	1.414	-	-	0.956	0.991	-	-	0.973	0.992
	2.828	-	-	0.996	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	0.999	1.000	-	-	0.999	1.000
	3.555	-	-	0.998	1.000	-	-	0.999	1.000
	5.122	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100, 100, 100	1.283	-	-	0.300	0.354	-	-	0.355	0.386
	1.414	-	-	0.999	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.828	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

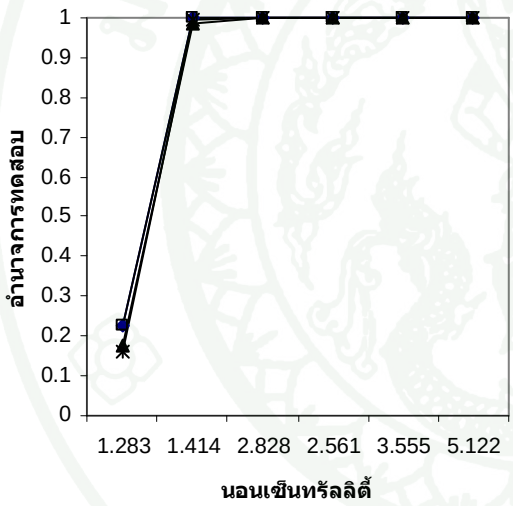
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



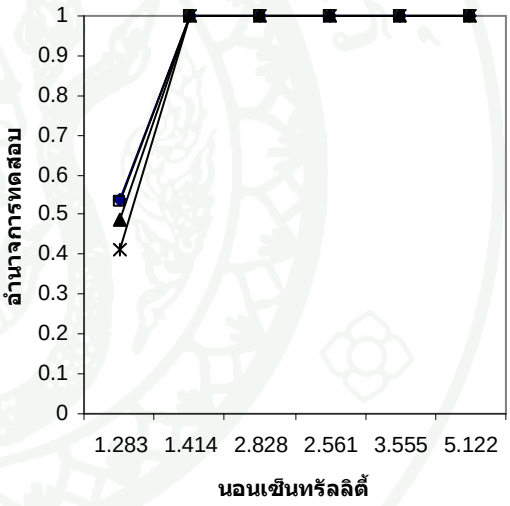
ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13, 13)



ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34, 34)



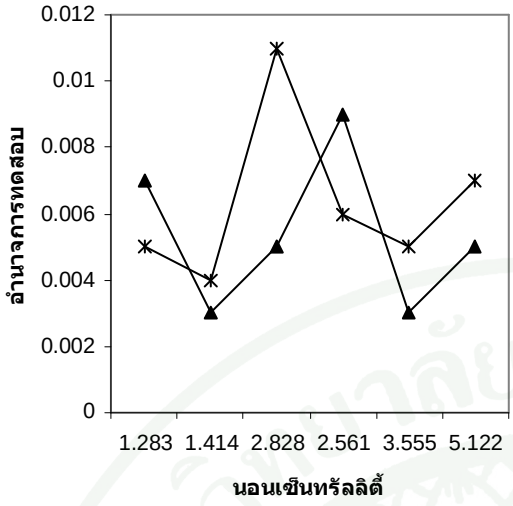
ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55, 55)



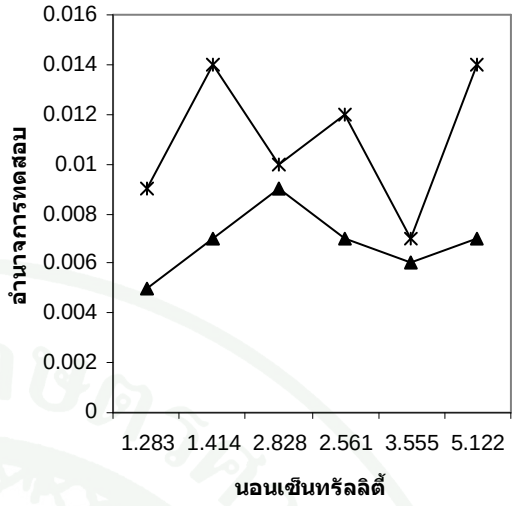
ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 26 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

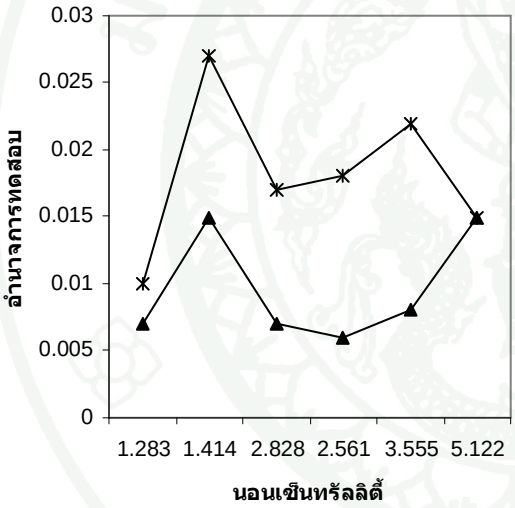
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



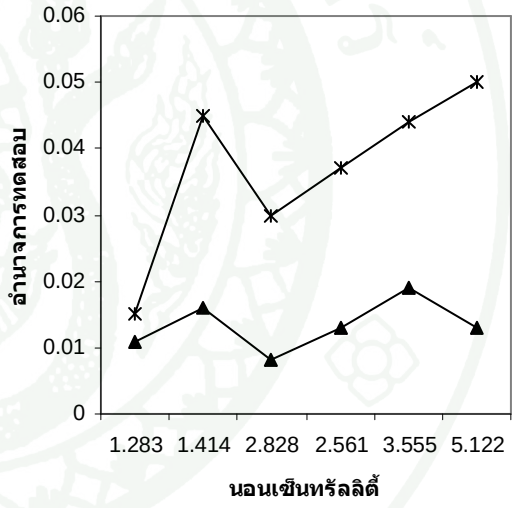
ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13, 13)



ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34, 34)



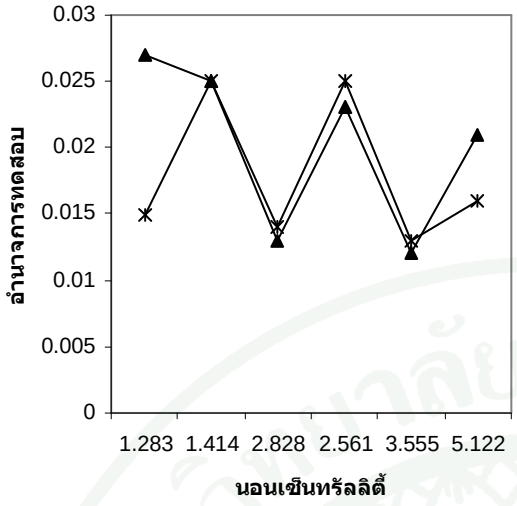
ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55, 55)



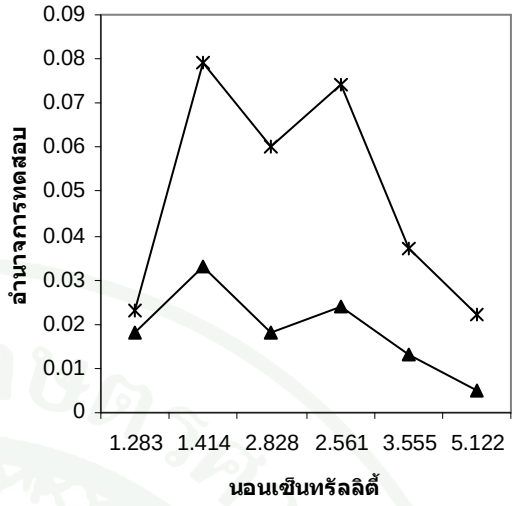
ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 27 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

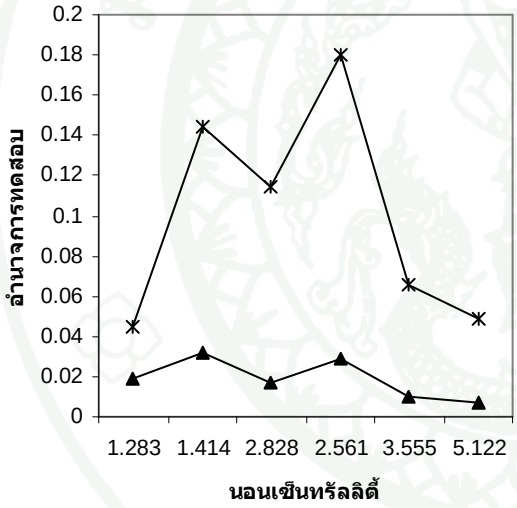
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



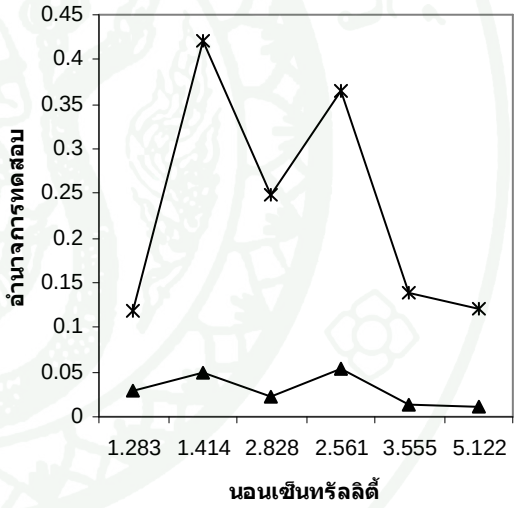
ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13, 13)



ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34, 34)



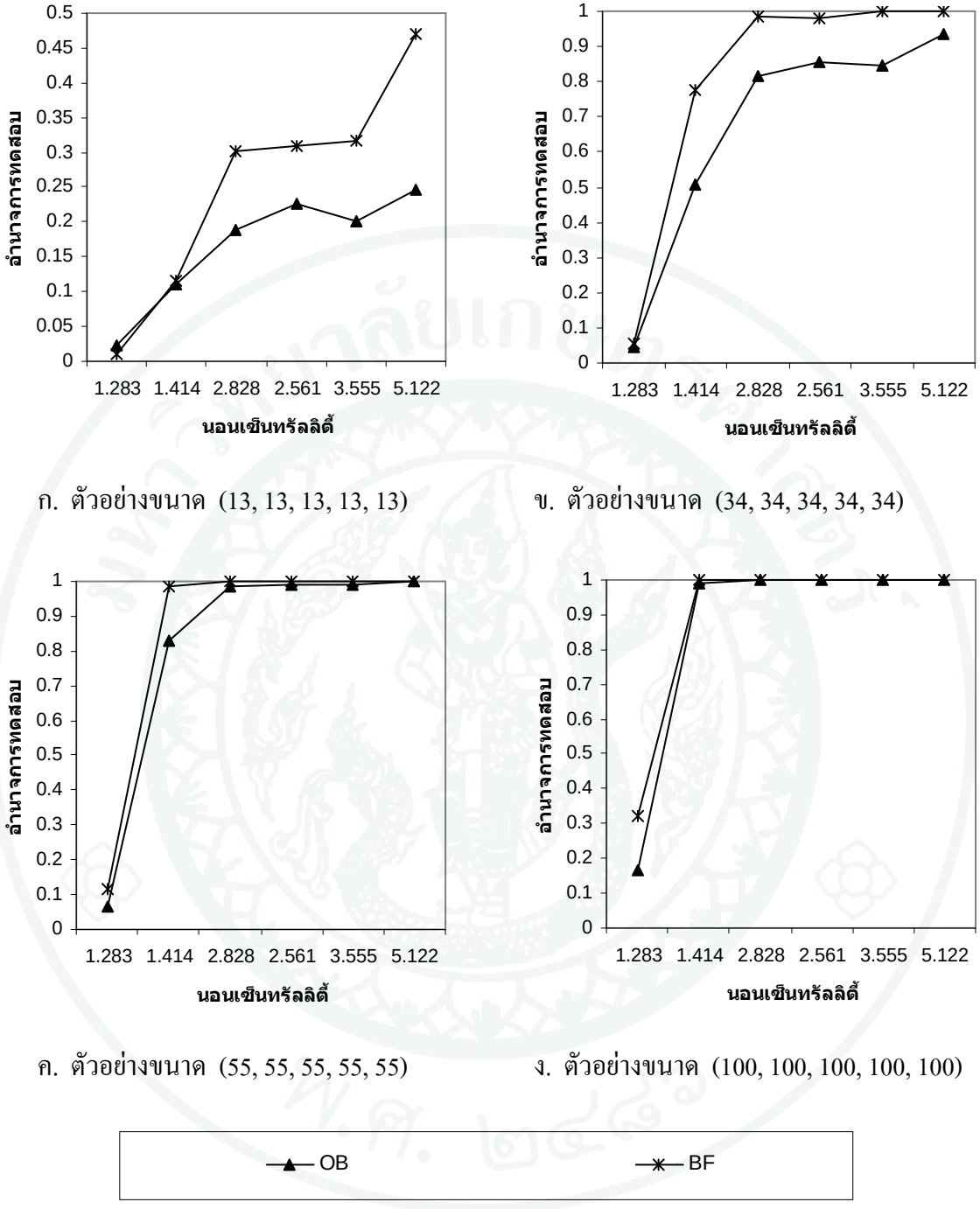
ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55, 55)



ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 28 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13, 13)

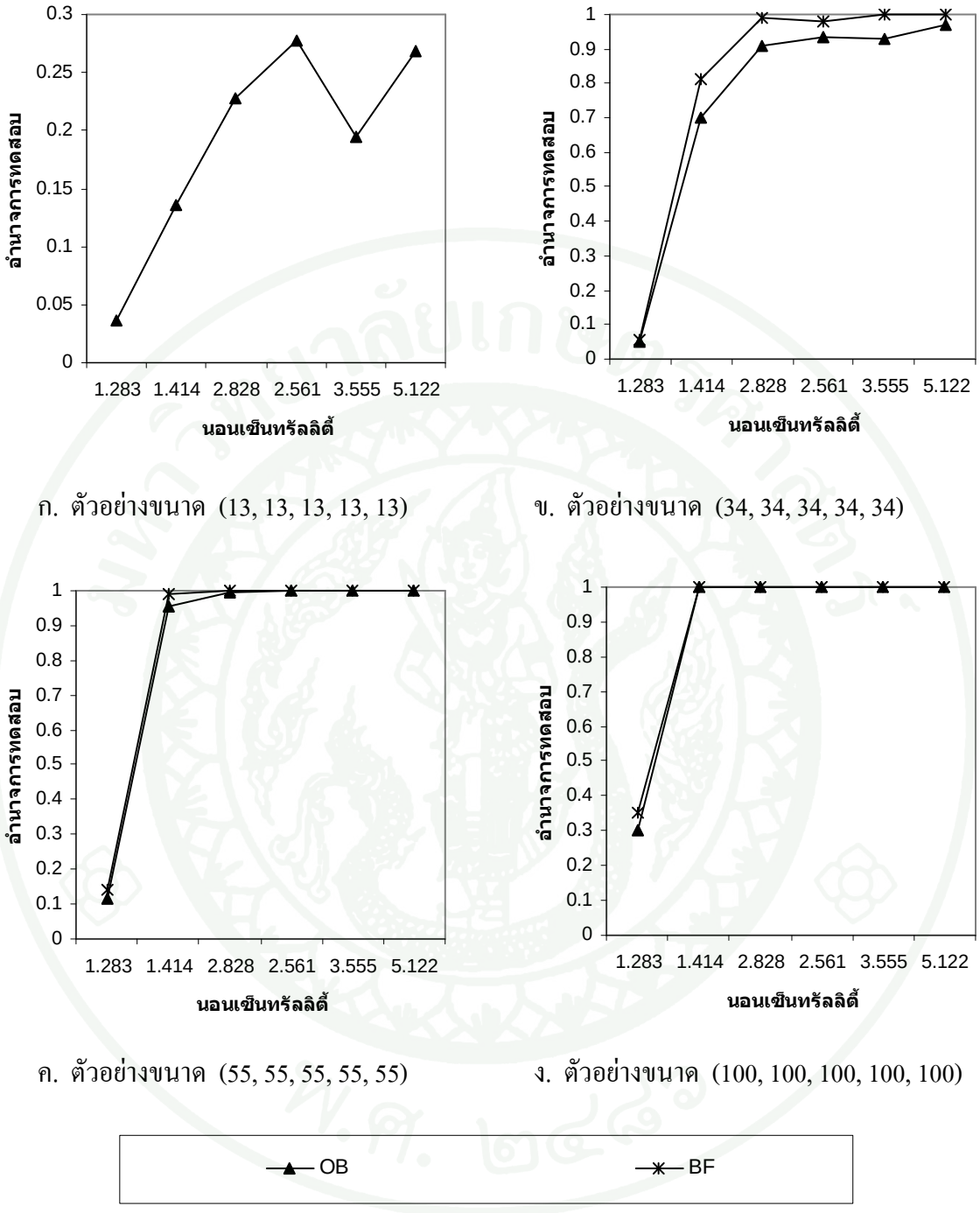
ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34, 34)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55, 55)

ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 29 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13, 13)

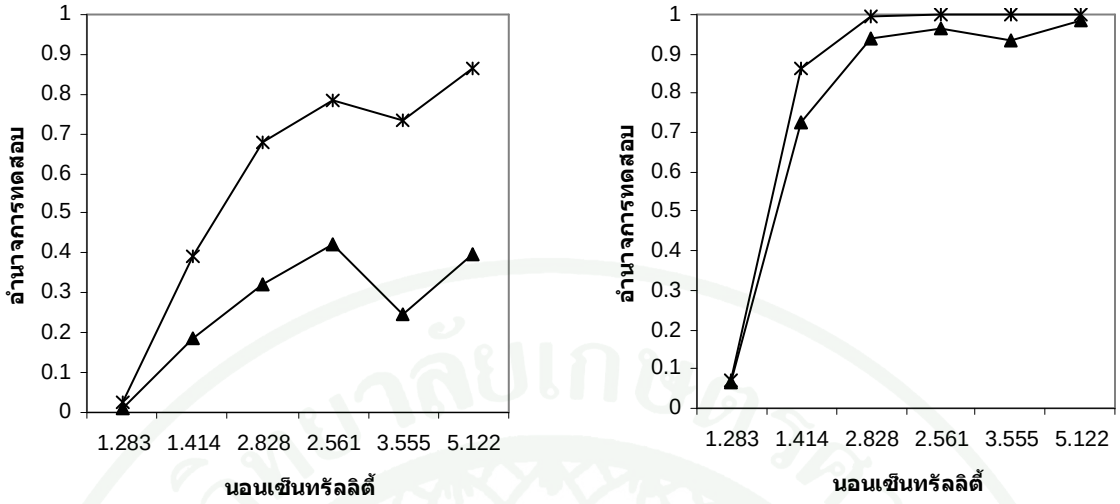
ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34, 34)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55, 55)

ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100, 100)

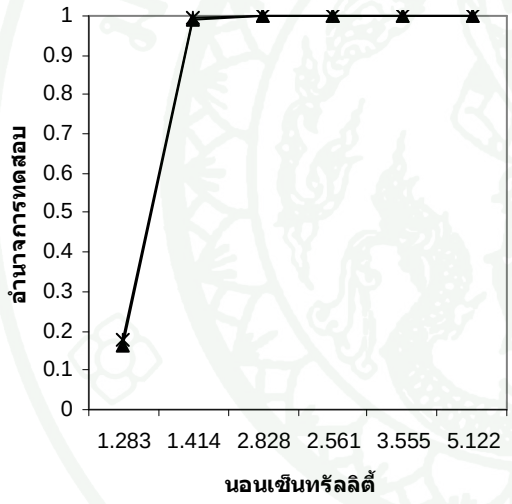
ภาพที่ 30 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

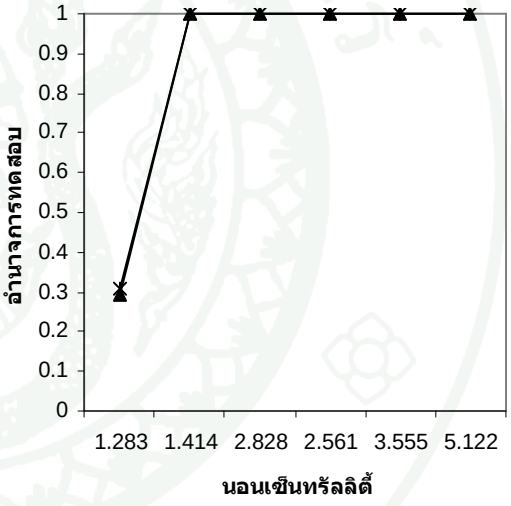


ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13, 13)

ข. ตัวอย่างขนาด (34, 34, 34, 34, 34)



ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 55, 55, 55)



ง. ตัวอย่างขนาด (100, 100, 100, 100, 100)

ภาพที่ 31 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.1 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 20 และภาพที่ 26 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 20 และภาพที่ 27 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 20 และภาพที่ 28 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับปานกลางและขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้น มีอำนาจการทดสอบสูงขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้น มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3, 10$ และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 20 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กรณี 5 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 34, 34, 55	1.283	0.038	0.034	0.016	0.024	-	-	0.009	0.007
	1.414	0.639	0.561	0.195	0.395	-	-	0.006	0.003
	2.828	0.941	0.890	0.350	0.709	-	-	0.006	0.007
	2.561	0.942	0.919	0.438	0.771	-	-	0.005	0.003
	3.555	0.960	0.907	0.264	0.702	-	-	0.010	0.010
	5.122	0.991	0.971	0.410	0.856	-	-	0.005	0.005
30, 35, 40, 45, 50	1.283	0.135	0.131	0.070	0.087	-	-	0.002	0.008
	1.414	0.965	0.960	0.781	0.866	-	-	0.002	0.009
	2.828	1.000	1.000	0.951	0.992	-	-	0.007	0.010
	2.561	1.000	1.000	0.975	0.995	-	-	0.002	0.007
	3.555	1.000	1.000	0.954	0.999	-	-	0.003	0.009
	5.122	1.000	1.000	0.984	1.000	-	-	0.010	0.012
55, 55, 60, 65, 70	1.283	0.250	0.244	0.191	0.172	-	-	0.005	0.008
	1.414	0.998	0.998	0.990	0.990	-	-	0.003	0.017
	2.828	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.010	0.020
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.013	0.023
	3.555	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.009	0.017
	5.122	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.004	0.019
80, 90, 90, 100, 100	1.283	0.436	0.431	0.351	0.314	-	-	0.008	0.013
	1.414	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.006	0.025
	2.828	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.012	0.034
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.014	0.030
	3.555	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.010	0.029
	5.122	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.007	0.020

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 34, 34, 55	1.283	-	-	-	0.004	-	-	-	0.033
	1.414	-	-	-	0.006	-	-	-	0.346
	2.828	-	-	-	0.003	-	-	-	0.697
	2.561	-	-	-	0.002	-	-	-	0.749
	3.555	-	-	-	0.000	-	-	-	0.670
	5.122	-	-	-	0.000	-	-	-	0.863
30, 35, 40, 45, 50	1.283	-	-	0.005	0.018	-	-	0.042	0.082
	1.414	-	-	0.003	0.036	-	-	0.515	0.826
	2.828	-	-	0.007	0.026	-	-	0.835	0.986
	2.561	-	-	0.009	0.044	-	-	0.861	0.994
	3.555	-	-	0.003	0.015	-	-	0.829	0.994
	5.122	-	-	0.003	0.007	-	-	0.932	1.000
55, 55, 60, 65, 70	1.283	-	-	0.011	0.037	-	-	0.069	0.145
	1.414	-	-	0.023	0.133	-	-	0.864	0.988
	2.828	-	-	0.015	0.095	-	-	0.985	1.000
	2.561	-	-	0.012	0.135	-	-	0.993	1.000
	3.555	-	-	0.006	0.045	-	-	0.994	1.000
	5.122	-	-	0.001	0.027	-	-	1.000	1.000
80, 90, 90, 100, 100	1.283	-	-	0.025	0.080	-	-	0.131	0.291
	1.414	-	-	0.034	0.280	-	-	0.989	1.000
	2.828	-	-	0.013	0.166	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	0.027	0.294	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	0.007	0.083	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	0.007	0.067	-	-	1.000	1.000

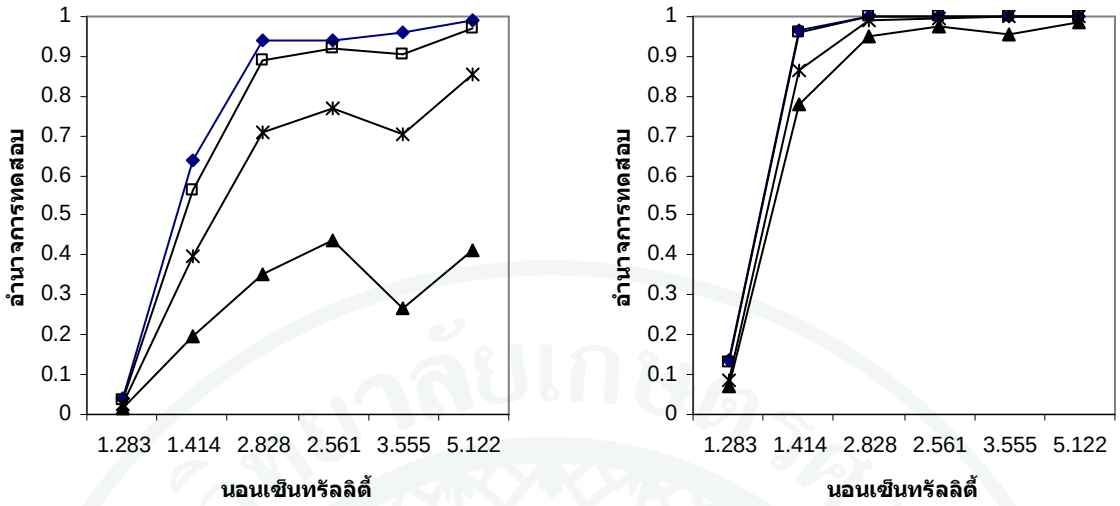
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 34, 34, 55	1.283	-	-	0.010	0.022	-	-	0.010	0.024
	1.414	-	-	0.161	0.378	-	-	0.185	0.393
	2.828	-	-	0.290	0.702	-	-	0.322	0.677
	2.561	-	-	0.403	0.790	-	-	0.422	0.783
	3.555	-	-	0.244	0.710	-	-	0.246	0.732
	5.122	-	-	0.393	0.879	-	-	0.399	0.864
30, 35, 40, 45, 50	1.283	-	-	0.069	0.084	-	-	0.064	0.072
	1.414	-	-	0.684	0.853	-	-	0.728	0.863
	2.828	-	-	0.909	0.991	-	-	0.938	0.994
	2.561	-	-	0.948	0.996	-	-	0.964	0.998
	3.555	-	-	0.928	0.999	-	-	0.936	0.998
	5.122	-	-	0.966	1.000	-	-	0.983	1.000
55, 55, 60, 65, 70	1.283	-	-	0.126	0.177	-	-	0.164	0.177
	1.414	-	-	0.966	0.993	-	-	0.990	0.996
	2.828	-	-	0.998	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
80, 90, 90, 100, 100	1.283	-	-	0.264	0.309	-	-	0.293	0.309
	1.414	-	-	0.999	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.828	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

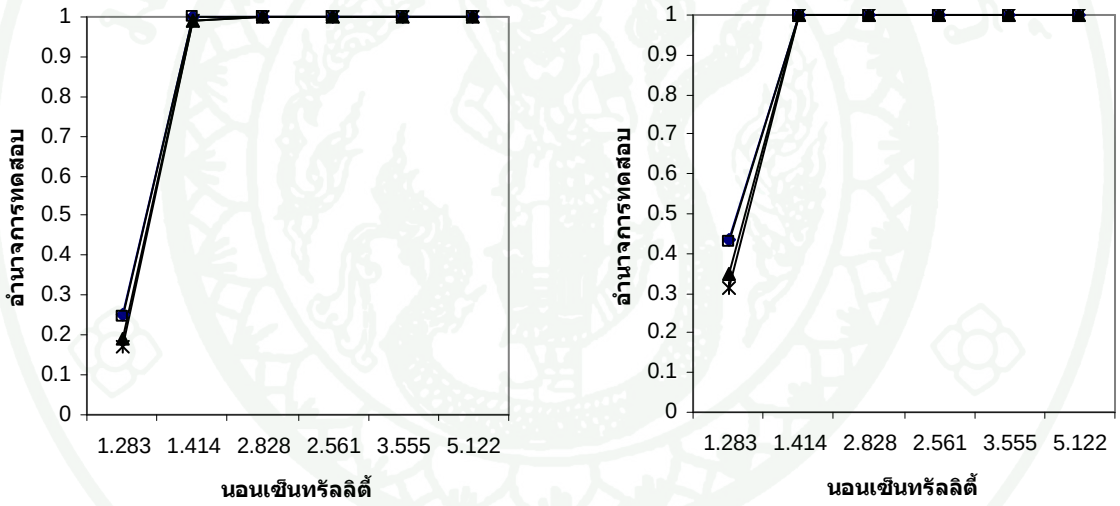
หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55)

ข. ตัวอย่างขนาด (30, 35, 40, 45, 50)

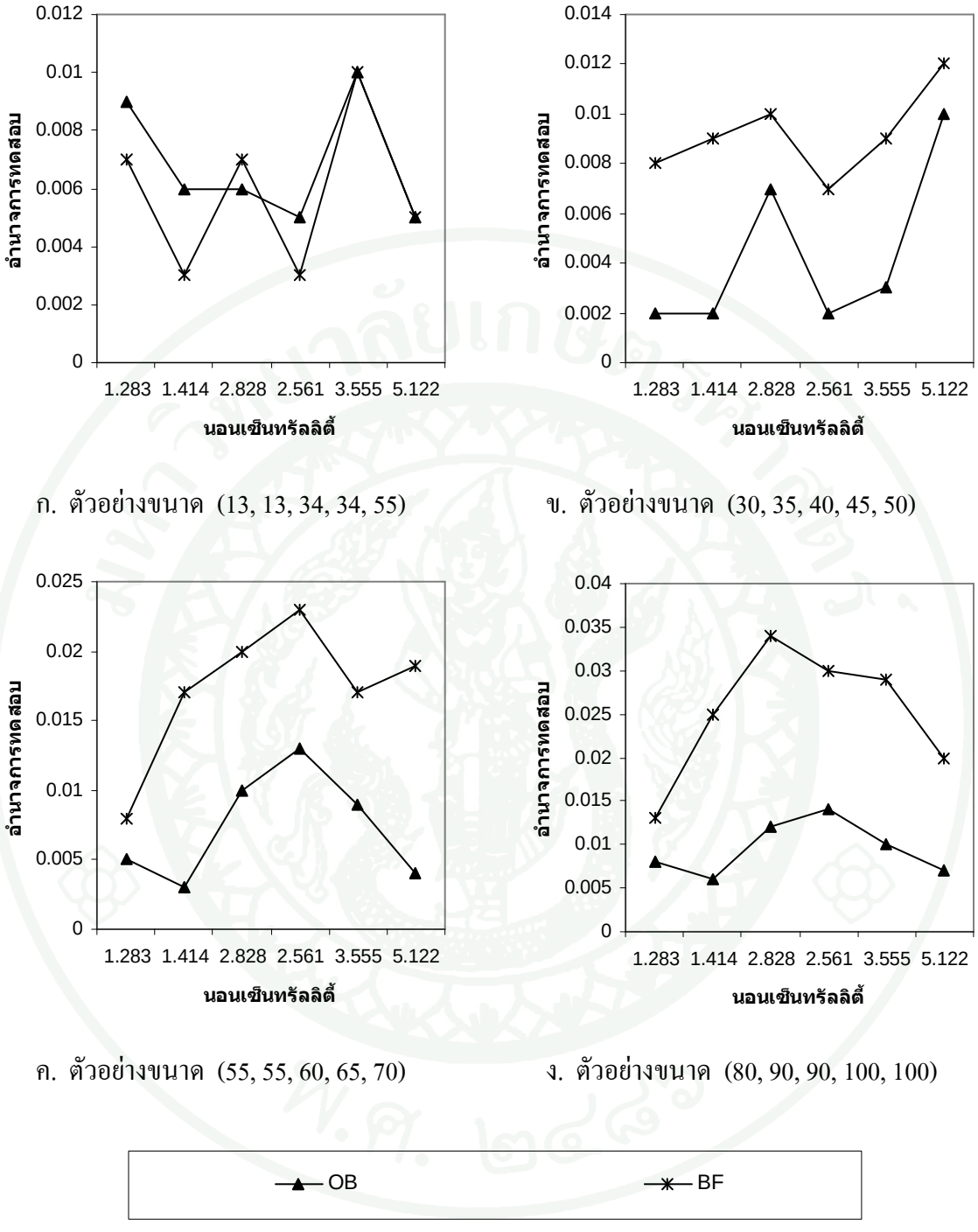


ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 90, 100, 100)

ภาพที่ 32 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55)

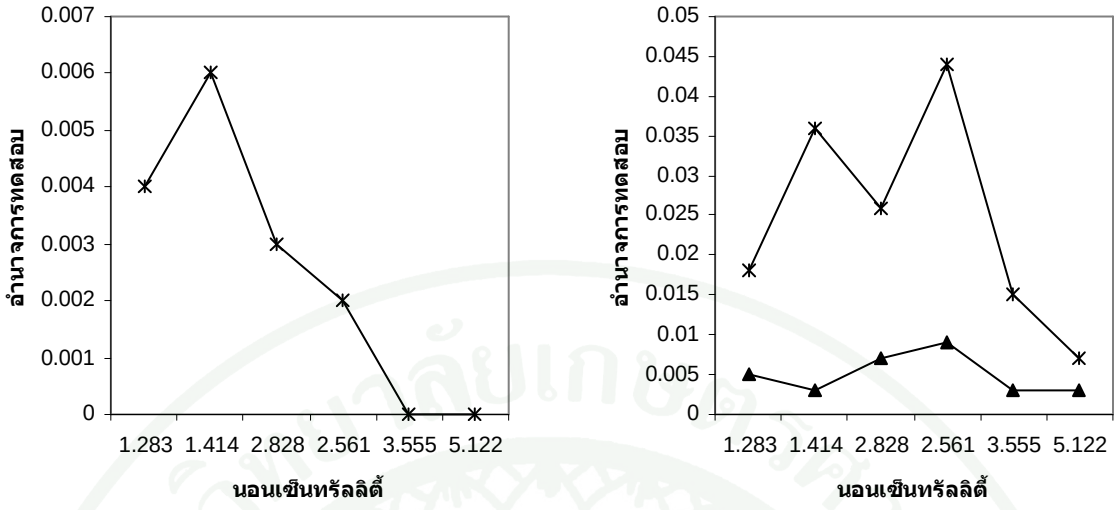
ข. ตัวอย่างขนาด (30, 35, 40, 45, 50)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 90, 100, 100)

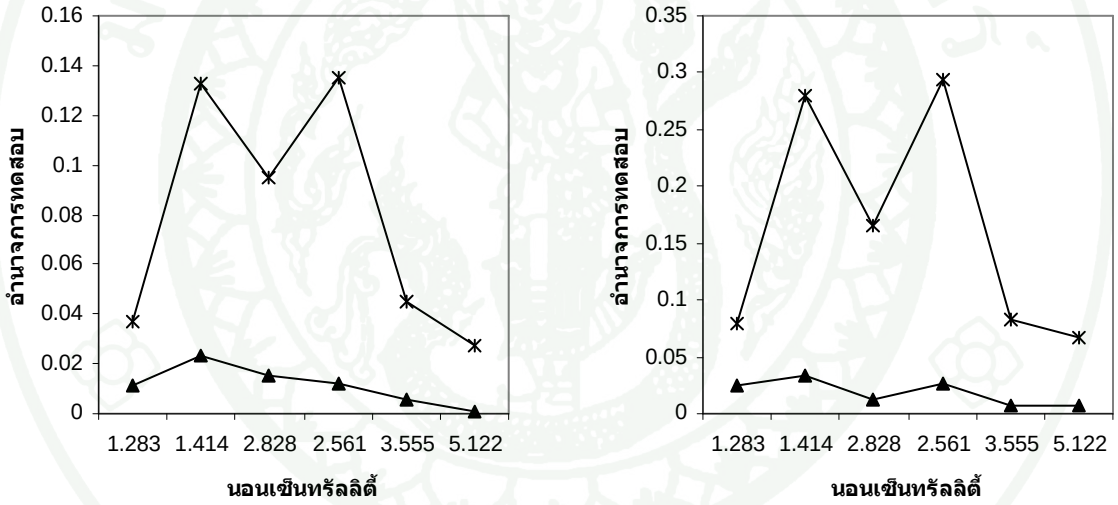
ภาพที่ 33 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55)

ข. ตัวอย่างขนาด (30, 35, 40, 45, 50)

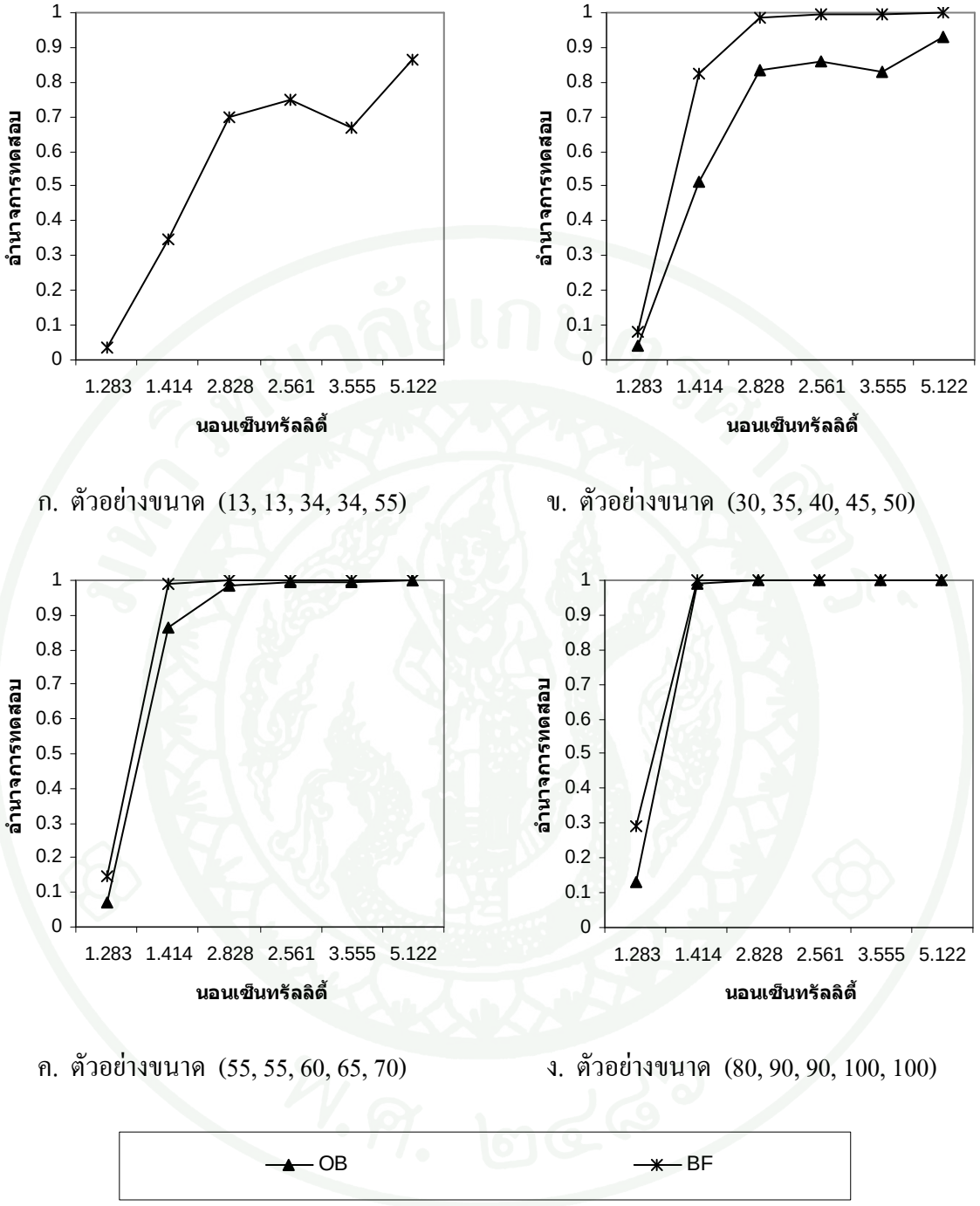


ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 90, 100, 100)

ภาพที่ 34 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55)

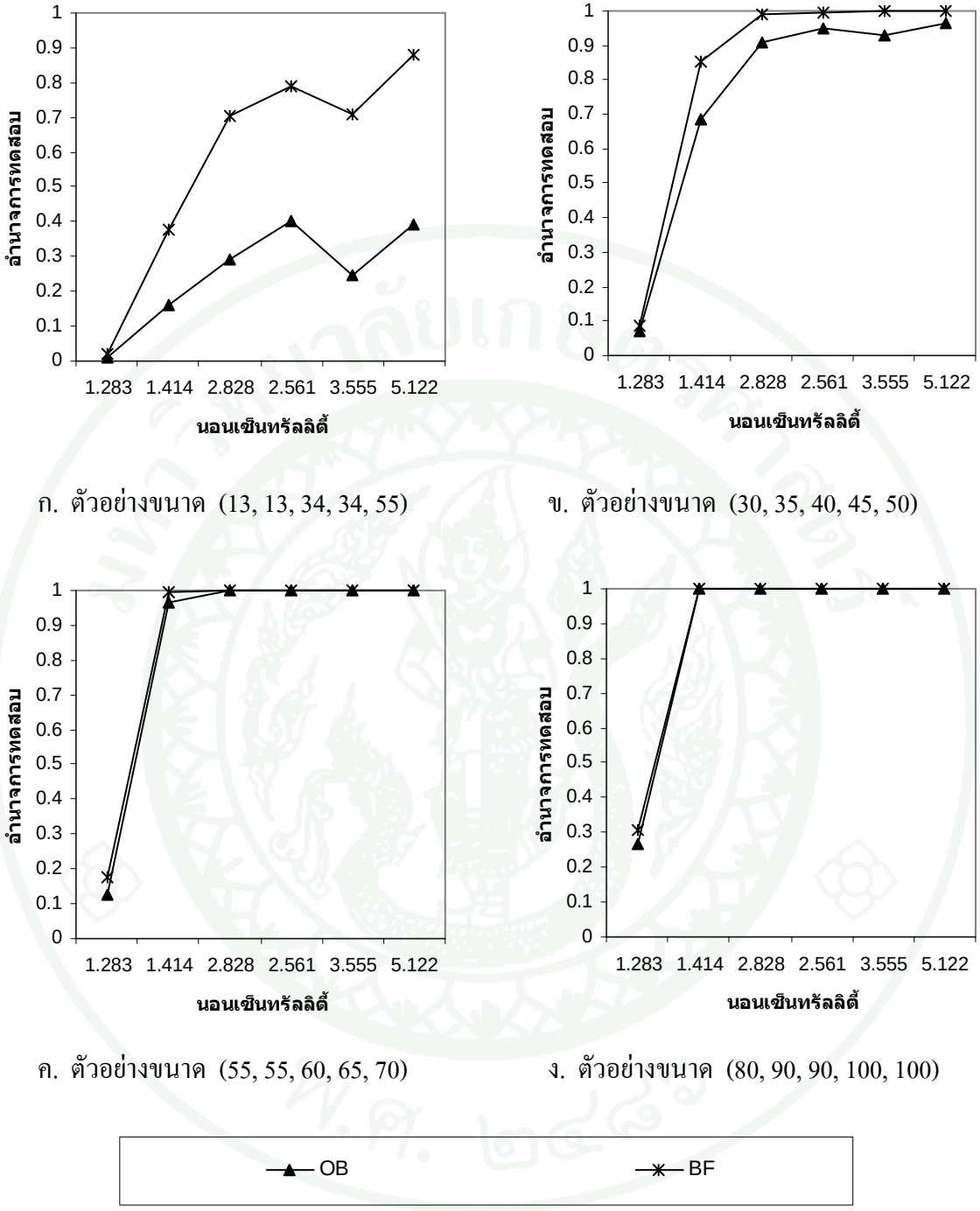
ข. ตัวอย่างขนาด (30, 35, 40, 45, 50)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 90, 100, 100)

ภาพที่ 35 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55)

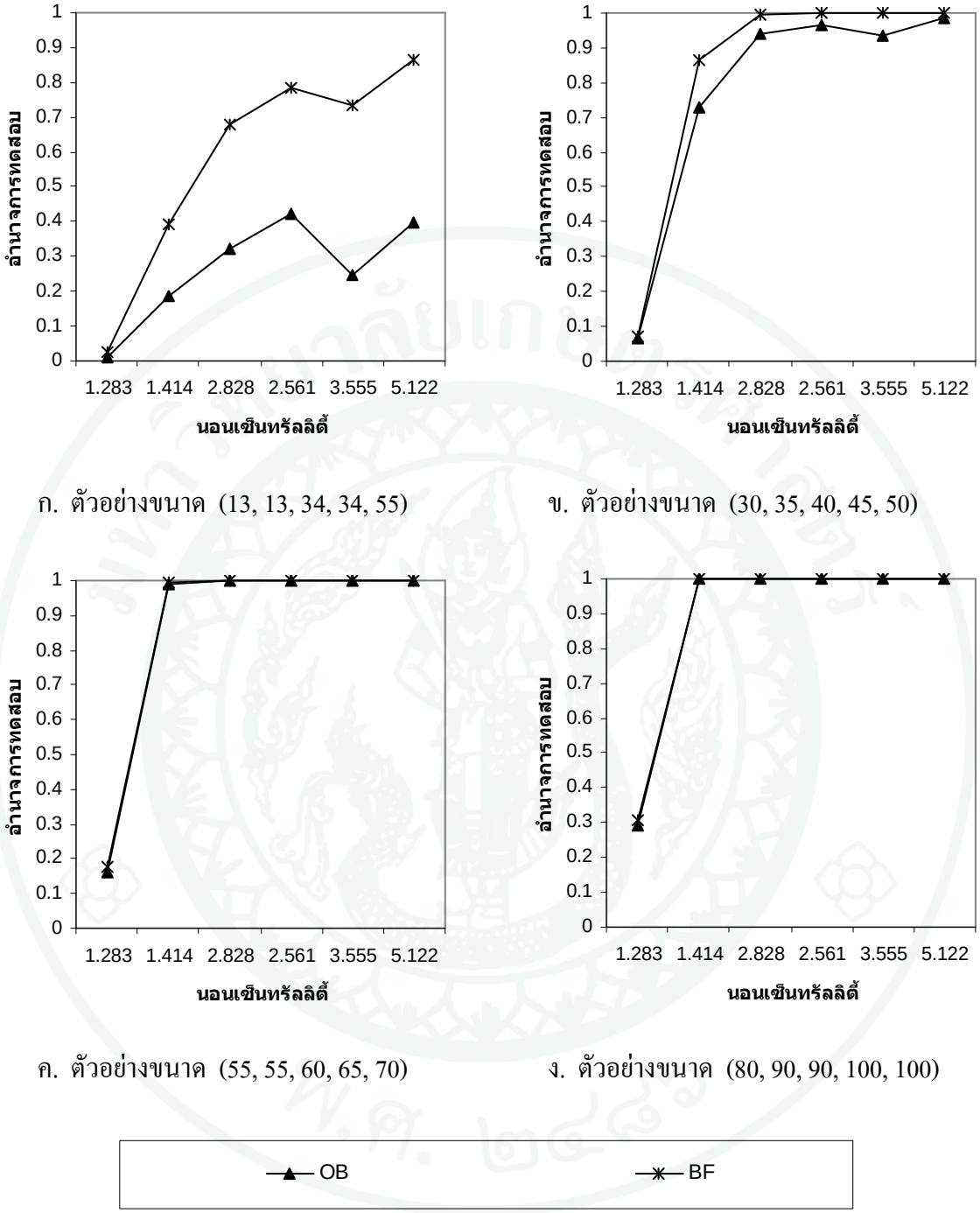
ข. ตัวอย่างขนาด (30, 35, 40, 45, 50)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 90, 100, 100)

ภาพที่ 36 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. ตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55)

ข. ตัวอย่างขนาด (30, 35, 40, 45, 50)

ค. ตัวอย่างขนาด (55, 55, 60, 65, 70)

ง. ตัวอย่างขนาด (80, 90, 90, 100, 100)

ภาพที่ 37 แสดงอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.2 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 21 และภาพที่ 32 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 21 และภาพที่ 33 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ยกเว้นเมื่อตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55) สถิติทดสอบโอบรีน มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าพบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 21 และภาพที่ 34 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับน้อยและปานกลาง และขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบสูงขึ้น นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 21 และภาพที่ 35 – 37 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นและอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	1.283	0.106	0.116	0.073	-	-	-	0.028	0.019
	1.414	0.608	0.614	0.353	-	-	-	0.032	0.025
	2.828	0.902	0.897	0.532	-	-	-	0.031	0.037
	2.561	0.902	0.911	0.582	-	-	-	0.033	0.041
	3.555	0.951	0.944	0.534	-	-	-	0.032	0.036
	5.122	0.994	0.988	0.612	-	-	-	0.036	0.035
34, 34, 34, 34, 34	1.283	0.282	0.295	0.232	0.209	-	-	0.032	0.048
	1.414	0.988	0.988	0.953	0.949	-	-	0.054	0.059
	2.828	1.000	1.000	0.997	1.000	-	-	0.043	0.072
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.043	0.058
	3.555	1.000	1.000	0.995	1.000	-	-	0.038	0.059
	5.122	1.000	1.000	0.998	1.000	-	-	0.036	0.064
55, 55, 55, 55, 55	1.283	0.454	0.461	0.418	0.360	-	-	0.043	0.061
	1.414	1.000	1.000	0.999	0.998	-	-	0.056	0.091
	2.828	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.043	0.078
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.051	0.089
	3.555	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.052	0.098
	5.122	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.045	0.089
100, 100, 100, 100, 100	1.283	0.767	0.770	0.726	0.654	-	-	0.050	0.077
	1.414	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.068	0.136
	2.828	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.073	0.142
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.072	0.158
	3.555	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.068	0.152
	5.122	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.068	0.155

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	1.283	-	-	0.073	0.059	-	-	0.090	-
	1.414	-	-	0.074	0.077	-	-	0.306	-
	2.828	-	-	0.065	0.051	-	-	0.489	-
	2.561	-	-	0.088	0.097	-	-	0.508	-
	3.555	-	-	0.064	0.052	-	-	0.487	-
	5.122	-	-	0.060	0.060	-	-	0.567	-
34, 34, 34, 34, 34	1.283	-	-	0.053	0.098	-	-	0.136	0.175
	1.414	-	-	0.090	0.245	-	-	0.785	0.936
	2.828	-	-	0.062	0.196	-	-	0.951	1.000
	2.561	-	-	0.079	0.246	-	-	0.965	0.997
	3.555	-	-	0.051	0.138	-	-	0.975	1.000
	5.122	-	-	0.044	0.123	-	-	0.995	1.000
55, 55, 55, 55, 55	1.283	-	-	0.075	0.160	-	-	0.179	0.295
	1.414	-	-	0.093	0.389	-	-	0.954	1.000
	2.828	-	-	0.072	0.333	-	-	0.999	1.000
	2.561	-	-	0.109	0.390	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	0.056	0.198	-	-	0.999	1.000
	5.122	-	-	0.056	0.166	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100, 100, 100	1.283	-	-	0.119	0.308	-	-	0.359	0.571
	1.414	-	-	0.173	0.662	-	-	0.998	1.000
	2.828	-	-	0.114	0.475	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	0.146	0.605	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	0.077	0.333	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	0.067	0.302	-	-	1.000	1.000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 13, 13, 13	1.283	-	-	0.102	-	-	-	0.091	-
	1.414	-	-	0.360	-	-	-	0.341	-
	2.828	-	-	0.527	-	-	-	0.530	-
	2.561	-	-	0.595	-	-	-	0.600	-
	3.555	-	-	0.483	-	-	-	0.529	-
	5.122	-	-	0.606	-	-	-	0.586	-
34, 34, 34, 34, 34	1.283	-	-	0.175	0.163	-	-	0.221	0.198
	1.414	-	-	0.896	0.951	-	-	0.927	0.952
	2.828	-	-	0.993	1.000	-	-	0.989	1.000
	2.561	-	-	0.992	0.999	-	-	0.997	1.000
	3.555	-	-	0.997	1.000	-	-	0.996	1.000
	5.122	-	-	0.999	1.000	-	-	1.000	1.000
55, 55, 55, 55, 55	1.283	-	-	0.302	0.345	-	-	0.364	0.341
	1.414	-	-	0.991	1.000	-	-	0.995	0.999
	2.828	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
100, 100, 100, 100, 100	1.283	-	-	0.556	0.613	-	-	0.661	0.665
	1.414	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.828	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.3 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 22 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 22 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (13, 13, 13, 13, 13) สถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 22 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับน้อยและปานกลางและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบสูงขึ้น นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้น มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3, 10$ และ 20

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 22 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี 5 ประชากร เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบปกติ				การแจงแจงแบบที			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 34, 34, 55	1.283	0.155	0.141	0.076	0.121	-	-	0.040	0.040
	1.414	0.850	0.832	0.496	0.705	-	-	0.025	0.024
	2.828	0.988	0.984	0.726	0.924	-	-	0.041	0.037
	2.561	0.989	0.987	0.781	0.942	-	-	0.041	0.033
	3.555	0.994	0.991	0.624	0.955	-	-	0.054	0.042
	5.122	1.000	0.999	0.795	0.985	-	-	0.035	0.025
30, 35, 40, 45, 50	1.283	0.314	0.314	0.234	0.236	-	-	0.031	0.048
	1.414	0.995	0.994	0.947	0.970	-	-	0.025	0.052
	2.828	1.000	1.000	0.994	0.999	-	-	0.029	0.052
	2.561	1.000	1.000	0.998	1.000	-	-	0.019	0.043
	3.555	1.000	1.000	0.998	1.000	-	-	0.029	0.054
	5.122	1.000	1.000	0.999	1.000	-	-	0.038	0.052
55, 55, 60, 65, 70	1.283	0.492	0.496	0.428	0.395	-	-	0.037	0.058
	1.414	1.000	1.000	1.000	0.999	-	-	0.039	0.077
	2.828	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.043	0.078
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.050	0.088
	3.555	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.050	0.076
	5.122	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.040	0.094
80, 90, 90, 100, 100	1.283	0.687	0.686	0.633	0.582	-	-	0.045	0.059
	1.414	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.053	0.115
	2.828	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.055	0.125
	2.561	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.064	0.119
	3.555	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.065	0.134
	5.122	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	0.046	0.122

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 34, 34, 55	1.283	-	-	0.033	0.024	-	-	-	0.127
	1.414	-	-	0.011	0.025	-	-	-	0.676
	2.828	-	-	0.005	0.015	-	-	-	0.923
	2.561	-	-	0.001	0.016	-	-	-	0.941
	3.555	-	-	0.002	0.008	-	-	-	0.926
	5.122	-	-	0.003	0.006	-	-	-	0.980
30, 35, 40, 45, 50	1.283	-	-	0.037	0.084	-	-	0.139	0.220
	1.414	-	-	0.033	0.148	-	-	0.794	0.952
	2.828	-	-	0.023	0.118	-	-	0.952	0.997
	2.561	-	-	0.044	0.184	-	-	0.974	1.000
	3.555	-	-	0.024	0.065	-	-	0.966	1.000
	5.122	-	-	0.017	0.046	-	-	0.989	1.000
55, 55, 60, 65, 70	1.283	-	-	0.060	0.145	-	-	0.214	0.329
	1.414	-	-	0.086	0.365	-	-	0.970	0.999
	2.828	-	-	0.062	0.269	-	-	0.999	1.000
	2.561	-	-	0.069	0.336	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	0.032	0.162	-	-	0.999	1.000
	5.122	-	-	0.016	0.134	-	-	1.000	1.000
80, 90, 90, 100, 100	1.283	-	-	0.093	0.233	-	-	0.316	0.536
	1.414	-	-	0.116	0.564	-	-	0.997	1.000
	2.828	-	-	0.071	0.392	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	0.124	0.539	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	0.050	0.253	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	0.033	0.212	-	-	1.000	1.000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ขนาดตัวอย่าง	ϕ	การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10				การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20			
		BL	T_3	OB	BF	BL	T_3	OB	BF
13, 13, 34, 34, 55	1.283	-	-	0.065	0.118	-	-	0.065	0.114
	1.414	-	-	0.429	0.717	-	-	0.461	0.713
	2.828	-	-	0.654	0.931	-	-	0.672	0.912
	2.561	-	-	0.761	0.957	-	-	0.768	0.949
	3.555	-	-	0.603	0.941	-	-	0.626	0.956
	5.122	-	-	0.760	0.982	-	-	0.789	0.985
30, 35, 40, 45, 50	1.283	-	-	0.165	0.212	-	-	0.186	0.218
	1.414	-	-	0.898	0.952	-	-	0.932	0.966
	2.828	-	-	0.990	0.999	-	-	0.995	0.999
	2.561	-	-	0.997	0.999	-	-	0.995	0.999
	3.555	-	-	0.994	1.000	-	-	0.994	1.000
	5.122	-	-	0.998	1.000	-	-	1.000	1.000
55, 55, 60, 65, 70	1.283	-	-	0.345	0.386	-	-	0.382	0.398
	1.414	-	-	0.995	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.828	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
80, 90, 90, 100, 100	1.283	-	-	0.493	0.559	-	-	0.534	0.560
	1.414	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.828	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	2.561	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	3.555	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000
	5.122	-	-	1.000	1.000	-	-	1.000	1.000

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.4 เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 23 พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบที

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 23 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ยกเว้นเมื่อตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55) อำนาจการทดสอบต่ำลง และสถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 23 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับน้อยและปานกลางและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบสูงขึ้น นอกจากนี้พบว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมีความแตกต่างกันระดับมากและขนาดตัวอย่างใหญ่ มีอำนาจการทดสอบต่ำลง

ในกรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3, 10$ และ 20

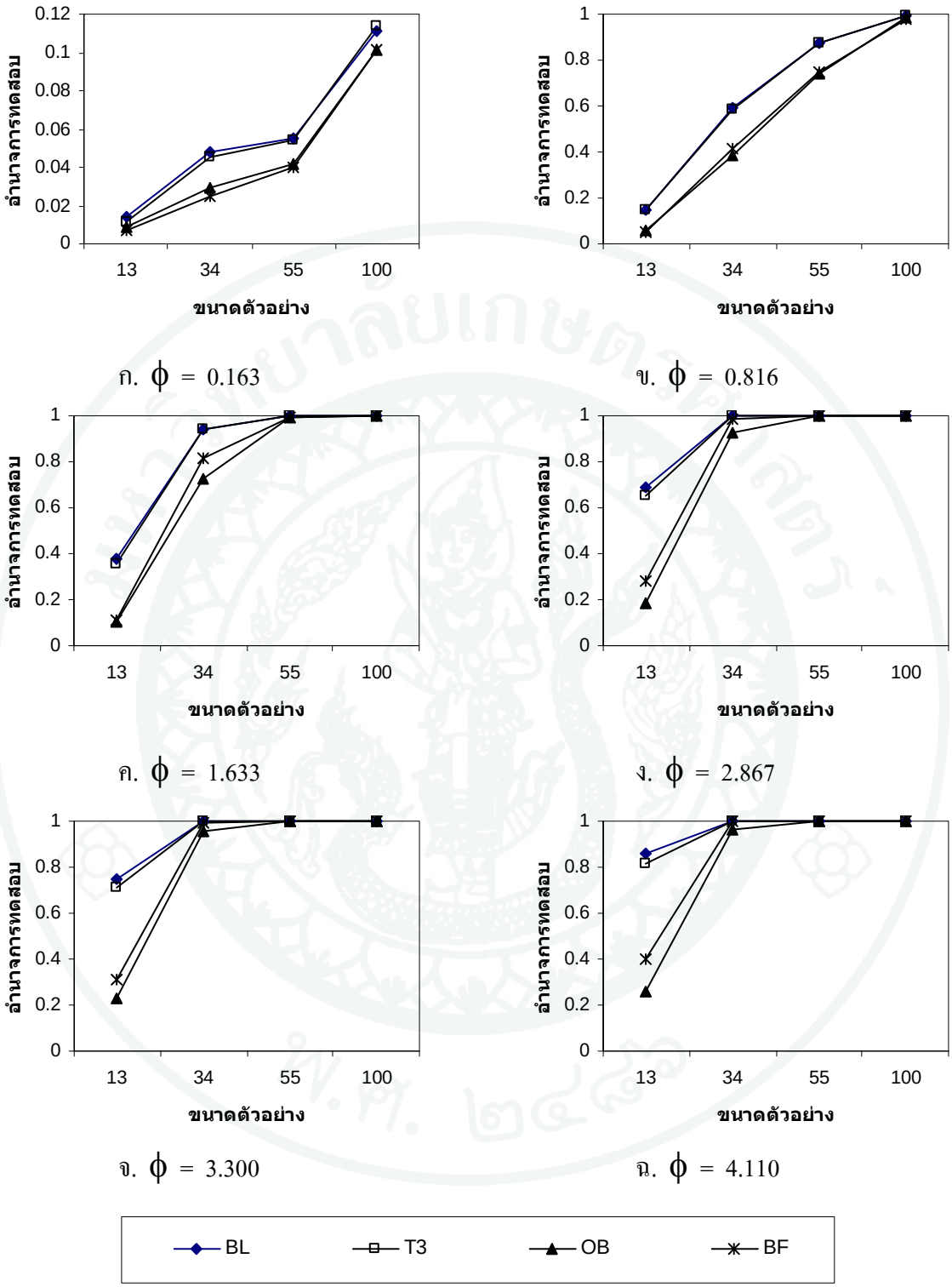
จากค่าอำนาจการทดสอบในตารางที่ 23 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบโอบรีน ในทุกขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่าอำนาจการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทดสอบมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

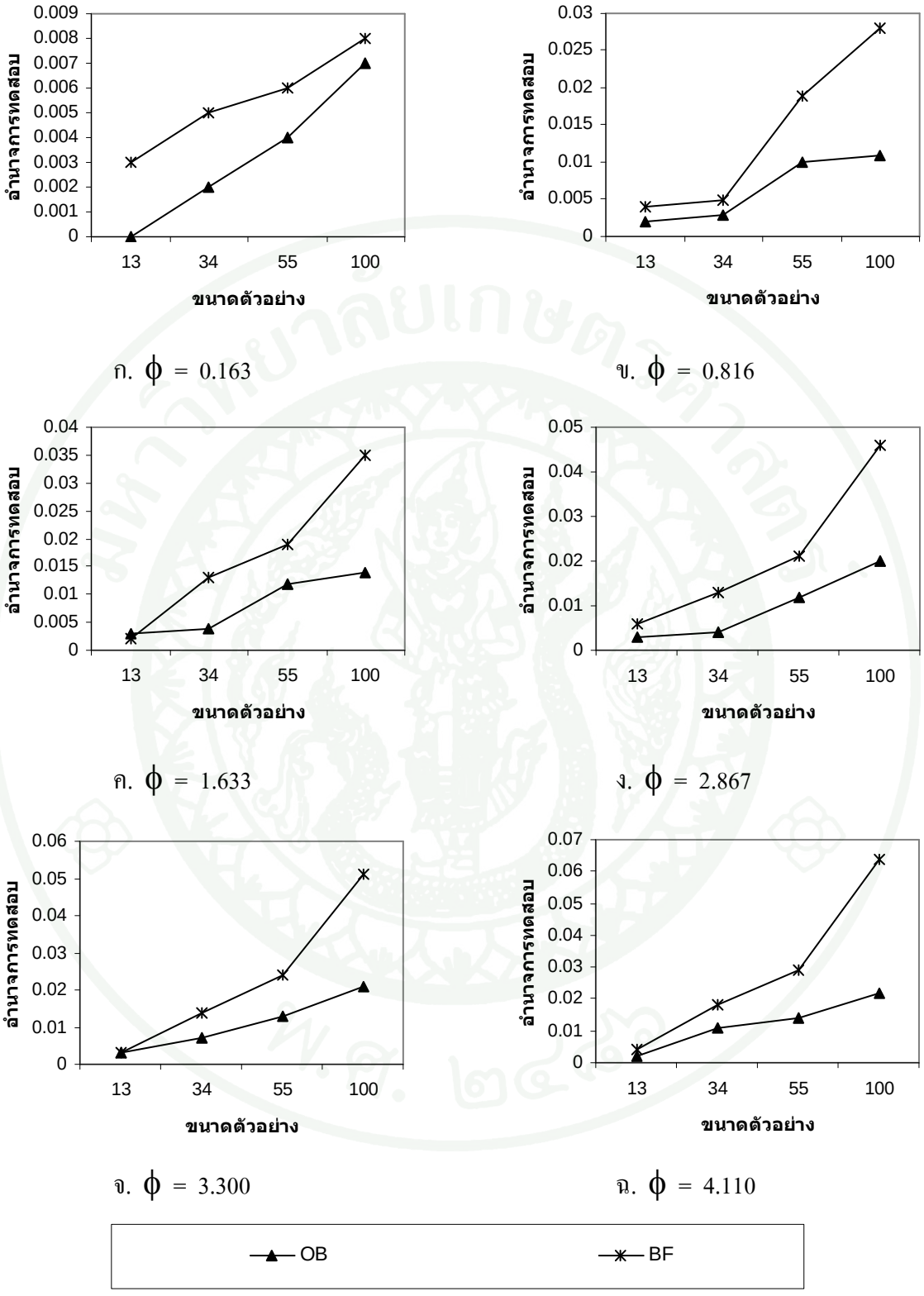
จากการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่าง ที่ระดับความแปรปรวนแตกต่างกัน เมื่อประชากรมีจำนวน 3, 4 และ 5 กลุ่ม มีการแจกแจงลักษณะต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน พบว่าให้ผลลัพธ์ในทำนองเดียวกัน ในงานวิจัยนี้จึงแสดงผลเฉพาะกรณีประชากรมีจำนวน 3 กลุ่ม มีการแจกแจงลักษณะต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน เท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



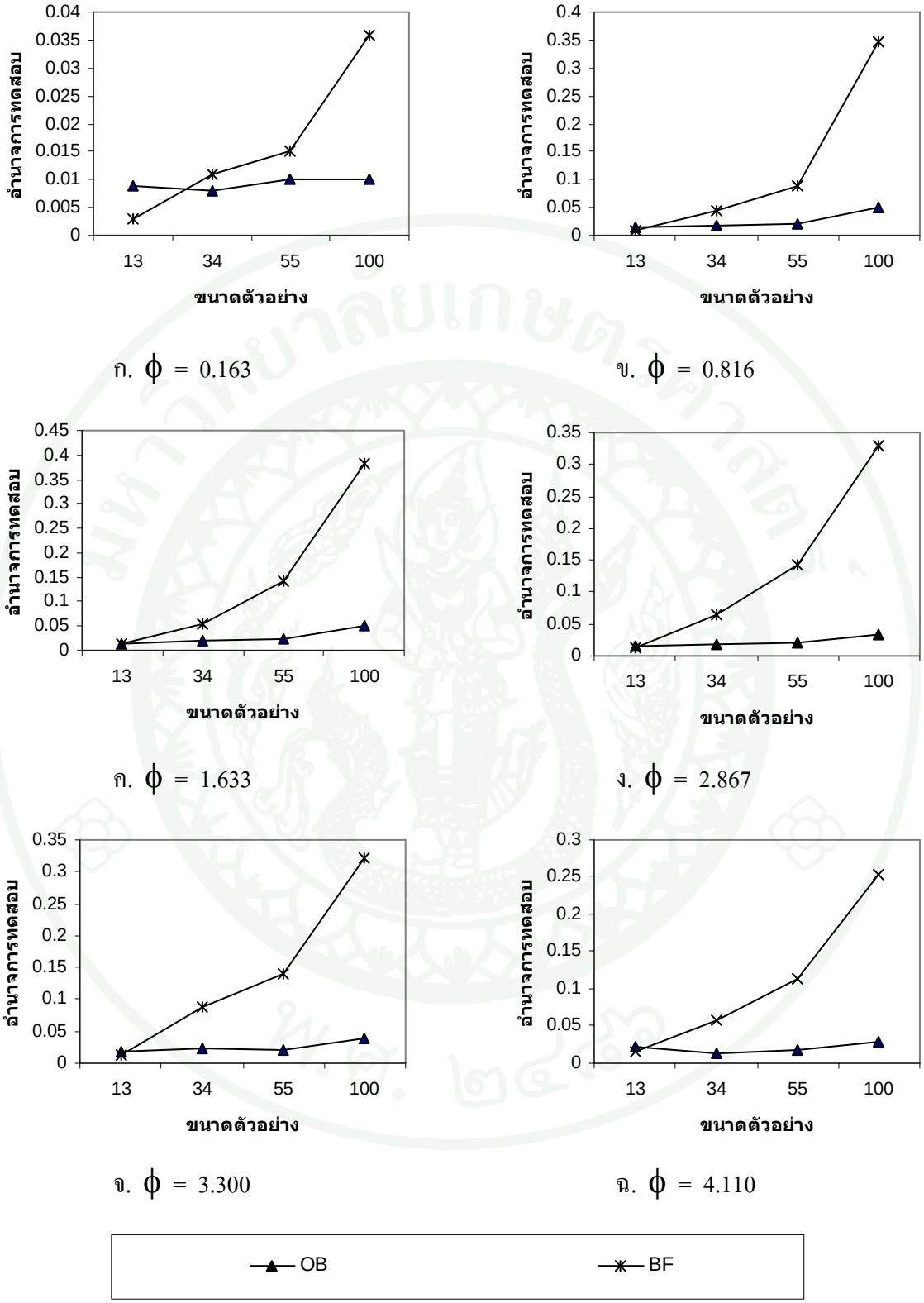
ภาพที่ 38 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์–ฟอร์ซิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



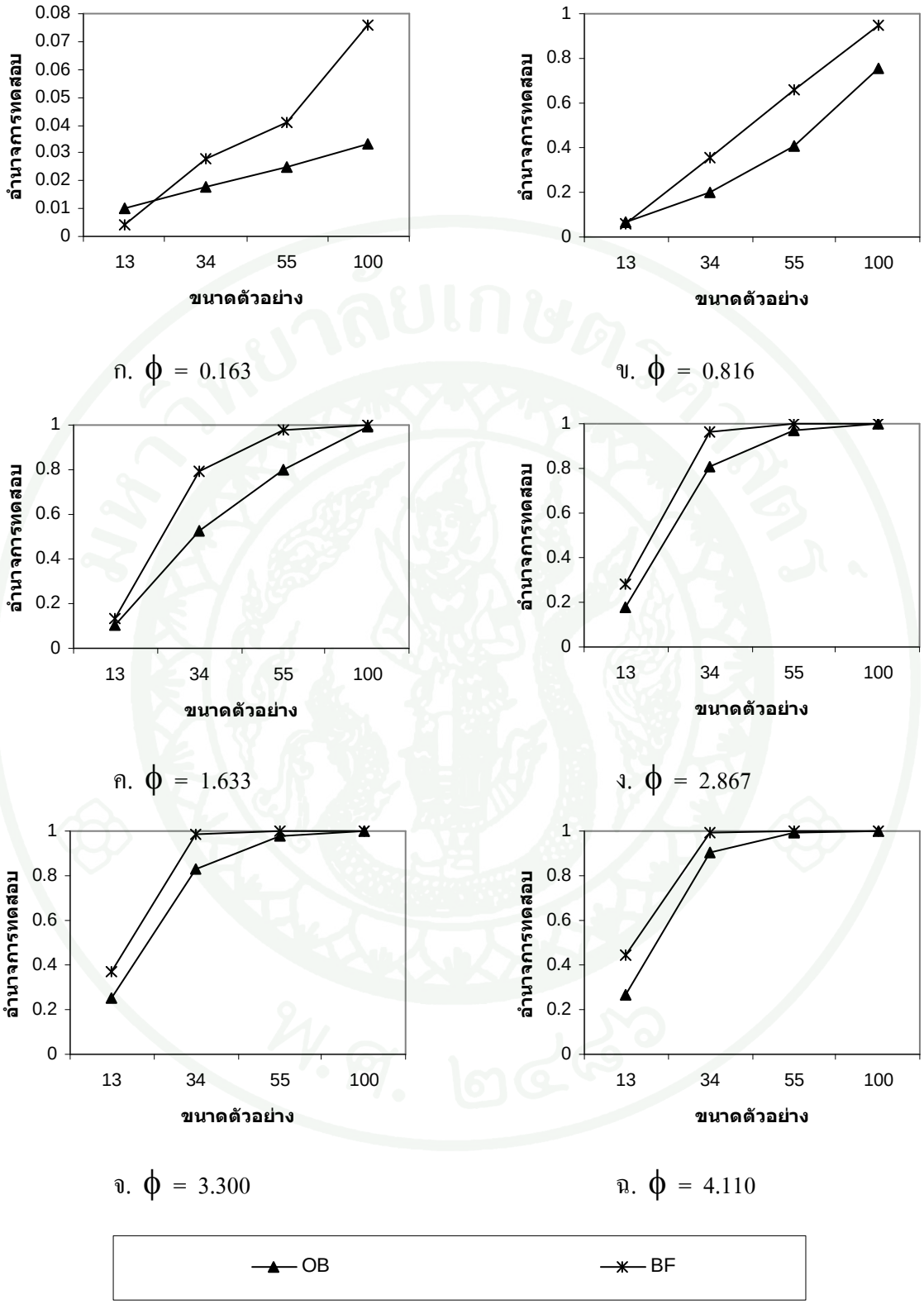
ภาพที่ 39 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



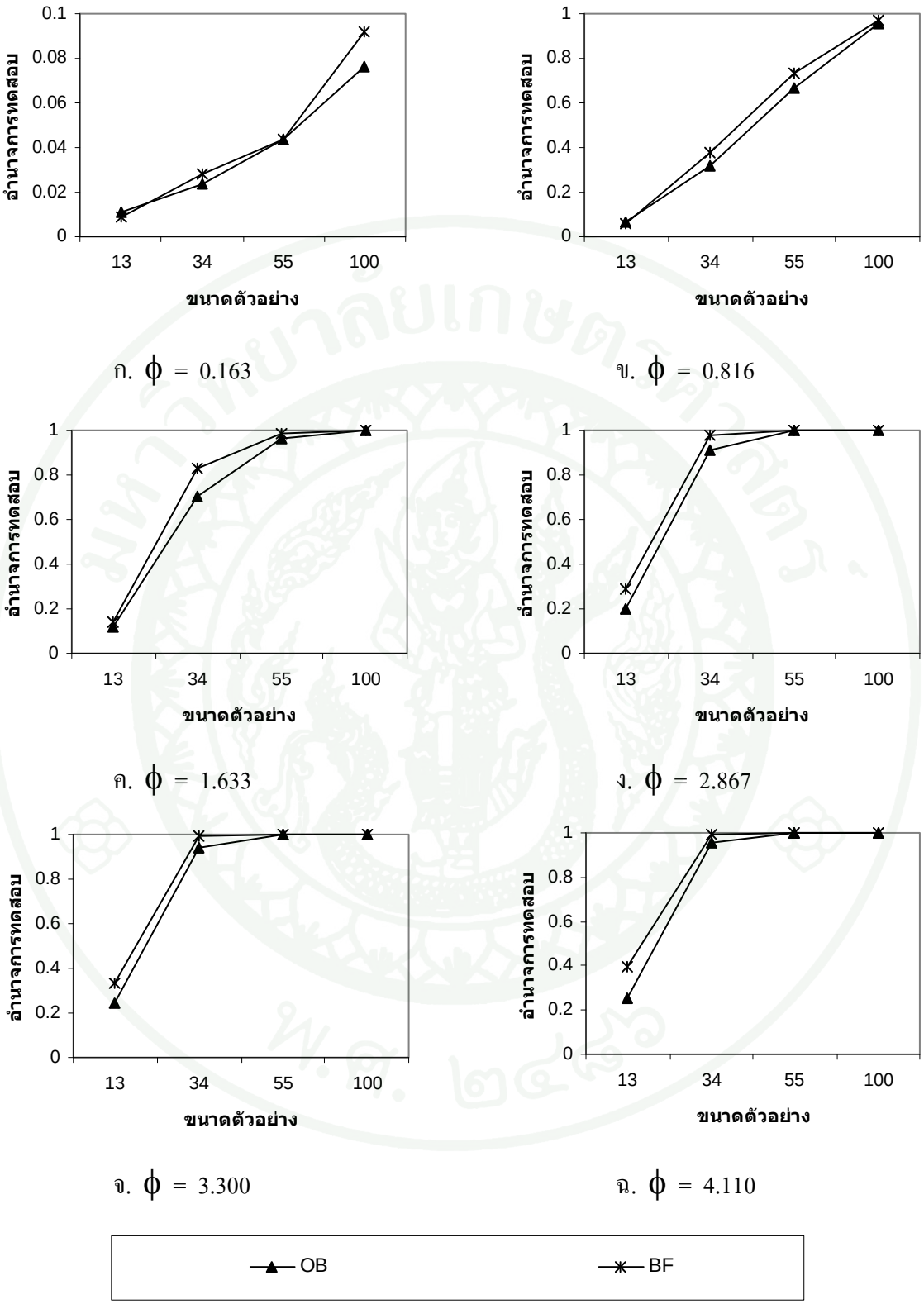
ภาพที่ 40 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



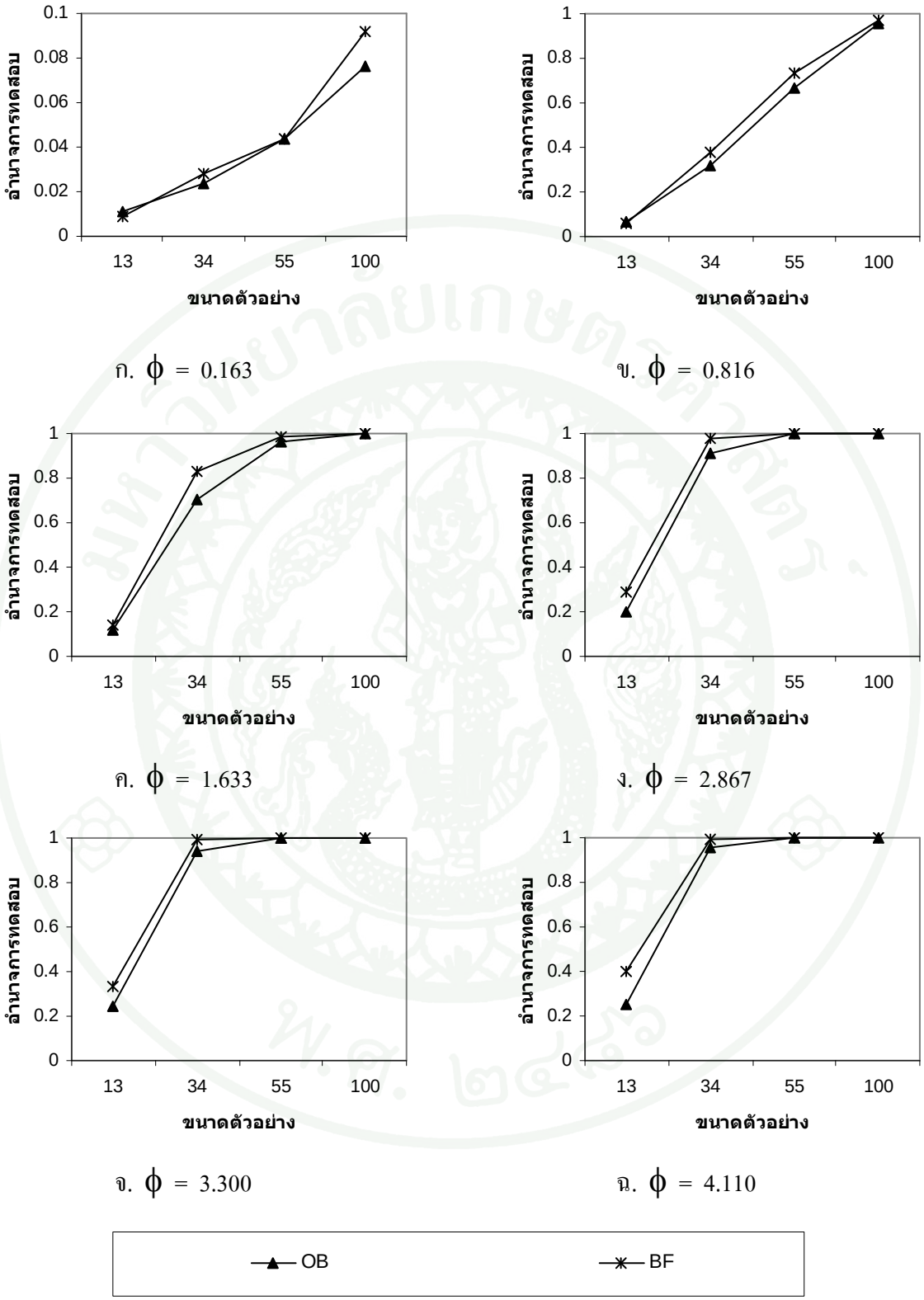
ภาพที่ 41 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 42 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 43 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบกับขนาดตัวอย่างของสถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี กรณี 3 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 20 และตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 38 พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือสถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี และสถิติทดสอบโอบรีน เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 39 พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือสถิติทดสอบโอบรีน เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 40 พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ภาพ ก. ตัวอย่างมีขนาด 13, 13, 13 สถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ที่ตัวอย่างขนาดอื่นๆ สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือสถิติทดสอบโอบรีน เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย แสดงดังภาพ ก. และ ข. เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันปานกลางแสดงดังภาพ ค. และ ง. เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบลดลง ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันมากแสดงดังภาพ จ. และ ฉ. เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบลดลง

จากภาพที่ 41 พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 3$ ตัวอย่างมีขนาด 13, 13, 13 สถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงสุด แสดงดังภาพ ก. ที่ตัวอย่างขนาดอื่นๆ สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือสถิติทดสอบโอบรีน เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 42 พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 10$ ตัวอย่างมีขนาด 13, 13, 13 สถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงสุดแสดงดังภาพ ก. ที่ตัวอย่างขนาดอื่นๆ สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือสถิติทดสอบโอบรีน เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 43 พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ $df = 20$ ตัวอย่างมีขนาด 13, 13, 13 สถิติทดสอบโอบรีนมีอำนาจการทดสอบสูงสุดแสดงดังภาพ ก. ที่ตัวอย่างขนาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อื่นๆ สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือสถิติทดสอบโอบรีน เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราส่วนความแปรปรวนเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 4 วิธี ได้แก่ สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี จากการจำลองข้อมูลตามลักษณะต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัย สรุปผลได้ดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

1.1 กรณี 3 ประชากร

สถิติทดสอบบาร์ตเลตสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

สถิติทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 13) และ (55, 60, 65) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 13) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 13) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและแบบที แต่สามารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่างเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 13) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบที และแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 แต่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่างเมื่อประชากรมีการแจกแจง แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.2 กรณี 4 ประชากร

สถิติทดสอบบาร์ตเลตสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

สถิติทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ยกเว้นไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (80, 90, 100, 100) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 13, 13) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และ 20 แต่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่างเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 13, 13) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 แต่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่างเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และแบบล็อกนอร์มอล ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.3 กรณี 5 ประชากร

สถิติทดสอบบาร์ตเลตสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

สถิติทดสอบ T_3 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

สถิติทดสอบโอบรีน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบที และแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และ 20 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 34, 34, 55) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และ 20 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 34, 34, 55) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 13, 13, 13) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและแบบไคสแควร์ ที่ df = 10 และ 20 แต่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่างเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ (13, 13, 13, 13, 13) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 แต่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่างเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที และแบบล็อกนอร์มอล ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. อำนาจการทดสอบ

2.1 เมื่อพิจารณาตามลักษณะการแจกแจงของประชากรพบว่า

2.1.1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ พบว่า สถิติทดสอบบาร์ตเลต มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือ สถิติทดสอบ T_3 สถิติทดสอบโอบรีน และสถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี ตามลำดับ

2.1.2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือ สถิติทดสอบโอบรีน

2.1.3 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือ สถิติทดสอบโอบรีน

2.1.4 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 พบว่า สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือ สถิติทดสอบโอบรีน

2.2 เมื่อพิจารณาที่ขนาดตัวอย่างพบว่า ค่าอำนาจการทดสอบมีค่าสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

2.3 เมื่อพิจารณาที่ระดับนัยสำคัญพบว่า ค่าอำนาจการทดสอบมีค่าสูงขึ้น เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น

2.4 เมื่อพิจารณาความแตกต่างของอัตราส่วนของความแปรปรวน ค่าอำนาจการทดสอบมีค่าสูงขึ้น เมื่อความแตกต่างของอัตราส่วนของความแปรปรวนเพิ่มขึ้น

สามารถเลือกใช้สถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน โดยพิจารณาสถิติทดสอบที่ให้อำนาจการทดสอบสูงสุดในแต่ละกรณี ดังตารางที่ 24 – 26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณี 3 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจงแบบ					
		N	t	LogN	χ^2_3	χ^2_{10}	χ^2_{20}
13, 13, 13	0.01	BL	-	OB	BF	BF	BF
	0.05	BL	-	BF	BF	OB	BF
34, 34, 34	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
55, 55, 55	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
100, 100, 100	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
13, 34, 50	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
35, 45, 55	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
55, 60, 65	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
80, 90, 100	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF

หมายเหตุ " - " หมายถึง ไม่มีสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณี 4 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจงแบบ					
		N	t	LogN	χ^2_3	χ^2_{10}	χ^2_{20}
13, 13, 13, 13	0.01	BL	BF	OB	BF	OB	BF
	0.05	BL	BF	BF	OB	OB	OB
34, 34, 34, 34	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
55, 55, 55, 55	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
100, 100, 100, 100	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
13, 34, 34, 55	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
35, 40, 45, 50	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
55, 60, 65, 70	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
80, 90, 90, 100	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด กรณี 5 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ	การแจกแจงแบบ					
		N	t	LogN	χ^2_3	χ^2_{10}	χ^2_{20}
13, 13, 13, 13, 13	0.01	BL	BF	BF	BF	OB	OB
	0.05	BL	BF	OB	OB	OB	OB
34, 34, 34, 34, 34	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
55, 55, 55, 55, 55	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
100, 100, 100, 100, 100	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
13, 13, 34, 34, 55	0.01	BL	OB	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	OB	BF	BF	BF	BF
30, 35, 40, 45, 50	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
55, 55, 60, 65, 70	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF
80, 90, 90, 100, 100	0.01	BL	BF	BF	BF	BF	BF
	0.05	BL	BF	BF	BF	BF	BF

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

จากงานวิจัยนี้ พบว่า เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ควรเลือกใช้ สถิติทดสอบบาร์ตเลต ซึ่งมีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด และมีความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด

เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที แบบล็อกนอร์มอล แบบไคสแควร์ ที่ df = 3, 10 และ 20 ควรเลือกใช้ สถิติทดสอบบราวน์–ฟอร์สิตี ซึ่งมีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด และความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด

ข้อยกเว้น

เมื่อประชากร 3 กลุ่มมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และแบบไคสแควร์ที่ df = 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13) ควรเลือกใช้ สถิติทดสอบโอบรีน ซึ่งมีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด และความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด

เมื่อประชากร 4 กลุ่มมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบไคสแควร์ที่ df = 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13) ควรเลือกใช้ สถิติทดสอบโอบรีน ซึ่งมีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด และความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด

เมื่อประชากร 5 กลุ่มมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่ df = 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบไคสแควร์ที่ df = 3, 10 และ 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวอย่างขนาด (13, 13, 13, 13, 13) และเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตัวอย่างขนาด (13, 13, 34, 34, 55) ควรเลือกใช้สถิติทดสอบโอบรีน ซึ่งมีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด และความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ด้านการศึกษาและวิจัยต่อไป

2.1 ศึกษาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร โดยใช้การแจกแจงอื่นๆ ที่แตกต่างจากที่ผู้วิจัยได้ทำ เช่น การแจกแจงแบบแกมมา การแจกแจงแบบไวบูลล์ หรือการแจกแจงเบต้า เป็นต้น

2.2 ศึกษาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร โดยเพิ่มสถิติทดสอบจากที่ศึกษาแล้ว เพื่อขยายขอบเขตการศึกษาให้กว้างขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

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

จิรัชย์ สุขะเกตุ. 2548. **ความน่าจะเป็นและทฤษฎีเบื้องต้น.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยวรรณ ถือแก้ว. 2552. **การเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรษณพร จันทร์ดี. 2549. **สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวภา ไชยศรี. 2542. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบบาร์ตเลต เลอวีน และบราวน์-ฟอร์ซิตี สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

สมประสงค์ สิทธิสมบัติ. 2550. **การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุชาดา บวรกิติวงศ์. 2548. **สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2546. **ความน่าจะเป็นสำหรับวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์.** ครั้งที่ 2. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Games, P.A., H.B. Winkler and D.A. Probert. 1972. Robust tests for homogeneity of variance. **Educational and Psychological Measurement**. 32: 887-909.

Keyes, T.K. and M.S. Levy. 1997. Analysis of Levene's test under design imbalance. **Journal of Educational and Behavioral Statistics.** 22(2): 227-236.

Legendre, P. and D. Borcard. n.d. **Statistical comparison of univariate tests of homogeneity of variances.** Available Source: http://biol10.boil.umontreal.ca/BIO2042/MS_THV.pdf.

O'Brien, R.G. 1979. A General ANOVA for robust test of additive models for variance. **Journal of the American Statistical Association.** 74: 877-880.

Pardo, J.A., M.C. Pardo, M.L. Vicente and M.D. Esteban. 1997. A statistical information theory approach to compare the homogeneity of several variances. **Computational Statistics & Data Analysis.** 24: 411-416.

Ramsey, P.H. 1994. Testing variances in psychological and educational research. **Journal of Educational Statistics.** 19(1): 23-42.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โปรแกรม SAS ที่ใช้ในงานวิจัย

คำสั่งสำหรับการสร้างข้อมูลการแจกแจงแบบปกติ

กรณีประชากร 3 กลุ่ม เมื่อตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

```
/-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

                        Generator for normal distribution

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------/
LIBNAME dist'D:\data\normal';
data dist.normal_3_13;
      array x1{13};
      array x2{13};
      array x3{13};
n1=13; n2=13; n3=13;
mu=0; var=10;
var1=1.0var;
var2=1.0var;
var3=1.0var;
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;
output;
end;
proc print data= dist.normal_3_13;
title'Generator for normal distribution';
run;
```

คำสั่งที่ใช้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้

```
data normal_3_13;
      INFILE 'D:data.normal.dist.normal_3_13.dat';
      proc print data=dist.normal_3_13;
title'Generator for normal distribution';
run;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำสั่งสำหรับการสร้างข้อมูลการแจกแจงแบบที

กรณีประชากร 3 กลุ่ม เมื่อตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

```
/-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

                                    Generator for t distribution

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------/
LIBNAME dist'D:\data\t';
data dist.t_3_13;
array x1{13};
array x2{13};
array x3{13};
n1=13;
n2=13;
n3=13;
   call streaminit(0);
do rep=1 to 1000;
      do i=1 to n1; x1(i)=rand('t',4);end;
      do i=1 to n2; x2(i)=rand('t',4);end;
      do i=1 to n3; x3(i)=rand('t',4);end;
output;
end;
proc print data=dist.t_3_13;
title'Generateor for T distribution';
run;
```

คำสั่งที่ใช้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้

```
data t_3_13;
      INFILE 'D:data.t.dist.t_3_13.dat';
      proc print data=dist.t_3_13;
title'Generator for t distribution';
run;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำสั่งสำหรับการสร้างข้อมูลการแจกแจงแบบไคสแควร์

กรณีประชากร 3 กลุ่ม เมื่อตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

```
/-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

                    Generator for CHISQUARE distribution

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------/
LIBNAME dist'D:\data\chi_3';
data dist.chi_3_13;
array x1{13};
array x2{13};
array x3{13};
n1=13;
n2=13;
n3=13;
   call streaminit(0);
do rep=1 to 1000;
      do i=1 to n1; x1(i)=rand('chisq',3);end;
      do i=1 to n2; x2(i)=rand('chisq',3);end;
      do i=1 to n3; x3(i)=rand('chisq',3);end;
output;
end;
proc print data=dist.chi_3_13;
title'Generateor for CHISQUARE Distribution';
run;
```

คำสั่งที่ใช้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้

```
data chi_3_13;
      INFILE 'D:data.chi_3.dist.chi_3_13.dat';
      proc print data=dist.chi_3_13;
title'Generator for CHISQUARE distribution';
run;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำสั่งสำหรับการสร้างข้อมูลการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

กรณีประชากร 3 กลุ่ม เมื่อตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

```
/-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

                    Generator for Lognormal distribution

-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------/
LIBNAME dist'D:\data\lognormal';
 data dist.lognormal_3_13;
      array x1{13};
      array x2{13};
      array x3{13};
n1=13; n2=13; n3=13;
mu=0; var=1;
var1=1.0var;
var2=1.0var;
var3=1.0var;
do rep=1 to 1000;
do i=1 to n1; err1=sqrt(var1)rannor(0); x1(i)=exp(mu+err1); end;
do i=1 to n2; err2=sqrt(var2)rannor(0); x2(i)=exp(mu+err2); end;
do i=1 to n3; err3=sqrt(var3)rannor(0); x3(i)=exp(mu+err3); end;
output;
end;
proc print data= dist.lognormal_3_13;
title'Generator for Lognormal distribution';
run;
```

คำสั่งที่ใช้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้

```
data lognormal_3_13;
      INFILE 'D:data.lognormal.dist.lognormal_3_13.dat';
      proc print data=dist.lognormal_3_13;
title'Generator for Lognormal distribution';
run;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติทดสอบบาร์ตเลต

```
data BL;
set dist.normal_3_13;
array x1{13};
array x2{13};
array x3{13};
array ie{3};
array e{3};
n1=13;
n2=13;
n3=13;
k=3;
sn=39;
do i=1 to n1; var_bl1=var(of x1:);end;
do i=1 to n2; var_bl2=var(of x2:);end;
do i=1 to n3; var_bl3=var(of x3:);end;
e1=n1-1; e2=n2-1; e3=n3-1;
      se=e1+e2+e3; ise=1/se;
ie1=1/e1; ie2=1/e2; ie3=1/e3;
      sie=sum(of ie:);
m1=e1var_bl1; m2=e2var_bl2; m3=e3var_bl3;
      sm=sum(of m:);
ls1=log10(var_bl1); ls2=log10(var_bl2); ls3=log10(var_bl3);
      els1=e1ls1; els2=e2ls2; els3=e3ls3;
      sels=sum(of els:);
sp=sm/se;
lsp=log10(sp);
bstar=2.3059((lspse)-sels);
ca=1/(3(k-1));
cv=sie-ise;
cb=1+(cacv);
BL=bstar/cb;
chi_01=cinv(0.99,k-1);
chi_05=cinv(0.95,k-1);
if BL>chi_01 then do;
BL_01 = "reject01"; end; else do;
BL_01 = "accept01"; end;
if BL>chi_05 then do;
BL_05 = "reject05"; end; else do;
BL_05="accept05"; end; output;
title 'BARTLET METHOD';
proc freq; table BL_01; run;
proc freq; table BL_05; run;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติทดสอบ T_3

```
data T_3;
set dist.normal_3_13;
array x1{13};
array x2{13};
array x3{13};
array var_a{3};
array g{3};
array h{3};
n1=13;
n2=13;
n3=13;
k=3;
sn=39;
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;
c1 = n1sqrt(var_a1);
c2 = n2sqrt(var_a2);
c3 = n3sqrt(var_a3);
sc = sum(of c:);
da1 = n1var_a1;
da2 = n2var_a2;
da3 = n3var_a3;
sd = sum(of da:);
f = sc/sd;
do i=1 to k;
g(i)=((1/sqrt(var_a(i)))-f)2; end;
h1 = (n1var_a1)g1;
h2 = (n2var_a2)g2;
h3 = (n3var_a3)g3;
sh=sum(of h:);
T3=2sh;
chi_01=cinv(0.99,k-1);
chi_05=cinv(0.95,k-1);
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;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติทดสอบโอบรีน

```
data OBRIEN;
set dist.normal_3_13;
array x1{13}; array x2{13}; array x3{13};
array w{3}; array xbar{3}; array sz{3};
array z1{13}; array z2{13}; array z3{13};
array sx1{13}; array sx2{13}; array sx3{13};
array bz1{13}; array bz2{13}; array bz3{13};
n1=13; n2=13; n3=13; k=3; SN=39;
  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;
      w1 = (0.5var_ob1)(n1-1);
      w2 = (0.5var_ob2)(n2-1);
      w3 = (0.5var_ob3)(n3-1);
  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 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;
      b1=(n1-1)(n1-2); b2=(n2-1)(n2-2); b3=(n3-1)(n3-2);
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;
      sz1=sum(of z1:);
      sz2=sum(of z2:);
      sz3=sum(of z3:);
      ssz=sum(of sz:);
szbar1=sz1/n1; szbar2=sz2/n2;
szbar3=sz3/n3; sszbar=ssz/SN;
      d1=n1((szbar1-sszbar)2);
      d2=n2((szbar2-sszbar)2);
      d3=n3((szbar3-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;
    sbz1=sum(of bz1:);
    sbz2=sum(of bz2:);
    sbz3=sum(of bz3:);
    sumbz=sum(of sbz:)/(SN-k);
  ob=ssd/sumbz;
F_01=finv(0.99,k-1,sn-k);
F_05=finv(0.95,k-1,sn-k);
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-Brien  Method';
proc freq; table ob_01; run;
proc freq; table ob_05; run;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติทดสอบบราวน์ – ฟอร์สิตี

```
data brown_forsythe;
set dist.normal_3_13;
array x1{13};
array x2{13};
array x3{13};
array zbf1{13};
array zbf2{13};
array zbf3{13};
array szbf{3};
array bzbf1{13};
array bzbf2{13};
array bzbf3{13};
array sbzbf{3};
n1=13; n2=13; n3=13; k=3; sn=39;
do i=1 to n1; med_x1=median (of x1:);end;
do i=1 to n2; med_x2=median (of x2:);end;
do i=1 to n3; med_x3=median (of x3:);end;
  do i=1 to n1; zbf1(i)= abs(x1(i)-med_x1); end;
  do i=1 to n2; zbf2(i)= abs(x2(i)-med_x2); end;
  do i=1 to n3; zbf3(i)= abs(x3(i)-med_x3); end;
      szbf1=sum(of zbf1:);
      szbf2=sum(of zbf2:);
      szbf3=sum(of zbf3:);
      sszbf=sum(of szbf:);
szbfbar1=szbf1/n1;
szbfbar2=szbf2/n2;
szbfbar3=szbf3/n3;
sszbfbar=sszbf/SN;
      dbf1=n1((szbfbar1-sszbfbar)2);
      dbf2=n2((szbfbar2-sszbfbar)2);
      dbf3=n3((szbfbar3-sszbfbar)2);
      ssdbf=sum(of dbf:)/(k-1);
do i=1 to n1; bzbf1(i)=(zbf1(i)-szbfbar1)2; end;
do i=1 to n2; bzbf2(i)=(zbf2(i)-szbfbar2)2; end;
do i=1 to n3; bzbf3(i)=(zbf3(i)-szbfbar3)2; end;
    sbzbf1=sum(of bzbf1:);
    sbzbf2=sum(of bzbf2:);
    sbzbf3=sum(of bzbf3:);
    sumbzbf=sum(of sbzbf:)/(SN-k);
    bf=ssdbf/sumbzbf;
F_01=finv(0.99,k-1,sn-k);
F_05=finv(0.95,k-1,sn-k);
if bf>F_01 then do;
   bf_01="reject01";end;else do;
   bf_01="accept01";end;
if bf>F_05 then do;
   bf_05="reject05";end;else do;
   bf_05="accept05";end;
output;
title 'Brown-Forsythe  Method';
proc freq; table bf_01; run;
proc freq; table bf_05; run;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวศรีวนา ศรีสมบูรณ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	29 กันยายน 2524
สถานที่เกิด	อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	กศ.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์