ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

ปริญญา

สถิติ	สถิติ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

Robust Test Statistics for Homogeneity of Population Variances

นามผู้วิจัย นางสาวพรรษณพร จันทร์ดี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ ....

(รองศาสตราจารย์สมบูรณ์ สุขพงษ์, M.S.)

กรรมการ ....

(รองศาสตราจารย์สายสุดา สมชิต, M.S.)

กรรมการ ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปนัดดา อินทร์พรหม, พบ.ม.)

หัวหน้าภาควิชา ....

(รองศาสตราจารย์สายสุดา สมชิต, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 4 เดือน เมษายน พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

Robust Test Statistics for Homogeneity of Population Variances

โดย

นางสาวพรรษณพร จันทร์ดี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)
พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1460-8

พรรษณพร จันทร์ดี 2549: สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สมบูรณ์ สุขพงษ์, M.S. 89 หน้า
ISBN 974-16-1460-8

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่ง สำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 5 ประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran เมื่อการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 10 แบบทีที่องศาอิสระเท่ากับ 4 แบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ 4 และแบบไวบูลส์ที่ Alpha เท่ากับ 2 กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน 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 นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 จากการกำหนดอัตราส่วนที่ไม่เท่ากันของความแปรปรวนของประชากร ในการศึกษาครั้งนี้ได้จำลองข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์และประมวลผลในแต่ละกรณี จำนวน 3,000 รอบ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MATLAB สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติและการแจกแจงแบบที ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติที่มีความแกร่งและมีอำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์และการแจกแจงแบบไวบูลส์ ซึ่งเป็นลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งและมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

พรรษณพร จันทร์ดี
ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

29 / มี.ค. / 49

Patsanaporn Chandee 2006: Robust Test Statistics for Homogeneity of Population Variances. Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis Advisor: Associate Professor Somboon Sukpong, M.S. 89 pages.
ISBN 974-16-1460-8

This research aims to investigate the robust test statistics for homogeneity of population variances (5 populations) using Bartlett's test, Layard χ^2 test, Box's test and Jackknife test by considering the capability to control type I error based on the Cochran limit with significance levels 0.01 and 0.05. The population distributions used in this research were Normal with mean 0 and variances 10, T and Chi-square distributions with 4 degree of freedom, and Weibull distribution with alpha equal to 2. An equal sample sizes were drawn from each population, which were (8, 8, 8, 8, 8), (10, 10, 10, 10, 10), (15, 15, 15, 15, 15) and (25, 25, 25, 25, 25). The data were simulated by computer software: MALAB. Each case were repeated 3,000 times. For unequal population variances, the power of the test for all test statistics were also studied. The results were as follows:

For the Normal and T distributions, Bartlett's test was the robust test statistic, and had highest power of the test. For the Chi-square and Weibull distributions, Layard χ^2 test was the robust test statistic, and had highest power of the test.

Patsanaporn Chandee — Somboon Sukpong 24 / Mar / 06

Student's signature — Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์สมบูรณ์ สุขพงษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สายสุดา สมชิต กรรมการวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปนัดดา อินทร์พรหม กรรมการวิชารอง และรองศาสตราจารย์พัชรา อุบลศรี ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่สนับสนุนและให้ข้อแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พรรษณพร จันทร์ดี

กุมภาพันธ์ 2549

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

x_{ij} = ตัวแปรสุ่มจากประชากรที่ i ค่าที่ j เมื่อ i = 1, 2,....., k, j = 1, 2,..., n_i

k = จำนวนประชากร

n_i = จำนวนตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรที่ i

B = ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต

CS = ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์

G = ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์

J = ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์

τ = ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากการประมาณ

สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

Robust Test Statistics for Homogeneity of Population Variances

คำนำ

ในงานวิจัยด้านต่าง ๆ ส่วนใหญ่จำเป็นต้องใช้ระเบียบวิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับที่เป็นที่ยอมรับเชิงทฤษฎีซึ่งเรียกว่า สถิติอนุมาน (Statistical Inference) ผู้ที่ใช้สถิติในงานวิจัย หรือการศึกษาใด ๆ มักต้องการทราบว่าผลสรุปที่ได้มีความเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำตอบในเรื่องนี้ต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ การวางแผนการทดลอง เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดสินใจเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้ผลสรุปที่สมเหตุสมผลตามสมมติฐานของงานวิจัยนั้น ซึ่งในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบบางตัวอาจต้องอยู่ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากรเพื่อที่จะนำมาใช้ในการอนุมานค่าต่าง ๆ ทางสถิติ

การอนุมานทางสถิติในหลาย ๆ ประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์กันมากได้แก่ การทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และความแปรปรวน (Variance) ของประชากร การทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร (Homogeneity of Variance) จะถูกนำมาใช้เมื่อผู้วิจัยต้องการอ้างอิงเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากรตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนั้น หรือเมื่อผู้วิจัยต้องการตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อให้แน่ใจว่าประชากรทุกกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากันตามข้อตกลงเบื้องต้นของวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน นอกจากนี้ยังต้องตรวจสอบเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร ว่ามีการแจกแจงเป็นปกติหรือไม่เพื่อไม่ให้เกิดผลสรุปที่ผิดพลาดและสามารถใช้วิธีเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) เมื่อประชากรมีค่าเฉลี่ยต่างกันต่อไป

ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรกับงานวิจัยที่ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ จึงควรเลือกตัวสถิติทดสอบที่มีความเหมาะสมกับสภาพการแจกแจงของข้อมูลมากที่สุด

ได้มีนักสถิติหลายท่านได้พัฒนาตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนทั้งที่เป็นตัวสถิตินอนพาราเมตริก (Non parametric) และตัวสถิติทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ (Parametric) ขึ้นหลายตัว ตัวอย่างของตัวสถิตินอนพาราเมตริก เช่น ตัวสถิติทดสอบคล้อทซ์ (Klotz's test) ตัวสถิติทดสอบมู้ด (Mood's test) ตัวสถิติทดสอบสแควร์แรงค์ (Squared Rank test) ตัวสถิติทดสอบซีเกลและทูกี้ (Siegel–Tukey's test) ฯลฯ ส่วนตัวสถิติทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ เช่น สถิติทดสอบบาร์ตเลต (Bartlett's test) สถิติทดสอบคอครัน (Cocharn's test) ตัวสถิติทดสอบฮาร์ทเลย์ (Hartley's test) ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ (Layard χ^2 test) ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ (Box's test) ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ (A Jackknife test) ตัวสถิติทดสอบของโอบรีน (O'Brien's test) และตัวสถิติทดสอบเลอวีน (Levene's test) เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาถึงความแกร่งของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ 4 ตัว คือตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ ซึ่งเป็นตัวสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ทั้งสิ้น เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงแบบอื่น คือการแจกแจงแบบที การแจกแจงแบบไคสแควร์ และการแจกแจงแบบไวบูลล์ เพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบในงานวิจัยที่สนใจศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่ง (Robust) สำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร ตัวสถิติทดสอบที่ใช้ทดสอบมี 4 ตัว คือ

1.1 ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต
1.2 ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์
1.3 ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์
1.4 ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์

ภายใต้การแจกแจงของข้อมูลประชากร 4 แบบ คือ การแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบที การแจกแจงแบบไคสแควร์ และการแจกแจงแบบไวบูลส์ เมื่อกำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากัน

2. เพื่อศึกษาอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว จากการกำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนที่ไม่เท่ากัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. กำหนดจำนวนประชากรที่ต้องการทดสอบ 5 ประชากร ให้มีการแจกแจงแบบเดียวกัน ตามลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 10

1.2 การแจกแจงแบบที ที่องศาอิสระเท่ากับ 4

1.3 การแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่องศาอิสระเท่ากับ 4

1.4 การแจกแจงแบบไวบูลส์ กำหนดพารามิเตอร์ α (Alpha) = 2 เนื่องจากข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลส์ที่มีค่า α (Alpha) = 2 นั้นจะมีลักษณะเบ้ทางขวา

2. กำหนดอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรทั้ง 5 ประชากรเท่ากับ 1:1:1:1:1, 1:1:2:2:2, 1:2:3:4:5, 1:1:2.5:4:4 และ 1:4:9:16:25

3. กำหนดขนาดตัวอย่างสุ่มจากประชากรเท่ากับ 8, 10, 15 และ 25 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากันในทุกประชากร

4. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ต้องการทดสอบเท่ากับ 0.01 และ 0.05

5. ตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการศึกษา คือ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ โดยความแกร่งของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว พิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran เปรียบเทียบตามขนาดตัวอย่าง ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และการแจกแจงของประชากร นอกจากนี้ได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอำนาจการทดสอบซึ่งเป็นผลมาจากการกำหนดอัตราส่วนของความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน

6. กำหนดรายละเอียดของสถานการณ์ที่จำลอง ด้วยชุดการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงจำนวนชุดการทดลองของประชากร 5 ประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

ชุดที่	การแจกแจงของประชากร	อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง
1	ปกติ ที ไคสแควร์ ไวบูลส์	1:1:1:1:1	(8, 8, 8, 8, 8) (10, 10, 10, 10, 10) (15, 15, 15, 15, 15) (25, 25, 25, 25, 25)
2	ปกติ ที ไคสแควร์ ไวบูลส์	1:1:2:2:2	(8, 8, 8, 8, 8) (10, 10, 10, 10, 10) (15, 15, 15, 15, 15) (25, 25, 25, 25, 25)
3	ปกติ ที ไคสแควร์ ไวบูลส์	1:2:3:4:5	(8, 8, 8, 8, 8) (10, 10, 10, 10, 10) (15, 15, 15, 15, 15) (25, 25, 25, 25, 25)
4	ปกติ ที ไคสแควร์ ไวบูลส์	1:1:2.5:4:4	(8, 8, 8, 8, 8) (10, 10, 10, 10, 10) (15, 15, 15, 15, 15) (25, 25, 25, 25, 25)
5	ปกติ ที ไคสแควร์ ไวบูลส์	1:4:9:16:25	(8, 8, 8, 8, 8) (10, 10, 10, 10, 10) (15, 15, 15, 15, 15) (25, 25, 25, 25, 25)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่ง และเหมาะสมกับลักษณะการแจกแจงของข้อมูล เพื่อที่ผู้วิจัยในสาขาต่าง ๆ จะได้นำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

2. นอกจากการศึกษาเรื่องความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรแล้ว ผู้วิจัยยังสามารถ นำวิธีการไปใช้เพื่อศึกษาหาตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งในหัวข้องานวิจัยที่สนใจศึกษาต่อไป

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารจะแยกพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะกล่าวถึงวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้และส่วนที่สองจะกล่าวถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาตัวสถิติทดสอบ 4 ตัว ได้แก่ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์

การทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร กำหนดสมมติฐานของการทดสอบเป็น

$$\mathrm{H}_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2$$

$\mathrm{H}_1 : \sigma_i^2 \left(i = 1, 2, 3, 4, 5\right)$ อย่างน้อยหนึ่งคู่แตกต่างกัน

เมื่อ σ_i^2 เป็นความแปรปรวนของประชากรที่ $i = 1, 2, 3, 4, 5$

1.1 ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต (Bartlett's test: B) พัฒนามาจากตัวสถิติของนีแมน-เบียร์สัน ใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร k ประชากร นีแมนสร้างตัวสถิติทดสอบนี้โดยใช้ อัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Ratio) ได้ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตที่มีรูปแบบ ดังนี้

$$B = \frac{1}{c}\left[\sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)\ln s^2 - \sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)\ln s_i^2\right] \qquad (1)$$

โดยที่

$$c = 1 + \frac{1}{3(k-1)}\left[\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{\left(n_i - 1\right)} - \frac{1}{\sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)}\right] \qquad (2)$$

ตัวสถิติทดสอบ B มีการแจกแจงประมาณไคสแควร์ (Approximate Chisquare Distribution) ที่มีระดับองศาอิสระเป็น $k-1$

เมื่อ

$$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_i}\left(x_{ij} - \bar{x}_i\right)^2}{n_i - 1} \qquad (3)$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)s_i^2}{\sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)} \qquad (4)$$

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

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

n_i คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ i

k คือ จำนวนประชากร

s_i^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ i

s^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง k กลุ่ม

ค่าสถิติบาร์ตเลต B เขียนอยู่ในรูปลอการิทึมสามัญ (Commom Logarithm) ได้ดังนี้

$$B = \frac{2.3026}{c}\left[\sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)\log s^2 - \sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)\log s_i^2\right] \qquad (5)$$

เกณฑ์ในการตัดสิน จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าของตัวทดสอบสถิติ B มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจากตารางการแจกแจงไคสแควร์ ที่ระดับองศาเท่ากับ $k-1$ และระดับนัยสำคัญ α

1.2 ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ (Layard χ^2 test: CS) Layard (1973) ได้เสนอตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของความโด่ง (kurtosis) โดยที่ความโด่งนี้ถูกประมาณขึ้นมาจากความโด่งที่ประมาณได้จากแต่ละชุดตัวอย่าง ตัวสถิติที่ใช้ในทดสอบมีดังนี้

$$CS = \frac{\tau^2 s'}{\hat{\tau}^2} \tag{1}$$

เมื่อ

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

ดังนั้นจะได้ตัวสถิติ

$$CS = \frac{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\left(\log s_i^2 - \frac{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\log s_i^2}{\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)}\right)^2}{\hat{\tau}^2} \sim \chi_{k-1}^2 \tag{3}$$

เมื่อ

$$\hat{\tau}^2 = 2 + \left[1 - \frac{1}{\overline{n}}\right]\hat{\gamma} \tag{4}$$

$$\hat{\gamma} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{k} n_i\right)\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}\left(x_{ij} - \overline{x}_i\right)^4}{\left\{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}\left(x_{ij} - \overline{x}_i\right)^2\right\}^2} - 3 \tag{5}$$

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i}{k} \tag{6}$$

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

ซึ่งตัวสถิติ CS นี้ มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่มีองศาอิสระเท่ากับ $k-1$

เกณฑ์การตัดสินใจ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ CS มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจากตารางการแจกแจงไคสแควร์ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ $k-1$ และระดับนัยสำคัญ α

1.3 ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ (Box's test: G) เป็นตัวสถิติที่ Box สร้างขึ้นโดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ i ออกเป็นกลุ่มย่อย (Subsample) J_i กลุ่ม

$$G = \frac{\sum_{i=1}^{k} J_i \left(\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}\right)^2 \Big/ (k-1)}{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{J_i} \left(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.}\right)^2 \Big/ \sum_{i=1}^{k} (J_i - 1)} \sim \chi^2_{k-1} \ / \ k-1 \tag{1}$$

เมื่อ

$Y_{ij} = \log s_{ij}^2$
$\bar{Y}_{i.}$ = ค่าเฉลี่ยของ Y_{ij} ในกลุ่มตัวอย่างย่อยที่ J_i
$\bar{Y}_{..}$ = ค่าเฉลี่ยรวมของ $\bar{Y}_{i.}$
$n_i = mJ_i$
s_{ij}^2 คือ ความแปรปรวนของตัวอย่างย่อยที่ j ของกลุ่มตัวอย่างที่ i
n_i คือ จำนวนตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่ i
J_i คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างย่อยของ n_i
m คือ จำนวนค่าสังเกตที่เท่ากันในแต่ละ J_i
$i = 1,\ 2,\ \ldots\ldots\ldots,\ k$
$j = 1,\ 2,\ \ldots\ldots\ldots,\ J_i$

เกณฑ์การตัดสินใจ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ G มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจากตารางการแจกแจงแบบเอฟที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ $k-1,\ \sum_{i=1}^{k}\left(J_i-1\right)$ และระดับนัยสำคัญ α

1.4 ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ (A Jackknife test: J) เป็นตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรที่ Miller (1968) สร้างขึ้น จากแนวความคิดเรื่องการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยกำหนดให้

$$A=\frac{\sum_{i=1}^{k} n_i\left(\bar{u}_i-\bar{u}\right)^2}{k-1} \tag{1}$$

$$B=\frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}\left(u_{ij}-\bar{u}_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{k}\left(n_i-1\right)} \tag{2}$$

จะได้ตัวสถิติ $\frac{A}{B}=J$ ซึ่งมีการแจกแจงแบบเอฟภายใต้สมมติฐาน H_0 ที่องศาอิสระ $k-1$ และ ให้ชื่อสถิติทดสอบนี้ว่า สถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์: J (Jackknife Test Statistic) นั่นคือ

$$J=\frac{\sum_{i=1}^{k} n_i\left(\bar{u}_i-\bar{u}\right)^2 \Big/ (k-1)}{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}\left(u_{ij}-\bar{u}_i\right)^2 \Big/ \sum_{i=1}^{k}\left(n_i-1\right)} \sim F_{k-1,\ \sum_{i=1}^{k}\left(n_i-1\right)} \tag{3}$$

เมื่อ

$$u_{ij}=n_i\log s_i^2-\left(n_i-1\right)\log s_{im}^2 \tag{4}$$

$$s_i^2=\frac{\sum_{j=1}^{n_i}\left(x_{ij}-\bar{x}_i\right)^2}{\left(n_i-1\right)} \tag{5}$$

$$s_{im}^{2} = \frac{\sum_{k \neq m}^{n_i} \left(x_{ik} - \bar{x}_{im} \right)^2}{\left(n_i - 2 \right)} \qquad (6)$$

$$\bar{x}_{im} = \frac{\sum_{k \neq m}^{n_i} x_{ik}}{\left(n_i - 1 \right)} \qquad (7)$$

n_i ขนาดตัวอย่างชุดที่ i

$i = 1, 2, ..., k$

$j = 1, 2, ..., n_i$

$m = 1, 2, ..., n_i$

และเมื่อ
$$\bar{u}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} u_{ij}}{n_i} \qquad (8)$$

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^{k} \bar{u}_i}{k} \qquad (9)$$

$i = 1, 2, ..., k$

$j = 1, 2, ..., n_i$

เกณฑ์การตัดสินใจ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ $J > F_{\alpha,\ k-1,\ \sum_{i=1}^{k} \left(n_i - 1 \right)}$

โดยที่ $F_{\alpha,\ df_1,\ df_2}$ เป็นค่าวิกฤติเปิดได้จากตาราง F ที่ระดับนัยสำคัญ α และองศาอิสระเท่ากับ $df_1,\ df_2$

2. การแจกแจงของประชากร

การแจกแจงของประชากร หมายถึง การแจกแจงของข้อมูลหรือค่าที่สนใจศึกษาจากทุกหน่วยของประชากร การประมาณค่าพารามิเตอร์หรือการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ มักมีข้อกำหนดเบื้องต้นว่า กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่ทราบล่วงหน้าว่ามีการแจกแจงแบบใดแบบหนึ่ง เช่น การแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบทวินาม การแจกแจงแบบพัวซอง เป็นต้น ซึ่งในความเป็นจริงข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั้นอาจไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติเพียงอย่างเดียว

การแจกแจงของข้อมูลประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบที การแจกแจงแบบไคสแควร์ และการแจกแจงแบบไวบูลล์ รายละเอียดและคุณสมบัติต่าง ๆ เกี่ยวกับการแจกแจงทั้งหมดมีดังนี้

2.1 การแจกแจงแบบปกติ เป็นการแจกแจงแบบต่อเนื่องที่มีความสำคัญมากทั้งในทางสถิติประยุกต์ และการใช้ประโยชน์ในการประมาณค่าประชากร และการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ การแจกแจงแบบปกติ เป็นการแจกแจงของความถี่ของเหตุการณ์หนึ่ง ๆ โดยมีความถี่ที่มากมารวมอยู่ที่จุดศูนย์กลาง และกระจายออกไปทางค่าสูงและค่าต่ำอย่างสม่ำเสมอ หรือทำให้การแจกแจงมีลักษณะสมมาตรกันทั้ง 2 ด้าน โดยมีฟังก์ชั่นความหนาแน่น ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \; e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad ; \; -\infty < x < \infty \qquad (1)$$

โดยที่ $f(x)$ แทนความสูงของโค้งที่วัดจากแกนนอน ณ จุดใด ๆ ทุกจุด x

σ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

σ^2 = ความแปรปรวนของประชากร

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

π = 3.14159

e = 2.71828

x = ค่าของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

ค่า μ, σ เป็นพารามิเตอร์ที่บอกถึงลักษณะของประชากรว่าประชากรนั้นมีตำแหน่งอยู่ที่ใดและมีการกระจายมากน้อยเพียงใด

คุณสมบัติของการแจกแจงปกติ

1. ลักษณะของเส้นโค้งเป็นรูประฆังคว่ำ (Bell Shaped) โค้งสมมาตรกับแกนตั้งที่ $x = \mu$ นั่นคือเส้นแบ่งครึ่งโค้งอยู่ที่จุดที่เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล และเส้นนี้ทำให้เส้นโค้งที่อยู่ทั้ง 2 ข้างมีลักษณะสมมาตร

2. เป็นโค้งที่มีจุดสูงสุดเพียงจุดเดียว (Unimodal) อยู่ที่ $x = \mu$ ซึ่งเป็นค่าฐานนิยม

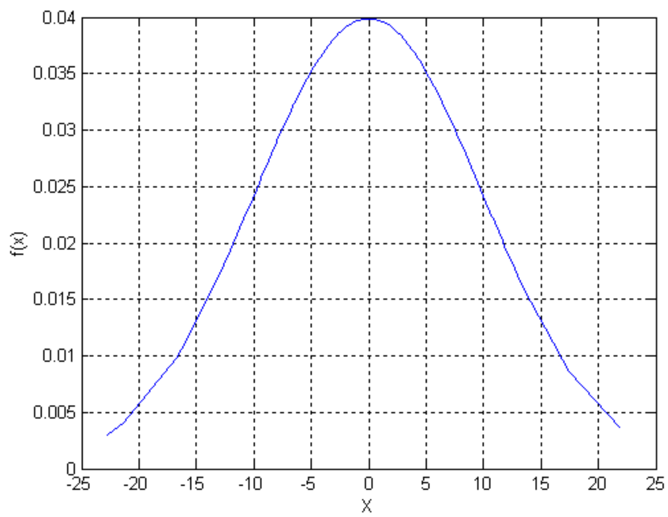
3. ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยมมีค่าเท่ากันอยู่ที่จุด $x = \mu$

4. มีค่าความโด่ง (Kurtosis) เท่ากับ 3 และค่าความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0

5. μ และ σ เป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปกติ โดย μ และ σ จะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของเส้นโค้งหรือแบบของโค้ง

6. ปลายทั้งสองข้างของเส้นโค้งจะค่อย ๆ ลดต่ำลง แต่ไม่จรดกับฐานของโค้งหรือแกนนอน

7. พื้นที่ใต้โค้งปกติที่อยู่ระหว่าง $\mu \pm 1\sigma$, $\mu \pm 2\sigma$ และ $\mu \pm 3\sigma$ มีค่าเป็น 68.27% ,95.45% และ 99.73% ตามลำดับ



รูปแสดงโค้งการแจกแจงแบบปกติ เมื่อ $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 10$

2.2 การแจกแจงแบบที เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่องที่มีลักษณะคล้ายการแจกแจงแบบปกติแต่มีลักษณะการกระจายที่มีหางยาวมากกว่าการแจกแจงแบบปกติ เส้นโค้งของการแจกแจงแบบทีจะขึ้นกับพารามิเตอร์ที่เรียกว่า องศาอิสระ

ฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงแบบที คือ

$$f(x)=\frac{\Gamma\left(\frac{\upsilon+1}{2}\right)}{\left[\Gamma\left(\frac{\upsilon}{2}\right)\sqrt{\upsilon\pi}\right]}\left[1+\frac{x^2}{\upsilon}\right]^{-\left(\frac{\upsilon+1}{2}\right)} \quad ; -\infty < x < \infty \qquad (1)$$

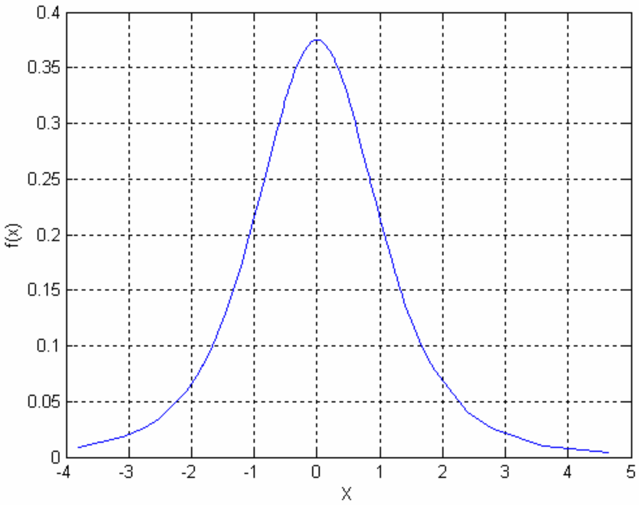
คุณสมบัติของการแจกแจงแบบที

1. โค้งมีลักษณะสมมาตรและหางยาว

2. ค่าเฉลี่ย มัธยฐานและฐานนิยม อยู่ที่จุดเดียวกันที่มีค่าเท่ากับ 0

3. ความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\upsilon}{\upsilon-2}$ (เมื่อ υ คือ องศาอิสระที่ >2) และความแปรปรวนจะมีค่าเข้าใกล้ 1 เมื่อ υ มีค่ามากขึ้น

4. ถ้าตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น ($n \ge 30$) เส้นโค้งทีจะเป็นเส้นเดียวกับเส้นโค้งปกติ



รูปแสดงโค้งการแจกแจงแบบทีเมื่อกำหนดองศาอิสระเท่ากับ 4

2.3 การแจกแจงแบบไคสแควร์ มีฟังก์ชั่นความหนาแน่นของการแจกแจง คือ

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{e^{-\frac{x}{2}} x^{\frac{(\upsilon-2)}{2}}}{2^{\left(\frac{\upsilon}{2}\right)} \Gamma\left(\frac{\upsilon}{2}\right)} & ; \mathrm{x} > 0 \\ 0 & ; \text{ที่อื่น ๆ} \end{cases} \qquad (1)$$

โดยที่ υ คือ องศาอิสระ

คุณสมบัติของการแจกแจงแบบไคสแควร์

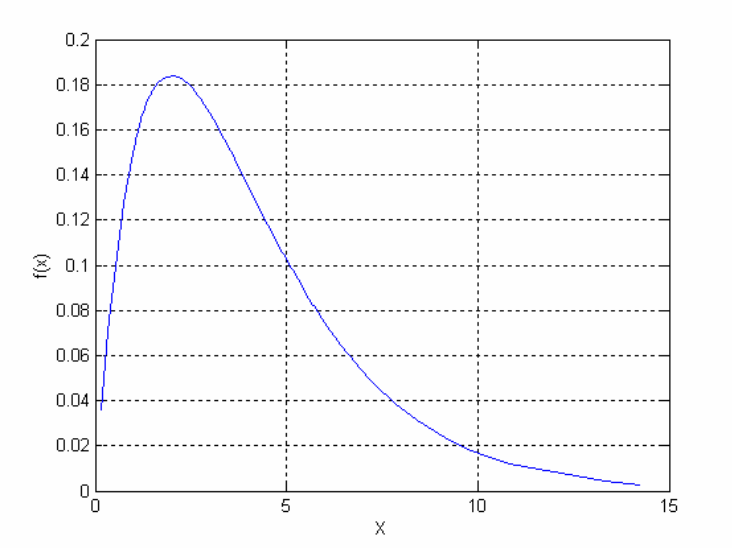
1. ค่าเฉลี่ยของการแจกแจง χ_{υ}^{2} จะเท่ากับองศาความเป็นอิสระ ดังนั้นค่าเฉลี่ยของ $\chi_{\upsilon}^{2} = \upsilon$

2. ความแปรปรวนของ $\chi_{\upsilon}^{2} = 2\upsilon$

3. ค่า χ_{υ}^{2} ในแกนนอนจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง $+\infty$

4. เส้นโค้งของไคสแควร์จะมีลักษณะเบ้ขวา การเบ้ของเส้นโค้งจะแตกต่างกันไปตามองศาอิสระต่าง ๆ

5. ลักษณะของเส้นโค้งไคสแควร์จะขึ้นกับพารามิเตอร์เพียงตัวเดียว คือ องศาอิสระ ถ้าองศาอิสระมีค่าเพิ่มขึ้นเส้นโค้งไคสแควร์จะค่อย ๆ มีลักษณะคล้ายเส้นโค้งระฆังคว่ำ (คล้ายเส้นโค้งปกติ)



รูปแสดงโค้งการแจกแจงแบบไคสแควร์เมื่อกำหนดองศาอิสระเท่ากับ 4

2.4 การแจกแจงแบบไวบูลล์ Waloddi Weibull นักฟิสิกส์ชาวสวีเดนได้แนะนำการแจกแจงนี้เมื่อ ค.ศ. 1939 สำหรับตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง x ที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ มีพารามิเตอร์ $\alpha > 0$, $\beta > 0$ จะมีฟังก์ชั่นความหนาแน่นอยู่ในรูป

$$f(x) = \begin{cases} \alpha \beta x^{\beta - 1} e^{-\alpha x^{\beta}} & ; x > 0 \\ 0 & ;\text{ที่อื่น ๆ} \end{cases} \tag{1}$$

คุณสมบัติของการแจกแจงไวบูลล์

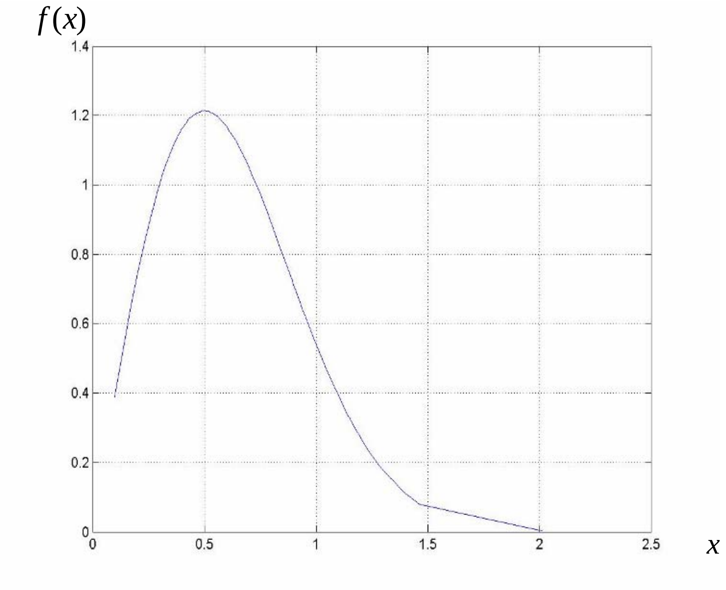
1. โค้งมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามพารามิเตอร์ α เมื่อ $\alpha = 2$ โค้งจะมีลักษณะเบ้ขวา

2. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มไวบูลล์ x ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ α และ β โดยที่

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\beta}{\alpha} \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)$$

ค่าความแปรปรวน = $\frac{\beta^2}{\alpha}\left\{2\Gamma\left(\frac{2}{\alpha}\right)-\frac{1}{\alpha}\left[\Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)\right]^2\right\}$

3. การแจกแจงแบบไวบูลล์ที่มีค่า $\alpha = 1$ และ β เป็นค่าใด ๆ ที่มากกว่า 0 นั้นจะเป็นการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่มีค่าพารามิเตอร์เป็น β



รูปแสดงโค้งการแจกแจงแบบไวบูลล์เมื่อกำหนด $\alpha = 4$

3. <u>ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1</u> (Type I error)

คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติ ฐาน H_0 เมื่อสมมติฐาน H_0 เป็นจริง

4. <u>ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2</u> (Type II error)

คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการยอมรับสมมติฐาน H_0 เมื่อสมมติฐาน H_0 เป็นเท็จ

5. <u>ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1</u> (Probability of type I error)

คือ ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อสมมติฐาน H_0 เป็นจริง

6. <u>ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2</u> (Probability of type II error)

คือ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสมมติฐาน H_0 เมื่อสมมติฐาน H_0 เป็นเท็จ

7. <u>อำนาจการทดสอบ</u> (Power of the test)

คือ ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อสมมติฐาน H_0 นั้นเป็นเท็จ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ $1-\beta$ เมื่อ β คือความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2

8. <u>สถิติทดสอบที่มีความแกร่ง</u>

Ramsey (1980) สถิติทดสอบที่มีความแกร่ง (Robust) จะต้องสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้

9. <u>เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบ ที่ 1</u>

Cochran (1954) ได้ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ และในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการพิจารณา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

ถ้าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 จากการประมาณอยู่ในช่วง [0.007, 0.015] สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และถ้าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 จากการประมาณมีค่าอยู่ในช่วง [0.040, 0.060] ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ แต่ถ้าความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 จากการประมาณอยู่นอกขอบเขตที่ระบุไว้ข้างต้นในแต่ละระดับนัยสำคัญที่กำหนด จะสรุปได้ว่าตัวทดสอบสถิติตัวนั้นไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Brown and Forsythe (1972) ได้ทำการศึกษาตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 2 ประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ แบบที และการแจกแจงแบบไคสแควร์ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันจาก 2 ประชากร คือ (40,40) และ (10,10) และกลุ่มตัวอย่างสุ่มของ 2 ประชากรที่มีขนาดไม่เท่ากัน คือ (20,40) และ (10,20) กำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:1, 2:1 และ 4:1 สำหรับ 2 ประชากรที่มีขนาดตัวอย่างสุ่มเท่ากัน และอัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:1, 2:1, 4:1, 1:2 และ 1:4 สำหรับ 2 ประชากรที่มีขนาดตัวอย่างสุ่มไม่เท่ากัน โดยใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ แจ๊คไนฟ์ เลยาร์ดไคสแควร์ เลอวีน (w_0), w_{10} และ w_{50} ทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ตัวสถิติทดสอบของเลอวีน (w_0) มีความแกร่งเมื่อประชากรมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์และตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีความแกร่งน้อยกว่าตัวสถิติทดสอบของเลอวีน (w_0) เมื่อประชากรมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ

Field (2002) ได้แสดงผลการวิเคราะห์ตัวสถิติทดสอบ Box's test ในการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของความเท่ากันในเมตริกความแปรปรวนร่วม โดยใช้ SPSS ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) ซึ่งกำหนดสมมติฐานว่างดังนี้ ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมจะมีความเท่ากันในทุกกลุ่ม จะยอมรับสมมติฐานว่างเมื่อ p-value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ ซึ่งจะสรุปได้ว่าผลการทดสอบของตัวสถิตินี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของความเท่ากันในเมตริกความแปรปรวนร่วม

Games (1972) ได้ศึกษาความแกร่งของตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของ 3 ประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบของฮาร์ทเลย์ สถิติทดสอบครอครัน สถิติทดสอบ $L-\chi^2$ และ $L-A$ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 6 ในกรณีที่เพิ่มกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 18 จะใช้ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตและแคนดอล สถิติทดสอบ Q-test สถิติทดสอบบาร์ตเลต สถิติทดสอบ LEV3 และสถิติทดสอบ LEV2 เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจง 6 แบบ คือ แบบปกติ แบบมีความเบ้ 3 ระดับ คือ มีความเบ้มาก เบ้ปานกลาง และเบ้น้อย แบบสมมาตรที่มีความโด่งแบบเลปโตเคอร์ติค และแบบยูนิฟอร์ม ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ในกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 6 ที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากันทั้งหมด สถิติทดสอบบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของฮาร์ทเลย์มีอำนาจการทดสอบสูงสุด และถ้าประชากรมีความเบ้เพียงเล็กน้อยจะไม่มีผลกระทบต่ออำนาจการทดสอบของตัวสถิติ

2. กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 18 สถิติทดสอบบาร์ตเลตและเคนดอล สถิติทดสอบ Q มีอำนาจการทดสอบสูงไม่แตกต่างกันมากนัก ถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ สถิติทดสอบ LEV3 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้แต่มีอำนาจการทดสอบต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ

Gartside (1972) ได้ศึกษาอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่ใช้ทดสอบความเท่ากันของประชากรที่มากกว่า 2 กลุ่ม จากตัวสถิติทดสอบ 8 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต บาร์เลตปรับปรุง คอครัน แคดเวล Log ANOVA I, Log ANOVA II และ Log ANOVA ปรับปรุง ซึ่งปรับปรุงโดย Barman โดยศึกษาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3, 4, 5 และ 10 กลุ่ม กรณีตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน สำหรับประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงปกติและศึกษาเฉพาะกรณีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน สำหรับประชากรที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ สรุปผลได้ว่า ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต บาร์ตเลตปรับปรุง คอครัน ฮาร์ทเลย์ และแคดเวล มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน แต่ตัวสถิติทดสอบประเภท Log ANOVA ทั้ง 3 แบบมีอำนาจการทดสอบต่ำ Gartside ได้เสนอว่าเมื่อต้องการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติควรเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต แต่ถ้ามีเพียงประชากรกลุ่มเดียวเท่านั้นที่มีความแปรปรวนสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ควรเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบคอครัน และถ้าต้องการความรวดเร็วควรเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบของฮาร์ทเลย์หรือตัวสถิติทดสอบแคดเวล

Iachine *et al.* (2004) ได้ศึกษาความแกร่งของการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรสำหรับข้อมูลที่แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ (Clustered Data) โดยแบ่งข้อมูลที่ต้องการทดสอบเป็น 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบที และการแจกแจงแบบไคสแควร์ ซึ่งมีลักษณะข้อมูลแบ่งเป็นคู่ ๆ ดังนี้

1. MZ twins: $(x_{111}, x_{112}), (x_{121}, x_{122}), ..., (x_{1n_1 1}, x_{1n_1 2})$
2. DZ twins: $(x_{211}, x_{212}), (x_{221}, x_{222}), ..., (x_{2n_2 1}, x_{2n_2 2})$

ทำการทดสอบโดยใช้ตัวสถิติทดสอบ 9 ตัว คือ F test, HE(A) test, HE(B) test (Haseman and Elston (1970) test) และตัวสถิติทดสอบที่ปรับปรุงของ Levene 6 ตัว คือ ตัวสถิติทดสอบ w_0, w_{10}, w_{50}, Tw_0, Tw_{10} และ Tw_{50} เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กที่มีขนาดเท่ากับ 5, 10 และ 20 คู่ และกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่เท่ากับ 500, 1,000 และ 2,000 คู่ ที่อิสระต่อกันและไม่อิสระต่อกัน โดยทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ผลดังนี้

1. เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและกลุ่มตัวอย่างสุ่มเป็นคู่ที่อิสระกัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ F, HE(B), w_0, w_{10}, w_{50} และ Tw_{10} เป็นตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุม Type I Error ได้

2. เมื่อประชากรไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ ตัวสถิติทดสอบ F, HE(A) และ HE(B) ไม่สามารถควบคุม Type I Error ได้

3. เมื่อกลุ่มตัวอย่างเป็นคู่ที่ไม่อิสระกัน พบว่า ตัวสถิติที่ปรับปรุงจาก Levene ไม่สามารถควบคุม Type I Error ได้ ตัวสถิติ HE(A) และ HE(B) ควบคุม Type I Error ได้ดีกว่า แต่เมื่อประชากรไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ ตัวสถิติทดสอบ Tw_{10} ก็สามารถควบคุม Type I Error ได้

4. เมื่อประชากรมีแจกแจงแบบปกติและตัวอย่างสุ่มมีขนาดใหญ่ และแต่ละคู่ของตัวอย่างสุ่มอิสระกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบทั้ง 9 ตัว มีค่า Type I Error จากการประมาณใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญ 0.05 มาก แต่เมื่อแต่ละคู่ของตัวอย่างสุ่มไม่อิสระกันผลที่ได้คล้ายกับการทดสอบด้วยกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก

5. เมื่อข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบที ตัวสถิติทดสอบ w_{10} และ Tw_{10} มีค่า Type I Error จากการประมาณใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญ 0.05 มาก

6. เมื่อข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบที่ปรับปรุงของ Levene ทั้ง 6 ตัว สามารถควบคุม Type I Error ได้ดี ส่วนตัวสถิติทดสอบ F, HE(A) และ HE(B) นั้นค่อนข้าง Sensitive เมื่อการแจกแจงไม่เป็นปกติ

Legendre and Borcard (n.d.) ได้เปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบตัวแปรเดียว (Univariate test) ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบ 4 ตัว คือ Bartlett's test, Box's test, Cochran's C test และ Log-anova test โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างขนาด 10, 17, 37 และ 145 เมื่อการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบปกติ และแบบไม่ปกติที่แปลงมาจากการแจกแจงแบบปกติ พบว่า ตัวสถิติทดสอบ Bartlett's test และ Box's test เป็นตัวสถิติทดสอบที่ใช้ได้ดีเมื่อการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบปกติ ตัวสถิติทดสอบ Cochran's C test เป็นตัวสถิติที่มีความไว (Sensitive) เมื่อความแปรปรวนของข้อมูลมีค่าสูงขึ้น สำหรับตัวสถิติทดสอบ Log-anova test มีอำนาจการทดสอบต่ำเมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่เป็นปกติ (Non- normal data) ตัวสถิติทดสอบ Bartlett's test และ Box's test สามารถที่จะนำมาใช้ทดสอบได้ถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่

Miller (1968) ได้ศึกษาความแกร่ง (Robust) และอำนาจการทดสอบ (Power of the test) ของตัวสถิติทดสอบเอฟ, สถิติทดสอบบ๊อกซ์และแอนเดอร์สัน, สถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ สถิติทดสอบเลอวีน, สถิติทดสอบบ๊อกซ์และสถิติทดสอบโมเสส เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน 2 รูปแบบ คือ 10 และ 25 ภายใต้การแจกแจงแบบปกติ ยูนิฟอร์ม ดับเบิ้ลเอกซ์โปเนนเชียล การแจกแจงแบบ Skewness Exponential และการแจกแจงแบบ Sixth Power ได้ข้อสรุปดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบเอฟไม่แกร่ง (Non Robust) เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรไม่เป็นปกติ

2. เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 25 ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์และแอนเดอร์สัน กับตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ (k=1) จะมีอำนาจการทดสอบพอ ๆ กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์จะมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าเล็กน้อยที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

3. ตัวสถิตทดสอบแจ๊คไนฟ์ เมื่อ k = 5 นั้นมีอำนาจการทดสอบน้อยกว่าเมื่อ k = 1 แต่ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เมื่อ k = 5 ดีกว่า

4. เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10 ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์และแอนเดอร์สัน และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์เมื่อ k = 1 มีค่าความน่าจะเป็นของคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ต่างจากระดับนัยสำคัญมาก

5. ตัวสถิติทดสอบเลอวีนเป็นตัวสถิติสอบที่แกร่ง (Robust) แต่จะมีอำนาจการทดสอบน้อยเมื่อเทียบกับตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ และตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์และแอนเดอร์สัน

Pearson (1966) ได้ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 5 ประชากร โดยสุ่มตัวอย่างขนาด 5 จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธีมอนติคาร์โลโดยตั้งสมมติฐาน (H_1) ด้วยอัตราส่วนความแปรปรวน 8 แบบคือ $1:1:1:\sqrt{2}:\sqrt{2}$, $1:1:1:2:2$, $1:1:1:2\sqrt{2}:2\sqrt{2}$, $1:1:1:4:4$, $1/\sqrt{2}:1:1:1:\sqrt{2}$, $1/\sqrt{2}:1:1:1:2$ $1/2\sqrt{2}:1:1:1:2\sqrt{2}$ และ $1/4:1:1:1:4$ โดยใช้ตัวสถิติทดสอบ M (M-test), ตัวสถิติทดสอบฮาร์ทเลย์และตัวสถิติทดสอบของแคดเวล ได้สรุปผลและเสนอแนะดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบฮาร์ทเลย์ และตัวสถิติทดสอบแคดเวลมีอำนาจการทดสอบไม่แตกต่างกัน

2. ตัวสถิติทดสอบ M มีอำนาจการทดสอบสูงสุด แต่ถ้าความแปรปรวนของประชากรต่างกันมาก ควรใช้ตัวสถิติทดสอบฮาร์ทเลย์ หรือตัวสถิติทดสอบแคดเวล

3. ถ้าต้องการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรโดยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและเท่ากัน และต้องการผลลัพธ์ที่รวดเร็วควรใช้ตัวสถิติทดสอบแคดเวล

Seber (1977) กล่าวว่า ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรมากกว่าสองประชากรนั้นผู้วิจัยมักเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ฮาร์ทเลย์ หรือ คอครัน และพบว่าตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าทั้ง 2 ตัว ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นว่าการแจกแจงแจงของประชากรต้องเป็นปกติ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้ Software โปรแกรม MATLAB ในการสร้างข้อมูลจำลองและการประมวลผล

วิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อต้องการศึกษาความแกร่งของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร คือ ตัวสถิติทดสอบของบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ เมื่อกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรมีการแจกแจงเป็นแบบปกติ การแจกแจงแบบที การแจกแจงแบบไคสแควร์ และการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลประชากร

1.1 สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ 10 จากชุดคำสั่ง randomnumber.m โดยใช้คำสั่งที่เป็นตัวแปร x = normrnd (0, sqrt(10), nsample, n_i) ตามรูปแบบฟังก์ชั่นมาตรฐานของโปรแกรม MATLAB คือ function r = normrnd (mu, sigma, m, n) ที่อยู่ในชุดคำสั่ง Normrnd. m

1.2 สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบทีที่องศาอิสระเท่ากับ 4 จากชุดคำสั่ง randomnumber.m โดยใช้คำสั่งที่เป็นตัวแปร x = trnd (4, nsample, n_i) ตามรูปแบบฟังก์ชั่นมาตรฐานของโปรแกรม MATLAB คือ function r = trnd (v, m, n) ที่อยู่ในชุดคำสั่ง trnd.m

1.3 สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ 4 จากชุดคำสั่ง randomnumber.m โดยใช้คำสั่งที่เป็นตัวแปร x = Chi2rnd (4, nsample, n_i) ตามรูปแบบฟังก์ชั่นมาตรฐานของโปรแกรม MATLAB คือ function r = Chi2rnd (v, m, n) ที่อยู่ในชุดคำสั่ง Chi2rnd.m

1.4 สร้างการแจกแจงแบบไวบูลล์ (W) โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ ALPHA = 2 เนื่องจากการกระจายข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่มีค่า α (Alpha) เท่ากับ 2 นั้นจะมีลักษณะเบ้ทางขวา ส่วนค่าพารามิเตอร์ β (Beta) ขึ้นอยู่กับการแก้สมการของความของความแปรปรวน $V(x)=\frac{\beta^2}{\alpha}\left\{2\Gamma\left(\frac{2}{\alpha}\right)-\frac{1}{\alpha}\left[\Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)\right]^2\right\}$ ตามขนาดความแปรปรวนที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย โดยสร้างข้อมูลจากชุดคำสั่ง randomnumber.m โดยใช้คำสั่งที่เป็นตัวแปร x = weibrnd (2, b, nsample, n_i) ตามรูปแบบฟังก์ชั่นมาตรฐานของโปรแกรม MATLAB คือ function r = weibrnd (a, b, m, n) ที่อยู่ในชุดคำสั่ง weibrnd.m โดยรายละเอียดของแต่ละชุดคำสั่งกำหนดไว้ในภาคผนวก

1.5 การทำให้ข้อมูลประชากรมีความแปรปรวนต่างกัน ทำได้โดยสร้างข้อมูลให้มีความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่ม แล้วทำการแปลงข้อมูลใหม่จากสูตร $y=ax+b$ เมื่อ x คือ ข้อมูลชุดเดิมของแต่ละกลุ่มประชากร และ a เป็นค่าคงที่ที่เป็นรากที่สองของอัตราส่วนความแปรปรวนที่กำหนด และ b มีค่าเท่ากับ 0 อาศัยคุณสมบัติของความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มจะได้ว่า $Var(y)=a^2Var(x)$ นั่นคือความแปรปรวนของข้อมูลชุดใหม่จะเป็น a^2 เท่าของข้อมูลชุดเดิม

2. ทำการสุ่มตัวอย่างตามขนาดที่กำหนด

เมื่อสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบต่าง ๆ แล้วขั้นตอนต่อไป คือทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรเพื่อทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรในแต่ละตามสถานการณ์ที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย ด้วยตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว

3. เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤติ

นำค่าตัวสถิติทดสอบที่คำนวณได้เทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อสรุปว่าปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ทำเช่นนี้ 3,000 ครั้ง

4. ประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

ประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 โดยการบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง เพื่อหาค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง โดยกำหนดให้ τ คือ ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากการประมาณ

5. <u>เปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 กับเกณฑ์ของ Cochran</u>

เปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 กับเกณฑ์การตัดสินความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของ Cochran ดังนี้

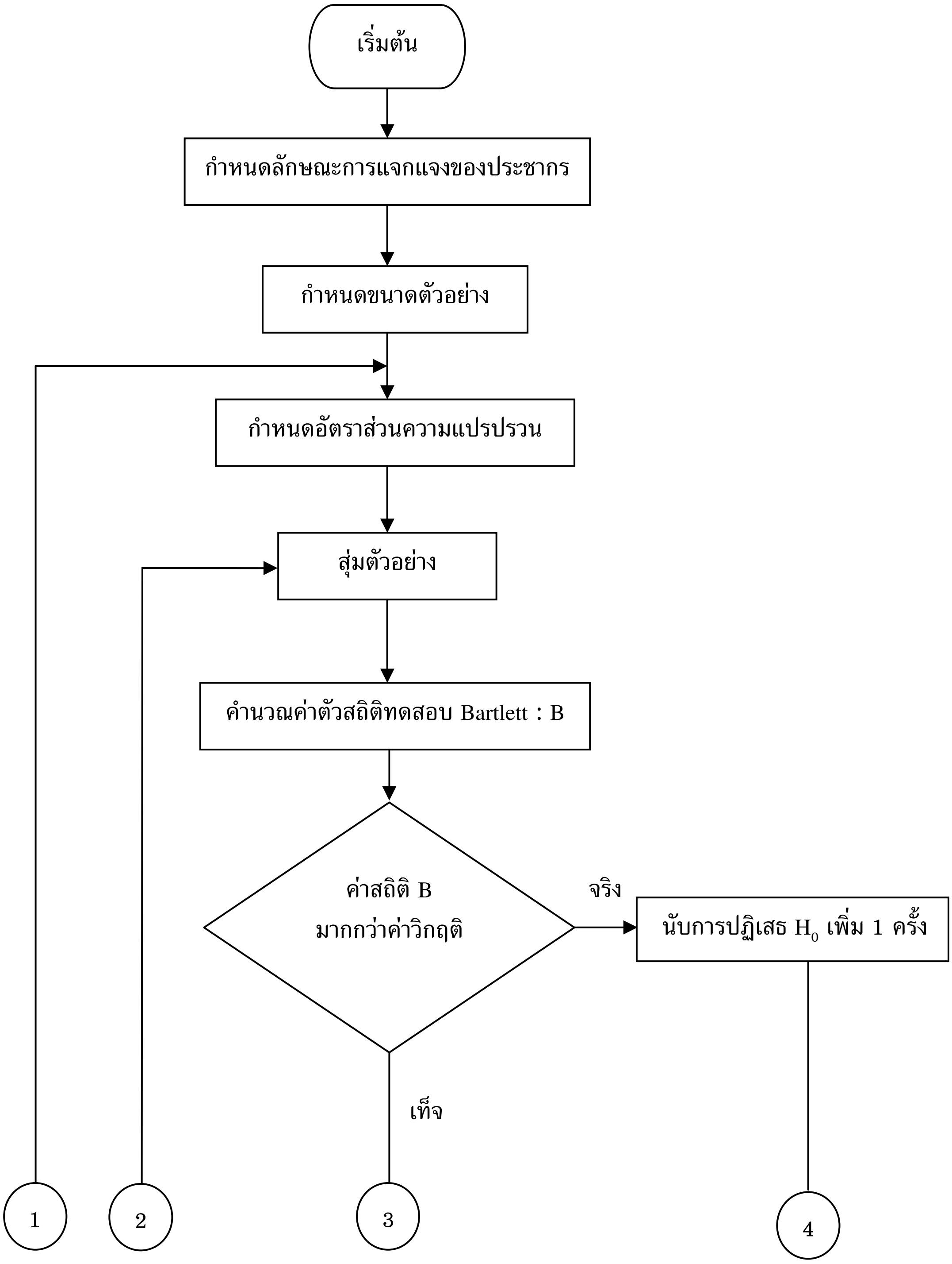
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อ τ มีค่าอยู่ในช่วง [0.007, 0.015]

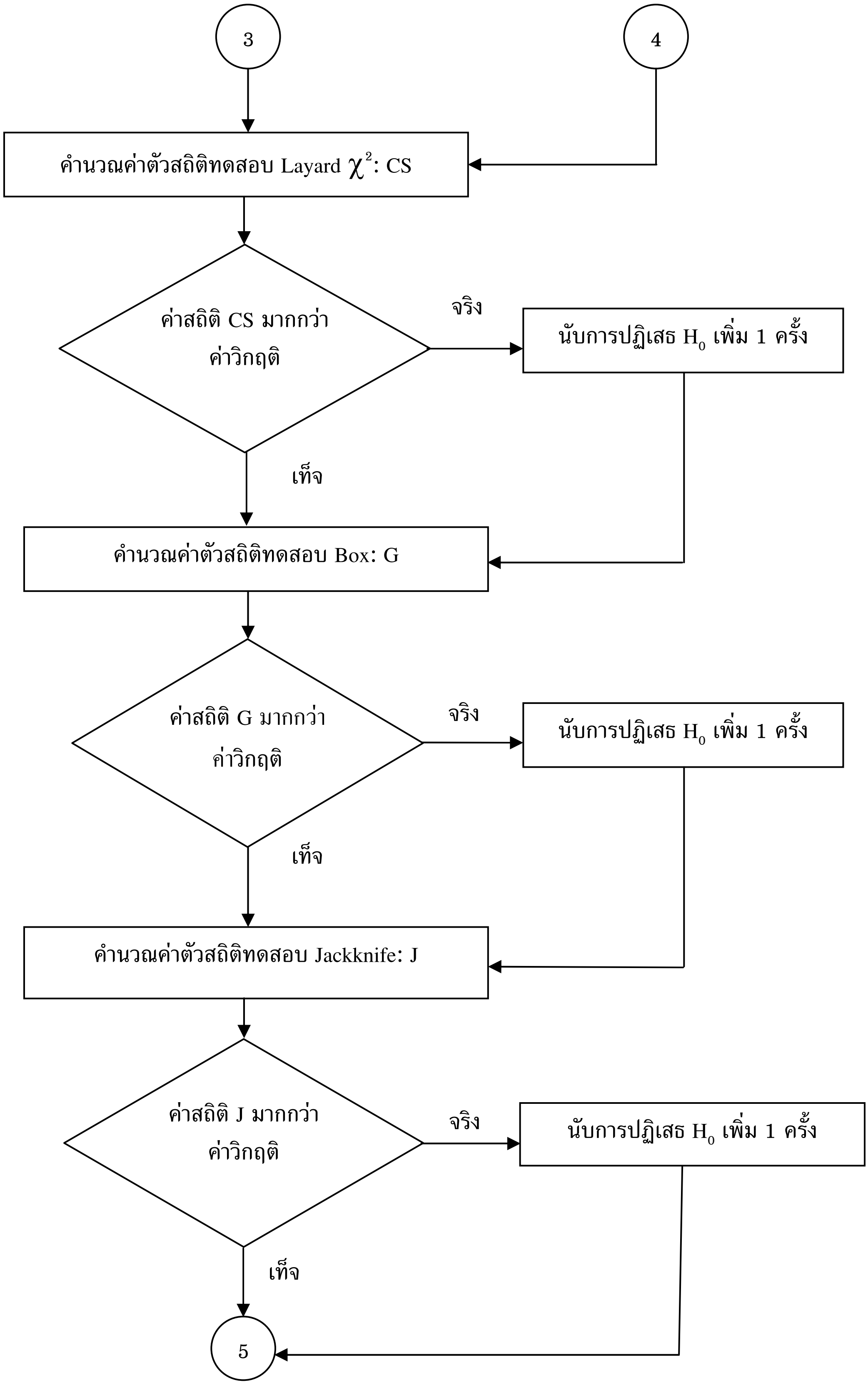
ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ตัวสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อ τ มีค่าอยู่ในช่วง [0.040, 0.060]

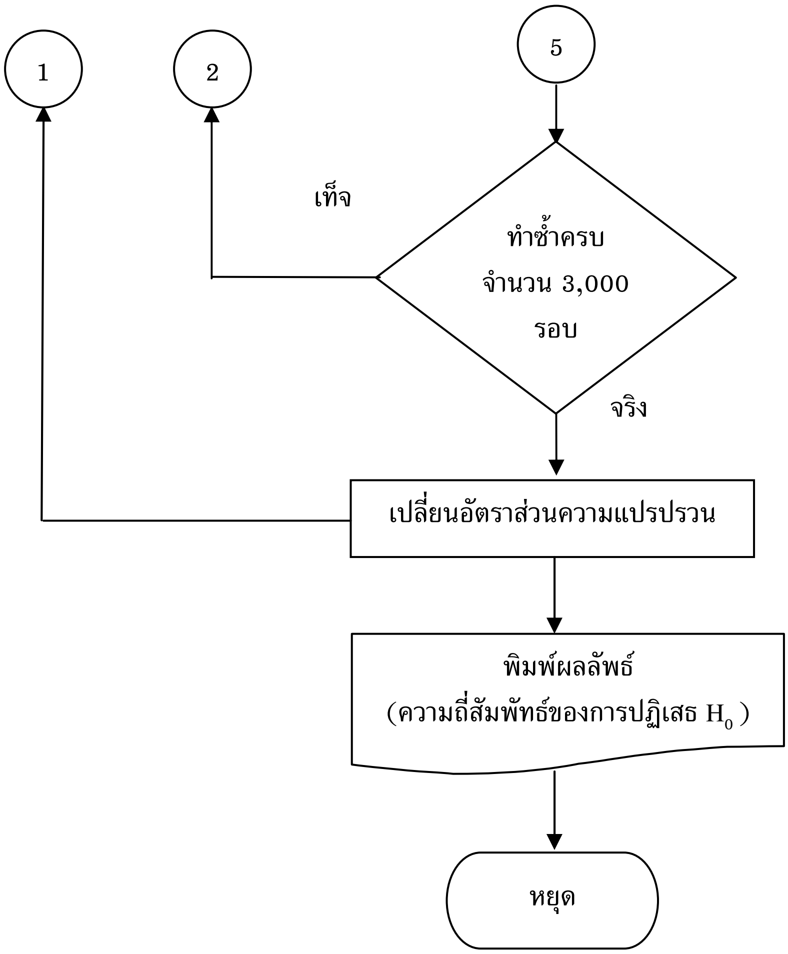
6. <u>ประมาณอำนาจการทดสอบ</u>

ประมาณอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 โดยการบันทึกจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ เพื่อหาค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ

7. แผนผังการทำงาน




3
4
คำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ Layard χ^2: CS
ค่าสถิติ CS มากกว่า
ค่าวิกฤติ
จริง
นับการปฏิเสธ H_0 เพิ่ม 1 ครั้ง
เท็จ
คำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ Box: G
ค่าสถิติ G มากกว่า
ค่าวิกฤติ
จริง
นับการปฏิเสธ H_0 เพิ่ม 1 ครั้ง
เท็จ
คำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ Jackknife: J
ค่าสถิติ J มากกว่า
ค่าวิกฤติ
จริง
นับการปฏิเสธ H_0 เพิ่ม 1 ครั้ง
เท็จ
5


1
2
5
เท็จ
ทำซ้ำครบ
จำนวน 3,000
รอบ
จริง
เปลี่ยนอัตราส่วนความแปรปรวน
พิมพ์ผลลัพธ์
(ความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธ H_0)
หยุด

ผลและการวิจารณ์

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแกร่งของตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร คือ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ โดยศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติดังกล่าว ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ (α) เท่ากับ 0.01 และ 0.05 เมื่อข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบที การแจกแจงแบบไคสแควร์ และการแจกแจงแบบไวบูลล์ ผลการศึกษานี้นอกจากจะทราบถึงตัวสถิติที่ให้ความแกร่งแล้ว ยังได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว

ผลการศึกษาที่ได้นำเสนอเป็น 2 ส่วนคือ

1. นำเสนอเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 โดยการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) กับเกณฑ์ที่ใช้ในการควบคุมความน่าจะเป็นของคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของ Cochran

2. นำเสนอเกี่ยวกับค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

1. <u>ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1</u>

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว คือ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ โดยการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) กับเกณฑ์ที่ใช้ในการควบคุมความน่าจะเป็นของคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของ Cochran ได้นำเสนอในรูปแบบของตารางแสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และกราฟแสดงขอบเขตของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ผลการศึกษาเมื่อข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติพบว่า

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง นั่นคือค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10 มีค่าเท่ากับ 0.012, 0.010 ตามลำดับ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.011, 0.012 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran แล้วพบว่าค่าความน่าจะเป็นดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 10, 15 โดยค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.008, 0.007 ตามลำดับ

ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้นไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ในทุกขนาดตัวอย่าง นั่นคือเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10, 15 และ 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) ของตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.054, 0.028, 0.025 และ 0.018 ซึ่งไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ในทำนองเดียวกันกับตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ พบว่าค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10, 15 และ 25 มีค่าเท่ากับ 0.032, 0.020, 0.019 และ 0.025 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran แล้วพบว่าค่าความน่าจะเป็นดังกล่าวไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 พบว่า

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่างเช่นเดียวกัน นั่นคือ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.048, 0.054 เมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 15, 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.050, 0.053 ตามลำดับ

ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และ 15 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) เท่ากับ 0.050 และ 0.060 ตามลำดับ

ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 โดยค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.040, 0.048

ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์นั้นไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ โดยค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.084, 0.092, 0.085 และ 0.068 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10, 15 และ 25 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ในทุกขนาดตัวอย่างที่ทดสอบไม่ว่าจะเป็นการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ซึ่งสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งที่สุด เมื่อข้อมูลที่ต้องการทดสอบนั้นมีการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว จำแนกตามขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ 0.01				ระดับนัยสำคัญ 0.05			
		B	CS	G	J	B	CS	G	J
แบบปกติ	8	0.012*	0.054	0.006	0.032	0.048**	0.084	0.035	0.068
	10	0.010*	0.028	0.008*	0.020	0.054**	0.092	0.050**	0.074
	15	0.011*	0.025	0.007*	0.019	0.050**	0.085	0.060**	0.040**
	25	0.012*	0.018	0.005	0.025	0.053**	0.068	0.063	0.048**

หมายเหตุ * $0.007 \leq \tau \leq 0.015$, ** $0.040 \leq \tau \leq 0.060$
B=ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, CS=ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแคว์,
G=ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์, J=ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว เมื่อข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบที พบว่า

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 และ 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.009, 0.012 และ 0.015 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และ 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.013 และ 0.008 ตามลำดับ

ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้น พบว่าไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ โดยค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

พบว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 และ 25 เช่นเดียวกัน โดยความน่าเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.049, 0.052 และ 0.050

ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์นั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ซึ่งค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.053, 0.045

ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 25 โดยมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.056

สำหรับตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ยังคงไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ โดยค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ดีกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ซึ่งสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งที่สุด เมื่อข้อมูลที่ต้องการทดสอบนั้นมีการแจกแจงแบบที

ตารางที่ 2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว จำแนกตามขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ 0.01				ระดับนัยสำคัญ 0.05			
		B	CS	G	J	B	CS	G	J
แบบที	8	0.019	0.031	0.021	0.019	0.064	0.080	0.030	0.124
	10	0.009*	0.020	0.018	0.042	0.049**	0.068	0.028	0.095
	15	0.012*	0.032	0.013*	0.028	0.052**	0.078	0.053**	0.069
	25	0.015*	0.024	0.008*	0.031	0.050**	0.075	0.045**	0.056**

หมายเหตุ * $0.007 \leq \tau \leq 0.015$, ** $0.040 \leq \tau \leq 0.060$
B=ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, CS=ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์,
G=ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์, J=ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว เมื่อข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ พบว่า

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10 มีค่าเท่ากับ 0.015 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.011, 0.009 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran พบว่าค่าความน่าจะเป็นดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.015, 0.013 ตามลำดับ

สำหรับตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตและตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์นั้นไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

พบว่า ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่างเช่นเดียวกัน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) อยู่ในช่วง [0.040,0.060]

ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) เท่ากับ 0.060, 0.058 ตามลำดับ

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต และตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์นั้น พบว่าจากขนาดตัวอย่างทั้งหมด ตัวสถิติทดสอบทั้ง 2 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เช่นเดียวกัน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่า ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์นั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ดีกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ซึ่งสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งที่สุด เมื่อข้อมูลที่ต้องการทดสอบนั้นมีการแจกแจงแบบไคสแควร์

ตารางที่ 3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว จำแนกตามขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ 0.01				ระดับนัยสำคัญ 0.05			
		B	CS	G	J	B	CS	G	J
แบบไคสแควร์	8	0.006	0.015*	0.004	0.020	0.030	0.058**	0.036	0.073
	10	0.005	0.015*	0.004	0.017	0.034	0.055**	0.036	0.075
	15	0.004	0.011*	0.003	0.015*	0.035	0.060**	0.029	0.060**
	25	0.004	0.009*	0.004	0.013*	0.029	0.056**	0.030	0.058**

หมายเหตุ * $0.007 \leq \tau \leq 0.015$, ** $0.040 \leq \tau \leq 0.060$
B=ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, CS=ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์,
G=ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์, J=ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว เมื่อข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบไวบูลส์ พบว่า

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10 มีค่าเท่ากับ 0.015 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) มีค่าเท่ากับ 0.010, 0.014 ตามลำดับ

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตและตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ซึ่งค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) ของตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีค่าเท่ากับ 0.007, 0.008 ส่วนตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้นมีค่าเท่ากับ 0.013, 0.015

ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ (τ) มีค่าเท่ากับ 0.007

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

พบว่า ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกขนาดเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10, 15 และ 25 มีค่าเท่ากับ 0.058, 0.060, 0.052 และ 0.048

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 และ 25 โดยมีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) เท่ากับ 0.040, 0.060 และ 0.050

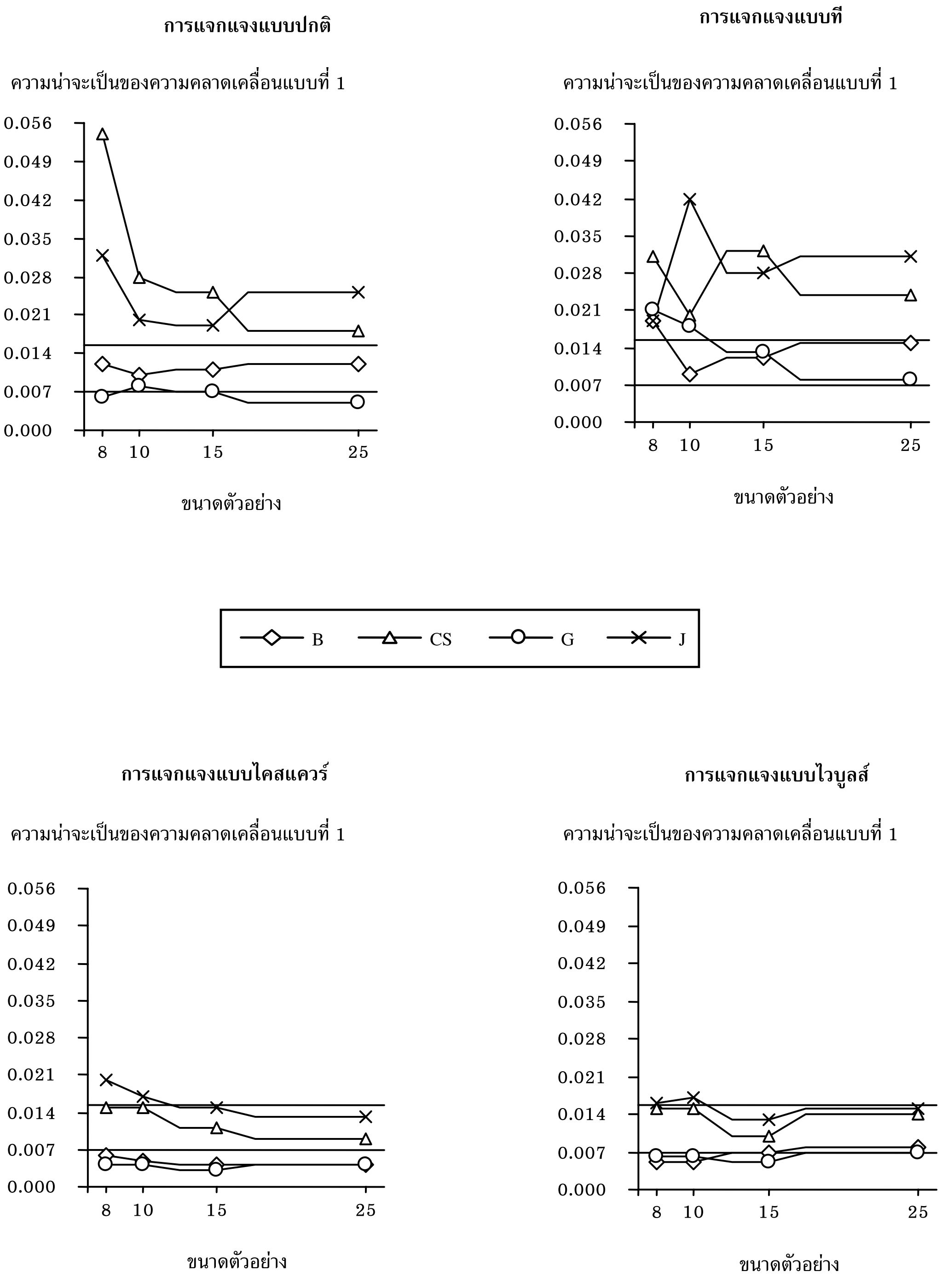
สำหรับตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ พบว่าสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) เท่ากับ 0.058, 0.060 ตามลำดับ ส่วนตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์นั้นพบว่าไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์นั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ดีกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ซึ่งสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งที่สุด เมื่อข้อมูลที่ต้องการทดสอบนั้นมีการแจกแจงแบบไวบูลส์

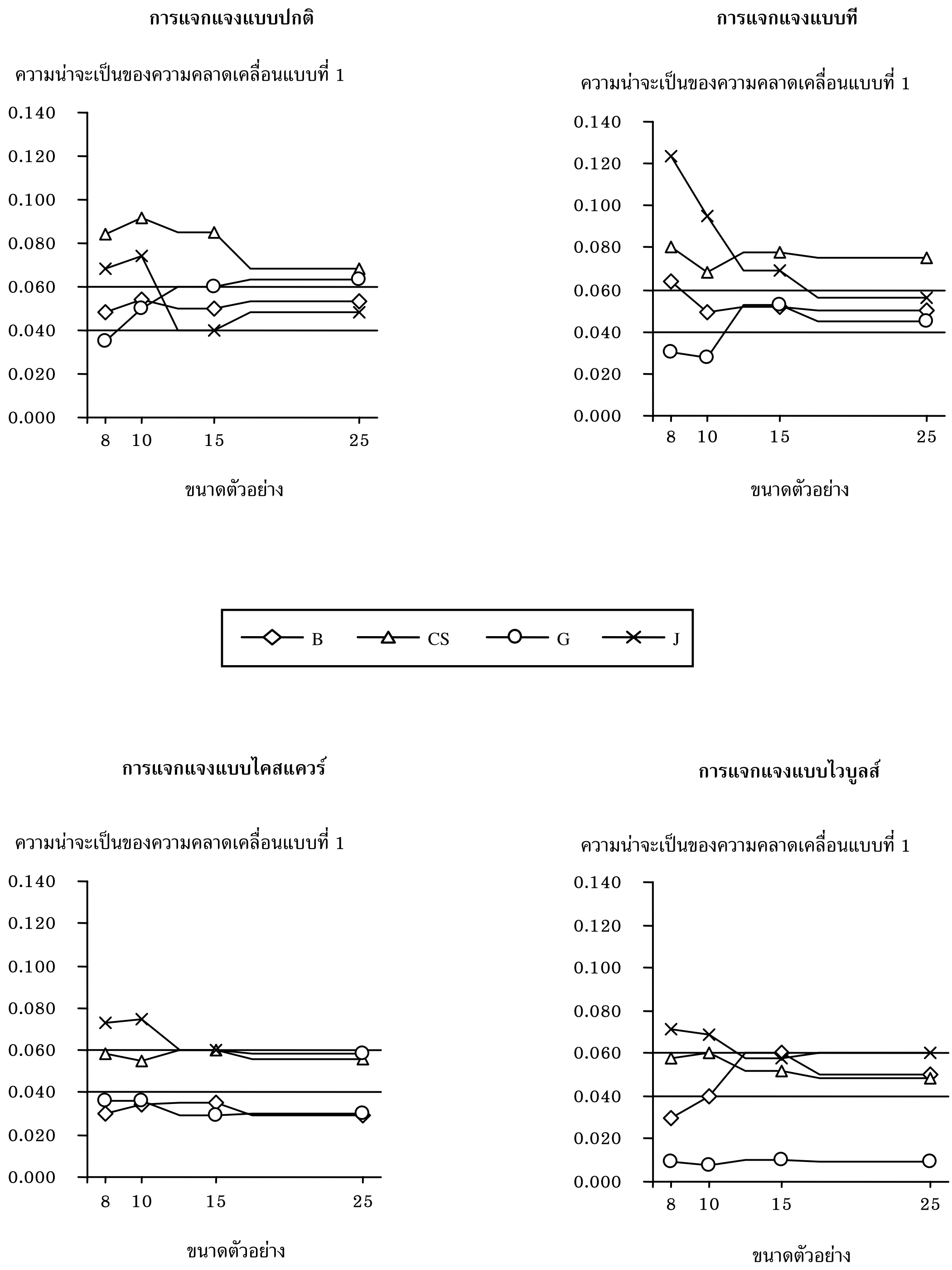
ตารางที่ 4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (τ) ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว จำแนกตามขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไวบูลส์

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ 0.01				ระดับนัยสำคัญ 0.05			
		B	CS	G	J	B	CS	G	J
แบบไวบูลส์	8	0.005	0.015*	0.006	0.016	0.030	0.058**	0.009	0.071
	10	0.005	0.015*	0.006	0.017	0.040**	0.060**	0.008	0.069
	15	0.007*	0.010*	0.005	0.013*	0.060**	0.052**	0.010	0.058**
	25	0.008*	0.014*	0.007*	0.015*	0.050**	0.048**	0.009	0.060**

หมายเหตุ * $0.007 \leq \tau \leq 0.015$, ** $0.040 \leq \tau \leq 0.060$
B=ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, CS=ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์,
G=ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์, J=ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์



<u>ภาพที่ 1</u> แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดตัวอย่างและการแจกแจงของประชากร



ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามขนาดตัวอย่างและการแจกแจงของประชากร

2. <u>อำนาจการทดสอบ</u>

อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว เกิดขึ้นจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ ของการทดสอบที่มีการกำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน ผลการศึกษาเมื่อข้อมูลที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ พบว่า

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกอัตราส่วนความแปรปรวนที่ใช้ทดสอบ ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้นมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

อัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:1:2:2:2 และอัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:1:2.5:4:4 ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ไคสแควร์และตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์แต่ก็ไม่มากนัก

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

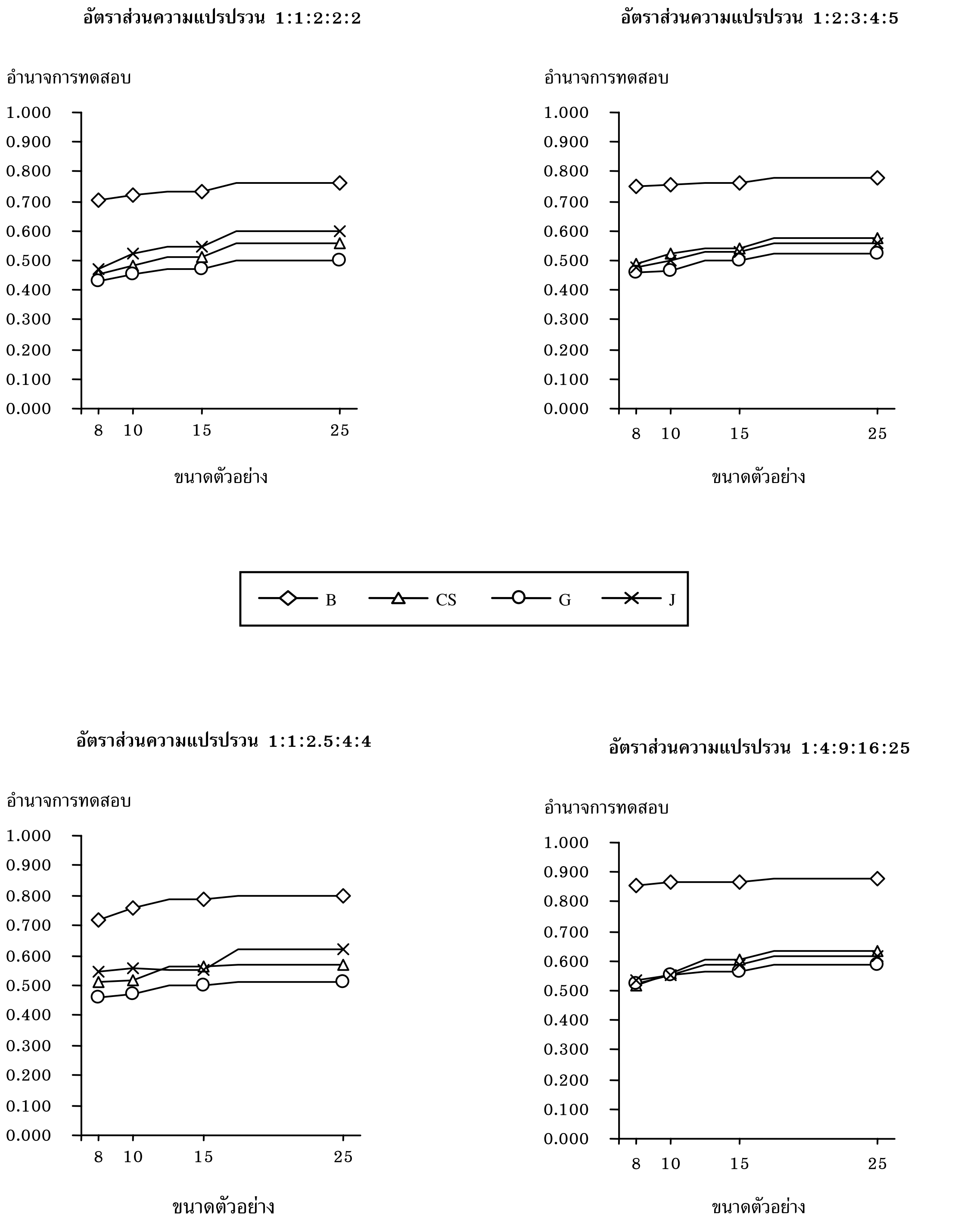
ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตยังคงมีอำนาจการทดสอบสูงสุดกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ในทุกอัตราส่วนความแปรปรวนเช่นเดียวกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงเป็นอันดับรองลงมา คือ ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ที่อัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:1:2:2:2, 1:2:3:4:5 และอัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:4:9:16:25 สำหรับตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์นั้นพบว่ามีอำนาจการทดสอบต่ำสุด รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5

จากภาพที่ 3 และภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรต่างกันมาก คือ อัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:4:9:16:25 ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด และจากภาพจะเห็นว่าในทุกอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเพิ่มขึ้นอำนาจการการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว คือ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์มีค่าเพิ่มขึ้น

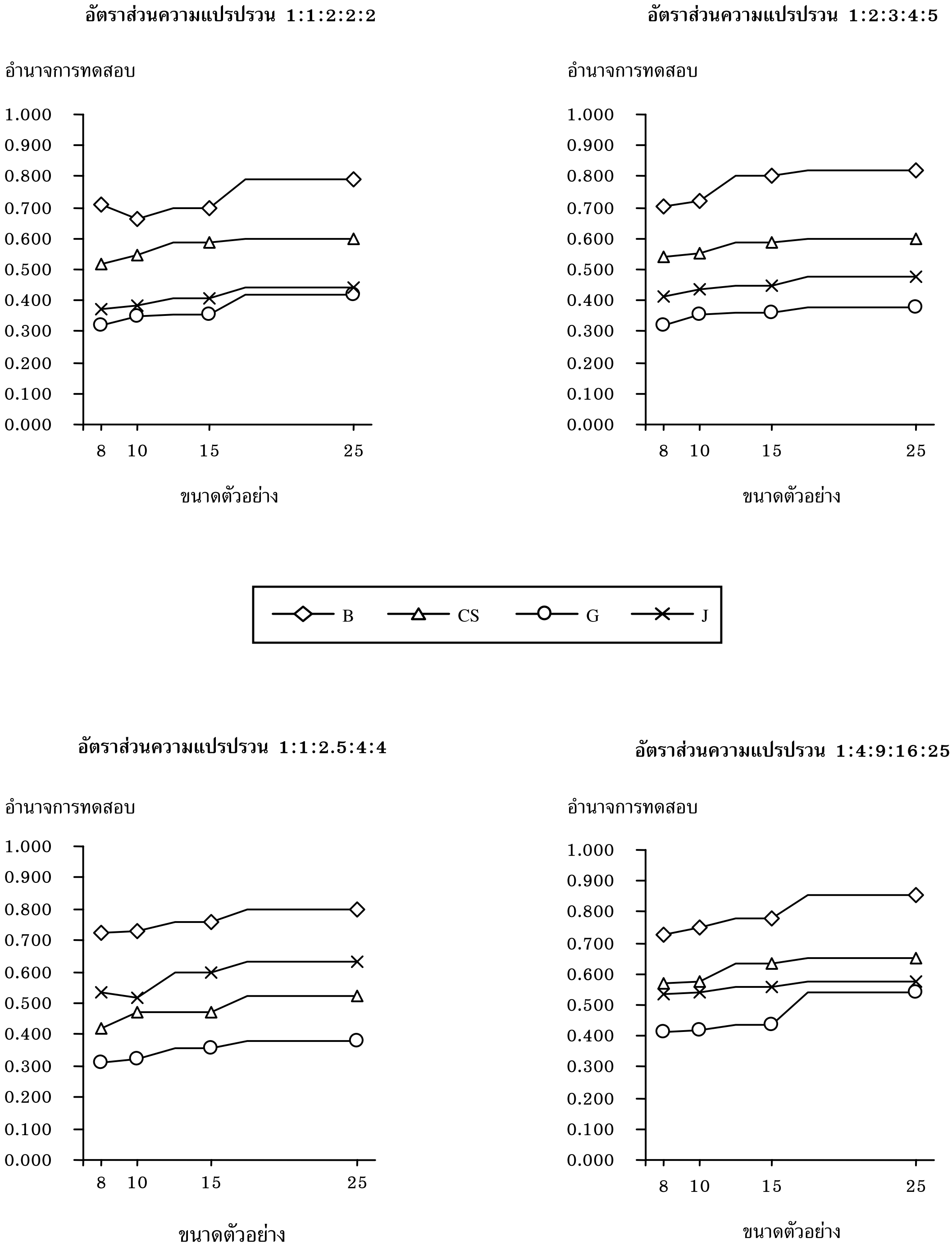
ตารางที่ 5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรและระดับนัยสำคัญ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ 0.01				ระดับนัยสำคัญ 0.05			
		B	CS	G	J	B	CS	G	J
1:1:2:2:2	8	0.705	0.455	0.432	0.469	0.709	0.520	0.321	0.374
	10	0.723	0.484	0.455	0.522	0.664	0.548	0.348	0.386
	15	0.734	0.512	0.470	0.545	0.700	0.589	0.356	0.405
	25	0.762	0.556	0.500	0.601	0.789	0.600	0.419	0.442
1:2:3:4:5	8	0.752	0.490	0.460	0.478	0.701	0.538	0.321	0.413
	10	0.756	0.524	0.468	0.500	0.720	0.554	0.352	0.434
	15	0.760	0.538	0.500	0.528	0.801	0.589	0.360	0.448
	25	0.779	0.575	0.521	0.556	0.821	0.600	0.378	0.476
1:1:2.5:4:4	8	0.720	0.512	0.462	0.545	0.722	0.422	0.308	0.535
	10	0.758	0.520	0.470	0.556	0.731	0.470	0.320	0.520
	15	0.789	0.562	0.500	0.549	0.759	0.474	0.354	0.600
	25	0.800	0.567	0.512	0.621	0.798	0.522	0.380	0.635
1:4:9:16:25	8	0.852	0.518	0.524	0.535	0.726	0.568	0.414	0.536
	10	0.866	0.560	0.550	0.551	0.752	0.575	0.421	0.541
	15	0.869	0.605	0.562	0.585	0.778	0.636	0.436	0.558
	25	0.878	0.631	0.587	0.619	0.854	0.654	0.538	0.575

หมายเหตุ B=ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, CS=ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์, G=ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์, J=ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์



<u>ภาพที่ 3</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามอัตราส่วนที่แตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ



<u>ภาพที่ 4</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนที่แตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว เมื่อข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบที พบว่า

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดทุกอัตราส่วนความแปรปรวน ส่วนตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้นมีอำนาจการทดสอบต่ำสุด ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ และตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์นั้น พบว่า เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวน 1:1:2:2:2 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 10 อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันมาก และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15, 25 ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์เล็กน้อย

กรณีอัตราส่วนความแปรปรวน 1:2:3:4:5 และอัตราส่วนความแปรปรวน 1:1:2.5:4:4 พบว่าตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์และตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์นั้นมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เล็กน้อย แต่เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8, 15 และ 25 ตัวสถิติทดสอบทั้งสองมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันมาก

เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:4:9:16:25 ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์เล็กน้อย สำหรับตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้นจากภาพที่ 5 จะเห็นว่ามีอำนาจการทดสอบต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบอื่นๆ ในทุกอัตราส่วนความแปรปรวน

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกอัตราส่วนของความแปรปรวน ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 8 ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์นั้นมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ส่วนตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์

จากภาพที่ 6 จะเห็นว่าในทุกอัตราส่วนความแปรปรวนและขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 และ 25 อำนาจการทดสอบของตัวสถิติเลยาร์ดไคสแควร์และตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ใกล้เคียงกันมาก

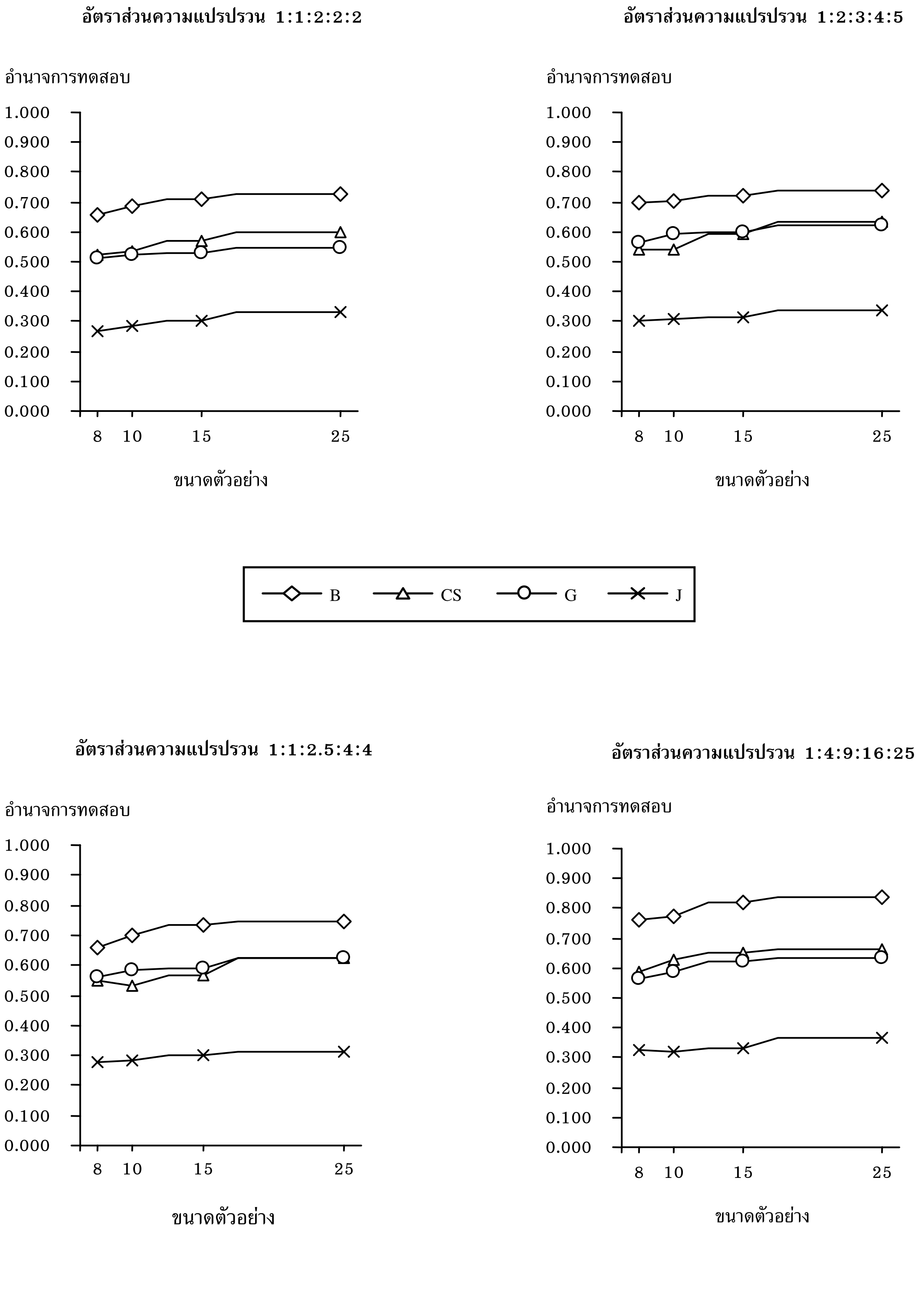
เมื่อกำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:1:2:2:2 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 25 ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เล็กน้อย สำหรับอัตราส่วนความแปรปรวนอื่น ๆ ตัวสถิติทดสอบทั้ง 2 มีค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์นั้น มีอำนาจการทดสอบต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ในทุกขนาดตัวอย่างและทุกอัตราส่วนความแปรปรวน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 6

จากภาพที่ 5 และภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรต่างกันมากนั่นคืออัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:4:9:16:25 ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด และจากภาพจะเห็นว่าในทุกอัตราส่วนความแปรปรวนเมื่อขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเพิ่มขึ้นอำนาจการการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว จะมีค่าเพิ่มขึ้น

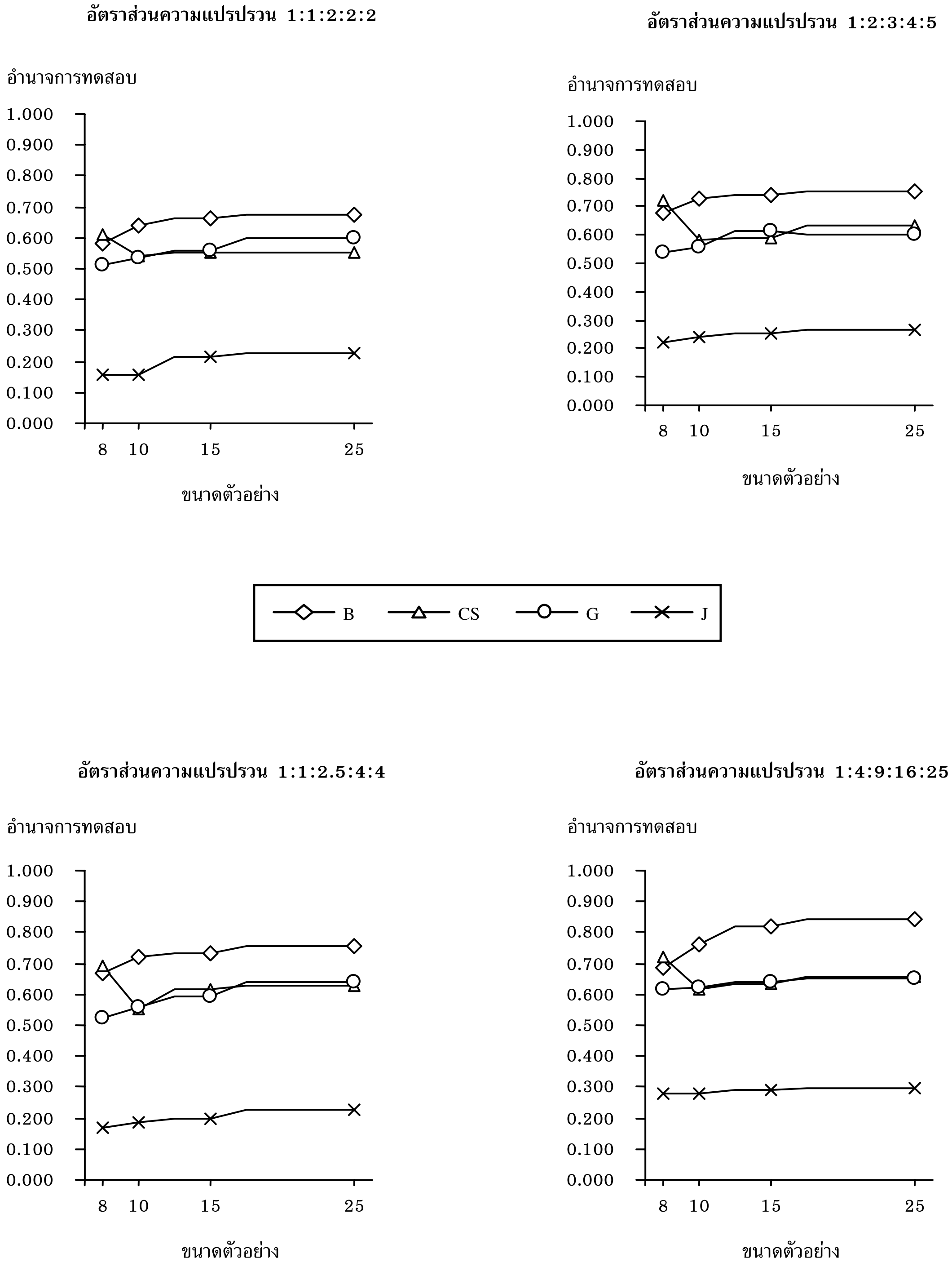
ตารางที่ 6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรและระดับนัยสำคัญ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที

อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ 0.01				ระดับนัยสำคัญ 0.05			
		B	CS	G	J	B	CS	G	J
1:1:2:2:2	8	0.655	0.524	0.509	0.265	0.583	0.612	0.513	0.156
	10	0.685	0.535	0.521	0.286	0.642	0.539	0.532	0.159
	15	0.711	0.571	0.528	0.300	0.661	0.550	0.556	0.213
	25	0.724	0.600	0.546	0.331	0.674	0.554	0.600	0.226
1:2:3:4:5	8	0.700	0.538	0.565	0.300	0.680	0.721	0.541	0.220
	10	0.706	0.540	0.595	0.309	0.727	0.584	0.560	0.242
	15	0.719	0.594	0.600	0.314	0.743	0.588	0.613	0.251
	25	0.736	0.635	0.622	0.336	0.756	0.630	0.600	0.266
1:1:2.5:4:4	8	0.658	0.547	0.560	0.279	0.670	0.693	0.526	0.170
	10	0.700	0.531	0.584	0.285	0.722	0.550	0.559	0.186
	15	0.735	0.569	0.590	0.300	0.731	0.614	0.595	0.200
	25	0.743	0.624	0.622	0.312	0.754	0.628	0.639	0.224
1:4:9:16:25	8	0.762	0.589	0.566	0.325	0.686	0.721	0.618	0.278
	10	0.776	0.626	0.589	0.321	0.760	0.618	0.625	0.281
	15	0.819	0.654	0.622	0.332	0.822	0.634	0.640	0.290
	25	0.835	0.663	0.634	0.368	0.843	0.659	0.654	0.297

หมายเหตุ B=ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, CS=ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์, G=ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์, J=ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์



<u>ภาพที่ 5</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามอัตราส่วนที่แตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบที



ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนที่แตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบที

อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว เมื่อข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ พบว่า

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์นั้นมีอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกอัตราส่วนความแปรปรวน รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ที่มีอำนาจการทดสอบค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน ส่วนตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

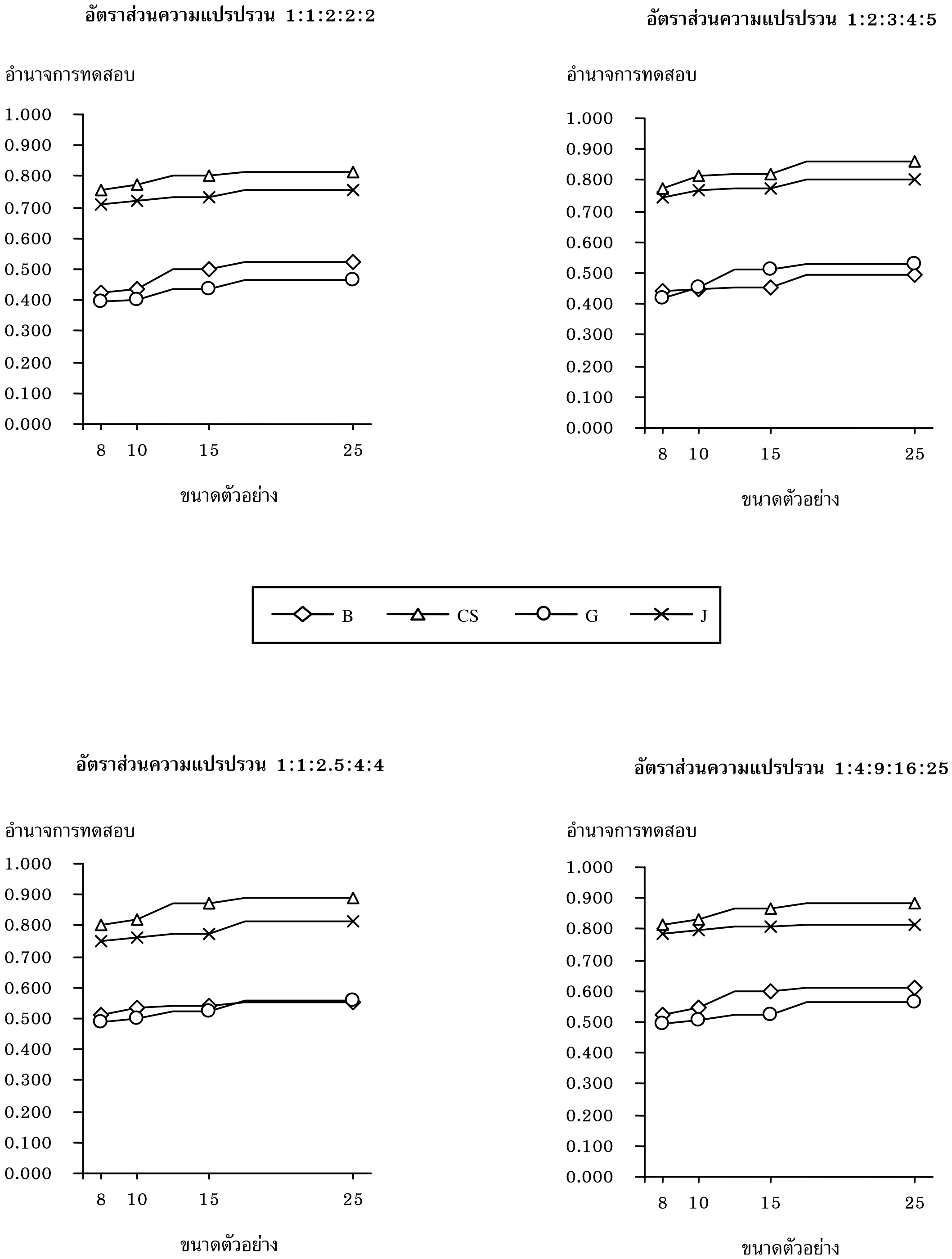
พบว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ยังคงเป็นตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ในทุกขนาดตัวอย่าง และทุกอัตราส่วนความแปรปรวน รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ จากภาพที่ 8 จะเห็นว่าที่อัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:1:2:2:2, 1:2:3:4:5 และอัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:4:9:16:25 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 25 อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันมาก ส่วนตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตและตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์มีอำนาจการทดสอบต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ค่อนข้างมาก รายละเอียดแสดงในตารางที่ 7

จากภาพที่ 7 และภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่าตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด และจากภาพจะเห็นว่าในทุกอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเพิ่มขึ้นอำนาจการการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว คือตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และการเพิ่มขึ้นของค่าอำนาจการทดสอบมีลักษณะไม่แตกต่างกันมากนัก

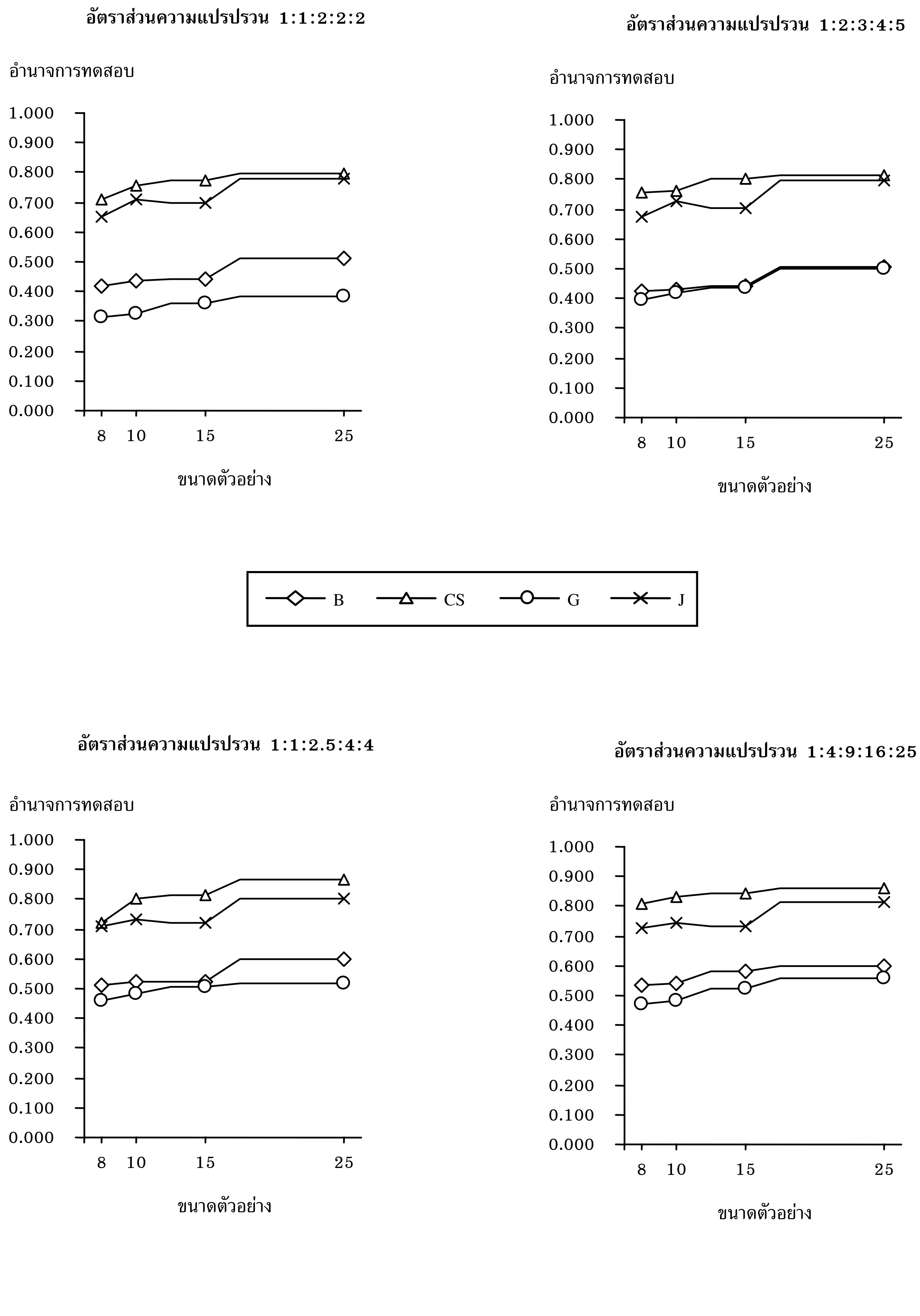
ตารางที่ 7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรและระดับนัยสำคัญ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไคสแควร์

อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ 0.01				ระดับนัยสำคัญ 0.05			
		B	CS	G	J	B	CS	G	J
1:1:2:2:2	8	0.423	0.756	0.393	0.711	0.421	0.712	0.312	0.653
	10	0.438	0.773	0.401	0.723	0.436	0.756	0.328	0.712
	15	0.501	0.801	0.436	0.734	0.440	0.773	0.362	0.697
	25	0.521	0.813	0.468	0.753	0.512	0.556	0.384	0.779
1:2:3:4:5	8	0.439	0.775	0.421	0.743	0.423	0.753	0.398	0.674
	10	0.448	0.816	0.452	0.768	0.433	0.762	0.419	0.726
	15	0.453	0.822	0.512	0.771	0.442	0.800	0.434	0.701
	25	0.496	0.863	0.528	0.803	0.506	0.812	0.501	0.796
1:1:2.5:4:4	8	0.511	0.804	0.487	0.751	0.513	0.721	0.462	0.711
	10	0.532	0.821	0.502	0.763	0.521	0.800	0.483	0.731
	15	0.540	0.873	0.524	0.776	0.526	0.815	0.503	0.722
	25	0.551	0.887	0.559	0.812	0.601	0.864	0.516	0.800
1:4:9:16:25	8	0.523	0.816	0.493	0.783	0.534	0.811	0.473	0.725
	10	0.546	0.834	0.508	0.796	0.540	0.830	0.484	0.744
	15	0.600	0.865	0.521	0.806	0.583	0.842	0.523	0.730
	25	0.612	0.885	0.565	0.814	0.600	0.859	0.559	0.813

หมายเหตุ B=ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, CS=ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์, G=ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์, J=ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์



ภาพที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามอัตราส่วนที่แตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบไคสแควร์



ภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนที่แตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบไคสแควร์

อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว เมื่อข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบไวบูลส์ พบว่า

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ในทุกอัตราส่วนความแปรปรวน และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบดังกล่าวมีค่าสูงสุดที่อัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:4:9:16:25 รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์และตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ส่วนตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ชั้นนั้น จากแผนภาพที่ 9 เห็นได้ชัดว่ามีอำนาจการทดสอบต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ มาก ในทุกอัตราส่วนของความแปรปรวน

ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

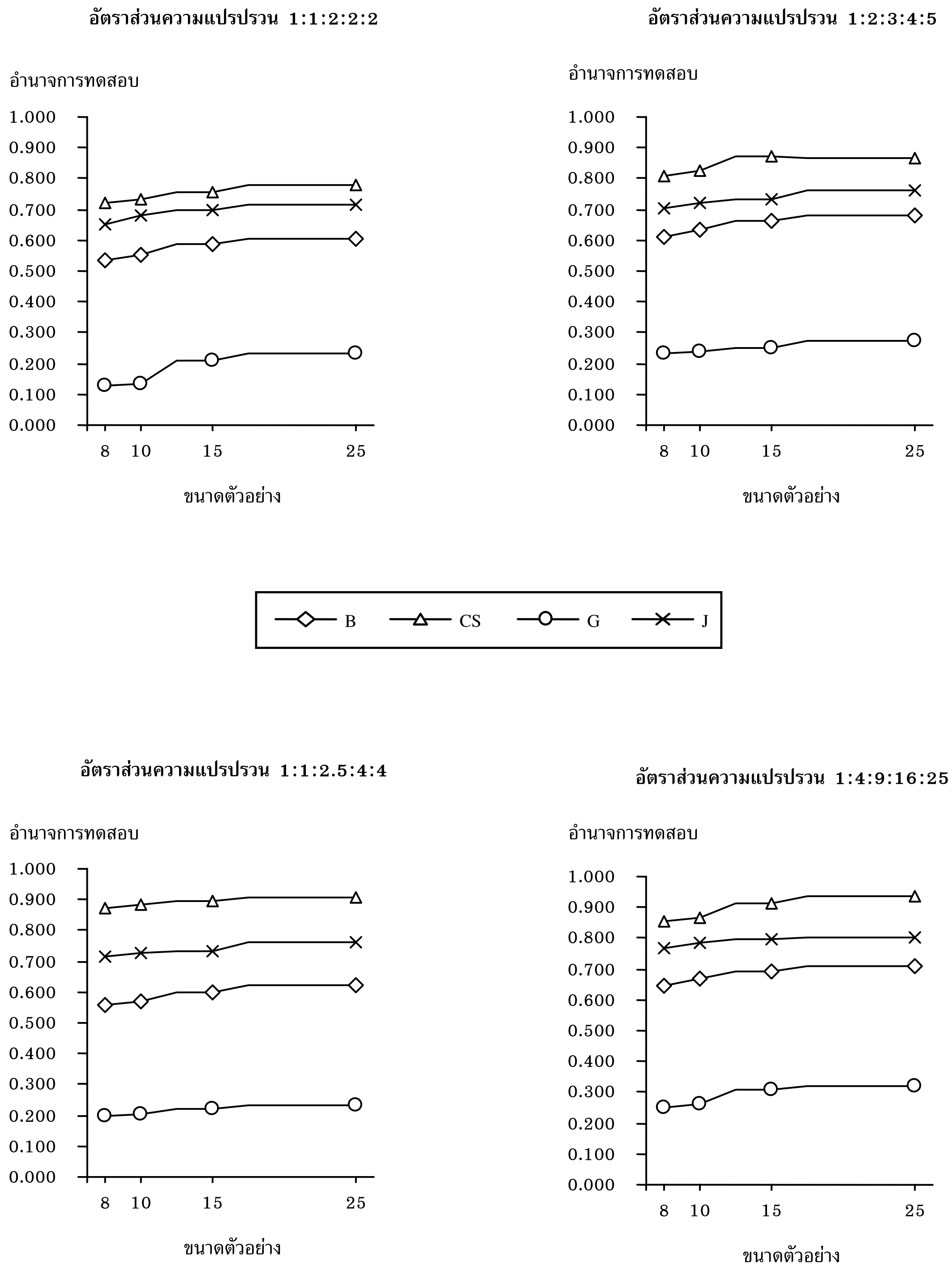
ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ยังคงเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกอัตราส่วนความแปรปรวนและทุกขนาดตัวอย่าง รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์และตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต โดยเฉพาะเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนเท่ากับ 1:2:3:4:5 ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์และตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ชั้นนั้นมีอำนาจการทดสอบต่ำสุด รายละเอียดแสดงในตารางที่ 8

พิจารณาจากภาพที่ 9 และภาพที่ 10 แสดงให้เห็นว่าที่ระดับนัยสำคัญทั้ง 2 ระดับ อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 เพิ่มขึ้นไม่มากนักเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

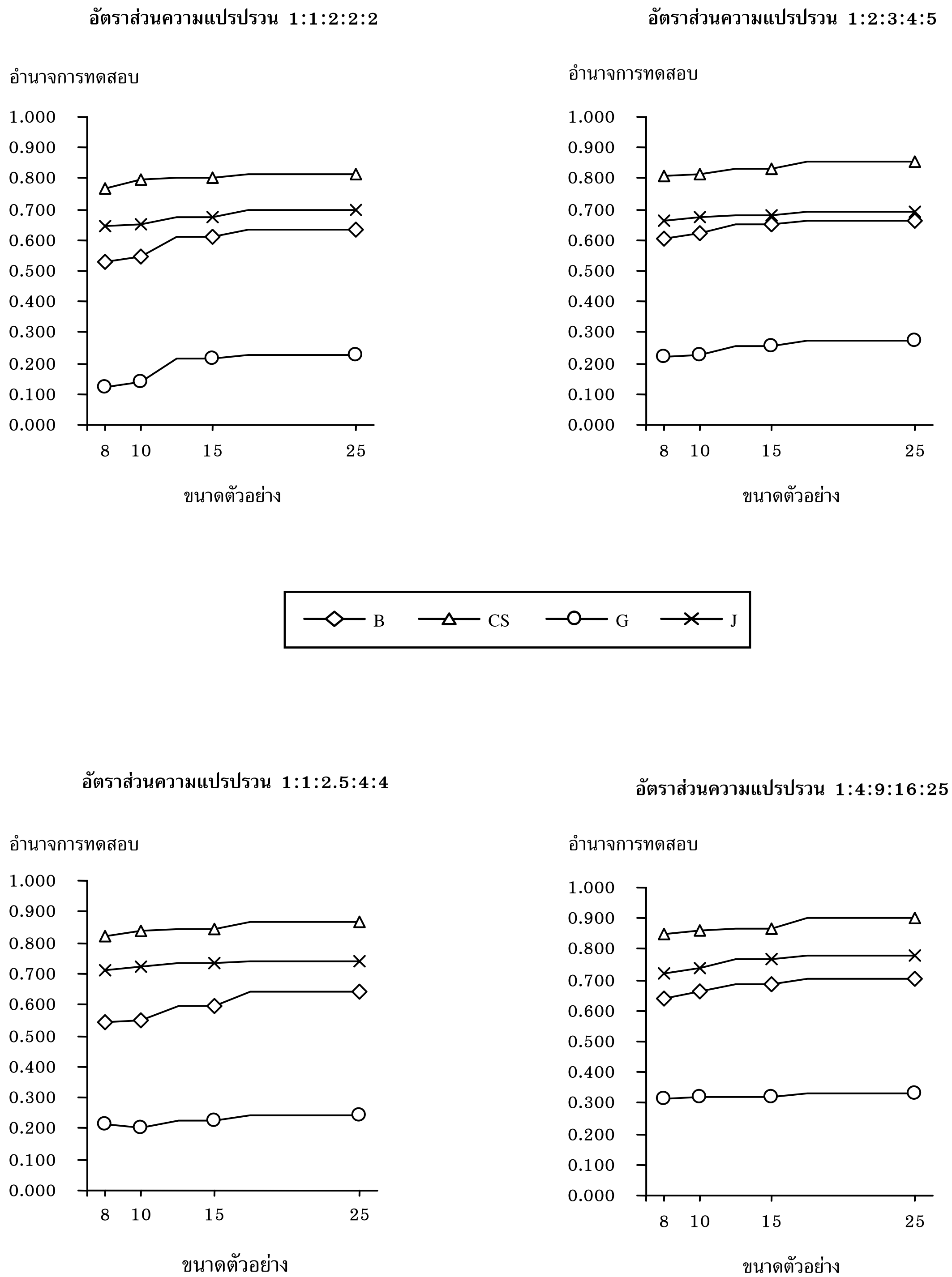
<u>ตารางที่ 8</u> แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรและระดับนัยสำคัญ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไวบูลส์

อัตราส่วนความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง	ระดับนัยสำคัญ 0.01				ระดับนัยสำคัญ 0.05			
		B	CS	G	J	B	CS	G	J
1:1:2:2:2	8	0.535	0.722	0.129	0.654	0.531	0.765	0.125	0.644
	10	0.551	0.734	0.131	0.683	0.546	0.798	0.142	0.653
	15	0.587	0.756	0.211	0.697	0.612	0.801	0.213	0.675
	25	0.602	0.778	0.232	0.713	0.631	0.813	0.224	0.700
1:2:3:4:5	8	0.610	0.811	0.234	0.701	0.604	0.806	0.223	0.665
	10	0.633	0.823	0.239	0.721	0.623	0.813	0.228	0.672
	15	0.664	0.873	0.251	0.734	0.654	0.834	0.253	0.681
	25	0.679	0.865	0.274	0.763	0.663	0.856	0.273	0.693
1:1:2.5:4:4	8	0.556	0.874	0.198	0.713	0.541	0.821	0.215	0.711
	10	0.567	0.881	0.203	0.726	0.552	0.836	0.200	0.724
	15	0.601	0.893	0.220	0.732	0.594	0.844	0.224	0.732
	25	0.622	0.906	0.231	0.759	0.643	0.868	0.241	0.740
1:4:9:16:25	8	0.646	0.857	0.252	0.768	0.641	0.849	0.313	0.723
	10	0.671	0.869	0.259	0.783	0.663	0.858	0.318	0.741
	15	0.692	0.912	0.310	0.796	0.687	0.866	0.320	0.765
	25	0.710	0.934	0.319	0.802	0.703	0.901	0.331	0.779

<u>หมายเหตุ</u> B=ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต, CS=ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์, G=ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์, J=ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์



<u>ภาพที่ 9</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามอัตราส่วนที่แตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบไวบูลส์



<u>ภาพที่ 10</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนที่แตกต่างกันของความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงแบบไวบูลส์

สรุป

จากผลการวิเคราะห์ความแกร่งของตัวสถิติทดสอบ 4 ตัว คือตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ และตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ จากการจำลองข้อมูลตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติที่มีความแกร่งที่สุดที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทั้ง 2 ระดับ คือ 0.01 และ 0.05 ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และ 15 ส่วนตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และ 25 ที่ระดับนัยสำคัญการทดสอบเท่ากับ 0.05

2. กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบที ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติที่มีความแกร่งกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทั้ง 2 ระดับ ยกเว้นว่าเมื่อขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบน้อยกว่า 10 ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตไม่มีความแกร่งที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ ตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งในการทดสอบเมื่อใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และ 25 ส่วนตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งเมื่อใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 25 สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งที่สุดที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทั้ง 2 ระดับ สำหรับตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์ เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งเมื่อขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 15 และ 25

4. กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลส์ ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งที่สุดที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทั้ง 2 ระดับ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีความแกร่งเมื่อขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 15 และ 25 ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ 0.01 แต่เมื่อระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05 ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีความแกร่งในการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 และ 25 ตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์มีความแกร่งเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และ 25 ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทั้ง 2 ระดับ ส่วนตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์มีความแกร่งเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 25 ของการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 9

การพิจารณาว่าตัวสถิติทดสอบใดเหมาะสม นอกจากศึกษาความแกร่งของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 แล้ว ควรศึกษาอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ จากการที่กำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงแบบที

2. ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ เมื่อข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบไคสแควร์ และการแจกแจงแบบไวบูลส์ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 10

ลักษณะการแจกแจงของประชากร มีผลต่อความแกร่งของตัวสถิติทดสอบ เช่น ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลตมีความไว (Sensitive) เมื่อลักษณะข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ แต่ตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์กลับเป็นตัวสถิติทดสอบที่ใช้ได้ดี

นอกจากข้อสรุปข้างต้น ผู้วิจัยยังได้ประมวลผลเพิ่มเติมในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบไคสแควร์และการแจกแจงแบบไวบูลส์ โดยกำหนดพารามิเตอร์ของการแจกแจงดังนี้ คือการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ 10 การแจกแจงแบบไวบูลส์ที่ $\alpha = 3$ และ $\beta = 7$ โดยทดลองกับขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80 ซึ่งเป็นตัวอย่างขนาดใหญ่ พบว่าตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์ (Box't test) มีความแกร่งกว่าตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ และมีอำนาจการทดสอบอยู่ในระดับกลาง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรได้

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

จากสรุปผลการวิจัยข้างต้นนั้น สรุปภายใต้ขอบเขตของการวิจัยที่กำหนดไว้ โดยศึกษาเฉพาะกรณีขนาดตัวอย่างเล็ก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มในกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดใหญ่ และพารามิเตอร์ของแต่ละการแจกแจงมีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ระดับ และควรศึกษาในกรณีที่ความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากันถ้ามีการ Transform ข้อมูลเพื่อปรับความแปรปรวนของข้อมูล เช่น การใช้ Log-transform จากสูตร $y' = \ln(y+1)$ หรือ $\ln(y)$, $1/y$, $1/\sqrt{y}$, $\sqrt{y}$ แล้วทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลด้วยตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว เพื่อทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงความแกร่งของตัวสถิติทั้ง 4 ต่อไป

ตารางที่ 9 แสดงตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ จำแนกตามระดับนัยสำคัญ ขนาดตัวอย่างและการแจกแจงของประชากร

ระดับนัยสำคัญ	ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจง			
		แบบปกติ	แบบที	แบบไคสแควร์	แบบไวบูลส์
0.01	8	B	-	CS	CS
	10	B, G	B	CS	CS
	15	B, G	B, G	CS, J	CS, B, J
	25	B	B, G	CS, J	CS, B, G, J
0.05	8	B	-	CS	CS
	10	B, G	B	CS	CS, B
	15	B, G, J	B, G	CS, J	CS, B, J
	25	B, J	B, G, J	CS, J	CS, B, J

ตารางที่ 10 แสดงตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด จำแนกตามระดับนัยสำคัญ ขนาดตัวอย่างและการแจกแจงของประชากร

ระดับนัยสำคัญ	ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจง			
		แบบปกติ	แบบที	แบบไคสแควร์	แบบไวบูลส์
0.01	8	B	B	CS	CS
	10	B	B	CS	CS
	15	B	B	CS	CS
	25	B	B	CS	CS
0.05	8	B	CS	CS	CS
	10	B	B	CS	CS
	15	B	B	CS	CS
	25	B	B	CS	CS

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Brown, M.B. and A.B. Forsythe. 1974. Robust tests for equality of variances. **JASA.** 69: 364-367.

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

Field, A. 2002. MANOVA using SPSS. **http://www.sussex.ac.uk/User/andyf/teaching/pg/manovaquestions.pdf**. March 3, 2006.

Game, P.A., H.J. Winkle and D.A. Probert. 1972. Robust tests for homogeneity of variance. **Educational and Psychological Measurment.** 32: 887-909.

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

Iachine, I., H.C. Petersen and K.O. Kyvik. 2004. Robust tests for the equality of variances for clustered data. **http://www.stat.sdu.dk/publications/preprints/pp006/IachineEtA104.pdf.** January 4, 2005.

Legendre, P. and D. Borcard. n.d. Statistical comparison of univariate tests of homogeneity of variance. **http://biol10.boil.umontreal.ca/BIO2042/MS_THV.pdf**. March 3, 2006.

Miller, R.G. 1968. Jackknifing variances. **Annals of Mathmatical Statistics.** 39: 567-582.

Pearson, E.S. 1996. Alternative tests for homogeneity of variances; some monte carlo results. **Biometrika.** 53: 229-234.

Ramsey, P.H. 1980. Exact Type I Error Rate for Robustness of Student's t Test with Unequal Variance. **Journal of Educational Statistics.** 5: 337-349.

Seber, G.A.F. 1977. **Linear Regression Analysis.** John Wiley and Sons, Inc., New York.

ภาคผนวก

ฟังก์ชั่นมาตราฐานที่ใช้ในการสร้างข้อมูลและคำสั่งที่ใช้ในการประมวลผล

โปรแกรม Normmrnd.m

ใช้การกำหนดรูปแบบเพื่อสร้าง Normal Distribution

```
function r = normrnd(mu,sigma,m,n);
if nargin < 2,
   error('Requires at least two input arguments.');
end
if nargin == 2
   [errorcode rows columns] = rndcheck(2,2,mu,sigma);
end
if nargin == 3
   [errorcode rows columns] = rndcheck(3,2,mu,sigma,m);
end
if nargin == 4
   [errorcode rows columns] = rndcheck(4,2,mu,sigma,m,n);
end
if errorcode > 0
   error('Size information is inconsistent.');
end
r = zeros(rows, columns);
r = randn(rows,columns) .* sigma + mu;
r(sigma < 0) = NaN;
```

โปรแกรม trnd.m

ใช้การกำหนดรูปแบบเพื่อสร้าง T Distribution

```
function r = trnd(v,m,n)
if nargin < 1,
    error('Requires one input argument.');
end
if nargin == 1
    [errorcode rows columns] = rndcheck(1,1,v);
end
if nargin == 2
    [errorcode rows columns] = rndcheck(2,1,v,m);
end
if nargin == 3
    [errorcode rows columns] = rndcheck(3,1,v,m,n);
end
if errorcode > 0
    error('Size information is inconsistent.');
end
r = zeros(rows, columns);
if prod(size(v) == 1)
    v = v(ones(rows,columns));
end
k1 = find(v == 1);
if any(k1)
    u1 = randn(size(k1));
    u2 = randn(size(k1));
    r(k1) = u1 ./ u2;
end
k2 = find(v == 2);
if any(k2)
```

```
    u = rand(size(k2));
    r(k2) = sqrt(2.0) * (u - 0.5) ./ sqrt(u - u .^ 2);
end
k = find(~(v == 2 | v == 1));
if any(k)
    x = betarnd(v(k) ./ 2,v(k) ./ 2);
    r(k) = sqrt(v(k)) .* (x - 0.5) ./ sqrt(x .* (1 - x));
end
r(v<=0) = NaN;
```

โปรแกรม Chi2rnd.m

ใช้การกำหนดรูปแบบเพื่อสร้าง Chi-square Distribution

```
function r = chi2rnd(v,m,n);
if nargin < 1,
   error('Requires at least one input argument.');
end

if nargin == 1
   [errorcode rows columns] = rndcheck(1,1,v);
end

if nargin == 2
   [errorcode rows columns] = rndcheck(2,1,v,m);
end

if nargin == 3
   [errorcode rows columns] = rndcheck(3,1,v,m,n);
end

if errorcode > 0
   error('Size information is inconsistent.');
end

r = gamrnd(v ./ 2,2,rows,columns);
```

<u>โปรแกรม Weibrnd.m</u>

ใช้การกำหนดรูปแบบเพื่อสร้าง Weibull Distribution

```
function r = weibrnd(a,b,m,n)
if    nargin < 2,
    error('Requires two input arguments.');
end
if nargin == 2
    [errorcode rows columns] = rndcheck(2,2,a,b);
end
if nargin == 3
    [errorcode rows columns] = rndcheck(3,2,a,b,m);
end
if nargin == 4
    [errorcode rows columns] = rndcheck(4,2,a,b,m,n);
end
if errorcode > 0
    error('Size information is inconsistent.');
end
r = zeros(rows,columns);
if prod(size(a)) == 1
    a = a(ones(rows,1),ones(columns,1));
end
if prod(size(b)) == 1
    b = b(ones(rows,1),ones(columns,1));
end
k = find(a == 1);
if any(k)
    u = rand(size(k));
    e = - log(u);
    r(k) = e .^ (1 ./ b(k));
end
```

```
k1 = find(a ~= 1);
if any(k1)
    u = rand(size(k1));
    r(k1) = weibinv(u,a(k1),b(k1));
end
if any(any(b <= 0));
    if prod(size(b) == 1)
        tmp = NaN;
        r = tmp(ones(rows,columns));
    else
        k = find(b <= 0);
        tmp = NaN;
        r(k) = tmp(ones(size(k)));
    end
end
if any(any(a <= 0));
    if prod(size(a) == 1)
        tmp = NaN;
        r = tmp(ones(rows,columns));
    else
        k = find(a <= 0);
        tmp = NaN;
        r(k) = tmp(ones(size(k)));
    end
end
```

<u>โปรแกรม randomnumber.m</u>

ใช้เพื่อ Generate ข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบต่าง ๆ

```
function [x]=randnumber(vx)
global ni nsample distri x1 x2 x3 x4 x5
if(distri==1)
   x=normrnd(0,sqrt10,nsample,ni);
elseif(distri==2)
   x=chi2rnd(4,nsample,ni);
elseif(distri==3)
   x=trnd(4,nsample,ni);
else
      if(vx==1)
               b=sqrt((8*10)/7);
               x=weibrnd(2,b,nsample,ni);
      elseif(vx==2)
               x=zeros(nsample,ni);
               b=sqrt((8*10)/7);
               x1=weibrnd(2,b,2,ni);
               b=sqrt((8*20)/7);
               x2=weibrnd(2,b,3,ni);
               x=[x1; x2;];
      elseif(vx==3)
               x=zeros(nsample,ni);
               b=sqrt((8*10)/7);
               x1=weibrnd(2,b,1,ni);
               b=sqrt((8*20)/7);
               x2=weibrnd(2,b,1,ni);
               b=sqrt((8*30)/7);
               x3=weibrnd(2,b,1,ni);
               b=sqrt((8*40)/7);
               x4=weibrnd(2,b,1,ni);
```

```
            b=sqrt((8*50)/7);
            x5=weibrnd(2,b,1,ni);
             x=[x1; x2; x3; x4x; x5;];
      elseif(vx==4)
            x=zeros(nsample,ni);
            b=sqrt((8*10)/7);
            x1=weibrnd(2,b,2,ni);
            b=sqrt((8*25)/7);
            x2=weibrnd(2,b,1,ni);
            b=sqrt((8*40)/7);
            x3=weibrnd(2,b,3,ni);
            x=[x1; x2; x3;];
      elseif(vx==5)
            x=zeros(nsample,ni);
            b=sqrt((8*10)/7);
            x1=weibrnd(2,b,1,ni);
            b=sqrt((8*40)/7);
            x2=weibrnd(2,b,1,ni);
            b=sqrt((8*90)/7);
            x3=weibrnd(2,b,1,ni);
            b=sqrt((8*160)/7);
            x4=weibrnd(2,b,1,ni);
            b=sqrt((8*250)/7);
            x5=weibrnd(2,b,1,ni);
            x=[x1; x2; x3; x4x; x5;];
      end
end
```

<u>โปรแกรม baret.m</u>

ใช้คำนวณตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต

```
function [Bar]=barlet(x)  % send variant to calculate
global ni nsample
for i=1:nsample
si(i)=var(x(i,:));
end
k=nsample;
SUMR=0;
SUML=0;
for i=1:nsample
    data=ni;
    data=(1/(data-1));
    SUMR=SUMR+data;
end
for i=1:nsample
    data=ni;
    data=data-1;
    SUML=SUML+data;
end
SUML=1/SUML;
c=1+(1/(3*(k-1)))*(SUMR-SUML);
ssq=0;
sumni=0;
ssi=0;
```

```
for i=1:nsample
    ssq=ssq+(((ni-1)*si(i)));
    sumni=sumni+(ni-1);
    ssi=ssi+(((ni-1)*log10(si(i))));
end
        sslogr=sumni*log10(ssq/sumni);
        Bar=(2.3026/c)*(sslogr-ssi);
```

โปรแกรม Layard.m

ใช้คำนวณตัวสถิติทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์

```
function [cs]=layard(x)
global ni nsample
for i=1:nsample
xbar(i)=mean(x(i,:));
varx(i)=var(x(i,:));
end
sum4=0;
sum2=0;
sum=0;
for i=1:nsample
    for j=1:ni
        sum4=sum4+(x(i,j)-xbar(i))^4;
        sum2=sum2+(x(i,j)-xbar(i))^2;
    end
    sum=sum+((ni-1)*log10(varx(i)));
end
sni=ni*nsample;
ybar=(sni*sum4/(sum2^2))-3;
t2s=2+(1-(1/ni))*ybar;
snim=(ni-1)*nsample;
sum=sum/snim;
cs=0;
for i=1:nsample
    cs=cs+((ni-1)*((log10(varx(i))-sum)^2));
end
cs=cs/t2s;
```

<u>โปรแกรม boxtest.m</u>

ใช้คำนวณตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์

```
function [box]=boxtest(x)
global ni nsample
c=ni/5;
c=round(c);
varan=zeros(nsample,c);
xan=zeros(ni/c,nsample*c);
i=1;
for k=1:nsample
aran=RANDPERM(ni);
  for j=1:ni
    if(j<(ni/c)+1)
    xan(j,i)=x(k,aran(j));
    elseif(j<(2*(ni/c))+1)
    xan(j-((ni/c)),i+1)=x(k,aran(j));
    elseif(j<(3*(ni/c))+1)
    xan(j-(2*(ni/c)),i+2)=x(k,aran(j));
    elseif(j<(4*(ni/c))+1)
    xan(j-(3*(ni/c)),i+3)=x(k,aran(j));
    else
    xan(j-(4*(ni/c)),i+4)=x(k,aran(j));
    end
  end
  i=i+c;
end
xanbar=mean(xan(:,:));
varan=var(xan(:,:));
varan=log10(varan);
for k=1:nsample
   if(c==2)
```

```
    ybari(k)=(varan(2*k-1)+varan(2*k))/2;
elseif(c==3)
    ybari(k)=(varan(3*k-2)+varan(3*k-1)+varan(3*k))/c;
else
    ybari(k)=(varan(5*k-4)+varan(5*k-3)+varan(5*k-2)+varan
(5*k-1)+varan(5*k))/c;
end
end
ybar=mean(ybari);
sum1=0;
sum2=0;
i=1;
ddd=0;
for k=1:nsample*c
    if(k<6)
        sum2=sum2+(2*((ybari(k)-ybar)^2));
    end
    if(ddd==c)
        ddd=0;
        i=i+1;
    end
    sum1=sum1+(varan(k)-ybari(i))^2;
    ddd=ddd+1;
end
sum2=sum2/(nsample-1);
sum1=sum1/nsample;
box=sum2/sum1;
```

โปรแกรม jackknife.m

ใช้คำนวณตัวสถิติทดสอบแจ๊คไนฟ์

```
function [jack]=jackknife(x)
global ni nsample
for i=1:nsample
xbar(i)=mean(x(i,:));
varx(i)=var(x(i,:));
end
u=zeros(ni,ni);
xnbar=zeros(nsample,ni);
varxn=zeros(nsample,ni);
u=zeros(nsample,ni);
for k=1:nsample
mm=1;
for i=1:ni
   for j=1:ni
      if(mm~=j)
      xnbar(k,i)=xnbar(k,i)+x(k,j);
      end
   end
   xnbar(k,i)=xnbar(k,i)/(ni-1);
   for j=1:ni
      if(mm~=j)
      varxn(k,i)=varxn(k,i)+((x(k,j)-xnbar(k,i))^2);
      end
   end
   varxn(k,i)=varxn(k,i)/(ni-2);
   varxn(k,i)=log10(varxn(k,i));
   u(k,i)=(ni*log10(varx(k)))-((ni-1)*varxn(k,i));
   mm=mm+1;
end
```

```
ubar(k)=mean(u(k,:));
end
usbar=mean(ubar);
unsum=0;
usum=0;
jack=0;
for i=1:nsample
   for j=1:ni
        usum=usum+((u(i,j)-ubar(i))^2);
   end
   jack=jack+(ni*((ubar(i)-usbar)^2));
end
jack=jack/(nsample-1);
usum=usum/(nsample*(ni-1));
jack=jack/usum;
```

โปรแกรม main.m

ใช้เรียกโปรแกรมที่เกี่ยวข้องมาคำนวณและเปลี่ยนความแปรปรวนตามอัตราส่วนที่กำหนด

```
function main
global ni nsample bar01 bar05 jack01 jack05 box01 box05 cs01 cs05 x varc

%%%%%%%%var 1:1:1:1:1
loop=3000;
for i=1:1:loop
    x=randnumber(1);
    [bar]=barlet(x);
    [cs]=layard(x);
    [jack]=jackknife(x);
    [box]=boxtest(x);
    check(bar,cs,jack,box);
    if (rem(i,200)==0)
    fprintf('Calculating var 1:1:1:1:1 %5.2f%s\n',i*100/loop,' %');
    disp(' ');
    end
end
%%%%%%change var 1:1:2:2:2
varc=2;
for i=1:1:loop
    x=randnumber(2);
    x1=x;
    x1(3,:)=x1(3,:).*sqrt(2);
    x1(4,:)=x1(4,:).*sqrt(2);
    x1(5,:)=x1(5,:).*sqrt(2);
    [bar]=barlet(x1);
    [cs]=layard(x1);
    [jack]=jackknife(x1);
```

```
    [box]=boxtest(x1);
    check(bar,cs,jack,box);
    if (rem(i,200)==0)
    fprintf('Calculating  var 1:1:2:2:2 %5.2f%s\n',i*100/loop,' %');
    disp(' ');
    end
end
%%%%%%%%%%%%change var 1:2:3:4:5
varc=3;
for i=1:1:loop
    x=randnumber(3);
    x1=x;
    x1(2,:)=x1(2,:).*sqrt(2);
    x1(3,:)=x1(3,:).*sqrt(3);
    x1(4,:)=x1(4,:).*sqrt(4);
    x1(5,:)=x1(5,:).*sqrt(5);
    [bar]=barlet(x1);
    [cs]=layard(x1);
    [jack]=jackknife(x1);
    [box]=boxtest(x1);
    check(bar,cs,jack,box);
    if (rem(i,200)==0)
    fprintf('Calculating var 1:2:3:4:5 %5.2f%s\n',i*100/loop,' %');
    disp(' ');
    end
end
%%%%%%%%%%%change var 1:1:2.5:4:4
varc=4;
for i=1:1:loop
    x=randnumber(4);
    x1=x;
    x1(3,:)=x1(3,:).*sqrt(2.5);
    x1(4,:)=x1(4,:).*sqrt(4);
```

```
    x1(5,:)=x1(5,:).*sqrt(4);
    [bar]=barlet(x1);
    [cs]=layard(x1);
    [jack]=jackknife(x1);
    [box]=boxtest(x1);
    check(bar,cs,jack,box);
    if (rem(i,200)==0)
    fprintf('Calculating var 1:1:2.5:4:4 %5.2f%s\n',i*100/loop,' %');
    disp(' ');
    end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%change var 1:4:9:16:25
varc=5;
for i=1:1:loop
    x=randnumber(5);
    x1=x;
    x1(2,:)=x1(2,:).*sqrt(4);
    x1(3,:)=x1(3,:).*sqrt(9);
    x1(4,:)=x1(4,:).*sqrt(16);
    x1(5,:)=x1(5,:).*sqrt(25);
    [bar]=barlet(x1);
    [cs]=layard(x1);
    [jack]=jackknife(x1);
    [box]=boxtest(x1);
    check(bar,cs,jack,box);
    if (rem(i,200)==0)
    fprintf('Calculating  var 1:4:9:16:25 %5.2f%s\n',i*100/loop,' %');
    disp(' ');
    end
end
```

<u>โปรแกรม Check.m</u>

ใช้คำนวณการปฏิเสธ H_0 และนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธ H_0

```
function check(bar,cs,jack,box)
global ni bar01 bar05 jack01 jack05 box01 box05 cs01 cs05 varc dist
if(bar>13.3)
    bar01(dist,varc)=bar01(dist,varc)+1;
end
if(bar>9.49)
    bar05(dist,varc)=bar05(dist,varc)+1;
end
if(cs>13.3)
    cs01(dist,varc)=cs01(dist,varc)+1;
end
if(cs>9.49)
    cs05(dist,varc)=cs05(dist,varc)+1;
end
    if(ni==8)
        if(jack>3.925)
          jack01(dist,varc)=jack01(dist,varc)+1;
        end
        if(jack>2.65)
          jack05(dist,varc)=jack05(dist,varc)+1;
        end
        if(box>11.39)
          box01(dist,varc)=box01(dist,varc)+1;
        end
        if(box>5.19)
          box05(dist,varc)=box05(dist,varc)+1;
        end
    end
     if(ni==10)
```

```
    if(jack>3.785)
      jack01(dist,varc)=jack01(dist,varc)+1;
    end
    if(jack>2.59)
      jack05(dist,varc)=jack05(dist,varc)+1;
    end
    if(box>11.39)
      box01(dist,varc)=box01(dist,varc)+1;
    end
    if(box>5.19)
      box05(dist,varc)=box05(dist,varc)+1;
    end
end
 if(ni==15)
    if(jack>3.622)
      jack01(dist,varc)=jack01(dist,varc)+1;
    end
    if(jack>2.517)
      jack05(dist,varc)=jack05(dist,varc)+1;
    end
    if(box>5.99)
      box01(dist,varc)=box01(dist,varc)+1;
    end
    if(box>3.48)
      box05(dist,varc)=box05(dist,varc)+1;
    end
end
 if(ni==25)
    if(jack>3.48)
      jack01(dist,varc)=jack01(dist,varc)+1;
    end
    if(jack>2.45)
      jack05(dist,varc)=jack05(dist,varc)+1;
```

```
    end
    if(box>4.43)
      box01(dist,varc)=box01(dist,varc)+1;
    end
    if(box>2.87)
      box05(dist,varc)=box05(dist,varc)+1;
    end
end
```

<u>โปรแกรม teststat.m</u>

ใช้เรียกค่าการแจกแจง และเปลี่ยนขนาดตัวอย่าง จะใช้ teststat.m ในการ run โปรแกรมทั้งหมด

```
clear;
clc;
global ni nsample bar01 bar05 jack01 jack05 box01 box05 cs01 cs05 x varc distri dist
x1 x2 x3 x4 x5
nsample=5;
bar01=zeros(4,5);
bar05=zeros(4,5);
jack01=zeros(4,5);
jack05=zeros(4,5);
box01=zeros(4,5);
box05=zeros(4,5);
cs01=zeros(4,5);
cs05=zeros(4,5);
fprintf('1 : Normal dritribution \n');
fprintf('2 : T distribution \n');
fprintf('3 : Chi-square dritribution \n');
fprintf('4 : Weibull dritribution \n');
distri=input('Choose type of Dritribution : ');
if(distri<5)
for i=1:1:4
    varc=1;
    dist=i;
    if(i==1)
        ni=8;
    elseif(i==2)
        ni=10;
    elseif(i==3)
        ni=15;
```

```
    elseif(i==4)
        ni=25;
    end
    main;
end
plotdenfunction(distri);
else
    fprintf('\n');
    fprintf('Error input argument \n');
    fprintf('\n');
end
```

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

เกิดวันที่ 27 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2514
สถานที่เกิด อำเภอหนองโดน จังหวัดสระบุรี
ประวัติการศึกษา วทบ. (สถิติประยุกต์) สถาบันราชภัฏเทพสตรี (พ.ศ. 2538)
ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการสถิติ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน สำนักงานสถิติแห่งชาติ