การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน ในกรณี 2 ประชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์

A COMPARATIVE STUDY OF THE EFFICIENCY OF F-TEST, BARTLETT'S TEST, AND LEVENE'S TEST FOR TESTING HOMOGENEITY OF VARIANCE IN CASE OF TWO POPULATIONS BY USING R PROGRAM

อัชฌา อระวีพร กษิภัท โชติกรวรกุล จินดารัตน์ พึ่งพันธ์ เจษฎา บุตมะ ปัญฑิมา นากกล่ำ
AutchaAraveeporn, Kasipat Shotikonvorakun, Jindarat Phengpun, Jadsada Buttamaand, and Panthima Nakklam

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนในกรณีประชากร 2 กลุ่ม โดยศึกษาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (0,9) และแกมมา (9,1) กำหนดขนาดตัวอย่างมีค่าเท่ากับ (5,5) (15,15) (30,30) (5,15) (10,15) (20,25) และ (30,35) กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร โดยใช้ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็นเกณฑ์ ดังนี้ 0.5 1 2 2.5 3.5 และ 7 กำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01 0.05 และ 0.1 ใช้โปรแกรมอาร์ ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูลทำซ้ำ 5,000 รอบในแต่ละสถานการณ์

ผลการวิจัยพบว่า ในกรณีที่ลักษณะของข้อมูลมีการแจกแจงปกติ (0,9) สถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกสถานการณ์ เมื่อพิจารณาอำนาจการทดสอบ พบว่า สถิติทดสอบเอฟให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน สถิติทดสอบของบาร์ตเลตให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบของเลวีนให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ (5,5) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.1

ในกรณีที่ลักษณะของข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา (9,1) สถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้บางสถานการณ์ เมื่อ

E-mail : kaautcha@hotmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาอำนาจการทดสอบ พบว่า สถิติทดสอบเอฟให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 สถิติทดสอบของบาร์ตเลตให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 และสถิติทดสอบของเลวีนให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ (30,30) (20,25) และ (30,35) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ : การแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สถิติทดสอบของบาร์ตเลต สถิติทดสอบของเลวีน สถิติทดสอบเอฟ อำนาจการทดสอบ

Abstract

The objective of this research is to study and compare the efficiency of F-test, Bartlett's test, and Levene's test for testing homogeneity of variance in case of two populations. In this research, we study two populations from normal (0,9) and gamma (9,1). The sample sizes are set equal to (5,5), (15,15), (30,30), (5,15), (10,15), (20,25), and (30,35). The different variances are defined by using noncentrality parameter as a criterion, set as 0.5, 1, 2, 2.5, 3.5, and 7. The significant levels are considered on three levels at 0.01, 0.05, and 0.1. We use R program to simulate data and repeat 5,000 times for each situation.

As the results, in case of normal (0,9) distribution, F-test, Bartlett's test, and Levene's test can control type I error for most situations. For the same sample sizes, F-test shows the highest power of the test. In the other hand, the different sample sizes, Bartlett's test presents the highest power of the test. At significant levels 0.05 and 0.1 with (5,5) sample size, Levene's test exhibits the highest power of the test.

In case of gamma (9,1) distribution, F-test, Bartlett's test, and Levene's test can control type I error for some situations. For the same sample sizes with significant levels 0.1, F-test shows the highest power of the test. In the other hand, the different sample sizes with significant levels 0.1, Bartlett's test presents the highest power of the test. At significant levels 0.05 and 0.1 with (30,30), (20,25), and (30,35) sample sizes, Levene's test exhibits the highest power of the test.

Keywords : Normal distribution, Gamma distribution, Type I error, Bartlett's test, Levene's test, F-test, Power of the test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

การอนุมานเชิงสถิติ (Statistical Inference) เป็นการศึกษาจากข้อมูลตัวอย่างที่รวบรวมจากประชากรและใช้วิธีการทางสถิติมาทำการหาข้อสรุปเกี่ยวกับประชากรนั้นๆ โดยทั่วไปแล้วการศึกษาในเชิงอนุมานจะทำการประมาณค่าหรือทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ซึ่งแสดงลักษณะเฉพาะบางประการของประชากร จึงสามารถกล่าวได้ว่า สิ่งสำคัญสำหรับการอนุมานเชิงสถิตินั้นได้แก่ การประมาณค่า (Estimation) และการทดสอบสมมติฐาน (Tests of Hypothesis)

ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน จะใช้สถิติทดสอบ Z หรือสถิติทดสอบ t ซึ่งมีสูตรการคำนวณแยกตามขนาดของค่าสังเกตและลักษณะความแปรปรวนของกลุ่มประชากรว่ามีขนาดเท่ากันหรือไม่ ดังนั้นก่อนการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จะต้องตรวจสอบก่อนว่าความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มเท่ากันหรือไม่ เพื่อให้เลือกใช้สูตรการคำนวณสถิติทดสอบ t ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรมีหลายวิธี เช่น สถิติทดสอบเอฟ (F-test) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's test) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene's test) เป็นต้น

ในปัจจุบัน โปรแกรม R ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ไม่มีลิขสิทธิ์ ซึ่งผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี นอกจากนี้ยังใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้อย่างหลากหลาย แล้วยังสามารถนำมาใช้ในการจำลองข้อมูลและวิเคราะห์ตามความต้องการของผู้ใช้ได้อีกด้วย

ดังนั้นในการทำงานวิจัย จึงสนใจทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนในกรณีประชากร 2 กลุ่ม โดยใช้โปรแกรม R ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3 วิธีโดยมีแผนการและวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 การวางแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ในการศึกษาเปรียบเทียบดังนี้

2.1.1 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 2 ประชากร

2.1.2 กำหนดขนาดตัวอย่างสุ่ม (n_1,n_2) จากแต่ละประชากรเท่ากันและไม่เท่ากันดังนี้

ลักษณะขนาดตัวอย่าง	จำนวนกลุ่ม	ขนาดตัวอย่าง
ขนาดตัวอย่างเท่ากัน	3	(5,5) , (15,15) , (30,30)
ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน	4	(5,15) , (10,15) , (20,25) , (30,35)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) ของการแจกแจงปกติ คือ (0,9)

2.1.4 กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงแกมมา คือ (9,1)

2.1.5 กำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01 0.05 และ 0.1

2.1.6 ตรวจสอบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ ในแต่ละสถานการณ์

2.1.7 กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวน สำหรับการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ โดยใช้ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ (Noncentrality Parameter) (วราฤทธิ์, 2548) [1] เป็นเกณฑ์ ดังนี้

ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ความแปรปรวนแต่ละประชากร	ϕ
มีความแตกต่างกันน้อย	9 : 12	0.5
$(0 < \phi < 1.5)$	9 : 15	1
มีความแตกต่างกันปานกลาง	9 : 21	2
$(1.5 \le \phi < 3)$	9 : 24	2.5
มีความแตกต่างกันมาก	9 : 30	3.5
$(\phi \ge 3)$	9 : 54	7

2.1.8 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ เพื่อหาตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์

2.2 สถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

การทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของ 2 ประชากร สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ

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

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

2.2.1 สถิติทดสอบเอฟ (F-Test)(Snedecor and Cochran, 1983) [2]

การทดสอบแบบเอฟ (F-Test) เป็นการทดสอบเปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุด ที่ได้จากสภาวะการทดสอบที่ต่างกัน เช่น วิธีทดสอบ ผู้ทดสอบ หรือเครื่องมือ เป็นต้น การทดสอบแบบเอฟใช้ในการทดสอบความเที่ยงของวิธีทดสอบ ผู้ทดสอบ หรืออื่นๆ ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของการทดสอบนั้นๆ

ข้อกำหนด (Assumption) ของ F-Test

ก่อนจะมีการใช้ F-Test ผู้ทำการวิเคราะห์จะต้องแน่ใจว่าข้อมูลที่มีอยู่ เป็นไปตามข้อกำหนด 2 อย่างต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่จะเทียบกันทั้งสองกลุ่ม ถูกสุ่มมาจากประชากรอย่างถูกต้อง (Randomly)

2. ประชากรที่ทำการสุ่มตัวอย่างมานั้นจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ

สถิติทดสอบเอฟ คำนวณจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F = S_1^2 / S_2^2$$

เมื่อ S_1^2 และ S_2^2 คือ ความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

หาได้ดังนี้ $S_i^2 = \dfrac{\sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \overline{X_i})^2}{n_i - 1}$; $i = 1, 2$

X_{ij} คือข้อมูลลำดับที่ j ในกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\overline{X_i}$ คือค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

และ n_i คือ ขนาดตัวอย่างของกลุ่มที่ i

เกณฑ์การตัดสินใจ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ

$$F < F_{1-\frac{\alpha}{2}, n_1-1, n_2-1} \text{ หรือ } F > F_{\frac{\alpha}{2}, n_1-1, n_2-1}$$

โดย α คือระดับนัยสำคัญ

2.2.2 สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's Test)(Snedecor and Cochran, 1983)

ใช้สำหรับทดสอบความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่ม เหมาะสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ และจะมีการแจกแจงคล้ายการแจกแจงของไคสแควร์

สถิติทดสอบของบาร์ตเลต คำนวณจาก

$$B = \frac{(n-2)\ln\left(S_p^2\right) - \sum_{i=1}^{2}(n_i - 1)\ln\left(S_i^2\right)}{1 + (1/3)\left(\left(\sum_{i=1}^{2} 1/(n_i - 1)\right) - 1/(n-2)\right)}$$

เมื่อ S_i^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ i

หาได้ดังนี้ $S_i^2 = \dfrac{\sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \overline{X_i})^2}{n_i - 1}$; $i = 1, 2$

X_{ij} คือ ข้อมูลลำดับที่ j ในกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\overline{X_i}$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

n คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมด

n_i คือ ขนาดตัวอย่างของกลุ่มที่ i

และ S_p^2 หาได้ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การตัดสินใจ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ

$$B > \chi^2_{\alpha,1}$$

โดย α คือระดับนัยสำคัญ

2.2.3 สถิติทดสอบของเลวีน (Levene Test for Equality of Variances)(Levene, 1960) [3]

สถิติทดสอบเลวีน เสนอโดยเลวีน ในปี 1960 ใช้สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน k ทรีตเมนต์โดยไม่กำหนดลักษณะการแจกแจงของตัวแปร

สถิติทดสอบของเลวีนคำนวณจาก

$$W = (n-2)\frac{\sum_{i=1}^{2} n_i \left(\overline{Z_{i.}} - \overline{Z_{..}}\right)^2}{\sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{n_i}\left(Z_{ij} - \overline{Z_{i.}}\right)^2}$$

เมื่อ $Z_{ij} = \left|X_{ij} - \overline{X_{i.}}\right|$

โดย X_{ij} คือ ข้อมูลลำดับที่ j ในกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\overline{X_{i.}}$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

$$\overline{Z_{i.}} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}{n_i}, \quad \overline{Z_{..}} = \frac{\sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}{n}$$

$$n = \sum_{i=1}^{2} n_i$$

n_i คือ ขนาดตัวอย่างของกลุ่มที่ i

เกณฑ์การตัดสินใจ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ

$$W > F_{\alpha,I,n-2}$$

โดย α คือระดับนัยสำคัญ

2.3วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

2.3.1 จำลองข้อมูลและสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยโปรแกรม R ให้ข้อมูลมีความแปรปรวนเท่ากันระหว่าง 2 ประชากร โดยมีการแจกแจง ค่าพารามิเตอร์ และขนาดตัวอย่าง เป็นไปตามขอบเขตของการวิจัย

2.3.2 ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร โดยคำนวณค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's test) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene's test) นำค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้เทียบกับค่าวิกฤตเพื่อสรุปว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานหลัก ที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.1 บันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง ทำซ้ำจนครบ 5,000 ครั้ง

2.3.3 หาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักหารด้วย 5,000

2.3.4 ทำการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบกับเกณฑ์ของ Bradley (1978) [4] ถ้าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วงต่อไปนี้

ระดับนัยสำคัญ	ช่วงที่กำหนด
0.01	[0.005, 0.015]
0.05	[0.025, 0.075]
0.10	[0.050, 0.150]

จะสรุปได้ว่าสถิติทดสอบนั้นควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

2.3.5 หาอำนาจการทดสอบ เฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ โดยจำลองข้อมูลให้มีความแปรปรวนไม่เท่ากันระหว่าง 2 ประชากรทั้งหมด 6 ลักษณะ แล้วสุ่มตัวอย่างตามขอบเขตของการวิจัย คำนวณค่าสถิติทดสอบเทียบกับค่าวิกฤต และสรุปผล ทำซ้ำจนครบ 5,000 ครั้ง แล้วนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักหารด้วย 5,000

2.3.6 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้โดยสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเป็นวิธีทดสอบที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3 วิธี ได้แก่ สถิติทดสอบเอฟ (F-test) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's test) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene's test) ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสามารถสรุปได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

3.1ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

3.1.1 กรณีการแจกแจงปกติ (0,9)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley สรุปผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบเอฟ (F) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene) กรณีการแจกแจงปกติ พารามิเตอร์ (0,9)

ระดับนัยสำคัญ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n1,n2)						
		(5,5)	(15,15)	(30,30)	(5,15)	(10,15)	(20,25)	(30,35)
0.01	F	0.0118*	0.0116*	0.0096*	0.01*	0.0092*	0.0132*	0.0086*
	Bartlett	0.0112*	0.0116*	0.0096*	0.0098*	0.0094*	0.0132*	0.0086*
	Levene	0.0176	0.0132*	0.01*	0.0102*	0.014*	0.012*	0.0098*
0.05	F	0.0438*	0.0504*	0.0462*	0.0492*	0.0538*	0.048*	0.0506*
	Bartlett	0.043*	0.0504*	0.0462*	0.0524*	0.0544*	0.047*	0.0514*
	Levene	0.073*	0.0554*	0.0492*	0.0574*	0.0568*	0.0564*	0.0536*
0.1	F	0.1*	0.1098*	0.1038*	0.1062*	0.095*	0.1024*	0.1012*
	Bartlett	0.0996*	0.1098*	0.1038*	0.1026*	0.0952*	0.1028*	0.1022*
	Levene	0.1406*	0.1208*	0.1102*	0.1242*	0.1142*	0.1102*	0.1038*

* สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Bradley (ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตกอยู่ในช่วง [0.005, 0.015][0.025, 0.075] และ [0.050, 0.150] สำหรับระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 กรณีการแจกแจงแกมมา(9,1)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley สรุปผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบเอฟ (F) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene) กรณีการแจกแจงแกมมา พารามิเตอร์ (9,1)

ระดับนัยสำคัญ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n1,n2)						
		(5,5)	(15,15)	(30,30)	(5,15)	(10,15)	(20,25)	(30,35)
0.01	F	0.0132*	0.0146*	0.0186	0.0148*	0.0178	0.02	0.0222
	Bartlett	0.0126*	0.0146*	0.0186	0.013*	0.0182	0.0202	0.0222
	Levene	0.0196	0.0122*	0.0162	0.0164	0.0152	0.0158	0.0142*
0.05	F	0.0564*	0.0704*	0.0862	0.0692*	0.0746*	0.0822	0.0824
	Bartlett	0.0552*	0.0704*	0.0862	0.0658*	0.0738*	0.0816	0.0828
	Levene	0.0796	0.0686*	0.0664*	0.0744*	0.0746*	0.0654*	0.0702*
0.1	F	0.1166*	0.1258*	0.1304*	0.125*	0.1464*	0.1394*	0.1496*
	Bartlett	0.1164*	0.1258*	0.1304*	0.1218*	0.1476*	0.1388*	0.1496*
	Levene	0.1616	0.1252*	0.1152*	0.135*	0.1416*	0.1254*	0.1226*

* สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Bradley (ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตกอยู่ในช่วง [0.005 , 0.015][0.025 , 0.075] และ [0.050 , 0.150] สำหรับระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

การสรุปผลอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบจะแสดงในกรณีที่สถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น

3.2.1 กรณีการแจกแจงปกติ (0,9)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบ กรณีที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.1สรุปผลได้ดังตารางที่ 5 6 และ 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบเอฟ (F) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene) กรณีการแจกแจงปกติ พารามิเตอร์ (0,9) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n1,n2)	สถิติทดสอบ	ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ					
		0.5	1	2	2.5	3.5	7
(5,5)	F	0.0108*	0.0144*	0.0274*	0.0336*	0.0404*	0.1086*
	Bartlett	0.0102	0.0138	0.0252	0.032	0.0392	0.1036
	Levene	-	-	-	-	-	-
(15,15)	F	0.0192*	0.0448*	0.135*	0.1828*	0.3212*	0.7268*
	Bartlett	0.019	0.044	0.1346	0.182	0.3204	0.7264
	Levene	0.0172	0.0404	0.1078	0.1434	0.227	0.5242
(30,30)	F	0.0342	0.102*	0.3662*	0.4992*	0.726*	0.9854*
	Bartlett	0.0342	0.102*	0.366	0.499	0.726*	0.9854*
	Levene	0.0346*	0.0796	0.2832	0.3938	0.6002	0.9368
(5,15)	F	0.012	0.0124	0.0208	0.0266	0.0526	0.1242
	Bartlett	0.0148*	0.016*	0.0286*	0.0378*	0.0666*	0.1612*
	Levene	0.0092	0.0102	0.0168	0.0246	0.0318	0.0632
(10,15)	F	0.0136	0.0328	0.0734	0.1092	0.1768	0.5028
	Bartlett	0.0142	0.0356*	0.0798*	0.1166*	0.1884*	0.5216*
	Levene	0.0166*	0.0312	0.059	0.0796	0.122	0.3122
(20,25)	F	0.0236	0.0634	0.2246	0.3028	0.5112	0.9204
	Bartlett	0.0244*	0.0652*	0.23*	0.3082*	0.5204*	0.922*
	Levene	0.0236	0.057	0.1764	0.2256	0.3824	0.7864
(30,35)	F	0.033	0.0962	0.3772	0.521	0.76	0.9888
	Bartlett	0.0344*	0.0986*	0.3806*	0.524*	0.7634*	0.9892*
	Levene	0.0292	0.084	0.2884	0.4122	0.6268	0.9552

- ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

* สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบเอฟ (F) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene) กรณีการแจกแจงปกติ พารามิเตอร์ (0,9) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขนาดตัวอย่าง (n1,n2)	สถิติทดสอบ	ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ					
		0.5	1	2	2.5	3.5	7
(5,5)	F	0.0522	0.065	0.1164	0.1212	0.1768	0.3332*
	Bartlett	0.0514	0.0642	0.115	0.12	0.176	0.331
	Levene	0.078*	0.0904*	0.1288*	0.1444*	0.178*	0.2892
(15,15)	F	0.0808	0.1414*	0.332*	0.4096*	0.5862*	0.898*
	Bartlett	0.0808	0.1414*	0.332*	0.4096*	0.586	0.8978
	Levene	0.0838*	0.1286	0.2934	0.3614	0.5004	0.8164
(30,30)	F	0.1192*	0.2664*	0.5996*	0.735*	0.8902*	0.9952*
	Bartlett	0.1192*	0.2664*	0.5996*	0.735*	0.8902*	0.9952*
	Levene	0.1102	0.2374	0.5318	0.6544	0.8298	0.9866
(5,15)	F	0.051	0.0658	0.11	0.1296	0.186	0.3856
	Bartlett	0.0598	0.0816*	0.1396*	0.1664*	0.233*	0.4574*
	Levene	0.062*	0.0732	0.117	0.1336	0.1812	0.3286
(10,15)	F	0.0676	0.1126	0.2336	0.2994	0.4404	0.7886
	Bartlett	0.0714	0.122*	0.2456*	0.3174*	0.4582*	0.8046*
	Levene	0.0802*	0.1182	0.2178	0.2654	0.3792	0.67
(20,25)	F	0.095	0.198	0.4612	0.5818	0.7616	0.978
	Bartlett	0.0988*	0.2022*	0.4668*	0.5864*	0.7666*	0.9788*
	Levene	0.0906	0.1804	0.3994	0.5104	0.6748	0.9524
(30,35)	F	0.115	0.28	0.6352	0.7686	0.912	0.9978
	Bartlett	0.1158*	0.285*	0.6394*	0.7722*	0.9132*	0.9978*
	Levene	0.1134	0.2598	0.5688	0.6962	0.8636	0.993

* สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบเอฟ (F) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene) กรณีการแจกแจงปกติ พารามิเตอร์ (0,9) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ขนาดตัวอย่าง (n1,n2)	สถิติทดสอบ	ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ					
		0.5	1	2	2.5	3.5	7
(5,5)	F	0.1156	0.1326	0.1856	0.2118	0.2816	0.4726*
	Bartlett	0.1154	0.1322	0.185	0.2114	0.2806	0.4716
	Levene	0.1586*	0.1622*	0.2086*	0.2438*	0.2956*	0.4408
(15,15)	F	0.1514	0.2396*	0.4588*	0.549*	0.717*	0.9482*
	Bartlett	0.1514	0.2396*	0.4588*	0.549*	0.717*	0.9482*
	Levene	0.154*	0.2214	0.4208	0.5066	0.6542	0.9046
(30,30)	F	0.2014*	0.4*	0.7274*	0.837*	0.935*	0.9988*
	Bartlett	0.2014*	0.4*	0.7274*	0.837*	0.935*	0.9988*
	Levene	0.191	0.367	0.6754	0.7876	0.8992	0.995
(5,15)	F	0.1014	0.1228	0.202	0.2324	0.306	0.5702
	Bartlett	0.1172	0.1494	0.2452*	0.2828*	0.3658*	0.6414*
	Levene	0.1304*	0.1576*	0.2348	0.2634	0.3324	0.5534
(10,15)	F	0.1268	0.1934	0.3662	0.4422	0.5808	0.8752
	Bartlett	0.1346	0.2044*	0.3792*	0.4598*	0.598*	0.8846*
	Levene	0.1436*	0.1986	0.3434	0.4182	0.536	0.8226
(20,25)	F	0.167	0.2966	0.6018	0.7174	0.8602	0.9916*
	Bartlett	0.171*	0.305*	0.6092*	0.723*	0.865*	0.9916*
	Levene	0.1708	0.2848	0.558	0.662	0.8114	0.9776
(30,35)	F	0.1974	0.4084	0.7402	0.8556	0.9562	0.9996*
	Bartlett	0.2004*	0.4114*	0.7432*	0.8584*	0.9568*	0.9996*
	Levene	0.189	0.3754	0.6826	0.8128	0.9282	0.998

* สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 กรณีการแจกแจงแกมมา(9,1)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในตอนต้น นำมาพิจารณาอำนาจการทดสอบ กรณีที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 8 9 และ 10 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบเอฟ (F) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene) กรณีการแจกแจงแกมมา พารามิเตอร์(9,1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n1,n2)	สถิติทดสอบ	ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ					
		0.5	1	2	2.5	3.5	7
(5,5)	F	0.0154*	0.0196*	0.0282*	0.0352*	0.0446*	0.1226*
	Bartlett	0.0138	0.0188	0.0278	0.0342	0.043	0.1178
	Levene	-	-	-	-	-	-
(15,15)	F	0.0286*	0.0546*	0.1482*	0.2114*	0.342*	0.7156*
	Bartlett	0.0286*	0.0546*	0.1482*	0.2108	0.3414	0.7148
	Levene	0.0228	0.0466	0.112	0.1572	0.2352	0.5332
(30,30)	F	-	-	-	-	-	-
	Bartlett	-	-	-	-	-	-
	Levene	-	-	-	-	-	-
(5,15)	F	0.011	0.0176	0.0322	0.0348	0.0618	0.1388
	Bartlett	0.0142*	0.0226*	0.0402*	0.045*	0.078*	0.1756*
	Levene	-	-	-	-	-	-
(10,15)	F	-	-	-	-	-	-
	Bartlett	-	-	-	-	-	-
	Levene	-	-	-	-	-	-
(20,25)	F	-	-	-	-	-	-
	Bartlett	-	-	-	-	-	-
	Levene	-	-	-	-	-	-
(30,35)	F	-	-	-	-	-	-
	Bartlett	-	-	-	-	-	-
	Levene	0.039*	0.0988*	0.2992*	0.4162*	0.6196*	0.9472*

- ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

* สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบเอฟ (F) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene) กรณีการแจกแจงแกมมา พารามิเตอร์(9,1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขนาดตัวอย่าง (n1,n2)	สถิติทดสอบ	ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ					
		0.5	1	2	2.5	3.5	7
(5,5)	F	0.0652*	0.0796*	0.1258*	0.1372*	0.1868*	0.3388*
	Bartlett	0.0644	0.0788	0.1242	0.135	0.1856	0.3366
	Levene	-	-	-	-	-	-
(15,15)	F	0.1026*	0.1716*	0.3442*	0.4376*	0.5974*	0.8924*
	Bartlett	0.1026*	0.1716*	0.344	0.4376*	0.5972	0.8924*
	Levene	0.0964	0.1518	0.2946	0.376	0.523	0.8192
(30,30)	F	-	-	-	-	-	-
	Bartlett	-	-	-	-	-	-
	Levene	0.121*	0.2498*	0.5344*	0.6582*	0.815*	0.9892*
(5,15)	F	0.06	0.0804	0.124	0.1548	0.2022	0.4074
	Bartlett	0.0708*	0.103*	0.157*	0.1882*	0.247*	0.4682*
	Levene	0.0688	0.0894	0.125	0.154	0.1892	0.336
(10,15)	F	0.0964	0.1254	0.2608	0.3198	0.4586	0.789
	Bartlett	0.1024*	0.1356*	0.2758*	0.3364*	0.481*	0.8018*
	Levene	0.0876	0.1252	0.2254	0.273	0.39	0.67
(20,25)	F	-	-	-	-	-	-
	Bartlett	-	-	-	-	-	-
	Levene	0.106*	0.1948*	0.4244*	0.52*	0.6832*	0.94*
(30,35)	F	-	-	-	-	-	-
	Bartlett	-	-	-	-	-	-
	Levene	0.1318*	0.2686*	0.5738*	0.6896*	0.8454*	0.991*

- ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

* สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบเอฟ (F) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene) กรณีการแจกแจงแกมมา พารามิเตอร์(9,1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ขนาดตัวอย่าง (n1,n2)	สถิติทดสอบ	ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ					
		0.5	1	2	2.5	3.5	7
(5,5)	F	0.1248*	0.1528*	0.2054*	0.2454*	0.2842*	0.4904*
	Bartlett	0.1246	0.1524	0.205	0.245	0.2836	0.4894
	Levene	-	-	-	-	-	-
(15,15)	F	0.177*	0.2574*	0.4756*	0.5682*	0.694*	0.9362*
	Bartlett	0.177*	0.2574*	0.4756*	0.5682*	0.6938	0.9362*
	Levene	0.1638	0.233	0.4336	0.521	0.632	0.8936
(30,30)	F	0.2216*	0.4156*	0.718*	0.8112*	0.921*	0.9976*
	Bartlett	0.2216*	0.4156*	0.718*	0.8112*	0.921*	0.9976*
	Levene	0.1932	0.3712	0.6726	0.7712	0.8956	0.9948
(5,15)	F	0.1258	0.1468	0.2234	0.2568	0.3362	0.5856
	Bartlett	0.143	0.1736	0.273*	0.3066*	0.3974*	0.6532*
	Levene	0.1432*	0.1784*	0.256	0.2888	0.3654	0.5646
(10,15)	F	0.1532	0.2158	0.3756	0.4596	0.5806	0.8746
	Bartlett	0.1578*	0.2258*	0.3954*	0.479*	0.5978*	0.884*
	Levene	0.1538	0.2216	0.352	0.4308	0.5292	0.8106
(20,25)	F	0.193	0.3262	0.607	0.6944	0.8358	0.9872
	Bartlett	0.1958*	0.3326*	0.6128*	0.7006*	0.8394*	0.988*
	Levene	0.1714	0.3034	0.5588	0.6506	0.7866	0.9744
(30,35)	F	0.2452	0.4196	0.7248	0.8372	0.9422	0.9984*
	Bartlett	0.2488*	0.4238*	0.7292*	0.8396*	0.943*	0.9984*
	Levene	0.214	0.388	0.6788	0.7962	0.9206	0.9956

- ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

* สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ ของสถิติทดสอบ 3 วิธี สถิติทดสอบเอฟ (F-test) สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's test) และสถิติทดสอบของเลวีน (Levene's test) จากการจำลองข้อมูลตามลักษณะต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัย สรุปผลได้ดังนี้

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

4.1.1 กรณีการแจกแจงปกติ (0,9)

สถิติทดสอบเอฟ และสถิติทดสอบของบาร์ตเลต สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ศึกษา

สถิติทดสอบของเลวีน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกรณี ยกเว้นในกรณีที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 และขนาดตัวอย่างเป็น (5,5)

4.1.2 กรณีการแจกแจงแกมมา(9,1)

สถิติทดสอบเอฟ และสถิติทดสอบของบาร์ตเลต สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (5,5) (15,15) และ (5,15) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่างเป็น (5,5) (15,15) (5,15) และ (10,15) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทุกขนาดตัวอย่างที่ศึกษา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

สถิติทดสอบของเลวีน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (15,15) และ (30,35) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่างเป็น (15,15) (30,30) (5,15) (10,15) (20,25) และ (30,35) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทุกขนาดตัวอย่างที่ศึกษา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

สถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ของการแจกแจงปกติ (0,9) และแกมมา (9,1) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 สถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ระดับนัยสำคัญ	ขนาดตัวอย่าง	การแจกแจง	
		ปกติ (0,9)	แกมมา (9,1)
0.01	(5,5)	F,B	F,B
	(15,15)	F,B,L	F,B,L
	(30,30)	F,B,L	-
	(5,15)	F,B,L	F,B
	(10,15)	F,B,L	-
	(20,25)	F,B,L	-
	(30,35)	F,B,L	L
0.05	(5,5)	F,B,L	F,B
	(15,15)	F,B,L	F,B,L
	(30,30)	F,B,L	L
	(5,15)	F,B,L	F,B,L
	(10,15)	F,B,L	F,B,L
	(20,25)	F,B,L	L
	(30,35)	F,B,L	L
0.1	(5,5)	F,B,L	F,B
	(15,15)	F,B,L	F,B,L
	(30,30)	F,B,L	F,B,L
	(5,15)	F,B,L	F,B,L
	(10,15)	F,B,L	F,B,L
	(20,25)	F,B,L	F,B,L
	(30,35)	F,B,L	F,B,L

- ไม่มีสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

F หมายถึง สถิติทดสอบเอฟ (F-test)

B หมายถึง สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's test)

L หมายถึง สถิติทดสอบของเลวีน (Levene's test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

4.2.1 กรณีการแจกแจงปกติ(0,9)

สถิติทดสอบเอฟ มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (15,15) และ (30,30) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.1

สถิติทดสอบของบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ที่ทุกระดับนัยสำคัญที่ศึกษา และเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (15,15) และ (30,30) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.1

สถิติทดสอบของเลวีน มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (5,5) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.1 สามารถสรุปได้ดังตารางที่12

ตารางที่ 12สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด กรณีการแจกแจงปกติ (0,9)

ระดับนัยสำคัญ	ขนาดตัวอย่าง	ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ					
		0.5	1	2	2.5	3.5	7
0.01	(5,5)	F	F	F	F	F	F
	(15,15)	F	F	F	F	F	F
	(30,30)	L	F,B	F	F	F,B	F,B
	(5,15)	B	B	B	B	B	B
	(10,15)	L	B	B	B	B	B
	(20,25)	B	B	B	B	B	B
	(30,35)	B	B	B	B	B	B
0.05	(5,5)	L	L	L	L	L	F
	(15,15)	L	F,B	F,B	F,B	F	F
	(30,30)	F,B	F,B	F,B	F,B	F,B	F,B
	(5,15)	L	B	B	B	B	B
	(10,15)	L	B	B	B	B	B
	(20,25)	B	B	B	B	B	B
	(30,35)	B	B	B	B	B	B
0.1	(5,5)	L	L	L	L	L	B
	(15,15)	L	F,B	F,B	F,B	F,B	F,B
	(30,30)	F,B	F,B	F,B	F,B	F,B	F,B
	(5,15)	L	L	B	B	B	B
	(10,15)	L	B	B	B	B	B
	(20,25)	B	B	B	B	B	F,B
	(30,35)	B	B	B	B	B	F,B

F หมายถึง สถิติทดสอบเอฟ (F-test)

B หมายถึง สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's test)

L หมายถึง สถิติทดสอบของเลวีน (Levene's test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 กรณีการแจกแจงแกมมา (9,1)

สถิติทดสอบเอฟ มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 และเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (5,5) และ (15,15) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

สถิติทดสอบของบาร์ตเลต มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 และเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (15,15) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

สถิติทดสอบของเลวีน มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (30,30) (20,25) และ (30,35) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเมื่อขนาดตัวอย่างเป็น (30,35) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สามารถสรุปได้ดังตารางที่13

ตารางที่ 13สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด กรณีการแจกแจงแกมมา(9,1)

ระดับนัยสำคัญ	ขนาดตัวอย่าง	ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ					
		0.5	1	2	2.5	3.5	7
0.01	(5,5)	F	F	F	F	F	F
	(15,15)	F,B	F,B	F,B	F	F	F
	(30,30)	-	-	-	-	-	-
	(5,15)	B	B	B	B	B	B
	(10,15)	-	-	-	-	-	-
	(20,25)	-	-	-	-	-	-
	(30,35)	L	L	L	L	L	L
0.05	(5,5)	F	F	F	F	F	F
	(15,15)	F,B	F,B	F	F,B	F	F,B
	(30,30)	L	L	L	L	L	L
	(5,15)	B	B	B	B	B	B
	(10,15)	B	B	B	B	B	B
	(20,25)	L	L	L	L	L	L
	(30,35)	L	L	L	L	L	L
0.1	(5,5)	F	F	F	F	F	F
	(15,15)	F,B	F,B	F,B	F,B	F	F,B
	(30,30)	F,B	F,B	F,B	F,B	F,B	F,B
	(5,15)	L	L	B	B	B	B
	(10,15)	B	B	B	B	B	B
	(20,25)	B	B	B	B	B	B
	(30,35)	B	B	B	B	B	F,B

- ไม่พิจารณาอำนาจการทดสอบ เนื่องจากไม่มีสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

F หมายถึง สถิติทดสอบเอฟ (F-test)

B หมายถึง สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's test)

L หมายถึง สถิติทดสอบของเลวีน (Levene's test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในการเลือกสถิติทดสอบที่เหมาะสมสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน กับประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (0,9) และแกมมา (9,1) นอกจากนี้ยังสามารถนำไปศึกษาต่อเมื่อประชากรมีการแจกแจงในรูปแบบอื่นๆ และศึกษาในกรณีที่ค่านอนเซนทรัลลิตี้มากขึ้น ได้แก่ 8 9 10 หรือมากกว่า

เอกสารอ้างอิง

[1] วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล.2548. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบของเลวีนสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน.** วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง ปีที่ 13 ฉบับที่ 1. หน้า 29-35.

[2] Snedecor, George W. and Cochran, William G. 1989. **Statistical Methods.** Eighth Edition: Iowa State University Press.

[3] Levene, H. 1960. **Contributions to Probability and Statistics:** Essays in Honor of Harold Hotelling. I. Olkin et al. eds: Stanford University Press. pages 278-292.

[4] James V. Bradley. 1978. **Robustness?.** The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology. Volume 31 Issue 2 November. pages 144–152.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้