ขนาดตัวอย่างสำหรับตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ

นางสาวจุฬาภรณ์ พูลเอี่ยม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-3717-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SAMPLE SIZE FOR THE CHI-SQUARE TEST STATISTIC IN THE CASE OF NONNORMAL POPULATION

Miss Julaporn Pooliam

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Statistics

Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University

Academic Year 2005
ISBN 974-17-3717-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ขนาดตัวอย่างสำหรับตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ
โดย	นางสาวจุฬาภรณ์ พูลเอี่ยม
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดนุชา คุณพนิชกิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาภรณ์ พูลเอี่ยม : ขนาดตัวอย่างสำหรับตัวสถิติทดสอบไคกำลังสองในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ. (SAMPLE SIZE FOR THE CHI-SQUARE TEST STATISTIC IN THE CASE OF NONNORMAL POPULATION) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ร.อ. มานพ วราภักดิ์, 190 หน้า. ISBN 974-17-3717-4.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการแจกแจงของประชากร คือ การแจกแจงที การแจกแจงไคกำลังสอง การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงจอห์นสัน โดยการแจกแจงดังกล่าวได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ให้มีค่าแตกต่างจากการแจกแจงปกติ เกณฑ์ที่ใช้สำหรับพิจารณาขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสม คือ ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 (α) ของการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 โดยกำหนด α เป็น 0.01, 0.05 และ 0.10 ในการวิจัยครั้งนี้จำลองสถานการณ์การทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งทำการจำลองซ้ำ 10,000 รอบในแต่ละสถานการณ์ ผลสรุปของการวิจัยมีดังนี้

เมื่อประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ จะสามารถทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ได้ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n ที่มากพอ ผลการศึกษาได้สรุปเป็นตารางนำเสนอขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมในการใช้งานโดยจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1$ และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$

ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 จะส่งผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเช่นกัน

ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 จะส่งผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อค่าค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเช่นกัน

ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมจะแปรผกผันกับระดับนัยสำคัญ α ของการทดสอบ

ผลสรุปของขนาดตัวอย่าง n ที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบด้านเดียว โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ได้

ภาควิชา .....สถิติ.....
สาขาวิชา .....สถิติ.....
ปีการศึกษา .....2548.....

ลายมือชื่อนิสิต .....จุฬาภรณ์ พูลเอี่ยม.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4682204926 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : SAMPLE SIZE / CHI-SQUARE TEST STATISTIC / COEFFICIENT OF SKEWNESS / COEFFICIENT OF KURTOSIS

JULAPORN POOLIAM : SAMPLE SIZE FOR THE CHI-SQUARE TEST STATISTIC IN THE CASE OF NONNORMAL POPULATION. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. CAPT.MANOP VARAPHAKDI, 190 pp. ISBN 974-17-3717-4.

The objective of this research is to find the minimum sample size n for two-tailed test of hypothesis about population variance by using the chi-square test statistic X^2 in the case of population distribution is not normal. Populations specified in this study are t distribution, chi-square distribution, Weibull distribution and Johnson distribution. These distributions are defined by coefficient of skewness γ_1 and coefficient of kurtosis γ_2.In order to obtain the sample size n, we consider the ability of controlling the probability of type I error (α) of two-tailed test of hypothesis about population variance by using the chi-square test statistic X^2. Significance levels α are 0.01, 0.05 and 0.10. The sample sizes n are found by using the Monte Carlo Simulation technique. This simulation is repeated 10,000 times in each case. The results of this research can be summarized as follows:

In the case of population distribution is not normal, the chi-square test statistic can be used for two-tailed test of hypothesis about population variance when the sample size n is appropriate. The results of this study can be showed the table of sample size n for using, which classified by sample coefficient of skewness $\hat{\gamma}_1$ and sample coefficient of kurtosis $\hat{\gamma}_2$.

The sample size n varies directly to the coefficient of skewness γ_1 for two-tailed test of hypothesis about population variance by using the chi-square test statistic X^2, which n increases when the coefficient of skewness γ_1 increases.

The sample size n varies directly to the coefficient of kurtosis γ_2 for two-tailed test of hypothesis about population variance by using the chi-square test statistic X^2, which n increases when the coefficient of kurtosis γ_2 increases.

The sample size n varies indirectly to significance level α.

The result of this study can be used for one-tailed test of hypothesis about population variance by using the chi-square test statistic X^2

Department .....Statistics ..... Student's signature....จุฬาภรณ์ พูลเฉียม.....

Field of study .....Statistics..... Advisor's signature.....

Academic year .....2005..... Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณา และความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมทั้งข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา และอาจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ ในฐานะประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณคุณครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย นอกจากนี้ยังได้รับทันอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนในด้านการศึกษาและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาสถิติทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา 5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 8

2.1 แบบทดสอบความแปรปรวน 8

2.2 สัมประสิทธิ์ความเบ้ 10

2.3 สัมประสิทธิ์ความโด่ง 11

2.4 การแจกแจงของประชากรที่ทำการศึกษาวิจัย 11

2.4.1 การแจกแจงที 12

2.4.2 การแจกแจงไคกำลังสอง 13

2.4.3 การแจกแจงไวบูลล์ 14

2.4.4 การแจกแจงจอห์นสัน 15

2.4.5 การแจกแจงแกมมา 17

2.4.6 การแจกแจงลอกนอร์มอล 18

2.4.7 การแจกแจงเบตา 19

สารบัญ

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 20

3.1 แผนการทดลอง 20

3.2 ขั้นตอนในการทดลอง 27

3.3 การจำลองข้อมูลจากการแจกแจงของประชากร 29

3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม 35

บทที่ 4 ผลการวิจัย 37

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 118

5.1 สรุปผลการวิจัย 118

5.2 ข้อเสนอแนะ 120

รายการอ้างอิง 135

ภาคผนวก 136

ภาคผนวก ก 137

ภาคผนวก ข 157

ภาคผนวก ค 180

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 190

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
3.1	ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1, ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2, ค่าพารามิเตอร์ n และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงที	21
3.2	ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1, ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2, ค่าพารามิเตอร์ n และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงไคกำลังสอง	22
3.3	ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1, ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2, ค่าพารามิเตอร์ β, λ และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงไวบูลล์	23
3.4	ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงจอนห์สัน	24
3.5	ค่าพารามิเตอร์ α, λ และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงแกมมา	25
3.6	ค่าพารามิเตอร์ μ, σ^2 และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงลอกนอร์มอล	26
3.7	ค่าพารามิเตอร์ α, β และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงเบตา	26
4.1	ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงที่จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$	39
4.2	ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสองจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$	41
4.3	ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$	43

ตาราง หน้า

4.4.1 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 46

4.4.2 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 47

4.4.3 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 49

4.4.4 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.40 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 50

4.4.5 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.60 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 52

4.4.6 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.80 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 53

4.4.7 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 55

ตาราง หน้า

4.4.8 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 56

4.4.9 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.90$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 58

4.4.10 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.00$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 59

4.4.11 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.40 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 60

4.4.12 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.80 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 62

4.4.13 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 6.20 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 63

4.4.14 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 6.80 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 65

ตาราง หน้า

4.4.15 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 7.40 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 66

4.4.16 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 8.00 - 13.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 67

4.4.17 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 8.60 - 13.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 69

4.4.18 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 9.40 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 70

4.4.19 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.90$ และความโด่ง $\gamma_2 = 10.20 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 71

4.4.20 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 2.00$ และความโด่ง $\gamma_2 = 11.00 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 72

4.4.21 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 75

ตาราง หน้า

4.4.22 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 76

4.4.23 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 78

4.4.24 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.40 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 79

4.4.25 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.60 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 81

4.4.26 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.80 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 82

4.4.27 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 84

4.4.28 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 85

ตาราง หน้า

4.4.29 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.90$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 87

4.4.30 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.00$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 88

4.4.31 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.40 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 89

4.4.32 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.80 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 91

4.4.33 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 6.20 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 92

4.4.34 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 6.80 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 94

4.4.35 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 7.40 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 95

ตาราง หน้า

4.4.36 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 8.00 - 13.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 96

4.4.37 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 8.60 - 13.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 98

4.4.38 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 9.40 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 99

4.4.39 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.90$ และความโด่ง $\gamma_2 = 10.20 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 100

4.4.40 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -2.00$ และความโด่ง $\gamma_2 = 11.00 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 101

4.5 แสดงเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n จากการศึกษาวิจัยที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05$ และ 0.10 โดยจำแนกตามค่าพารามิเตอร์ $\alpha, \lambda,$ ค่าความแปรปรวน σ^2 และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1,$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา..... 105

4.6 แสดงเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n จากการศึกษาวิจัยที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05$ และ 0.10 โดยจำแนกตามค่าพารามิเตอร์ $\alpha, \lambda,$ ค่าความแปรปรวน σ^2 และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1,$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ เมื่อประชากรมีการแจกแจงลอกนอร์มอล..... 106

ตาราง หน้า

4.7 แสดงเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n จากการศึกษาวิจัยที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05$ และ 0.10 โดยจำแนกตามค่าพารามิเตอร์ $\alpha, \lambda,$ ค่าความแปรปรวน σ^2 และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1,$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา 107

5.1 ตารางสรุปผลขนาดตัวอย่าง n อย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 จำแนกเป็นช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\hat{\gamma}_1,$ ความโด่ง $\hat{\gamma}_2$ และระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ 121

5.2 ตารางสรุปผลขนาดตัวอย่าง n อย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 จำแนกเป็นช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\hat{\gamma}_1,$ ความโด่ง $\hat{\gamma}_2$ และระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ 125

5.3 ตารางสรุปผลขนาดตัวอย่าง n อย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 จำแนกเป็นช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\hat{\gamma}_1,$ ความโด่ง $\hat{\gamma}_2$ และระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.10$ 129

ก ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1,$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\gamma_2,$ ค่าพารามิเตอร์ $\alpha_1, \alpha_2, \beta, \gamma$ และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงจอห์นสัน..... 137

ข1 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 158

ข2 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 159

ข3 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 160

ตาราง หน้า

ข4 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.40 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 161

ข5 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.60 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 162

ข6 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.80 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 164

ข7 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 165

ข8 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 167

ข9 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 169

ข10 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 170

ตาราง หน้า

ข11 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 171

ข12 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.40 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 172

ข13 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.60 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 173

ข14 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.80 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 175

ข15 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 176

ข16 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$ 178

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
2.1	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงที	12
2.2	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงไคกำลังสอง	13
2.3	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงไวบูลล์	15
2.4	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงจอห์นสัน	16
2.5	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงแกมมา	17
2.6	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงลอกนอร์มอล	18
2.7	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงเบตา	19
3.1	แผนผังการทำงานของการหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบ X^2	35
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$	108
4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 0.80$	109
4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 1.10$	110
4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 1.50$	111
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$	112
4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง $\gamma_2 = 7.00$	113
4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง $\gamma_2 = 8.40$	114
4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง $\gamma_2 = 9.00$	115
4.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง $\gamma_2 = 10.00$	116
4.10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง $\gamma_2 = 12.00$	117

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในงานวิจัยดำเนินงานด้านต่างๆ โดยทั่วไปแล้วจะต้องอาศัยระเบียบวิธีการทางสถิติมาใช้ในการศึกษาเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของประชากรโดยใช้ข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งอาจทำได้โดยการประมาณค่า (estimation) หรือการทดสอบสมมติฐาน (tests of hypotheses) เกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ของประชากร

การทดสอบสมมติฐานเป็นวิธีการหนึ่งที่จะตอบปัญหาเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์และตัดสินใจว่าค่าพารามิเตอร์ของประชากรเป็นจริงตามที่คาดไว้หรือไม่เพื่ออนุมานพารามิเตอร์ของประชากรที่สนใจศึกษา ในการศึกษาวิจัยนี้จะพิจารณาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการกระจายของประชากร ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าค่าการกระจายของประชากรเป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดไว้หรือไม่ โดยในการทดสอบนั้นจะต้องเลือกตัวสถิติทดสอบให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ และมีความสอดคล้องกับวิธีการทางสถิติรวมทั้งข้อตกลงเบื้องต้นของตัวสถิติทดสอบนั้นๆ เพื่อให้ผลสรุปของการวิจัยมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยทั่วไปแล้วการวัดการกระจายของประชากร ผู้วิจัยมักเลือกใช้ค่าความแปรปรวน (variance) ของประชากร σ^2 ในการอธิบายและสรุปผล ดังนั้นในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการกระจายของประชากรในการวิจัยครั้งนี้ จึงใช้ค่าความแปรปรวนประชากรในการทดสอบสมมติฐาน โดยมีตัวสถิติทดสอบที่ใช้ คือ ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง (chi-square test statistic) นั่นคือ $X^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}$ โดยที่ $S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \overline{X}\right)^2$ เป็นค่าความแปรปรวนตัวอย่าง (sample variance), $\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$ เป็นค่าเฉลี่ยตัวอย่าง (sample mean) และ $X_1, X_2, ..., X_n$ เป็นตัวอย่างสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ตัวสถิติทดสอบนี้มีการแจกแจงไคกำลังสอง (chi-square distribution) ที่ระดับขั้นความเสรี (degrees of freedom) เท่ากับ $n-1$ โดยสามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} \sim \chi^2(n-1)$ ทั้งนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์คือ ลักษณะของข้อมูลประชากรที่จะนำมาวิเคราะห์ต้องมีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วประชากรอาจจะมีการแจกแจงแบบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ เช่น ประชากรอาจจะมีการแจกแจงสมมาตรชนิดหางยาว หรือการแจกแจงที่มีความเบ้ ซึ่งจะส่งผลให้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 มีการแจกแจงที่ไม่เป็นการแจกแจงไคกำลังสอง ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลัง

สอง X^2 ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรได้ เนื่องจากข้อตกลงเบื้องต้นไม่เป็นจริง แต่อย่างไรก็ตามเราอาจใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในการทดสอบได้โดยอาศัยทฤษฎีลิมิตเข้าสู่ส่วนกลาง (central limit theorem) คือการเพิ่มขนาดตัวอย่าง (sample size) n ที่จะนำมาทดสอบสมมติฐานให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้ข้อมูลมีการแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงปกติ และตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 มีการแจกแจงไคกำลังสองโดยประมาณที่ระดับขั้นความเสรี เท่ากับ $n-1$

จากปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ไม่เป็นจริง จะพบว่าขนาดตัวอย่าง n ที่มากพอจะสามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้ ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัย พบว่ามีนักวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องขนาดตัวอย่างที่ควรใช้เมื่อข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ไม่เป็นจริงดังนี้

นภัสวรรณ ชาติวัฒนานนท์ (2540) ทำวิทยานิพนธ์เรื่องขนาดตัวอย่างสำหรับตัวสถิติทดสอบที ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ โดยทำการศึกษาหาขนาดตัวอย่างสำหรับใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบที ซึ่งกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ (coefficient of skewness) และสัมประสิทธิ์ความโด่ง(coefficient of kurtosis) ให้มีค่าแตกต่างจากค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งของการแจกแจงปกติ ผลการศึกษาวิจัยพบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ จะสามารถใช้ตัวสถิติทดสอบทีในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยได้ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n ที่มากพอ และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งของการแจกแจงจะส่งผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์

ธนากร อนันต์สิทธินนท์ (2545) ทำวิทยานิพนธ์เรื่องขนาดตัวอย่างสำหรับการประมาณค่าแบบช่วงโดยใช้ตัวสถิติ Z และตัวสถิติ T ซึ่งเป็นการศึกษาหาขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับใช้ประมาณค่าเฉลี่ยประชากรแบบช่วงโดยใช้ตัวสถิติ Z และตัวสถิติ T เมื่อประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ซึ่งกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ และความโด่งให้มีค่าแตกต่างจากค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งของการแจกแจงปกติ ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งของการแจกแจงจะส่งผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n อย่างน้อยที่สุดที่ควรใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงอื่นๆ ที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะศึกษาการแจกแจงของประชากรดังนี้ คือ การแจกแจงที (t distribution) การแจกแจงไคกำลังสอง (chi-square distribution) การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull distribution) และการแจกแจงจอห์นสัน (Johnson distribution) โดยจะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งของการแจกแจงให้มีค่าแตกต่างจากการแจกแจงปกติคือ 0 และ 3 โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย

ได้ใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique) ในการหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ

2. เพื่อศึกษาหาผลสรุปในการใช้ขนาดตัวอย่าง n สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยสุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 โดยต้องการศึกษาในกรณีที่การแจกแจงของประชากรมีลักษณะต่างจากการแจกแจงปกติในแบบต่าง ๆคือ มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ต่างจากการแจกแจงปกติ ดังนั้นจึงเลือกหาการแจกแจงที่จะให้ได้ลักษณะตามต้องการซึ่งได้การแจกแจงต่อไปนี้

1. การแจกแจงที (t distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงที โดยมี ν เป็นพารามิเตอร์ หรือเรียก ν ว่าระดับขั้นความเสรี เขียนแทนด้วย $X \sim t(\nu)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(x;\nu) = \frac{\Gamma\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}{\sqrt{\nu\pi}\,\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)} \frac{1}{\left(1+\frac{x^2}{\nu}\right)^{(\nu+1)/2}} \quad ,-\infty < x < \infty \;\; ;\nu = 1,2,3,...$$

2. การแจกแจงไคกำลังสอง (chi-square distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงไคกำลังสอง โดยมี ν เป็นพารามิเตอร์ หรือเรียก ν ว่าระดับขั้นความเสรี เขียนแทนด้วย $X \sim \chi^2(\nu)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(x;\nu) = \frac{x^{(\nu/2)-1}e^{-x/2}}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)2^{\nu/2}} \quad ,0 \le x < \infty \;\; ;\nu = 1,2,3,...$$

3. การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงไวบูลล์ โดยมี λ และ β เป็นพารามิเตอร์ เขียนแทนด้วย $X \sim W(\lambda, \beta)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(x;\lambda,\beta) = \lambda\beta x^{\beta-1}e^{-\lambda x^{\beta}} \quad , x \geq 0 \; ; \lambda > 0 \; ; \beta > 0$$

4. การแจกแจงจอห์นสัน (johnson distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงจอห์นสัน โดยมี α_1 , α_2 , γ และ β เป็นพารามิเตอร์ เขียนแทนด้วย $X \sim J(\alpha_1, \alpha_2, \gamma, \beta)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(x) = \frac{\alpha_2}{\sqrt{2\pi}\sqrt{(x-\gamma)^2+\beta^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left\{\alpha_1 + \alpha_2 \ln\left\{\frac{x-\gamma}{\beta} + \sqrt{\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^2 + 1}\right\}\right\}\right]$$

โดยที่ $-\infty < x < \infty \; ; -\infty < \gamma < \infty, \; \beta > 0 \; , -\infty < \alpha_1 < \infty,$

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 โดยศึกษาในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. กำหนดลักษณะการแจกแจงของประชากรที่ต้องการศึกษา โดยจะกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงให้มีค่าแตกต่างจากค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งของการแจกแจงปกติคือ 0 และ 3 ในระดับความแตกต่างจากน้อยไปมาก ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ให้อยู่ในช่วง [- 2.00, 2.00] และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งให้อยู่ในช่วง (3.00, 15.00] ดังนั้นเพื่อให้ได้ลักษณะการแจกแจงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ตามต้องการจึงใช้การแจกแจงของประชากรดังต่อไปนี้

   1) การแจกแจงที
   2) การแจกแจงไคกำลังสอง
   3) การแจกแจงไวบูลล์
   4) การแจกแจงจอห์นสัน

2. กำหนดสมมติฐานของการทดสอบค่าความแปรปรวนประชากรเป็นแบบสองด้าน ซึ่งมีสมมติฐานของการทดสอบดังนี้ คือ $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$
$H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2$

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n เพิ่มเติมในกรณีที่การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เป็นแบบด้านเดียว ซึ่งมีสมมติฐานของการทดสอบดังนี้ คือ $H_0 : \sigma^2 \le \sigma_0^2$ และ $H_0 : \sigma^2 \ge \sigma_0^2$ $H_1 : \sigma^2 > \sigma_0^2$ $H_1 : \sigma^2 < \sigma_0^2$ โดยทำการศึกษาในทุกสถานการณ์เช่นเดียวกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้าน

3. กำหนดระดับนัยสำคัญ α หรือความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบสมมติฐาน 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.10

4. ในการหาขนาดตัวอย่าง n เพื่อการทดสอบสมมติฐานในข้อ 2 จะใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โลทำซ้ำ 10,000 รอบ โดยมีหลักการคือ หาขนาดตัวอย่าง n ที่ทำให้ได้ระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญ α ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญ

5. ในการทดสอบว่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ ที่ได้ในข้อ 4 ไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญ α ที่กำหนดจะใช้การทดสอบทวินาม (Binomial Test) ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม 0.05

6. ในการทดสอบว่าขนาดตัวอย่าง n ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนั้นมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ได้จริงหรือไม่ จะทำการทดสอบในบางสถานการณ์ โดยจะใช้การแจกแจงของประชากรดังนี้

1) การแจกแจงแกมมา (gamma distribution)
2) การแจกแจงลอกนอร์มอล (lognormal distribution)
3) การแจกแจงเบตา (beta distribution)

1.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาว่าขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยสุดที่เหมาะสมสำหรับสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 โดยจะศึกษาในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ จะพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 นั่นคือ ค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญ α ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีวิธีการพิจารณาได้ดังนี้

1. ประมาณค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลอง ซึ่งหาได้จากสัดส่วนความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ โดยคำนวณได้จากการหารจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง ด้วย 10,000 ซึ่งเป็นจำนวนครั้งในการทดลอง

นั่นคือ $\hat{\alpha} = \frac{1}{10000} \times$ (จำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง)

2. เมื่อได้ค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองแล้วจึงทำการทดสอบค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ ที่ได้ ซึ่งควรมีค่าไม่ต่างจากระดับนัยสำคัญ α อย่างมีนัยสำคัญ วิธีที่จะใช้ในการทดสอบนี้คือ การทดสอบทวินาม

การทดสอบทวินาม

ในการพิจารณาว่าค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลอง จะมีค่าไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญที่กำหนดคือ $\alpha = \alpha_0 = 0.01,\ 0.05$ และ 0.10 อย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของการทดสอบทวินามหรือไม่นั้น สามารถพิจารณาได้ดังนี้

สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : \alpha = \alpha_0$$

$$H_1 : \alpha \neq \alpha_0$$

สถิติทดสอบ

$$Z = \frac{\hat{\alpha} - \alpha_0}{\sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{k}}} \sim N(0,1) \text{ โดยประมาณ}$$

ซึ่งจะกำหนดเกณฑ์การทดสอบในเทอมของช่วงความเชื่อมั่นคือ ยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \alpha = \alpha_0$ ถ้า $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง $\left[\alpha_0 - Z_{0.025}\sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{k}}, \alpha_0 + Z_{0.025}\sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{k}}\right]$

โดยที่ $\hat{\alpha}$ คือค่าระดับนัยสำคัญจากการทดลอง

α_0 คือค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

k คือจำนวนครั้งของการทดลองเท่ากับ 10,000 ครั้ง

ดังนั้นตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 จะสามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ไว้ได้ นั่นคือ ระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองมีค่าไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญ α ที่กำหนด ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของการทดสอบทวินามถ้า $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วงของการยอมรับ ดังนี้

2.1 ในกรณีที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = \alpha_0 = 0.01$ ช่วงของการยอมรับคือ [0.0080,0.0120]

2.2 ในกรณีที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = \alpha_0 = 0.05$ ช่วงของการยอมรับคือ [0.0457,0.0543]

2.3 ในกรณีที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = \alpha_0 = 0.10$ ช่วงของการยอมรับคือ [0.0941,0.1059]

ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า ถ้าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองมีค่าไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญ α ที่กำหนด แสดงว่าขนาดตัวอย่าง n ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั้นมีความเหมาะสมสำหรับสถานการณ์ที่กำหนด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คาดว่าจะได้รับประโยชน์ ดังนี้

1. เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่ทำการศึกษาวิจัยหรือผู้ที่ต้องการใช้งานสามารถเลือกกำหนดขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่มีความเบ้และความโด่งแบบต่าง ๆ ภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ต้องการหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ซึ่งมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 แบบทดสอบความแปรปรวนประชากร

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากร เราจะใช้แบบทดสอบที่มีสมมติฐานของการทดสอบดังนี้

2.1.1 สมมติฐานของการทดสอบแบบสองด้าน (two-tailed test)

$$H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$$
$$H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2$$

พิจารณาจากตัวสถิติ คือ ความแปรปรวนตัวอย่าง $S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \overline{X}\right)^2$ ซึ่งเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของความแปรปรวนประชากร σ^2 ดังนั้น ถ้า S^2 มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า σ_0^2 มาก ๆ ก็ควรที่จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 นั่นคือ จะได้บริเวณวิกฤตของการทดสอบดังนี้

$$C = \left\{\underline{x} : s^2 > c \text{ หรือ } s^2 < d\right\}$$

โดยที่ c และ d เป็นค่าคงที่ซึ่งเรียกว่า ค่าวิกฤตของการทดสอบ จากนี้เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α จะได้ว่า

$$\begin{aligned}\alpha &= P\left(\underline{X} \in C \mid H_0\right)\\ &= P\left(S^2 > c \text{ หรือ } S^2 < d \mid H_0\right)\\ &= P\left(\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} > \frac{(n-1)c}{\sigma_0^2}\right) + P\left(\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} < \frac{(n-1)d}{\sigma_0^2}\right)\end{aligned}$$

เนื่องจาก $\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} \sim \chi^2(n-1)$ และให้

$$P\left(\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} > \frac{(n-1)c}{\sigma_0^2}\right) = P\left(\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} < \frac{(n-1)d}{\sigma_0^2}\right) = \frac{\alpha}{2}$$

ดังนั้น จากตารางการแจกแจงไคกำลังสอง χ^2 จะได้ว่า

$$\frac{(n-1)c}{\sigma_0^2} = \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1) \quad \text{หรือ} \quad c = \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\,\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$$

และ $$\frac{(n-1)d}{\sigma_0^2} = \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \text{ หรือ } d = \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$$

นั่นคือจะได้บริเวณวิกฤต $C = \left\{\underline{x} : s^2 > \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1) \text{ หรือ } s^2 < \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)\right\}$

ดังนั้น เกณฑ์การทดสอบ คือ ที่ระดับนัยสำคัญ α จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ถ้า $S^2 > \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ หรือ $S^2 < \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ หรือจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ถ้า $\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} > \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ หรือ $\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} < \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$

2.1.2 สมมติฐานของการทดสอบแบบด้านเดียวทางขวา (one-tailed test)

สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$$H_0 : \sigma^2 \le \sigma_0^2$$
$$H_1 : \sigma^2 > \sigma_0^2$$

จะได้บริเวณวิกฤตของการทดสอบดังนี้

$$C = \left\{\underline{x} : s^2 > c\right\}$$

โดยที่ c เป็นค่าคงที่ซึ่งเรียกว่า ค่าวิกฤตของการทดสอบ จากนี้เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α จะได้ว่า

$$\begin{aligned}\alpha &= P(\underline{X} \in C \mid H_0)\\ &= P(S^2 > c \mid H_0)\\ &= P\left(\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} > \frac{(n-1)c}{\sigma_0^2}\right)\end{aligned}$$

เนื่องจาก $\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} \sim \chi^2(n-1)$ ดังนั้น จากตารางการแจกแจงไคกำลังสอง χ^2 จะได้ว่า

$$\frac{(n-1)c}{\sigma_0^2} = \chi^2_\alpha(n-1) \quad \text{หรือ} \quad c = \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\chi^2_\alpha(n-1)$$

นั่นคือจะได้บริเวณวิกฤต $C = \left\{\underline{x} : s^2 > \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\chi^2_\alpha(n-1)\right\}$

ดังนั้น เกณฑ์การทดสอบ คือ ที่ระดับนัยสำคัญ α จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ถ้า $S^2 > \frac{\sigma_0^2}{(n-1)}\chi^2_\alpha(n-1)$ หรือจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} > \chi^2_\alpha(n-1)$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.3 สมมติฐานของการทดสอบแบบด้านเดียวทางซ้าย (one-tailed test)

สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$$H_0 : \sigma^2 \geq \sigma_0^2$$
$$H_1 : \sigma^2 < \sigma_0^2$$

จะได้บริเวณวิกฤตของการทดสอบดังนี้

$$C = \left\{ \underline{x} : s^2 < d \right\}$$

โดยที่ d เป็นค่าคงที่ซึ่งเรียกว่า ค่าวิกฤตของการทดสอบ จากนี้เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \alpha &= P\left(\underline{X} \in C \mid H_0\right) \\ &= P\left(S^2 < d \mid H_0\right) \\ &= P\left(\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} < \frac{(n-1)d}{\sigma_0^2} \right) \end{aligned}$$

เนื่องจาก $\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} \sim \chi^2(n-1)$ ดังนั้น จากตารางการแจกแจงไคกำลังสอง χ^2 จะได้ว่า

$$\frac{(n-1)d}{\sigma_0^2} = \chi^2_{1-\alpha}(n-1) \text{ หรือ } d = \frac{\sigma_0^2}{(n-1)} \chi^2_{1-\alpha}(n-1)$$

นั่นคือจะได้บริเวณวิกฤต $C = \left\{ \underline{x} : s^2 < \frac{\sigma_0^2}{(n-1)} \chi^2_{1-\alpha}(n-1) \right\}$

ดังนั้น เกณฑ์การทดสอบ คือ ที่ระดับนัยสำคัญ α จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ถ้า $S^2 < \frac{\sigma_0^2}{(n-1)} \chi^2_{1-\alpha}(n-1)$ หรือจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} < \chi^2_{1-\alpha}(n-1)$

2.2 สัมประสิทธิ์ความเบ้ (coefficient of skewness)

สัมประสิทธิ์ความเบ้ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย γ_1 เป็นค่าที่ใช้วัดความสมมาตรหรือความเบ้ (skewness) ของการแจกแจง ถ้าการแจกแจงไม่มีความเบ้ หรือมีความสมมาตร (symmetry)จะได้ค่า $\gamma_1 = 0$ แต่ถ้าการแจกแจงเบ้ขวา (right skewness) หรือเบ้บวก (positive skewness) จะได้ค่า $\gamma_1 > 0$ และถ้าการแจกแจงเบ้ซ้าย (left skewness) หรือเบ้บวก (negative skewness) จะได้ค่า $\gamma_1 < 0$

การวัดความเบ้หรือการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ของการแจกแจงนั้น จะพิจารณาจากค่าโมเมนต์ศูนย์กลางอันดับที่ 3 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ของการแจกแจงของ X จะมีนิยามดังนี้

$$\gamma_1 = \frac{E\left[(X - E(X))^3\right]}{(Var(X))^{3/2}}$$

ในกรณีที่ไม่ทราบค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ของการแจกแจงของ X เราสามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ได้จากข้อมูลตัวอย่างโดยใช้ตัวประมาณโมเมนต์ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\gamma_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3 / n\right]}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 / n\right]^{3/2}}$$

2.3 สัมประสิทธิ์ความโด่ง (coefficient of kurtosis)

สัมประสิทธิ์ความโด่งใช้สัญลักษณ์แทนด้วย γ_2 เป็นค่าที่ใช้วัดความโด่งชันของการแจกแจง ซึ่งในการพิจารณาความโด่งชันของการแจกแจงนั้นจะใช้ความโด่งชันของการแจกแจงปกติเป็นฐานในการเปรียบเทียบว่าการแจกแจงนั้น ๆ มีความโด่งชันมากน้อยอย่างไร ซึ่งการแจกแจงปกติจะมีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\gamma_2 = 3$ เราเรียกว่าโด่งปกติ (mesokurtic) แต่ถ้าการแจกแจงของประชากรใดมีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\gamma_2 > 3$ แล้วจะกล่าวได้ว่าการแจกแจงนั้นมีความโด่งชันมากกว่าการแจกแจงปกติ (leptokurtic) และถ้าการแจกแจงของประชากรใดมีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\gamma_2 < 3$ แล้วจะกล่าวได้ว่าการแจกแจงนั้นมีความโด่งชันน้อยกว่าการแจกแจงปกติ (platykurtic)

การวัดความโด่งหรือการหาค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงนั้น จะพิจารณาจากค่าโมเมนต์ศูนย์กลางอันดับที่ 4 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงของ X จะมีนิยามดังนี้

$$\gamma_2 = \frac{E\left[(X - E(X))^4\right]}{(Var(X))^2}$$

ในกรณีที่ไม่ทราบค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงของ X เราสามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ได้จากข้อมูลตัวอย่างโดยใช้โดยใช้ตัวประมาณโมเมนต์ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\gamma_2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^4 / n\right]}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 / n\right]^2}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 การแจกแจงของประชากรที่ทำการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยจะทำการศึกษาในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ดังต่อไปนี้

2.4.1 การแจกแจงที (t distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงที โดยมี ν เป็นพารามิเตอร์ หรือเรียก ν ว่าระดับขั้นความเสรี เขียนแทนด้วย $X \sim t(\nu)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

$$f(x;\nu) = \frac{\Gamma\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}{\sqrt{\nu\pi}\,\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)} \frac{1}{\left(1+\frac{x^2}{\nu}\right)^{(\nu+1)/2}} \quad ,-\infty < x < \infty \;;\nu = 1,2,3,...$$

เมื่อ n เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงที จะได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X) = 0 \quad , \quad \nu > 1$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X) = \frac{\nu}{\nu-2} \quad , \quad \nu > 2$$

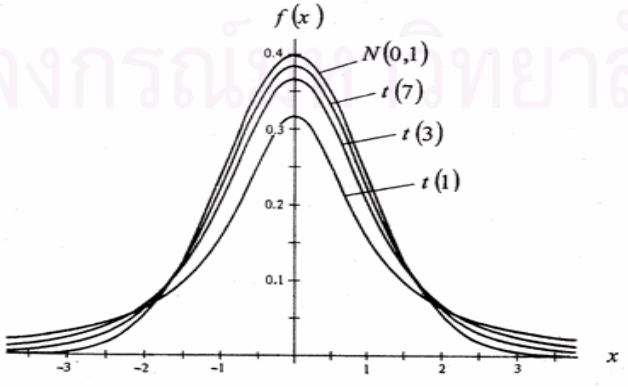
3. สัมประสิทธิ์ความเบ้

$$\gamma_1 = 0 \quad , \quad \nu > 3$$

4. สัมประสิทธิ์ความโด่ง

$$\gamma_2 = 3\frac{(\nu-2)}{(\nu-4)} \quad , \quad \nu > 4$$

กราฟแสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงที ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงที

2.4.2 การแจกแจงไคกำลังสอง (chi-square distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงไคกำลังสอง โดยมี ν เป็นพารามิเตอร์ หรือเรียก ν ว่าระดับขั้นความเสรี เขียนแทนด้วย $X \sim \chi^2(\nu)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

$$f(x;\nu) = \frac{x^{(\nu/2)-1}e^{-x/2}}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)2^{\nu/2}} \quad ,0 \le x < \infty \ ; \nu = 1,2,3,...$$

เมื่อ n เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงไคกำลังสอง จะได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X) = \nu$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X) = 2\nu$$

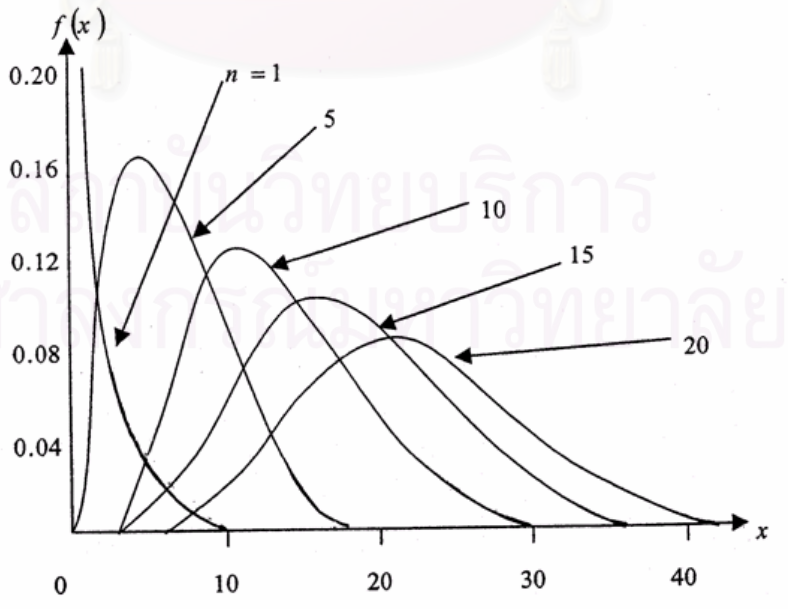
3. สัมประสิทธิ์ความเบ้

$$\gamma_1 = 2^{3/2}\nu^{-1/2}$$

4. สัมประสิทธิ์ความโด่ง

$$\gamma_2 = 3 + \frac{12}{\nu}$$

กราฟแสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงไคกำลังสอง ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ต่าง ๆแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงไคกำลังสอง

2.4.3 การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงไวบูลล์ โดยมี λ และ β เป็นพารามิเตอร์ เขียนแทนด้วย $X \sim W(\lambda, \beta)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

$$f(x;\lambda,\beta) = \lambda\beta x^{\beta-1}e^{-\lambda x^{\beta}} \quad , x \geq 0 \; ; \lambda > 0 \; ; \beta > 0$$

เมื่อ λ เป็นพารามิเตอร์แสดงขนาดของการแจกแจง

β เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงไวบูลล์ จะได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X) = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)}{\lambda^{1/\beta}}$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X) = \frac{\Gamma\left(1+\frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]^2}{\lambda^{2/\beta}}$$

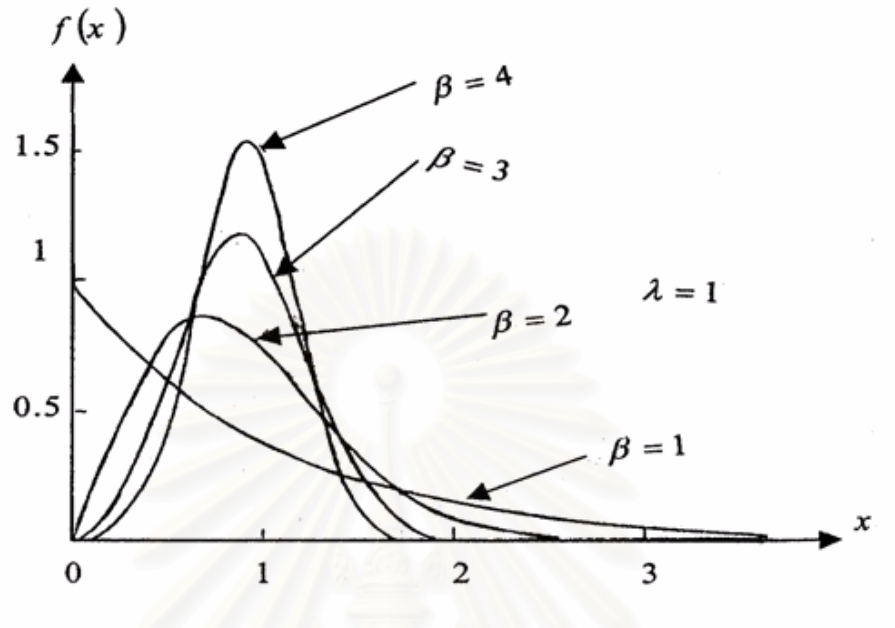
3. สัมประสิทธิ์ความเบ้

$$\gamma_1 = \frac{\Gamma\left(1+\frac{3}{\beta}\right) - 3\Gamma\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right) + 2\left[\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]^3}{\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

4. สัมประสิทธิ์ความโด่ง

$$\gamma_2 = \frac{\Gamma\left(1+\frac{4}{\beta}\right) + 6\Gamma\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\left[\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]^2 - 3\left[\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]^4 - 4\Gamma\left(1+\frac{3}{\beta}\right)\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)}{\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]^2\right]^2}$$

กราฟแสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงไวบูลล์ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ต่าง ๆแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงไวบูลล์

2.4.4 การแจกแจงจอห์นสัน (Johnson distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงจอห์นสัน โดยมี $\alpha_1, \alpha_2, \gamma$ และ β เป็นพารามิเตอร์ เขียนแทนด้วย $X \sim J(\alpha_1, \alpha_2, \gamma, \beta)$ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

$$f(x) = \frac{\alpha_2}{\sqrt{2\pi}\sqrt{(x-\gamma)^2+\beta^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left\{\alpha_1 + \alpha_2 \ln\left\{\frac{x-\gamma}{\beta} + \sqrt{\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^2 + 1}\right\}\right\}\right]$$

โดยที่ $-\infty < x < \infty$; $-\infty < \gamma < \infty$, $\beta > 0$,$-\infty < \alpha_1 < \infty$, $\alpha_2 > 0$

เมื่อ γ เป็นพารามิเตอร์แสดงตำแหน่งของการแจกแจง

β เป็นพารามิเตอร์แสดงขนาดของการแจกแจง

α_1, α_2 เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงจอห์นสัน จะได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X) = \gamma - \beta e^{1/(2\alpha_2^2)} \sinh\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X) = \beta^2\left(\frac{1}{2}(\omega-1)(\omega\cosh 2\Omega+1)\right)$$

3. สัมประสิทธิ์ความเบ้

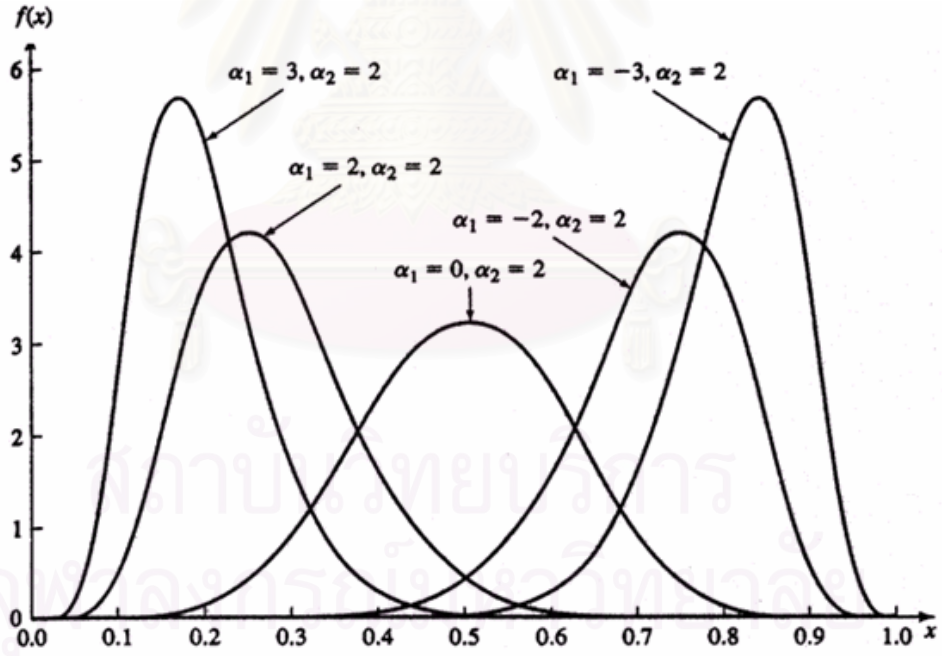
$$\gamma_1 = -\frac{\left[\frac{1}{2}\omega(\omega-1)\right]^{1/2}\left[\omega(\omega+2)\sinh 3\Omega+3\sinh\Omega\right]}{(\omega\cosh 2\Omega+1)^{3/2}}$$

4. สัมประสิทธิ์ความโด่ง

$$\gamma_2 = \frac{\omega^2(\omega^4+2\omega^3+3\omega^2-3)\cosh 4\Omega+4\omega^2(\omega+2)\cosh 2\Omega+3(2\omega+1)}{2(\omega\cosh 2\Omega+1)^2}$$

โดยที่ $\omega = \exp(\alpha_2^{-2}),\ \ \Omega = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$

กราฟแสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงจอห์นสัน ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ต่าง ๆแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงจอห์นสัน

2.4.5 การแจกแจงแกมมา (gamma distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแกมมา โดยมี α และ λ เป็นพารามิเตอร์ เขียนแทนด้วย $X \sim G(\alpha, \lambda)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

$$f(x) = \frac{\lambda^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x} \quad , x \geq 0 \, ; \, \alpha > 0 \, , \lambda > 0$$

เมื่อ λ เป็นพารามิเตอร์แสดงขนาดของการแจกแจง

α เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแกมมา จะได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X) = \frac{\alpha}{\lambda}$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X) = \frac{\alpha}{\lambda^2}$$

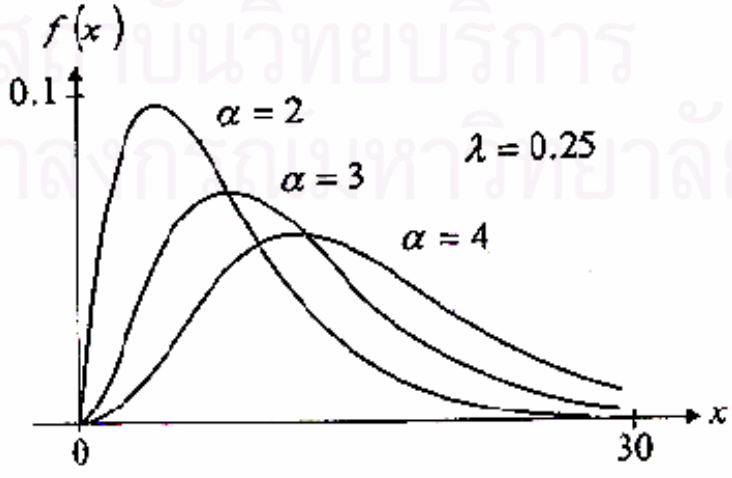
3. สัมประสิทธิ์ความเบ้

$$\gamma_1 = \frac{2}{\sqrt{\alpha}}$$

4. สัมประสิทธิ์ความโด่ง

$$\gamma_2 = 3 + \frac{6}{\alpha}$$

กราฟแสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงแกมมา ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ต่าง ๆแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงแกมมา

2.4.6 การแจกแจงลอกนอร์มอล (lognormal distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงลอกนอร์มอล โดยมี μ และ σ'^2 เป็นพารามิเตอร์ เขียนแทนด้วย $X \sim LN(\mu, \sigma'^2)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

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

เมื่อ $e^{\sigma'^2}$ เป็นพารามิเตอร์แสดงขนาดของการแจกแจง

μ เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแกมมา จะได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X) = e^{\mu + (\sigma'^2/2)}$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X) = e^{2\mu + \sigma'^2}\left(e^{\sigma'^2} - 1\right)$$

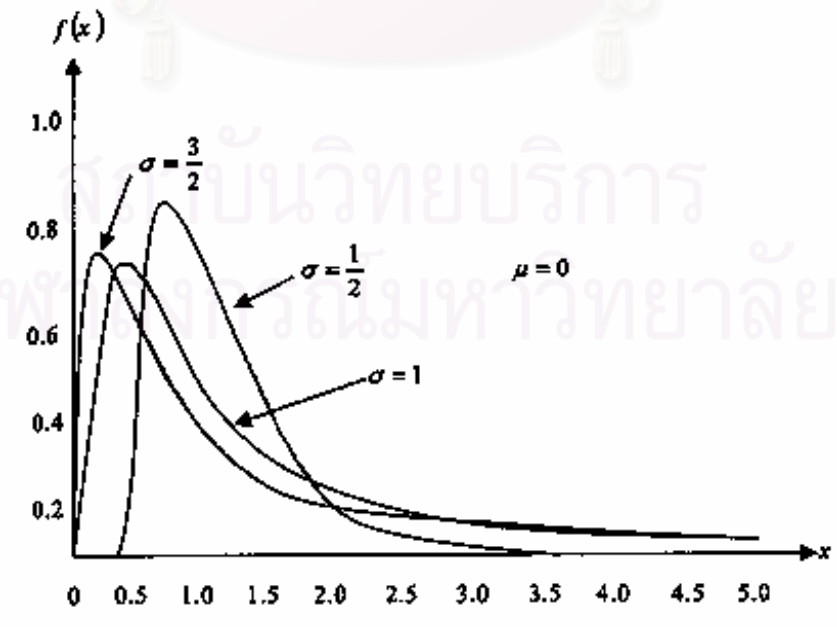
3. สัมประสิทธิ์ความเบ้

$$\gamma_1 = (\omega + 2)\sqrt{\omega - 1}, \quad \omega = e^{\sigma'^2}$$

4. สัมประสิทธิ์ความโด่ง

$$\gamma_2 = \omega^4 + 2\omega^3 + 3\omega^2 - 3, \quad \omega = e^{\sigma'^2}$$

กราฟแสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงลอกนอร์มอล ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ต่าง ๆแสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงลอกนอร์มอล

2.4.7 การแจกแจงเบตา (beta distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงเบตา โดยมี α และ β เป็นพารามิเตอร์ เขียนแทนด้วย $X \sim Be(\alpha,\beta)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

$$f(x)=\frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}x^{\alpha-1}\left(1-x^{\beta-1}\right), \qquad 0\le x\le 1\,;\,\alpha>0\,,\beta>0$$

เมื่อ α เป็นพารามิเตอร์แสดงขนาดของการแจกแจง

β เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแกมมา จะได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X)=\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X)=\frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta+1)(\alpha+\beta)^2}$$

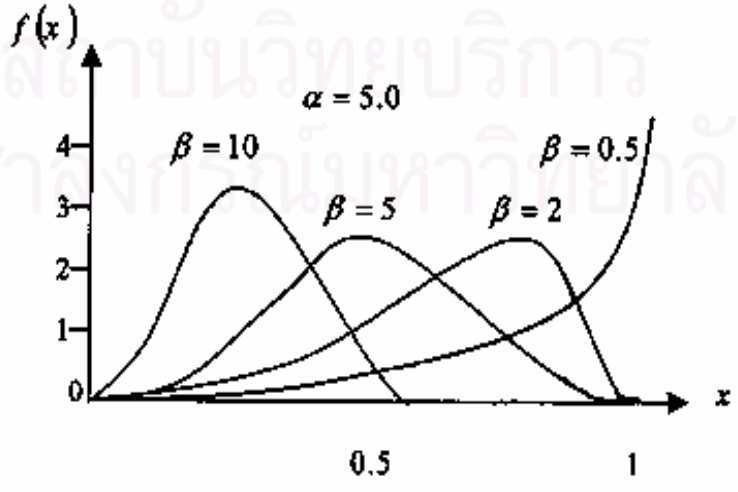
3. สัมประสิทธิ์ความเบ้

$$\gamma_1=\frac{2(\beta-\alpha)(\alpha+\beta+1)^{1/2}}{(\alpha+\beta+2)(\alpha\beta)^{1/2}}$$

4. สัมประสิทธิ์ความโด่ง

$$\gamma_2=\frac{3(\alpha+\beta)(\alpha+\beta+1)(\alpha+1)(2\beta-\alpha)}{\alpha\beta(\alpha+\beta+2)(\alpha+\beta+3)}+\frac{\alpha(\alpha-\beta)}{\alpha+\beta}$$

กราฟแสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงเบตา ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ต่าง ๆแสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงเบตา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งจำลองขึ้นด้วยการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อหาข้อสรุปในเรื่องของขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ดังนี้

1) การแจกแจงที
2) การแจกแจงไวบูลล์
3) การแจกแจงไคกำลังสอง
4) การแจกแจงจอห์นสัน

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาไมโครซอฟฟอร์แทรนพาวเวอร์สเตชั่น 4.0 (Microsoft Fortran Power Station 4.0) เพื่อหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 โดยวิธีการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ 10,000 รอบในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งจะกล่าวถึงวิธีดำเนินการศึกษาวิจัยเป็นไปตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 แผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 กำหนดลักษณะการแจกแจงของประชากรที่ต้องการศึกษา โดยจะกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงให้มีค่าแตกต่างจากค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งของการแจกแจงปกติคือ 0 และ 3 ในระดับความแตกต่างจากน้อยไปมาก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้อยู่ในช่วง [- 2.00, 2.00] และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งอยู่ในช่วง (3.00, 15.00] โดยในแต่ละการแจกแจงจะกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งดังนี้

1) การแจกแจงที เป็นการแจกแจงที่มีลักษณะสมมาตร ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0$ ดังนั้นจึงกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 และพารามิเตอร์ ν ของการแจกแจงทีดังนี้

ตารางที่ 3.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1, ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2, ค่าพารามิเตอร์ ν และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงที

γ_1	γ_2	ν	σ_0^2
0.00	3.05	124	1.02
0.00	3.10	64	1.03
0.00	3.15	44	1.05
0.00	3.20	34	1.06
0.00	3.25	28	1.08
0.00	3.30	24	1.09
0.00	3.35	21	1.11
0.00	3.40	19	1.12
0.00	3.46	17	1.13
0.00	3.50	16	1.14
0.00	3.55	15	1.15
0.00	3.60	14	1.17
0.00	3.67	13	1.18
0.00	3.75	12	1.20
0.00	3.86	11	1.22
0.00	4.00	10	1.25
0.00	4.20	9	1.29
0.00	4.50	8	1.33
0.00	5.00	7	1.40
0.00	6.00	6	1.50
0.00	9.00	5	1.67

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) การแจกแจงไคกำลังสอง กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 และพารามิเตอร์ ν ของการแจกแจงไคกำลังสอง ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1, ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2, ค่าพารามิเตอร์ ν และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงไคกำลังสอง

γ_1	γ_2	ν	σ_0^2
0.25	3.10	125	250.00
0.30	3.13	90	180.00
0.35	3.18	65	130.00
0.40	3.24	50	100.00
0.45	3.31	39	78.00
0.50	3.38	32	64.00
0.55	3.46	26	52.00
0.60	3.55	22	44.00
0.65	3.63	19	38.00
0.69	3.71	17	34.00
0.76	3.86	14	28.00
0.82	4.00	12	24.00
0.85	4.09	11	22.00
0.89	4.20	10	20.00
0.94	4.33	9	18.00
1.00	4.50	8	16.00
1.07	4.71	7	14.00
1.15	5.00	6	12.00
1.26	5.40	5	10.00
1.41	6.00	4	8.00
1.63	7.00	3	6.00
2.00	9.00	2	4.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) การแจกแจงไวบูลล์ กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ค่าพารามิเตอร์ β และ λ ของการแจกแจงไวบูลล์ ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1, ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2, ค่าพารามิเตอร์ β, λ และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงไวบูลล์

γ_1	γ_2	β	λ	σ_0^2
0.50	3.03	2.00	2.215	0.18
0.60	3.19	2.00	2.047	0.21
0.70	3.38	2.00	1.902	0.24
0.80	3.61	2.00	1.774	0.27
0.90	3.87	2.00	1.662	0.31
1.00	4.16	2.00	1.563	0.35
1.10	4.49	2.00	1.476	0.39
1.20	4.85	2.00	1.398	0.44
1.30	5.24	2.00	1.329	0.49
1.40	5.67	2.00	1.267	0.54
1.50	6.13	2.00	1.211	0.61
1.60	6.64	2.00	1.160	0.67
1.70	7.16	2.00	1.115	0.74
1.80	7.74	2.00	1.073	0.82
1.90	8.35	2.00	1.035	0.91
2.00	9.00	2.00	1.000	1.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) การแจกแจงจอห์นสัน กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงจอห์นสัน ดังนี้ (โดยจะแสดงค่าพารามิเตอร์ $\alpha_1, \alpha_2, \beta, \gamma$ และค่าความแปรปรวน σ^2 สำหรับกรณีต่าง ๆ ในภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงจอห์นสัน

γ_1	γ_2
- 0.10, 0.10	3.20, 3.40, 3.60, 3.80, 4.00, 4.20, 4.40, 4.60, 4.80, . . . , 8.60, 8.80, 9.00
- 0.20, 0.20	3.20, 3.40, 3.60, 3.80, 4.00, 4.20, 4.40, 4.60, 4.80, . . . , 8.60, 8.80, 9.00
- 0.30, 0.30	3.20, 3.40, 3.60, 3.80, 4.00, 4.20, 4.40, 4.60, 4.80, . . . , 8.60, 8.80, 9.00
- 0.40, 0.40	3.40, 3.60, 3.80, 4.00, 4.20, 4.40, 4.60, 4.80, 5.00, . . . , 9.00, 9.20, 9.40
- 0.50, 0.50	3.60, 3.80, 4.00, 4.20, 4.40, 4.60, 4.80, 5.00, 5.20, . . . , 9.00, 9.20, 9.40
- 0.60, 0.60	3.80, 4.00, 4.20, 4.40, 4.60, 4.80, 5.00, 5.20, 5.40, . . . , 9.00, 9.20, 9.40
- 0.70, 0.70	4.00, 4.20, 4.40, 4.60, 4.80, 5.00, 5.20, 5.40, 5.60, . . . , 9.60, 9.80, 10.00
- 0.80, 0.80	4.60, 4.80, 5.00, 5.20, 5.40, 5.60, 5.80, 6.00, 6.20, . . . , 9.60, 9.80, 10.00
- 0.90, 0.90	4.60, 4.80, 5.00, 5.20, 5.40, 5.60, 5.80, 6.00, 6.20, . . . , 9.60, 9.80, 10.00
- 1.00, 1.00	5.00, 5.20, 5.40, 5.60, 5.80, 6.00, 6.20, 6.40, 6.60, . . . , 9.60, 9.80, 10.00
- 1.10, 1.10	5.40, 5.60, 5.80, 6.00, 6.20, 6.40, 6.60, 6.80, 7.00, . . . , 11.60, 11.80, 12.00
- 1.20, 1.20	5.80, 6.00, 6.20, 6.40, 6.60, 6.80, 7.00, 7.20, 7.40, . . . , 11.60, 11.80, 12.00
- 1.30, 1.30	6.20, 6.40, 6.60, 6.80, 7.00, 7.20, 7.40, 7.60, 7.80, . . . , 11.60, 11.80, 12.00
- 1.40, 1.40	6.80, 7.00, 7.20, 7.40, 7.60, 7.80, 8.00, 8.20, 8.40, . . . , 11.60, 11.80, 12.00
- 1.50, 1.50	7.40, 7.60, 7.80, 8.00, 8.20, 8.40, 8.60, 8.80, 9.00, . . . , 11.60, 11.80, 12.00
- 1.60, 1.60	8.00, 8.20, 8.40, 8.60, 8.80, 9.00, 9.20, 9.40, 9.60, . . . , 12.60, 12.80, 13.00
- 1.70, 1.70	8.60, 8.80, 9.00, 9.20, 9.40, 9.60, 9.80, 10.00, 10.20, . . . , 12.60, 12.80, 13.00
- 1.80, 1.80	9.40, 9.60, 9.80, 10.00, 10.20, 10.40, 10.60, 10.80, . . . , 14.60, 14.80, 15.00
- 1.90, 1.90	10.20, 10.40, 10.60, 10.80, 11.00, 11.20, 11.40, . . . , 14.60, 14.80, 15.00
- 2.00, 2.00	11.00, 11.20, 11.40, 11.60, 11.80, 12.00, 12.20, . . . , 14.60, 14.80, 15.00

3.1.2 กำหนดสมมติฐานของการทดสอบค่าความแปรปรวนประชากรเป็นแบบสองด้าน ซึ่งมีสมมติฐานของการทดสอบดังนี้ คือ $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$
$H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2$

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n เพิ่มเติมในกรณีที่การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เป็นแบบด้านเดียว ซึ่งมีสมมติฐานของการทดสอบดังนี้ คือ $H_0 : \sigma^2 \leq \sigma_0^2$ และ $H_0 : \sigma^2 \geq \sigma_0^2$ โดยทำการศึกษาในทุกสถานการณ์เช่นเดียวกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้าน

3.1.3 กำหนดระดับนัยสำคัญ α หรือค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบสมมติฐาน 3 ระดับ คือ 0.01 ,0.05 และ 0.10

3.1.4 ในการหาขนาดตัวอย่าง n เพื่อการทดสอบสมมติฐานในข้อ 2 จะใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โลทำซ้ำ 10,000 รอบ โดยมีหลักการคือ หาขนาดตัวอย่าง n ที่ทำให้ได้ระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญ α อย่างมีนัยสำคัญ

3.1.5 ในการทดสอบว่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ ที่ได้ในข้อ 3 ไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญ α จะใช้การทดสอบทวินาม ณ ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม คือ 0.05

3.1.6 ในการทดสอบว่าขนาดตัวอย่าง n ที่ได้จากการศึกษาวิจัยในแต่ละสถานการณ์มีความเชื่อถือได้หรือไม่ จะทำการทดสอบในบางสถานการณ์ โดยจะใช้ข้อมูลเพื่อนำมาทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรจากการแจกแจงของประชากรดังนี้

1) การแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์ α, λ และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงแกมมา ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ค่าพารามิเตอร์ α, λ และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงแกมมา

α	λ	σ_0^2
17.2	0.75	30.58
4.00	0.75	7.11
2.05	0.75	3.64
1.00	0.75	1.78

2) การแจกแจงลอกนอร์มอลกำหนดค่าพารามิเตอร์ μ, σ'^2 ค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงลอกนอร์มอล ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ค่าพารามิเตอร์ μ, σ'^2 ค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงลอกนอร์มอล

μ	σ'^2	σ_0^2
1	0.0016	0.0119
1	0.0300	0.2319
1	0.1000	0.8588
1	0.2000	1.9982

3) การแจกแจงเบตา กำหนดค่าพารามิเตอร์ α, β และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงเบตา ดังนี้

ตารางที่ 3.7 ค่าพารามิเตอร์ α, β และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงเบตา

α	β	σ_0^2
2.00	4.00	0.0500
2.00	7.00	0.0173
0.85	4.00	0.0239
0.12	0.60	0.0807

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ขั้นตอนในการทดลอง

ผู้วิจัยทำการศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินการทดลองมีดังนี้

3.2.1 กำหนดขนาดตัวอย่าง n เริ่มต้นโดยเริ่มจากค่า $n=2$ กำหนดค่าเปอร์เซนไทล์ที่ $\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ และค่าเปอร์เซนไทล์ที่ $\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ สำหรับกรณีที่เป็นการทดสอบด้านเดียวทางขวาและด้านเดียวทางซ้ายจะกำหนดค่าเปอร์เซนไทล์ที่ $\chi^2_{\alpha}(n-1)$ และ $\chi^2_{1-\alpha}(n-1)$ ตามลำดับ

3.2.2 กำหนดให้ $m=0$ โดยที่ m แทนจำนวนครั้งที่ค่าสถิติทดสอบไคกำลังสอง $X^2 > \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ หรือ $X^2 < \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ ในจำนวนการทดลองทั้งหมด 10,000 ครั้ง สำหรับกรณีที่เป็นการทดสอบด้านเดียวทางขวาและด้านเดียวทางซ้าย m จะแทนจำนวนครั้งที่ค่าสถิติทดสอบไคกำลังสอง $X^2 > \chi^2_{\alpha}(n-1)$ และ $X^2 < \chi^2_{1-\alpha}(n-1)$ ตามลำดับ

3.2.3 ทำขั้นตอน 3.2.4 ถึง 3.2.7 จำนวน 10,000 ครั้ง

3.2.4 สุ่มตัวอย่างขนาด n เริ่มต้นโดยเริ่มจากค่า $n=2$ $(X_1, X_2, ..., X_n)$ จากประชากรที่มีค่าความแปรปรวนประชากร $=\sigma_0^2$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 ตามสถานการณ์ที่กำหนด

3.2.5 คำนวณค่าผลต่างกำลังสอง $\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \overline{X}\right)^2$

3.2.6 คำนวณค่าสถิติทดสอบไคกำลังสอง $X^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} = \frac{1}{\sigma_0^2}\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \overline{X}\right)^2$

โดยที่ σ_0^2 คือค่าความแปรปรวนประชากรของการแจกแจงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 ตามสถานการณ์ที่กำหนด

3.2.7 ถ้าค่าสถิติทดสอบไคกำลังสอง $X^2 > \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ หรือ $X^2 < \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ ให้ $m = m+1$ สำหรับกรณีที่เป็นการทดสอบด้านเดียวทางขวาและด้านเดียวทางซ้าย ถ้าค่าสถิติทดสอบไคกำลังสอง $X^2 > \chi^2_{\alpha}(n-1)$ และ $X^2 < \chi^2_{1-\alpha}(n-1)$ ให้ $m = m+1$ ตามลำดับ

3.2.8 หาค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ $\hat{\alpha} = \frac{m}{10{,}000}$

3.2.9 จากค่า $\hat{\alpha}$ ที่ได้ให้นำมาทดสอบโดยเปรียบเทียบค่าระดับนัยสำคัญ α โดยใช้การทดสอบทวินาม กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม คือ 0.05 (โดยวิธีการทดสอบทวินามนั้นได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 ในส่วนของเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา) ซึ่งค่า $\hat{\alpha}$ และ α จะมีค่าไม่แตกต่างกันถ้า $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วงของการยอมรับดังต่อไปนี้

- $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง $[0.0080, 0.0120]$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01
- $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง $[0.0457, 0.0543]$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
- $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง $[0.0941, 0.1059]$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

3.2.10 ถ้าการทดสอบทวินามไม่อยู่ภายใต้การควบคุม นั่นคือ ระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลอง มีค่าแตกต่างจากระดับนัยสำคัญของ α ที่กำหนด ให้เพิ่มขนาดตัวอย่าง n เริ่มต้นโดยเพิ่มขนาดตัวอย่าง n ขึ้นไปทีละ 1 หน่วยแล้วย้อนกลับไปทำตามข้อ 3.2.1 ถึงข้อ 3.2.10 จนกระทั่งการทดสอบอยู่ภายใต้การควบคุม นั่นคือ ระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลอง มีค่าไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญของ α ที่กำหนด ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของการทดสอบทวินาม ซึ่งจะสามารถกล่าวได้ว่า ขนาดตัวอย่าง n ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั้นมีความเหมาะสมสำหรับสถานการณ์ที่กำหนด

3.2.11 ทำขั้นตอนต่างๆ จนครบทุกสถานการณ์ที่กำหนด แล้วจึงสรุปผลขนาดตัวอย่าง n ที่ได้ในแต่ละสถานการณ์

3.2.12 ทำการทดสอบผลการศึกษาวิจัย นั่นคือ ทำการทดสอบว่าขนาดตัวอย่าง n ที่ได้นั้นมีความเชื่อถือได้หรือไม่ โดยจะทำการทดสอบในบางสถานการณ์ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1) จำลองข้อมูลตัวอย่างขนาด n' $(X_1, X_2, ..., X_{n'})$ ที่มีค่าความแปรปรวนของประชากรเป็น σ_0^2 จากการแจกแจงที่กำหนด ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ใช้การแจกแจงแกมมา การแจกแจงลอกนอร์มอล และการแจกแจงเบตา

2) เมื่อได้ข้อมูลตัวอย่างขนาด n' ที่มีค่าความแปรปรวนประชากรเป็น σ_0^2 แล้วให้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1$ และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ ของข้อมูล

3) พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1$ และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ ว่าตกอยู่ในช่วงใดของตารางสรุปผลแล้วควรใช้ขนาดตัวอย่าง n เท่าใดในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้าน

4) พิจารณาขนาดตัวอย่าง n ที่ได้จากข้อ 3) โดยนำมาเปรียบเทียบกับขนาดตัวอย่าง n' ของข้อมูลจำลอง ซึ่งถ้า $n = n'$ ให้จำลองข้อมูลทั้งหมด 100 ชุดแล้วนำไปทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้าน แต่ถ้า $n \neq n'$ ให้จำลองข้อมูลใหม่โดยใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ n

5) หาค่าเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน H_0 จากการทดสอบทั้งหมดจำนวน 100 ชุดในแต่ละสถานการณ์

6) ทำการทดสอบในบางสถานการณ์จนครบตามที่กำหนด แล้วจึงสรุปผล

3.3 การจำลองข้อมูลจากการแจกแจงของประชากร

จำลองข้อมูลจากการแจกแจงของประชากรตามลักษณะที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง สามารถทำได้จากการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาฟอร์แทรน โดยใช้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง $[0,1]$ เป็นองค์ประกอบหลัก

3.3.1 การจำลองตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง $[0,1]$[1]

วิธีการคณิตศาสตร์ในการจำลองเลขสุ่ม (เทียม) มีหลายวิธีการ สำหรับวิธีการที่ได้รับความนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ วิธีสมภาค (Congruential Method) ซึ่งมีสูตรหรือตัวแบบหนึ่งที่ใช้กันมาก คือ

$$X_i = (c + aX_{i-1}) \bmod m \quad , i = 1,2,...$$

โดยที่ค่า c , a และ m เป็นค่าคงที่จำนวนเต็มค่าไม่เป็นลบ และความหมายของตัวแบบคือ X_i เป็นเศษเหลือที่เป็นจำนวนเต็มที่ได้จากการหาร $(c + aX_{i-1})$ ด้วย m นั่นคือ $X_i = c + aX_{i-1} - mk_i$ ซึ่ง $k_i = (c + aX_{i-1})/m$ (หมายถึงจำนวนเต็มใหญ่ที่สุดที่น้อยกว่าหรือเท่ากับผลหาร $(c + aX_{i-1})/m$ ดังนั้น ค่าเป็นไปได้ของ X_i คือ $0,1,...,m-1$ และก่อนที่จะได้ค่าของ $X_1, X_2, ...$ ต้องกำหนดค่าของ c , a , m และ X_0 เราเรียก X_0 ว่าซีด (seed) หรือ ค่าเริ่มต้น (starting value) จาก X_i ที่ได้จากการคำนวณนำมาหาค่า R_i ซึ่ง

$$R_i = \frac{X_i}{m} \quad i = 1,2,...$$

จะได้ R_i มีค่าอยู่ในช่วง $[0,1)$ เรียก $R_1, R_2, ...$ ว่าเลขสุ่มเทียม หรือเลขสุ่มคล้าย

ตัวแบบจำลองสมภาคแบบผลคูณที่ใช้กันมากตัวแบบหนึ่ง ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติแล้วอย่างมาก คือ กำหนด $c = 0$, $m = 2^{31} - 1 = 2147483647$, $a = 7^5 = 16807$ และ X_0 เป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่ไม่เกิน m ฟังก์ชันการจำลองเลขสุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงเอกรูปในช่วง $[0,1]$ คือ SUBROUTINE URAND

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] มานพ วราภักดิ์, การจำลองเบื้องต้น, (กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547), หน้า 43 - 45.

3.3.2 การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน [2]

การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีโพลาร์ซึ่งเป็นวิธีการของ Marsaglia, MacLaren และ Bray(1964) ที่ได้ดัดแปลงวิธีการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน $N(0,1)$ ของ Box และ Muller ซึ่งหลีกเลี่ยงการคำนวณ cosine และ sine ด้วยการใช้วิธีรับ-ปฏิเสธ (acceptance-rejection method) ทำให้ได้ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 พร้อมกัน 2 ค่าซึ่งเป็นอิสระกัน โดยใช้ตัวผลิต (generator) Z_1 และ Z_2 ดังนี้

$$Z_1 = V_1\sqrt{\frac{-2\ln\left(V_1^2+V_2^2\right)}{V_1^2+V_2^2}}$$

$$Z_2 = V_2\sqrt{\frac{-2\ln\left(V_1^2+V_2^2\right)}{V_1^2+V_2^2}}$$

เมื่อ V_1 และ V_2 เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง $(-1,1)$ ซึ่งเป็นอิสระกันสร้างจากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE URAND และเพื่อให้การเขียนโปรแกรมเรียกใช้ง่ายขึ้น ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ตัวผลิต Z_1 เพียงตัวเดียว โดยสามารถเขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างตัวเลขสุ่ม R_1 และ R_2 จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE URAND
2. สร้างตัวแปรสุ่ม V_1 และ V_2 โดยการนำตัวเลขสุ่มที่ได้จากข้อ 1. มาแทนในสมการ

   $V_1 = 2R_1 - 1$

   $V_2 = 2R_2 - 1$
3. สร้างตัวเลขสุ่ม S โดยให้ $S = V_1^2 + V_2^2$ และพิจารณาค่าของ S ถ้า $S > 1$ ให้กลับไปที่ข้อ 1.
4. สร้างตัวเลขสุ่ม W โดยให้ $W = \sqrt{\frac{-2\ln S}{S}}$
5. สร้างตัวแปรสุ่ม Z_1 โดยการนำตัวเลขสุ่มที่ได้จากข้อ 4. มาแทนในสมการ

   $Z_1 = V_1 W$

ดังนั้นจะได้ว่า Z_1 เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1

ฟังก์ชันของการจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 คือ SUBROUTINE ZNORM

---

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 145 - 149.

3.3.3 การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงที [3]

การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงที ซึ่งมีพารามิเตอร์ ν โดยเรียกพารามิเตอร์ ν ว่าระดับขั้นความเสรี (degrees of freedom) นั้น จะอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐาน และตัวแปรสุ่มไคกำลังสอง นั่นคือถ้า Z เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 และ Y เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไคกำลังสองด้วยระดับขั้นความเสรีเท่ากับ ν แล้วจะได้ว่า $X = \frac{Z}{\sqrt{Y/\nu}}$ เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงที ซึ่งมีระดับขั้นความเสรีเป็น n นั่นคือ $X \sim t(n)$ โดยสามารถเขียนขั้นตอนการจำลองได้ดังนี้

1. สร้างตัวแปรสุ่ม $Z \sim N(0,1)$ จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE ZNORM
2. สร้างตัวแปรสุ่ม $Y \sim \chi^2(\nu)$ จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE CHISQUARE
3. สร้างตัวแปรสุ่ม $X \sim t(\nu)$ โดยการนำตัวแปรสุ่มที่ได้จากข้อ 1. และข้อ 2. มาแทนในสมการ

$$X = \frac{Z}{\sqrt{Y/\nu}}$$

ดังนั้นจะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงทีที่มีระดับขั้นความเสรีเท่ากับ ν

ฟังก์ชันของการจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงทีที่มีระดับขั้นความเสรีเท่ากับ ν คือ SUBROUTINE T

3.3.4 การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง [4]

การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไคกำลังสองซึ่งมีพารามิเตอร์ ν โดยเรียกพารามิเตอร์ ν ว่าระดับขั้นความเสรี (degrees of freedom) นั้น จะอาศัยตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐาน นั่นคือถ้า $Z_1, Z_2, ..., Z_\nu$ $(\nu \geq 1)$ เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 แล้วจะได้ว่า $X = \sum_{i=1}^{\nu} Z_i^2$ เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไคกำลังสองที่มีระดับขั้นความเสรีเป็น ν นั่นคือ $X \sim \chi^2(\nu)$ โดยสามารถเขียนขั้นตอนการจำลองได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[3] เรื่องเดียวกัน, หน้า 165 - 168.

[4] เรื่องเดียวกัน, หน้า 168 - 169.

1. สร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานจำนวน ν ตัว นั่นคือ

   $Z_i \sim N(0,1)$; $i = 1,2,...,\nu$ จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE ZNORM

2. สร้างตัวแปรสุ่ม $X \sim \chi^2(\nu)$ โดยการนำตัวแปรสุ่มที่ได้จากข้อ 1. มาแทนในสมการ

$$X = \sum_{i=1}^{\nu} Z_i^2$$

ดังนั้นจะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง ที่มีระดับขั้นความเสรีเท่ากับ ν

ฟังก์ชันของการจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง ที่มีระดับขั้นความเสรีเท่ากับ ν คือ SUBROUTINE CHI

3.3.5 การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไวบูลล์[5]

การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไวบูลล์ที่มีพารามิเตอร์เป็น λ และ β จะใช้วิธีการแปลงผกผัน (inverse transform) ทำให้ได้ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไวบูลล์คือ $X = \left(-\frac{1}{\lambda}\ln R\right)^{1/\beta}$ เมื่อ R เป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง $[0,1]$ โดยสามารถเขียนขั้นตอนการจำลองได้ดังนี้

1. สร้างตัวแปรสุ่ม $Y \sim Ex(\lambda)$ จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE EXPO
2. สร้างตัวแปรสุ่ม $X \sim W(\lambda,\beta)$ โดยการนำตัวแปรสุ่มที่ได้จากข้อ 1. มาแทนในสมการ

$$X = Y^{1/\beta}$$

ดังนั้นจะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไวบูลล์ที่มีพารามิเตอร์เป็น λ และ β

ฟังก์ชันของการจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไวบูลล์ที่มีพารามิเตอร์เป็น λ และ β คือ SUBROUTINE WEIBULL

3.3.6 การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงจอห์นสัน[6]

การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงจอห์นสันที่มีพารามิเตอร์เป็น $\alpha_1, \alpha_2, \gamma$ และ β จะอาศัยตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐาน นั่นคือ X จะเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงจอห์นสันก็ต่อเมื่อ $Z = \alpha_1 + \alpha_2 \ln\left[\frac{X-\gamma}{\beta} + \sqrt{\left(\frac{X-\gamma}{\beta}\right)^2 + 1}\right]$ เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 โดยสามารถเขียนขั้นตอนการจำลองได้ดังนี้

---

[5] เรื่องเดียวกัน, หน้า 153 - 154.

[6] เรื่องเดียวกัน, หน้า 204 - 205.

1. สร้างตัวแปรสุ่ม $Z \sim N(0,1)$ จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE ZNORM
2. สร้างตัวเลขสุ่ม $Y = \exp\left(\frac{Z-\alpha_1}{\alpha_2}\right)$
3. สร้างตัวแปรสุ่ม $X \sim J(\alpha_1, \alpha_2, \gamma, \beta)$ โดยการนำตัวแปรสุ่มที่ได้จากข้อ 2. มาแทนในสมการ $X = \gamma + \frac{\beta}{2}\left(Y - \frac{1}{Y}\right)$

ดังนั้นจะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงจอห์นสันที่มีพารามิเตอร์เป็น $\alpha_1, \alpha_2, \gamma$ และ β

ฟังก์ชันของการจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงจอห์นสันที่มีพารามิเตอร์เป็น $\alpha_1, \alpha_2, \gamma$ และ β คือ SUBROUTINE JOHNSON

3.3.7 การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมา[7]

การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาที่มีพารามิเตอร์เป็น α และ λ เมื่อ $\alpha \geq 1$ จะใช้วิธีการรับ - ปฏิเสธ (acceptance-rejection method) โดยสามารถเขียนขั้นตอนการจำลองได้ดังนี้

1. คำนวณค่าคงที่ต่างๆ จากสูตรต่อไปนี้

$$a = \sqrt{2\alpha - 1}, \quad b = 2\alpha - \ln 4 + \frac{1}{a}$$

2. สร้างตัวเลขสุ่ม R_1 และ R_2 จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE URAND
3. สร้างตัวเลขสุ่ม $Y = \alpha\left(\frac{R_1}{1-R_1}\right)^a$ ถ้า $Y > b - \ln\left(R_1^2 R_2\right)$ กลับไปที่ข้อ 1.
4. สร้างตัวแปรสุ่ม $X \sim G(\alpha, \lambda)$ โดยการนำตัวแปรสุ่มที่ได้จากข้อ 3. มาแทนในสมการ

$$X = \frac{Y}{\lambda}$$

ดังนั้นจะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาที่มีพารามิเตอร์เป็น α และ λ

ฟังก์ชันของการจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาที่มีพารามิเตอร์เป็น α และ λ คือ SUBROUTINE GAMMA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[7] เรื่องเดียวกัน, หน้า 157 - 161.

3.3.8 การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงลอกนอร์มอล[8]

การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงลอกนอร์มอลที่มีพารามิเตอร์เป็น μ และ σ'^2 จะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงปกติกับการแจกแจงลอกนอร์มอล โดยสามารถเขียนขั้นตอนการจำลองได้ดังนี้

1. สร้างตัวแปรสุ่ม $Z \sim N(0,1)$ จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE ZNORM
2. สร้างตัวเลขสุ่ม $Y = \mu + \sigma Z$
3. สร้างตัวแปรสุ่ม $X \sim LN(\mu, \sigma'^2)$ โดยการนำตัวแปรสุ่มที่ได้จากข้อ 2. มาแทนในสมการ $X = e^Y$

ดังนั้นจะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงลอกนอร์มอลที่มีพารามิเตอร์ μ และ σ'^2

ฟังก์ชันของการจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงลอกนอร์มอลที่มีพารามิเตอร์เป็น μ และ σ'^2 คือ SUBROUTINE LOGNORMAL

3.3.9 การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเบตา[9]

การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเบตาที่มีพารามิเตอร์เป็น α และ β สามารถเขียนขั้นตอนการจำลองได้ดังนี้

1. สร้างตัวแปรสุ่ม Y_1 ให้มีการแจกแจงแบบแกมมาด้วยพารามิเตอร์ α และ λ โดยที่ $\lambda = 1$ จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE GAMMA
2. สร้างตัวแปรสุ่ม Y_2 ให้มีการแจกแจงแบบแกมมาด้วยพารามิเตอร์ β และ λ โดยที่ $\lambda = 1$ จากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE GAMMA
3. สร้างตัวแปรสุ่ม $X \sim Be(\alpha, \beta)$ โดยการนำตัวแปรสุ่ม Y_1 และ Y_2 ที่ได้จากข้อ 1. และ 2. มาแทนในสมการ $X = \dfrac{Y_1}{Y_1 + Y_2}$

ดังนั้นจะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเบตาที่มีพารามิเตอร์เป็น α และ β

ฟังก์ชันของการจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเบตาที่มีพารามิเตอร์เป็น α และ β คือ SUBROUTINE BETA

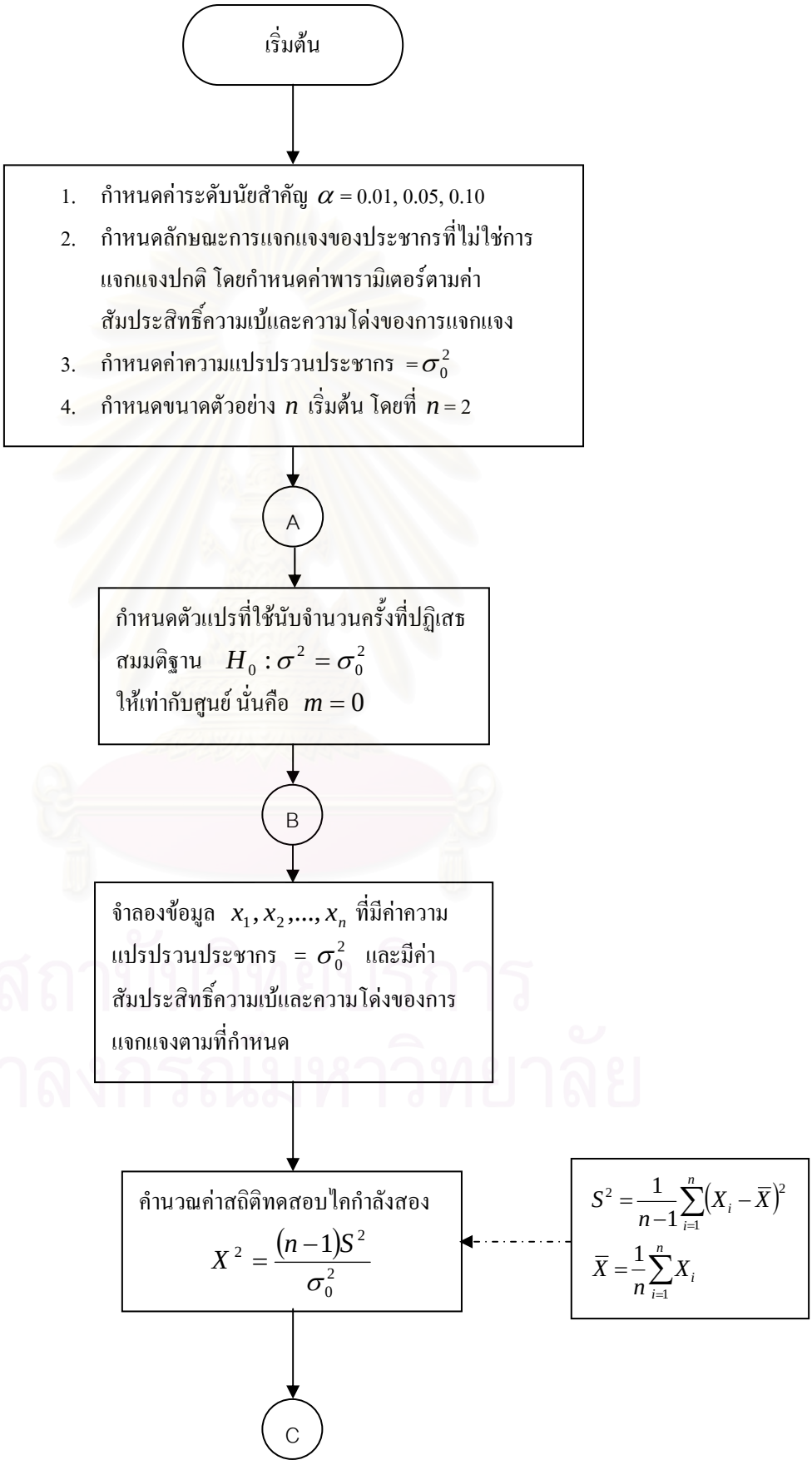
---

[8] เรื่องเดียวกัน, หน้า 149 - 150.

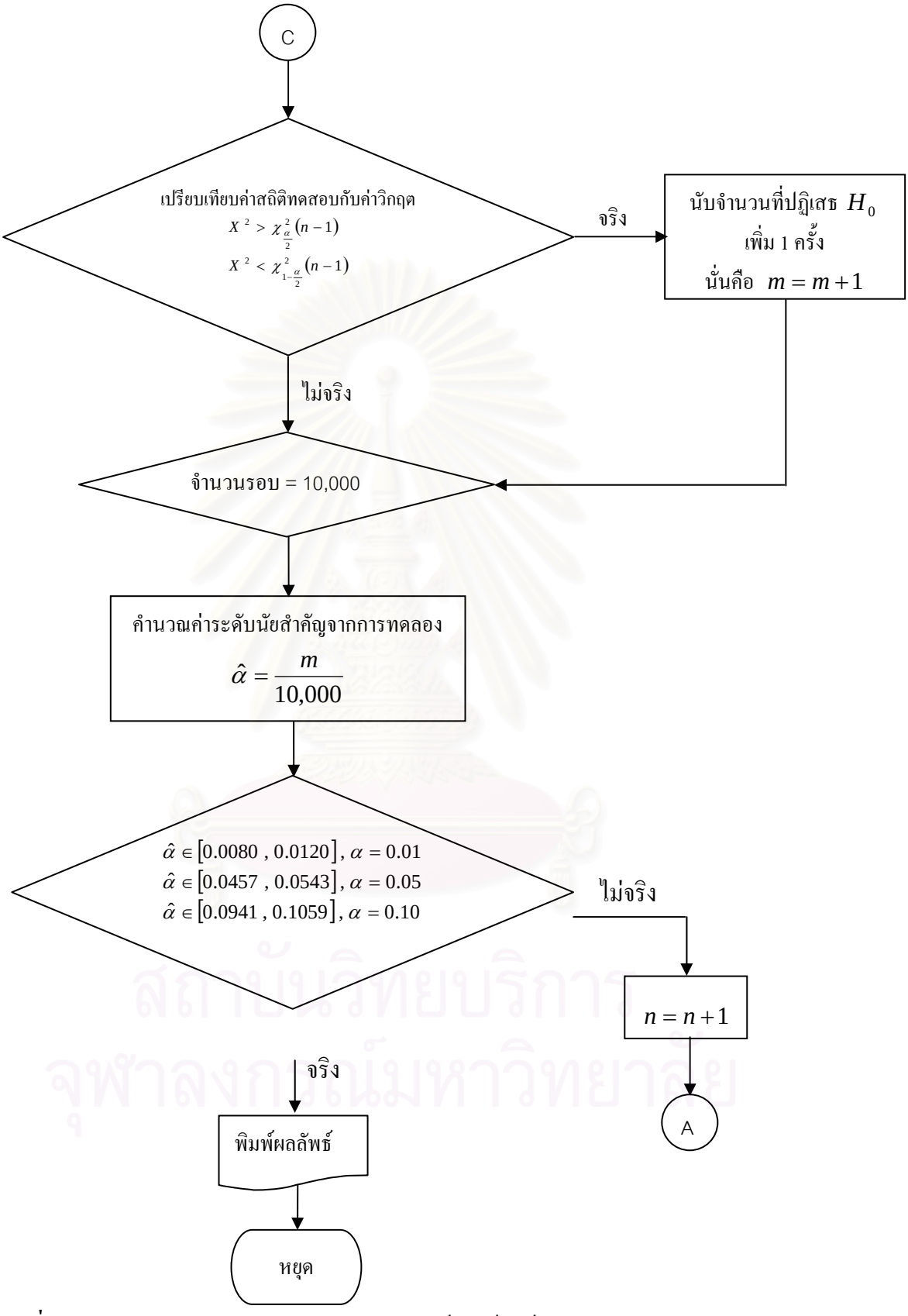
[9] เรื่องเดียวกัน, หน้า 161 - 165.

3.4 ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมสามารถอธิบายเป็นแผนการทำงาน (Flowchart) ได้ดังนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



<u>รูปที่ 3.1</u> แผนผังการทำงานของการหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบ X^2

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการแจกแจงของประชากรดังนี้ คือ การแจกแจงที การแจกแจงไคกำลังสอง การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงจอห์นสัน ซึ่งในการหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ค่าระดับนัยสำคัญ α หรือค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 เป็นต้นซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทราบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติโดยมีระดับความเบ้ ระดับความโด่งต่างๆ กัน และที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบต่าง ๆ กันจะส่งผลต่อขนาดตัวอย่าง n ในลักษณะใดบ้าง ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา คือ ค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ หรือค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ได้จากการทดลอง จะต้องไม่แตกต่างจากค่าระดับนัยสำคัญ α โดยกำหนดขนาดตัวอย่างเริ่มต้น $n = 2$ แล้วเพิ่มขึ้นทีละหน่วยจนกระทั่งทำให้ค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองไม่แตกต่างจากค่าระดับนัยสำคัญ α ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของการทดสอบทวินามซึ่ง $\hat{\alpha}$ และ α จะมีค่าไม่แตกต่างกันถ้า $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วงของการยอมรับดังต่อไปนี้

- $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง $[0.0080, 0.0120]$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01
- $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง $[0.0457, 0.0543]$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
- $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง $[0.0941, 0.1059]$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

สำหรับการนำเสนอผลการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิจัยขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2

ส่วนที่ 2 ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือของขนาดตัวอย่าง n ที่ได้จากการศึกษาวิจัย

ส่วนที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n

ส่วนที่ 1 ผลการวิจัยขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2

การนำเสนอผลการวิจัยส่วนนี้จะนำเสนอในรูปแบบของตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ หรือค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ที่ได้จากการทดลอง และขนาดตัวอย่าง n จำแนกตามการแจกแจงของประชากร ดังต่อไปนี้

1) การแจกแจงที
2) การแจกแจงไคกำลังสอง
3) การแจกแจงไวบูลล์
4) การแจกแจงจอห์นสัน

โดยที่ α หมายถึง ระดับนัยสำคัญหรือความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบ

$\hat{\alpha}$ หมายถึง ระดับนัยสำคัญหรือความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลอง

γ_1 หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเบ้

γ_2 หมายถึง สัมประสิทธิ์ความโด่ง

n หมายถึง ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2

4.1 ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงที

การศึกษาในกรณีนี้ คือ การหาขนาดตัวอย่าง n เมื่อประชากรมีการแจกแจงทีซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 เท่ากับ 0 โดยในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงทีให้มีระดับต่างๆ กันซึ่งในแต่ละระดับของค่าความโด่งจะกำหนดด้วยค่าพารามิเตอร์ คือ ค่าระดับขั้นความเสรี ν เป็นค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าความเบ้และความโด่งตามที่ต้องการ โดยขนาดตัวอย่าง n ที่แสดงในตารางจะเป็นขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงที

แสดงผลการศึกษาโดยสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงทีจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	ν	α					
			0.01		0.05		0.10	
			n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.00	3.05	124	8	0.0080	6	0.0543	3	0.1059
0.00	3.10	64	8	0.0120	6	0.0457	3	0.0941
0.00	3.15	44	8	0.0081	7	0.0459	3	0.0953
0.00	3.20	34	9	0.0097	7	0.0511	4	0.1053
0.00	3.25	28	9	0.0086	7	0.0538	4	0.1041
0.00	3.30	24	9	0.0101	7	0.0466	4	0.0991
0.00	3.35	21	10	0.0117	8	0.0476	4	0.1022
0.00	3.40	19	10	0.0095	8	0.0529	4	0.0967
0.00	3.46	17	10	0.0113	8	0.0491	4	0.0985
0.00	3.50	16	10	0.0087	8	0.0517	5	0.1019
0.00	3.55	15	11	0.0113	8	0.0485	5	0.1034
0.00	3.60	14	11	0.0086	9	0.0469	5	0.0997
0.00	3.67	13	11	0.0098	9	0.0517	6	0.1049
0.00	3.75	12	12	0.0115	9	0.0473	6	0.0971
0.00	3.86	11	12	0.0112	10	0.0538	6	0.0985
0.00	4.00	10	12	0.0115	10	0.0491	6	0.0941
0.00	4.20	9	13	0.0098	10	0.0485	7	0.1034
0.00	4.50	8	13	0.0115	11	0.0543	8	0.1022
0.00	5.00	7	14	0.0097	12	0.0469	9	0.1019
0.00	6.00	6	15	0.0117	13	0.0517	10	0.1049
0.00	9.00	5	20	0.0086	18	0.0476	15	0.1019

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการศึกษาเมื่อประชากรมีการแจกแจงที

1. ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงที จะมีผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้มีขนาดเพิ่มขึ้นแปรผันตามกัน

2. ผลการศึกษาพบว่า ค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α จะมีผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α มีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้มีขนาดลดลงแปรผกผันกัน

4.2 ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสอง

การศึกษาในกรณีนี้ คือ การหาขนาดตัวอย่าง n เมื่อประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสอง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงไคกำลังสองให้มีระดับต่างๆ กันซึ่งในแต่ละระดับของค่าความเบ้และความโด่งจะกำหนดด้วยค่าพารามิเตอร์ คือ ค่าระดับขั้นความเสรี ν เป็นค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าความเบ้และความโด่งตามที่ต้องการ โดยขนาดตัวอย่าง n ที่แสดงในตารางจะเป็นขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสอง

แสดงผลการศึกษาโดยสรุปได้ดังตารางที่ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสองจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	ν	α					
			0.01		0.05		0.10	
			n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.25	3.10	125	9	0.0084	7	0.0459	5	0.0960
0.30	3.13	90	10	0.0098	8	0.0539	5	0.0971
0.35	3.18	65	11	0.0083	9	0.0478	6	0.1041
0.40	3.24	50	12	0.0095	9	0.0461	7	0.1012
0.45	3.31	39	13	0.0087	10	0.0477	7	0.0954
0.50	3.38	32	14	0.0111	11	0.0537	8	0.1060
0.55	3.46	26	15	0.0083	11	0.0465	9	0.1004
0.60	3.55	22	16	0.0091	12	0.0486	10	0.0940
0.65	3.63	19	16	0.0110	13	0.0457	11	0.1052
0.69	3.71	17	17	0.0097	14	0.0492	11	0.0995
0.76	3.86	14	19	0.0110	14	0.0541	12	0.1037
0.82	4.00	12	19	0.0086	15	0.0534	13	0.0988
0.85	4.09	11	20	0.0112	16	0.0458	13	0.1011
0.89	4.20	10	20	0.0080	17	0.0523	14	0.1019
0.94	4.33	9	21	0.0087	18	0.0478	15	0.0976
1.00	4.50	8	22	0.0098	19	0.0494	16	0.0953
1.07	4.71	7	23	0.0102	20	0.0502	17	0.1014
1.15	5.00	6	25	0.0082	22	0.0459	20	0.0948
1.26	5.40	5	30	0.0104	25	0.0527	22	0.1056
1.41	6.00	4	37	0.0111	33	0.0518	27	0.0946
1.63	7.00	3	50	0.0104	44	0.0532	40	0.1039
2.00	9.00	2	67	0.0093	61	0.0463	58	0.1009

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการศึกษาเมื่อประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสอง

1. ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงไคกำลังสอง จะมีผลต่อขนาดตัวอย่างที่น้อย n ที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้มีขนาดเพิ่มขึ้นแปรผันตามกัน

2. ผลการศึกษาพบว่า ค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α จะมีผลต่อขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α มีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้มีขนาดลดลงแปรผกผันกัน

4.3 ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์

การศึกษาในกรณีนี้ คือ การหาขนาดตัวอย่าง n เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงไวบูลล์ให้มีระดับต่างๆ กันซึ่งในแต่ละระดับของค่าความเบ้และความโด่งจะกำหนดด้วยค่าพารามิเตอร์ λ และ β เป็นค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าความเบ้และความโด่งตามที่ต้องการ โดยขนาดตัวอย่าง n แสดงในตารางจะเป็นขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์

แสดงผลการศึกษาโดยสรุปได้ดังตารางที่ 4.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	β	λ	α					
				0.01		0.05		0.10	
				n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.50	3.03	2.00	2.215	13	0.0102	10	0.0480	7	0.0966
0.60	3.19	2.00	2.047	15	0.0092	11	0.0472	8	0.1044
0.70	3.38	2.00	1.902	16	0.0095	12	0.0538	9	0.0996
0.80	3.61	2.00	1.774	17	0.0098	14	0.0457	11	0.1052
0.90	3.87	2.00	1.662	19	0.0112	15	0.0459	12	0.0995
1.00	4.16	2.00	1.563	20	0.0115	18	0.0541	14	0.1041
1.10	4.49	2.00	1.476	22	0.0117	20	0.0486	16	0.0952
1.20	4.85	2.00	1.398	24	0.0112	21	0.0458	18	0.1060
1.30	5.24	2.00	1.329	29	0.0086	25	0.0465	21	0.1074
1.40	5.67	2.00	1.267	33	0.0097	29	0.0492	24	0.1004
1.50	6.13	2.00	1.211	38	0.0115	33	0.0537	28	0.0995
1.60	6.64	2.00	1.160	42	0.0083	38	0.0486	34	0.1041
1.70	7.16	2.00	1.115	49	0.0095	44	0.0533	40	0.1060
1.80	7.74	2.00	1.073	55	0.0091	50	0.0537	45	0.0954
1.90	8.35	2.00	1.035	59	0.0080	54	0.0478	52	0.1022
2.00	9.00	2.00	1.000	68	0.0112	63	0.0468	56	0.0967

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการศึกษาเมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์

1. ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงไวบูลล์จะมีผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้มีขนาดเพิ่มขึ้นแปรผันตามกัน

2. ผลการศึกษาพบว่า ค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α จะมีผลต่อขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α มีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้มีขนาดลดลงแปรผกผันกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน

การศึกษาในกรณีนี้ คือ การหาขนาดตัวอย่าง n เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงจอห์นสันให้มีระดับต่างๆ กันซึ่งในแต่ละระดับของค่าความเบ้และความโด่งจะกำหนดด้วยค่าพารามิเตอร์ $\alpha_1, \alpha_2, \gamma$ และ β เป็นค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าความเบ้และความโด่งตามที่ต้องการ โดยขนาดตัวอย่าง n ที่แสดงในตารางจะเป็นขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน

แสดงผลการศึกษาโดยสรุปซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. กรณีที่การแจกแจงจอห์นสันมีค่าสัมประสิทธ์ความเบ้ γ_1 เป็นบวก นั่นคือการแจกแจงของประชากรมีลักษณะเบ้ขวา โดยจะแสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.4.1 - 4.4.20

2. กรณีที่การแจกแจงจอห์นสันมีค่าสัมประสิทธ์ความเบ้ γ_1 เป็นลบ นั่นคือการแจกแจงของประชากรมีลักษณะเบ้ซ้าย โดยจะแสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.4.21 - 4.4.40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่ 4.4.1</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.10	3.20	-0.7373	4.7870	2	2	11	0.0083	8	0.0461	3	0.0977
0.10	3.40	-0.3620	3.4350	2	2	11	0.0115	8	0.0508	4	0.1025
0.10	3.60	-0.2435	2.8720	2	2	11	0.0097	9	0.0469	5	0.0966
0.10	3.80	-0.1853	2.5480	2	2	12	0.0108	10	0.0465	6	0.0985
0.10	4.00	-0.1507	2.3330	2	2	12	0.0104	10	0.0476	6	0.0957
0.10	4.20	-0.1276	2.1780	2	2	13	0.0081	11	0.0503	7	0.0986
0.10	4.40	-0.1112	2.0600	2	2	13	0.0085	11	0.0458	7	0.1014
0.10	4.60	-0.0989	1.9660	2	2	14	0.0091	12	0.0505	8	0.0978
0.10	4.80	-0.0893	1.8890	2	2	14	0.0113	12	0.0496	8	0.0948
0.10	5.00	-0.0816	1.8250	2	2	14	0.0096	12	0.0461	9	0.1022
0.10	5.20	-0.0752	1.7700	2	2	15	0.0082	13	0.0509	9	0.0986
0.10	5.40	-0.0700	1.7230	2	2	15	0.0093	13	0.0459	10	0.1014
0.10	5.60	-0.0655	1.6820	2	2	15	0.0108	13	0.0466	10	0.0981
0.10	5.80	-0.0616	1.6450	2	2	16	0.0084	13	0.0491	11	0.0966
0.10	6.00	-0.0583	1.6130	2	2	16	0.0118	14	0.0460	11	0.0944
0.10	6.20	-0.0553	1.5830	2	2	16	0.0102	14	0.0500	11	0.1006
0.10	6.40	-0.0527	1.5570	2	2	16	0.0107	14	0.0467	12	0.1010
0.10	6.60	-0.0504	1.5330	2	2	17	0.0117	15	0.0480	12	0.0948
0.10	6.80	-0.0483	1.5110	2	2	17	0.0087	15	0.0462	12	0.0983
0.10	7.00	-0.0464	1.4910	2	2	18	0.0104	15	0.0484	12	0.1006
0.10	7.20	-0.0447	1.4720	2	2	18	0.0093	16	0.0499	13	0.0965
0.10	7.40	-0.0431	1.4550	2	2	18	0.0114	16	0.0487	13	0.0959
0.10	7.60	-0.0417	1.4380	2	2	19	0.0103	16	0.0480	13	0.0971
0.10	7.80	-0.0404	1.4230	2	2	19	0.0107	16	0.0475	14	0.0989

ตารางที่ 4.4.1 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.10	8.00	-0.0392	1.4090	2	2	19	0.0088	17	0.0489	14	0.0966
0.10	8.20	-0.0380	1.3960	2	2	20	0.0119	17	0.0496	14	0.0992
0.10	8.40	-0.0370	1.3830	2	2	20	0.0096	17	0.0505	14	0.0998
0.10	8.60	-0.0360	1.3720	2	2	21	0.0101	17	0.0486	15	0.1009
0.10	8.80	-0.0351	1.3610	2	2	21	0.0086	18	0.0468	15	0.1006
0.10	9.00	-0.0342	1.3500	2	2	21	0.0116	18	0.0493	15	0.097

ตารางที่ 4.4.2 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.20	3.20	-1.9400	5.3690	2	2	11	0.0095	9	0.0501	7	0.0946
0.20	3.40	-0.8166	3.6070	2	2	11	0.0092	9	0.0470	7	0.0957
0.20	3.60	-0.5260	2.9600	2	2	12	0.0085	9	0.0499	7	0.1001
0.20	3.80	-0.3921	2.6040	2	2	12	0.0112	10	0.0504	8	0.0954
0.20	4.00	-0.3150	2.3720	2	2	13	0.0109	10	0.0475	8	0.1017
0.20	4.20	-0.2647	2.2070	2	2	13	0.0088	10	0.0465	8	0.1007
0.20	4.40	-0.2294	2.0820	2	2	14	0.0081	11	0.0473	8	0.0987
0.20	4.60	-0.2031	1.9840	2	2	14	0.0098	11	0.0506	9	0.1032
0.20	4.80	-0.1823	1.9040	2	2	15	0.0091	12	0.0516	9	0.0955
0.20	5.00	-0.1666	1.8370	2	2	15	0.0117	12	0.0502	10	0.1027
0.20	5.20	-0.1534	1.7810	2	2	16	0.0087	13	0.0489	10	0.0949
0.20	5.40	-0.1424	1.7320	2	2	16	0.0082	13	0.0469	10	0.0943

ตารางที่ 4.4.2 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.01		0.01	
						n	n	n	n	n	n
0.20	5.60	-0.1331	1.6900	2	2	16	0.0118	13	0.0508	10	0.0990
0.20	5.80	-0.1251	1.6530	2	2	16	0.0114	14	0.0466	11	0.0952
0.20	6.00	-0.1182	1.6190	2	2	17	0.0090	14	0.0479	11	0.0958
0.20	6.20	-0.1121	1.5900	2	2	17	0.0109	15	0.0482	11	0.0968
0.20	6.40	-0.1067	1.5630	2	2	17	0.0093	15	0.0477	12	0.1022
0.20	6.60	-0.1020	1.5380	2	2	18	0.0107	15	0.0496	12	0.0984
0.20	6.80	-0.0977	1.5160	2	2	18	0.0111	16	0.0480	12	0.1053
0.20	7.00	-0.0938	1.4950	2	2	19	0.0099	16	0.0494	12	0.0965
0.20	7.20	-0.0903	1.4760	2	2	19	0.0083	16	0.0506	13	0.1023
0.20	7.40	-0.0871	1.4580	2	2	19	0.0106	17	0.0482	13	0.1008
0.20	7.60	-0.0842	1.4420	2	2	20	0.0114	17	0.0516	13	0.1022
0.20	7.80	-0.0815	1.4270	2	2	20	0.0110	17	0.0486	14	0.0997
0.20	8.00	-0.0790	1.4200	2	2	20	0.0117	17	0.0490	14	0.1053
0.20	8.20	-0.0767	1.3990	2	2	21	0.0084	18	0.0536	14	0.0979
0.20	8.40	-0.0745	1.3860	2	2	21	0.0113	18	0.0487	15	0.0969
0.20	8.60	-0.0725	1.3740	2	2	22	0.0094	18	0.0458	15	0.0990
0.20	8.80	-0.0707	1.3630	2	2	22	0.0111	19	0.0486	15	0.1025
0.20	9.00	-0.0689	1.3520	2	2	22	0.0108	19	0.0539	15	0.0973

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่ 4.4.3</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.30	3.20	-6.3890	7.2040	2	2	12	0.0115	10	0.0473	8	0.0955
0.30	3.40	-1.5690	3.9790	2	2	12	0.0097	10	0.0537	8	0.0971
0.30	3.60	-0.9115	3.1320	2	2	13	0.0088	10	0.0459	8	0.0988
0.30	3.80	-0.6515	2.7070	2	2	13	0.0094	11	0.0508	8	0.0992
0.30	4.00	-0.5113	2.4420	2	2	13	0.0117	11	0.0462	9	0.0943
0.30	4.20	-0.4234	2.2580	2	2	14	0.0090	11	0.0539	9	0.1022
0.30	4.40	-0.3632	2.1220	2	2	14	0.0087	11	0.0484	10	0.0984
0.30	4.60	-0.3192	2.0160	2	2	15	0.0084	12	0.0498	10	0.1006
0.30	4.80	-0.2857	1.9300	2	2	15	0.0103	12	0.0506	10	0.0952
0.30	5.00	-0.2592	1.8600	2	2	16	0.0089	13	0.0480	11	0.0949
0.30	5.20	-0.2378	1.8000	2	2	16	0.0082	13	0.0516	11	0.0988
0.30	5.40	-0.2201	1.7490	2	2	16	0.0099	14	0.0495	11	0.1016
0.30	5.60	-0.2052	1.7050	2	2	17	0.0116	14	0.0461	12	0.0962
0.30	5.80	-0.1925	1.6660	2	2	17	0.0094	14	0.0537	12	0.1022
0.30	6.00	-0.1815	1.6310	2	2	18	0.0108	15	0.0464	12	0.1054
0.30	6.20	-0.1719	1.6000	2	2	18	0.0117	15	0.0495	12	0.0950
0.30	6.40	-0.1635	1.5720	2	2	18	0.0101	16	0.0472	13	0.1044
0.30	6.60	-0.1560	1.5470	2	2	19	0.0116	16	0.0480	13	0.1030
0.30	6.80	-0.1492	1.5240	2	2	19	0.0082	16	0.0511	13	0.1006
0.30	7.00	-0.1432	1.5020	2	2	20	0.0117	16	0.0470	14	0.1032
0.30	7.20	-0.1377	1.4830	2	2	20	0.0085	17	0.0463	14	0.0966
0.30	7.40	-0.1327	1.4650	2	2	20	0.0106	17	0.0508	14	0.0983
0.30	7.60	-0.1282	1.4480	2	2	21	0.0100	18	0.0477	14	0.1005
0.30	7.80	-0.1240	1.4320	2	2	21	0.0113	18	0.0484	15	0.0950

<u>ตารางที่ 4.4.3</u> (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.30	8.00	-0.1201	1.4180	2	2	21	0.0097	18	0.0522	15	0.1054
0.30	8.20	-0.1165	1.4040	2	2	22	0.0089	19	0.0471	15	0.0976
0.30	8.40	-0.1132	1.3910	2	2	22	0.0086	19	0.0479	15	0.1002
0.30	8.60	-0.1101	1.3790	2	2	22	0.0101	19	0.0515	16	0.1013
0.30	8.80	-0.1073	1.3670	2	2	23	0.0118	20	0.0507	16	0.0963
0.30	9.00	-0.1046	1.3560	2	2	23	0.0105	20	0.0487	16	0.0978

<u>ตารางที่ 4.4.4</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.40 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.40	3.40	-3.4840	4.8130	2	2	13	0.0086	10	0.0531	8	0.0962
0.40	3.60	-1.5650	3.4480	2	2	13	0.0117	11	0.0484	8	0.0998
0.40	3.80	-1.0280	2.8820	2	2	14	0.0103	11	0.0518	9	0.1011
0.40	4.00	- 0.7733	2.5570	2	2	14	0.0082	12	0.0461	9	0.0944
0.40	4.20	-0.6243	2.3400	2	2	15	0.0109	12	0.0515	10	0.0970
0.40	4.40	-0.5265	2.1840	2	2	15	0.0105	12	0.0509	10	0.0966
0.40	4.60	-0.4564	2.0650	2	2	16	0.0088	13	0.0465	11	0.0951
0.40	4.80	-0.4048	1.9700	2	2	16	0.0103	13	0.0500	11	0.0998
0.40	5.00	-0.3648	1.8930	2	2	17	0.0084	14	0.0463	11	0.1036
0.40	5.20	-0.3328	1.8290	2	2	17	0.0105	14	0.0459	12	0.0954
0.40	5.40	-0.3066	1.7740	2	2	17	0.0082	15	0.0474	12	0.0948
0.40	5.60	-0.2848	1.7260	2	2	18	0.0087	15	0.0515	12	0.1028

ตารางที่ 4.4.4 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.40	5.80	-0.2663	1.6850	2	2	18	0.0091	15	0.0475	13	0.0985
0.40	6.00	-0.2504	1.6480	2	2	19	0.0087	16	0.0521	13	0.1055
0.40	6.20	-0.2366	1.6150	2	2	19	0.0108	16	0.0499	13	0.1008
0.40	6.40	-0.2245	1.5860	2	2	19	0.0102	17	0.0479	13	0.0949
0.40	6.60	-0.2138	1.5600	2	2	19	0.0116	17	0.0463	14	0.1044
0.40	6.80	-0.2043	1.5350	2	2	20	0.0099	17	0.0500	14	0.0966
0.40	7.00	-0.1957	1.5130	2	2	20	0.0104	18	0.0495	14	0.0994
0.40	7.20	-0.1880	1.4930	2	2	21	0.0108	18	0.0466	14	0.1055
0.40	7.40	-0.1810	1.4740	2	2	21	0.0090	18	0.0518	14	0.0948
0.40	7.60	-0.1746	1.4570	2	2	22	0.0092	19	0.0507	15	0.0976
0.40	7.80	-0.1687	1.4400	2	2	22	0.0118	19	0.0474	15	0.1025
0.40	8.00	-0.1633	1.4250	2	2	22	0.0101	19	0.0514	15	0.1014
0.40	8.20	-0.1583	1.4110	2	2	22	0.0099	20	0.0485	15	0.0958
0.40	8.40	-0.1537	1.3980	2	2	23	0.0108	20	0.0540	16	0.1015
0.40	8.60	-0.1494	1.3850	2	2	23	0.0119	20	0.0526	16	0.1025
0.40	8.80	-0.1454	1.3730	2	2	24	0.0089	20	0.0488	16	0.0969
0.40	9.00	-0.1417	1.3620	2	2	24	0.0115	21	0.0537	17	0.1007
0.40	9.20	-0.1382	1.3520	2	2	24	0.0101	21	0.0493	17	0.0984
0.40	9.40	-0.1349	1.3420	2	2	24	0.0108	21	0.0479	17	0.0958

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.5 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.60 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.50	3.60	-3.1570	4.0870	2	2	14	0.0084	12	0.0535	9	0.0976
0.50	3.80	-1.6870	3.1840	2	2	15	0.0102	12	0.0499	10	0.0953
0.50	4.00	-1.1690	2.7390	2	2	15	0.0119	12	0.0484	10	0.1014
0.50	4.20	-0.9031	2.4650	2	2	16	0.0112	13	0.0540	11	0.0948
0.50	4.40	-0.7407	2.2760	2	2	16	0.0082	13	0.0496	11	0.1056
0.50	4.60	-0.6311	2.1360	2	2	17	0.0092	14	0.0474	11	0.0946
0.50	4.80	-0.5520	2.0280	2	2	17	0.0102	14	0.0515	12	0.1039
0.50	5.00	-0.4922	1.9410	2	2	18	0.0098	14	0.0465	12	0.1009
0.50	5.20	-0.4453	1.8690	2	2	18	0.0116	15	0.0503	12	0.0990
0.50	5.40	-0.4076	1.8080	2	2	18	0.0110	15	0.0459	13	0.0945
0.50	5.60	-0.3765	1.7560	2	2	19	0.0094	16	0.0538	13	0.1048
0.50	5.80	-0.3504	1.7110	2	2	19	0.0081	16	0.0498	13	0.0952
0.50	6.00	-0.3278	1.6720	2	2	20	0.0090	17	0.0522	14	0.1007
0.50	6.20	-0.3088	1.6360	2	2	20	0.0118	17	0.0492	14	0.1008
0.50	6.40	-0.2921	1.6050	2	2	20	0.0116	17	0.0500	14	0.0980
0.50	6.60	-0.2775	1.5770	2	2	20	0.0094	18	0.0462	14	0.1015
0.50	6.80	-0.2646	1.5510	2	2	21	0.0083	18	0.0526	14	0.1048
0.50	7.00	-0.2530	1.5280	2	2	21	0.0099	18	0.0496	15	0.0984
0.50	7.20	-0.2426	1.5060	2	2	21	0.0116	19	0.0462	15	0.0957
0.50	7.40	-0.2331	1.4870	2	2	22	0.0096	19	0.0506	15	0.1056
0.50	7.60	-0.2246	1.4680	2	2	22	0.0086	20	0.0459	16	0.0990
0.50	7.80	-0.2167	1.4510	2	2	22	0.0095	20	0.0480	16	0.1015
0.50	8.00	-0.2095	1.4350	2	2	22	0.0096	20	0.0536	16	0.0967
0.50	8.20	-0.2029	1.4210	2	2	22	0.0087	20	0.0462	16	0.1053

<u>ตารางที่ 4.4.5</u> (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.50	8.40	-0.1968	1.4070	2	2	22	0.0090	21	0.0471	16	0.0975
0.50	8.60	-0.1912	1.3940	2	2	23	0.0106	21	0.0522	17	0.0995
0.50	8.80	-0.1859	1.3810	2	2	23	0.0082	21	0.0468	17	0.1036
0.50	9.00	-0.1810	1.3700	2	2	24	0.0091	22	0.0529	17	0.0980
0.50	9.20	-0.1764	1.3590	2	2	24	0.0088	22	0.0518	18	0.0992
0.50	9.40	-0.1721	1.3480	2	2	24	0.0113	22	0.0487	18	0.1024

<u>ตารางที่ 4.4.6</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.80 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.60	3.80	-3.3830	3.7760	2	2	16	0.0092	12	0.0482	10	0.0947
0.60	4.00	-1.9060	3.0490	2	2	16	0.0103	13	0.0471	11	0.1015
0.60	4.20	-1.3490	2.6620	2	2	17	0.0100	13	0.0502	11	0.0972
0.60	4.40	-1.0540	2.4140	2	2	17	0.0085	14	0.0512	12	0.0991
0.60	4.60	-0.8705	2.2400	2	2	18	0.0106	14	0.0458	12	0.1044
0.60	4.80	-0.7451	2.1090	2	2	18	0.0087	15	0.0497	13	0.0998
0.60	5.00	-0.6539	2.0070	2	2	18	0.0102	15	0.0511	13	0.0954
0.60	5.20	-0.5845	1.9240	2	2	19	0.0083	16	0.0474	13	0.1022
0.60	5.40	-0.5298	1.8550	2	2	19	0.0110	16	0.0529	14	0.0972
0.60	5.60	-0.4856	1.7960	2	2	19	0.0109	16	0.0536	14	0.0970
0.60	5.80	-0.4491	1.7460	2	2	20	0.0100	17	0.046	14	0.1004
0.60	6.00	-0.4184	1.7030	2	2	20	0.0085	17	0.0506	14	0.0944

ตารางที่ 4.4.6 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.60	6.20	-0.3923	1.6640	2	2	21	0.0098	18	0.0482	14	0.0956
0.60	6.40	-0.3697	1.6300	2	2	21	0.0107	18	0.0527	15	0.1003
0.60	6.60	-0.3500	1.5990	2	2	21	0.0081	19	0.0532	15	0.1016
0.60	6.80	-0.3326	1.5720	2	2	22	0.0084	19	0.0475	15	0.1038
0.60	7.00	-0.3172	1.5470	2	2	22	0.0114	19	0.0538	16	0.1024
0.60	7.20	-0.3034	1.5240	2	2	22	0.0090	19	0.0540	16	0.0970
0.60	7.40	-0.2907	1.5030	2	2	23	0.0088	20	0.0478	16	0.1016
0.60	7.60	-0.2795	1.4830	2	2	23	0.0094	20	0.0509	16	0.0976
0.60	7.80	-0.2692	1.4650	2	2	23	0.0084	21	0.0494	17	0.0988
0.60	8.00	-0.2599	1.4480	2	2	24	0.0082	21	0.0524	17	0.1004
0.60	8.20	-0.2514	1.4330	2	2	24	0.0106	21	0.0540	17	0.0944
0.60	8.40	-0.2435	1.4180	2	2	24	0.0084	22	0.0466	18	0.0962
0.60	8.60	-0.2362	1.4050	2	2	25	0.0114	22	0.0512	18	0.1015
0.60	8.80	-0.2294	1.3920	2	2	25	0.0108	22	0.0488	19	0.0976
0.60	9.00	-0.2231	1.3800	2	2	26	0.0100	23	0.0536	19	0.1055
0.60	9.20	-0.2172	1.3680	2	2	26	0.0088	23	0.0469	19	0.1016
0.60	9.40	-0.2117	1.3570	2	2	26	0.0095	23	0.0520	19	0.0961

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.7 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.70	4.00	-4.1040	3.6590	2	2	17	0.0087	14	0.0529	12	0.0974
0.70	4.20	-2.2540	2.9960	2	2	17	0.0098	14	0.0517	12	0.0951
0.70	4.40	-1.5890	2.6310	2	2	18	0.0102	15	0.0498	12	0.1006
0.70	4.60	-1.2400	2.3950	2	2	18	0.0082	15	0.0525	13	0.1048
0.70	4.80	-1.0240	2.2260	2	2	19	0.0104	16	0.0486	13	0.0942
0.70	5.00	-0.8761	2.0990	2	2	19	0.0111	16	0.0464	14	0.1011
0.70	5.20	-0.7687	1.9990	2	2	20	0.0104	17	0.0537	14	0.0985
0.70	5.40	-0.6869	1.9180	2	2	20	0.0093	17	0.0492	14	0.1040
0.70	5.60	-0.6226	1.8500	2	2	20	0.0088	17	0.0504	14	0.098
0.70	5.80	-0.5706	1.7930	2	2	21	0.0083	18	0.0473	15	0.1036
0.70	6.00	-0.5276	1.7430	2	2	21	0.0091	18	0.0527	15	0.0986
0.70	6.20	-0.4915	1.7000	2	2	22	0.0108	19	0.0492	15	0.1054
0.70	6.40	-0.4607	1.6620	2	2	22	0.0114	19	0.0501	15	0.1013
0.70	6.60	-0.4341	1.6280	2	2	22	0.0111	20	0.0459	16	0.0945
0.70	6.80	-0.4109	1.5980	2	2	23	0.0103	20	0.0536	16	0.098
0.70	7.00	-0.3905	1.5710	2	2	23	0.0098	20	0.054	16	0.1028
0.70	7.20	-0.3723	1.5460	2	2	23	0.0105	20	0.0521	17	0.0963
0.70	7.40	-0.3561	1.5230	2	2	24	0.0110	21	0.0471	17	0.0992
0.70	7.60	-0.3415	1.5020	2	2	24	0.0115	21	0.0458	17	0.1054
0.70	7.80	-0.3283	1.4830	2	2	24	0.0088	22	0.0533	18	0.0964
0.70	8.00	-0.3163	1.4650	2	2	25	0.0084	22	0.0521	18	0.0969
0.70	8.20	-0.3053	1.4480	2	2	25	0.0113	22	0.0466	18	0.1032
0.70	8.40	-0.2952	1.4330	2	2	25	0.0115	23	0.0513	18	0.1048
0.70	8.60	-0.2859	1.4180	2	2	26	0.0098	23	0.0459	18	0.1022

ตารางที่ 4.4.7 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.70	8.80	-0.2770	1.4040	2	2	26	0.0118	23	0.0532	19	0.0977
0.70	9.00	-0.2691	1.3920	2	2	26	0.0104	24	0.0477	19	0.1005
0.70	9.20	-0.2617	1.3790	2	2	27	0.0081	24	0.0466	19	0.0965
0.70	9.40	-0.2548	1.3680	2	2	27	0.0111	24	0.0530	19	0.1048
0.70	9.60	-0.2483	1.3570	2	2	28	0.0110	24	0.0480	20	0.0964
0.70	9.80	-0.2422	1.3470	2	2	28	0.0105	25	0.0495	20	0.1004
0.70	10.00	-0.2365	1.3370	2	2	28	0.0969	25	0.0084	20	0.1028

ตารางที่ 4.4.8 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.80	4.60	-1.9310	2.6410	2	2	19	0.0092	16	0.0478	14	0.0984
0.80	4.80	-1.4850	2.4030	2	2	20	0.0115	17	0.0494	14	0.1022
0.80	5.00	-1.2150	2.2340	2	2	20	0.0108	17	0.0502	15	0.0944
0.80	5.20	-1.0340	2.1050	2	2	21	0.0088	18	0.0459	15	0.1033
0.80	5.40	-0.9039	2.0050	2	2	21	0.0102	18	0.0527	15	0.0945
0.80	5.60	-0.8055	1.9230	2	2	21	0.0112	18	0.0518	16	0.1007
0.80	5.80	-0.7284	1.8550	2	2	21	0.0096	19	0.0532	16	0.0968
0.80	6.00	-0.6663	1.7970	2	2	22	0.0093	19	0.0463	16	0.1006
0.80	6.20	-0.6152	1.7470	2	2	22	0.0110	20	0.0471	16	0.0954
0.80	6.40	-0.5724	1.7040	2	2	23	0.0088	20	0.0492	17	0.0980
0.80	6.60	-0.5359	1.6660	2	2	23	0.0119	21	0.0507	17	0.1036

ตารางที่ 4.4.8 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.80	6.80	-0.5045	1.6320	2	2	24	0.0115	21	0.046	17	0.0972
0.80	7.00	-0.4772	1.6010	2	2	24	0.0087	21	0.0539	18	0.1056
0.80	7.20	-0.4531	1.5730	2	2	24	0.0105	21	0.0502	18	0.0989
0.80	7.40	-0.4318	1.5480	2	2	25	0.0094	22	0.0522	18	0.0943
0.80	7.60	-0.4127	1.5250	2	2	25	0.0110	22	0.0488	18	0.1010
0.80	7.80	-0.3956	1.5040	2	2	25	0.0101	23	0.0540	19	0.1056
0.80	8.00	-0.3801	1.4850	2	2	25	0.0115	23	0.0535	19	0.0965
0.80	8.20	-0.3660	1.4670	2	2	26	0.0081	23	0.0485	19	0.1018
0.80	8.40	-0.3531	1.4500	2	2	26	0.0118	23	0.0489	20	0.1005
0.80	8.60	-0.3413	1.4350	2	2	27	0.0101	24	0.0524	20	0.1048
0.80	8.80	-0.3305	1.4200	2	2	27	0.0090	24	0.0511	20	0.0954
0.80	9.00	-0.3204	1.4060	2	2	27	0.0117	25	0.0477	20	0.1054
0.80	9.20	-0.3111	1.3930	2	2	28	0.0082	25	0.0464	21	0.1045
0.80	9.40	-0.3025	1.3810	2	2	28	0.0090	25	0.0506	21	0.0988
0.80	9.60	-0.2944	1.3700	2	2	29	0.0086	26	0.0498	22	0.1003
0.80	9.80	-0.2868	1.3590	2	2	29	0.0118	26	0.0514	22	0.1026
0.80	10.00	-0.2798	1.3490	2	2	29	0.0094	26	0.0529	22	0.0995

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.9 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.90$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.90	4.60	-4.0290	3.0930	2	2	20	0.0118	17	0.0524	15	0.1028
0.90	4.80	-2.4730	2.6940	2	2	21	0.0109	17	0.0519	15	0.0978
0.90	5.00	-1.8320	2.4410	2	2	21	0.0096	18	0.0487	15	0.1050
0.90	5.20	-1.4700	2.2620	2	2	22	0.0087	18	0.0499	16	0.0966
0.90	5.40	-1.2360	2.1280	2	2	22	0.0102	19	0.0503	16	0.1033
0.90	5.60	-1.0710	2.0230	2	2	22	0.0113	19	0.0532	16	0.0955
0.90	5.80	-0.9485	1.9390	2	2	22	0.0105	20	0.0466	16	0.0944
0.90	6.00	-0.8536	1.8680	2	2	23	0.0086	20	0.0475	17	0.1050
0.90	6.20	-0.7780	1.8090	2	2	23	0.0092	21	0.053	17	0.1008
0.90	6.40	-0.7161	1.7580	2	2	24	0.0116	21	0.0511	18	0.0998
0.90	6.60	-0.6646	1.7130	2	2	24	0.0108	22	0.0458	18	0.1044
0.90	6.80	-0.6209	1.6740	2	2	25	0.0090	22	0.0508	18	0.0949
0.90	7.00	-0.5835	1.6390	2	2	25	0.0084	22	0.0520	18	0.1020
0.90	7.20	-0.5509	1.6080	2	2	25	0.0095	22	0.0535	19	0.1042
0.90	7.40	-0.5224	1.5800	2	2	26	0.0087	23	0.0524	19	0.0978
0.90	7.60	-0.4972	1.5550	2	2	26	0.0115	23	0.0477	19	0.1024
0.90	7.80	-0.4747	1.5310	2	2	26	0.0092	24	0.0458	20	0.0955
0.90	8.00	-0.4546	1.5100	2	2	26	0.0098	24	0.0482	20	0.1020
0.90	8.20	-0.4364	1.4900	2	2	27	0.0088	24	0.0520	20	0.1036
0.90	8.40	-0.4199	1.4720	2	2	27	0.0118	24	0.0461	21	0.0962
0.90	8.60	-0.4048	1.4550	2	2	28	0.0111	25	0.0538	21	0.0996
0.90	8.80	-0.3910	1.4390	2	2	28	0.0097	25	0.0477	21	0.0955
0.90	9.00	-0.3783	1.4240	2	2	28	0.0086	26	0.0495	21	0.1057
0.90	9.20	-0.3666	1.4100	2	2	29	0.0118	26	0.0478	22	0.1020

ตารางที่ 4.4.9 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.90	9.40	-0.3558	1.3970	2	2	29	0.0088	26	0.0458	22	0.1043
0.90	9.60	-0.3457	1.3850	2	2	30	0.0113	26	0.0540	22	0.0985
0.90	9.80	-0.3363	1.3730	2	2	30	0.0119	27	0.0508	22	0.1048
0.90	10.00	-0.3275	1.3620	2	2	30	0.0094	27	0.0515	23	0.1038

ตารางที่ 4.4.10 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.00$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.00	5.00	-3.5380	2.7990	2	2	22	0.0113	20	0.0536	17	0.1022
1.00	5.20	-2.3860	2.5120	2	2	22	0.0090	20	0.0502	17	0.0983
1.00	5.40	-1.8390	2.3150	2	2	22	0.0087	20	0.0517	17	0.0944
1.00	5.60	-1.5100	2.1700	2	2	23	0.0106	20	0.0495	18	0.1008
1.00	5.80	-1.2890	2.0570	2	2	23	0.0086	21	0.0488	18	0.0956
1.00	6.00	-1.1290	1.9670	2	2	24	0.0118	21	0.0459	18	0.1022
1.00	6.20	-1.0080	1.8920	2	2	24	0.0109	22	0.0528	19	0.0948
1.00	6.40	-0.9132	1.8300	2	2	25	0.0118	22	0.0480	19	0.0996
1.00	6.60	-0.8364	1.7760	2	2	25	0.0084	22	0.0477	19	0.0972
1.00	6.80	-0.7730	1.7300	2	2	26	0.0095	23	0.0537	19	0.1000
1.00	7.00	-0.7198	1.6890	2	2	26	0.0092	23	0.0488	19	0.0962
1.00	7.20	-0.6744	1.6530	2	2	26	0.0118	23	0.0464	20	0.1024
1.00	7.40	-0.6352	1.6200	2	2	26	0.0111	24	0.0495	20	0.1047
1.00	7.60	-0.6010	1.5910	2	2	27	0.0084	24	0.0522	20	0.0966

<u>ตารางที่ 4.4.10</u> (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
1.00	7.80	-0.5709	1.5650	2	2	27	0.0108	25	0.0466	20	0.1012
1.00	8.00	-0.5442	1.5410	2	2	27	0.0119	25	0.0466	21	0.1057
1.00	8.20	-0.5092	1.5190	2	2	27	0.0096	25	0.0525	21	0.1034
1.00	8.40	-0.4888	1.4980	2	2	28	0.0086	26	0.0525	22	0.0977
1.00	8.60	-0.4702	1.4790	2	2	28	0.0113	26	0.0472	22	0.1045
1.00	8.80	-0.4533	1.4620	2	2	29	0.0100	26	0.0466	22	0.0958
1.00	9.00	-0.4454	1.4540	2	2	29	0.0098	27	0.0516	23	0.1024
1.00	9.20	-0.4305	1.4460	2	2	30	0.0094	27	0.0491	23	0.1055
1.00	9.40	-0.4169	1.4310	2	2	30	0.0082	27	0.0472	23	0.0996
1.00	9.60	-0.4042	1.4160	2	2	30	0.0116	28	0.0541	23	0.0956
1.00	9.80	-0.3925	1.4030	2	2	31	0.0106	28	0.0488	24	0.1045
1.00	10.00	-0.3800	1.3790	2	2	31	0.0113	28	0.0534	24	0.1016

<u>ตารางที่ 4.4.11</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.40 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.10	5.40	-3.5430	2.6320	2	2	23	0.0091	21	0.0472	19	0.0946
1.10	5.60	-2.4510	2.4000	2	2	23	0.0118	21	0.0497	19	0.0965
1.10	5.80	-1.9210	2.2340	2	2	24	0.0086	22	0.0508	19	0.0970
1.10	6.00	-1.5960	2.1090	2	2	24	0.009	22	0.0515	20	0.0943
1.10	6.20	-1.3730	2.0090	2	2	25	0.0100	23	0.0477	20	0.0987
1.10	6.40	-1.2100	1.9280	2	2	25	0.0081	23	0.0459	20	0.0992

ตารางที่ 4.4.11 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.10	6.60	-1.0850	1.8600	2	2	26	0.0100	23	0.0472	20	0.1008
1.10	6.80	-0.9857	1.8030	2	2	26	0.0082	24	0.0482	21	0.0970
1.10	7.00	-0.9053	1.7530	2	2	27	0.0095	24	0.0491	21	0.0955
1.10	7.20	-0.8386	1.7100	2	2	27	0.0088	25	0.0458	21	0.1024
1.10	7.40	-0.7823	1.6710	2	2	27	0.0097	25	0.0537	22	0.0960
1.10	7.60	-0.7342	1.6370	2	2	28	0.0114	26	0.0477	22	0.1032
1.10	7.80	-0.6924	1.6070	2	2	28	0.0101	26	0.0465	22	0.1028
1.10	8.00	-0.6559	1.5790	2	2	28	0.0114	26	0.0522	23	0.0944
1.10	8.20	-0.6237	1.5540	2	2	28	0.0116	27	0.0468	23	0.0966
1.10	8.40	-0.5950	1.5310	2	2	29	0.0084	27	0.0541	23	0.1032
1.10	8.60	-0.5693	1.5100	2	2	29	0.0096	27	0.0508	24	0.0992
1.10	8.80	-0.5461	1.4900	2	2	30	0.0107	28	0.0479	24	0.1008
1.10	9.00	-0.5251	1.4720	2	2	30	0.0099	28	0.0522	24	0.1055
1.10	9.20	-0.5060	1.4550	2	2	31	0.0105	29	0.0462	25	0.0957
1.10	9.40	-0.4885	1.4400	2	2	31	0.0096	29	0.0485	25	0.0974
1.10	9.60	-0.4724	1.4250	2	2	31	0.0110	29	0.0503	25	0.1052
1.10	9.80	-0.4576	1.4110	2	2	32	0.0107	30	0.0541	25	0.0988
1.10	10.00	-0.4438	1.3980	2	2	32	0.0115	30	0.0480	25	0.1014
1.10	10.20	-0.4311	1.3860	2	2	33	0.0085	31	0.0511	26	0.1032
1.10	10.40	-0.4192	1.3740	2	2	33	0.0099	31	0.0530	26	0.0962
1.10	10.60	-0.4082	1.3630	2	2	33	0.0119	31	0.0488	27	0.1002
1.10	10.80	-0.3978	1.3530	2	2	34	0.0104	32	0.0494	27	0.1048
1.10	11.00	-0.3881	1.3430	2	2	34	0.0113	32	0.0506	27	0.0982
1.10	11.20	-0.3789	1.3340	2	2	35	0.0089	32	0.0474	28	0.0951
1.10	11.40	-0.3703	1.3250	2	2	35	0.0085	32	0.0541	28	0.1024
1.10	11.60	-0.4082	1.3630	2	2	35	0.0101	33	0.0522	29	0.1052
1.10	11.80	-0.3978	1.3530	2	2	36	0.0096	33	0.0530	29	0.1032
1.10	12.00	-0.3881	1.3430	2	2	36	0.0107	33	0.0474	29	0.0951

ตารางที่ 4.4.12 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.80 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.20	5.80	-3.8860	2.5300	2	2	27	0.0083	25	0.0477	21	0.0954
1.20	6.00	-2.6540	2.3310	2	2	27	0.0092	25	0.0508	21	0.0985
1.20	6.20	-2.0790	2.1840	2	2	28	0.0114	25	0.0463	22	0.0968
1.20	6.40	-1.7290	2.0700	2	2	28	0.0085	26	0.0459	22	0.1022
1.20	6.60	-1.4900	1.9780	2	2	28	0.0100	26	0.0476	22	0.0992
1.20	6.80	-1.3150	1.9030	2	2	29	0.0087	27	0.0463	23	0.0945
1.20	7.00	-1.1800	1.8400	2	2	29	0.0093	27	0.0528	23	0.0968
1.20	7.20	-1.0740	1.7850	2	2	30	0.0111	27	0.0538	23	0.1028
1.20	7.40	-0.9871	1.7380	2	2	30	0.0106	28	0.0485	23	0.0992
1.20	7.60	-0.9151	1.6970	2	2	30	0.0118	28	0.0538	24	0.0958
1.20	7.80	-0.8542	1.6600	2	2	31	0.0098	29	0.0462	24	0.1056
1.20	8.00	-0.8020	1.6280	2	2	31	0.0082	29	0.0504	25	0.1006
1.20	8.20	-0.7568	1.5980	2	2	31	0.0109	29	0.0470	25	0.0978
1.20	8.40	-0.7172	1.5710	2	2	31	0.0114	29	0.0521	25	0.1028
1.20	8.60	-0.6822	1.5470	2	2	32	0.0102	30	0.0486	26	0.1045
1.20	8.80	-0.6510	1.5250	2	2	32	0.0090	30	0.0479	26	0.0942
1.20	9.00	-0.6230	1.5040	2	2	33	0.0086	31	0.0504	27	0.0973
1.20	9.20	-0.5978	1.4850	2	2	33	0.0090	31	0.0496	27	0.1056
1.20	9.40	-0.5749	1.4680	2	2	33	0.0112	31	0.0502	27	0.0988
1.20	9.60	-0.5540	1.4510	2	2	34	0.0103	31	0.0466	27	0.1028
1.20	9.80	-0.5349	1.4360	2	2	34	0.0107	32	0.0482	28	0.0962
1.20	10.00	-0.5174	1.4210	2	2	34	0.0094	32	0.0530	28	0.1014
1.20	10.20	-0.5012	1.4080	2	2	35	0.0108	32	0.0518	29	0.1054
1.20	10.40	-0.4862	1.3950	2	2	35	0.0114	33	0.0473	29	0.0949

ตารางที่ 4.4.12 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
1.20	10.60	-0.4723	1.3830	2	2	36	0.0104	33	0.0491	29	0.0970
1.20	10.80	-0.4593	1.3720	2	2	36	0.0100	33	0.0504	30	0.0995
1.20	11.00	-0.4472	1.3610	2	2	36	0.009	34	0.0525	30	0.0964
1.20	11.20	-0.4358	1.3510	2	2	37	0.0117	34	0.0466	30	0.1003
1.20	11.40	-0.4252	1.3410	2	2	37	0.0114	35	0.0502	30	0.1036
1.20	11.60	-0.4250	1.3310	2	2	38	0.0107	35	0.0484	31	0.0955
1.20	11.80	-0.4238	1.3200	2	2	38	0.0118	35	0.0538	31	0.1054
1.20	12.00	-0.4224	1.3120	2	2	38	0.0114	35	0.0473	31	0.0988

ตารางที่ 4.4.13 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 6.20 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.30	6.20	-5.1100	2.4760	2	2	30	0.0115	28	0.0488	24	0.0973
1.30	6.40	-3.0540	2.2940	2	2	30	0.0109	28	0.0525	24	0.1008
1.30	6.60	-2.3350	2.1560	2	2	30	0.0086	28	0.0494	25	0.0954
1.30	6.80	-1.9240	2.0490	2	2	31	0.0099	29	0.0472	25	0.1024
1.30	7.00	-1.6500	1.9620	2	2	31	0.0119	29	0.0542	25	0.0985
1.30	7.20	-1.4520	1.8900	2	2	32	0.0103	30	0.0513	26	0.0949
1.30	7.40	-1.3010	1.8290	2	2	32	0.0098	30	0.0498	26	0.1005
1.30	7.60	-1.1820	1.7760	2	2	32	0.0112	31	0.0467	26	0.0962
1.30	7.80	-1.0860	1.7310	2	2	32	0.0106	31	0.0520	27	0.1008
1.30	8.00	-1.0060	1.6910	2	2	33	0.0093	31	0.0488	27	0.1022

ตารางที่ 4.4.13 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
1.30	8.20	-0.9382	1.6550	2	2	33	0.0100	31	0.0510	28	0.0958
1.30	8.40	-0.8805	1.6230	2	2	34	0.0117	32	0.0538	28	0.1024
1.30	8.60	-0.8304	1.5940	2	2	34	0.0108	32	0.0466	28	0.0978
1.30	8.80	-0.7866	1.5680	2	2	35	0.0097	32	0.0514	29	0.1005
1.30	9.00	-0.7480	1.5440	2	2	35	0.0090	33	0.0476	29	0.1008
1.30	9.20	-0.7136	1.5220	2	2	35	0.0111	33	0.0488	29	0.0947
1.30	9.40	-0.6827	1.5020	2	2	36	0.0102	34	0.0528	30	0.0975
1.30	9.60	-0.6549	1.4830	2	2	36	0.0110	34	0.0496	30	0.0993
1.30	9.80	-0.6297	1.4660	2	2	36	0.0096	34	0.0458	30	0.1000
1.30	10.00	-0.6067	1.4500	2	2	37	0.0104	35	0.0500	30	0.0955
1.30	10.20	-0.5857	1.4340	2	2	37	0.0116	35	0.0466	31	0.1020
1.30	10.40	-0.5664	1.4200	2	2	38	0.0086	35	0.0475	31	0.0984
1.30	10.60	-0.5485	1.4070	2	2	38	0.0094	35	0.0534	31	0.0996
1.30	10.80	-0.5320	1.3940	2	2	39	0.0082	36	0.0516	32	0.1003
1.30	11.00	-0.5167	1.3820	2	2	39	0.0105	36	0.0492	32	0.0943
1.30	11.20	-0.5025	1.3710	2	2	40	0.0114	36	0.0500	32	0.0975
1.30	11.40	-0.4891	1.3600	2	2	40	0.0086	37	0.0484	32	0.0966
1.30	11.60	-0.4725	1.3520	2	2	41	0.0101	37	0.0522	33	0.1018
1.30	11.80	-0.4653	1.3430	2	2	41	0.0092	38	0.0466	33	0.0998
1.30	12.00	-0.4541	1.3310	2	2	41	0.0107	38	0.0475	34	0.0964

ตารางที่ 4.4.14 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 6.80 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.40	6.80	-3.9290	2.2810	2	2	35	0.0116	32	0.0520	27	0.0955
1.40	7.00	-2.7680	2.1480	2	2	35	0.0103	32	0.0514	27	0.0979
1.40	7.20	-2.2170	2.0430	2	2	35	0.0099	32	0.0498	28	0.0998
1.40	7.40	-1.8750	1.9580	2	2	36	0.0111	33	0.0503	28	0.0944
1.40	7.60	-1.6360	1.8870	2	2	36	0.0106	33	0.0472	29	0.1005
1.40	7.80	-1.4570	1.8270	2	2	37	0.0097	34	0.0516	29	0.0975
1.40	8.00	-1.3190	1.7750	2	2	37	0.0117	34	0.0475	30	0.0964
1.40	8.20	-1.2070	1.7300	2	2	37	0.0109	34	0.0464	30	0.0990
1.40	8.40	-1.1150	1.6900	2	2	37	0.0098	35	0.0538	30	0.1008
1.40	8.60	-1.0380	1.6550	2	2	38	0.0115	35	0.0527	31	0.0944
1.40	8.80	-0.9729	1.6230	2	2	38	0.0101	35	0.0516	31	0.1005
1.40	9.00	-0.9163	1.5940	2	2	39	0.0108	35	0.0495	31	0.0969
1.40	9.20	-0.8669	1.5680	2	2	39	0.0094	36	0.0536	32	0.0988
1.40	9.40	-0.8234	1.5450	2	2	40	0.0086	36	0.0503	32	0.0958
1.40	9.60	-0.7848	1.5230	2	2	40	0.0118	37	0.0463	33	0.0995
1.40	9.80	-0.7503	1.5030	2	2	40	0.0105	37	0.0495	33	0.1030
1.40	10.00	-0.7192	1.4840	2	2	41	0.0096	38	0.0476	33	0.1046
1.40	10.20	-0.6910	1.4670	2	2	41	0.0093	38	0.0539	34	0.0942
1.40	10.40	-0.6654	1.4500	2	2	42	0.0104	38	0.0484	34	0.1008
1.40	10.60	-0.6420	1.4350	2	2	42	0.0116	39	0.0459	34	0.1007
1.40	10.80	-0.6205	1.4210	2	2	42	0.0102	39	0.0521	35	0.0977
1.40	11.00	-0.6007	1.4080	2	2	43	0.0096	40	0.0512	35	0.1046
1.40	11.20	-0.5823	1.3950	2	2	43	0.0112	40	0.0463	36	0.1032
1.40	11.40	-0.5653	1.3830	2	2	43	0.0104	40	0.0492	36	0.0994

<u>ตารางที่ 4.4.14</u> (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
1.40	11.60	-0.5495	1.3720	2	2	43	0.0096	41	0.0540	36	0.0975
1.40	11.80	-0.5347	1.3610	2	2	44	0.0114	41	0.0509	37	0.0952
1.40	12.00	-0.5209	1.3510	2	2	44	0.0107	41	0.0492	37	0.1008

<u>ตารางที่ 4.4.15</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 7.40 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.50	7.40	-3.6690	2.1570	2	2	40	0.0084	37	0.0462	32	0.0967
1.50	7.60	-2.7050	2.0510	2	2	40	0.0117	37	0.0472	32	0.0972
1.50	7.80	-2.2110	1.9650	2	2	40	0.0096	38	0.0498	32	0.0986
1.50	8.00	-1.8930	1.8940	2	2	41	0.0105	38	0.0506	33	0.1056
1.50	8.20	-1.6670	1.8330	2	2	41	0.0081	38	0.0484	33	0.0988
1.50	8.40	-1.4960	1.7810	2	2	42	0.009	39	0.0458	33	0.1015
1.50	8.60	-1.3610	1.7360	2	2	42	0.0088	39	0.0478	33	0.0943
1.50	8.80	-1.2520	1.6950	2	2	42	0.0115	39	0.0509	34	0.0986
1.50	9.00	-1.1610	1.6600	2	2	43	0.0110	39	0.0522	34	0.1041
1.50	9.20	-1.0840	1.6280	2	2	43	0.0097	40	0.0494	34	0.0954
1.50	9.40	-1.0190	1.5990	2	2	43	0.0082	40	0.0527	35	0.0990
1.50	9.60	-0.9616	1.5730	2	2	44	0.0098	41	0.0475	35	0.0977
1.50	9.80	-0.9117	1.5490	2	2	44	0.0086	41	0.0458	36	0.1033
1.50	10.00	-0.8675	1.5270	2	2	45	0.0106	41	0.0506	36	0.1056
1.50	10.20	-0.8280	1.5060	2	2	45	0.0105	42	0.0498	36	0.0963

ตารางที่ 4.4.15 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
1.50	10.40	-0.7927	1.4880	2	2	45	0.0096	42	0.0513	37	0.1043
1.50	10.60	-0.7608	1.4700	2	2	45	0.0086	43	0.046	37	0.0969
1.50	10.80	-0.7318	1.4540	2	2	46	0.0112	43	0.0514	38	0.0986
1.50	11.00	-0.7053	1.4390	2	2	46	0.0109	44	0.0486	38	0.1040
1.50	11.20	-0.6811	1.4240	2	2	47	0.0090	44	0.0535	39	0.0946
1.50	11.40	-0.6588	1.4110	2	2	47	0.0085	45	0.0475	39	0.1014
1.50	11.60	-0.6383	1.3980	2	2	48	0.0118	45	0.0540	39	0.1027
1.50	11.80	-0.6192	1.3860	2	2	48	0.0101	46	0.0528	40	0.0952
1.50	12.00	-0.6015	1.3750	2	2	48	0.0092	46	0.0477	40	0.0983

ตารางที่ 4.4.16 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 8.00 - 13.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.60	8.00	-3.8130	2.0740	2	2	46	0.0086	43	0.0533	38	0.0950
1.60	8.20	-2.7950	1.9850	2	2	46	0.0093	43	0.0497	38	0.1006
1.60	8.40	-2.2910	1.9110	2	2	46	0.0112	43	0.0488	38	0.0963
1.60	8.60	-1.9690	1.8490	2	2	47	0.0081	44	0.0527	39	0.0993
1.60	8.80	-1.7400	1.7950	2	2	47	0.0090	44	0.0476	39	0.0956
1.60	9.00	-1.5660	1.7480	2	2	48	0.0102	44	0.0466	40	0.0981
1.60	9.20	-1.4280	1.7070	2	2	48	0.0112	45	0.0536	40	0.1043
1.60	9.40	-1.3160	1.6700	2	2	48	0.0089	45	0.0536	40	0.0966
1.60	9.60	-1.2230	1.6370	2	2	49	0.0083	45	0.0511	40	0.1017

ตารางที่ 4.4.16 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.60	9.80	-1.1440	1.6080	2	2	49	0.0108	46	0.0459	41	0.0987
1.60	10.00	-1.0760	1.5810	2	2	49	0.0090	46	0.0520	41	0.0993
1.60	10.20	-1.0170	1.5570	2	2	50	0.0115	47	0.0459	41	0.0947
1.60	10.40	-0.9655	1.5340	2	2	50	0.0087	47	0.0478	42	0.1043
1.60	10.60	-0.9196	1.5130	2	2	51	0.0103	47	0.0542	42	0.0985
1.60	10.80	-0.8785	1.4940	2	2	51	0.0118	47	0.0526	42	0.1053
1.60	11.00	-0.8416	1.4760	2	2	51	0.0082	48	0.0496	42	0.1008
1.60	11.20	-0.8083	1.4600	2	2	51	0.0101	48	0.0488	43	0.1030
1.60	11.40	-0.7780	1.4440	2	2	52	0.0116	49	0.0518	43	0.0949
1.60	11.60	-0.7503	1.4300	2	2	52	0.0092	49	0.0490	43	0.1041
1.60	11.80	-0.7248	1.4160	2	2	53	0.0085	50	0.0539	44	0.0974
1.60	12.00	-0.7014	1.4030	2	2	53	0.0112	50	0.0459	44	0.1055
1.60	12.20	-0.6798	1.3910	2	2	54	0.0096	50	0.0461	45	0.1020
1.60	12.40	-0.6598	1.3790	2	2	54	0.0106	50	0.0522	45	0.1055
1.60	12.60	-0.6411	1.3690	2	2	55	0.0113	51	0.0502	46	0.1044
1.60	12.80	-0.6237	1.3580	2	2	55	0.0084	51	0.0482	46	0.0944
1.60	13.00	-0.6074	1.3480	2	2	55	0.0101	51	0.0533	46	0.0978

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.17 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 8.60 - 13.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.70	8.60	-4.6030	2.0180	2	2	52	0.0115	48	0.0469	43	0.0972
1.70	8.80	-3.0610	1.9400	2	2	52	0.0107	48	0.0492	43	0.0992
1.70	9.00	-2.4670	1.8740	2	2	53	0.0097	49	0.0505	44	0.1027
1.70	9.20	-2.1080	1.8170	2	2	53	0.0119	49	0.0461	44	0.1015
1.70	9.40	-1.8580	1.7680	2	2	53	0.0104	50	0.0482	45	0.0967
1.70	9.60	-1.6700	1.7250	2	2	53	0.0113	50	0.0475	45	0.0953
1.70	9.80	-1.5230	1.6860	2	2	54	0.0092	50	0.0502	46	0.0972
1.70	10.00	-1.4030	1.6520	2	2	54	0.0105	51	0.0470	46	0.1015
1.70	10.20	-1.3040	1.6210	2	2	54	0.0116	51	0.0538	47	0.0967
1.70	10.40	-1.2200	1.5940	2	2	55	0.0108	52	0.0486	47	0.1042
1.70	10.60	-1.1480	1.5680	2	2	55	0.0084	52	0.0536	47	0.0976
1.70	10.80	-1.0850	1.5450	2	2	55	0.0100	52	0.0538	47	0.0976
1.70	11.00	-1.0300	1.5240	2	2	56	0.0112	53	0.0470	48	0.0948
1.70	11.20	-0.9811	1.5040	2	2	56	0.0108	53	0.0462	48	0.1015
1.70	11.40	-0.9375	1.4850	2	2	57	0.0092	53	0.0505	48	0.101
1.70	11.60	-0.8983	1.4680	2	2	57	0.0118	53	0.0502	49	0.0970
1.70	11.80	-0.8628	1.4520	2	2	57	0.0105	53	0.0465	49	0.0947
1.70	12.00	-0.8306	1.4370	2	2	58	0.0111	54	0.0480	49	0.0962
1.70	12.20	-0.8011	1.4230	2	2	59	0.0096	54	0.0516	50	0.0984
1.70	12.40	-0.7740	1.4100	2	2	59	0.0116	55	0.0541	50	0.1012
1.70	12.60	-0.7491	1.3980	2	2	60	0.0083	55	0.0464	51	0.1010
1.70	12.80	-0.7261	1.3860	2	2	60	0.0105	56	0.0538	51	0.0942
1.70	13.00	-0.7047	1.3750	2	2	60	0.0086	56	0.0492	51	0.1039

ตารางที่ 4.4.18 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 9.40 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.80	9.40	-3.6790	1.9100	2	2	58	0.0088	54	0.0473	50	0.1002
1.80	9.60	-2.7930	1.8490	2	2	58	0.0109	54	0.0511	50	0.0976
1.80	9.80	-2.3350	1.7960	2	2	58	0.0082	55	0.0505	51	0.0994
1.80	10.00	-2.0360	1.7500	2	2	59	0.0113	55	0.0520	51	0.0965
1.80	10.20	-1.8190	1.7090	2	2	59	0.0108	56	0.0466	51	0.1005
1.80	10.40	-1.6520	1.6730	2	2	60	0.0088	56	0.0502	52	0.1014
1.80	10.60	-1.5180	1.6400	2	2	60	0.0096	56	0.0489	52	0.0979
1.80	10.80	-1.4080	1.6110	2	2	61	0.0119	57	0.052	52	0.0994
1.80	11.00	-1.3160	1.5840	2	2	61	0.0085	57	0.0469	52	0.0955
1.80	11.20	-1.2360	1.5600	2	2	62	0.0108	57	0.0520	53	0.1018
1.80	11.40	-1.1680	1.5380	2	2	62	0.0090	58	0.0496	53	0.1008
1.80	11.60	-1.1080	1.5170	2	2	62	0.0084	58	0.0508	54	0.1005
1.80	11.80	-1.0540	1.4980	2	2	63	0.0118	58	0.0469	54	0.0943
1.80	12.00	-1.0070	1.4800	2	2	63	0.0101	58	0.0518	55	0.0971
1.80	12.20	-0.9644	1.4630	2	2	63	0.0092	59	0.048	55	0.1025
1.80	12.40	-0.9260	1.4480	2	2	63	0.0118	59	0.0500	55	0.0996
1.80	12.60	-0.8910	1.4330	2	2	64	0.0103	60	0.0542	56	0.1054
1.80	12.80	-0.8592	1.4200	2	2	64	0.0112	60	0.0488	56	0.0991
1.80	13.00	-0.8299	1.4070	2	2	65	0.0085	60	0.0476	56	0.0947
1.80	13.20	-0.8030	1.3940	2	2	65	0.0110	60	0.0500	56	0.1054
1.80	13.40	-0.7781	1.3830	2	2	65	0.0117	61	0.0542	57	0.1025
1.80	13.60	-0.7551	1.3720	2	2	66	0.0085	61	0.0477	57	0.1054
1.80	13.80	-0.7336	1.3620	2	2	66	0.0106	61	0.0524	57	0.0952
1.80	14.00	-0.7136	1.3520	2	2	67	0.0098	62	0.0538	58	0.0986

ตารางที่ 4.4.18 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
1.80	14.20	-0.6949	1.3420	2	2	67	0.0112	62	0.0463	58	0.1005
1.80	14.40	-0.6774	1.3330	2	2	67	0.0081	63	0.0533	59	0.0977
1.80	14.60	-0.6609	1.3250	2	2	68	0.0103	63	0.0514	59	0.1020
1.80	14.80	-0.6454	1.3160	2	2	68	0.0095	64	0.0492	60	0.0958
1.80	15.00	-0.6308	1.3080	2	2	68	0.0114	64	0.0483	60	0.0964

ตารางที่ 4.4.19 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 1.90$ และความโด่ง $\gamma_2 = 10.20 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
1.90	10.20	-3.4750	1.8340	2	2	64	0.0085	60	0.0466	56	0.1045
1.90	10.40	-2.7260	1.7840	2	2	64	0.0090	60	0.0482	56	0.0975
1.90	10.60	-2.3130	1.7400	2	2	65	0.0100	61	0.0500	57	0.1056
1.90	10.80	-2.0360	1.7010	2	2	65	0.0082	61	0.0522	57	0.0962
1.90	11.00	-1.8320	1.6660	2	2	65	0.0094	62	0.046	58	0.1016
1.90	11.20	-1.6730	1.6340	2	2	66	0.0105	62	0.0540	58	0.0945
1.90	11.40	-1.5440	1.6050	2	2	66	0.0097	63	0.0488	59	0.1042
1.90	11.60	-1.4380	1.5800	2	2	67	0.0087	63	0.0503	59	0.1034
1.90	11.80	-1.3470	1.5560	2	2	67	0.0091	63	0.0474	59	0.0955
1.90	12.00	-1.2700	1.5340	2	2	67	0.0106	64	0.0505	60	0.1030
1.90	12.20	-1.2020	1.5140	2	2	68	0.0084	64	0.0493	60	0.1026
1.90	12.40	-1.1430	1.4950	2	2	68	0.0101	65	0.0518	60	0.0957
1.90	12.60	-1.0900	1.4770	2	2	68	0.0112	65	0.0532	60	0.0988

ตารางที่ 4.4.19 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
1.90	12.80	-1.0430	1.4610	2	2	69	0.0095	65	0.0468	61	0.1058
1.90	13.00	-1.0000	1.4460	2	2	69	0.0108	66	0.0540	61	0.0955
1.90	13.20	-0.9614	1.4310	2	2	70	0.0111	66	0.0489	61	0.0988
1.90	13.40	-0.9263	1.4180	2	2	70	0.0086	66	0.0520	62	0.1042
1.90	13.60	-0.8941	1.4050	2	2	70	0.0115	66	0.0540	62	0.1038
1.90	13.80	-0.8646	1.3930	2	2	71	0.0103	67	0.0479	62	0.0978
1.90	14.00	-0.8373	1.3820	2	2	71	0.0118	67	0.0516	62	0.1014
1.90	14.20	-0.8121	1.3710	2	2	72	0.0093	67	0.0535	63	0.1052
1.90	14.40	-0.7886	1.3610	2	2	72	0.0114	68	0.0496	63	0.0984
1.90	14.60	-0.7668	1.3510	2	2	73	0.011	68	0.0526	63	0.0955
1.90	14.80	-0.7464	1.3420	2	2	73	0.0102	69	0.0499	64	0.1025
1.90	15.00	-0.7273	1.3330	2	2	73	0.0114	69	0.0508	64	0.0978

ตารางที่ 4.4.20 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 2.00$ และความโด่ง $\gamma_2 = 11.00 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
2.00	11.00	-3.6120	1.7800	2	2	72	0.0093	67	0.0524	62	0.0974
2.00	11.20	-2.8040	1.7370	2	2	72	0.0106	67	0.0499	62	0.1037
2.00	11.40	-2.3770	1.6980	2	2	72	0.0112	67	0.0487	63	0.1018
2.00	11.60	-2.0960	1.6640	2	2	73	0.0082	68	0.0524	63	0.0963
2.00	11.80	-1.8890	1.6330	2	2	73	0.0081	68	0.0474	64	0.0949
2.00	12.00	-1.7280	1.6050	2	2	74	0.0111	69	0.0492	64	0.1017

ตารางที่ 4.4.20 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
2.00	12.20	-1.5980	1.5790	2	2	74	0.009	69	0.0468	64	0.1054
2.00	12.40	-1.4900	1.5550	2	2	74	0.0094	70	0.0532	65	0.0996
2.00	12.60	-1.3990	1.5340	2	2	75	0.0085	70	0.0507	65	0.0966
2.00	12.80	-1.3200	1.5140	2	2	75	0.0097	70	0.0512	65	0.1008
2.00	13.00	-1.2510	1.4950	2	2	76	0.0112	71	0.0497	66	0.1018
2.00	13.20	-1.1900	1.4780	2	2	76	0.0100	71	0.0459	66	0.0960
2.00	13.40	-1.1360	1.4610	2	2	76	0.0084	72	0.0530	67	0.0955
2.00	13.60	-1.0880	1.4460	2	2	77	0.0109	72	0.0486	67	0.1028
2.00	13.80	-1.0450	1.4320	2	2	77	0.0118	73	0.0538	68	0.1026
2.00	14.00	-1.0050	1.4190	2	2	77	0.0098	73	0.0512	68	0.1011
2.00	14.20	-0.9690	1.4060	2	2	77	0.0104	74	0.0504	68	0.0994
2.00	14.40	-0.9359	1.3940	2	2	78	0.0107	74	0.0520	69	0.1002
2.00	14.60	-0.9055	1.3830	2	2	78	0.0087	75	0.0515	69	0.0958
2.00	14.80	-0.8774	1.3720	2	2	79	0.0100	75	0.0477	70	0.0977
2.00	15.00	-0.8514	1.3620	2	2	79	0.0086	75	0.0509	70	0.1015

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการศึกษาเมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันที่มีลักษณะเบ้ขวา

1. ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงจอห์นสัน จะมีผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้มีขนาดเพิ่มขึ้นแปรผันตามกัน

2. ผลการศึกษาพบว่า ค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α จะมีผลต่อขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α มีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้มีขนาดลดลงแปรผกผันกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.21 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.10	3.20	0.7373	4.7870	2	2	15	0.0114	12	0.0468	8	0.0995
-0.10	3.40	0.3620	3.4350	2	2	15	0.0090	12	0.0475	8	0.1005
-0.10	3.60	0.2435	2.8720	2	2	15	0.0083	13	0.0488	8	0.0963
-0.10	3.80	0.1853	2.5480	2	2	16	0.0106	14	0.0517	9	0.1023
-0.10	4.00	0.1507	2.3330	2	2	16	0.0113	14	0.0540	9	0.0949
-0.10	4.20	0.1276	2.1780	2	2	17	0.0085	15	0.0508	10	0.1043
-0.10	4.40	0.1112	2.0600	2	2	17	0.0114	15	0.0526	10	0.0950
-0.10	4.60	0.0989	1.9660	2	2	18	0.0086	16	0.048	11	0.0963
-0.10	4.80	0.0893	1.8890	2	2	18	0.0082	16	0.0533	11	0.1012
-0.10	5.00	0.0816	1.8250	2	2	19	0.0094	16	0.0458	12	0.0945
-0.10	5.20	0.0752	1.7700	2	2	19	0.0088	17	0.0475	12	0.0982
-0.10	5.40	0.0700	1.7230	2	2	19	0.0092	17	0.0492	13	0.1043
-0.10	5.60	0.0655	1.6820	2	2	20	0.0109	17	0.0518	13	0.1008
-0.10	5.80	0.0616	1.6450	2	2	20	0.0115	18	0.0472	14	0.1056
-0.10	6.00	0.0583	1.6130	2	2	21	0.0092	18	0.0502	14	0.1048
-0.10	6.20	0.0553	1.5830	2	2	21	0.0088	19	0.0533	15	0.0954
-0.10	6.40	0.0527	1.5570	2	2	21	0.0094	19	0.0461	15	0.0982
-0.10	6.60	0.0504	1.5330	2	2	22	0.0109	19	0.0498	16	0.0996
-0.10	6.80	0.0483	1.5110	2	2	22	0.0115	20	0.0486	16	0.1012
-0.10	7.00	0.0464	1.4910	2	2	22	0.0101	20	0.0535	16	0.1003
-0.10	7.20	0.0447	1.4720	2	2	23	0.0091	20	0.0505	17	0.1054
-0.10	7.40	0.0431	1.4550	2	2	23	0.0113	21	0.0476	17	0.0955
-0.10	7.60	0.0417	1.4380	2	2	23	0.0118	21	0.0511	18	0.1015
-0.10	7.80	0.0404	1.4230	2	2	24	0.0107	22	0.0489	18	0.0943

ตารางที่ 4.4.21 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.10	8.00	0.0392	1.4090	2	2	24	0.0088	22	0.0518	19	0.0973
-0.10	8.20	0.0380	1.3960	2	2	25	0.0116	22	0.0465	19	0.1019
-0.10	8.40	0.0370	1.3830	2	2	25	0.0109	22	0.0502	19	0.0962
-0.10	8.60	0.0360	1.3720	2	2	26	0.0081	23	0.0525	20	0.1028
-0.10	8.80	0.0351	1.3610	2	2	26	0.0095	23	0.0498	20	0.1002
-0.10	9.00	0.0342	1.3500	2	2	26	0.0112	23	0.0474	20	0.0976

ตารางที่ 4.4.22 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.20	3.20	1.9400	5.3690	2	2	16	0.0111	14	0.0472	11	0.0963
-0.20	3.40	0.8166	3.6070	2	2	16	0.0105	14	0.0509	11	0.1008
-0.20	3.60	0.5260	2.9600	2	2	17	0.0082	14	0.0496	11	0.0986
-0.20	3.80	0.3921	2.6040	2	2	17	0.0102	15	0.0483	12	0.1055
-0.20	4.00	0.3150	2.3720	2	2	17	0.0111	15	0.0460	12	0.1016
-0.20	4.20	0.2647	2.2070	2	2	18	0.0095	15	0.0504	13	0.0997
-0.20	4.40	0.2294	2.0820	2	2	18	0.0114	16	0.0528	13	0.0942
-0.20	4.60	0.2031	1.9840	2	2	19	0.0107	16	0.0475	14	0.1011
-0.20	4.80	0.1823	1.9040	2	2	19	0.0096	16	0.0473	14	0.1025
-0.20	5.00	0.1666	1.8370	2	2	20	0.0085	17	0.0540	14	0.1052
-0.20	5.20	0.1534	1.7810	2	2	20	0.0095	17	0.0459	14	0.0953
-0.20	5.40	0.1424	1.7320	2	2	20	0.0108	18	0.0483	15	0.1036

ตารางที่ 4.4.22 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.20	5.60	0.1331	1.6900	2	2	21	0.0082	18	0.0504	15	0.0948
-0.20	5.80	0.1251	1.6530	2	2	21	0.0102	18	0.0492	15	0.1025
-0.20	6.00	0.1182	1.6190	2	2	22	0.0094	18	0.0506	15	0.0957
-0.20	6.20	0.1121	1.5900	2	2	22	0.0119	19	0.0540	16	0.1048
-0.20	6.40	0.1067	1.5630	2	2	22	0.0106	19	0.0469	16	0.0968
-0.20	6.60	0.1020	1.5380	2	2	22	0.0082	19	0.0514	17	0.1055
-0.20	6.80	0.0977	1.5160	2	2	23	0.0103	20	0.0542	17	0.0976
-0.20	7.00	0.0938	1.4950	2	2	23	0.0096	20	0.0477	17	0.1036
-0.20	7.20	0.0903	1.4760	2	2	24	0.0118	21	0.0488	18	0.0994
-0.20	7.40	0.0871	1.4580	2	2	24	0.0110	21	0.0504	18	0.1037
-0.20	7.60	0.0842	1.4420	2	2	24	0.0098	22	0.0524	19	0.1048
-0.20	7.80	0.0815	1.4270	2	2	24	0.0096	22	0.0462	19	0.1004
-0.20	8.00	0.0790	1.4200	2	2	25	0.0112	22	0.0489	19	0.0980
-0.20	8.20	0.0767	1.3990	2	2	25	0.0104	23	0.0528	20	0.1028
-0.20	8.40	0.0745	1.3860	2	2	26	0.0084	23	0.0481	20	0.0962
-0.20	8.60	0.0725	1.3740	2	2	26	0.0115	24	0.0517	20	0.0978
-0.20	8.80	0.0707	1.3630	2	2	27	0.0109	24	0.0493	20	0.1025
-0.20	9.00	0.0689	1.3520	2	2	27	0.0086	25	0.0479	21	0.0995

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่ 4.4.23</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.30	3.20	6.3890	7.2040	2	2	17	0.0116	15	0.0464	12	0.1008
-0.30	3.40	1.5690	3.9790	2	2	17	0.0085	15	0.0485	12	0.1025
-0.30	3.60	0.9115	3.1320	2	2	17	0.0112	15	0.0527	13	0.0965
-0.30	3.80	0.6515	2.7070	2	2	18	0.0106	16	0.0515	13	0.1001
-0.30	4.00	0.5113	2.4420	2	2	18	0.0082	16	0.0473	14	0.0988
-0.30	4.20	0.4234	2.2580	2	2	18	0.0094	16	0.0483	14	0.1013
-0.30	4.40	0.3632	2.1220	2	2	19	0.0085	16	0.0502	14	0.0952
-0.30	4.60	0.3192	2.0160	2	2	19	0.0104	17	0.0511	15	0.1018
-0.30	4.80	0.2857	1.9300	2	2	19	0.0118	17	0.0458	15	0.0991
-0.30	5.00	0.2592	1.8600	2	2	20	0.0083	18	0.0477	15	0.1025
-0.30	5.20	0.2378	1.8000	2	2	20	0.0107	18	0.0506	15	0.0991
-0.30	5.40	0.2201	1.7490	2	2	21	0.0096	19	0.0495	16	0.1046
-0.30	5.60	0.2052	1.7050	2	2	21	0.0098	19	0.0522	16	0.0970
-0.30	5.80	0.1925	1.6660	2	2	21	0.0115	19	0.0487	17	0.0986
-0.30	6.00	0.1815	1.6310	2	2	22	0.0086	20	0.0474	17	0.1015
-0.30	6.20	0.1719	1.6000	2	2	22	0.0096	20	0.0466	17	0.0942
-0.30	6.40	0.1635	1.5720	2	2	23	0.0111	20	0.0527	17	0.1049
-0.30	6.60	0.1560	1.5470	2	2	23	0.0119	21	0.0539	17	0.0996
-0.30	6.80	0.1492	1.5240	2	2	24	0.009	21	0.0522	18	0.0961
-0.30	7.00	0.1432	1.5020	2	2	24	0.0088	22	0.0466	18	0.1018
-0.30	7.20	0.1377	1.4830	2	2	25	0.0096	22	0.0508	18	0.0983
-0.30	7.40	0.1327	1.4650	2	2	25	0.0114	22	0.0495	19	0.1006
-0.30	7.60	0.1282	1.4480	2	2	25	0.0084	23	0.0523	19	0.0974
-0.30	7.80	0.1240	1.4320	2	2	26	0.0098	23	0.0535	19	0.1036

ตารางที่ 4.4.23 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.30	8.00	0.1201	1.4180	2	2	26	0.0089	23	0.0460	20	0.0991
-0.30	8.20	0.1165	1.4040	2	2	26	0.0102	23	0.0522	20	0.0947
-0.30	8.40	0.1132	1.3910	2	2	26	0.0081	24	0.0478	20	0.1012
-0.30	8.60	0.1101	1.3790	2	2	27	0.0112	24	0.051	20	0.0974
-0.30	8.80	0.1073	1.3670	2	2	27	0.0117	25	0.0498	21	0.1053
-0.30	9.00	0.1046	1.3560	2	2	28	0.0112	25	0.0489	21	0.1022

ตารางที่ 4.4.24 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.40 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.40	3.40	3.4840	4.8130	2	2	18	0.0086	15	0.0509	12	0.1018
-0.40	3.60	1.5650	3.4480	2	2	18	0.0091	15	0.0528	13	0.0981
-0.40	3.80	1.0280	2.8820	2	2	18	0.0081	16	0.0486	13	0.1033
-0.40	4.00	0.7733	2.5570	2	2	19	0.0100	16	0.0494	14	0.0972
-0.40	4.20	0.6243	2.3400	2	2	19	0.0102	17	0.0522	14	0.1032
-0.40	4.40	0.5265	2.1840	2	2	20	0.0095	17	0.0510	14	0.0977
-0.40	4.60	0.4564	2.0650	2	2	20	0.0101	17	0.0488	15	0.0988
-0.40	4.80	0.4048	1.9700	2	2	21	0.0116	17	0.0512	15	0.1020
-0.40	5.00	0.3648	1.8930	2	2	21	0.0083	18	0.0459	15	0.0967
-0.40	5.20	0.3328	1.8290	2	2	22	0.0098	18	0.0521	15	0.1053
-0.40	5.40	0.3066	1.7740	2	2	22	0.0100	19	0.0460	16	0.0944
-0.40	5.60	0.2848	1.7260	2	2	22	0.0086	19	0.0501	16	0.1006

ตารางที่ 4.4.24 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.40	5.80	0.2663	1.6850	2	2	23	0.0104	19	0.0478	17	0.0995
-0.40	6.00	0.2504	1.6480	2	2	23	0.0112	20	0.0521	17	0.1049
-0.40	6.20	0.2366	1.6150	2	2	24	0.0082	20	0.0496	17	0.1014
-0.40	6.40	0.2245	1.5860	2	2	24	0.0108	21	0.0507	18	0.0985
-0.40	6.60	0.2138	1.5600	2	2	24	0.0114	21	0.0521	18	0.1044
-0.40	6.80	0.2043	1.5350	2	2	25	0.0103	22	0.0488	18	0.0999
-0.40	7.00	0.1957	1.5130	2	2	25	0.0085	22	0.0518	18	0.1006
-0.40	7.20	0.1880	1.4930	2	2	25	0.0100	22	0.0499	18	0.0963
-0.40	7.40	0.1810	1.4740	2	2	26	0.0118	23	0.0538	19	0.1024
-0.40	7.60	0.1746	1.4570	2	2	26	0.0112	23	0.0504	19	0.1033
-0.40	7.80	0.1687	1.4400	2	2	27	0.0104	24	0.0495	20	0.0995
-0.40	8.00	0.1633	1.4250	2	2	27	0.0096	24	0.0515	20	0.0944
-0.40	8.20	0.1583	1.4110	2	2	27	0.0100	24	0.0533	20	0.1053
-0.40	8.40	0.1537	1.3980	2	2	28	0.0103	24	0.0459	20	0.0993
-0.40	8.60	0.1494	1.3850	2	2	28	0.0112	25	0.0517	20	0.1023
-0.40	8.80	0.1454	1.3730	2	2	28	0.0109	25	0.0495	21	0.0958
-0.40	9.00	0.1417	1.3620	2	2	29	0.0099	25	0.0535	21	0.1002
-0.40	9.20	0.1382	1.3520	2	2	29	0.0088	26	0.0488	22	0.1038
-0.40	9.40	0.1349	1.3420	2	2	29	0.0092	26	0.0520	22	0.0977

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.25 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.60 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.50	3.60	3.1570	4.0870	2	2	19	0.0088	17	0.0465	14	0.1046
-0.50	3.80	1.6870	3.1840	2	2	19	0.0092	17	0.0479	14	0.1008
-0.50	4.00	1.1690	2.7390	2	2	20	0.0083	17	0.0509	15	0.0945
-0.50	4.20	0.9031	2.4650	2	2	20	0.0105	18	0.0482	15	0.1030
-0.50	4.40	0.7407	2.2760	2	2	21	0.0116	18	0.0504	15	0.0966
-0.50	4.60	0.6311	2.1360	2	2	21	0.0103	18	0.0536	15	0.0978
-0.50	4.80	0.5520	2.0280	2	2	22	0.0081	19	0.0468	15	0.1057
-0.50	5.00	0.4922	1.9410	2	2	22	0.0105	19	0.0527	16	0.1034
-0.50	5.20	0.4453	1.8690	2	2	22	0.0095	19	0.0495	16	0.0972
-0.50	5.40	0.4076	1.8080	2	2	23	0.0116	20	0.0522	17	0.1015
-0.50	5.60	0.3765	1.7560	2	2	23	0.0082	20	0.0541	17	0.1040
-0.50	5.80	0.3504	1.7110	2	2	24	0.0118	21	0.0488	18	0.0998
-0.50	6.00	0.3278	1.6720	2	2	24	0.0095	21	0.0504	18	0.1018
-0.50	6.20	0.3088	1.6360	2	2	25	0.0105	22	0.0466	19	0.1025
-0.50	6.40	0.2921	1.6050	2	2	25	0.0084	22	0.0524	19	0.0978
-0.50	6.60	0.2775	1.5770	2	2	25	0.0102	22	0.0482	19	0.1009
-0.50	6.80	0.2646	1.5510	2	2	25	0.0114	23	0.0474	19	0.0972
-0.50	7.00	0.2530	1.5280	2	2	26	0.0094	23	0.0511	19	0.0993
-0.50	7.20	0.2426	1.5060	2	2	26	0.0112	23	0.0524	20	0.0982
-0.50	7.40	0.2331	1.4870	2	2	26	0.0108	24	0.0497	20	0.1034
-0.50	7.60	0.2246	1.4680	2	2	27	0.0085	24	0.0530	20	0.0945
-0.50	7.80	0.2167	1.4510	2	2	27	0.0096	24	0.0467	21	0.1041
-0.50	8.00	0.2095	1.4350	2	2	27	0.0101	25	0.0515	21	0.0969
-0.50	8.20	0.2029	1.4210	2	2	27	0.0118	25	0.0508	22	0.1029

ตารางที่ 4.4.25 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.50	8.40	0.1968	1.4070	2	2	28	0.0109	25	0.0477	22	0.0981
-0.50	8.60	0.1912	1.3940	2	2	28	0.0093	26	0.0503	23	0.0942
-0.50	8.80	0.1859	1.3810	2	2	28	0.0106	26	0.0459	23	0.0954
-0.50	9.00	0.1810	1.3700	2	2	29	0.0111	27	0.047	23	0.1022
-0.50	9.20	0.1764	1.3590	2	2	29	0.0097	27	0.0511	23	0.0981
-0.50	9.40	0.1721	1.3480	2	2	29	0.0086	27	0.0496	24	0.1054

ตารางที่ 4.4.26 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.80 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.60	3.80	3.3830	3.7760	2	2	20	0.0091	17	0.0472	14	0.1035
-0.60	4.00	1.9060	3.0490	2	2	20	0.0107	17	0.0514	15	0.0994
-0.60	4.20	1.3490	2.6620	2	2	21	0.0113	18	0.0470	15	0.1029
-0.60	4.40	1.0540	2.4140	2	2	21	0.0103	18	0.0460	16	0.0948
-0.60	4.60	0.8705	2.2400	2	2	22	0.0084	19	0.0535	16	0.1002
-0.60	4.80	0.7451	2.1090	2	2	22	0.0099	19	0.0459	17	0.0951
-0.60	5.00	0.6539	2.0070	2	2	23	0.0107	20	0.0479	17	0.1020
-0.60	5.20	0.5845	1.9240	2	2	23	0.0089	20	0.0472	18	0.1035
-0.60	5.40	0.5298	1.8550	2	2	23	0.0117	21	0.0536	18	0.0944
-0.60	5.60	0.4856	1.7960	2	2	24	0.0103	21	0.0491	18	0.1025
-0.60	5.80	0.4491	1.7460	2	2	24	0.0081	22	0.052	19	0.0948
-0.60	6.00	0.4184	1.7030	2	2	25	0.0114	22	0.0506	19	0.1016

ตารางที่ 4.4.26 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.60	6.20	0.3923	1.6640	2	2	25	0.0086	22	0.0484	19	0.1044
-0.60	6.40	0.3697	1.6300	2	2	25	0.0107	23	0.0535	19	0.0963
-0.60	6.60	0.3500	1.5990	2	2	25	0.0082	23	0.0475	19	0.1054
-0.60	6.80	0.3326	1.5720	2	2	26	0.0090	23	0.0532	20	0.1008
-0.60	7.00	0.3172	1.5470	2	2	26	0.0114	24	0.0540	20	0.1032
-0.60	7.20	0.3034	1.5240	2	2	27	0.0102	24	0.0502	20	0.0978
-0.60	7.40	0.2907	1.5030	2	2	27	0.0083	24	0.0495	20	0.1057
-0.60	7.60	0.2795	1.4830	2	2	27	0.0103	24	0.0508	20	0.0992
-0.60	7.80	0.2692	1.4650	2	2	28	0.0098	25	0.0466	21	0.1017
-0.60	8.00	0.2599	1.4480	2	2	28	0.0111	25	0.0494	21	0.1051
-0.60	8.20	0.2514	1.4330	2	2	29	0.0103	25	0.0471	22	0.1016
-0.60	8.40	0.2435	1.4180	2	2	29	0.0087	26	0.0535	22	0.1038
-0.60	8.60	0.2362	1.4050	2	2	29	0.0106	26	0.0458	23	0.0948
-0.60	8.80	0.2294	1.3920	2	2	30	0.0115	27	0.0536	23	0.1012
-0.60	9.00	0.2231	1.3800	2	2	30	0.0093	27	0.0462	23	0.1042
-0.60	9.20	0.2172	1.3680	2	2	30	0.0112	28	0.0511	24	0.0978
-0.60	9.40	0.2117	1.3570	2	2	31	0.0100	28	0.0482	24	0.1040

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.27 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.70	4.00	4.1040	3.6590	2	2	22	0.0115	19	0.0472	16	0.1016
-0.70	4.20	2.2540	2.9960	2	2	22	0.0109	19	0.0504	16	0.1048
-0.70	4.40	1.5890	2.6310	2	2	22	0.0105	19	0.0483	17	0.0953
-0.70	4.60	1.2400	2.3950	2	2	23	0.0119	20	0.0533	17	0.1026
-0.70	4.80	1.0240	2.2260	2	2	23	0.0112	20	0.0520	18	0.0985
-0.70	5.00	0.8761	2.0990	2	2	24	0.0102	20	0.0469	18	0.1058
-0.70	5.20	0.7687	1.9990	2	2	24	0.0099	21	0.0499	18	0.0944
-0.70	5.40	0.6869	1.9180	2	2	24	0.0084	21	0.0502	19	0.0964
-0.70	5.60	0.6226	1.8500	2	2	24	0.0114	22	0.0477	19	0.1036
-0.70	5.80	0.5706	1.7930	2	2	25	0.0118	22	0.0533	20	0.0996
-0.70	6.00	0.5276	1.7430	2	2	25	0.0108	23	0.0527	20	0.1009
-0.70	6.20	0.4915	1.7000	2	2	26	0.0094	23	0.0487	20	0.0972
-0.70	6.40	0.4607	1.6620	2	2	26	0.0091	24	0.0500	20	0.1053
-0.70	6.60	0.4341	1.6280	2	2	27	0.0104	24	0.0538	20	0.0985
-0.70	6.80	0.4109	1.5980	2	2	27	0.0116	24	0.0488	21	0.1044
-0.70	7.00	0.3905	1.5710	2	2	28	0.0112	25	0.0512	21	0.1044
-0.70	7.20	0.3723	1.5460	2	2	28	0.0102	25	0.0463	22	0.0950
-0.70	7.40	0.3561	1.5230	2	2	28	0.0094	25	0.0501	22	0.1003
-0.70	7.60	0.3415	1.5020	2	2	28	0.0087	26	0.0513	22	0.0996
-0.70	7.80	0.3283	1.4830	2	2	29	0.0093	26	0.0474	22	0.1055
-0.70	8.00	0.3163	1.4650	2	2	29	0.0117	27	0.0488	22	0.0964
-0.70	8.20	0.3053	1.4480	2	2	30	0.0107	27	0.0531	23	0.1015
-0.70	8.40	0.2952	1.4330	2	2	30	0.0082	28	0.0478	23	0.0962
-0.70	8.60	0.2859	1.4180	2	2	30	0.0110	28	0.0518	23	0.1006

ตารางที่ 4.4.27 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.70	8.80	0.2770	1.4040	2	2	30	0.0088	28	0.0492	23	0.0944
-0.70	9.00	0.2691	1.3920	2	2	31	0.0091	28	0.0510	23	0.1033
-0.70	9.20	0.2617	1.3790	2	2	31	0.0113	28	0.0498	24	0.0973
-0.70	9.40	0.2548	1.3680	2	2	32	0.0082	29	0.0465	24	0.1022
-0.70	9.60	0.2483	1.3570	2	2	32	0.0090	29	0.0533	25	0.0964
-0.70	9.80	0.2422	1.3470	2	2	32	0.0110	30	0.0511	25	0.099
-0.70	10.00	0.2365	1.3370	2	2	33	0.0106	30	0.0525	25	0.1028

ตารางที่ 4.4.28 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.80	4.60	1.9310	2.6410	2	2	24	0.0110	20	0.0522	18	0.0954
-0.80	4.80	1.4850	2.4030	2	2	24	0.0107	21	0.0517	18	0.1051
-0.80	5.00	1.2150	2.2340	2	2	25	0.0099	21	0.0494	19	0.1023
-0.80	5.20	1.0340	2.1050	2	2	25	0.0113	22	0.0501	19	0.0945
-0.80	5.40	0.9039	2.0050	2	2	25	0.0088	22	0.0472	20	0.0973
-0.80	5.60	0.8055	1.9230	2	2	26	0.0108	23	0.0483	20	0.1035
-0.80	5.80	0.7284	1.8550	2	2	26	0.0090	23	0.0535	20	0.0949
-0.80	6.00	0.6663	1.7970	2	2	26	0.0119	24	0.0515	20	0.1012
-0.80	6.20	0.6152	1.7470	2	2	26	0.0095	24	0.0486	21	0.0992
-0.80	6.40	0.5724	1.7040	2	2	27	0.0085	24	0.0506	21	0.1003
-0.80	6.60	0.5359	1.6660	2	2	27	0.0111	25	0.0498	21	0.0944

ตารางที่ 4.4.28 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.80	6.80	0.5045	1.6320	2	2	28	0.0090	25	0.0514	22	0.1018
-0.80	7.00	0.4772	1.6010	2	2	28	0.0106	26	0.0467	22	0.0973
-0.80	7.20	0.4531	1.5730	2	2	29	0.0095	26	0.0477	23	0.1049
-0.80	7.40	0.4318	1.5480	2	2	29	0.0114	26	0.0490	23	0.0982
-0.80	7.60	0.4127	1.5250	2	2	30	0.0108	27	0.0538	23	0.1040
-0.80	7.80	0.3956	1.5040	2	2	30	0.0087	27	0.0515	24	0.1035
-0.80	8.00	0.3801	1.4850	2	2	30	0.0098	28	0.0460	24	0.0969
-0.80	8.20	0.3660	1.4670	2	2	30	0.0085	28	0.0491	24	0.0976
-0.80	8.40	0.3531	1.4500	2	2	31	0.0109	28	0.0486	25	0.1018
-0.80	8.60	0.3413	1.4350	2	2	31	0.0118	28	0.0542	25	0.0943
-0.80	8.80	0.3305	1.4200	2	2	32	0.0081	29	0.0496	25	0.1035
-0.80	9.00	0.3204	1.4060	2	2	32	0.0104	29	0.0502	25	0.1056
-0.80	9.20	0.3111	1.3930	2	2	32	0.0085	30	0.0483	26	0.1003
-0.80	9.40	0.3025	1.3810	2	2	33	0.0112	30	0.0528	26	0.0973
-0.80	9.60	0.2944	1.3700	2	2	33	0.0092	31	0.0499	26	0.1045
-0.80	9.80	0.2868	1.3590	2	2	34	0.0108	31	0.0508	27	0.0963
-0.80	10.00	0.2798	1.3490	2	2	34	0.0115	31	0.0519	27	0.1036

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่ 4.4.29</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -0.90$ และความโด่ง $\gamma_2 = 4.60 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-0.90	4.60	4.0290	3.0930	2	2	25	0.0089	22	0.0517	19	0.0984
-0.90	4.80	2.4730	2.6940	2	2	25	0.0102	23	0.0495	19	0.1014
-0.90	5.00	1.8320	2.4410	2	2	26	0.0093	23	0.0466	20	0.1056
-0.90	5.20	1.4700	2.2620	2	2	26	0.0105	24	0.0541	20	0.0996
-0.90	5.40	1.2360	2.1280	2	2	26	0.0086	24	0.0531	20	0.1036
-0.90	5.60	1.0710	2.0230	2	2	27	0.0116	24	0.0483	21	0.0980
-0.90	5.80	0.9485	1.9390	2	2	27	0.0102	24	0.0466	21	0.0943
-0.90	6.00	0.8536	1.8680	2	2	27	0.0098	25	0.0521	21	0.1014
-0.90	6.20	0.7780	1.8090	2	2	27	0.0090	25	0.0458	22	0.0976
-0.90	6.40	0.7161	1.7580	2	2	28	0.0109	25	0.0539	22	0.1036
-0.90	6.60	0.6646	1.7130	2	2	28	0.0114	26	0.0485	22	0.0996
-0.90	6.80	0.6209	1.6740	2	2	29	0.0108	26	0.0509	22	0.0944
-0.90	7.00	0.5835	1.6390	2	2	29	0.0082	27	0.0489	23	0.0965
-0.90	7.20	0.5509	1.6080	2	2	30	0.0091	27	0.0500	23	0.0949
-0.90	7.40	0.5224	1.5800	2	2	30	0.0100	27	0.0528	24	0.0989
-0.90	7.60	0.4972	1.5550	2	2	31	0.0115	28	0.0491	24	0.0980
-0.90	7.80	0.4747	1.5310	2	2	31	0.0101	28	0.0509	24	0.0945
-0.90	8.00	0.4546	1.5100	2	2	31	0.0088	29	0.0541	25	0.1016
-0.90	8.20	0.4364	1.4900	2	2	31	0.0097	29	0.053	25	0.0970
-0.90	8.40	0.4199	1.4720	2	2	32	0.0103	30	0.0507	25	0.1004
-0.90	8.60	0.4048	1.4550	2	2	32	0.0112	30	0.0485	26	0.1055
-0.90	8.80	0.3910	1.4390	2	2	33	0.0084	30	0.0467	26	0.1028
-0.90	9.00	0.3783	1.4240	2	2	33	0.0104	30	0.0519	26	0.0965
-0.90	9.20	0.3666	1.4100	2	2	33	0.0115	30	0.0537	27	0.1002

<u>ตารางที่ 4.4.29</u> (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-0.90	9.40	0.3558	1.3970	2	2	34	0.0118	31	0.0509	27	0.0977
-0.90	9.60	0.3457	1.3850	2	2	34	0.0095	31	0.0486	28	0.0980
-0.90	9.80	0.3363	1.3730	2	2	35	0.0102	32	0.0534	28	0.1004
-0.90	10.00	0.3275	1.3620	2	2	35	0.0112	32	0.0526	28	0.0968

<u>ตารางที่ 4.4.30</u> ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.00$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.00 - 10.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.00	5.00	3.5380	2.7990	2	2	27	0.0098	24	0.0502	21	0.1015
-1.00	5.20	2.3860	2.5120	2	2	27	0.0104	25	0.0491	21	0.0962
-1.00	5.40	1.8390	2.3150	2	2	27	0.0082	25	0.0529	22	0.1010
-1.00	5.60	1.5100	2.1700	2	2	28	0.0107	25	0.0466	22	0.1002
-1.00	5.80	1.2890	2.0570	2	2	28	0.0094	25	0.0496	22	0.1043
-1.00	6.00	1.1290	1.9670	2	2	28	0.0118	26	0.0518	22	0.1048
-1.00	6.20	1.0080	1.8920	2	2	29	0.0087	26	0.0540	23	0.1010
-1.00	6.40	0.9132	1.8300	2	2	29	0.0102	26	0.0494	23	0.0973
-1.00	6.60	0.8364	1.7760	2	2	30	0.0119	27	0.0519	24	0.1002
-1.00	6.80	0.7730	1.7300	2	2	30	0.0118	27	0.0483	24	0.0985
-1.00	7.00	0.7198	1.6890	2	2	30	0.0106	27	0.0494	24	0.0959
-1.00	7.20	0.6744	1.6530	2	2	30	0.0103	28	0.0469	24	0.0960
-1.00	7.40	0.6352	1.6200	2	2	31	0.0081	28	0.0522	25	0.0958
-1.00	7.60	0.6010	1.5910	2	2	31	0.0100	28	0.0485	25	0.1010

ตารางที่ 4.4.30 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-1.00	7.80	0.5709	1.5650	2	2	32	0.0117	29	0.0475	25	0.0980
-1.00	8.00	0.5442	1.5410	2	2	32	0.0101	29	0.0538	26	0.1048
-1.00	8.20	0.5092	1.5190	2	2	32	0.0116	30	0.0494	26	0.0986
-1.00	8.40	0.4888	1.4980	2	2	32	0.0096	30	0.0512	26	0.1002
-1.00	8.60	0.4702	1.4790	2	2	33	0.0083	30	0.0497	26	0.0948
-1.00	8.80	0.4533	1.4620	2	2	33	0.0105	31	0.0532	27	0.0943
-1.00	9.00	0.4454	1.4540	2	2	33	0.0115	31	0.0535	27	0.1007
-1.00	9.20	0.4305	1.4460	2	2	34	0.0108	31	0.0475	28	0.0982
-1.00	9.40	0.4169	1.4310	2	2	34	0.0092	32	0.0508	28	0.1028
-1.00	9.60	0.4042	1.4160	2	2	35	0.0101	32	0.0485	28	0.0972
-1.00	9.80	0.3925	1.4030	2	2	35	0.0118	32	0.0475	29	0.1024
-1.00	10.00	0.3800	1.3790	2	2	35	0.0085	32	0.0527	29	0.0995

ตารางที่ 4.4.31 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.40 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.10	5.40	3.5430	2.6320	2	2	28	0.0097	25	0.0477	23	0.0993
-1.10	5.60	2.4510	2.4000	2	2	28	0.0119	25	0.0493	23	0.0968
-1.10	5.80	1.9210	2.2340	2	2	28	0.0082	26	0.0467	24	0.1006
-1.10	6.00	1.5960	2.1090	2	2	29	0.0109	26	0.0518	24	0.1024
-1.10	6.20	1.3730	2.0090	2	2	29	0.0115	26	0.0485	24	0.0967
-1.10	6.40	1.2100	1.9280	2	2	30	0.0099	27	0.0531	24	0.0990

ตารางที่ 4.4.31 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.10	6.60	1.0850	1.8600	2	2	30	0.0103	27	0.0509	24	0.1014
-1.10	6.80	0.9857	1.8030	2	2	31	0.0113	28	0.0515	25	0.1044
-1.10	7.00	0.9053	1.7530	2	2	31	0.0093	28	0.0482	25	0.0978
-1.10	7.20	0.8386	1.7100	2	2	31	0.0086	29	0.0518	25	0.1005
-1.10	7.40	0.7823	1.6710	2	2	32	0.0118	29	0.0470	26	0.1000
-1.10	7.60	0.7342	1.6370	2	2	32	0.0106	30	0.0523	27	0.1040
-1.10	7.80	0.6924	1.6070	2	2	32	0.0096	30	0.0485	27	0.1013
-1.10	8.00	0.6559	1.5790	2	2	33	0.0107	31	0.0515	28	0.1044
-1.10	8.20	0.6237	1.5540	2	2	33	0.0100	31	0.0468	28	0.0983
-1.10	8.40	0.5950	1.5310	2	2	34	0.0111	32	0.0508	28	0.0982
-1.10	8.60	0.5693	1.5100	2	2	34	0.0095	32	0.0493	28	0.0948
-1.10	8.80	0.5461	1.4900	2	2	34	0.0104	32	0.0518	28	0.1052
-1.10	9.00	0.5251	1.4720	2	2	35	0.0108	32	0.0495	29	0.0977
-1.10	9.20	0.5060	1.4550	2	2	35	0.0094	33	0.0510	29	0.1003
-1.10	9.40	0.4885	1.4400	2	2	36	0.0111	33	0.0541	30	0.1012
-1.10	9.60	0.4724	1.4250	2	2	36	0.0084	34	0.0462	30	0.0985
-1.10	9.80	0.4576	1.4110	2	2	36	0.0098	34	0.0518	30	0.1040
-1.10	10.00	0.4438	1.3980	2	2	37	0.0108	34	0.0472	30	0.0983
-1.10	10.20	0.4311	1.3860	2	2	37	0.0117	35	0.0471	30	0.1056
-1.10	10.40	0.4192	1.3740	2	2	37	0.0094	35	0.0513	31	0.0948
-1.10	10.60	0.4082	1.3630	2	2	37	0.0104	36	0.048	31	0.1042
-1.10	10.80	0.3978	1.3530	2	2	38	0.0105	36	0.0474	32	0.1008
-1.10	11.00	0.3881	1.3430	2	2	38	0.0093	36	0.0505	32	0.1020
-1.10	11.20	0.3789	1.3340	2	2	39	0.0116	37	0.0489	32	0.1031
-1.10	11.40	0.3703	1.3250	2	2	39	0.0081	37	0.0527	32	0.1005

ตารางที่ 4.4.32 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 5.80 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.20	5.80	3.8860	2.5300	2	2	32	0.0114	29	0.0475	24	0.0986
-1.20	6.00	2.6540	2.3310	2	2	32	0.0105	29	0.0494	24	0.1035
-1.20	6.20	2.0790	2.1840	2	2	32	0.0099	30	0.0509	25	0.0963
-1.20	6.40	1.7290	2.0700	2	2	33	0.0084	30	0.0480	25	0.0954
-1.20	6.60	1.4900	1.9780	2	2	33	0.0119	31	0.0515	26	0.1016
-1.20	6.80	1.3150	1.9030	2	2	34	0.0109	31	0.0475	26	0.0992
-1.20	7.00	1.1800	1.8400	2	2	34	0.0097	31	0.0511	27	0.0948
-1.20	7.20	1.0740	1.7850	2	2	34	0.0111	32	0.0487	27	0.1016
-1.20	7.40	0.9871	1.7380	2	2	35	0.0102	32	0.0536	28	0.0997
-1.20	7.60	0.9151	1.6970	2	2	35	0.0085	33	0.0494	28	0.1035
-1.20	7.80	0.8542	1.6600	2	2	36	0.0110	33	0.0505	28	0.0984
-1.20	8.00	0.8020	1.6280	2	2	36	0.0118	34	0.0541	29	0.1012
-1.20	8.20	0.7568	1.5980	2	2	36	0.0104	34	0.0459	29	0.0954
-1.20	8.40	0.7172	1.5710	2	2	37	0.0088	34	0.0533	30	0.1032
-1.20	8.60	0.6822	1.5470	2	2	37	0.0112	34	0.0475	30	0.1018
-1.20	8.80	0.6510	1.5250	2	2	37	0.0090	35	0.0534	30	0.1047
-1.20	9.00	0.6230	1.5040	2	2	38	0.0100	35	0.0492	31	0.0993
-1.20	9.20	0.5978	1.4850	2	2	38	0.0088	36	0.0536	31	0.1011
-1.20	9.40	0.5749	1.4680	2	2	38	0.0117	36	0.0461	32	0.0948
-1.20	9.60	0.5540	1.4510	2	2	38	0.0096	36	0.0467	32	0.1007
-1.20	9.80	0.5349	1.4360	2	2	39	0.0107	36	0.0541	32	0.1041
-1.20	10.00	0.5174	1.4210	2	2	39	0.0081	36	0.0478	33	0.0973
-1.20	10.20	0.5012	1.4080	2	2	40	0.0089	37	0.0524	33	0.1029
-1.20	10.40	0.4862	1.3950	2	2	40	0.0101	37	0.0513	34	0.1032

ตารางที่ 4.4.32 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.20	10.60	0.4723	1.3830	2	2	40	0.0113	38	0.0469	34	0.1053
-1.20	10.80	0.4593	1.3720	2	2	41	0.0108	38	0.0508	34	0.1005
-1.20	11.00	0.4472	1.3610	2	2	41	0.0092	38	0.0524	35	0.0952
-1.20	11.20	0.4358	1.3510	2	2	41	0.0103	39	0.0464	35	0.0948
-1.20	11.40	0.4252	1.3410	2	2	42	0.0088	39	0.0470	35	0.0954
-1.20	11.60	0.4250	1.3310	2	2	42	0.0113	40	0.0469	35	0.1053
-1.20	11.80	0.4238	1.3200	2	2	43	0.0108	40	0.0508	36	0.1005
-1.20	12.00	0.4224	1.3120	2	2	43	0.0092	40	0.0524	36	0.0952

ตารางที่ 4.4.33 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 6.20 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.30	6.20	5.1100	2.4760	2	2	35	0.0093	32	0.0486	28	0.1028
-1.30	6.40	3.0540	2.2940	2	2	35	0.0102	32	0.0462	28	0.0996
-1.30	6.60	2.3350	2.1560	2	2	35	0.0083	33	0.0526	29	0.1027
-1.30	6.80	1.9240	2.0490	2	2	36	0.0118	33	0.0472	29	0.1022
-1.30	7.00	1.6500	1.9620	2	2	36	0.0105	34	0.0494	30	0.0978
-1.30	7.20	1.4520	1.8900	2	2	36	0.0091	34	0.0489	30	0.1026
-1.30	7.40	1.3010	1.8290	2	2	37	0.0114	35	0.0526	30	0.1032
-1.30	7.60	1.1820	1.7760	2	2	37	0.0081	35	0.0458	31	0.1002
-1.30	7.80	1.0860	1.7310	2	2	37	0.0096	35	0.0525	31	0.1012
-1.30	8.00	1.0060	1.6910	2	2	37	0.0104	35	0.0474	32	0.1033

ตารางที่ 4.4.33 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-1.30	8.20	0.9382	1.6550	2	2	38	0.009	35	0.0514	32	0.1020
-1.30	8.40	0.8805	1.6230	2	2	38	0.0102	36	0.0488	32	0.1038
-1.30	8.60	0.8304	1.5940	2	2	39	0.0082	36	0.0507	33	0.0993
-1.30	8.80	0.7866	1.5680	2	2	39	0.0114	36	0.0492	33	0.0951
-1.30	9.00	0.7480	1.5440	2	2	40	0.0094	37	0.0502	33	0.1025
-1.30	9.20	0.7136	1.5220	2	2	40	0.0100	37	0.0460	33	0.0999
-1.30	9.40	0.6827	1.5020	2	2	40	0.0116	38	0.054	34	0.1048
-1.30	9.60	0.6549	1.4830	2	2	40	0.0113	38	0.0526	34	0.1008
-1.30	9.80	0.6297	1.4660	2	2	41	0.0092	38	0.0505	35	0.1036
-1.30	10.00	0.6067	1.4500	2	2	41	0.0101	39	0.0459	35	0.0950
-1.30	10.20	0.5857	1.4340	2	2	42	0.0114	39	0.0516	35	0.1021
-1.30	10.40	0.5664	1.4200	2	2	42	0.0084	40	0.0466	35	0.1032
-1.30	10.60	0.5485	1.4070	2	2	43	0.0116	40	0.0510	36	0.1055
-1.30	10.80	0.5320	1.3940	2	2	43	0.0095	40	0.0498	36	0.0985
-1.30	11.00	0.5167	1.3820	2	2	44	0.0103	41	0.0512	36	0.1042
-1.30	11.20	0.5025	1.3710	2	2	44	0.0088	41	0.0538	37	0.0950
-1.30	11.40	0.4891	1.3600	2	2	44	0.0097	41	0.0468	37	0.0945
-1.30	11.60	0.4725	1.3520	2	2	45	0.0082	42	0.0507	38	0.0993
-1.30	11.80	0.4653	1.3430	2	2	45	0.0114	42	0.0492	38	0.0951
-1.30	12.00	0.4541	1.3310	2	2	45	0.0094	42	0.0502	38	0.1025

ตารางที่ 4.4.34 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 6.80 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.40	6.80	3.9290	2.2810	2	2	40	0.0103	36	0.0468	31	0.1024
-1.40	7.00	2.7680	2.1480	2	2	40	0.0114	36	0.0518	31	0.0995
-1.40	7.20	2.2170	2.0430	2	2	40	0.0081	37	0.0475	32	0.1044
-1.40	7.40	1.8750	1.9580	2	2	40	0.0107	37	0.0528	32	0.0953
-1.40	7.60	1.6360	1.8870	2	2	41	0.0089	38	0.0488	33	0.1018
-1.40	7.80	1.4570	1.8270	2	2	41	0.0099	38	0.0533	33	0.0998
-1.40	8.00	1.3190	1.7750	2	2	42	0.0102	38	0.0459	34	0.1009
-1.40	8.20	1.2070	1.7300	2	2	42	0.0111	38	0.0508	34	0.1028
-1.40	8.40	1.1150	1.6900	2	2	42	0.0084	39	0.0469	34	0.1035
-1.40	8.60	1.0380	1.6550	2	2	42	0.0092	39	0.0518	35	0.0953
-1.40	8.80	0.9729	1.6230	2	2	43	0.0104	40	0.0484	35	0.1015
-1.40	9.00	0.9163	1.5940	2	2	43	0.0112	40	0.0496	35	0.1028
-1.40	9.20	0.8669	1.5680	2	2	44	0.0119	40	0.0461	36	0.0992
-1.40	9.40	0.8234	1.5450	2	2	44	0.0084	41	0.0528	36	0.1014
-1.40	9.60	0.7848	1.5230	2	2	44	0.0114	41	0.0478	37	0.0944
-1.40	9.80	0.7503	1.5030	2	2	45	0.0100	41	0.0504	37	0.1003
-1.40	10.00	0.7192	1.4840	2	2	45	0.0095	42	0.0487	38	0.0977
-1.40	10.20	0.6910	1.4670	2	2	46	0.0115	42	0.0522	38	0.1041
-1.40	10.40	0.6654	1.4500	2	2	46	0.0105	43	0.0466	39	0.104
-1.40	10.60	0.6420	1.4350	2	2	47	0.0114	43	0.0518	39	0.1054
-1.40	10.80	0.6205	1.4210	2	2	47	0.0088	44	0.0479	39	0.0981
-1.40	11.00	0.6007	1.4080	2	2	47	0.0101	44	0.0537	39	0.0995
-1.40	11.20	0.5823	1.3950	2	2	48	0.0110	45	0.0526	40	0.0944
-1.40	11.40	0.5653	1.3830	2	2	48	0.0099	45	0.0474	40	0.1001

ตารางที่ 4.4.34 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.40	11.60	0.5495	1.3720	2	2	48	0.0096	45	0.0503	41	0.1045
-1.40	11.80	0.5347	1.3610	2	2	48	0.0091	46	0.0515	41	0.0995
-1.40	12.00	0.5209	1.3510	2	2	49	0.0113	46	0.0499	42	0.1039

ตารางที่ 4.4.35 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 7.40 - 12.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.50	7.40	3.6690	2.1570	2	2	44	0.0116	40	0.0531	35	0.1026
-1.50	7.60	2.7050	2.0510	2	2	44	0.0106	41	0.0540	35	0.1050
-1.50	7.80	2.2110	1.9650	2	2	45	0.0099	41	0.0465	36	0.0946
-1.50	8.00	1.8930	1.8940	2	2	45	0.0083	42	0.054	36	0.0974
-1.50	8.20	1.6670	1.8330	2	2	46	0.0112	42	0.0525	37	0.1038
-1.50	8.40	1.4960	1.7810	2	2	46	0.0108	42	0.0468	37	0.0955
-1.50	8.60	1.3610	1.7360	2	2	46	0.0081	43	0.0515	38	0.0966
-1.50	8.80	1.2520	1.6950	2	2	47	0.0118	43	0.0509	38	0.1048
-1.50	9.00	1.1610	1.6600	2	2	47	0.0110	44	0.0535	39	0.0995
-1.50	9.20	1.0840	1.6280	2	2	48	0.0106	44	0.0499	39	0.1026
-1.50	9.40	1.0190	1.5990	2	2	48	0.0098	45	0.0521	40	0.0966
-1.50	9.60	0.9616	1.5730	2	2	49	0.0105	45	0.0518	40	0.1005
-1.50	9.80	0.9117	1.5490	2	2	49	0.0085	46	0.0475	41	0.0951
-1.50	10.00	0.8675	1.5270	2	2	49	0.0119	46	0.0491	41	0.1002
-1.50	10.20	0.8280	1.5060	2	2	50	0.0116	47	0.0468	41	0.0966

ตารางที่ 4.4.37 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.50	10.40	0.7927	1.4880	2	2	50	0.0091	47	0.0529	42	0.0944
-1.50	10.60	0.7608	1.4700	2	2	50	0.0110	48	0.0499	42	0.1009
-1.50	10.80	0.7318	1.4540	2	2	50	0.0100	48	0.0541	43	0.0974
-1.50	11.00	0.7053	1.4390	2	2	51	0.0114	48	0.0502	43	0.0986
-1.50	11.20	0.6811	1.4240	2	2	51	0.0105	49	0.0526	44	0.1048
-1.50	11.40	0.6588	1.4110	2	2	52	0.0092	49	0.0496	44	0.1016
-1.50	11.60	0.6383	1.3980	2	2	52	0.0117	49	0.0542	44	0.1035
-1.50	11.80	0.6192	1.3860	2	2	53	0.0105	50	0.0506	45	0.0986
-1.50	12.00	0.6015	1.3750	2	2	53	0.0098	50	0.0531	45	0.1056

ตารางที่ 4.4.36 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.60$ และความโด่ง $\gamma_2 = 8.00 - 13.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.60	8.00	3.8130	2.0740	2	2	50	0.0094	47	0.0490	42	0.1036
-1.60	8.20	2.7950	1.9850	2	2	50	0.0110	47	0.0506	42	0.1046
-1.60	8.40	2.2910	1.9110	2	2	51	0.0104	47	0.0482	43	0.0950
-1.60	8.60	1.9690	1.8490	2	2	51	0.0088	48	0.0514	43	0.1037
-1.60	8.80	1.7400	1.7950	2	2	52	0.0092	48	0.0472	43	0.0952
-1.60	9.00	1.5660	1.7480	2	2	52	0.0108	49	0.0493	43	0.1055
-1.60	9.20	1.4280	1.7070	2	2	52	0.0097	49	0.0521	44	0.0960
-1.60	9.40	1.3160	1.6700	2	2	53	0.0102	50	0.0466	44	0.1038
-1.60	9.60	1.2230	1.6370	2	2	53	0.0118	50	0.0534	45	0.0993

ตารางที่ 4.4.36 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.60	9.80	1.1440	1.6080	2	2	54	0.0104	50	0.0484	45	0.1047
-1.60	10.00	1.0760	1.5810	2	2	54	0.0085	50	0.0538	46	0.0954
-1.60	10.20	1.0170	1.5570	2	2	54	0.0092	51	0.0519	46	0.1022
-1.60	10.40	0.9655	1.5340	2	2	55	0.0090	51	0.0528	47	0.0960
-1.60	10.60	0.9196	1.5130	2	2	55	0.0117	52	0.0460	47	0.1058
-1.60	10.80	0.8785	1.4940	2	2	55	0.0106	52	0.0538	48	0.0993
-1.60	11.00	0.8416	1.4760	2	2	56	0.0084	52	0.0511	48	0.0954
-1.60	11.20	0.8083	1.4600	2	2	56	0.0112	53	0.0533	48	0.1035
-1.60	11.40	0.7780	1.4440	2	2	56	0.0105	53	0.0526	48	0.0959
-1.60	11.60	0.7503	1.4300	2	2	56	0.0082	53	0.0541	49	0.0942
-1.60	11.80	0.7248	1.4160	2	2	57	0.0092	53	0.0469	49	0.0985
-1.60	12.00	0.7014	1.4030	2	2	57	0.0114	54	0.0518	50	0.0958
-1.60	12.20	0.6798	1.3910	2	2	58	0.0104	54	0.0532	50	0.0943
-1.60	12.40	0.6598	1.3790	2	2	58	0.0094	55	0.0540	50	0.1032
-1.60	12.60	0.6411	1.3690	2	2	59	0.0090	55	0.0525	50	0.0993
-1.60	12.80	0.6237	1.3580	2	2	59	0.0088	56	0.0475	51	0.0944
-1.60	13.00	0.6074	1.3480	2	2	60	0.0109	56	0.0488	51	0.1042

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.37 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.70$ และความโด่ง $\gamma_2 = 8.60 - 13.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.70	8.60	4.6030	2.0180	2	2	57	0.0109	53	0.0522	47	0.0958
-1.70	8.80	3.0610	1.9400	2	2	57	0.0117	53	0.0479	48	0.097
-1.70	9.00	2.4670	1.8740	2	2	57	0.0102	54	0.0512	48	0.1012
-1.70	9.20	2.1080	1.8170	2	2	58	0.0106	54	0.0495	49	0.0957
-1.70	9.40	1.8580	1.7680	2	2	58	0.0092	54	0.0504	49	0.095
-1.70	9.60	1.6700	1.7250	2	2	58	0.0083	55	0.0488	50	0.0978
-1.70	9.80	1.5230	1.6860	2	2	59	0.0114	55	0.0472	50	0.1006
-1.70	10.00	1.4030	1.6520	2	2	59	0.0086	56	0.0462	50	0.0997
-1.70	10.20	1.3040	1.6210	2	2	60	0.0094	56	0.0494	51	0.1052
-1.70	10.40	1.2200	1.5940	2	2	60	0.0101	56	0.0486	51	0.0963
-1.70	10.60	1.1480	1.5680	2	2	60	0.0112	57	0.0503	52	0.1023
-1.70	10.80	1.0850	1.5450	2	2	60	0.0105	57	0.0528	52	0.0988
-1.70	11.00	1.0300	1.5240	2	2	61	0.0082	58	0.0496	53	0.1016
-1.70	11.20	0.9811	1.5040	2	2	61	0.0094	58	0.0465	53	0.1055
-1.70	11.40	0.9375	1.4850	2	2	61	0.0103	58	0.0472	54	0.0944
-1.70	11.60	0.8983	1.4680	2	2	62	0.0098	58	0.0519	54	0.1042
-1.70	11.80	0.8628	1.4520	2	2	62	0.0105	59	0.0522	55	0.0966
-1.70	12.00	0.8306	1.4370	2	2	63	0.0118	59	0.053	55	0.1002
-1.70	12.20	0.8011	1.4230	2	2	63	0.0081	60	0.0489	55	0.1011
-1.70	12.40	0.7740	1.4100	2	2	64	0.0091	60	0.0513	55	0.0954
-1.70	12.60	0.7491	1.3980	2	2	64	0.0102	60	0.0472	56	0.0969
-1.70	12.80	0.7261	1.3860	2	2	65	0.0118	61	0.0530	56	0.0970
-1.70	13.00	0.7047	1.3750	2	2	65	0.0084	61	0.0502	56	0.1012

ตารางที่ 4.4.38 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.80$ และความโด่ง $\gamma_2 = 9.40 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.80	9.40	3.6790	1.9100	2	2	62	0.0097	59	0.0479	54	0.0971
-1.80	9.60	2.7930	1.8490	2	2	62	0.0101	59	0.0484	54	0.1014
-1.80	9.80	2.3350	1.7960	2	2	63	0.0112	59	0.0517	54	0.0952
-1.80	10.00	2.0360	1.7500	2	2	63	0.0118	60	0.0462	55	0.0999
-1.80	10.20	1.8190	1.7090	2	2	64	0.0086	60	0.0514	55	0.0943
-1.80	10.40	1.6520	1.6730	2	2	64	0.0095	60	0.0475	56	0.1002
-1.80	10.60	1.5180	1.6400	2	2	65	0.0100	61	0.0520	56	0.0969
-1.80	10.80	1.4080	1.6110	2	2	65	0.0105	61	0.0517	57	0.1027
-1.80	11.00	1.3160	1.5840	2	2	65	0.0094	62	0.0503	57	0.1014
-1.80	11.20	1.2360	1.5600	2	2	66	0.0118	62	0.0469	57	0.0949
-1.80	11.40	1.1680	1.5380	2	2	66	0.0105	63	0.0509	58	0.1035
-1.80	11.60	1.1080	1.5170	2	2	67	0.0100	63	0.0498	58	0.0999
-1.80	11.80	1.0540	1.4980	2	2	67	0.011	63	0.0532	58	0.1016
-1.80	12.00	1.0070	1.4800	2	2	67	0.0104	64	0.0466	58	0.0967
-1.80	12.20	0.9644	1.4630	2	2	68	0.0085	64	0.0520	59	0.1002
-1.80	12.40	0.9260	1.4480	2	2	68	0.0114	64	0.0489	59	0.0958
-1.80	12.60	0.8910	1.4330	2	2	68	0.0100	65	0.0503	60	0.1046
-1.80	12.80	0.8592	1.4200	2	2	68	0.0098	65	0.0464	60	0.1002
-1.80	13.00	0.8299	1.4070	2	2	69	0.0103	65	0.0506	61	0.1058
-1.80	13.20	0.8030	1.3940	2	2	69	0.0118	66	0.0477	61	0.0946
-1.80	13.40	0.7781	1.3830	2	2	70	0.0089	66	0.0520	62	0.1032
-1.80	13.60	0.7551	1.3720	2	2	70	0.0110	67	0.0492	62	0.0977
-1.80	13.80	0.7336	1.3620	2	2	71	0.0092	67	0.0500	62	0.1048
-1.80	14.00	0.7136	1.3520	2	2	71	0.0105	67	0.0488	63	0.0981

ตารางที่ 4.4.38 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-1.80	14.20	0.6949	1.3420	2	2	72	0.0081	67	0.0470	63	0.1008
-1.80	14.40	0.6774	1.3330	2	2	72	0.0111	68	0.0517	64	0.0962
-1.80	14.60	0.6609	1.3250	2	2	72	0.0087	68	0.0495	64	0.0972
-1.80	14.80	0.6454	1.3160	2	2	73	0.0093	69	0.0503	64	0.0955
-1.80	15.00	0.6308	1.3080	2	2	73	0.0102	69	0.0482	64	0.0980

ตารางที่ 4.4.39 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -1.90$ และความโด่ง $\gamma_2 = 10.20 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-1.90	10.20	3.4750	1.8340	2	2	68	0.0099	65	0.0458	60	0.1011
-1.90	10.40	2.7260	1.7840	2	2	68	0.0081	65	0.0484	60	0.1048
-1.90	10.60	2.3130	1.7400	2	2	69	0.0105	65	0.0514	61	0.0984
-1.90	10.80	2.0360	1.7010	2	2	69	0.0116	66	0.0499	61	0.1003
-1.90	11.00	1.8320	1.6660	2	2	70	0.0096	66	0.0477	61	0.0978
-1.90	11.20	1.6730	1.6340	2	2	70	0.0088	67	0.0541	62	0.1056
-1.90	11.40	1.5440	1.6050	2	2	70	0.0098	67	0.0522	62	0.1045
-1.90	11.60	1.4380	1.5800	2	2	71	0.0112	67	0.0467	63	0.1008
-1.90	11.80	1.3470	1.5560	2	2	71	0.0085	68	0.0496	63	0.0964
-1.90	12.00	1.2700	1.5340	2	2	72	0.0101	68	0.0505	64	0.0963
-1.90	12.20	1.2020	1.5140	2	2	72	0.0083	69	0.0490	64	0.1052
-1.90	12.40	1.1430	1.4950	2	2	73	0.0116	69	0.0516	65	0.0985
-1.90	12.60	1.0900	1.4770	2	2	73	0.0092	70	0.0496	65	0.0979

ตารางที่ 4.4.39 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
-1.90	12.80	1.0430	1.4610	2	2	73	0.0115	70	0.0522	65	0.1048
-1.90	13.00	1.0000	1.4460	2	2	74	0.0108	70	0.0488	65	0.1022
-1.90	13.20	0.9614	1.4310	2	2	74	0.0087	70	0.0537	66	0.1033
-1.90	13.40	0.9263	1.4180	2	2	75	0.0097	71	0.0514	66	0.1008
-1.90	13.60	0.8941	1.4050	2	2	75	0.0106	71	0.0505	67	0.1015
-1.90	13.80	0.8646	1.3930	2	2	75	0.0114	72	0.0538	67	0.0994
-1.90	14.00	0.8373	1.3820	2	2	76	0.0090	72	0.0496	67	0.1002
-1.90	14.20	0.8121	1.3710	2	2	76	0.0106	72	0.0510	68	0.0998
-1.90	14.40	0.7886	1.3610	2	2	77	0.0119	73	0.0508	68	0.1024
-1.90	14.60	0.7668	1.3510	2	2	77	0.0112	73	0.0477	69	0.1008
-1.90	14.80	0.7464	1.3420	2	2	78	0.0082	74	0.0523	69	0.1037
-1.90	15.00	0.7273	1.3330	2	2	78	0.0102	74	0.0498	69	0.1011

ตารางที่ 4.4.40 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = -2.00$ และความโด่ง $\gamma_2 = 11.00 - 15.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-2.00	11.00	3.6120	1.7800	2	2	76	0.0110	72	0.0482	67	0.1018
-2.00	11.20	2.8040	1.7370	2	2	76	0.0090	72	0.0542	67	0.0998
-2.00	11.40	2.3770	1.6980	2	2	77	0.0092	72	0.0482	68	0.1045
-2.00	11.60	2.0960	1.6640	2	2	77	0.0103	73	0.0533	68	0.0987
-2.00	11.80	1.8890	1.6330	2	2	78	0.0115	73	0.0521	68	0.0954
-2.00	12.00	1.7280	1.6050	2	2	78	0.0096	74	0.0495	69	0.1023

ตารางที่ 4.4 40 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
-2.00	12.20	1.5980	1.5790	2	2	79	0.0118	74	0.0518	69	0.0986
-2.00	12.40	1.4900	1.5550	2	2	79	0.0104	74	0.0537	70	0.0993
-2.00	12.60	1.3990	1.5340	2	2	79	0.0086	75	0.0509	70	0.1015
-2.00	12.80	1.3200	1.5140	2	2	80	0.0116	75	0.0532	70	0.0977
-2.00	13.00	1.2510	1.4950	2	2	80	0.0088	76	0.0488	70	0.1011
-2.00	13.20	1.1900	1.4780	2	2	81	0.0106	76	0.0475	71	0.0952
-2.00	13.40	1.1360	1.4610	2	2	81	0.0114	76	0.0507	71	0.1043
-2.00	13.60	1.0880	1.4460	2	2	81	0.0087	76	0.0484	71	0.0988
-2.00	13.80	1.0450	1.4320	2	2	82	0.0092	77	0.0516	72	0.1035
-2.00	14.00	1.0050	1.4190	2	2	82	0.0109	77	0.0475	72	0.0944
-2.00	14.20	0.9690	1.4060	2	2	83	0.0113	78	0.0527	73	0.1050
-2.00	14.40	0.9359	1.3940	2	2	83	0.0081	78	0.0498	73	0.1002
-2.00	14.60	0.9055	1.3830	2	2	84	0.0102	79	0.0463	73	0.1024
-2.00	14.80	0.8774	1.3720	2	2	84	0.0088	79	0.0475	74	0.0968
-2.00	15.00	0.8514	1.3620	2	2	84	0.0110	80	0.0512	74	0.0995

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการศึกษาเมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันที่มีลักษณะเบ้ซ้าย

1. ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงประชากรจะมีผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าเป็นลบเพิ่มขึ้นหรือกล่าวได้ว่าการแจกแจงของประชากรจะมีลักษณะเบ้ซ้ายมากขึ้น และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n มีขนาดเพิ่มขึ้นแปรผันตามค่าความเบ้ที่มีค่าเป็นลบเพิ่มขึ้น และแปรผันตามค่าความโด่งที่เพิ่มขึ้น

2. ผลการศึกษาพบว่า ค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ α จะมีผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 นั่นคือ เมื่อค่าระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n มีขนาดลดลงแปรผกผันกับค่าระดับนัยสำคัญที่เพิ่มขึ้น

สรุปผลการศึกษาเพิ่มเติม

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในกรณีที่การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรเป็นแบบด้านเดียวโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ซึ่งมีสมมติฐานของการทดสอบดังนี้ คือ $H_0:\sigma^2 \le \sigma_0^2$ และ $H_1:\sigma^2 > \sigma_0^2$ และ $H_0:\sigma^2 \ge \sigma_0^2$ $H_1:\sigma^2 < \sigma_0^2$ โดยทำการศึกษาในทุกสถานการณ์เช่นเดียวกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้าน ผลจากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรที่เป็นแบบสองด้านและด้านเดียวจะได้ผลสรุปของขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดในแต่ละสถานการณ์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงผลการวิจัยบางส่วนของการทดสอบแบบด้านเดียวไว้ในภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 2 ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือได้ของขนาดตัวอย่าง n ที่ได้จากการศึกษาวิจัย

ในการทดสอบว่าขนาดตัวอย่าง n ที่ได้ในแต่ละสถานการณ์นั้นมีความเชื่อถือได้หรือไม่ จะพิจารณาจากผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้าน คือ $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ $H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2$ โดยใช้ผลสรุปของขนาดตัวอย่าง n ที่ได้จากการศึกษาวิจัยในส่วนแรกมาใช้ในการกำหนดขนาดตัวอย่าง n สำหรับการทดสอบสมมติฐานในสถานการณ์ที่กำหนด

การนำเสนอผลการวิจัยส่วนนี้จะนำเสนอในรูปแบบของตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยพิจารณาเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ ซึ่งจะใช้ข้อมูลในการทดสอบสมมติฐานจำนวน 100 ชุดสำหรับแต่ละสถานการณ์ โดยจำแนกตามการแจกแจงของประชากร ดังต่อไปนี้

1) การแจกแจงแกมมา
2) การแจกแจงลอกนอร์มอล
3) การแจกแจงเบตา

โดยที่ $\hat{\gamma}_1$ หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง

$\hat{\gamma}_2$ หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง

n หมายถึง ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา

การศึกษาในกรณีนี้ คือ การหาเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ ของการทดสอบทั้งหมดจำนวน 100 ชุดในแต่ละสถานการณ์เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา โดยแสดงค่าเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ ในแต่ละสถานการณ์ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n จากการศึกษาวิจัยที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05$ และ 0.10 โดยจำแนกตามค่าพารามิเตอร์ $\alpha, \lambda,$ ค่าความแปรปรวน σ^2 และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1,$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา

α	λ	σ_0^2	$\hat{\gamma}_1$	$\hat{\gamma}_2$	$\alpha=0.01$		$\alpha=0.05$		$\alpha=0.10$	
					n	% การยอมรับ	n	% การยอมรับ	n	% การยอมรับ
17.2	0.75	30.58	(0.40, 0.50]	(3.00, 3.40]	15	99	12	98	10	98
4.00	0.75	7.11	(0.90, 1.00]	(4.20, 4.60]	22	98	20	97	17	97
2.05	0.75	3.64	(1.40, 1.50]	(5.80, 6.20]	40	100	37	99	32	97
1.00	0.75	1.78	(1.90, 2.00]	(8.60, 9.00]	68	99	63	100	58	98

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงลอกนอร์มอล

การศึกษาในกรณีนี้ คือ การหาเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0:\sigma^2=\sigma_0^2$ ของการทดสอบทั้งหมดจำนวน 100 ชุดในแต่ละสถานการณ์เมื่อประชากรมีการแจกแจงลอกนอร์มอล โดยแสดงค่าเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0:\sigma^2=\sigma_0^2$ ในแต่ละสถานการณ์ดังตารางที่ 4.6

<u>ตารางที่ 4.6</u> แสดงเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0:\sigma^2=\sigma_0^2$ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n จากการศึกษาวิจัยที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.01, 0.05$ และ 0.10 โดยจำแนกตามค่าพารามิเตอร์ μ, σ'^2, ค่าความแปรปรวน σ^2 และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1$, ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ เมื่อประชากรมีการแจกแจงลอกนอร์มอล

μ	σ'^2	σ_0^2	$\hat{\gamma}_1$	$\hat{\gamma}_2$	$\alpha=0.01$		$\alpha=0.05$		$\alpha=0.10$	
					n	% การยอมรับ	n	% การยอมรับ	n	% การยอมรับ
1	0.0016	0.0119	(0.00, 0.10]	(3.00, 3.40]	11	99	8	98	4	100
1	0.0300	0.2319	(0.50, 0.60]	(3.00, 3.40]	16	100	12	97	10	98
1	0.1000	0.8588	(1.00, 1.10]	(4.60, 5.00]	23	100	21	98	19	99
1	0.2000	1.9982	(1.50, 1.60]	(7.00, 7.40]	46	99	43	100	38	98

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.7 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา

การศึกษาในกรณีนี้ คือ การหาเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ ของการทดสอบทั้งหมดจำนวน 100 ชุดในแต่ละสถานการณ์เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา โดยแสดงเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ ในแต่ละสถานการณ์ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงเปอร์เซนต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n จากการศึกษาวิจัยที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05$ และ 0.10 โดยจำแนกตามค่าพารามิเตอร์ $\alpha, \beta,$ ค่าความแปรปรวน σ^2 และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1,$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา

α	λ	σ_0^2	$\hat{\gamma}_1$	$\hat{\gamma}_2$	$\alpha=0.01$	%	$\alpha=0.05$	%	$\alpha=0.10$	%
					n	การยอมรับ	n	การยอมรับ	n	การยอมรับ
2.00	4.00	0.0500	(0.40, 0.50]	(3.00, 3.40]	15	99	12	100	10	97
2.00	7.00	0.0173	(0.70, 0.80]	(3.80, 4.20]	19	100	16	98	14	99
0.85	4.00	0.0239	(1.20, 1.30]	(5.80, 6.20]	30	99	28	97	24	99
0.12	0.60	0.0807	(1.70, 1.80]	(7.40, 7.80]	58	100	54	97	50	98

สรุปผลการทดสอบความน่าเชื่อถือได้ของขนาดตัวอย่าง n ที่ได้จากการศึกษาวิจัย

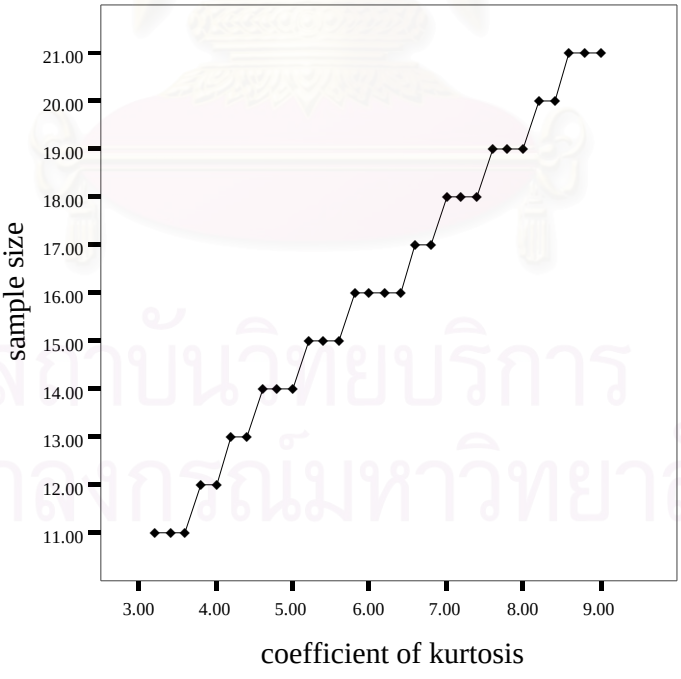
ผลการทดสอบพบว่าเปอร์เซ็นต์การยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$ ในแต่ละสถานการณ์มีค่าสูงคืออยู่ระหว่าง 97% - 100% แสดงว่าขนาดตัวอย่าง n ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 มีความเหมาะสมสำหรับสถานการณ์ที่กำหนด

ส่วนที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n

จากตารางแสดงขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งต่างๆ พบว่า เมื่อพิจารณาความแปรผันของขนาดตัวอย่าง n ตามลักษณะความเบ้และความโด่งของการแจกแจงจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 ของการแจกแจงกับขนาดตัวอย่าง n ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ ได้รูปแบบของความแปรผันดังตัวอย่างกราฟต่อไปนี้

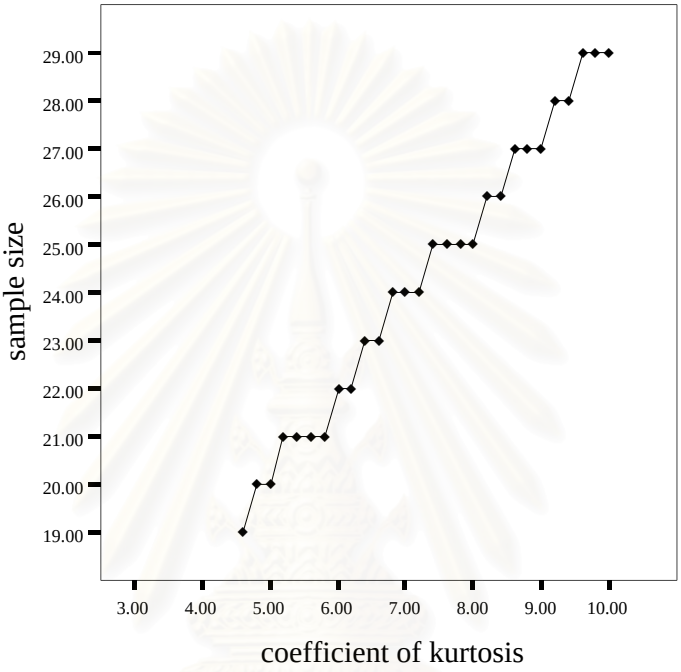
กรณีที่กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n แสดงผลดังรูปที่ 4.1 – 4.5

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าคงที่ $\gamma_1 = 0.10$



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$

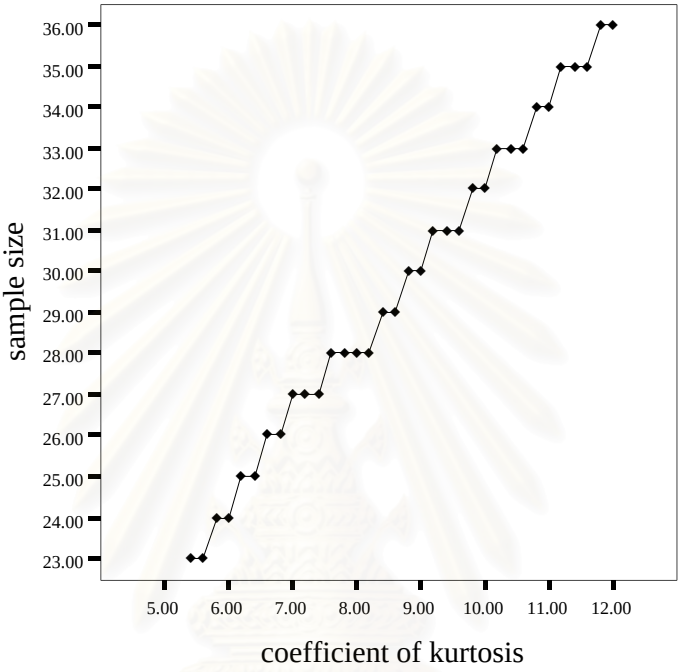
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าคงที่ $\gamma_1 = 0.80$



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 0.80$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

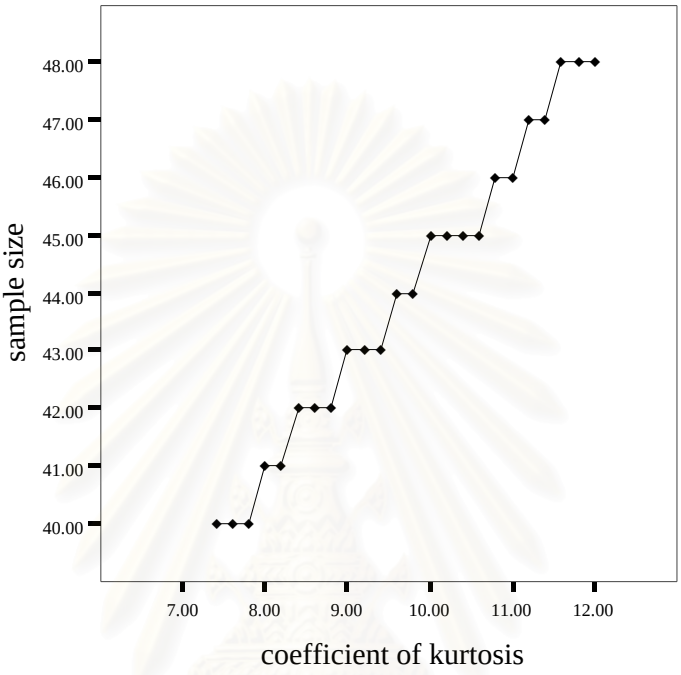
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าคงที่ $\gamma_1 = 1.10$



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 1.10$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

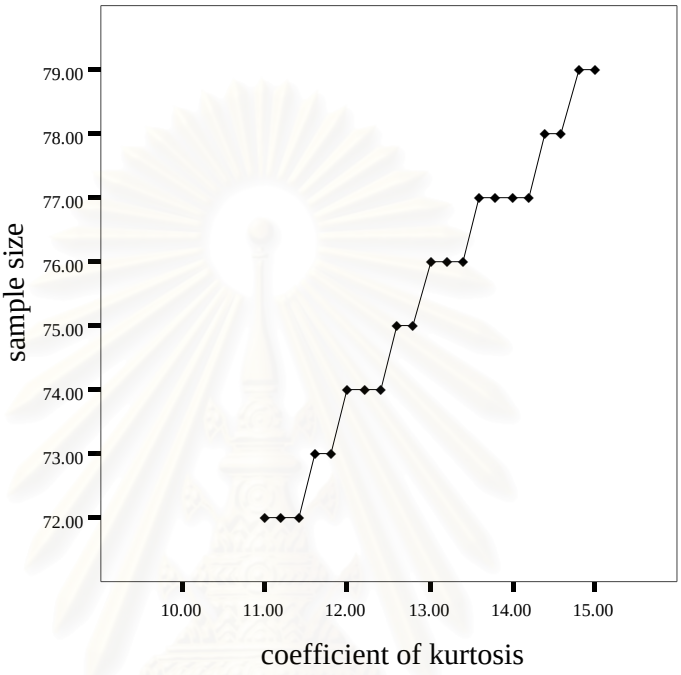
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าคงที่ $\gamma_1 = 1.50$



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 1.50$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าคงที่ $\gamma_1 = 2.00$



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความเบ้ $\gamma_1 = 2.00$

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์พบว่า เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าคงที่ จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 มีขนาดเพิ่มขึ้น หรือกล่าวได้ว่าขนาดตัวอย่าง n จะแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 และเมื่อพิจารณาลักษณะของกราฟพบว่าเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งมีค่าเพิ่มขึ้นขนาดตัวอย่าง n จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆในลักษณะรูปแบบเชิงเส้น

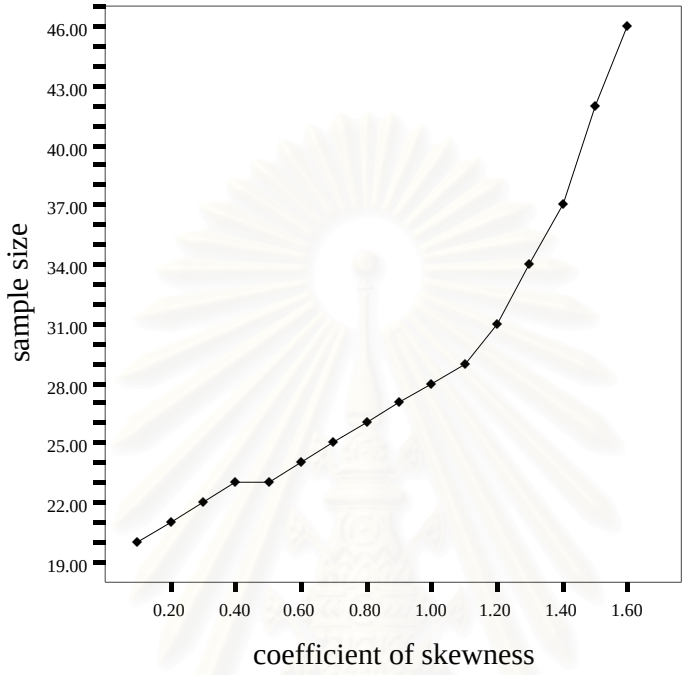
กรณีที่กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n แสดงผลดังรูปที่ 4.6 – 4.10

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าคงที่ $\gamma_2 = 7.00$

รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง $\gamma_2 = 7.00$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

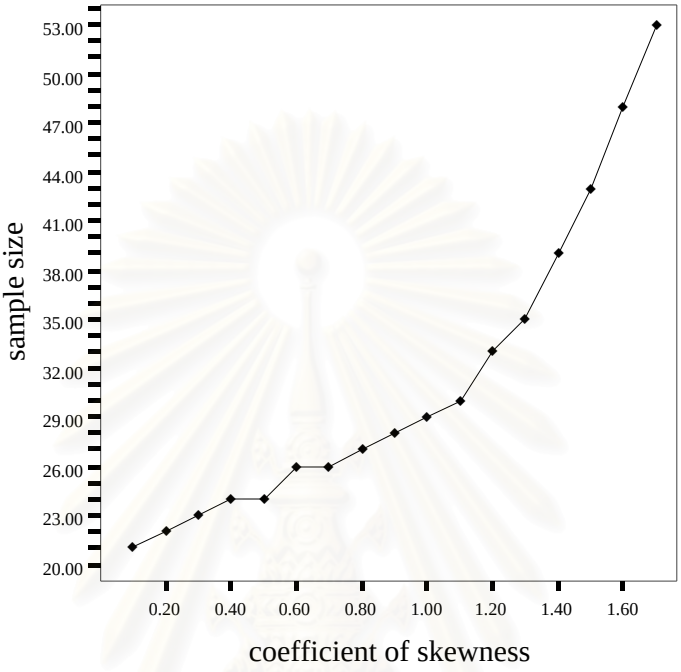
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าคงที่ $\gamma_2 = 8.40$



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง $\gamma_2 = 8.40$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

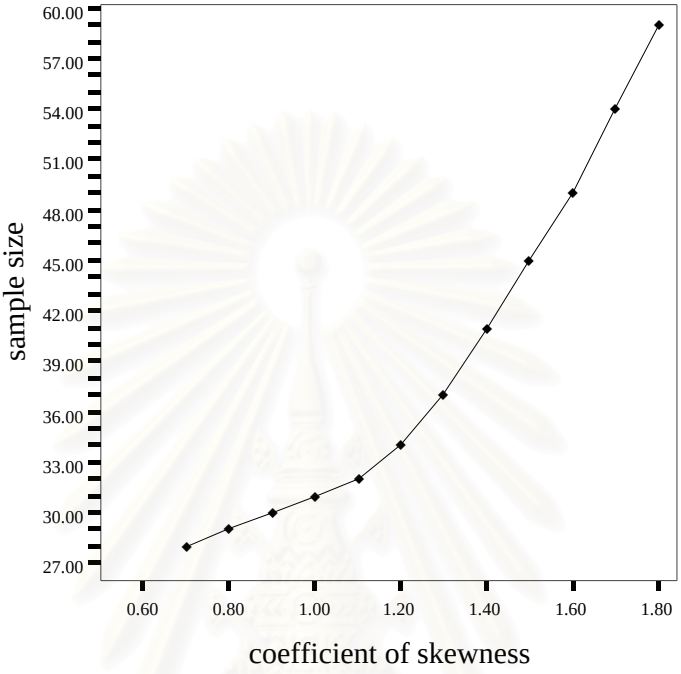
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าคงที่ $\gamma_2 = 9.00$



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง $\gamma_2 = 9.00$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

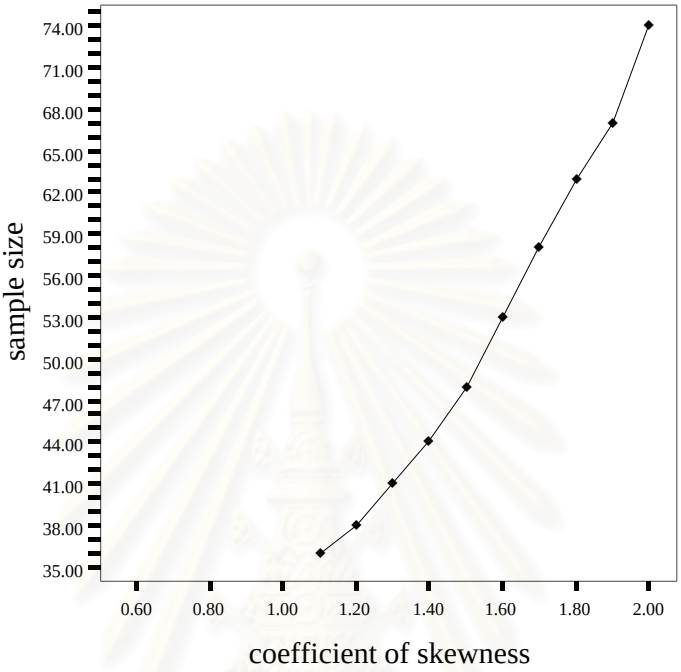
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าคงที่ $\gamma_2 = 10.00$



รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง γ_2 =10.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าคงที่ $\gamma_2 = 12.00$



รูปที่4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n เมื่อกำหนดความโด่ง γ_2 =12.0

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์พบว่า เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าคงที่ จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 มีขนาดเพิ่มขึ้น หรือกล่าวได้ว่าขนาดตัวอย่าง n จะแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และเมื่อพิจารณาลักษณะของกราฟพบว่าเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้มีค่าเพิ่มขึ้นขนาดตัวอย่าง n จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในลักษณะรูปแบบเลขชี้กำลัง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะของกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 กับขนาดตัวอย่าง n และกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 กับขนาดตัวอย่าง n พบว่า ค่าสัมประสิทธ์ความเบ้ γ_1 จะส่งผลต่อขนาดตัวอย่าง n ได้มากกว่าค่าสัมประสิทธ์ความโด่ง γ_2 นั่นคือ เมื่อค่าสัมประสิทธ์ความเบ้ γ_1 มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n เพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าในกรณีที่ค่าสัมประสิทธ์ความโด่ง γ_2 มีค่าเพิ่มขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ โดยศึกษาการแจกแจงของประชากรดังนี้

1) การแจกแจงที
2) การแจกแจงไคกำลังสอง
3) การแจกแจงไวบูลล์
4) การแจกแจงจอห์นสัน

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 จะพิจารณาขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่ทำให้ค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ หรือค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ได้จากการทดลองไม่แตกต่างจากค่าระดับนัยสำคัญ α ที่กำหนด

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาไมโครซอฟฟอร์แทรนพาวเวอร์สเตชั่น 4.0 (Microsoft Fortran Power Station 4.0) และกำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำ 10,000 รอบในแต่ละสถานการณ์

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ได้สรุปผลจำแนกตามการแจกแจงของประชากร ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 และค่าระดับนัยสำคัญ α ไว้แล้วในบทที่ 4

สำหรับในส่วนนี้ผู้วิจัยจะขอสรุปผลโดยรวมของประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบต่างๆ รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียวโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรที่เป็นแบบสองด้านและด้านเดียวจะได้ผลของขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดในแต่ละสถานการณ์ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผลสรุปจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรได้ทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว

2. เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 คงที่ จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว จะมีขนาดเพิ่มขึ้นหรือกล่าวได้ว่าขนาดตัวอย่าง n จะแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 ในทางกลับกัน เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าลดลงโดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าคงที่จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว มีขนาดลดลงโดยที่ลักษณะของความสัมพันธ์เป็นรูปแบบเชิงเส้น

3. เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 คงที่ จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว มีขนาดเพิ่มขึ้นหรือกล่าวได้ว่าขนาดตัวอย่าง n จะแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 ในทางกลับกัน เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 มีค่าลดลงโดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มีค่าคงที่จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว มีขนาดลดลงโดยที่ลักษณะของความสัมพันธ์เป็นรูปแบบเลขชี้กำลัง

4. ค่าสัมประสิทธ์ความเบ้ γ_1 จะส่งผลต่อขนาดตัวอย่าง n ได้มากกว่าค่าสัมประสิทธ์ความโด่ง γ_2 นั่นคือ เมื่อค่าสัมประสิทธ์ความเบ้ γ_1 มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n เพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าในกรณีที่ค่าสัมประสิทธ์ความโด่ง γ_2 มีค่าเพิ่มขึ้น

5. เมื่อค่าระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว มีขนาดลดลง หรือกล่าวได้ว่าขนาดตัวอย่าง n จะแปรผกผันกับค่าระดับนัยสำคัญ α ในทางกลับกัน เมื่อค่าระดับนัยสำคัญ α มีค่าลดลง จะส่งผลให้ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว มีขนาดเพิ่มขึ้น

6. ข้อมูลที่มีลักษณะเบ้ซ้ายหรือข้อมูลที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 เป็นลบ ขนาดตัวอย่าง n ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว จะมีค่ามากกว่าข้อมูลที่มีลักษณะเบ้ขวา หรือข้อมูลที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 เป็นบวกสำหรับในกรณีที่มีขนาดความเบ้และความโด่งอยู่ในระดับเดียวกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้จะเสนอแนะเป็น 2 ด้านคือ

5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

ข้อเสนอแนะในด้านการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่าควรใช้ขนาดตัวอย่าง n เท่าใดในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรทั้งที่เป็นการทดสอบแบบสองด้านและด้านเดียว โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอตารางสรุปผลขนาดตัวอย่าง n อย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ซึ่งสามารถใช้งานได้ทั้งที่เป็นการทดสอบสองด้านและด้านเดียวโดยจำแนกเป็นช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ และค่าระดับนัยสำคัญ α ทั้ง 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.10 ไว้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลขนาดตัวอย่าง n อย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 จำแนกเป็นช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\hat{\gamma}_1$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\hat{\gamma}_2$ และระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(3.00, 3.40]	(3.40, 3.80]	(3.80, 4.20]	(4.20, 4.60]	(4.60, 5.00]	(5.00, 5.40]	(5.40, 5.80]	(5.80, 6.20]	(6.20, 6.60]	(6.60, 7.00]	(7.00, 7.40]	(7.40, 7.80]	(7.80, 8.20]	(8.20, 8.60]	(8.60, 9.00]
0.00	10	12	13	14	14	15	15	20	20	20	20	20	20	20	20
(0.00, 0.10]	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18	18	19	20	21	21
(0.10, 0.20]	11	12	13	14	15	16	16	17	18	19	19	20	21	22	22
(0.20, 0.30]	12	13	14	15	16	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23
(0.30, 0.40]	13	14	15	16	17	17	18	19	19	20	21	22	22	23	24
(0.40, 0.50]	15	15	16	17	18	18	19	20	20	21	22	22	22	23	24
(0.50, 0.60]	16	16	17	18	18	19	20	21	21	22	23	23	24	25	26
(0.60, 0.70]	17	17	17	18	19	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26
(0.70, 0.80]		19	19	19	20	21	21	22	23	24	25	25	26	27	27
(0.80, 0.90]			20	20	21	22	22	23	24	25	26	26	27	28	28
(0.90, 1.00]			22	22	22	22	23	24	25	26	26	27	27	28	29
(1.00, 1.10]				23	23	23	24	25	26	27	27	28	28	29	30
(1.10, 1.20]					27	27	27	28	28	29	30	31	31	32	33
(1.20, 1.30]						30	30	30	30	31	32	32	33	34	35
(1.30, 1.40]							35	35	35	35	36	37	37	38	39
(1.40, 1.50]								40	40	40	40	40	41	42	43
(1.50, 1.60]										46	46	46	46	47	48
(1.60, 1.70]											52	52	52	52	53
(1.70, 1.80]												58	58	58	58
(1.80, 1.90]														64	64
(1.90, 2.00]															68

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(3.00, 3.40]	(3.40, 3.80]	(3.80, 4.20]	(4.20, 4.60]	(4.60, 5.00]	(5.00, 5.40]	(5.40, 5.80]	(5.80, 6.20]	(6.20, 6.60]	(6.60, 7.00]	(7.00, 7.40]	(7.40, 7.80]	(7.80, 8.20]	(8.20, 8.60]	(8.60, 9.00]
(- 0.00, - 0.10]	15	16	17	18	19	19	20	21	22	22	23	24	25	26	26
(- 0.10, -0.20]	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	27
(- 0.20, -0.30]	17	18	18	19	20	21	21	22	23	24	25	26	26	27	28
(- 0.30, - 0.40]	18	18	19	20	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29
(- 0.40, - 0.50]		19	20	21	22	23	24	25	25	26	26	27	27	28	29
(- 0.50, - 0.60]		20	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	29	29	30
(- 0.60, - 0.70]			22	23	24	24	25	26	27	28	28	29	30	30	31
(- 0.70, - 0.80]				24	25	25	26	26	27	28	29	30	30	31	32
(- 0.80, - 0.90]				25	26	26	27	27	28	29	30	31	31	32	33
(- 0.90, - 1.00]					27	27	28	29	30	30	31	32	32	33	33
(- 1.00, - 1.10]						28	28	29	30	31	32	32	33	34	35
(- 1.10, - 1.20]							32	32	33	34	35	36	36	37	38
(- 1.20, - 1.30]								35	35	36	37	37	38	39	40
(- 1.30, - 1.40]										40	40	41	42	42	43
(- 1.40, - 1.50]											44	45	46	46	47
(- 1.50, - 1.60]													50	51	52
(- 1.60, - 1.70]														57	57
(- 1.70, - 1.80]															
(- 1.80, - 1.90]															
(- 1.90, - 2.00]															

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(9.00, 9.40]	(9.40, 9.80]	(9.80, 10.20]	(10.20, 10.60]	(10.60, 11.00]	(11.00, 11.40]	(11.40, 11.80]	(11.80, 12.20]	(12.20, 12.60]	(12.60, 13.00]	(13.00, 13.40]	(13.40, 13.80]	(13.80, 14.20]	(14.20, 14.60]	(14.60,15.00]
0.00															
(0.00, 0.10]															
(0.10, 0.20]															
(0.20, 0.30]															
(0.30, 0.40]	24														
(0.40, 0.50]	24														
(0.50, 0.60]	26														
(0.60, 0.70]	27	28													
(0.70, 0.80]	28	29													
(0.80, 0.90]	29	30													
(0.90, 1.00]	30	31													
(1.00, 1.10]	31	32	33	33	34	35	36								
(1.10, 1.20]	33	34	35	36	36	37	38								
(1.20, 1.30]	36	36	37	38	39	40	41								
(1.30, 1.40]	40	40	41	42	43	43	44								
(1.40, 1.50]	43	44	45	45	46	47	48								
(1.50, 1.60]	48	49	50	51	51	52	53	54	55	55					
(1.60, 1.70]	53	54	54	55	56	57	57	59	60	60					
(1.70, 1.80]	58	58	59	60	61	62	63	63	64	65	65	66	67	68	68
(1.80, 1.90]	64	64	64	65	65	66	67	68	68	69	70	71	72	73	73
(1.90, 2.00]	72	72	72	72	72	72	73	74	75	76	76	77	77	78	79

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_2$ / $\hat{\gamma}_1$	(9.00, 9.40]	(9.40, 9.80]	(9.80, 10.20]	(10.20, 10.60]	(10.60, 11.00]	(11.00, 11.40]	(11.40, 11.80]	(11.80, 12.20]	(12.20, 12.60]	(12.60, 13.00]	(13.00, 13.40]	(13.40, 13.80]	(13.80, 14.20]	(14.20, 14.60]	(14.60,15.00]
(- 0.00, - 0.10]															
(- 0.10, -0.20]															
(- 0.20, -0.30]															
(- 0.30, - 0.40]	29														
(- 0.40, - 0.50]	29														
(- 0.50, - 0.60]	31														
(- 0.60, - 0.70]	32	32													
(- 0.70, - 0.80]	33	34													
(- 0.80, - 0.90]	34	35													
(- 0.90, - 1.00]	34	35													
(- 1.00, - 1.10]	36	36	37	37	38	38	39								
(- 1.10, - 1.20]	38	39	40	40	41	42	43								
(- 1.20, - 1.30]	40	41	42	43	44	44	45								
(- 1.30, - 1.40]	44	45	46	47	47	48	48								
(- 1.40, - 1.50]	48	49	50	50	51	52	53								
(- 1.50, - 1.60]	53	54	54	55	56	56	57	58	59	60					
(- 1.60, - 1.70]	58	59	60	60	61	61	62	63	64	65					
(- 1.70, - 1.80]	62	63	64	65	65	66	67	68	68	69	70	71	72	72	73
(- 1.80, - 1.90]			68	69	70	70	71	72	73	74	75	75	76	77	78
(- 1.90, - 2.00]					76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	84

ตารางที่ 5.2 ตารางสรุปผลขนาดตัวอย่าง n อย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 จำแนกเป็นช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\hat{\gamma}_1$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\hat{\gamma}_2$ และระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(3.00, 3.40]	(3.40, 3.80]	(3.80, 4.20]	(4.20, 4.60]	(4.60, 5.00]	(5.00, 5.40]	(5.40, 5.80]	(5.80, 6.20]	(6.20, 6.60]	(6.60, 7.00]	(7.00, 7.40]	(7.40, 7.80]	(7.80, 8.20]	(8.20, 8.60]	(8.60, 9.00]
0.00	8	10	10	12	12	13	13	18	18	18	18	18	18	18	18
(0.00, 0.10]	8	10	11	12	12	13	13	14	15	15	16	16	17	17	18
(0.10, 0.20]	9	10	10	11	12	13	14	15	15	16	17	17	18	18	19
(0.20, 0.30]	10	11	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18	19	19	20
(0.30, 0.40]	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	18	19	20	20	21
(0.40, 0.50]	12	12	13	14	14	15	16	17	18	18	19	20	20	21	22
(0.50, 0.60]	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	21	21	22	23
(0.60, 0.70]	14	14	14	15	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23	24
(0.70, 0.80]		16	16	16	17	18	19	20	21	21	22	23	23	24	25
(0.80, 0.90]			17	17	18	19	20	21	22	22	23	24	24	25	26
(0.90, 1.00]			20	20	20	20	21	22	22	23	24	25	25	26	27
(1.00, 1.10]				21	21	21	22	23	23	24	25	26	27	27	28
(1.10, 1.20]					25	25	25	25	26	27	28	29	29	30	31
(1.20, 1.30]						28	28	28	28	29	30	31	31	32	33
(1.30, 1.40]							32	32	32	32	33	34	34	35	35
(1.40, 1.50]								37	37	37	37	38	38	39	39
(1.50, 1.60]										43	43	43	43	44	45
(1.60, 1.70]											48	48	48	48	49
(1.70, 1.80]												54	54	54	54
(1.80, 1.90]														60	60
(1.90, 2.00]															63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(3.00, 3.40]	(3.40, 3.80]	(3.80, 4.20]	(4.20, 4.60]	(4.60, 5.00]	(5.00, 5.40]	(5.40, 5.80]	(5.80, 6.20]	(6.20, 6.60]	(6.60, 7.00]	(7.00, 7.40]	(7.40, 7.80]	(7.80, 8.20]	(8.20, 8.60]	(8.60, 9.00]
(- 0.00, - 0.10]	12	14	15	16	16	17	18	19	19	20	21	22	22	23	23
(- 0.10, -0.20]	14	15	15	16	17	18	18	19	19	20	21	22	23	24	25
(- 0.20, -0.30]	15	16	16	17	18	19	19	20	21	22	22	23	23	24	25
(- 0.30, - 0.40]	15	16	17	17	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25
(- 0.40, - 0.50]		17	18	18	19	20	21	22	22	23	24	24	25	26	27
(- 0.50, - 0.60]		17	18	19	20	21	22	22	23	24	24	25	25	26	27
(- 0.60, - 0.70]			19	20	20	21	22	23	24	25	25	26	27	28	28
(- 0.70, - 0.80]				20	21	22	23	24	25	26	26	27	28	28	29
(- 0.80, - 0.90]				22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30
(- 0.90, - 1.00]					24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31
(- 1.00, - 1.10]						25	26	26	27	28	29	30	31	32	32
(- 1.10, - 1.20]							29	30	31	31	32	33	34	24	35
(- 1.20, - 1.30]								32	33	34	35	35	35	36	37
(- 1.30, - 1.40]										36	37	38	38	39	40
(- 1.40, - 1.50]											40	41	42	43	44
(- 1.50, - 1.60]													47	48	49
(- 1.60, - 1.70]														53	54
(- 1.70, - 1.80]															
(- 1.80, - 1.90]															
(- 1.90, - 2.00]															

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(9.00, 9.40]	(9.40, 9.80]	(9.80, 10.20]	(10.20, 10.60]	(10.60, 11.00]	(11.00, 11.40]	(11.40, 11.80]	(11.80, 12.20]	(12.20, 12.60]	(12.60, 13.00]	(13.00, 13.40]	(13.40, 13.80]	(13.80, 14.20]	(14.20, 14.60]	(14.60,15.00]
0.00															
(0.00, 0.10]															
(0.10, 0.20]															
(0.20, 0.30]															
(0.30, 0.40]	21														
(0.40, 0.50]	22														
(0.50, 0.60]	23														
(0.60, 0.70]	24	25													
(0.70, 0.80]	25	26													
(0.80, 0.90]	26	27													
(0.90, 1.00]	27	28													
(1.00, 1.10]	29	30	31	31	32	32	33								
(1.10, 1.20]	31	32	32	33	34	35	35								
(1.20, 1.30]	34	34	35	35	36	37	38								
(1.30, 1.40]	36	37	38	39	40	40	41								
(1.40, 1.50]	40	41	42	43	44	45	46								
(1.50, 1.60]	45	46	47	47	48	49	50	50	51	51					
(1.60, 1.70]	50	50	51	52	53	53	53	54	55	56					
(1.70, 1.80]	54	55	56	56	57	58	58	59	60	60	61	61	62	63	64
(1.80, 1.90]	60	60	60	61	62	63	63	64	65	66	66	67	67	68	69
(1.90, 2.00]	67	67	67	67	67	67	68	69	70	71	72	73	74	75	75

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_2$ / $\hat{\gamma}_1$	(9.00, 9.40]	(9.40, 9.80]	(9.80, 10.20]	(10.20, 10.60]	(10.60, 11.00]	(11.00, 11.40]	(11.40, 11.80]	(11.80, 12.20]	(12.20, 12.60]	(12.60, 13.00]	(13.00, 13.40]	(13.40, 13.80]	(13.80, 14.20]	(14.20, 14.60]	(14.60,15.00]
(- 0.00, - 0.10]															
(- 0.10, -0.20]															
(- 0.20, -0.30]															
(- 0.30, - 0.40]	26														
(- 0.40, - 0.50]	27														
(- 0.50, - 0.60]	28														
(- 0.60, - 0.70]	29	30													
(- 0.70, - 0.80]	30	31													
(- 0.80, - 0.90]	31	32													
(- 0.90, - 1.00]	32	32													
(- 1.00, - 1.10]	33	34	35	36	36	37	37								
(- 1.10, - 1.20]	36	36	37	38	38	39	40								
(- 1.20, - 1.30]	38	38	39	40	41	41	42								
(- 1.30, - 1.40]	41	41	42	43	44	45	46								
(- 1.40, - 1.50]	45	46	47	48	48	49	50								
(- 1.50, - 1.60]	50	50	51	52	52	53	53	54	55	56					
(- 1.60, - 1.70]	54	55	56	57	58	58	59	60	60	61					
(- 1.70, - 1.80]	59	59	60	61	62	63	63	64	65	65	66	67	67	68	69
(- 1.80, - 1.90]			65	65	66	67	68	69	70	70	71	72	72	73	74
(- 1.90, - 2.00]					72	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80

ตารางที่ 5.3 ตารางสรุปผลขนาดตัวอย่าง n อย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 จำแนกเป็นช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\hat{\gamma}_1$ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\hat{\gamma}_2$ และระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.10$

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(3.00, 3.40]	(3.40, 3.80]	(3.80, 4.20]	(4.20, 4.60]	(4.60, 5.00]	(5.00, 5.40]	(5.40, 5.80]	(5.80, 6.20]	(6.20, 6.60]	(6.60, 7.00]	(7.00, 7.40]	(7.40, 7.80]	(7.80, 8.20]	(8.20, 8.60]	(8.60, 9.00]
0.00	4	6	7	9	9	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15
(0.00, 0.10]	4	6	7	8	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15	15
(0.10, 0.20]	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	15
(0.20, 0.30]	8	8	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15	15	16	16
(0.30, 0.40]	8	9	10	11	11	12	13	13	14	14	14	15	15	16	17
(0.40, 0.50]	10	10	11	11	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17
(0.50, 0.60]	10	10	11	12	13	14	14	14	15	16	16	17	17	18	19
(0.60, 0.70]	12	12	12	13	14	14	15	15	16	16	17	18	18	18	19
(0.70, 0.80]		14	14	14	15	15	16	16	17	18	18	19	19	20	20
(0.80, 0.90]			15	15	15	16	16	17	18	18	19	20	20	21	21
(0.90, 1.00]			17	17	17	17	18	19	19	19	20	20	21	22	23
(1.00, 1.10]				19	19	19	19	20	20	21	22	22	23	24	24
(1.10, 1.20]						21	21	22	22	23	23	24	25	26	27
(1.20, 1.30]						24	24	24	25	25	26	27	28	28	29
(1.30, 1.40]							27	27	27	27	28	29	30	31	31
(1.40, 1.50]								32	32	32	32	32	33	33	34
(1.50, 1.60]										38	38	38	38	39	40
(1.60, 1.70]											43	43	43	43	44
(1.70, 1.80]												50	50	50	50
(1.80, 1.90]														56	56
(1.90, 2.00]															58

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(3.00, 3.40]	(3.40, 3.80]	(3.80, 4.20]	(4.20, 4.60]	(4.60, 5.00]	(5.00, 5.40]	(5.40, 5.80]	(5.80, 6.20]	(6.20, 6.60]	(6.60, 7.00]	(7.00, 7.40]	(7.40, 7.80]	(7.80, 8.20]	(8.20, 8.60]	(8.60, 9.00]
(- 0.00, - 0.10]	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16	17	18	19	20	20
(- 0.10, -0.20]	11	12	13	14	14	15	15	16	17	17	18	19	20	20	21
(- 0.20, -0.30]	12	13	14	15	15	16	17	17	17	18	19	19	20	20	21
(- 0.30, - 0.40]	12	13	14	15	15	16	17	17	18	18	19	20	20	20	21
(- 0.40, - 0.50]		14	15	15	16	17	18	19	19	19	20	21	22	23	23
(- 0.50, - 0.60]		12	13	14	15	15	16	16	17	18	19	20	20	21	22
(- 0.60, - 0.70]			14	15	16	17	18	19	19	19	20	20	21	22	23
(- 0.70, - 0.80]				16	17	18	19	20	20	20	21	22	22	23	23
(- 0.80, - 0.90]				18	19	20	20	21	21	22	23	24	24	25	25
(- 0.90, - 1.00]					19	20	20	21	22	23	24	24	25	26	27
(- 1.00, - 1.10]						23	24	24	24	25	26	27	28	28	29
(- 1.10, - 1.20]							24	25	26	27	28	28	29	30	31
(- 1.20, - 1.30]								28	29	30	30	31	32	33	33
(- 1.30, - 1.40]										31	32	33	34	35	35
(- 1.40, - 1.50]											35	36	37	38	39
(- 1.50, - 1.60]													42	43	43
(- 1.60, - 1.70]														47	48
(- 1.70, - 1.80]															
(- 1.80, - 1.90]															
(- 1.90, - 2.00]															

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(9.00, 9.40]	(9.40, 9.80]	(9.80, 10.20]	(10.20, 10.60]	(10.60, 11.00]	(11.00, 11.40]	(11.40, 11.80]	(11.80, 12.20]	(12.20, 12.60]	(12.60, 13.00]	(13.00, 13.40]	(13.40, 13.80]	(13.80, 14.20]	(14.20, 14.60]	(14.60,15.00]
0.00															
(0.00, 0.10]															
(0.10, 0.20]															
(0.20, 0.30]															
(0.30, 0.40]	17														
(0.40, 0.50]	18														
(0.50, 0.60]	19														
(0.60, 0.70]	19	20													
(0.70, 0.80]	21	22													
(0.80, 0.90]	22	23													
(0.90, 1.00]	23	24													
(1.00, 1.10]	25	25	26	27	27	28	29								
(1.10, 1.20]	27	28	29	29	30	30	31								
(1.20, 1.30]	30	30	31	31	32	32	33								
(1.30, 1.40]	32	33	34	34	35	36	37								
(1.40, 1.50]	35	36	36	37	38	39	40								
(1.50, 1.60]	40	41	41	42	42	43	44	45	46	46					
(1.60, 1.70]	45	46	47	47	48	48	49	50	51	51					
(1.70, 1.80]	50	51	51	52	52	53	54	55	56	56	57	57	58	59	60
(1.80, 1.90]	56	56	56	57	58	59	59	60	60	61	62	62	63	63	64
(1.90, 2.00]	62	62	62	62	62	63	64	64	65	66	67	68	68	69	70

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

$\hat{\gamma}_1$ \ $\hat{\gamma}_2$	(9.00, 9.40]	(9.40, 9.80]	(9.80, 10.20]	(10.20, 10.60]	(10.60, 11.00]	(11.00, 11.40]	(11.40, 11.80]	(11.80, 12.20]	(12.20, 12.60]	(12.60, 13.00]	(13.00, 13.40]	(13.40, 13.80]	(13.80, 14.20]	(14.20, 14.60]	(14.60,15.00]
(- 0.00, - 0.10]															
(- 0.10, -0.20]															
(- 0.20, -0.30]															
(- 0.30, - 0.40]	22														
(- 0.40, - 0.50]	24														
(- 0.50, - 0.60]	23														
(- 0.60, - 0.70]	24	25													
(- 0.70, - 0.80]	25	26													
(- 0.80, - 0.90]	26	27													
(- 0.90, - 1.00]	27	28													
(- 1.00, - 1.10]	30	30	30	31	32	32	33								
(- 1.10, - 1.20]	32	32	33	34	35	35	36								
(- 1.20, - 1.30]	34	35	35	36	36	37	38								
(- 1.30, - 1.40]	36	37	38	39	39	40	41								
(- 1.40, - 1.50]	40	41	41	42	43	44	45								
(- 1.50, - 1.60]	44	45	46	47	48	48	49	50	50	51					
(- 1.60, - 1.70]	49	50	51	52	53	54	55	55	56	56					
(- 1.70, - 1.80]	54	54	55	56	57	58	58	59	60	61	62	62	63	64	64
(- 1.80, - 1.90]			60	61	61	62	63	64	65	65	66	67	68	69	69
(- 1.90, - 2.00]					67	68	68	69	70	70	71	72	73	73	74

<u>ตัวอย่างการใช้ตาราง</u>

ถ้าผู้วิจัยต้องการนำข้อมูลตัวอย่างชุดหนึ่งมาทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ซึ่งโดยทั่วไปในทางปฏิบัติแล้ว เป็นไปได้ยากที่จะทราบการแจกแจงของประชากร รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\hat{\gamma}_1$ และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\hat{\gamma}_2$ ของประชากร ดังนั้นผู้วิจัยแนะนำให้นำข้อมูลตัวอย่างที่มีอยู่มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ตัวอย่าง $\hat{\gamma}_1$ และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งตัวอย่าง $\hat{\gamma}_2$ ด้วยสูตรดังนี้

$$\hat{\gamma}_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3 / n'\right]}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 / n'\right]^{\frac{3}{2}}}$$

$$\hat{\gamma}_2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^4 / n'\right]}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 / n'\right]^{2}}$$

โดยที่ n' คือจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่มีอยู่

เมื่อได้ค่า $\hat{\gamma}_1$ และ $\hat{\gamma}_2$ แล้วให้พิจารณาว่าค่า $\hat{\gamma}_1$ และ $\hat{\gamma}_2$ ตกอยู่ในช่วงใดของตาราง และใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใด ที่ระดับนัยสำคัญ α เท่าใด เช่นในกรณี $\hat{\gamma}_1 = 0.25,\ \hat{\gamma}_2 = 6.50$ และ $\alpha = 0.01$ ให้พิจารณาตารางที่ 5.1 จะได้ว่าขนาดตัวอย่าง n ที่ควรใช้คือ $n = 19$ ซึ่งถ้าจำนวนข้อมูลที่มีอยู่มากกว่าหรือเท่ากับ 19 แล้วจะสามารถทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรได้ แต่ถ้าจำนวนข้อมูลที่มีอยู่น้อยกว่า 19 จะไม่เหมาะสมที่จะทำการทดสอบ ซึ่งผู้ใช้งานอาจแก้ปัญหานี้ได้โดยการเก็บข้อมูลตัวอย่างเพิ่มเติมแล้วจึงนำมาทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนต่อไป ซึ่งจะทำให้ผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ซึ่งประโยชน์จากการศึกษาวิจัยเรื่องนี้สามารถใช้เป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาเพิ่มเติมในกรณีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาลักษณะของประชากรในกรณีที่มีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ โดยศึกษาเฉพาะการแจกแจงของประชากรที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 อยู่ในช่วง [- 2.00, 2.00] และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2 อยู่ในช่วง (3.00, 15.00] เท่านั้นดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่าถ้าการแจกแจงของประชากรมีลักษณะเบ้ขวาและเบ้ซ้ายมากๆ นั่นคือมีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 มากกว่า 2.00 หรือน้อยกว่า – 2.00 จะใช้ขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดเท่าใดในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2

2) ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาเฉพาะประชากรที่มีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง (continuous distribution) เท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นที่น่าศึกษาเพิ่มเติมว่าถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete distribution) จะสามารถทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ได้หรือไม่และขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดควรเป็นเท่าใด ผลที่ได้จะมีลักษณะอย่างไรจึงเป็นกรณีหนึ่งที่น่าสนใจศึกษาเพิ่มเติม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธนากร อนันต์สิทธินนท์. ขนาดตัวอย่างสำหรับการประมาณค่าแบบช่วงโดยใช้ตัวสถิติ Z และตัวสถิติ T. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

นภัสวรรณ ชาติวัฒนานนท์ . ขนาดตัวอย่างสำหรับตัวสถิติทดสอบที ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ประชุม สุวัตถี. ทฤษฎีการอนุมานเชิงสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2545.

มานพ วราภักดิ์. การจำลองเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

มานพ วราภักดิ์. ทฤษฎีความน่าจะเป็น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

ภาษาอังกฤษ

Daniel, W.W. Introductory Statistics with Applications. Boston : Houghton Mifflin, 1967.

Johnson, N.L., Kotz, S., and Balakrishman, N. Continuous Univariate Distributions- 1. 2nd ed. New York : Wiley, 1994.

Johnson, N.L., Kotz, S., and Balakrishman, N. Continuous Univariate Distributions- 2. 2nd ed. New York : Wiley, 1994.

Law, A.M., and Kelton, W.D. Simulation Modeling and Analysis. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 2000.

Johnson, N.L. Tables to facilitate fitting S_U frequency curves. Biometrika 52 (1965) : 547-558.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ γ_1, ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง γ_2, ค่าพารามิเตอร์ $\alpha_1, \alpha_2, \beta, \gamma$ และค่าความแปรปรวนประชากร σ^2 ของการแจกแจงจอนห์นสัน

γ_1 / γ_2	0.10					0.20				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
3.20	-0.7373	4.7870	2	2	0.1164	-1.9400	5.3690	2	2	0.0759
3.40	-0.3620	3.4350	2	2	0.2557	-0.8166	3.6070	2	2	0.1990
3.60	-0.2435	2.8720	2	2	0.3973	-0.5260	2.9600	2	2	0.3293
3.80	-0.1853	2.5480	2	2	0.5392	-0.3921	2.6040	2	2	0.4620
4.00	-0.1507	2.3330	2	2	0.6804	-0.3150	2.3720	2	2	0.5957
4.20	-0.1276	2.1780	2	2	0.8204	-0.2647	2.2070	2	2	0.7293
4.40	-0.1112	2.0600	2	2	0.9585	-0.2294	2.0820	2	2	0.8625
4.60	-0.0989	1.9660	2	2	1.0957	-0.2031	1.9840	2	2	0.9943
4.80	-0.0893	1.8890	2	2	1.2317	-0.1823	1.9040	2	2	1.1259
5.00	-0.0816	1.8250	2	2	1.3655	-0.1666	1.8370	2	2	1.2564
5.20	-0.0752	1.7700	2	2	1.4991	-0.1534	1.7810	2	2	1.3843
5.40	-0.0700	1.7230	2	2	1.6296	-0.1424	1.7320	2	2	1.5128
5.60	-0.0655	1.6820	2	2	1.7583	-0.1331	1.6900	2	2	1.6379
5.80	-0.0616	1.6450	2	2	1.8882	-0.1251	1.6530	2	2	1.7616
6.00	-0.0583	1.6130	2	2	2.0127	-0.1182	1.6190	2	2	1.8875
6.20	-0.0553	1.5830	2	2	2.1412	-0.1121	1.5900	2	2	2.0065
6.40	-0.0527	1.5570	2	2	2.2630	-0.1067	1.5630	2	2	2.1274
6.60	-0.0504	1.5330	2	2	2.3849	-0.1020	1.5380	2	2	2.2489
6.80	-0.0483	1.5110	2	2	2.5057	-0.0977	1.5160	2	2	2.3652
7.00	-0.0464	1.4910	2	2	2.6238	-0.0938	1.4950	2	2	2.4845
7.20	-0.0447	1.4720	2	2	2.7438	-0.0903	1.4760	2	2	2.6005
7.40	-0.0431	1.4550	2	2	2.8587	-0.0871	1.4580	2	2	2.7178
7.60	-0.0417	1.4380	2	2	2.9805	-0.0842	1.4420	2	2	2.8291
7.80	-0.0404	1.4230	2	2	3.0949	-0.0815	1.4270	2	2	2.9398
8.00	-0.0392	1.4090	2	2	3.2077	-0.0790	1.4200	2	2	2.9974
8.20	-0.0380	1.3960	2	2	3.3186	-0.0767	1.3990	2	2	3.1640
8.40	-0.0370	1.3830	2	2	3.4345	-0.0745	1.3860	2	2	3.2769
8.60	-0.0360	1.3720	2	2	3.5382	-0.0725	1.3740	2	2	3.3864
8.80	-0.0351	1.3610	2	2	3.6462	-0.0707	1.3630	2	2	3.4917
9.00	-0.0342	1.3500	2	2	3.7593	-0.0689	1.3520	2	2	3.6020

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	0.30					0.40				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
3.20	-6.389	7.2040	2	2	0.0521					
3.40	-1.569	3.9790	2	2	0.1420	-3.484	4.8130	2	2	0.1015
3.60	-0.9115	3.1320	2	2	0.2587	-1.565	3.4480	2	2	0.1917
3.80	-0.6515	2.7070	2	2	0.3813	-1.028	2.8820	2	2	0.3006
4.00	-0.5113	2.4420	2	2	0.5068	-0.7733	2.5570	2	2	0.4156
4.20	-0.4234	2.2580	2	2	0.6337	-0.6243	2.3400	2	2	0.5343
4.40	-0.3632	2.1220	2	2	0.7602	-0.5265	2.1840	2	2	0.6542
4.60	-0.3192	2.0160	2	2	0.8867	-0.4564	2.0650	2	2	0.7750
4.80	-0.2857	1.9300	2	2	1.0135	-0.4048	1.9700	2	2	0.8964
5.00	-0.2592	1.8600	2	2	1.1381	-0.3648	1.8930	2	2	1.0168
5.20	-0.2378	1.8000	2	2	1.2634	-0.3328	1.8290	2	2	1.1362
5.40	-0.2201	1.7490	2	2	1.3869	-0.3066	1.7740	2	2	1.2559
5.60	-0.2052	1.7050	2	2	1.5085	-0.2848	1.7260	2	2	1.3760
5.80	-0.1925	1.6660	2	2	1.6299	-0.2663	1.6850	2	2	1.4929
6.00	-0.1815	1.6310	2	2	1.7514	-0.2504	1.6480	2	2	1.6111
6.20	-0.1719	1.6000	2	2	1.8708	-0.2366	1.6150	2	2	1.7284
6.40	-0.1635	1.5720	2	2	1.9892	-0.2245	1.5860	2	2	1.8426
6.60	-0.156	1.5470	2	2	2.1047	-0.2138	1.5600	2	2	1.9548
6.80	-0.1492	1.5240	2	2	2.2201	-0.2043	1.5350	2	2	2.0715
7.00	-0.1432	1.5020	2	2	2.3387	-0.1957	1.5130	2	2	2.1835
7.20	-0.1377	1.4830	2	2	2.4497	-0.188	1.4930	2	2	2.2933
7.40	-0.1327	1.4650	2	2	2.5619	-0.181	1.4740	2	2	2.4048
7.60	-0.1282	1.4480	2	2	2.6745	-0.1746	1.4570	2	2	2.5120
7.80	-0.124	1.4320	2	2	2.7875	-0.1687	1.4400	2	2	2.6254
8.00	-0.1201	1.4180	2	2	2.8929	-0.1633	1.4250	2	2	2.7324
8.20	-0.1165	1.4040	2	2	3.0037	-0.1583	1.4110	2	2	2.8383
8.40	-0.1132	1.3910	2	2	3.1121	-0.1537	1.3980	2	2	2.9420
8.60	-0.1101	1.3790	2	2	3.2178	-0.1494	1.3850	2	2	3.0508
8.80	-0.1073	1.3670	2	2	3.3279	-0.1454	1.3730	2	2	3.1566
9.00	-0.1046	1.3560	2	2	3.4344	-0.1417	1.3620	2	2	3.2587
9.20	-	-	-	-	-	-0.1382	1.3520	2	2	3.3563
9.40	-	-	-	-	-	-0.1349	1.3420	2	2	3.4576

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	0.50					0.60				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
3.60	-3.1570	4.0870	2	2	0.1509					
3.80	-1.6870	3.1840	2	2	0.2292	-3.3830	3.7760	2	2	0.2073
4.00	-1.1690	2.7390	2	2	0.3293	-1.9060	3.0490	2	2	0.2609
4.20	-0.9031	2.4650	2	2	0.4369	-1.3490	2.6620	2	2	0.3491
4.40	-0.7407	2.2760	2	2	0.5484	-1.0540	2.4140	2	2	0.4481
4.60	-0.6311	2.1360	2	2	0.6620	-0.8705	2.2400	2	2	0.5518
4.80	-0.5520	2.0280	2	2	0.7762	-0.7451	2.1090	2	2	0.6587
5.00	-0.4922	1.9410	2	2	0.8910	-0.6539	2.0070	2	2	0.7667
5.20	-0.4453	1.8690	2	2	1.0064	-0.5845	1.9240	2	2	0.8761
5.40	-0.4076	1.8080	2	2	1.1221	-0.5298	1.8550	2	2	0.9862
5.60	-0.3765	1.7560	2	2	1.2372	-0.4856	1.7960	2	2	1.0975
5.80	-0.3504	1.7110	2	2	1.3515	-0.4491	1.7460	2	2	1.2075
6.00	-0.3278	1.6720	2	2	1.4643	-0.4184	1.7030	2	2	1.3161
6.20	-0.3088	1.6360	2	2	1.5798	-0.3923	1.6640	2	2	1.4268
6.40	-0.2921	1.6050	2	2	1.6911	-0.3697	1.6300	2	2	1.5355
6.60	-0.2775	1.5770	2	2	1.8017	-0.3500	1.5990	2	2	1.6451
6.80	-0.2646	1.5510	2	2	1.9136	-0.3326	1.5720	2	2	1.7509
7.00	-0.2530	1.5280	2	2	2.0220	-0.3172	1.5470	2	2	1.8576
7.20	-0.2426	1.5060	2	2	2.1334	-0.3034	1.5240	2	2	1.9643
7.40	-0.2331	1.4870	2	2	2.2382	-0.2907	1.5030	2	2	2.0702
7.60	-0.2246	1.4680	2	2	2.3490	-0.2795	1.4830	2	2	2.1779
7.80	-0.2167	1.4510	2	2	2.4560	-0.2692	1.4650	2	2	2.2826
8.00	-0.2095	1.4350	2	2	2.5630	-0.2599	1.4480	2	2	2.3879
8.20	-0.2029	1.4210	2	2	2.6632	-0.2514	1.4330	2	2	2.4875
8.40	-0.1968	1.4070	2	2	2.7682	-0.2435	1.4180	2	2	2.5923
8.60	-0.1912	1.3940	2	2	2.8711	-0.2362	1.4050	2	2	2.6896
8.80	-0.1859	1.3810	2	2	2.9791	-0.2294	1.3920	2	2	2.7914
9.00	-0.1810	1.3700	2	2	3.0765	-0.2231	1.3800	2	2	2.8905
9.20	-0.1764	1.3590	2	2	3.1779	-0.2172	1.3680	2	2	2.9940
9.40	-0.1721	1.3480	2	2	3.2833	-0.2117	1.3570	2	2	3.0941

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	0.70					0.80				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
4.00	-4.1040	3.6590	2	2	0.3138					
4.20	-2.2540	2.9960	2	2	0.2978					
4.40	-1.5890	2.6310	2	2	0.3669					
4.60	-1.2400	2.3950	2	2	0.4537	-1.9310	2.6410	2	2	0.3946
4.80	-1.0240	2.2260	2	2	0.5490	-1.4850	2.4030	2	2	0.4622
5.00	-0.8761	2.0990	2	2	0.6482	-1.2150	2.2340	2	2	0.5442
5.20	-0.7687	1.9990	2	2	0.7500	-1.0340	2.1050	2	2	0.6346
5.40	-0.6869	1.9180	2	2	0.8531	-0.9039	2.0050	2	2	0.7279
5.60	-0.6226	1.8500	2	2	0.9580	-0.8055	1.9230	2	2	0.8246
5.80	-0.5706	1.7930	2	2	1.0625	-0.7284	1.8550	2	2	0.9228
6.00	-0.5276	1.7430	2	2	1.1689	-0.6663	1.7970	2	2	1.0227
6.20	-0.4915	1.7000	2	2	1.2742	-0.6152	1.7470	2	2	1.1234
6.40	-0.4607	1.6620	2	2	1.3795	-0.5724	1.7040	2	2	1.2234
6.60	-0.4341	1.6280	2	2	1.4851	-0.5359	1.6660	2	2	1.3237
6.80	-0.4109	1.5980	2	2	1.5889	-0.5045	1.6320	2	2	1.4244
7.00	-0.3905	1.5710	2	2	1.6918	-0.4772	1.6010	2	2	1.5263
7.20	-0.3723	1.5460	2	2	1.7957	-0.4531	1.5730	2	2	1.6282
7.40	-0.3561	1.5230	2	2	1.8997	-0.4318	1.5480	2	2	1.7283
7.60	-0.3415	1.5020	2	2	2.0026	-0.4127	1.5250	2	2	1.8286
7.80	-0.3283	1.4830	2	2	2.1033	-0.3956	1.5040	2	2	1.9280
8.00	-0.3163	1.4650	2	2	2.2051	-0.3801	1.4850	2	2	2.0253
8.20	-0.3053	1.4480	2	2	2.3078	-0.3660	1.4670	2	2	2.1239
8.40	-0.2952	1.4330	2	2	2.4053	-0.3531	1.4500	2	2	2.2234
8.60	-0.2859	1.4180	2	2	2.5076	-0.3413	1.4350	2	2	2.3178
8.80	-0.2770	1.4040	2	2	2.6096	-0.3305	1.4200	2	2	2.4169
9.00	-0.2691	1.3920	2	2	2.7027	-0.3204	1.4060	2	2	2.5153
9.20	-0.2617	1.3790	2	2	2.8066	-0.3111	1.3930	2	2	2.6121
9.40	-0.2548	1.3680	2	2	2.9009	-0.3025	1.3810	2	2	2.7065
9.60	-0.2483	1.3570	2	2	2.9989	-0.2944	1.3700	2	2	2.7982
9.80	-0.2422	1.3470	2	2	3.0929	-0.2868	1.3590	2	2	2.8935
10.00	-0.2365	1.3370	2	2	3.1904	-0.2798	1.3490	2	2	2.9847

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	0.90					1.00				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
4.60	-4.0290	3.0930	2	2	0.6337					
4.80	-2.4730	2.6940	2	2	0.4647					
5.00	-1.8320	2.4410	2	2	0.4876	-3.5380	2.7990	2	2	0.7465
5.20	-1.4700	2.2620	2	2	0.5486	-2.3860	2.5120	2	2	0.5766
5.40	-1.2360	2.1280	2	2	0.6244	-1.8390	2.3150	2	2	0.5826
5.60	-1.0710	2.0230	2	2	0.7080	-1.5100	2.1700	2	2	0.6306
5.80	-0.9485	1.9390	2	2	0.7953	-1.2890	2.0570	2	2	0.6971
6.00	-0.8536	1.8680	2	2	0.8873	-1.1290	1.9670	2	2	0.7722
6.20	-0.7780	1.8090	2	2	0.9798	-1.0080	1.8920	2	2	0.8541
6.40	-0.7161	1.7580	2	2	1.0742	-0.9132	1.8300	2	2	0.9381
6.60	-0.6646	1.7130	2	2	1.1707	-0.8364	1.7760	2	2	1.0262
6.80	-0.6209	1.6740	2	2	1.2665	-0.7730	1.7300	2	2	1.1145
7.00	-0.5835	1.6390	2	2	1.3635	-0.7198	1.6890	2	2	1.2052
7.20	-0.5509	1.6080	2	2	1.4597	-0.6744	1.6530	2	2	1.2961
7.40	-0.5224	1.5800	2	2	1.5560	-0.6352	1.6200	2	2	1.3896
7.60	-0.4972	1.5550	2	2	1.6508	-0.6010	1.5910	2	2	1.4816
7.80	-0.4747	1.5310	2	2	1.7495	-0.5709	1.5650	2	2	1.5728
8.00	-0.4546	1.5100	2	2	1.8440	-0.5442	1.5410	2	2	1.6650
8.20	-0.4364	1.4900	2	2	1.9408	-0.5203	1.5190	2	2	1.7572
8.40	-0.4199	1.4720	2	2	2.0351	-0.4987	1.4980	2	2	1.8523
8.60	-0.4048	1.4550	2	2	2.1303	-0.4793	1.4790	2	2	1.9455
8.80	-0.3910	1.4390	2	2	2.2258	-0.4616	1.4620	2	2	2.0357
9.00	-0.3783	1.4240	2	2	2.3212	-0.4454	1.4460	2	2	2.1264
9.20	-0.3666	1.4100	2	2	2.4157	-0.4305	1.4310	2	2	2.2170
9.40	-0.3558	1.3970	2	2	2.5088	-0.4169	1.4160	2	2	2.3121
9.60	-0.3457	1.3850	2	2	2.6000	-0.4042	1.4030	2	2	2.4011
9.80	-0.3363	1.3730	2	2	2.6950	-0.3925	1.3900	2	2	2.4941
10.00	-0.3275	1.3620	2	2	2.7871	-0.3816	1.3790	2	2	2.5787

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	1.10					1.20				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
5.40	-3.5430	2.6320	2	2	1.0075					
5.60	-2.4510	2.4000	2	2	0.7192					
5.80	-1.9210	2.2340	2	2	0.6888	-3.8860	2.5300	2	2	1.5946
6.00	-1.5960	2.1090	2	2	0.7164	-2.6540	2.3310	2	2	0.9388
6.20	-1.3730	2.0090	2	2	0.7694	-2.0790	2.1840	2	2	0.8267
6.40	-1.2100	1.9280	2	2	0.8344	-1.7290	2.0700	2	2	0.8188
6.60	-1.0850	1.8600	2	2	0.9074	-1.4900	1.9780	2	2	0.8507
6.80	-0.9857	1.8030	2	2	0.9841	-1.3150	1.9030	2	2	0.9003
7.00	-0.9053	1.7530	2	2	1.0656	-1.1800	1.8400	2	2	0.9605
7.20	-0.8386	1.7100	2	2	1.1482	-1.0740	1.7850	2	2	1.0302
7.40	-0.7823	1.6710	2	2	1.2348	-0.9871	1.7380	2	2	1.1030
7.60	-0.7342	1.6370	2	2	1.3208	-0.9151	1.6970	2	2	1.1787
7.80	-0.6924	1.6070	2	2	1.4064	-0.8542	1.6600	2	2	1.2583
8.00	-0.6559	1.5790	2	2	1.4950	-0.8020	1.6280	2	2	1.3370
8.20	-0.6237	1.5540	2	2	1.5826	-0.7568	1.5980	2	2	1.4202
8.40	-0.5950	1.5310	2	2	1.6710	-0.7172	1.5710	2	2	1.5040
8.60	-0.5693	1.5100	2	2	1.7590	-0.6822	1.5470	2	2	1.5865
8.80	-0.5461	1.4900	2	2	1.8495	-0.6510	1.5250	2	2	1.6694
9.00	-0.5251	1.4720	2	2	1.9378	-0.6230	1.5040	2	2	1.7556
9.20	-0.5060	1.4550	2	2	2.0271	-0.5978	1.4850	2	2	1.8403
9.40	-0.4885	1.4400	2	2	2.1122	-0.5749	1.4680	2	2	1.9226
9.60	-0.4724	1.4250	2	2	2.2019	-0.5540	1.4510	2	2	2.0101
9.80	-0.4576	1.4110	2	2	2.2909	-0.5349	1.4360	2	2	2.0934
10.00	-0.4438	1.3980	2	2	2.3790	-0.5174	1.4210	2	2	2.1814
10.20	-0.4311	1.3860	2	2	2.4650	-0.5012	1.4080	2	2	2.2636
10.40	-0.4192	1.3740	2	2	2.5549	-0.4862	1.3950	2	2	2.3498
10.60	-0.4082	1.3630	2	2	2.6421	-0.4723	1.3830	2	2	2.4343
10.80	-0.3978	1.3530	2	2	2.7261	-0.4593	1.3720	2	2	2.5164
11.00	-0.3881	1.3430	2	2	2.8131	-0.4472	1.3610	2	2	2.60197035
11.20	-0.3789	1.3340	2	2	2.8960	-0.4358	1.3510	2	2	2.68435572
11.40	-0.3703	1.3250	2	2	2.9816	-0.4252	1.3410	2	2	2.769807136

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	1.30					1.40				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
6.20	-5.1100	2.4760	2	2	4.7685					
6.40	-3.0540	2.2940	2	2	1.3825					
6.60	-2.3350	2.1560	2	2	1.0479					
6.80	-1.9240	2.0490	2	2	0.9630	-3.9290	2.2810	2	2	2.9835
7.00	-1.6500	1.9620	2	2	0.9552	-2.7680	2.1480	2	2	1.5175
7.20	-1.4520	1.8900	2	2	0.9809	-2.2170	2.0430	2	2	1.2155
7.40	-1.3010	1.8290	2	2	1.0248	-1.8750	1.9580	2	2	1.1210
7.60	-1.1820	1.7760	2	2	1.0811	-1.6360	1.8870	2	2	1.1006
7.80	-1.0860	1.7310	2	2	1.1424	-1.4570	1.8270	2	2	1.1144
8.00	-1.0060	1.6910	2	2	1.2093	-1.3190	1.7750	2	2	1.1499
8.20	-0.9382	1.6550	2	2	1.2810	-1.2070	1.7300	2	2	1.1960
8.40	-0.8805	1.6230	2	2	1.3548	-1.1150	1.6900	2	2	1.2513
8.60	-0.8304	1.5940	2	2	1.4309	-1.0380	1.6550	2	2	1.3109
8.80	-0.7866	1.5680	2	2	1.5076	-0.9729	1.6230	2	2	1.3767
9.00	-0.7480	1.5440	2	2	1.5863	-0.9163	1.5940	2	2	1.4457
9.20	-0.7136	1.5220	2	2	1.6658	-0.8669	1.5680	2	2	1.5160
9.40	-0.6827	1.5020	2	2	1.7450	-0.8234	1.5450	2	2	1.5856
9.60	-0.6549	1.4830	2	2	1.8266	-0.7848	1.5230	2	2	1.6597
9.80	-0.6297	1.4660	2	2	1.9058	-0.7503	1.5030	2	2	1.7339
10.00	-0.6067	1.4500	2	2	1.9860	-0.7192	1.4840	2	2	1.8109
10.20	-0.5857	1.4340	2	2	2.0713	-0.6910	1.4670	2	2	1.8858
10.40	-0.5664	1.4200	2	2	2.1517	-0.6654	1.4500	2	2	1.9665
10.60	-0.5485	1.4070	2	2	2.2314	-0.6420	1.4350	2	2	2.0433
10.80	-0.5320	1.3940	2	2	2.3151	-0.6205	1.4210	2	2	2.1201
11.00	-0.5167	1.3820	2	2	2.3973	-0.6007	1.4080	2	2	2.1962
11.20	-0.5025	1.3710	2	2	2.4771	-0.5823	1.3950	2	2	2.2767
11.40	-0.4891	1.3600	2	2	2.5605	-0.5653	1.3830	2	2	2.3556
11.60	-	-	-	-	-	-0.5495	1.3720	2	2	2.4324
11.80	-	-	-	-	-	-0.5347	1.3610	2	2	2.5128
12.00	-	-	-	-	-	-0.5209	1.3510	2	2	2.5902

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	1.50					1.60				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
7.40	-3.6690	2.1570	2	2	3.3102					
7.60	-2.7050	2.0510	2	2	1.8169					
7.80	-2.2110	1.9650	2	2	1.4470					
8.00	-1.8930	1.8940	2	2	1.3101	-3.8130	2.0740	2	2	4.8244
8.20	-1.6670	1.8330	2	2	1.2646	-2.7950	1.9850	2	2	2.3499
8.40	-1.4960	1.7810	2	2	1.2600	-2.2910	1.9110	2	2	1.7782
8.60	-1.3610	1.7360	2	2	1.2784	-1.9690	1.8490	2	2	1.5560
8.80	-1.2520	1.6950	2	2	1.3162	-1.7400	1.7950	2	2	1.4632
9.00	-1.1610	1.6600	2	2	1.3591	-1.5660	1.7480	2	2	1.4289
9.20	-1.0840	1.6280	2	2	1.4111	-1.4280	1.7070	2	2	1.4256
9.40	-1.0190	1.5990	2	2	1.4691	-1.3160	1.6700	2	2	1.4451
9.60	-0.9616	1.5730	2	2	1.5293	-1.2230	1.6370	2	2	1.4776
9.80	-0.9117	1.5490	2	2	1.5935	-1.1440	1.6080	2	2	1.5165
10.00	-0.8675	1.5270	2	2	1.6599	-1.0760	1.5810	2	2	1.5646
10.20	-0.8280	1.5060	2	2	1.7309	-1.0170	1.5570	2	2	1.6155
10.40	-0.7927	1.4880	2	2	1.7975	-0.9655	1.5340	2	2	1.6744
10.60	-0.7608	1.4700	2	2	1.8707	-0.9196	1.5130	2	2	1.7354
10.80	-0.7318	1.4540	2	2	1.9413	-0.8785	1.4940	2	2	1.7968
11.00	-0.7053	1.4390	2	2	2.0128	-0.8416	1.4760	2	2	1.8619
11.20	-0.6811	1.4240	2	2	2.0896	-0.8083	1.4600	2	2	1.9249
11.40	-0.6588	1.4110	2	2	2.1612	-0.7780	1.4440	2	2	1.9942
11.60	-0.6383	1.3980	2	2	2.2372	-0.7503	1.4300	2	2	2.0596
11.80	-0.6192	1.3860	2	2	2.3119	-0.7248	1.4160	2	2	2.1302
12.00	-0.6015	1.3750	2	2	2.3847	-0.7014	1.4030	2	2	2.2005
12.20	-	-	-	-	-	-0.6798	1.3910	2	2	2.2698
12.40	-	-	-	-	-	-0.6598	1.3790	2	2	2.3435
12.60	-	-	-	-	-	-0.6411	1.3690	2	2	2.4089
12.80	-	-	-	-	-	-0.6237	1.3580	2	2	2.4844
13.00	-	-	-	-	-	-0.6074	1.3480	2	2	2.5570

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	1.70					1.80				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
8.60	-4.6030	2.0180	2	2	12.5458					
8.80	-3.0610	1.9400	2	2	3.4733					
9.00	-2.4670	1.8740	2	2	2.3272					
9.20	-2.1080	1.8170	2	2	1.9213					
9.40	-1.8580	1.7680	2	2	1.7349	-3.6790	1.9100	2	2	7.2122
9.60	-1.6700	1.7250	2	2	1.6447	-2.7930	1.8490	2	2	3.4957
9.80	-1.5230	1.6860	2	2	1.6103	-2.3350	1.7960	2	2	2.5550
10.00	-1.4030	1.6520	2	2	1.6013	-2.0360	1.7500	2	2	2.1595
10.20	-1.3040	1.6210	2	2	1.6143	-1.8190	1.7090	2	2	1.9638
10.40	-1.2200	1.5940	2	2	1.6358	-1.6520	1.6730	2	2	1.8588
10.60	-1.1480	1.5680	2	2	1.6730	-1.5180	1.6400	2	2	1.8089
10.80	-1.0850	1.5450	2	2	1.7134	-1.4080	1.6110	2	2	1.7870
11.00	-1.0300	1.5240	2	2	1.7588	-1.3160	1.5840	2	2	1.7900
11.20	-0.9811	1.5040	2	2	1.8110	-1.2360	1.5600	2	2	1.8024
11.40	-0.9375	1.4850	2	2	1.8686	-1.1680	1.5380	2	2	1.8271
11.60	-0.8983	1.4680	2	2	1.9255	-1.1080	1.5170	2	2	1.8625
11.80	-0.8628	1.4520	2	2	1.9852	-1.0540	1.4980	2	2	1.9009
12.00	-0.8306	1.4370	2	2	2.0469	-1.0070	1.4800	2	2	1.9470
12.20	-0.8011	1.4230	2	2	2.1095	-0.9644	1.4630	2	2	1.9975
12.40	-0.7740	1.4100	2	2	2.1722	-0.9260	1.4480	2	2	2.0464
12.60	-0.7491	1.3980	2	2	2.2345	-0.8910	1.4330	2	2	2.1029
12.80	-0.7261	1.3860	2	2	2.3015	-0.8592	1.4200	2	2	2.1552
13.00	-0.7047	1.3750	2	2	2.3669	-0.8299	1.4070	2	2	2.2136
13.20	-	-	-	-	-	-0.8030	1.3940	2	2	2.2778
13.40	-	-	-	-	-	-0.7781	1.3830	2	2	2.3351
13.60	-	-	-	-	-	-0.7551	1.3720	2	2	2.3971
13.80	-	-	-	-	-	-0.7336	1.3620	2	2	2.4569
14.00	-	-	-	-	-	-0.7136	1.3520	2	2	2.5208
14.20	-	-	-	-	-	-0.6949	1.3420	2	2	2.5887
14.40	-	-	-	-	-	-0.6774	1.3330	2	2	2.6532
14.60	-	-	-	-	-	-0.6609	1.3250	2	2	2.7134
14.80	-	-	-	-	-	-0.6454	1.3160	2	2	2.7846
15.00	-	-	-	-	-	-0.6308	1.3080	2	2	2.8512

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	1.90					2.00				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
10.20	-3.4750	1.8340	2	2	7.6136					
10.40	-2.7260	1.7840	2	2	4.0148					
10.60	-2.3130	1.7400	2	2	2.9637					
10.80	-2.0360	1.7010	2	2	2.4957					
11.00	-1.8320	1.6660	2	2	2.2507	-3.6120	1.7800	2	2	10.8588
11.20	-1.6730	1.6340	2	2	2.1156	-2.8040	1.7370	2	2	5.1423
11.40	-1.5440	1.6050	2	2	2.0393	-2.3770	1.6980	2	2	3.6440
11.60	-1.4380	1.5800	2	2	1.9940	-2.0960	1.6640	2	2	2.9884
11.80	-1.3470	1.5560	2	2	1.9780	-1.8890	1.6330	2	2	2.6402
12.00	-1.2700	1.5340	2	2	1.9809	-1.7280	1.6050	2	2	2.4364
12.20	-1.2020	1.5140	2	2	1.9929	-1.5980	1.5790	2	2	2.3166
12.40	-1.1430	1.4950	2	2	2.0183	-1.4900	1.5550	2	2	2.2463
12.60	-1.0900	1.4770	2	2	2.0517	-1.3990	1.5340	2	2	2.2016
12.80	-1.0430	1.4610	2	2	2.0867	-1.3200	1.5140	2	2	2.1820
13.00	-1.0000	1.4460	2	2	2.1257	-1.2510	1.4950	2	2	2.1812
13.20	-0.9614	1.4310	2	2	2.1744	-1.1900	1.4780	2	2	2.1877
13.40	-0.9263	1.4180	2	2	2.2193	-1.1360	1.4610	2	2	2.2112
13.60	-0.8941	1.4050	2	2	2.2713	-1.0880	1.4460	2	2	2.2363
13.80	-0.8646	1.3930	2	2	2.3236	-1.0450	1.4320	2	2	2.2669
14.00	-0.8373	1.3820	2	2	2.3752	-1.0050	1.4190	2	2	2.2997
14.20	-0.8121	1.3710	2	2	2.4322	-0.9690	1.4060	2	2	2.3420
14.40	-0.7886	1.3610	2	2	2.4873	-0.9359	1.3940	2	2	2.3853
14.60	-0.7668	1.3510	2	2	2.5469	-0.9055	1.3830	2	2	2.4288
14.80	-0.7464	1.3420	2	2	2.6034	-0.8774	1.3720	2	2	2.4784
15.00	-0.7273	1.3330	2	2	2.6638	-0.8514	1.3620	2	2	2.5267

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	- 0.10					- 0.20				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
3.20	0.7373	4.7870	2	2	0.1849	1.9400	5.3690	2	2	0.2112
3.40	0.3620	3.4350	2	2	0.3518	0.8166	3.6070	2	2	0.3890
3.60	0.2435	2.8720	2	2	0.5138	0.5260	2.9600	2	2	0.5605
3.80	0.1853	2.5480	2	2	0.6725	0.3921	2.6040	2	2	0.7266
4.00	0.1507	2.3330	2	2	0.8280	0.3150	2.3720	2	2	0.8892
4.20	0.1276	2.1780	2	2	0.9803	0.2647	2.2070	2	2	1.0479
4.40	0.1112	2.0600	2	2	1.1296	0.2294	2.0820	2	2	1.2038
4.60	0.0989	1.9660	2	2	1.2769	0.2031	1.9840	2	2	1.3557
4.80	0.0893	1.8890	2	2	1.4223	0.1823	1.9040	2	2	1.5050
5.00	0.0816	1.8250	2	2	1.5645	0.1666	1.8370	2	2	1.6541
5.20	0.0752	1.7700	2	2	1.7060	0.1534	1.7810	2	2	1.7977
5.40	0.0700	1.7230	2	2	1.8441	0.1424	1.7320	2	2	1.9415
5.60	0.0655	1.6820	2	2	1.9796	0.1331	1.6900	2	2	2.0804
5.80	0.0616	1.6450	2	2	2.1162	0.1251	1.6530	2	2	2.2167
6.00	0.0583	1.6130	2	2	2.2468	0.1182	1.6190	2	2	2.3561
6.20	0.0553	1.5830	2	2	2.3814	0.1121	1.5900	2	2	2.4858
6.40	0.0527	1.5570	2	2	2.5086	0.1067	1.5630	2	2	2.6178
6.60	0.0504	1.5330	2	2	2.6359	0.1020	1.5380	2	2	2.7511
6.80	0.0483	1.5110	2	2	2.7618	0.0977	1.5160	2	2	2.8770
7.00	0.0464	1.4910	2	2	2.8846	0.0938	1.4950	2	2	3.0066
7.20	0.0447	1.4720	2	2	3.0096	0.0903	1.4760	2	2	3.1320
7.40	0.0431	1.4550	2	2	3.1286	0.0871	1.4580	2	2	3.2591
7.60	0.0417	1.4380	2	2	3.2557	0.0842	1.4420	2	2	3.3787
7.80	0.0404	1.4230	2	2	3.3744	0.0815	1.4270	2	2	3.4974
8.00	0.0392	1.4090	2	2	3.4913	0.0790	1.4200	2	2	3.5500
8.20	0.0380	1.3960	2	2	3.6053	0.0767	1.3990	2	2	3.7380
8.40	0.0370	1.3830	2	2	3.7261	0.0745	1.3860	2	2	3.8588
8.60	0.0360	1.3720	2	2	3.8325	0.0725	1.3740	2	2	3.9760
8.80	0.0351	1.3610	2	2	3.9441	0.0707	1.3630	2	2	4.0885
9.00	0.0342	1.3500	2	2	4.0608	0.0689	1.3520	2	2	4.2060

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	- 0.30					- 0.40				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
3.20	6.3890	7.2040	2	2	0.3189					
3.40	1.5690	3.9790	2	2	0.4270	3.4840	4.8130	2	2	0.5365
3.60	0.9115	3.1320	2	2	0.6026	1.5650	3.4480	2	2	0.6573
3.80	0.6515	2.7070	2	2	0.7753	1.0280	2.8820	2	2	0.8266
4.00	0.5113	2.4420	2	2	0.9444	0.7733	2.5570	2	2	0.9972
4.20	0.4234	2.2580	2	2	1.1094	0.6243	2.3400	2	2	1.1666
4.40	0.3632	2.1220	2	2	1.2697	0.5265	2.1840	2	2	1.3317
4.60	0.3192	2.0160	2	2	1.4268	0.4564	2.0650	2	2	1.4922
4.80	0.2857	1.9300	2	2	1.5823	0.4048	1.9700	2	2	1.6520
5.00	0.2592	1.8600	2	2	1.7320	0.3648	1.8930	2	2	1.8070
5.20	0.2378	1.8000	2	2	1.8820	0.3328	1.8290	2	2	1.9578
5.40	0.2201	1.7490	2	2	2.0280	0.3066	1.7740	2	2	2.1077
5.60	0.2052	1.7050	2	2	2.1702	0.2848	1.7260	2	2	2.2574
5.80	0.1925	1.6660	2	2	2.3115	0.2663	1.6850	2	2	2.4000
6.00	0.1815	1.6310	2	2	2.4525	0.2504	1.6480	2	2	2.5442
6.20	0.1719	1.6000	2	2	2.5897	0.2366	1.6150	2	2	2.6863
6.40	0.1635	1.5720	2	2	2.7255	0.2245	1.5860	2	2	2.8224
6.60	0.1560	1.5470	2	2	2.8566	0.2138	1.5600	2	2	2.9548
6.80	0.1492	1.5240	2	2	2.9868	0.2043	1.5350	2	2	3.0947
7.00	0.1432	1.5020	2	2	3.1222	0.1957	1.5130	2	2	3.2261
7.20	0.1377	1.4830	2	2	3.2461	0.1880	1.4930	2	2	3.3541
7.40	0.1327	1.4650	2	2	3.3717	0.1810	1.4740	2	2	3.4847
7.60	0.1282	1.4480	2	2	3.4984	0.1746	1.4570	2	2	3.6082
7.80	0.1240	1.4320	2	2	3.6249	0.1687	1.4400	2	2	3.7411
8.00	0.1201	1.4180	2	2	3.7406	0.1633	1.4250	2	2	3.8641
8.20	0.1165	1.4040	2	2	3.8637	0.1583	1.4110	2	2	3.9851
8.40	0.1132	1.3910	2	2	3.9841	0.1537	1.3980	2	2	4.1032
8.60	0.1101	1.3790	2	2	4.1003	0.1494	1.3850	2	2	4.2286
8.80	0.1073	1.3670	2	2	4.2234	0.1454	1.3730	2	2	4.3497
9.00	0.1046	1.3560	2	2	4.3407	0.1417	1.3620	2	2	4.4654
9.20	-	-	-	-	-	0.1382	1.3520	2	2	4.5741
9.40	-	-	-	-	-	0.1349	1.3420	2	2	4.6884

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	- 0.50					- 0.60				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
3.60	3.1570	4.0870	2	2	0.8398					
3.80	1.6870	3.1840	2	2	0.9120	3.3830	3.7760	2	2	1.2759
4.00	1.1690	2.7390	2	2	1.0654	1.9060	3.0490	2	2	1.2135
4.20	0.9031	2.4650	2	2	1.2301	1.3490	2.6620	2	2	1.3305
4.40	0.7407	2.2760	2	2	1.3956	1.0540	2.4140	2	2	1.4809
4.60	0.6311	2.1360	2	2	1.5597	0.8705	2.2400	2	2	1.6373
4.80	0.5520	2.0280	2	2	1.7195	0.7451	2.1090	2	2	1.7966
5.00	0.4922	1.9410	2	2	1.8771	0.6539	2.0070	2	2	1.9531
5.20	0.4453	1.8690	2	2	2.0328	0.5845	1.9240	2	2	2.1094
5.40	0.4076	1.8080	2	2	2.1873	0.5298	1.8550	2	2	2.2640
5.60	0.3765	1.7560	2	2	2.3382	0.4856	1.7960	2	2	2.4194
5.80	0.3504	1.7110	2	2	2.4858	0.4491	1.7460	2	2	2.5691
6.00	0.3278	1.6720	2	2	2.6271	0.4184	1.7030	2	2	2.7133
6.20	0.3088	1.6360	2	2	2.7757	0.3923	1.6640	2	2	2.8622
6.40	0.2921	1.6050	2	2	2.9142	0.3697	1.6300	2	2	3.0045
6.60	0.2775	1.5770	2	2	3.0513	0.3500	1.5990	2	2	3.1484
6.80	0.2646	1.5510	2	2	3.1909	0.3326	1.5720	2	2	3.2828
7.00	0.2530	1.5280	2	2	3.3227	0.3172	1.5470	2	2	3.4191
7.20	0.2426	1.5060	2	2	3.4603	0.3034	1.5240	2	2	3.5547
7.40	0.2331	1.4870	2	2	3.5847	0.2907	1.5030	2	2	3.6863
7.60	0.2246	1.4680	2	2	3.7211	0.2795	1.4830	2	2	3.8235
7.80	0.2167	1.4510	2	2	3.8491	0.2692	1.4650	2	2	3.9535
8.00	0.2095	1.4350	2	2	3.9775	0.2599	1.4480	2	2	4.0853
8.20	0.2029	1.4210	2	2	4.0942	0.2514	1.4330	2	2	4.2063
8.40	0.1968	1.4070	2	2	4.2192	0.2435	1.4180	2	2	4.3367
8.60	0.1912	1.3940	2	2	4.3413	0.2362	1.4050	2	2	4.4526
8.80	0.1859	1.3810	2	2	4.4708	0.2294	1.3920	2	2	4.5767
9.00	0.1810	1.3700	2	2	4.5830	0.2231	1.3800	2	2	4.6963
9.20	0.1764	1.3590	2	2	4.7017	0.2172	1.3680	2	2	4.8235
9.40	0.1721	1.3480	2	2	4.8272	0.2117	1.3570	2	2	4.9446

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	- 0.70					- 0.80				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
4.00	4.1040	3.6590	2	2	2.1439					
4.20	2.2540	2.9960	2	2	1.6232					
4.40	1.5890	2.6310	2	2	1.6533					
4.60	1.2400	2.3950	2	2	1.7655	1.9310	2.6410	2	2	2.1026
4.80	1.0240	2.2260	2	2	1.9066	1.4850	2.4030	2	2	2.1274
5.00	0.8761	2.0990	2	2	2.0537	1.2150	2.2340	2	2	2.2203
5.20	0.7687	1.9990	2	2	2.2043	1.0340	2.1050	2	2	2.3472
5.40	0.6869	1.9180	2	2	2.3545	0.9039	2.0050	2	2	2.4797
5.60	0.6226	1.8500	2	2	2.5072	0.8055	1.9230	2	2	2.6213
5.80	0.5706	1.7930	2	2	2.6552	0.7284	1.8550	2	2	2.7642
6.00	0.5276	1.7430	2	2	2.8066	0.6663	1.7970	2	2	2.9098
6.20	0.4915	1.7000	2	2	2.9526	0.6152	1.7470	2	2	3.0557
6.40	0.4607	1.6620	2	2	3.0973	0.5724	1.7040	2	2	3.1967
6.60	0.4341	1.6280	2	2	3.2414	0.5359	1.6660	2	2	3.3368
6.80	0.4109	1.5980	2	2	3.3797	0.5045	1.6320	2	2	3.4773
7.00	0.3905	1.5710	2	2	3.5155	0.4772	1.6010	2	2	3.6207
7.20	0.3723	1.5460	2	2	3.6529	0.4531	1.5730	2	2	3.7623
7.40	0.3561	1.5230	2	2	3.7903	0.4318	1.5480	2	2	3.8983
7.60	0.3415	1.5020	2	2	3.9246	0.4127	1.5250	2	2	4.0340
7.80	0.3283	1.4830	2	2	4.0535	0.3956	1.5040	2	2	4.1672
8.00	0.3163	1.4650	2	2	4.1851	0.3801	1.4850	2	2	4.2944
8.20	0.3053	1.4480	2	2	4.3180	0.3660	1.4670	2	2	4.4247
8.40	0.2952	1.4330	2	2	4.4391	0.3531	1.4500	2	2	4.5566
8.60	0.2859	1.4180	2	2	4.5708	0.3413	1.4350	2	2	4.6764
8.80	0.2770	1.4040	2	2	4.6985	0.3305	1.4200	2	2	4.8080
9.00	0.2691	1.3920	2	2	4.8112	0.3204	1.4060	2	2	4.9365
9.20	0.2617	1.3790	2	2	4.9458	0.3111	1.3930	2	2	5.0618
9.40	0.2548	1.3680	2	2	5.0606	0.3025	1.3810	2	2	5.1822
9.60	0.2483	1.3570	2	2	5.1826	0.2944	1.3700	2	2	5.2955
9.80	0.2422	1.3470	2	2	5.2965	0.2868	1.3590	2	2	5.4168
10.00	0.2365	1.3370	2	2	5.4174	0.2798	1.3490	2	2	5.5305

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	- 0.90					- 1.00				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
4.60	4.0290	3.0930	2	2	4.5039					
4.80	2.4730	2.6940	2	2	2.9002					
5.00	1.8320	2.4410	2	2	2.6534	3.5380	2.7990	2	2	5.2726
5.20	1.4700	2.2620	2	2	2.6432	2.3860	2.5120	2	2	3.6668
5.40	1.2360	2.1280	2	2	2.7121	1.8390	2.3150	2	2	3.3099
5.60	1.0710	2.0230	2	2	2.8146	1.5100	2.1700	2	2	3.2252
5.80	0.9485	1.9390	2	2	2.9296	1.2890	2.0570	2	2	3.2498
6.00	0.8536	1.8680	2	2	3.0618	1.1290	1.9670	2	2	3.3165
6.20	0.7780	1.8090	2	2	3.1925	1.0080	1.8920	2	2	3.4161
6.40	0.7161	1.7580	2	2	3.3275	0.9132	1.8300	2	2	3.5228
6.60	0.6646	1.7130	2	2	3.4686	0.8364	1.7760	2	2	3.6447
6.80	0.6209	1.6740	2	2	3.6046	0.7730	1.7300	2	2	3.7646
7.00	0.5835	1.6390	2	2	3.7436	0.7198	1.6890	2	2	3.8935
7.20	0.5509	1.6080	2	2	3.8782	0.6744	1.6530	2	2	4.0207
7.40	0.5224	1.5800	2	2	4.0124	0.6352	1.6200	2	2	4.1568
7.60	0.4972	1.5550	2	2	4.1411	0.6010	1.5910	2	2	4.2857
7.80	0.4747	1.5310	2	2	4.2810	0.5709	1.5650	2	2	4.4113
8.00	0.4546	1.5100	2	2	4.4086	0.5442	1.5410	2	2	4.5399
8.20	0.4364	1.4900	2	2	4.5421	0.5092	1.5190	2	2	4.6045
8.40	0.4199	1.4720	2	2	4.6680	0.4888	1.4980	2	2	4.7450
8.60	0.4048	1.4550	2	2	4.7958	0.4702	1.4790	2	2	4.8782
8.80	0.3910	1.4390	2	2	4.9247	0.4533	1.4620	2	2	5.0017
9.00	0.3783	1.4240	2	2	5.0527	0.4305	1.4460	2	2	5.0787
9.20	0.3666	1.4100	2	2	5.1787	0.4169	1.4310	2	2	5.2053
9.40	0.3558	1.3970	2	2	5.3012	0.4042	1.4160	2	2	5.3440
9.60	0.3457	1.3850	2	2	5.4181	0.3925	1.4030	2	2	5.4647
9.80	0.3363	1.3730	2	2	5.5447	0.3816	1.3900	2	2	5.5962
10.00	0.3275	1.3620	2	2	5.6639	0.3800	1.3790	2	2	5.7699

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	- 1.10					- 1.20				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
5.40	3.5430	2.6320	2	2	7.2050					
5.60	2.4510	2.4000	2	2	4.7375					
5.80	1.9210	2.2340	2	2	4.1320	3.8860	2.5300	2	2	11.6017
6.00	1.5960	2.1090	2	2	3.9234	2.6540	2.3310	2	2	6.4458
6.20	1.3730	2.0090	2	2	3.8750	2.0790	2.1840	2	2	5.2637
6.40	1.2100	1.9280	2	2	3.8950	1.7290	2.0700	2	2	4.8189
6.60	1.0850	1.8600	2	2	3.9575	1.4900	1.9780	2	2	4.6420
6.80	0.9857	1.8030	2	2	4.0347	1.3150	1.9030	2	2	4.5770
7.00	0.9053	1.7530	2	2	4.1360	1.1800	1.8400	2	2	4.5728
7.20	0.8386	1.7100	2	2	4.2399	1.0740	1.7850	2	2	4.6252
7.40	0.7823	1.6710	2	2	4.3606	0.9871	1.7380	2	2	4.6900
7.60	0.7342	1.6370	2	2	4.4776	0.9151	1.6970	2	2	4.7692
7.80	0.6924	1.6070	2	2	4.5903	0.8542	1.6600	2	2	4.8670
8.00	0.6559	1.5790	2	2	4.7156	0.8020	1.6280	2	2	4.9586
8.20	0.6237	1.5540	2	2	4.8362	0.7568	1.5980	2	2	5.0714
8.40	0.5950	1.5310	2	2	4.9587	0.7172	1.5710	2	2	5.1851
8.60	0.5693	1.5100	2	2	5.0794	0.6822	1.5470	2	2	5.2925
8.80	0.5461	1.4900	2	2	5.2086	0.6510	1.5250	2	2	5.4016
9.00	0.5251	1.4720	2	2	5.3298	0.6230	1.5040	2	2	5.5231
9.20	0.5060	1.4550	2	2	5.4546	0.5978	1.4850	2	2	5.6391
9.40	0.4885	1.4400	2	2	5.5649	0.5749	1.4680	2	2	5.7449
9.60	0.4724	1.4250	2	2	5.6902	0.5540	1.4510	2	2	5.8703
9.80	0.4576	1.4110	2	2	5.8139	0.5349	1.4360	2	2	5.9805
10.00	0.4438	1.3980	2	2	5.9329	0.5174	1.4210	2	2	6.1080
10.20	0.4311	1.3860	2	2	6.0473	0.5012	1.4080	2	2	6.2144
10.40	0.4192	1.3740	2	2	6.1725	0.4862	1.3950	2	2	6.3349
10.60	0.4082	1.3630	2	2	6.2908	0.4723	1.3830	2	2	6.4498
10.80	0.3978	1.3530	2	2	6.3986	0.4593	1.3720	2	2	6.5564
11.00	0.3881	1.3430	2	2	6.5162	0.4472	1.3610	2	2	6.6749
11.20	0.3789	1.3340	2	2	6.6211	0.4358	1.3510	2	2	6.7824
11.40	0.3703	1.3250	2	2	6.7349	0.4252	1.3410	2	2	6.9010

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	- 1.30					- 1.40				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
6.20	5.1100	2.4760	2	2	35.1687					
6.40	3.0540	2.2940	2	2	9.8671					
6.60	2.3350	2.1560	2	2	7.0706					
6.80	1.9240	2.0490	2	2	6.0866	3.9290	2.2810	2	2	21.8834
7.00	1.6500	1.9620	2	2	5.6473	2.7680	2.1480	2	2	10.7623
7.20	1.4520	1.8900	2	2	5.4346	2.2170	2.0430	2	2	8.2074
7.40	1.3010	1.8290	2	2	5.3391	1.8750	1.9580	2	2	7.1592
7.60	1.1820	1.7760	2	2	5.3201	1.6360	1.8870	2	2	6.6376
7.80	1.0860	1.7310	2	2	5.3311	1.4570	1.8270	2	2	6.3489
8.00	1.0060	1.6910	2	2	5.3725	1.3190	1.7750	2	2	6.2077
8.20	0.9382	1.6550	2	2	5.4373	1.2070	1.7300	2	2	6.1303
8.40	0.8805	1.6230	2	2	5.5138	1.1150	1.6900	2	2	6.1104
8.60	0.8304	1.5940	2	2	5.6009	1.0380	1.6550	2	2	6.1161
8.80	0.7866	1.5680	2	2	5.6901	0.9729	1.6230	2	2	6.1596
9.00	0.7480	1.5440	2	2	5.7892	0.9163	1.5940	2	2	6.2182
9.20	0.7136	1.5220	2	2	5.8913	0.8669	1.5680	2	2	6.2829
9.40	0.6827	1.5020	2	2	5.9910	0.8234	1.5450	2	2	6.3437
9.60	0.6549	1.4830	2	2	6.1018	0.7848	1.5230	2	2	6.4284
9.80	0.6297	1.4660	2	2	6.2024	0.7503	1.5030	2	2	6.5133
10.00	0.6067	1.4500	2	2	6.3067	0.7192	1.4840	2	2	6.6113
10.20	0.5857	1.4340	2	2	6.4321	0.6910	1.4670	2	2	6.6990
10.40	0.5664	1.4200	2	2	6.5380	0.6654	1.4500	2	2	6.8133
10.60	0.5485	1.4070	2	2	6.6401	0.6420	1.4350	2	2	6.9104
10.80	0.5320	1.3940	2	2	6.7586	0.6205	1.4210	2	2	7.0075
11.00	0.5167	1.3820	2	2	6.8712	0.6007	1.4080	2	2	7.1022
11.20	0.5025	1.3710	2	2	6.9763	0.5823	1.3950	2	2	7.2138
11.40	0.4891	1.3600	2	2	7.0925	0.5653	1.3830	2	2	7.3201
11.60	-	-	-	-	-	0.5495	1.3720	2	2	7.4185
11.80	-	-	-	-	-	0.5347	1.3610	2	2	7.5304
12.00	-	-	-	-	-	0.5209	1.3510	2	2	7.6315

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_2 \ γ_1	- 1.50					- 1.60				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
7.40	3.6690	2.1570	2	2	24.2637					
7.60	2.7050	2.0510	2	2	12.9450					
7.80	2.2110	1.9650	2	2	9.8964					
8.00	1.8930	1.8940	2	2	8.5457	3.8130	2.0740	2	2	35.4829
8.20	1.6670	1.8330	2	2	7.8511	2.7950	1.9850	2	2	16.9241
8.40	1.4960	1.7810	2	2	7.4434	2.2910	1.9110	2	2	12.3967
8.60	1.3610	1.7360	2	2	7.1921	1.9690	1.8490	2	2	10.4305
8.80	1.2520	1.6950	2	2	7.0716	1.7400	1.7950	2	2	9.4033
9.00	1.1610	1.6600	2	2	6.9811	1.5660	1.7480	2	2	8.7929
9.20	1.0840	1.6280	2	2	6.9467	1.4280	1.7070	2	2	8.3987
9.40	1.0190	1.5990	2	2	6.9542	1.3160	1.6700	2	2	8.1610
9.60	0.9616	1.5730	2	2	6.9682	1.2230	1.6370	2	2	8.0109
9.80	0.9117	1.5490	2	2	7.0082	1.1440	1.6080	2	2	7.9017
10.00	0.8675	1.5270	2	2	7.0597	1.0760	1.5810	2	2	7.8512
10.20	0.8280	1.5060	2	2	7.1352	1.0170	1.5570	2	2	7.8189
10.40	0.7927	1.4880	2	2	7.1885	0.9655	1.5340	2	2	7.8370
10.60	0.7608	1.4700	2	2	7.2759	0.9196	1.5130	2	2	7.8651
10.80	0.7318	1.4540	2	2	7.3500	0.8785	1.4940	2	2	7.8956
11.00	0.7053	1.4390	2	2	7.4285	0.8416	1.4760	2	2	7.9465
11.20	0.6811	1.4240	2	2	7.5329	0.8083	1.4600	2	2	7.9877
11.40	0.6588	1.4110	2	2	7.6126	0.7780	1.4440	2	2	8.0626
11.60	0.6383	1.3980	2	2	7.7138	0.7503	1.4300	2	2	8.1170
11.80	0.6192	1.3860	2	2	7.8083	0.7248	1.4160	2	2	8.1975
12.00	0.6015	1.3750	2	2	7.8953	0.7014	1.4030	2	2	8.2776
12.20	-	-	-	-	-	0.6798	1.3910	2	2	8.3537
12.40	-	-	-	-	-	0.6598	1.3790	2	2	8.4508
12.60	-	-	-	-	-	0.6411	1.3690	2	2	8.5097
12.80	-	-	-	-	-	0.6237	1.3580	2	2	8.6146
13.00	-	-	-	-	-	0.6074	1.3480	2	2	8.7067

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	- 1.70					- 1.80				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
8.60	4.6030	2.0180	2	2	92.6283					
8.80	3.0610	1.9400	2	2	25.3311					
9.00	2.4670	1.8740	2	2	16.5754					
9.20	2.1080	1.8170	2	2	13.2686					
9.40	1.8580	1.7680	2	2	11.5683	3.6790	1.9100	2	2	53.1178
9.60	1.6700	1.7250	2	2	10.5633	2.7930	1.8490	2	2	25.3921
9.80	1.5230	1.6860	2	2	9.9583	2.3350	1.7960	2	2	18.1537
10.00	1.4030	1.6520	2	2	9.5287	2.0360	1.7500	2	2	14.9267
10.20	1.3040	1.6210	2	2	9.2543	1.8190	1.7090	2	2	13.1614
10.40	1.2200	1.5940	2	2	9.0373	1.6520	1.6730	2	2	12.0552
10.60	1.1480	1.5680	2	2	8.9252	1.5180	1.6400	2	2	11.3432
10.80	1.0850	1.5450	2	2	8.8313	1.4080	1.6110	2	2	10.8320
11.00	1.0300	1.5240	2	2	8.7723	1.3160	1.5840	2	2	10.4963
11.20	0.9811	1.5040	2	2	8.7545	1.2360	1.5600	2	2	10.2197
11.40	0.9375	1.4850	2	2	8.7699	1.1680	1.5380	2	2	10.0334
11.60	0.8983	1.4680	2	2	8.7818	1.1080	1.5170	2	2	9.9168
11.80	0.8628	1.4520	2	2	8.8098	1.0540	1.4980	2	2	9.8133
12.00	0.8306	1.4370	2	2	8.8496	1.0070	1.4800	2	2	9.7675
12.20	0.8011	1.4230	2	2	8.8946	0.9644	1.4630	2	2	9.7468
12.40	0.7740	1.4100	2	2	8.9410	0.9260	1.4480	2	2	9.7176
12.60	0.7491	1.3980	2	2	8.9864	0.8910	1.4330	2	2	9.7330
12.80	0.7261	1.3860	2	2	9.0570	0.8592	1.4200	2	2	9.7271
13.00	0.7047	1.3750	2	2	9.1194	0.8299	1.4070	2	2	9.7550
13.20	-	-	-	-	-	0.8030	1.3940	2	2	9.8165
13.40	-	-	-	-	-	0.7781	1.3830	2	2	9.8403
13.60	-	-	-	-	-	0.7551	1.3720	2	2	9.8912
13.80	-	-	-	-	-	0.7336	1.3620	2	2	9.9303
14.00	-	-	-	-	-	0.7136	1.3520	2	2	9.9917
14.20	-	-	-	-	-	0.6949	1.3420	2	2	10.0735
14.40	-	-	-	-	-	0.6774	1.3330	2	2	10.1391
14.60	-	-	-	-	-	0.6609	1.3250	2	2	10.1846
14.80	-	-	-	-	-	0.6454	1.3160	2	2	10.2829
15.00	-	-	-	-	-	0.6308	1.3080	2	2	10.3599

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก (ต่อ)

γ_1 / γ_2	- 1.90					- 2.00				
	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2	α_1	α_2	β	γ	σ_0^2
10.20	3.4750	1.8340	2	2	56.0497					
10.40	2.7260	1.7840	2	2	29.1966					
10.60	2.3130	1.7400	2	2	21.1470					
10.80	2.0360	1.7010	2	2	17.3914					
11.00	1.8320	1.6660	2	2	15.2706	3.6120	1.7800	2	2	80.0629
11.20	1.6730	1.6340	2	2	13.9513	2.8040	1.7370	2	2	37.5689
11.40	1.5440	1.6050	2	2	13.0552	2.3770	1.6980	2	2	26.2227
11.60	1.4380	1.5800	2	2	12.3851	2.0960	1.6640	2	2	21.0904
11.80	1.3470	1.5560	2	2	11.9174	1.8890	1.6330	2	2	18.2172
12.00	1.2700	1.5340	2	2	11.5874	1.7280	1.6050	2	2	16.4021
12.20	1.2020	1.5140	2	2	11.3168	1.5980	1.5790	2	2	15.1980
12.40	1.1430	1.4950	2	2	11.1411	1.4900	1.5550	2	2	14.3512
12.60	1.0900	1.4770	2	2	11.0156	1.3990	1.5340	2	2	13.6905
12.80	1.0430	1.4610	2	2	10.9044	1.3200	1.5140	2	2	13.2058
13.00	1.0000	1.4460	2	2	10.8146	1.2510	1.4950	2	2	12.8525
13.20	0.9614	1.4310	2	2	10.7889	1.1900	1.4780	2	2	12.5494
13.40	0.9263	1.4180	2	2	10.7419	1.1360	1.4610	2	2	12.3633
13.60	0.8941	1.4050	2	2	10.7377	1.0880	1.4460	2	2	12.1921
13.80	0.8646	1.3930	2	2	10.7373	1.0450	1.4320	2	2	12.0614
14.00	0.8373	1.3820	2	2	10.7333	1.0050	1.4190	2	2	11.9379
14.20	0.8121	1.3710	2	2	10.7615	0.9690	1.4060	2	2	11.8801
14.40	0.7886	1.3610	2	2	10.7786	0.9359	1.3940	2	2	11.8284
14.60	0.7668	1.3510	2	2	10.8228	0.9055	1.3830	2	2	11.7797
14.80	0.7464	1.3420	2	2	10.8512	0.8774	1.3720	2	2	11.7693
15.00	0.7273	1.3330	2	2	10.9008	0.8514	1.3620	2	2	11.7522

ภาคผนวก ข

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานแบบสองด้าน คือ $H_0:\sigma^2=\sigma_0^2$ $H_1:\sigma^2\neq\sigma_0^2$ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในกรณีที่สมมติฐานของการทดสอบค่าความแปรปรวนประชากรเป็นแบบด้านเดียวทางขวาและด้านเดียวทางซ้าย คือ $H_0:\sigma^2\leq\sigma_0^2$ $H_1:\sigma^2>\sigma_0^2$ และ $H_0:\sigma^2\geq\sigma_0^2$ $H_1:\sigma^2<\sigma_0^2$ ตามลำดับ โดยทำการศึกษาในทุกสถานการณ์เช่นเดียวกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้าน ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้มาพิจารณาว่าขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในสถานการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรแบบสองด้านนั้น จะได้ผลสรุปที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ดังนั้นจากการที่ได้ศึกษาเพิ่มเติมพบว่า ขนาดตัวอย่าง n ที่ได้ในแต่ละสถานการณ์สำหรับการทดสอบสมมติฐานแบบด้านเดียวไม่แตกต่างกับผลการศึกษาในกรณีที่เป็นการทดสอบสมมติฐานแบบสองด้าน ซึ่งผลการวิจัยบางส่วนสำหรับการทดสอบด้านเดียวมีดังนี้

1. กรณีที่การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรเป็นแบบด้านเดียวทางขวา แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ ข1 – ข8

2. กรณีที่การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรเป็นแบบด้านเดียวทางซ้าย แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ ข9 – ข16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข1 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงทีจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	n	α					
			0.01		0.05		0.10	
			n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.00	3.05	124	8	0.0087	6	0.0492	3	0.1007
0.00	3.10	64	8	0.0112	6	0.0478	3	0.1054
0.00	3.15	44	8	0.0091	7	0.0529	3	0.0992
0.00	3.20	34	9	0.0100	7	0.0471	4	0.0973
0.00	3.25	28	9	0.0113	7	0.0540	4	0.1028
0.00	3.30	24	9	0.0085	7	0.0485	4	0.0949
0.00	3.35	21	10	0.0091	8	0.0459	4	0.1022
0.00	3.40	19	10	0.0107	8	0.0504	4	0.1054
0.00	3.46	17	10	0.0096	8	0.0536	4	0.0950
0.00	3.50	16	10	0.0114	8	0.0485	5	0.1044
0.00	3.55	15	11	0.0113	8	0.0488	5	0.1030
0.00	3.60	14	11	0.0103	9	0.0491	5	0.1006
0.00	3.67	13	11	0.0090	9	0.0530	6	0.0968
0.00	3.75	12	12	0.0108	9	0.0472	6	0.0955
0.00	3.86	11	12	0.0119	10	0.0519	6	0.0968
0.00	4.00	10	12	0.0106	10	0.0497	6	0.1032
0.00	4.20	9	13	0.0090	10	0.0470	7	0.1024
0.00	4.50	8	13	0.0098	11	0.0508	8	0.0978
0.00	5.00	7	14	0.0110	12	0.0530	9	0.1030
0.00	6.00	6	15	0.0094	13	0.0462	10	0.1036
0.00	9.00	5	20	0.0114	18	0.0482	15	0.0955

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข2 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสองจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	n	α					
			0.01		0.05		0.10	
			n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.25	3.10	125	9	0.0108	7	0.0511	5	0.1013
0.30	3.13	90	10	0.0094	8	0.0520	5	0.1036
0.35	3.18	65	11	0.0088	9	0.0478	6	0.1025
0.40	3.24	50	12	0.0097	9	0.0496	7	0.0991
0.45	3.31	39	13	0.0087	10	0.0459	7	0.0996
0.50	3.38	32	14	0.0087	11	0.0500	8	0.1043
0.55	3.46	26	15	0.0104	11	0.0542	9	0.0976
0.60	3.55	22	16	0.0100	12	0.0487	10	0.0973
0.65	3.63	19	16	0.0093	13	0.0504	11	0.0982
0.69	3.71	17	17	0.0107	14	0.0520	11	0.0976
0.76	3.86	14	19	0.0092	14	0.0518	12	0.1015
0.82	4.00	12	19	0.0106	15	0.0501	13	0.1043
0.85	4.09	11	20	0.0099	16	0.0478	13	0.1045
0.89	4.20	10	20	0.0083	17	0.0522	14	0.0962
0.94	4.33	9	21	0.0112	18	0.0495	15	0.0973
1.00	4.50	8	22	0.0102	19	0.0504	16	0.1049
1.07	4.71	7	23	0.0110	20	0.0475	17	0.1028
1.15	5.00	6	25	0.0108	22	0.0481	20	0.0973
1.26	5.40	5	30	0.0097	25	0.0509	22	0.0954
1.41	6.00	4	37	0.0110	33	0.0493	27	0.0969
1.63	7.00	3	50	0.0101	44	0.0524	40	0.1036
2.00	9.00	2	67	0.0089	61	0.0517	58	0.0945

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข3 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	β	λ	α					
				0.01		0.05		0.10	
				n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.50	3.03	2.00	2.215	13	0.0118	10	0.0533	7	0.1002
0.60	3.19	2.00	2.047	15	0.0092	11	0.0486	8	0.1026
0.70	3.38	2.00	1.902	16	0.0103	12	0.0515	9	0.1048
0.80	3.61	2.00	1.774	17	0.0108	14	0.0464	11	0.1005
0.90	3.87	2.00	1.662	19	0.0085	15	0.0518	12	0.1016
1.00	4.16	2.00	1.563	20	0.0088	18	0.0515	14	0.0974
1.10	4.49	2.00	1.476	22	0.0114	20	0.0527	16	0.1047
1.20	4.85	2.00	1.398	24	0.0095	21	0.0482	18	0.0986
1.30	5.24	2.00	1.329	29	0.0108	25	0.0493	21	0.0943
1.40	5.67	2.00	1.267	33	0.0097	29	0.0541	24	0.1004
1.50	6.13	2.00	1.211	38	0.0099	33	0.0492	28	0.0985
1.60	6.64	2.00	1.160	42	0.0113	38	0.0512	34	0.1036
1.70	7.16	2.00	1.115	49	0.0096	44	0.0458	40	0.0984
1.80	7.74	2.00	1.073	55	0.0087	50	0.0474	45	0.0977
1.90	8.35	2.00	1.035	59	0.0110	54	0.0498	52	0.0965
2.00	9.00	2.00	1.000	68	0.0117	63	0.0514	56	0.1006

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข4 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.10	3.20	-0.7373	4.7870	2	2	11	0.0086	8	0.0517	3	0.1025
0.10	3.40	-0.3620	3.4350	2	2	11	0.0090	8	0.0462	4	0.1019
0.10	3.60	-0.2435	2.8720	2	2	11	0.0097	9	0.0522	5	0.1037
0.10	3.80	-0.1853	2.5480	2	2	12	0.0089	10	0.0520	6	0.0944
0.10	4.00	-0.1507	2.3330	2	2	12	0.0082	10	0.0503	6	0.0963
0.10	4.20	-0.1276	2.1780	2	2	13	0.0116	11	0.0537	7	0.0976
0.10	4.40	-0.1112	2.0600	2	2	13	0.0117	11	0.0497	7	0.0988
0.10	4.60	-0.0989	1.9660	2	2	14	0.0081	12	0.0461	8	0.0942
0.10	4.80	-0.0893	1.8890	2	2	14	0.0090	12	0.0534	8	0.1004
0.10	5.00	-0.0816	1.8250	2	2	14	0.0108	12	0.0460	9	0.0997
0.10	5.20	-0.0752	1.7700	2	2	15	0.0087	13	0.0467	9	0.1014
0.10	5.40	-0.0700	1.7230	2	2	15	0.0112	13	0.0520	10	0.0988
0.10	5.60	-0.0655	1.6820	2	2	15	0.0091	13	0.0459	10	0.1046
0.10	5.80	-0.0616	1.6450	2	2	16	0.0100	13	0.0484	11	0.0945
0.10	6.00	-0.0583	1.6130	2	2	16	0.0113	14	0.0477	11	0.0984
0.10	6.20	-0.0553	1.5830	2	2	16	0.0084	14	0.0504	11	0.0963
0.10	6.40	-0.0527	1.5570	2	2	16	0.0095	14	0.0483	12	0.1039
0.10	6.60	-0.0504	1.5330	2	2	17	0.0106	15	0.0475	12	0.0957
0.10	6.80	-0.0483	1.5110	2	2	17	0.0098	15	0.0511	12	0.1002
0.10	7.00	-0.0464	1.4910	2	2	18	0.0092	15	0.0483	12	0.0975
0.10	7.20	-0.0447	1.4720	2	2	18	0.0083	16	0.0469	13	0.1056
0.10	7.40	-0.0431	1.4550	2	2	18	0.0088	16	0.0501	13	0.0954
0.10	7.60	-0.0417	1.4380	2	2	19	0.0096	16	0.0487	13	0.1046
0.10	7.80	-0.0404	1.4230	2	2	19	0.0102	16	0.0525	14	0.0962

ตารางที่ ข4 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.10	8.00	-0.0392	1.4090	2	2	19	0.0111	17	0.0507	14	0.1013
0.10	8.20	-0.0380	1.3960	2	2	20	0.0094	17	0.0490	14	0.1022
0.10	8.40	-0.0370	1.3830	2	2	20	0.0085	17	0.0466	14	0.0949
0.10	8.60	-0.0360	1.3720	2	2	21	0.0098	17	0.0532	15	0.1046
0.10	8.80	-0.0351	1.3610	2	2	21	0.0115	18	0.0528	15	0.1003
0.10	9.00	-0.0342	1.3500	2	2	21	0.0093	18	0.0483	15	0.0972

ตารางที่ ข5 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.20	3.20	-1.9400	5.3690	2	2	11	0.0114	9	0.0491	7	0.0996
0.20	3.40	-0.8166	3.6070	2	2	11	0.0105	9	0.0514	7	0.1006
0.20	3.60	-0.5260	2.9600	2	2	12	0.0096	9	0.0458	7	0.0943
0.20	3.80	-0.3921	2.6040	2	2	12	0.0083	10	0.0466	8	0.0960
0.20	4.00	-0.3150	2.3720	2	2	13	0.0115	10	0.0502	8	0.1037
0.20	4.20	-0.2647	2.2070	2	2	13	0.0104	10	0.0480	8	0.0976
0.20	4.40	-0.2294	2.0820	2	2	14	0.0097	11	0.0460	8	0.1014
0.20	4.60	-0.2031	1.9840	2	2	14	0.0112	11	0.0478	9	0.0948
0.20	4.80	-0.1823	1.9040	2	2	15	0.0105	12	0.0486	9	0.0963
0.20	5.00	-0.1666	1.8370	2	2	15	0.0093	12	0.0526	10	0.0965
0.20	5.20	-0.1534	1.7810	2	2	16	0.0118	13	0.0505	10	0.1005
0.20	5.40	-0.1424	1.7320	2	2	16	0.0087	13	0.0459	10	0.0946

ตารางที่ ข5 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.01		0.01	
						n	n	n	n	n	n
0.20	5.60	-0.1331	1.6900	2	2	16	0.0084	13	0.0517	10	0.1018
0.20	5.80	-0.1251	1.6530	2	2	16	0.0105	14	0.0536	11	0.0998
0.20	6.00	-0.1182	1.6190	2	2	17	0.0113	14	0.0474	11	0.1039
0.20	6.20	-0.1121	1.5900	2	2	17	0.0085	15	0.0499	11	0.0960
0.20	6.40	-0.1067	1.5630	2	2	17	0.0092	15	0.0470	12	0.1029
0.20	6.60	-0.1020	1.5380	2	2	18	0.0108	15	0.0463	12	0.0986
0.20	6.80	-0.0977	1.5160	2	2	18	0.0094	16	0.0531	12	0.1023
0.20	7.00	-0.0938	1.4950	2	2	19	0.0119	16	0.0536	12	0.0955
0.20	7.20	-0.0903	1.4760	2	2	19	0.0090	16	0.0475	13	0.0970
0.20	7.40	-0.0871	1.4580	2	2	19	0.0103	17	0.0499	13	0.0974
0.20	7.60	-0.0842	1.4420	2	2	20	0.0116	17	0.0523	13	0.1018
0.20	7.80	-0.0815	1.4270	2	2	20	0.0107	17	0.0508	14	0.0961
0.20	8.00	-0.0790	1.4200	2	2	20	0.0081	17	0.0483	14	0.1046
0.20	8.20	-0.0767	1.3990	2	2	21	0.0095	18	0.0487	14	0.1003
0.20	8.40	-0.0745	1.3860	2	2	21	0.0109	18	0.0500	15	0.0970
0.20	8.60	-0.0725	1.3740	2	2	22	0.0117	18	0.0468	15	0.0958
0.20	8.80	-0.0707	1.3630	2	2	22	0.0081	19	0.0508	15	0.0945
0.20	9.00	-0.0689	1.3520	2	2	22	0.0106	19	0.0497	15	0.0966

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข6 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.30	3.20	-6.3890	7.2040	2	2	12	0.0112	10	0.0528	8	0.1014
0.30	3.40	-1.5690	3.9790	2	2	12	0.0118	10	0.0514	8	0.1048
0.30	3.60	-0.9115	3.1320	2	2	13	0.0109	10	0.0465	8	0.0989
0.30	3.80	-0.6515	2.7070	2	2	13	0.0104	11	0.0493	8	0.1041
0.30	4.00	-0.5113	2.4420	2	2	13	0.0087	11	0.0523	9	0.0955
0.30	4.20	-0.4234	2.2580	2	2	14	0.0114	11	0.0488	9	0.1004
0.30	4.40	-0.3632	2.1220	2	2	14	0.0105	11	0.0520	10	0.0987
0.30	4.60	-0.3192	2.0160	2	2	15	0.0084	12	0.0542	10	0.1056
0.30	4.80	-0.2857	1.9300	2	2	15	0.0097	12	0.0501	10	0.0956
0.30	5.00	-0.2592	1.8600	2	2	16	0.0110	13	0.0472	11	0.1023
0.30	5.20	-0.2378	1.8000	2	2	16	0.0118	13	0.0497	11	0.0981
0.30	5.40	-0.2201	1.7490	2	2	16	0.0108	14	0.0468	11	0.0988
0.30	5.60	-0.2052	1.7050	2	2	17	0.0099	14	0.0542	12	0.1002
0.30	5.80	-0.1925	1.6660	2	2	17	0.0090	14	0.0489	12	0.0977
0.30	6.00	-0.1815	1.6310	2	2	18	0.0083	15	0.0500	12	0.1012
0.30	6.20	-0.1719	1.6000	2	2	18	0.0100	15	0.0518	12	0.0995
0.30	6.40	-0.1635	1.5720	2	2	18	0.0107	16	0.0498	13	0.1032
0.30	6.60	-0.1560	1.5470	2	2	19	0.0098	16	0.0474	13	0.0975
0.30	6.80	-0.1492	1.5240	2	2	19	0.0088	16	0.0503	13	0.0943
0.30	7.00	-0.1432	1.5020	2	2	20	0.0111	16	0.0492	14	0.1055
0.30	7.20	-0.1377	1.4830	2	2	20	0.0101	17	0.0524	14	0.0998
0.30	7.40	-0.1327	1.4650	2	2	20	0.0089	17	0.0486	14	0.1057
0.30	7.60	-0.1282	1.4480	2	2	21	0.0106	18	0.0516	14	0.0949
0.30	7.80	-0.1240	1.4320	2	2	21	0.0088	18	0.0535	15	0.1001

ตารางที่ ข6 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.30	8.00	-0.1201	1.4180	2	2	21	0.0115	18	0.0507	15	0.1048
0.30	8.20	-0.1165	1.4040	2	2	22	0.0105	19	0.0530	15	0.0958
0.30	8.40	-0.1132	1.3910	2	2	22	0.0082	19	0.0542	15	0.1020
0.30	8.60	-0.1101	1.3790	2	2	22	0.0098	19	0.0518	16	0.0996
0.30	8.80	-0.1073	1.3670	2	2	23	0.0106	20	0.0474	16	0.1037
0.30	9.00	-0.1046	1.3560	2	2	23	0.0113	20	0.0526	16	0.0948

ตารางที่ ข7 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.40 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.40	3.40	-3.4840	4.8130	2	2	13	0.0117	10	0.0504	8	0.1032
0.40	3.60	-1.5650	3.4480	2	2	13	0.0114	11	0.0529	8	0.1018
0.40	3.80	-1.0280	2.8820	2	2	14	0.0103	11	0.0493	9	0.0985
0.40	4.00	- 0.7733	2.5570	2	2	14	0.0082	12	0.0506	9	0.0978
0.40	4.20	-0.6243	2.3400	2	2	15	0.0091	12	0.0487	10	0.0969
0.40	4.40	-0.5265	2.1840	2	2	15	0.0119	12	0.0490	10	0.0955
0.40	4.60	-0.4564	2.0650	2	2	16	0.0102	13	0.0498	11	0.0981
0.40	4.80	-0.4048	1.9700	2	2	16	0.0081	13	0.0458	11	0.1032
0.40	5.00	-0.3648	1.8930	2	2	17	0.0097	14	0.0517	11	0.0986
0.40	5.20	-0.3328	1.8290	2	2	17	0.0102	14	0.0468	12	0.1048
0.40	5.40	-0.3066	1.7740	2	2	17	0.0113	15	0.0540	12	0.0943
0.40	5.60	-0.2848	1.7260	2	2	18	0.0092	15	0.0501	12	0.0982

ตารางที่ ข7 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.40	5.80	-0.2663	1.6850	2	2	18	0.0105	15	0.0495	13	0.0976
0.40	6.00	-0.2504	1.6480	2	2	19	0.0118	16	0.0474	13	0.1004
0.40	6.20	-0.2366	1.6150	2	2	19	0.0085	16	0.0521	13	0.0993
0.40	6.40	-0.2245	1.5860	2	2	19	0.0107	17	0.0485	13	0.1048
0.40	6.60	-0.2138	1.5600	2	2	19	0.0096	17	0.0505	14	0.0984
0.40	6.80	-0.2043	1.5350	2	2	20	0.0112	17	0.0494	14	0.1012
0.40	7.00	-0.1957	1.5130	2	2	20	0.0083	18	0.0468	14	0.1055
0.40	7.20	-0.1880	1.4930	2	2	21	0.0102	18	0.0512	14	0.0997
0.40	7.40	-0.1810	1.4740	2	2	21	0.0092	18	0.0538	14	0.1032
0.40	7.60	-0.1746	1.4570	2	2	22	0.0115	19	0.0460	15	0.0949
0.40	7.80	-0.1687	1.4400	2	2	22	0.0100	19	0.0505	15	0.0982
0.40	8.00	-0.1633	1.4250	2	2	22	0.0103	19	0.0523	15	0.1056
0.40	8.20	-0.1583	1.4110	2	2	22	0.0084	20	0.0495	15	0.0994
0.40	8.40	-0.1537	1.3980	2	2	23	0.0105	20	0.0518	16	0.1003
0.40	8.60	-0.1494	1.3850	2	2	23	0.0087	20	0.0541	16	0.1057
0.40	8.80	-0.1454	1.3730	2	2	24	0.0116	20	0.0469	16	0.0991
0.40	9.00	-0.1417	1.3620	2	2	24	0.0102	21	0.0523	17	0.0958
0.40	9.20	-0.1382	1.3520	2	2	24	0.0095	21	0.0477	17	0.1014
0.40	9.40	-0.1349	1.3420	2	2	24	0.0086	21	0.0516	17	0.0971

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข8 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.60 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.50	3.60	-3.1570	4.0870	2	2	14	0.0086	12	0.0528	9	0.0994
0.50	3.80	-1.6870	3.1840	2	2	15	0.0091	12	0.0493	10	0.1012
0.50	4.00	-1.1690	2.7390	2	2	15	0.0108	12	0.0519	10	0.0976
0.50	4.20	-0.9031	2.4650	2	2	16	0.0115	13	0.0495	11	0.1045
0.50	4.40	-0.7407	2.2760	2	2	16	0.0112	13	0.0542	11	0.0948
0.50	4.60	-0.6311	2.1360	2	2	17	0.0084	14	0.0531	11	0.1040
0.50	4.80	-0.5520	2.0280	2	2	17	0.0105	14	0.0485	12	0.0985
0.50	5.00	-0.4922	1.9410	2	2	18	0.0112	14	0.0508	12	0.1002
0.50	5.20	-0.4453	1.8690	2	2	18	0.0088	15	0.0471	12	0.0944
0.50	5.40	-0.4076	1.8080	2	2	18	0.0094	15	0.0546	13	0.1013
0.50	5.60	-0.3765	1.7560	2	2	19	0.0106	16	0.0533	13	0.0986
0.50	5.80	-0.3504	1.7110	2	2	19	0.0119	16	0.0527	13	0.1022
0.50	6.00	-0.3278	1.6720	2	2	20	0.0085	17	0.0493	14	0.0947
0.50	6.20	-0.3088	1.6360	2	2	20	0.0090	17	0.0501	14	0.1036
0.50	6.40	-0.2921	1.6050	2	2	20	0.0108	17	0.0490	14	0.1027
0.50	6.60	-0.2775	1.5770	2	2	20	0.0082	18	0.0537	14	0.0961
0.50	6.80	-0.2646	1.5510	2	2	21	0.0089	18	0.0466	14	0.1042
0.50	7.00	-0.2530	1.5280	2	2	21	0.0113	18	0.0535	15	0.0977
0.50	7.20	-0.2426	1.5060	2	2	21	0.0092	19	0.0516	15	0.1045
0.50	7.40	-0.2331	1.4870	2	2	22	0.0101	19	0.0462	15	0.0959
0.50	7.60	-0.2246	1.4680	2	2	22	0.0119	20	0.0545	16	0.0996
0.50	7.80	-0.2167	1.4510	2	2	22	0.0107	20	0.0473	16	0.1037
0.50	8.00	-0.2095	1.4350	2	2	22	0.0081	20	0.0534	16	0.0952
0.50	8.20	-0.2029	1.4210	2	2	22	0.0109	20	0.0508	16	0.1023

ตารางที่ ข8 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.50	8.40	-0.1968	1.4070	2	2	22	0.0087	21	0.0490	16	0.0974
0.50	8.60	-0.1912	1.3940	2	2	23	0.0114	21	0.0522	17	0.0983
0.50	8.80	-0.1859	1.3810	2	2	23	0.0118	21	0.0545	17	0.1009
0.50	9.00	-0.1810	1.3700	2	2	24	0.0083	22	0.0539	17	0.0943
0.50	9.20	-0.1764	1.3590	2	2	24	0.0093	22	0.0484	18	0.0997
0.50	9.40	-0.1721	1.3480	2	2	24	0.0100	22	0.0511	18	0.1031

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข9 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงทีจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	n	α					
			0.01		0.05		0.10	
			n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.00	3.05	124	8	0.0118	6	0.0480	3	0.0956
0.00	3.10	64	8	0.0110	6	0.0461	3	0.1039
0.00	3.15	44	8	0.0096	7	0.0523	3	0.0964
0.00	3.20	34	9	0.0088	7	0.0474	4	0.0995
0.00	3.25	28	9	0.0095	7	0.0502	4	0.0986
0.00	3.30	24	9	0.0106	7	0.0465	4	0.1032
0.00	3.35	21	10	0.0117	8	0.0541	4	0.1009
0.00	3.40	19	10	0.0115	8	0.0496	4	0.1013
0.00	3.46	17	10	0.0082	8	0.0507	4	0.1046
0.00	3.50	16	10	0.0113	8	0.0494	5	0.0991
0.00	3.55	15	11	0.0091	8	0.0543	5	0.1027
0.00	3.60	14	11	0.0088	9	0.0509	5	0.0997
0.00	3.67	13	11	0.0107	9	0.0506	6	0.0991
0.00	3.75	12	12	0.0118	9	0.0473	6	0.1048
0.00	3.86	11	12	0.0103	10	0.0498	6	0.0993
0.00	4.00	10	12	0.0107	10	0.0537	6	0.1051
0.00	4.20	9	13	0.0097	10	0.0473	7	0.0945
0.00	4.50	8	13	0.0081	11	0.0508	8	0.1039
0.00	5.00	7	14	0.0082	12	0.0513	9	0.0951
0.00	6.00	6	15	0.0114	13	0.0462	10	0.1028
0.00	9.00	5	20	0.0105	18	0.0483	15	0.1046

ตารางที่ ข10 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสองจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	n	α					
			0.01		0.05		0.10	
			n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.25	3.10	125	9	0.0115	7	0.0502	5	0.1049
0.30	3.13	90	10	0.0112	8	0.0468	5	0.0962
0.35	3.18	65	11	0.0084	9	0.0515	6	0.1037
0.40	3.24	50	12	0.0105	9	0.0480	7	0.0953
0.45	3.31	39	13	0.0112	10	0.0461	7	0.1052
0.50	3.38	32	14	0.0088	11	0.0523	8	0.0995
0.55	3.46	26	15	0.0094	11	0.0543	9	0.0986
0.60	3.55	22	16	0.0086	12	0.0486	10	0.1018
0.65	3.63	19	16	0.0112	13	0.0505	11	0.0944
0.69	3.71	17	17	0.0089	14	0.0467	11	0.1023
0.76	3.86	14	19	0.0083	14	0.0509	12	0.0969
0.82	4.00	12	19	0.0109	15	0.0543	13	0.1035
0.85	4.09	11	20	0.0086	16	0.0505	13	0.0997
0.89	4.20	10	20	0.0109	17	0.0527	14	0.1026
0.94	4.33	9	21	0.0091	18	0.0544	15	0.0967
1.00	4.50	8	22	0.0098	19	0.0497	16	0.1041
1.07	4.71	7	23	0.0103	20	0.0530	17	0.0952
1.15	5.00	6	25	0.0117	22	0.0491	20	0.0986
1.26	5.40	5	30	0.0116	25	0.0522	22	0.1006
1.41	6.00	4	37	0.0085	33	0.0527	27	0.0964
1.63	7.00	3	50	0.0103	44	0.0520	40	0.1052
2.00	9.00	2	67	0.0092	61	0.0485	58	0.0986

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข11 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ γ_1 และความโด่ง γ_2 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	β	λ	α					
				0.01		0.05		0.10	
				n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.50	3.03	2.00	2.215	13	0.0108	10	0.0480	7	0.0981
0.60	3.19	2.00	2.047	15	0.0096	11	0.0493	8	0.0959
0.70	3.38	2.00	1.902	16	0.0084	12	0.0467	9	0.1036
0.80	3.61	2.00	1.774	17	0.0093	14	0.0500	11	0.1012
0.90	3.87	2.00	1.662	19	0.0115	15	0.0481	12	0.0944
1.00	4.16	2.00	1.563	20	0.0081	18	0.0463	14	0.1013
1.10	4.49	2.00	1.476	22	0.0107	20	0.0516	16	0.1033
1.20	4.85	2.00	1.398	24	0.0109	21	0.0459	18	0.0966
1.30	5.24	2.00	1.329	29	0.0082	25	0.0473	21	0.1004
1.40	5.67	2.00	1.267	33	0.0091	29	0.0508	24	0.0983
1.50	6.13	2.00	1.211	38	0.0102	33	0.0513	28	0.1006
1.60	6.64	2.00	1.160	42	0.0118	38	0.0506	34	0.0991
1.70	7.16	2.00	1.115	49	0.0099	44	0.0540	40	0.0952
1.80	7.74	2.00	1.073	55	0.0088	50	0.0526	45	0.0994
1.90	8.35	2.00	1.035	59	0.0117	54	0.0489	52	0.1016
2.00	9.00	2.00	1.000	68	0.0100	63	0.0530	56	0.0961

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข12 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสันจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.10$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.10	3.20	-0.7373	4.7870	2	2	11	0.0113	8	0.0506	3	0.0944
0.10	3.40	-0.3620	3.4350	2	2	11	0.0085	8	0.0499	4	0.1044
0.10	3.60	-0.2435	2.8720	2	2	11	0.0115	9	0.0486	5	0.1030
0.10	3.80	-0.1853	2.5480	2	2	12	0.0092	10	0.0508	6	0.0957
0.10	4.00	-0.1507	2.3330	2	2	12	0.0081	10	0.0505	6	0.0970
0.10	4.20	-0.1276	2.1780	2	2	13	0.0112	11	0.0470	7	0.0954
0.10	4.40	-0.1112	2.0600	2	2	13	0.0081	11	0.0496	7	0.0976
0.10	4.60	-0.0989	1.9660	2	2	14	0.0114	12	0.0461	8	0.1028
0.10	4.80	-0.0893	1.8890	2	2	14	0.0118	12	0.0504	8	0.0965
0.10	5.00	-0.0816	1.8250	2	2	14	0.0087	12	0.0477	9	0.1014
0.10	5.20	-0.0752	1.7700	2	2	15	0.0111	13	0.0508	9	0.1001
0.10	5.40	-0.0700	1.7230	2	2	15	0.0099	13	0.0475	10	0.0949
0.10	5.60	-0.0655	1.6820	2	2	15	0.0082	13	0.0502	10	0.1006
0.10	5.80	-0.0616	1.6450	2	2	16	0.0090	13	0.0508	11	0.1017
0.10	6.00	-0.0583	1.6130	2	2	16	0.0107	14	0.0496	11	0.1032
0.10	6.20	-0.0553	1.5830	2	2	16	0.0118	14	0.0484	11	0.0971
0.10	6.40	-0.0527	1.5570	2	2	16	0.0108	14	0.0500	12	0.1023
0.10	6.60	-0.0504	1.5330	2	2	17	0.0088	15	0.0459	12	0.1055
0.10	6.80	-0.0483	1.5110	2	2	17	0.0101	15	0.0466	12	0.0990
0.10	7.00	-0.0464	1.4910	2	2	18	0.0117	15	0.0499	12	0.0976
0.10	7.20	-0.0447	1.4720	2	2	18	0.0106	16	0.0469	13	0.0951
0.10	7.40	-0.0431	1.4550	2	2	18	0.0085	16	0.0480	13	0.1023
0.10	7.60	-0.0417	1.4380	2	2	19	0.0116	16	0.0465	13	0.0969
0.10	7.80	-0.0404	1.4230	2	2	19	0.0086	16	0.0536	14	0.0979

ตารางที่ ข12 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.10	8.00	-0.0392	1.4090	2	2	19	0.0094	17	0.0479	14	0.1025
0.10	8.20	-0.0380	1.3960	2	2	20	0.0099	17	0.0537	14	0.1007
0.10	8.40	-0.0370	1.3830	2	2	20	0.0110	17	0.0465	14	0.0976
0.10	8.60	-0.0360	1.3720	2	2	21	0.0087	17	0.0461	15	0.1022
0.10	8.80	-0.0351	1.3610	2	2	21	0.0101	18	0.0489	15	0.0998
0.10	9.00	-0.0342	1.3500	2	2	21	0.0114	18	0.0507	15	0.0952

ตารางที่ ข13 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.20$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.20	3.20	-1.9400	5.3690	2	2	11	0.0109	9	0.0466	7	0.1055
0.20	3.40	-0.8166	3.6070	2	2	11	0.0118	9	0.0508	7	0.0992
0.20	3.60	-0.5260	2.9600	2	2	12	0.0094	9	0.0516	7	0.1030
0.20	3.80	-0.3921	2.6040	2	2	12	0.0082	10	0.0521	8	0.0966
0.20	4.00	-0.3150	2.3720	2	2	13	0.0107	10	0.0489	8	0.0970
0.20	4.20	-0.2647	2.2070	2	2	13	0.0113	10	0.0514	8	0.1014
0.20	4.40	-0.2294	2.0820	2	2	14	0.0085	11	0.0482	8	0.0962
0.20	4.60	-0.2031	1.9840	2	2	14	0.0093	11	0.0537	9	0.0951
0.20	4.80	-0.1823	1.9040	2	2	15	0.0115	12	0.0502	9	0.0990
0.20	5.00	-0.1666	1.8370	2	2	15	0.0118	12	0.0475	10	0.0949
0.20	5.20	-0.1534	1.7810	2	2	16	0.0084	13	0.0461	10	0.1028
0.20	5.40	-0.1424	1.7320	2	2	16	0.0114	13	0.0466	10	0.1036

ตารางที่ ข13 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.01		0.01	
						n	n	n	n	n	n
0.20	5.60	-0.1331	1.6900	2	2	16	0.0090	13	0.0540	10	0.1006
0.20	5.80	-0.1251	1.6530	2	2	16	0.0111	14	0.0479	11	0.0990
0.20	6.00	-0.1182	1.6190	2	2	17	0.0085	14	0.0508	11	0.0951
0.20	6.20	-0.1121	1.5900	2	2	17	0.0118	15	0.0480	11	0.0985
0.20	6.40	-0.1067	1.5630	2	2	17	0.0116	15	0.0500	12	0.0951
0.20	6.60	-0.1020	1.5380	2	2	18	0.0094	15	0.0540	12	0.1036
0.20	6.80	-0.0977	1.5160	2	2	18	0.0088	16	0.0484	12	0.0976
0.20	7.00	-0.0938	1.4950	2	2	19	0.0101	16	0.0490	12	0.0987
0.20	7.20	-0.0903	1.4760	2	2	19	0.0085	16	0.0486	13	0.0944
0.20	7.40	-0.0871	1.4580	2	2	19	0.0091	17	0.0459	13	0.0991
0.20	7.60	-0.0842	1.4420	2	2	20	0.0107	17	0.0482	13	0.1015
0.20	7.80	-0.0815	1.4270	2	2	20	0.0096	17	0.0498	14	0.1044
0.20	8.00	-0.0790	1.4200	2	2	20	0.0114	17	0.0493	14	0.1016
0.20	8.20	-0.0767	1.3990	2	2	21	0.0110	18	0.0488	14	0.1025
0.20	8.40	-0.0745	1.3860	2	2	21	0.0119	18	0.0486	15	0.0984
0.20	8.60	-0.0725	1.3740	2	2	22	0.0088	18	0.0518	15	0.1036
0.20	8.80	-0.0707	1.3630	2	2	22	0.0093	19	0.0465	15	0.0984
0.20	9.00	-0.0689	1.3520	2	2	22	0.0101	19	0.0537	15	0.1014

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข14 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.30$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.20 - 9.00$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.30	3.20	-6.3890	7.2040	2	2	12	0.0113	10	0.0463	8	0.0955
0.30	3.40	-1.5690	3.9790	2	2	12	0.0082	10	0.0532	8	0.0971
0.30	3.60	-0.9115	3.1320	2	2	13	0.0099	10	0.0474	8	0.0988
0.30	3.80	-0.6515	2.7070	2	2	13	0.0087	11	0.0522	8	0.0992
0.30	4.00	-0.5113	2.4420	2	2	13	0.0105	11	0.0461	9	0.0943
0.30	4.20	-0.4234	2.2580	2	2	14	0.0094	11	0.0471	9	0.1022
0.30	4.40	-0.3632	2.1220	2	2	14	0.0117	11	0.0508	10	0.0984
0.30	4.60	-0.3192	2.0160	2	2	15	0.0089	12	0.0518	10	0.1006
0.30	4.80	-0.2857	1.9300	2	2	15	0.0087	12	0.0536	10	0.0952
0.30	5.00	-0.2592	1.8600	2	2	16	0.0101	13	0.0500	11	0.0949
0.30	5.20	-0.2378	1.8000	2	2	16	0.0091	13	0.0518	11	0.0988
0.30	5.40	-0.2201	1.7490	2	2	16	0.0098	14	0.0511	11	0.1016
0.30	5.60	-0.2052	1.7050	2	2	17	0.0103	14	0.0465	12	0.0962
0.30	5.80	-0.1925	1.6660	2	2	17	0.0090	14	0.0536	12	0.1022
0.30	6.00	-0.1815	1.6310	2	2	18	0.0108	15	0.0507	12	0.1054
0.30	6.20	-0.1719	1.6000	2	2	18	0.0119	15	0.0518	12	0.0950
0.30	6.40	-0.1635	1.5720	2	2	18	0.0104	16	0.0524	13	0.1044
0.30	6.60	-0.1560	1.5470	2	2	19	0.0090	16	0.0468	13	0.1030
0.30	6.80	-0.1492	1.5240	2	2	19	0.0117	16	0.0493	13	0.1006
0.30	7.00	-0.1432	1.5020	2	2	20	0.0098	16	0.0465	14	0.1032
0.30	7.20	-0.1377	1.4830	2	2	20	0.0115	17	0.0493	14	0.0966
0.30	7.40	-0.1327	1.4650	2	2	20	0.0082	17	0.0537	14	0.0983
0.30	7.60	-0.1282	1.4480	2	2	21	0.0109	18	0.0518	14	0.1005
0.30	7.80	-0.1240	1.4320	2	2	21	0.0118	18	0.0474	15	0.0950

ตารางที่ ข14 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.30	8.00	-0.1201	1.4180	2	2	21	0.0088	18	0.0540	15	0.1054
0.30	8.20	-0.1165	1.4040	2	2	22	0.0116	19	0.0537	15	0.0976
0.30	8.40	-0.1132	1.3910	2	2	22	0.0087	19	0.0475	15	0.1002
0.30	8.60	-0.1101	1.3790	2	2	22	0.0108	19	0.0529	16	0.1013
0.30	8.80	-0.1073	1.3670	2	2	23	0.0104	20	0.0497	16	0.0963
0.30	9.00	-0.1046	1.3560	2	2	23	0.0112	20	0.0474	16	0.0978

ตารางที่ ข15 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.40$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.40 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.40	3.40	-3.4840	4.8130	2	2	13	0.0112	10	0.0511	8	0.1004
0.40	3.60	-1.5650	3.4480	2	2	13	0.0096	11	0.0535	8	0.0970
0.40	3.80	-1.0280	2.8820	2	2	14	0.0082	11	0.0498	9	0.0952
0.40	4.00	- 0.7733	2.5570	2	2	14	0.0108	12	0.0536	9	0.0984
0.40	4.20	-0.6243	2.3400	2	2	15	0.0115	12	0.0488	10	0.0967
0.40	4.40	-0.5265	2.1840	2	2	15	0.0092	12	0.0495	10	0.1030
0.40	4.60	-0.4564	2.0650	2	2	16	0.0089	13	0.0494	11	0.0956
0.40	4.80	-0.4048	1.9700	2	2	16	0.0082	13	0.0508	11	0.0971
0.40	5.00	-0.3648	1.8930	2	2	17	0.0087	14	0.0527	11	0.0991
0.40	5.20	-0.3328	1.8290	2	2	17	0.0119	14	0.0516	12	0.1013
0.40	5.40	-0.3066	1.7740	2	2	17	0.0105	15	0.0506	12	0.0988
0.40	5.60	-0.2848	1.7260	2	2	18	0.0099	15	0.0535	12	0.0948

ตารางที่ ข15 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.40	5.80	-0.2663	1.6850	2	2	18	0.0110	15	0.0466	13	0.0950
0.40	6.00	-0.2504	1.6480	2	2	19	0.0091	16	0.0503	13	0.0992
0.40	6.20	-0.2366	1.6150	2	2	19	0.0085	16	0.0540	13	0.1044
0.40	6.40	-0.2245	1.5860	2	2	19	0.0106	17	0.0511	13	0.1016
0.40	6.60	-0.2138	1.5600	2	2	19	0.0100	17	0.0501	14	0.1032
0.40	6.80	-0.2043	1.5350	2	2	20	0.0102	17	0.0474	14	0.0995
0.40	7.00	-0.1957	1.5130	2	2	20	0.0101	18	0.0480	14	0.1016
0.40	7.20	-0.1880	1.4930	2	2	21	0.0087	18	0.0507	14	0.0998
0.40	7.40	-0.1810	1.4740	2	2	21	0.0106	18	0.0480	14	0.1009
0.40	7.60	-0.1746	1.4570	2	2	22	0.0101	19	0.0471	15	0.1016
0.40	7.80	-0.1687	1.4400	2	2	22	0.0088	19	0.0532	15	0.1024
0.40	8.00	-0.1633	1.4250	2	2	22	0.0102	19	0.0499	15	0.0976
0.40	8.20	-0.1583	1.4110	2	2	22	0.0094	20	0.0527	15	0.1048
0.40	8.40	-0.1537	1.3980	2	2	23	0.0083	20	0.0492	16	0.1015
0.40	8.60	-0.1494	1.3850	2	2	23	0.0116	20	0.0475	16	0.0992
0.40	8.80	-0.1454	1.3730	2	2	24	0.0103	20	0.0507	16	0.1014
0.40	9.00	-0.1417	1.3620	2	2	24	0.0088	21	0.0522	17	0.0991
0.40	9.20	-0.1382	1.3520	2	2	24	0.0106	21	0.0462	17	0.0972
0.40	9.40	-0.1349	1.3420	2	2	24	0.0084	21	0.0460	17	0.1013

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข16 ตารางแสดงค่าระดับนัยสำคัญ $\hat{\alpha}$ จากการทดลองและขนาดตัวอย่าง n ที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงจอห์นสัน จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ $\gamma_1 = 0.50$ และความโด่ง $\gamma_2 = 3.60 - 9.40$ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 0.05, 0.10$

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$	n	$\hat{\alpha}$
0.50	3.60	-3.1570	4.0870	2	2	14	0.0103	12	0.0511	9	0.1022
0.50	3.80	-1.6870	3.1840	2	2	15	0.0087	12	0.0492	10	0.0946
0.50	4.00	-1.1690	2.7390	2	2	15	0.0100	12	0.0478	10	0.1009
0.50	4.20	-0.9031	2.4650	2	2	16	0.0114	13	0.0529	11	0.0964
0.50	4.40	-0.7407	2.2760	2	2	16	0.0082	13	0.0471	11	0.0945
0.50	4.60	-0.6311	2.1360	2	2	17	0.0106	14	0.0540	11	0.0991
0.50	4.80	-0.5520	2.0280	2	2	17	0.0083	14	0.0502	12	0.1026
0.50	5.00	-0.4922	1.9410	2	2	18	0.0103	14	0.0466	12	0.0976
0.50	5.20	-0.4453	1.8690	2	2	18	0.0088	15	0.0540	12	0.0980
0.50	5.40	-0.4076	1.8080	2	2	18	0.0102	15	0.0494	13	0.1033
0.50	5.60	-0.3765	1.7560	2	2	19	0.0106	16	0.0527	13	0.0972
0.50	5.80	-0.3504	1.7110	2	2	19	0.0090	16	0.0466	13	0.1003
0.50	6.00	-0.3278	1.6720	2	2	20	0.0098	17	0.0497	14	0.0964
0.50	6.20	-0.3088	1.6360	2	2	20	0.0110	17	0.0527	14	0.0954
0.50	6.40	-0.2921	1.6050	2	2	20	0.0094	17	0.0538	14	0.1016
0.50	6.60	-0.2775	1.5770	2	2	20	0.0114	18	0.0509	14	0.1004
0.50	6.80	-0.2646	1.5510	2	2	21	0.0086	18	0.0524	14	0.1033
0.50	7.00	-0.2530	1.5280	2	2	21	0.0102	18	0.0466	15	0.0976
0.50	7.20	-0.2426	1.5060	2	2	21	0.0084	19	0.0458	15	0.1015
0.50	7.40	-0.2331	1.4870	2	2	22	0.0106	19	0.0518	15	0.1011
0.50	7.60	-0.2246	1.4680	2	2	22	0.0081	20	0.0464	16	0.0962
0.50	7.80	-0.2167	1.4510	2	2	22	0.0108	20	0.0469	16	0.1016
0.50	8.00	-0.2095	1.4350	2	2	22	0.0085	20	0.0488	16	0.0976
0.50	8.20	-0.2029	1.4210	2	2	22	0.0119	20	0.0540	16	0.0944

ตารางที่ ข16 (ต่อ)

γ_1	γ_2	α_1	α_2	γ	β	α					
						0.01		0.05		0.10	
						n	$\hat{\alpha}$	n	n	$\hat{\alpha}$	n
0.50	8.40	-0.1968	1.4070	2	2	22	0.0091	21	0.0498	16	0.1028
0.50	8.60	-0.1912	1.3940	2	2	23	0.0115	21	0.0521	17	0.1055
0.50	8.80	-0.1859	1.3810	2	2	23	0.0108	21	0.0504	17	0.1056
0.50	9.00	-0.1810	1.3700	2	2	24	0.0099	22	0.0459	17	0.1007
0.50	9.20	-0.1764	1.3590	2	2	24	0.0081	22	0.0468	18	0.0963
0.50	9.40	-0.1721	1.3480	2	2	24	0.0111	22	0.0524	18	0.0995

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงโปรแกรมหลักและโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเลขสุ่มให้มีการแจกแจงต่างๆ ตามที่ได้กล่าวไว้ ในการหาขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคกำลังสอง X^2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ

โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

```
!       ********************** MAIN PROGRAM *********************************

        PROGRAM MAIN
        COMMON/SEED/IX
        REAL MEAN,SD,VARIANCE,AVR,VARX,SDX,SKEWNESS,KURTOSIS
        REAL X_JOHNSON,MU3,MU4,LB01,UB01
        REAL ALPHA1,ALPHA2,GAMMA,BETA
        INTEGER IX,N
        REAL X(500),XX(500)
         DIMENSION CHI_005(200),CHI_01(200),CHI_025(200),CHI_05(200),CHI_10(200)
         DIMENSION CHI_995(200),CHI_975(200),CHI_950(200),CHI_900(200),CHI_990(200)
        OPEN(1,FILE='D:\program_ju\johnson\j01_22.xls')

!       *****************SET INITIAL VALUE******************

        WRITE(*,*)'PARAMETER FOR JOHNSON DISTRIBUTION IS ALPHA1='
        READ(*,*)ALPHA1
        WRITE(*,*)'PARAMETER FOR JOHNSON DISTRIBUTION IS ALPHA2='
        READ(*,*)ALPHA2
!       WRITE(*,*)'DEGREE OF FREEDOM FOR T DISTRIBUTION='
!       READ(*,*)DF
        ND=DF/2.0
        DIFF=DF-(ND*2.0)
        IF(DIFF.EQ.0.0)THEN
                KK=DF/2.0
        ELSE
                KK=(DF-1)/2.0
        ENDIF
```

```
      GAMMA=2.0
      BETA=2.0
      IX=25739
      TYPEONE=0.01
      N=3
      ROUND=10000
100   COUNT=0
      IF(N.EQ.200)THEN
      GOTO 99
      END IF
      MEAN=GAMMA+(BETA*(-(EXP((0.5)*(ALPHA2**(-2))))*(SINH(ALPHA1/ALPHA2))))
      VARIANCE=(BETA**2)*(0.5*((EXP(ALPHA2**(-2)))-1)*((((EXP(ALPHA2**(-
2))))*(COSH((2*ALPHA1)/ALPHA2)))+1))
!     SD=SQRT(VARIANCE)
!     SK=-((0.5*(EXP(ALPHA2**(-2)))*((EXP(ALPHA2**(-2)))-1))**(0.5))*(((EXP(ALPHA2**(-2)))*
!           (((EXP(ALPHA2**(-2)))*((EXP(ALPHA2**(-
2)))+2)*SINH((3*ALPHA1)/ALPHA2))+(3*(SINH(ALPHA1/ALPHA2))))
!           /(1*(((EXP(ALPHA2**(-2))*COSH((2*ALPHA1)/ALPHA2))+1)**(3/2))
!     WRITE(1,*)'MEAN',MEAN
!     WRITE(1,*)'VARIANCE',VARIANCE
!     WRITE(1,*)'SD',SD

!     ********************GENERATE X**********************
      DO 33 R=1,ROUND
11    DO 88 I=1,N
      IX=IX+2
            CALL JOHNSON(IX,ALPHA1,ALPHA2,GAMMA,BETA,X_JOHNSON)
            X(I)=X_JOHNSON
!           WRITE(1,*)X(I)
88    CONTINUE
      SUM=0.0
      SUM2=0.0
      SUM3=0.0
      SUM4=0.0
```

```
!       ********************COMPUTE MEAN OF SAMPLE****************
        DO 15 I=1,N
15              SUM=SUM+X(I)
                AVR=SUM/N
!               WRITE(1,*)'AVR',AVR

!       ********************COMPUTE VARIANCE OF SAMPLE****************
        DO 16 I=1,N
                QQ=(X(I)-AVR)**2
16              SUM2=SUM2+QQ
!               WRITE(1,*)'SUM2',SUM2
                VARX=SUM2/(N-1)
                MU2=SUM2/N
!               WRITE(1,*)'VARX',VARX
                SDX=SQRT(VARX)

!       ********************COMPUTE SK AND KU OF SAMPLE*************
        DO 17 I=1,N
                RR=(X(I)-AVR)**3
17              SUM3=SUM3+RR
                MU3=SUM3/N
        DO 18 I=1,N
                SS=(X(I)-AVR)**4
18              SUM4=SUM4+SS
                MU4=SUM4/N
        SKEWNESS=(SUM3/N)/((SUM2/N)**(1.5))
        KURTOSIS=(SUM4/N)/((SUM2/N)**(2))
!       WRITE(1,*)SKEWNESS
!       WRITE(1,*)KURTOSIS
!       IF((SKEWNESS.GT.0.7).OR.(SKEWNESS.LT.0.3))THEN
!       GOTO 11
!       END IF
!22     CONTINUE
!       IF((KURTOSIS.GT.4.0).OR.(KURTOSIS.LT.3.6))THEN
!       GOTO 11
!       END   IF
```

```
!33     CONTINUE
!       END
        IF((SKEWNESS.GT.0.3).OR.(SKEWNESS.LE.0.2))THEN
        GOTO 11
!       ELSE
!       GOTO 45
        END IF
!22     CONTINUE
!       IF((KURTOSIS.GT.3.4).OR.(KURTOSIS.LT.3.2))THEN
!       GOTO 11
!       END   IF
!45     CONTINUE
!       WRITE(1,*)SKEWNESS
!       WRITE(1,*)KURTOSIS
!       WRITE(*,*)SKEWNESS
!       WRITE(*,*)KURTOSIS

!       **********************COMPUTE CHI-SQUARE STATISTIC*************
                CHI_STAT=(VARX*(N-1))/VARIANCE
!               WRITE(*,*)'CHI_STAT',CHI_STAT
                WRITE(1,*)'CHI_STAT',CHI_STAT
        IF((CHI_STAT.GT.CHI_005(N-1)).OR.(CHI_STAT.LT.CHI_995(N-1)))COUNT=COUNT+1
!       IF(CHI_STAT.GT.CHI_01(N-1))COUNT=COUNT+1
!       IF(CHI_STAT.LT.CHI_990(N-1))COUNT=COUNT+1
!       WRITE(*,*)'COUNT',COUNT
!       WRITE(1,*)'COUNT',COUNT
33      CONTINUE
66      SUMCOUNT=(COUNT*1.0)/ROUND
!       WRITE(1,*)'SUMCOUNT',SUMCOUNT
        UU01=(TYPEONE*(1.0-TYPEONE))/ROUND
!       WRITE(1,*)'UU01',UU01
        LB01=TYPEONE-(1.960*(SQRT(UU01)))
!       WRITE(1,*)'LB01',LB01
        UB01=TYPEONE+(1.960*(SQRT(UU01)))
!       WRITE(1,*)'UB01',UB01
!               WRITE(1,*)'ROUND',ROUND
```

```
                IF((SUMCOUNT.GE.LB01).AND.(SUMCOUNT.LE.UB01))THEN
                NDOIT=1
                WRITE(1,*)NDOIT,N,SUMCOUNT,COUNT
                WRITE(*,*)NDOIT,N,SUMCOUNT,COUNT
                ELSE
                NDOIT=0
                WRITE(1,*)NDOIT,N,SUMCOUNT,COUNT
                WRITE(*,*)NDOIT,N,SUMCOUNT,COUNT
                ENDIF
                IF(NDOIT.EQ.0) THEN
                N=N+1
        GOTO 100
        ELSE
        GOTO 99
        END IF
99      STOP
        END
!88     CONTINUE
!               XX=X
!               CALL ANDERSONs(XX,N,ASQRN)
!               WRITE(1,*)ASQRN
!               IF (ASQRN.GT.0.787) AN=AN+1
!               WRITE(1,*)AN
!       SUM=0.0
!       SUM2=0.0
!       SUM3=0.0
!       SUM4=0.0

 !      **********COMPUTE MEAN OF SAMPLE**********
!       DO 15 I=1,N
!15             SUM=SUM+X(I)
!               WRITE(1,*)'SUM',SUM
!               AVR=SUM/N
!               WRITE(1,*)'AVR',AVR
```

```
!       ********************COMPUTE VARIANCE OF SAMPLE****************
!       DO 16 I=1,N
!               QQ=(X(I)-AVR)**2
!16             SUM2=SUM2+QQ
!               WRITE(1,*)'SUM2',SUM2
!               VARX=SUM2/(N-1)
!               MU2=SUM2/N
!               WRITE(1,*)'VARX',VARX
!               SDX=SQRT(VARX)

!       **********************COMPUTE SK AND KU OF SAMPLE*************
!       DO 17 I=1,N
!       RR=(X(I)-AVR)**3
!17     SUM3=SUM3+RR
!       MU3=SUM3/N
!       DO 18 I=1,N
!       SS=(X(I)-AVR)**4
!18     SUM4=SUM4+SS
!       MU4=SUM4/N
!       SKEWNESS=(SUM3/N)/((SUM2/N)**(1.5))
!       KURTOSIS=(SUM4/N)/((SUM2/N)**(2))

!       **********************COMPUTE CHI-SQUARE STATISTIC*************

!               CHI_STAT=(VARX*(N-1))/VARIANCE
!               WRITE(1,*)'CHI_STAT',CHI_STAT
!       IF((CHI_STAT.GT.CHI_005(N-1)).OR.(CHI_STAT.LT.CHI_995(N-1)))COUNT=COUNT+1
!       WRITE(1,*)'COUNT',COUNT
!77     CONTINUE
!66     SUMCOUNT=(COUNT*1.0)/ROUND
!       WRITE(1,*)'SUMCOUNT',SUMCOUNT
!       UU01=(TYPEONE*(1.0-TYPEONE))/ROUND
!       WRITE(1,*)'UU01',UU01
!       LB01=TYPEONE-(1.960*(SQRT(UU01)))
!       WRITE(1,*)'LB01',LB01
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
!       UB01=TYPEONE+(1.960*(SQRT(UU01)))
!       WRITE(1,*)'UB01',UB01
!               WRITE(1,*)'ROUND',ROUND
!               IF((SUMCOUNT.GE.LB01).AND.(SUMCOUNT.LE.UB01))THEN
!               NDOIT=1
!               WRITE(1,*)NDOIT,N,TYPEONE,SUMCOUNT,COUNT
!               WRITE(*,*)NDOIT,N,TYPEONE,SUMCOUNT,COUNT
!               ELSE
!               NDOIT=0
!               WRITE(1,*)NDOIT,N,TYPEONE,SUMCOUNT,COUNT
!               WRITE(*,*)NDOIT,N,TYPEONE,SUMCOUNT,COUNT
!               ENDIF
!               IF(NDOIT.EQ.0) THEN
!               N=N+1
!       GOTO 100
!       ELSE
!       GOTO 99
!       END IF
!99     STOP
!       END     IF
!       END  IF
!33     CONTINUE
!       END
!       **********RANDOM NUMBER*************************
       SUBROUTINE URAND(IX,RANDOM)
       INTEGER IX
       REAL RANDOM
       IX=16807*IX
       IF(IX.LT.0.0)IX=(IX+2147483647)+1
       RANDOM=IX/2147483647.0
       RETURN
       END
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
!       **********STANDARD NORMAL DISTRIBUTION**********
        SUBROUTINE ZNORMAL(IX,Z_NORMAL)
        INTEGER IX
        REAL Z_NORMAL
181             CALL UURAND(IX,RANDOM)
                        R1=RANDOM
                CALL UURAND(IX,RANDOM)
                        R2=RANDOM
                VV1=(2*R1)-1
                VV2=(2*R2)-1
                S=(VV1*VV1)+(VV2*VV2)
                IF(S.GT.1.0)GOTO 181
                Z_NORMAL=VV1*SQRT(-2*ALOG(S)/S)
        RETURN
        END
!       **********EXPONENTIAL DISTRIBUTION**********
        SUBROUTINE EXPO(IX,LAMBDA,X_EXPO)
        INTEGER IX
        REAL X_EXPO,LAMBDA
                CALL URAND(IX,RANDOM)
                        R=RANDOM
                        X_EXPO=-(1/LAMBDA)*ALOG(R)
        RETURN
        END
!       **********WEIBULL DISTRIBUTION**********
        SUBROUTINE WEIBULL(IX,LAMBDA,BETA,X_WEIBULL)
        INTEGER IX
        REAL X_WEIBULL,BETA,LAMBDA
                CALL EXPO(IX,LAMBDA,X_EXPO)
                        E=X_EXPO
                        X_WEIBULL=E**(1/BETA)
        RETURN
        END
```

```
!       ********** CHI-SQUARE DISTRIBUTION ******************
        SUBROUTINE CHI(IX,KK,DIFF,X_CHI)
        INTEGER IX
        REAL X_CHI
        P=1.0
        DO 5 K=1,KK
                CALL UURAND(IX,RANDOM)
                R=RANDOM
                P=R*P
5       CONTINUE
        P=-2.0*ALOG(P)
        IF(DIFF.GT.0.0)THEN
                CALL ZNORMAL(IX,Z_NORMAL)
                        Z=Z_NORMAL
                        X_CHI=(Z*Z)+P
        ELSE
                        X_CHI=P
        ENDIF
        RETURN
        END
!       **********T-DISTRIBUTION******************
        SUBROUTINE T(IX,DF,KK,DIFF,X_T)
        INTEGER IX
        REAL DF,X_T
                CALL ZNORMAL(IX,Z_NORMAL)
                Z=Z_NORMAL
                CALL CHI(IX,KK,DIFF,X_CHI)
                        C=X_CHI
                        X_T=Z/SQRT(C/DF)
        RETURN
        END
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
!       **********JOHNSON DISTRIBUTION******************

        SUBROUTINE JOHNSON(IX,ALPHA1,ALPHA2,GAMMA,BETA,X_JOHNSON)
        INTEGER IX
        REAL ALPHA1,ALPHA2,GAMMA,BETA
        REAL X_JOHNSON,Z_NORMAL
                CALL ZNORMAL(IX,Z_NORMAL)
                        Z=Z_NORMAL
                        Y=EXP((Z-ALPHA1)/ALPHA2)
                  X_JOHNSON=GAMMA+((BETA/2.0)*(Y-(1.0/Y)))
        RETURN
        END
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจุฬาภรณ์ พูลเอี่ยม เกิดวันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดลพบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต (สต.ม.) สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย