การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบนอนพาราเมตริกซ์สำหรับความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาด

นางสาวฤทัยรัตน์ ศรีธมรัตน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF NONPARAMETRIC TEST STATISTICS FOR EQUALITY OF SCALE PARAMETERS

Miss Ruthairat Sritommarat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
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 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบนอนพาราเมตริกซ์สำหรับความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาด
โดย	นางสาวฤทัยรัตน์ ศรีธมรัตน์
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ ตันละมัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.อรุณี กำลัง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฤทัยรัตน์ ศรีธมรัตน์ : การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบนอนพาราเมตริกซ์สำหรับความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาด (A COMPARISON OF NONPARAMETRIC TEST STATISTICS FOR EQUALITY OF SCALE PARAMETERS) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ร.อ. มานพ วราภักดิ์, 160 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดของ 2 และ 3 ประชากร ได้แก่ ตัวสถิติครัสคัลวัลลิส ตัวสถิติทดสอบมูด และตัวสถิติทดสอบซีเกลทูกี โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังของการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเดียวกัน ได้แก่ การแจกแจงปกติ แกมมา ไวบูลล์ และเลขชี้กำลัง ที่ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 15 20 30 40 50 70 และ 100 กำหนดอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดเท่ากับ 1.5 2.0 2.5 3 และ 4 เท่า ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล และการทดลองซ้ำ 1,000 รอบ ในแต่ละสถานการณ์ ผลสรุปของการวิจัยมีดังนี้

1. การศึกษาความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1

ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สำหรับทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

2. การเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบ

2.1 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันมีค่าอยู่ในช่วง [0.1 , 0.5) พบว่าสถิติทดสอบมูดมีกำลังการทดสอบสูงสุด

2.2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันมีค่าอยู่ในช่วง [0.5 , 2.0] พบว่าสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิสมีกำลังการทดสอบสูงสุด

2.3 เมื่อจำนวนเท่าของอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญเพิ่มมากขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติจะเพิ่มมากขึ้น หรือกล่าวได้ว่ากำลังของการทดสอบแปรผันตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต ฤทัยรัตน์ ศรีธมรัตน์

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2550

4782352126 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : EQUALITY OF SCALE PARAMETERS / TYPE I ERROR/ POWER OF THE TEST

RUTHAIRAT SRITOMMARAT : A COMPARISON OF NONPARAMETRIC TEST STATISTICS FOR EQUALITY OF SCALE PARAMETERS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI, M.S., 160 pp.

The objective of this research is to compare power of the test for equality of three test statistics for testing which are Kruskal Wallis test statistic, Mood test statistic and Siegel-Tukey test statistic. Considering their ability to control probability of type I error and power of the test, when groups of population which are distributed in normal distribution, gamma distribution, weibul distribution and exponential distribution have coefficients of variation are 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0, sample sizes are 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70 and 100, and ratio scale parameters between population are 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 4.0 at the levels of significance are 0.01, 0.05 and 0.10. For this research, repeating 1,000 times for each case uses the Monte Carlo technique. The results of this research can be summarized as follows:

1. Probability of type I error.

   All of the statistics can control the probability of type I error for all of the distribution.

2. Power of the test.

   2.1 When coefficient of variation lies within [0.1, 0.5) , Moos test statistic yields highest power of the test.

   2.2 When coefficients of variation lies within [0.5, 2.0] , Kruskal Walis test statistic yields highest power of the test.

   2.3 When the number of times of ratio scale parameters, sample size and level of significance increase, the power of the test also increase. In other words, The power of the test is varies according to the ratio parameter scale, sample size and level of significance.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Statistics Student's signature รุ่ทัยรัตน์ ศรีธรรมมัต

Field of study Statistics Advisor's signature

Academic year 2007

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณา และความเอาใจใส่จากรองศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อรุณี กำลัง ในฐานะประธานสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา ในฐานะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอกราบพระคุณครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบุคคลในครอบครัวที่ช่วยส่งเสริม สนับสนุน และเป็นกำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

บทที่ 1 **บทนำ**..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 สมมติฐานของการวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.5 เกณฑ์การประเมินตัวสถิติทดสอบ..... 4

1.6 คำกำจัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 4

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1 สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... 6

2.1.1 สถิติทดสอบซีเกลทูกี..... 6

2.1.2 สถิติทดสอบมูด..... 7

2.1.3 สถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส..... 8

2.2 ตัวอย่างการคำนวณตัวสถิติทดสอบ..... 10

2.3 การแจกแจงที่ใช้ในการวิจัย..... 17

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 21

3.1 แผนการดำเนินการวิจัย..... 21

3.2 ขั้นตอนการวิจัย..... 23

3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม..... 29

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 34

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1.

4.1.1 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงปกติ..... 34

4.1.2 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงแกมมา..... 41

4.1.3 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงไวบูลล์..... 48

4.1.4 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงเลขชี้กำลัง..... 55

4.2 การเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบ……

4.2.1 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงปกติ..... 58

4.2.2 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงแกมมา..... 66

4.2.3 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงไวบูลล์..... 91

4.2.4 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงเลขชี้กำลัง..... 122

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 129

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 129

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 130

รายการอ้างอิง..... 132

ภาคผนวก…….. 131

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์…… 160

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อมูลตัวอย่างสุ่ม 3 ชุดที่เป็นอิสระกัน.....	10
2.2	ข้อมูลตัวอย่างและการให้ลำดับที่ของข้อมูลของสถิติทดสอบซีเกลทูกี.....	10
2.3	ข้อมูลตัวอย่างและการให้ลำดับที่ของข้อมูลของสถิติทดสอบมูด.....	13
2.4	ข้อมูลตัวอย่างและการให้ลำดับที่ของข้อมูลของสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส.....	15
3.1	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดของประชากร.....	21
3.2	ค่าพารามิเตอร์ตำแหน่ง พารามิเตอร์ขนาด จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่มีการแจกแจงปกติ.....	22
3.3	ค่าพารามิเตอร์รูปทรง พารามิเตอร์ขนาด จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา.....	22
3.4	ค่าพารามิเตอร์รูปทรง พารามิเตอร์ขนาด จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่มีการแจกแจงไวบูลล์.....	23
4.1	ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ.....	32
4.2	ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่มที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01.....	35
4.3	ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่มที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05.....	36
4.4	ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่มที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10.....	37
4.5	ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่มที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01.....	38
4.6	ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่มที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05.....	39

ตารางที่ **หน้า**

4.7 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 40

4.8 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 42

4.9 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 43

4.10 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 44

4.11 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 45

4.12 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 46

4.13 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 47

4.14 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลย์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 49

4.15 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลย์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 50

ตารางที่ **หน้า**

4.16 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลย์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 51

4.17 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลย์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 52

4.18 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลย์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 53

4.19 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลย์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 54

4.20 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่สัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.1 จำแนกตามระดับนัยสำคัญ และขนาดตัวอย่าง 56

4.21 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่สัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.1 จำแนกตามระดับนัยสำคัญ และขนาดตัวอย่าง 57

4.22 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 60

4.23 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 61

4.24 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 62

4.25 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 63

4.26 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 64

ตารางที่ **หน้า**

4.27 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ 65
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

4.28 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา 67
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4.29 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา 71
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.30 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา 75
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

4.31 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา 79
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4.32 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา 83
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.33 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา 87
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

4.34 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ 92
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4.35 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ 97
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.36 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ 102
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

4.37 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ 107
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4.38 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ 112
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.39 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ 117
จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

ตารางที่ **หน้า**

4.40 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 123

4.41 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 124

4.42 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 125

4.43 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 126

4.44 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 127

4.45 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 128

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานวิจัยส่วนใหญ่ มักจะใช้การทดสอบสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปของงานวิจัยนั้นๆ ซึ่งการทดสอบสมมติฐานนี้จะน่าเชื่อถือได้ก็ต่อเมื่อ ตัวสถิติทดสอบที่นำมาใช้มีความเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่ต้องการจะวิเคราะห์ และข้อมูลนั้นมีลักษณะเป็นไปตามข้อสมมติฐานเบื้องต้นด้วย ซึ่งทางสถิตินั้นจะสามารถแบ่งตัวสถิติทดสอบออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ตัวสถิติพาราเมตริกซ์ (parametric statistics) และตัวสถิตินอนพาราเมตริกซ์ (nonparametric statistics)

ตัวสถิติพาราเมตริกซ์จะเป็นตัวสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน เมื่อมีข้อสมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงของข้อมูล ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่สำคัญที่จะทำให้ทดสอบสมมติฐานด้วยตัวสถิติพาราเมตริกซ์มีความน่าเชื่อถือ แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะพบว่าการแจกแจงข้อมูลมักไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งการทดสอบสมมติฐานในกรณีนี้จะใช้ตัวสถิตินอนพาราเมตริกซ์

ดังนั้นตัวสถิตินอนพารามิเตอร์จึงเป็นจุดเริ่มต้นของงานวิจัยครั้งนี้ และเมื่อศึกษาการทดสอบสมมติฐานในกรณีที่ประชากรมี 2 กลุ่ม พบว่า การทดสอบสมมติฐานนี้ได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ตำแหน่ง (location parameter) และ พารามิเตอร์ขนาด (scale parameter) โดยพบว่าส่วนใหญ่แล้วการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ตำแหน่งจะได้รับความนิยมมากกว่าการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ขนาดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ประชากรมีมากกว่า 2 กลุ่ม จะพบว่าตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ขนาดมีน้อยมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ขนาด โดยพบว่า

ปี ค.ศ. 1965 Puri M.L. ได้พัฒนาสถิติทดสอบที่ใช้สำหรับสถิตินอนพาราเมตริกซ์ในการทดสอบสมมติฐานพารามิเตอร์ขนาดในกรณีที่ประชากร 2 กลุ่ม เป็นตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานพารามิเตอร์ขนาดในกรณีที่มีประชากร c กลุ่ม สถิติทดสอบที่ถูกพัฒนานี้จะอยู่ในรูปแบบที่เรียกว่าสถิติพูริ (puri statistics)

ปี ค.ศ. 1975 W.S. Tsai และคณะ ได้นำสถิตินอนพาราเมตริกซ์ ซึ่งก็คือตัวสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส (Kruskal-Wallis test) ซึ่งเปลี่ยนจากการทดสอบสมมติฐานพารามิเตอร์

ตำแหน่งในกรณีที่ประชากรมากกว่า 2 กลุ่มให้เป็นการทดสอบสมมติฐานพารามิเตอร์ขนาด โดยประยุกต์ใช้สถิติพูริ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับสถิติทดสอบบอกซ์ (Box's test) และสถิติทดสอบแจคไนฟ (Jackknife test) และสถิติทดสอบมูด (Mood test) ผลที่ได้ก็คือสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิสมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบ (power of test) และความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I error.) ของตัวสถิตินอนพาราเมตริกซ์ในการทดสอบสมมติฐานพารามิเตอร์ขนาด ในกรณีที่ประชากร c กลุ่ม โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1. พัฒนามาจากตัวสถิตินอนพาราเมตริกซ์จาก 2 กลุ่ม เป็น c กลุ่ม ได้แก่สถิติทดสอบมูด (Mood test) สถิติทดสอบซีเกลทูกี (Siegel-Tukey test)

2. พัฒนามาจากตัวสถิตินอนพาราเมตริกซ์ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานพารามิเตอร์ตำแหน่งในกรณี c กลุ่ม เป็นการทดสอบสมมติฐานพารามิเตอร์ขนาดในกรณี c กลุ่ม ได้แก่สถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดภายใต้การแจกแจงแบบต่อเนื่อง โดยพิจารณาตัวสถิติทดสอบดังนี้

1.2.1.1 สถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส

1.2.1.2 สถิติทดสอบมูด

1.2.1.3 สถิติทดสอบซีเกลทูกี

1.2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกำลังของการทดสอบ ได้แก่ สัมประสิทธิ์การแปรผัน ขนาดตัวอย่าง และขนาดความแตกต่างกันของพารามิเตอร์ขนาด

1.2.3 เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับความเหมาะสมของการทดสอบดังกล่าว ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีสมมติฐานของการวิจัยดังนี้

สถิติทดสอบครัสคัลวัลลิสจะให้กำลังของการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติอื่นๆ ที่ทำการศึกษา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มประชากรที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีจำนวน 2 กลุ่ม และ 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะมีการจำลองรูปแบบการแจกแจงแบบเดียวกัน ได้แก่การแจกแจงปกติ (Normal distribution) การแจกแจงแกมมา (Gamma distribution) การแจกแจงเลขชี้กำลัง (Exponential distribution) และการแจกแจงไวบูลล์ (Weibull distribution)

2. ผู้วิจัยศึกษาโดยกำหนดอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดเท่ากับ 1.5 2 2.5 3 และ 4 เท่า ตามลำดับ (รายละเอียดดังตารางที่ 3.1 บทที่ 3)

3. สำหรับการแจกแจงที่มีพารามิเตอร์ตำแหน่ง และ/หรือพารามิเตอร์รูปทรง (shape parameter) จะกำหนดพารามิเตอร์ของแต่ละการแจกแจงนั้นจะกำหนดให้เป็นค่าคงที่ทราบค่า โดยขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน

4. กำหนดสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5 1.0 1.5 และ 2.0

5. ขนาดตัวอย่าง ที่นำมาศึกษามีขนาด 10 15 20 30 40 50 70 และ 100 โดยจะกำหนดให้ทุกๆ กลุ่มประชากรมีขนาดตัวอย่างเท่ากัน

6. กำหนดระดับนัยสำคัญเป็น 0.01 0.05 และ 0.10

7. ศึกษาความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส ตัวสถิติทดสอบมูด และตัวสถิติทดสอบซีเกลทูกี เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเดียวกันทุกกลุ่ม

8. เปรียบเทียบกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่ใช้ทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดภายใต้การแจกแจงแบบต่อเนื่อง

ในการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique) ซึ่งเป็นการศึกษาในรูปของการจำลองสถานการณ์ โดยอาศัยตัวเลขสุ่มเทียม (Pseudo Random Numbers) ซึ่งสามารถระบุขนาดตัวอย่าง ค่าพารามิเตอร์ขนาด ค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งหรือค่าพารามิเตอร์รูปทรง และลักษณะของการแจกแจงของประชากรได้ตามที่ผู้วิจัยศึกษา โดยทำการจำลองซ้ำ 1,000 รอบ ในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษาบนเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมภาษาฟอร์แทรน

1.5 เกณฑ์การประเมินตัวสถิติทดสอบ

ในการเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบของตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดนั้น ในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาจาก

1. ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ซึ่งวัดจากสัดส่วนความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง (null hypothesis) เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแบบช่วงโดยใช้การทดสอบทวินาม (binomial test) (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 3)

2. กำลังของการทดสอบ ซึ่งวัดจากสัดส่วนความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นเท็จ โดยจะเปรียบเทียบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ความผิดพลาดแบบที่ 1 หมายถึง ความผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง

ความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II error) หมายถึง ความผิดพลาดที่เกิดจากการยอมรับสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นเท็จ

กำลังของการทดสอบ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1-β เมื่อ β คือ ค่าความน่าจะเป็นที่เกิดความผิดพลาดแบบที่ 2

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการวิจัยครั้งนี้คือ

1. จากผลการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบนอนพาราเมตริกซ์สำหรับทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดของประชากรที่เหมาะสมภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ที่ศึกษา

2. ทราบปัจจัยที่มีผลต่อกำลังของการทดสอบ

3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบตัวสถิติทดสอบนอนพาราเมตริกซ์สำหรับความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาด ได้แก่ ตัวสถิติครัสคัลวัลลิส ตัวสถิติทดสอบมูด และตัวสถิติทดสอบซีเกลทูกี ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากรและสถานการณ์ต่างๆ ดังได้กล่าวในขอบเขตการวิจัยในบทที่ 1

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว และรายละเอียดของการแจกแจงที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

ในปี 1965 Puri M.L. ได้เสนอสถิติทดสอบเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานสำหรับความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดสำหรับ c กลุ่มประชากร โดยใช้สถิติทดสอบที่เรียกว่าสถิติพูริ (Puri statistic) ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

1. ตัวอย่างสุ่มถูกนำมาจากกลุ่มประชากร c กลุ่ม
2. กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นอิสระต่อกัน
3. ประชากรต้องมีรูปแบบลักษณะการแจกแจงแบบต่อเนื่อง

โดยให้ X_{ij} เป็นตัวอย่างที่อิสระจาก c ประชากร ($i = 1,2,3,...,n_j \quad j = 1,2,3....,c$)

$F(\theta_i, x)$ เป็นฟังก์ชันสะสมต่อเนื่อง ของประชากรที่ j โดยที่ θ_i เป็นพารามิเตอร์ขนาด

เพราะฉะนั้น สมมติฐานสำหรับการทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดในแต่ละการแจกแจง คือ

$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = ... = \theta_c$

H_1 : อย่างน้อย 2 ประชากรมีค่าพารามิเตอร์ขนาดไม่เท่ากัน

สำหรับการแจกแจงปกติ จะแทน θ ด้วย σ^2

สำหรับการแจกแจงแกมมา จะแทน θ ด้วย λ

สำหรับการแจกแจงไวบูลย์ จะแทน θ ด้วย λ

สำหรับการแจกแจงเลขชี้กำลัง จะแทน θ ด้วย λ

โดยที่รูปแบบของสถิติพูริมีรูปแบบดังนี้

$$L = \sum_{j=1}^{c} n_j \times \frac{(T_{N,j} - \mu_{N,j})^2}{A_N^2}$$

เมื่อ c แทน จำนวนกลุ่มประชากร

n_j แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างชุดที่ j (หรือขนาดตัวอย่างชุดที่ j)

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด (นั่นคือ $N = n_1 + n_2 + ... + n_c$)

L มีลิมิตการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยระดับขั้นเสรี $c-1$

$$\mu_{N,j} = E\left(T_{N,j} \middle| H_0\right)$$

$$A_N^2 = \left(\frac{n_j N}{N - n_j}\right) \times var\left(T_{N,j} \middle| H_0\right)$$

$$T_{N,j} = \frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \left(E_{N,i} \times Z_{N,i}^{(j)}\right)$$

โดยที่ $Z_{N,i}^{j} = 1$ ถ้า $i = j$ มิฉะนั้นให้ $Z_{N,i}^{j} = 0$ (i คือค่าของอันดับในแต่ละตัวอย่าง)

2.1 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 สถิติทดสอบซีเกลทูกี (Siegel-Tukey Test Statistic : S)

ในปี ค.ศ. 1960 Siegel, S. และ Tukey, J.W เป็นผู้เสนอแบบทดสอบนี้ไว้ ซึ่งตัวสถิติทดสอบนี้มีข้อจำกัดสำหรับ 2 ประชากรเท่านั้น ดังนั้น ในปี ค.ศ. 1965 Puri,M.L ได้มีการพัฒนาสำหรับสถิตินอนพาราเมตริกซ์สำหรับนำไปใช้สำหรับ c กลุ่มประชากร และในปี ค.ศ. 1981 Penfield, D.A และคณะ ได้นำแนวความคิดของ Puri มาใช้ในการพัฒนาสถิติทดสอบซีเกลทูกี ดังนี้

ค่าสังเกต $\left(x_{ij}\right)$ ถูกแทนด้วยค่าอันดับ ดังนั้น

$$T_{N,j} = \frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \left(E_{N,i} \times Z_{N,i}^{(j)}\right)$$

$$\mu_{N,j} = \frac{N+1}{2}$$

$$A_N^2 = \frac{N(N+1)}{12}$$

ดังนั้นสถิติทดสอบซีเกลทูกี ในรูปสถิติพูริ จะได้

$$S = \sum_{j=1}^{c} \left(n_j \times \frac{\left(\left(\frac{1}{n_j} \times \left(\sum_{i=1}^{n_j} E_{N,i} \times Z_{N,i}^{(j)}\right)\right) - \left(\frac{N+1}{2}\right)\right)^2}{\left(\frac{N(N+1)}{12}\right)} \right)$$

$$= \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^{c} \left(n_j \times \left(\left(\frac{1}{n_j} \times \left(\sum_{i=1}^{n_j} E_{N,i} \times Z_{N,i}^{(j)} \right) \right) - \left(\frac{N+1}{2} \right) \right)^2 \right)$$

S มีลิมิตการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยระดับขั้นเสรี $c-1$

<u>วิธีการ</u>

(1) จัดอันดับให้กับข้อมูลทั้งหมด โดยการจัดอันดับของ Siegel-Tukey นั้นให้อันดับ 1 กับค่าที่น้อยที่สุด ให้อันดับ 2 กับค่าที่มากที่สุด อันดับ 3 ให้กับค่าที่มากเป็นอันดับสอง อันดับ 4 ให้กับค่าน้อยเป็นอันดับสอง ทำเช่นนี้ต่อไปจนกว่าจะให้อันดับที่จนครบข้อมูล ดังตัวอย่างดังนี้

ข้อมูล :	1	2	3	4	5	6	7	…	N-7	N-6	N-5	N-4	N-3	N-2	N-1	N
อันดับ:	1	4	5	8	9	12	13	...	15	14	11	10	7	6	3	2

(2) คำนวณค่าผลรวมของอันดับในแต่ละกลุ่ม คือ $\sum_{i=1}^{n_j} E_{N,i} \times Z_{N,i}^{(j)}$

(3) คำนวณค่า $T_{N,j}$, $\mu_{N,j}$, A_N^2 ในสูตร

(4) แทนค่าต่างๆ ใน S จะได้ S เพื่อใช้ในการพิจารณา

<u>เกณฑ์การตัดสินใจ</u>

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ α คือจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ S ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นไคกำลังสอง $\left(\chi^2_{\alpha,c-1}\right)$ ตามขนาดกลุ่มประชากรและระดับนัยสำคัญที่ทำการศึกษา

<u>2.1.2 สถิติทดสอบมูด (Mood Test Statistic : M)</u>

ในปี ค.ศ. 1954 Mood,M.L. เป็นผู้เสนอแบบทดสอบนี้ไว้ ซึ่งเป็นตัวสถิติทดสอบสำหรับ 2 ประชากรดังนั้น ในปี ค.ศ. 1965 Puri,M.L ได้มีการพัฒนาสำหรับสถิตินอนพาราเมตริกซ์สำหรับนำไปใช้สำหรับ c กลุ่มประชากร และในปี ค.ศ. 1975 Tsai,W.S, และคณะได้นำแนวความคิดของ Puri มาใช้สำหรับตัวสถิติทดสอบมูดในการทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาด สำหรับ 3 ประชากร ดังนี้

$E_{N,i} = \left(\frac{i}{N} \right) - \left(\frac{N+1}{2N} \right)^2$, โดยที่ i คือค่าของอันดับในแต่ละตัวอย่าง

$$T_{N,j} = \frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \left(\left(\left(\frac{i}{N} \right) - \left(\frac{N+1}{2N} \right)^2 \right) \times Z_{N,i}^{(j)} \right)$$

$$\mu_{N,j} = \frac{N^2 - 1}{12N^2}$$

$$A_N^2 = \frac{(N+1)(N^2-4)}{180N^3}$$

ดังนั้นสถิติทดสอบมูด ในรูปสถิติพูริ จะได้

$$M = \sum_{j=1}^{c} \left(n_j \times \frac{\left(\left(\frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \left(\left(\frac{i}{N} \right) - \left(\frac{N+1}{2N} \right)^2 \right) \times Z_{N,i}^{(j)} \right) - \left(\frac{N^2-1}{12N^2} \right) \right)^2}{\left(\frac{(N+1)(N^2-4)}{180N^3} \right)} \right)$$

$$= \frac{180N^3}{(N+1)(N^2-4)} \sum_{j=1}^{c} \left(n_j \times \left(\left(\frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \left(\left(\frac{i}{N} \right) - \left(\frac{N+1}{2N} \right)^2 \right) \times Z_{N,i}^{(j)} \right) - \left(\frac{N^2-1}{12N^2} \right) \right)^2 \right)$$

M มีลิมิตการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยระดับขั้นเสรี $c-1$

<u>วิธีการ</u>

(1) จัดอันดับให้กับข้อมูลทั้ง c ชุด โดยถือเสมือนว่าข้อมูลตัวอย่างทั้ง c ชุด เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน (ใช้ข้อมูลทั้ง c ชุดรวมกัน) แล้วเรียงอันดับจากน้อยไปมาก กรณีที่มีข้อมูลที่มีค่าเท่ากันหลายค่า ให้ใช้ลำดับที่เฉลี่ยของข้อมูลที่เท่ากัน

(2) คำนวณค่าผลรวมของอันดับในแต่ละกลุ่ม คือ $\sum_{i=1}^{n_j} \left(\left(\left(\frac{i}{N} \right) - \left(\frac{N+1}{2N} \right)^2 \right) \times Z_{N,i}^{(j)} \right)$

(3) คำนวณค่า $T_{N,j}$, $\mu_{N,j}$, A_N^2 ในสูตร

(4) แทนค่าต่างๆ ใน M จะได้ M เพื่อใช้ในการพิจารณา

<u>เกณฑ์การตัดสินใจ</u>

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ α คือจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ M ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นไคกำลังสอง $\left(\chi_{\alpha,c-1}^2 \right)$ ตามขนาดกลุ่มประชากรและระดับนัยสำคัญที่ทำการศึกษา

<u>2.1.3 สถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส (Kruskal Wallis Test Statistic : K)</u>

ในปี ค.ศ. 1952 Kruskal,W.H. และ Wallis,W.A. ได้พัฒนาการทดสอบนอนพาราเมตริกซ์โดยที่ข้อมูลสามารถจัดเป็นอันดับที่ได้ การทดสอบนี้ Kruskal และ Wallis ได้ขยาย

การทดสอบเพื่อให้สามารถใช้ได้กับประชากร c กลุ่ม และในปี ค.ศ. 1975 Tsai,W.S, และคณะได้นำแนวความคิดของ Puri มาใช้สำหรับตัวสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส ในการทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาด ดังนี้

$$E_{N,i} = \frac{i}{N}$$

$$T_{N,j} = \frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{i}{N} \right) \times Z_{N,i}^{(j)}$$

$$\mu_{N,j} = \frac{N+1}{2N}$$

$$A_N^2 = \frac{(N+1)}{12N}$$

ดังนั้นสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส ในรูปสถิติพูริ จะได้

$$K = \sum_{j=1}^{c} \left(n_j \times \frac{\left(\left(\frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \frac{i}{N} \times Z_{N,i}^{(j)} \right) - \left(\frac{N+1}{2N} \right) \right)^2}{\left(\frac{N+1}{12N} \right)} \right)$$

K มีลิมิตการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยระดับขั้นเสรี $c-1$

<u>วิธีการ</u>

(1) จัดอันดับให้กับข้อมูลทั้ง c ชุด โดยถือเสมือนว่าข้อมูลตัวอย่างทั้ง c ชุด เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน (ใช้ข้อมูลทั้ง c ชุดรวมกัน) แล้วเรียงอันดับจากน้อยไปมาก กรณีที่มีข้อมูลที่มีค่าเท่ากันหลายค่า ให้ใช้ลำดับที่เฉลี่ยของข้อมูลที่เท่ากัน

(2) คำนวณค่าผลรวมของอันดับในแต่ละกลุ่ม คือ $\sum_{i=1}^{N} \left(\left(\frac{i}{N} \right) \times Z_{N,i}^{(j)} \right)$

(3) คำนวณค่า $T_{N,j}$, $\mu_{N,j}$, A_N^2 ในสูตร

(4) แทนค่าต่างๆ ใน K จะได้ K เพื่อใช้ในการพิจารณา

<u>เกณฑ์การตัดสินใจ</u>

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ α คือจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ K ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นไคกำลังสอง $\left(\chi_{\alpha,c-1}^2 \right)$ ตามขนาดกลุ่มประชากรและระดับนัยสำคัญที่ทำการศึกษา

2.2 ตัวอย่างการคำนวณตัวสถิติทดสอบ

เพื่อให้เข้าใจในขั้นตอนการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะกำหนดให้กลุ่มประชากรที่ศึกษามีจำนวน 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยข้อมูล 10 ตัว โดยข้อมูลมีการแจกแจงปกติ $(N(0,1))$ดังนี้

ตารางที่ 2.1

ข้อมูลของประชากรกลุ่มที่ 1	ข้อมูลของประชากรกลุ่มที่ 2	ข้อมูลของประชากรกลุ่มที่ 3
1.04	2.17	-0.45
0.43	-0.96	2.33
0.09	0.56	0.40
1.51	0.04	0.02
2.23	0.50	3.32
2.24	2.71	-0.68
2.57	0.96	1.82
-0.42	1.01	2.03
2.37	1.78	0.70
2.89	1.38	0.10

2.2.1 วิธีการคำนวณสถิติทดสอบซีเกลทูกี

ให้อันดับที่กับข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มประชากรดังที่กล่าวถึงวิธีให้อันดับกับสถิติทดสอบซีเกลทูกี ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลตัวอย่างและการให้ลำดับที่ของข้อมูล

ข้อมูลกลุ่มที่ 1	อันดับที่ (i)	ข้อมูลกลุ่มที่ 2	อันดับที่ (i)	ข้อมูลกลุ่มที่ 3	อันดับที่(i)
1.04	30	2.17	18	-0.45 E	5
0.43	20	-0.96 A	1	2.33	11
0.09	13	0.56	24	0.40	17
1.51	26	0.04	12	0.02	9
2.23	15	0.50	21	3.32 B	2
2.24	14	2.71	6	-0.68 D	4
2.57	7	0.96	28	1.82	22
-0.42	8	1.01	29	2.03	19
2.37	10	1.78	23	0.70	25
2.89 C	3	1.38	27	0.10	16
ผลรวมอันดับ	**146**	**ผลรวมอันดับ**	**189**	**ผลรวมอันดับ**	**130**

หมายเหตุ

A : จากการรวมกันของข้อมูลทั้งหมด จะเห็นได้ว่า -0.96 เป็นค่าที่น้อยที่สุด จึงให้อันดับที่ของข้อมูลเป็น 1

B : จากการรวมกันของข้อมูลทั้งหมด จะเห็นได้ว่า 3.32 เป็นค่าที่มากที่สุด จึงให้อันดับที่ของข้อมูลเป็น 2

C : จากการรวมกันของข้อมูลทั้งหมด จะเห็นได้ว่า 2.89 เป็นค่าที่น้อยกว่ารองลงมาจากค่า 3.32 จึงให้อันดับที่ของข้อมูลเป็น 3

D : จากการรวมกันของข้อมูลทั้งหมด จะเห็นได้ว่า -0.68 เป็นค่าที่มากต่อจากค่า -0.96 จึงให้อันดับที่ของข้อมูลเป็น 4

E : จากการรวมกันของข้อมูลทั้งหมด จะเห็นได้ว่า -0.45 เป็นค่าที่มากต่อจากค่า -0.68 จึงให้อันดับที่ของข้อมูลเป็น 5

จะวนการให้อันดับนี้แบบนี้ไปเรื่อยๆ

วิธีทำ

(1) สมมติฐาน H_0 : พารามิเตอร์ขนาดของการแจกแจงทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเท่ากัน

H_1 : อย่างน้อย 2 กลุ่ม มีค่าพารามิเตอร์ขนาดไม่เท่ากัน

(2) ระดับนัยสำคัญ กำหนดให้ $\alpha = 0.01$

(3) กำหนดให้ $n_1 = 10,\ n_2 = 10,\ n_3 = 10$

(4) คำนวณค่า $N = n_1 + n_2 + n_3 = 10 + 10 + 10 = 30$

(5) คำนวณค่า $\mu_{N,j} = \frac{N+1}{2} = \left(\frac{30+1}{2}\right) = \frac{31}{2} = 15.5$

(6) คำนวณค่า $A_N^2 = \frac{N(N+1)}{12} = \frac{30(30+1)}{12} = \frac{930}{12} = 77.5$

(7) คำนวณค่า $T_{N,j} = \frac{1}{n_j} \times \left(\sum_{i=1}^{n_j} \left(E_{N,i} \times Z_{N,i}^{(j)} \right) \right)$ ของแต่ละกลุ่มที่ j

โดยที่ $E_{N,i}$ เท่ากับ อันดับที่ของข้อมูลตัวที่ i ดังแสดงในตารางที่ 2.2

จากข้อกำหนดของ $Z_{N,i}^{j}$ ที่กำหนดไว้ว่าหากอันดับที่ i เท่ากับกลุ่ม j จะให้ $Z_{N,i}^{j}=1$ ถ้า มิฉะนั้นให้ $Z_{N,i}^{j}=0$ จากข้อมูลใน ตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่า $Z_{N,i}^{j}$ จะมีค่าเป็น 1 ทุกกรณี และยังจะนำผลรวมของอันดับ (i) ของแต่ละกลุ่มประชากรมาใช้ในการคำนวณค่า $T_{N,j}$ ได้ต่อไปนี้

$$T_{30,1}=\frac{1}{n_1}\times\left(\sum_{i=1}^{n_1}E_{N,i}\right)=\frac{1}{10}\times 146=14.6$$

$$T_{30,2}=\frac{1}{n_2}\times\left(\sum_{i=1}^{n_2}E_{N,i}\right)=\frac{1}{10}\times 189=18.9$$

$$T_{30,3}=\frac{1}{n_3}\times\left(\sum_{i=1}^{n_3}E_{N,i}\right)=\frac{1}{10}\times 130=13.0$$

(8) คำนวณสถิติทดสอบซีเกลทูกีจาก

$$L=\sum_{j=1}^{c}\left(n_j\times\frac{\left(T_{N,j}-\mu_{N,j}\right)^2}{A_N^2}\right)$$

$$S=\sum_{j=1}^{c}\left(n_j\times\frac{\left(\left(\frac{1}{n_j}\times\left(\sum_{i=1}^{N}i\times Z_{N,i}^{(j)}\right)\right)-\left(\frac{N+1}{2}\right)\right)^2}{\left(\frac{N(N+1)}{12}\right)}\right)$$

$$=\left(10\times\frac{(14.6-15.5)^2}{77.5}\right)+\left(10\times\frac{(18.9-15.5)^2}{77.5}\right)+\left(10\times\frac{(13.0-15.5)^2}{77.5}\right)$$

$$=2.40$$

จากตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นไคกำลังสอง $\chi^2_{\alpha,c-1}$ เมื่อ $c=3$ จะได้ว่า $\chi^2_{0.01,2}=9.21$ พบว่า ค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้ (2.40) มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตที่เปิดจากตาราง (9.21) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 สรุปได้ว่า พารามิเตอร์ขนาดของข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มประชากร มีค่าเท่ากัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 วิธีการคำนวณสถิติทดสอบมูด

ให้อันดับที่กับข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มประชากรดังที่กล่าวถึงวิธีให้อันดับกับสถิติทดสอบมูด ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลตัวอย่างและการให้ลำดับที่ของข้อมูล

กลุ่มที่ 1	i	$E_{N,i} \times Z_{N,i}$	กลุ่มที่ 2	i	$E_{N,i} \times Z_{N,i}$	กลุ่มที่ 3	i	$E_{N,i} \times Z_{N,i}$
1.04	16	0.0003	2.17	22	0.0440	-0.45	3	0
0.43	10	0.0315	-0.96	1	0.2188	2.33	25	0.0939
0.09	7	0.0752	0.56	12	0.0127	0.40	9	0.0440
1.51	18	0.0065	0.04	6	0.0939	0.02	5	0.1147
2.23	23	0.0585	0.50	11	0.0211	3.32	30	0.2188
2.24	24	0.0752	2.71	28	0.1626	-0.68	2	0.1896
2.57	27	0.1376	0.96	14	0.0023	1.82	20	0.0211
-0.42	4	0.1376	1.01	15	0.0003	2.03	21	0.0315
2.37	26	0.1147	1.78	19	0.0127	0.70	13	0.0065
2.89	29	0.1896	1.38	17	0.0023	0.10	8	0.0585
รวม		**0.8267**	**รวม**		**0.5707**	**รวม**		**0.7786**

วิธีทำ

(1) สมมติฐาน H_0 : พารามิเตอร์ขนาดของการแจกแจงทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเท่ากัน

H_1 : อย่างน้อย 2 กลุ่ม มีค่าพารามิเตอร์ขนาดไม่เท่ากัน

(2) ระดับนัยสำคัญ กำหนดให้ $\alpha = 0.01$

(3) กำหนดให้ $n_1 = 10$, $n_2 = 10$, $n_3 = 10$

(4) คำนวณค่า $N = n_1 + n_2 + n_3 = 10 + 10 + 10 = 30$

(5) คำนวณค่า $\mu_{N,j} = \frac{N-1}{12(N+1)} = \left(\frac{30-1}{12 \times 31}\right) = \frac{29}{2} = 0.0779$

(6) คำนวณค่า $A_N^2 = \frac{N(N^2-4)}{180(N+1)^3} = \frac{30(30^2-4)}{180(31)^3} = \frac{26880}{5362380} = 0.0050$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(7) คำนวณค่า $T_{N,j} = \frac{1}{n_j} \times \left(\sum_{i=1}^{n_j} \left(E_{N,i} \times Z_{N,i}^{(j)} \right) \right)$ ของแต่ละกลุ่มที่ j

โดยที่ $E_{N,i} = \left(\frac{i}{N+1} - 0.5 \right)^2$ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

จากข้อกำหนดของ $Z_{N,i}^{j}$ ที่กำหนดไว้ว่าหากอันดับที่ i ไม่เท่ากับกลุ่ม j จะให้ $Z_{N,i}^{j} = 1$ ถ้า มิฉะนั้นให้ $Z_{N,i}^{j} = 0$ จากข้อมูลใน ตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่า $Z_{N,i}^{j}$ จะมีค่าเป็น 1 ทุกกรณียกเว้นกรณีที่ $Z_{N,3}^{3}$ ที่มีค่าเป็น 0 และยังจะนำผลรวมของ $E_{N,i} \times Z_{N,i}$ ข องแต่ละกลุ่มประชากรมาใช้ในการคำนวณค่า $T_{N,j}$ ต่อไป

ดังนั้น $T_{30,1} = \frac{1}{10} \times 0.8267 = 0.08267$

$T_{30,2} = \frac{1}{10} \times 0.5707 = 0.05707$

$T_{30,3} = \frac{1}{10} \times 0.7786 = 0.07786$

(8) คำนวณสถิติทดสอบมูดจาก

$$M = \sum_{j=1}^{c} \left(n_j \times \frac{\left(\left(\frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \left(\left(\left(\frac{i}{N} \right) - \left(\frac{N+1}{2N} \right)^2 \right) \times Z_{N,i}^{(j)} \right) \right) - \left(\frac{N^2-1}{12N^2} \right) \right)^2}{\left(\frac{(N+1)(N^2-4)}{180N^3} \right)} \right)$$

$$= \left(10 \times \frac{(0.08267 - 0.0779)^2}{0.0050} \right) + \left(10 \times \frac{(0.05707 - 0.0779)^2}{0.0050} \right) + \left(10 \times \frac{(0.07786 - 0.0779)^2}{0.0050} \right)$$

$$= 0.909$$

จากตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นไคกำลังสอง $\chi^2_{\alpha,c-1}$ เมื่อ $c = 3$ จะได้ว่า $\chi^2_{0.01,2} = 9.21$ พบว่า ค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้ (0.909) มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตที่เปิดจากตาราง (9.21) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 สรุปได้ว่า พารามิเตอร์ขนาดของข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มประชากร มีค่าเท่ากัน

2.2.3 วิธีการคำนวณสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส

ให้อันดับที่กับข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มประชากรดังที่กล่าวถึงวิธีให้อันดับกับสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส ดังนี้

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลตัวอย่างและการให้ลำดับที่ของข้อมูล

กลุ่มที่ 1	i	$E_{N,i} \times Z_{N,i}$	กลุ่มที่ 2	i	$E_{N,i} \times Z_{N,i}$	กลุ่มที่ 3	i	$E_{N,i} \times Z_{N,i}$
1.04	16	0.53	2.17	22	0.73	-0.45	3	0
0.43	10	0.33	-0.96	1	0.03	2.33	25	0.83
0.09	7	0.23	0.56	12	0.40	0.40	9	0.30
1.51	18	0.60	0.04	6	0.20	0.02	5	0.17
2.23	23	0.77	0.50	11	0.37	3.32	30	1.00
2.24	24	0.80	2.71	28	0.93	-0.68	2	0.07
2.57	27	0.90	0.96	14	0.47	1.82	20	0.67
-0.42	4	0.13	1.01	15	0.50	2.03	21	0.70
2.37	26	0.87	1.78	19	0.63	0.70	13	0.43
2.89	29	0.97	1.38	17	0.57	0.10	8	0.27
รวม		**6.13**	**รวม**		**4.83**	**รวม**		**4.43**

วิธีทำ

(1) สมมติฐาน H_0 : พารามิเตอร์ขนาดของการแจกแจงทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเท่ากัน

H_1 : อย่างน้อย 2 กลุ่ม มีค่าพารามิเตอร์ขนาดไม่เท่ากัน

(2) ระดับนัยสำคัญ กำหนดให้ $\alpha = 0.01$

(3) กำหนดให้ $n_1 = 10$, $n_2 = 10$, $n_3 = 10$

(4) คำนวณค่า $N = n_1 + n_2 + n_3 = 10 + 10 + 10 = 30$

(5) คำนวณค่า $\mu_{N,j} = \frac{N+1}{2N} = \left(\frac{30+1}{2 \times 30}\right) = \frac{31}{60} = 0.5167$

(6) คำนวณค่า $A_N^2 = \frac{N+1}{12N} = \frac{30+1}{12 \times 30} = \frac{31}{360} = 0.0861$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(7) คำนวณค่า $T_{N,j} = \frac{1}{n_j} \times \left(\sum_{i=1}^{n_j} \left(E_{N,i} \times Z_{N,i}^{(j)} \right) \right)$ ของแต่ละกลุ่มที่ j

โดยที่ $E_{N,i} = \frac{i}{N}$ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

จากข้อกำหนดของ $Z_{N,i}^{j}$ ที่กำหนดไว้ว่าหากอันดับที่ i ไม่เท่ากับกลุ่ม j จะให้ $Z_{N,i}^{j} = 1$ ถ้า มิฉะนั้นให้ $Z_{N,i}^{j} = 0$ จากข้อมูลใน ตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่า $Z_{N,i}^{j}$ จะมีค่าเป็น 1 ทุกกรณี ยกเว้นกรณีที่ $Z_{N,3}^{3}$ ที่มีค่าเป็น 0 และยังจะนำผลรวมของ $E_{N,i} \times Z_{N,i}$ ข องแต่ละกลุ่มประชากรมาใช้ในการคำนวณค่า $T_{N,j}$ ต่อไป

ดังนั้น $T_{30,1} = \frac{1}{10} \times 6.13 = 0.613$

$T_{30,2} = \frac{1}{10} \times 4.83 = 0.483$

$T_{30,3} = \frac{1}{10} \times 4.43 = 0.443$

(8) คำนวณสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิสจาก

$$K = \sum_{j=1}^{c} \left(n_j \times \frac{\left(\left(\frac{1}{n_j} \times \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{i}{N} \times Z_{N,i}^{(j)} \right) \right) - \left(\frac{N+1}{2N} \right) \right)^2}{\left(\frac{N+1}{12N} \right)} \right)$$

$$= \left(10 \times \frac{(0.613 - 0.5167)^2}{0.0861} \right) + \left(10 \times \frac{(0.483 - 0.5167)^2}{0.0861} \right) + \left(10 \times \frac{(0.443 - 0.5167)^2}{0.0861} \right)$$

$$= 1.8398$$

จากตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นไคกำลังสอง $\chi^2_{\alpha,c-1}$ เมื่อ $c = 3$จะได้ว่า $\chi^2_{0.01,2} = 9.21$พบว่า ค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้ (1.8398) มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตที่เปิดจากตาราง (9.21) ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 สรุปได้ว่า พารามิเตอร์ขนาดของข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มประชากร มีค่าเท่ากัน

2.3 การแจกแจงที่ใช้ในการวิจัย

2.3.1 การแจกแจงปกติ

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงปกติ หรือ การแจกแจงแบบเกาส์ (Gaussian distribution) ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 เขียนแทนด้วย $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่น

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

ซึ่ง $-\infty < \mu < \infty$ และ $0 < \sigma^2 < \infty$

เมื่อ x เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ

μ เป็นพารามิเตอร์ตำแหน่งของการแจกแจง

σ^2 เป็นพารามิเตอร์ขนาดของการแจกแจง

ให้ X มีการแจกแจงปกติ โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่น ดังนั้น

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X) = \mu$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X) = \sigma^2$$

3. สัมประสิทธิ์การแปรผัน

$$cv = \frac{\sigma}{\mu}$$

2.3.2 การแจกแจงแกมมา

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ $\alpha > 0, \lambda > 0$ เขียนแทนด้วย $X \sim G(\alpha, \lambda)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(x) = f(x;\alpha,\lambda) = \begin{cases} \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x} & ,0 \le x < \infty \\ 0 & ,x < 0 \end{cases}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อ x เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมา

α เป็นพารามิเตอร์รูปร่างของการแจกแจง

λ เป็นพารามิเตอร์ขนาดของการแจกแจง

ให้ X มีการแจกแจงแกมมา โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่น ดังนั้น

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

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

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

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

3. สัมประสิทธิ์การแปรผัน

$$cv=\frac{1}{\sqrt{\alpha}}$$

จากฟังก์ชันความหนาแน่น ถ้า $\alpha=1$ จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นแบบเลขชี้กำลัง ดังนั้นการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังเป็นกรณีเฉพาะของการแจกแจงแกมมา

2.3.3 การแจกแจงเลขชี้กำลัง

ตัวแปรสุ่มค่าไม่เป็นลบ X มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลังที่มีพารามิเตอร์ $\lambda>0$ เขียนแทนด้วย $X \sim Ex(\lambda)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(x)=f(x;\lambda)=\begin{cases}\lambda e^{-\lambda x} & ;x\geq 0\\ 0 & ;x<0\end{cases}$$

ให้ X มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่น ดังนั้น

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X

$$E(X)=\frac{1}{\lambda}$$

2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$$Var(X)=\frac{1}{\lambda^2}$$

โดยที่ x เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง

λ เป็นพารามิเตอร์ขนาดของการแจกแจง

2.3.4 การแจกแจงไวบูลล์

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงไวบูลล์ ที่มีพารามิเตอร์ $\lambda > 0$ และ $\beta > 0$ เขียนแทนด้วย $X \sim W(\lambda, \beta)$ ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(x) = f(x, \lambda, \beta) = \begin{cases} \lambda\beta x^{\beta-1} e^{-\lambda x^{\beta}} ; x \geq 0 \\ 0 \qquad\qquad ; x < 0 \end{cases}$$

เมื่อ x เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไวบูลล์

β เป็นพารามิเตอร์รูปทรงของการแจกแจง

λ เป็นพารามิเตอร์ขนาดของการแจกแจง

ให้ X มีการแจกแจงไวบูลล์ โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่น ดังนั้น

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. สัมประสิทธิ์การแปรผัน

$$cv = \sqrt{\frac{\Gamma[(\beta+2)/\beta]}{(\Gamma[(\beta+1)/\beta])^2} - 1}$$

การแจกแจงไวบูลล์ มีฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ สำหรับ $\beta \geq 1$ แต่ไม่อยู่ในรูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้ง่าย ถ้าให้ X มีการแจกแจงไวบูลล์ โดยมีฟังกชันความหนาแน่นดังที่

กล่าวมา จะได้ความสัมพันธ์ว่า $Y = X^{\beta}$ มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง $Ex(\lambda)$ และในทางกลับกัน ถ้า $Y = Ex(\lambda)$ พิสูจน์ได้ว่า $X = Y^{1/\beta} \sim W(\lambda, \beta)$ [1]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1] มานพ วราภักดิ์, ทฤษฎีความน่าจะเป็น, 2548, หน้า

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาข้อสรุปในการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบนอนพาราเมตริกซ์สำหรับความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดของประชากร 2 และ 3 กลุ่ม โดยอาศัยตัวสถิติทดสอบ 3 ตัว คือตัวสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส สถิติทดสอบมูด และสถิติทดสอบซีเกลทูกี โดยใช้วิธีการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล เพื่อกำหนดรูปแบบและปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการศึกษาได้ตามต้องการ

รายละเอียดเกี่ยวกับแผนการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง รวมทั้งโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง จะได้นำเสนอเป็นลำดับดังนี้

3.1 แผนดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว ที่ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดภายใต้การแจกแจง จำนวนกลุ่มประชากร ขนาดตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญที่กำหนด ดังนี้

3.1.1 ประชากรทั้ง 2 กลุ่ม และ 3 กลุ่มที่นำมาศึกษามีรูปแบบการแจกแจงเดียวกัน ได้แก่ การแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงเลขชี้กำลัง การแจกแจงไวบูลล์

3.1.2 กำหนดสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เท่ากับ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0

3.1.3 กรณีศึกษากำลังของการทดสอบ กำหนดอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดของประชากร เท่ากับ 1.5 2 2.5 3 และ 4 เท่า ตามลำดับ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

จำนวนเท่า	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	
	2 ประชากร	3 ประชากร
1.5	1 : 1.5	1 : 1.5 : 2.25
2	1 : 2	1 : 2 : 4
2.5	1 : 2.5	1 : 2.5 : 6.25
3	1 : 3	1 : 3 : 9
4	1 : 4	1 : 4 : 16

3.1.4 พารามิเตอร์ต่างๆ ของการแจกแจงขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ดังนี้

3.1.4.1 การแจกแจงปกติ

กำหนดค่าพารามิเตอร์ตำแหน่ง ค่าพารามิเตอร์ขนาด ตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่มีการแจกแจงปกติ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

สัมประสิทธิ์การแปรผัน	พารามิเตอร์ตำแหน่ง (μ)	พารามิเตอร์ขนาด (σ^2)
0.1	10.0	1
0.5	2.0	1
1.0	1.0	1
1.5	0.67	1
2.0	0.50	1

3.1.4.2 การแจกแจงแกมมา

กำหนดค่าพารามิเตอร์รูปทรง ค่าพารามิเตอร์ขนาด ตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

สัมประสิทธิ์การแปรผัน	พารามิเตอร์รูปทรง (α)	พารามิเตอร์ขนาด (λ)
0.1	100.0	1
0.5	4.0	1
1.0 *	1.0	1
1.5	0.44	1
2.0	0.25	1

*เนื่องจากในกรณีที่ สัมประสิทธิ์การแปรผันมีค่าเท่ากับ 1.0 พารามิเตอร์รูปทรงจะมีค่าเท่ากับ 1.0 ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองที่ได้เหมือนกับการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.4.3 การแจกแจงไวบูลล์

กำหนดค่าพารามิเตอร์รูปทรง ค่าพารามิเตอร์ขนาด ตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่มีการแจกแจงไวบูลล์ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

สัมประสิทธิ์การแปรผัน	พารามิเตอร์รูปทรง (β)	พารามิเตอร์ขนาด (λ)
0.1	12.2	1
0.5	2.1	1
1.0	1	1
1.5	0.685	1
2.0	0.543	1

3.1.5 กำหนดขนาดตัวอย่างที่นำมาศึกษามีขนาดเท่ากันทุกกลุ่ม เป็น 10 15 20 30 40 50 70 และ 100

3.1.6 กำหนดระดับนัยสำคัญเป็น 0.01 0.05 และ 0.10

3.1.7 สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = ... = \theta_c$

H_1 : อย่างน้อยที่สุด 2 ประชากรมีค่าพารามิเตอร์ขนาดไม่เท่ากัน

เมื่อ θ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของประชากรกลุ่มที่ $i, i = 1,2,...,c$

3.1.8 ประมาณค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังของการทดสอบ กำหนดจำนวนซ้ำของการทดลอง เท่ากับ 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการทดลองมีดังนี้

(1) สร้างการแจกแจงของประชากรตามลักษณะที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง

(2) คำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว

(3) ทำการหาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังของการทดสอบโดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

3.2.1 สร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากร

การสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรทุกรูปแบบที่กำหนดไว้ในแผนการทดลองนั้นจะใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน ซึ่งการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่างๆ นั้นจะต้องใช้ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) ซึ่งควรมีคุณสมบัติของตัวแปรสุ่มที่มีดังนี้

(1) ตัวเลขที่ได้มีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์มและเป็นอิสระซึ่งกันและกัน

(2) อนุกรมของตัวเลขที่ได้สามารถสร้างซ้ำเดิมได้ (Reproducible)

(3) อนุกรมของตัวเลขไม่ซ้ำเดิมในช่วงที่ต้องการใช้ตัวเลขสุ่ม หมายความว่าขนาดของความยาวของอนุกรมตัวเลขต้องยาวพอสำหรับการใช้งาน

(4) ใช้เวลาสั้นๆ ในการสร้างตัวเลขสุ่ม

(5) ใช้หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์น้อย

3.2.1.1 การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง [0,1] [1]

วิธีการคณิตศาสตร์ในการจำลองเลขสุ่ม(เทียม) มีหลายวิธีการ สำหรับวิธีการที่ได้รับความนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ วิธีสมภาค (Congruential Method) ซึ่งมีสูตรหรือตัวแบบหนึ่งที่ใช้กันมากคือ $X_i = (c + aX_{i-1}) \bmod m \quad ; i = 1,2,3,...$ 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 $k_i = \lfloor (c + aX_{i-1})/m \rfloor$ (หมายถึงจำนวนเต็มใหญ่ที่สุดที่น้อยกว่าหรือเท่ากับผลหาร $(c + aX_{i-1})/m$) ดังนั้น ค่าเป็นไปได้ของ X_i คือ $0,1,...,m-1$และก่อนที่จะได้ค่าของ $X_1, X_2, X_3,...$ 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 $R_1, R_2,...$ว่า เลขสุ่มเทียม หรือเลขสุ่มคล้ายตัวแบบจำลองสมภาคแบบผลคูณที่ใช้กันมากตัวแบบหนึ่ง ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติแล้วหลายประการ คือ กำหนด $c = 0 \quad m = 2^{31} - 1 = 2147483647 \quad a = 7^5 = 16807$ และ X_0 เป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่ไม่เกิน m

3.2.1.2 การผลิตตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ [2]

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ $N(\mu, \sigma^2)$ใช้วิธีโพลาร์ของ Marsaglia, MacLaren และ Bray (1964) ซึ่งได้ดัดแปลงวิธีของ Box และ Muller โดยหลีกเลี่ยงการคำนวณ cosine และ sine ด้วยการใช้วิธีรับ – ปฏิเสธ มีขั้นตอนวิธีผลิตดังนี้

---

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

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 148

(1) จำลองเลขสุ่ม R_1 และ R_2

(2) ให้ $V_1 = 2R_1 - 1$, $V_2 = 2R_2 - 1$ (จำลอง V_1, V_2 จาก $U(-1,1)$)

(3) $S = V_1^2 + V_2^2$

(4) ถ้า $S > 1$ กลับไปขั้นตอน (1)

(5) $W = \sqrt{\frac{-2\ln S}{S}}$

(6) $Z = V_1 W$

(7) $X = \mu + \sigma Z$

3.2.1.3 การผลิตตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง [3]

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง ด้วยพารามิเตอร์ λ เขียนแทนด้วย $X \sim Ex(\lambda), \lambda > 0$ เพราะฉะนั้น ตัวแบบจำลองสำหรับตัวแปรสุ่ม $X \sim Ex(\lambda)$ คือ

$$X = -\frac{1}{\lambda}\ln(1-R), R \sim U(0,1)$$

เนื่องจาก $1-R \sim U(0,1)$ เช่นกัน ถ้า $R \sim U(0,1)$ เพราะฉะนั้นสามารถประหยัดการคำนวณได้ โดยจะใช้ตัวแบบจำลองสำหรับตัวแปรสุ่ม $X \sim Ex(\lambda)$ คือ

$$X = -\frac{1}{\lambda}\ln(R), R \sim U(0,1)$$

โดยสามารถเขียนขั้นตอนการสร้างเลขสุ่มดังนี้

(1) จำลองเลขสุ่ม R

(2) $X = -\frac{1}{\lambda}\ln(R)$

3.2.1.4 การผลิตตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ [4]

การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบไวบูลล์นั้นอาศัยเทคนิคการแปลงผกผัน (Inverse Transformation) โดยจำลอง $X \sim W(\lambda, \beta)$ ได้ด้วยตัวแบบ

$$X = \left(-\frac{1}{\lambda}\ln R\right)^{\frac{1}{\beta}}, \quad R \sim U(0,1)$$

ซึ่ง $Y = -\frac{1}{\lambda}\ln R$ ก็คือตัวแปรสุ่มเลขชี้กำลังที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\frac{1}{\lambda}$ ดังนั้น การจำลองตัวแปรสุ่มไวบูลล์ตามตัวแบบที่กล่าวข้างต้น จะเริ่มด้วยการจำลองตัวแปรสุ่มเลขชี้กำลัง $Ex(\lambda)$ ที่มีค่าเฉลี่ย $\frac{1}{\lambda}$ เขียนเป็นขั้นตอนสั้นๆ ได้ดังนี้

---

[3] เรื่องเดียวกัน, หน้า 94-95

[4] เรื่องเดียวกัน, หน้า 153-154

(1) จำลอง $Y \sim Ex(\lambda)$ (ค่าเฉลี่ย = $\frac{1}{\lambda}$)

(2) $X = Y^{\frac{1}{\beta}}$

3.2.1.5 การผลิตตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมมา [5]

การสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมมา โดยมีพารามิเตอร์ เท่ากับ α และ λ นั้น สามารถแบ่งได้ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 $0 < \alpha < 1$

วิธีการจำลอง $X \sim G(\alpha, \lambda)$ เมื่อ $0 < \alpha < 1$ จะเกี่ยวข้องกับการแจกแจงบีตา (beta distribution) และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ดังนี้

ให้ตัวแปรสุ่ม V และ W เป็นอิสระกัน และ V มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง $Ex(1)$ และ W มีการแจกแจงบีตา $Be(\alpha, 1-\alpha), 0 < \alpha < 1$ ดังนั้น $X = \frac{VW}{\lambda}$ มีการแจกแจง $G(\alpha, \lambda)$ เขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

(1) จำลอง $V \sim Ex(1)$ และ $W \sim Be(\alpha, 1-\alpha)$ อิสระกัน

(2) $X = \frac{VW}{\lambda}$

หมายเหตุ ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงบีตา (beta distribution) ด้วยพารามิเตอร์ α, β เขียนแทนด้วย $X \sim Be(\alpha, \beta)$ มีการจำลอง X ได้ด้วยขั้นตอนวิธีต่อไปนี้

(1) จำลองเลขสุ่ม R_1 และ R_2

(2) $Y_1 = R_1^{1/\alpha}, Y_2 = R_2^{1/\beta}$

(3) ถ้า $Y_1 + Y_2 > 1$ กลับไปขั้นตอน (1)

(4) $X = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2}$

กรณีที่ 2 $\alpha \geq 1$

ในกรณีพารามิเตอร์ $\alpha \geq 1$ วิธีการรับ-ปฏิเสธของ Cheng เป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูง มีขั้นตอนวิธีสำหรับจำลอง $X \sim G(\alpha, \lambda), \alpha \geq 1$ ดังนี้

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

[5] เรื่องเดียวกัน, หน้า 160

(2) จำลองเลขสุ่ม R_1 และ R_2

(3) $Y = \alpha\left(\frac{R_1}{1-R_1}\right)^a$

(4) ถ้า $Y > b - \ln\left(R_1^2 R_2\right)$ กลับไปขั้นตอน (2)

(5) $X = \frac{Y}{\lambda}$

จะได้ว่า X มีการแจกแจงแบบแกมมา ที่มีพารามิเตอร์ α และ λ เมื่อพารามิเตอร์ α มีค่ามากกว่า 1

3.2.2 การคำนวณค่าสถิติทดสอบ 3 ตัว

ทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรตามขนาดตัวอย่างที่กำหนดในแบบการทดลอง ครั้งละ 1 สถานการณ์ของการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าสถิติของแต่ละตัวสถิติทดสอบดังที่เสนอไว้ในบทที่ 2 หลังจากนั้นนำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของแต่ละตัวสถิติทดสอบ โดยค่าของตัวสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส สถิติทดสอบมูด และสถิติทดสอบซีเกลทูกี จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่ได้จากตารางการแจกแจงไคกำลังสอง ซึ่งการยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานว่างนั้นให้ถือเกณฑ์ในบทที่ 2

3.2.3 การหาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1

เมื่อสุ่มตัวอย่างตามการแจกแจงที่กำหนดและคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าวิกฤตของแต่ละตัวสถิติทดสอบที่กล่าวถึงในบทที่ 2 ทำซ้ำๆ กันเป็นจำนวน 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ของการทดลองแล้ว ให้นับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่างหารด้วย 1,000 ซึ่งเป็นจำนวนครั้งในการทดลอง

จะเป็นการหาค่าความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง ในกรณีที่อัตราส่วนของพารามิเตอร์ขนาดเป็น 1 : 1 หรือ 1:1:1 (นั่นคือค่าพารามิเตอร์ขนาดเท่ากันทุกประชากร และในการทดลองในครั้งนี้ได้ทดสอบในกรณีที่พารามิเตอร์ขนาดมีค่ามากกว่า 1 โดยให้มีค่าเป็น 2 และ 4 พบว่าค่าที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกัน) ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ซึ่งจะวัดจากสัดส่วนของเหตุการณ์ที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง ในขั้นแรกของการทดสอบเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ในการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพิจารณาจากค่าประมาณของระดับนัยสำคัญที่ได้จากการทดสอบ $(\hat{\alpha})$ ซึ่งควรมีค่าไม่มากกว่าระดับ

นัยสำคัญที่กำหนดโดยมีวิธีที่ใช้ในการทดสอบ คือ การทดสอบทวินาม (binomial test) ในการวิจัยนี้กำหนดให้ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม $(\alpha *)$ เท่ากับ 0.05 ดังมีรูปแบบต่อไปนี้

สมมติฐานการทดสอบ คือ

$H_0 : \alpha \leq \alpha_0$

$H_1 : \alpha > \alpha_0$

โดยทฤษฎีบทลิมิตเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสมมติฐาน H_0 เท่ากับ

$$p\left(\frac{\hat{\alpha} - \alpha_0}{\sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n^{\#}}}} < Z_{\alpha^*} \right) = 1 - \alpha^*$$

หรือ

$$p\left(\hat{\alpha} < \alpha_0 + Z_{\alpha^*} \sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n^{\#}}} \right) = 1 - \alpha^*$$

ดังนั้น ช่วงของการยอมรับความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ $1(\alpha)$ คือ

$$\left(0 , \alpha_0 + Z_{\alpha^*} \sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n^{\#}}} \right)$$

เมื่อ α = ค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบ

$\hat{\alpha}$ = ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดลอง มีค่าเท่ากับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง หารด้วยจำนวนครั้งในการทดลอง

α^* = ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม

α_0 = ระดับนัยสำคัญที่กำหนดในการศึกษา มี 3 ระดับ คือ 0.01 0.05 และ 0.10

$n^{\#}$ = จำนวนรอบของการทดลอง ซึ่งในการวิจัยนี้จะเท่ากับ 1000 รอบ

จะได้ว่า ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha_0 = 0.01$ ช่วงของการยอมรับเป็น [0, 0.015]

$\alpha_0 = 0.05$ ช่วงของการยอมรับเป็น [0, 0.061]

$\alpha_0 = 0.10$ ช่วงของการยอมรับเป็น [0, 0.116]

ถ้าค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 $(\hat{\alpha})$ ของตัวสถิติทดสอบใดตกอยู่ในช่วงของการยอมรับดังกล่าวข้างต้น จะถือว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 ในสถานการณ์นั้นๆ ได้ จากนั้นจึงจะดำเนินการหากำลังของการทดสอบต่อไป

3.2.4 การหากำลังของการทดสอบ

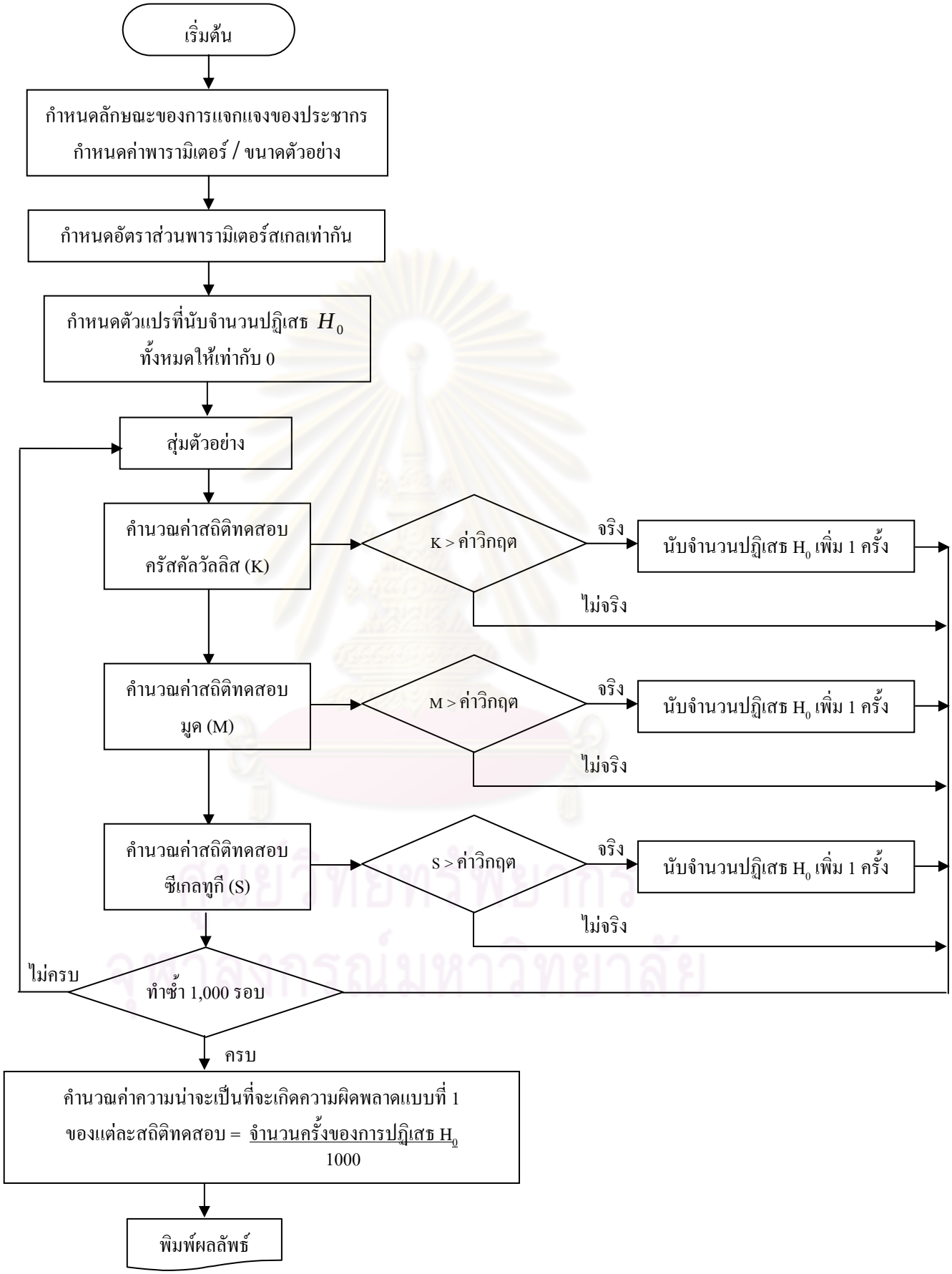
จะวัดจากสัดส่วนของเหตุการณ์ที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ โดยจะเปรียบเทียบค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบในสถานการณ์ใดๆ ที่สามารถควบคุมค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น โดยตัวสถิติทดสอบใดที่มีค่ากำลังของการทดสอบสูงที่สุดจะถือว่าเป็นการทดสอบที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์ดังกล่าวและภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นที่กำหนด

3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

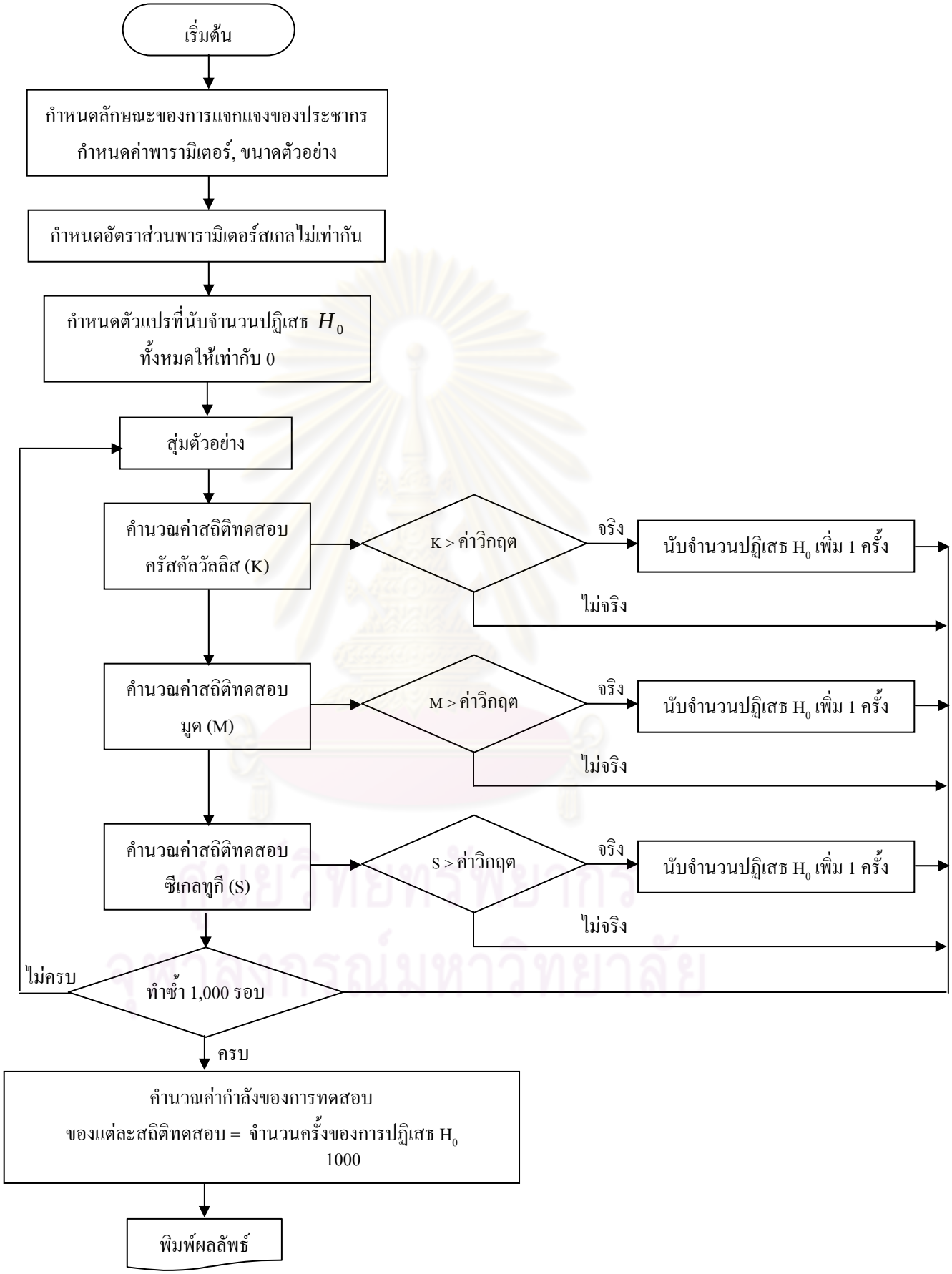
ในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังของการทดสอบ ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน แสดงได้ดังแผนผังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 1 คำนวณค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1



ส่วนที่ 2 คำนวณค่ากำลังของการทดสอบ



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อสรุปในการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดสำหรับการแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเลขชี้กำลัง โดยอาศัยตัวสถิติ 3 ตัว คือ สถิติทดสอบมูด สถิติทดสอบซีเกลทูกี และสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบดังกล่าว เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ขนาดในแต่ละการแจกแจงของประชากรเท่ากัน และกำลังของการทอสอบของตัวสถิติทดสอบดังกล่าวเมื่อกำหนดให้ประชากรในแต่ละการแจกแจงมีพารามิเตอร์ขนาดไม่เท่ากัน

ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติอาจเกิดความผิดพลาดในการสรุปผล ซึ่งความผิดพลาดแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ความผิดพลาดแบบที่ 1 และความผิดพลาดแบบที่ 2 ลักษณะดังกล่าวสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

ผลการทดสอบ	ความเป็นจริง	
	H_0 เป็นจริง	H_1 ไม่เป็นจริง
ยอมรับ H_0	การตัดสินใจถูกต้อง	ความผิดพลาดแบบที่ 2 (β)
ปฏิเสธ H_0	ความผิดพลาดแบบที่ 1 (α)	การตัดสินใจถูกต้อง

ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ต้องการให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 (α) และความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 2 (β) มีค่าน้อยที่สุด เพื่อให้กำลังของการทดสอบ $(1-\beta)$ มีค่ามากที่สุด แต่ถ้าลด α จะทำให้ β เพิ่มขึ้น และถ้าลด β จะทำให้ α เพิ่มขึ้น ดังนั้นในการเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบจะควบคุมค่า α โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แล้วจึงเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น

การทำเสนอผลการวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 นำเสนอค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1

ส่วนที่ 2 นำเสนอค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 เพื่อการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองช่วงของการยอมรับโดยอาศัยตัวสถิติทอสอบ 3 ตัว เพื่อหาข้อสรุปว่าตัวสถิติทดสอบใดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.01 0.05 และ 0.10

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ การทดสอบทวินาม ซึ่งตัวสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ถ้าค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลอง (α^*) อยู่ในช่วงของการยอมรับ ดังต่อไปนี้

- ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่า α^* อยู่ในช่วง [0 , 0.015]
- ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า α^* อยู่ในช่วง [0 , 0.061]
- ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ค่า α^* อยู่ในช่วง [0 , 0.116]

กรณีที่ค่า α^* อยู่นอกช่วงดังกล่าว จะถือว่าตัวสถิติทดสอบนั้นไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะนำเสนอในรูปแบบของตาราง

การนำเสนอค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีพารามิเตอร์ไม่เท่ากันจะเสนอในรูปแบบของตาราง

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1

ในหัวข้อนี้จะทำการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดของแต่ละการแจกแจงทั้ง 3 ตัว เมื่อกำหนดให้ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงไวบูลล์ การแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่สัมประสิทธิ์การแปรผัน 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 ขนาดตัวอย่าง 10 15 20 30 40 50 70 และ 100 ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.01 0.05 และ 0.10 โดยนำเสนอในรูปแบบของตาราง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิจัย มีดังนี้

Significance	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญที่กำหนดในการทดสอบ
CV	หมายถึง	สัมประสิทธิ์การแปรผัน
n_j	หมายถึง	ขนาดตัวอย่างชุดที่ j
M	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบมูด

S	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบซีเกลทูกี
K	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส
“ * ”	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ไว้ได้

ผู้วิจัยจะนำเสนอค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดโดยมีรายละเอียดในตารางที่ 4.2 ดังนี้

4.1.1 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.2 – 4.7 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ สำหรับประชากร 2 และ 3 กลุ่มประชากร กำหนดความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน ขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่าตัวสถิติทั้ง 3 ตัว สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับนัยสำคัญของการทดสอบ พบว่าค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัวที่ได้มีค่าเท่ากัน

3. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

4. เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แปรผันตามระดับนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.1 $\mu=10,\sigma^2=1$	(10,10)	0.010	0.015	0.015
	(15,15)	0.009	0.014	0.012
	(20,20)	0.007	0.014	0.012
	(30,30)	0.006	0.014	0.011
	(40,40)	0.006	0.010	0.010
	(50,50)	0.006	0.008	0.009
	(70,70)	0.006	0.008	0.009
	(100,100)	0.006	0.004	0.007
0.5 $\mu=2,\sigma^2=1$	(10,10)	0.010	0.015	0.015
	(15,15)	0.009	0.014	0.012
	(20,20)	0.007	0.014	0.012
	(30,30)	0.006	0.014	0.011
	(40,40)	0.006	0.010	0.010
	(50,50)	0.006	0.008	0.009
	(70,70)	0.006	0.008	0.009
	(100,100)	0.006	0.004	0.007
1.0 $\mu=1,\sigma^2=1$	(10,10)	0.010	0.015	0.015
	(15,15)	0.009	0.014	0.012
	(20,20)	0.007	0.014	0.012
	(30,30)	0.006	0.014	0.011
	(40,40)	0.006	0.010	0.010
	(50,50)	0.006	0.008	0.009
	(70,70)	0.006	0.008	0.009
	(100,100)	0.006	0.004	0.007
1.5 $\mu=0.67,\sigma^2=1$	(10,10)	0.010	0.015	0.015
	(15,15)	0.009	0.014	0.012
	(20,20)	0.007	0.014	0.012
	(30,30)	0.006	0.014	0.011
	(40,40)	0.006	0.010	0.010
	(50,50)	0.006	0.008	0.009
	(70,70)	0.006	0.008	0.009
	(100,100)	0.006	0.004	0.007
2.0 $\mu=0.5,\sigma^2=1$	(10,10)	0.010	0.015	0.015
	(15,15)	0.009	0.014	0.012
	(20,20)	0.007	0.014	0.012
	(30,30)	0.006	0.014	0.011
	(40,40)	0.006	0.010	0.010
	(50,50)	0.006	0.008	0.009
	(70,70)	0.006	0.008	0.009
	(100,100)	0.006	0.004	0.007

ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.1 $\mu=10,\sigma^2=1$	(10,10)	0.057	0.060	0.059
	(15,15)	0.053	0.058	0.059
	(20,20)	0.053	0.057	0.054
	(30,30)	0.052	0.057	0.054
	(40,40)	0.050	0.052	0.053
	(50,50)	0.044	0.042	0.053
	(70,70)	0.043	0.042	0.049
	(100,100)	0.040	0.041	0.048
0.5 $\mu=2,\sigma^2=1$	(10,10)	0.057	0.060	0.059
	(15,15)	0.053	0.058	0.059
	(20,20)	0.053	0.057	0.054
	(30,30)	0.052	0.057	0.054
	(40,40)	0.050	0.052	0.053
	(50,50)	0.044	0.042	0.053
	(70,70)	0.043	0.042	0.049
	(100,100)	0.040	0.041	0.048
1.0 $\mu=1,\sigma^2=1$	(10,10)	0.057	0.060	0.059
	(15,15)	0.053	0.058	0.059
	(20,20)	0.053	0.057	0.054
	(30,30)	0.052	0.057	0.054
	(40,40)	0.050	0.052	0.053
	(50,50)	0.044	0.042	0.053
	(70,70)	0.043	0.042	0.049
	(100,100)	0.040	0.041	0.048
1.5 $\mu=0.67,\sigma^2=1$	(10,10)	0.057	0.060	0.059
	(15,15)	0.053	0.058	0.059
	(20,20)	0.053	0.057	0.054
	(30,30)	0.052	0.057	0.054
	(40,40)	0.050	0.052	0.053
	(50,50)	0.044	0.042	0.053
	(70,70)	0.043	0.042	0.049
	(100,100)	0.040	0.041	0.048
2.0 $\mu=0.5,\sigma^2=1$	(10,10)	0.057	0.060	0.059
	(15,15)	0.053	0.058	0.059
	(20,20)	0.053	0.057	0.054
	(30,30)	0.052	0.057	0.054
	(40,40)	0.050	0.052	0.053
	(50,50)	0.044	0.042	0.053
	(70,70)	0.043	0.042	0.049
	(100,100)	0.040	0.041	0.048

ตารางที่ 4.4 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.10 $\mu=10,\sigma^2=1$	(10,10)	0.115	0.116	0.110
	(15,15)	0.114	0.118	0.116
	(20,20)	0.109	0.115	0.108
	(30,30)	0.104	0.115	0.106
	(40,40)	0.102	0.107	0.105
	(50,50)	0.096	0.106	0.097
	(70,70)	0.092	0.099	0.095
	(100,100)	0.086	0.086	0.095
0.5 $\mu=2,\sigma^2=1$	(10,10)	0.115	0.116	0.110
	(15,15)	0.114	0.118	0.116
	(20,20)	0.109	0.115	0.108
	(30,30)	0.104	0.115	0.106
	(40,40)	0.102	0.107	0.105
	(50,50)	0.096	0.106	0.097
	(70,70)	0.092	0.099	0.095
	(100,100)	0.086	0.086	0.095
1.0 $\mu=1,\sigma^2=1$	(10,10)	0.115	0.116	0.110
	(15,15)	0.114	0.118	0.116
	(20,20)	0.109	0.115	0.108
	(30,30)	0.104	0.115	0.106
	(40,40)	0.102	0.107	0.105
	(50,50)	0.096	0.106	0.097
	(70,70)	0.092	0.099	0.095
	(100,100)	0.086	0.086	0.095
1.5 $\mu=0.67,\sigma^2=1$	(10,10)	0.115	0.116	0.110
	(15,15)	0.114	0.118	0.116
	(20,20)	0.109	0.115	0.108
	(30,30)	0.104	0.115	0.106
	(40,40)	0.102	0.107	0.105
	(50,50)	0.096	0.106	0.097
	(70,70)	0.092	0.099	0.095
	(100,100)	0.086	0.086	0.095
2.0 $\mu=0.5,\sigma^2=1$	(10,10)	0.115	0.116	0.110
	(15,15)	0.114	0.118	0.116
	(20,20)	0.109	0.115	0.108
	(30,30)	0.104	0.115	0.106
	(40,40)	0.102	0.107	0.105
	(50,50)	0.096	0.106	0.097
	(70,70)	0.092	0.099	0.095
	(100,100)	0.086	0.086	0.095

ตารางที่ 4.5 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 $\mu=10,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.012	0.013	0.014
	(15,15,15)	0.011	0.011	0.013
	(20,20,20)	0.009	0.011	0.011
	(30,30,30)	0.008	0.010	0.010
	(40,40,40)	0.006	0.008	0.010
	(50,50,50)	0.006	0.007	0.009
	(70,70,70)	0.005	0.006	0.008
	(100,100,100)	0.004	0.004	0.007
0.5 $\mu=2,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.012	0.013	0.014
	(15,15,15)	0.011	0.011	0.013
	(20,20,20)	0.009	0.011	0.011
	(30,30,30)	0.008	0.010	0.010
	(40,40,40)	0.006	0.008	0.010
	(50,50,50)	0.006	0.007	0.009
	(70,70,70)	0.005	0.006	0.008
	(100,100,100)	0.004	0.004	0.007
1.0 $\mu=1,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.012	0.013	0.014
	(15,15,15)	0.011	0.011	0.013
	(20,20,20)	0.009	0.011	0.011
	(30,30,30)	0.008	0.010	0.010
	(40,40,40)	0.006	0.008	0.010
	(50,50,50)	0.006	0.007	0.009
	(70,70,70)	0.005	0.006	0.008
	(100,100,100)	0.004	0.004	0.007
1.5 $\mu=0.67,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.012	0.013	0.014
	(15,15,15)	0.011	0.011	0.013
	(20,20,20)	0.009	0.011	0.011
	(30,30,30)	0.008	0.010	0.010
	(40,40,40)	0.006	0.008	0.010
	(50,50,50)	0.006	0.007	0.009
	(70,70,70)	0.005	0.006	0.008
	(100,100,100)	0.004	0.004	0.007
2.0 $\mu=0.5,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.012	0.013	0.014
	(15,15,15)	0.011	0.011	0.013
	(20,20,20)	0.009	0.011	0.011
	(30,30,30)	0.008	0.010	0.010
	(40,40,40)	0.006	0.008	0.010
	(50,50,50)	0.006	0.007	0.009
	(70,70,70)	0.005	0.006	0.008
	(100,100,100)	0.004	0.004	0.007

ตารางที่ 4.6 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 $\mu=10,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.055	0.059	0.061
	(15,15,15)	0.048	0.054	0.055
	(20,20,20)	0.047	0.051	0.052
	(30,30,30)	0.046	0.048	0.052
	(40,40,40)	0.045	0.045	0.051
	(50,50,50)	0.043	0.044	0.050
	(70,70,70)	0.043	0.038	0.050
	(100,100,100)	0.041	0.037	0.042
0.5 $\mu=2,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.055	0.059	0.061
	(15,15,15)	0.048	0.054	0.055
	(20,20,20)	0.047	0.051	0.052
	(30,30,30)	0.046	0.048	0.052
	(40,40,40)	0.045	0.045	0.051
	(50,50,50)	0.043	0.044	0.050
	(70,70,70)	0.043	0.038	0.050
	(100,100,100)	0.041	0.037	0.042
1.0 $\mu=1,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.055	0.059	0.061
	(15,15,15)	0.048	0.054	0.055
	(20,20,20)	0.047	0.051	0.052
	(30,30,30)	0.046	0.048	0.052
	(40,40,40)	0.045	0.045	0.051
	(50,50,50)	0.043	0.044	0.050
	(70,70,70)	0.043	0.038	0.050
	(100,100,100)	0.041	0.037	0.042
1.5 $\mu=0.67,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.055	0.059	0.061
	(15,15,15)	0.048	0.054	0.055
	(20,20,20)	0.047	0.051	0.052
	(30,30,30)	0.046	0.048	0.052
	(40,40,40)	0.045	0.045	0.051
	(50,50,50)	0.043	0.044	0.050
	(70,70,70)	0.043	0.038	0.050
	(100,100,100)	0.041	0.037	0.042
2.0 $\mu=0.5,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.055	0.059	0.061
	(15,15,15)	0.048	0.054	0.055
	(20,20,20)	0.047	0.051	0.052
	(30,30,30)	0.046	0.048	0.052
	(40,40,40)	0.045	0.045	0.051
	(50,50,50)	0.043	0.044	0.050
	(70,70,70)	0.043	0.038	0.050
	(100,100,100)	0.041	0.037	0.042

ตารางที่ 4.7 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.10 $\mu=10,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.111	0.114	0.116
	(15,15,15)	0.103	0.112	0.113
	(20,20,20)	0.101	0.108	0.109
	(30,30,30)	0.100	0.104	0.103
	(40,40,40)	0.093	0.089	0.099
	(50,50,50)	0.090	0.086	0.098
	(70,70,70)	0.089	0.084	0.092
	(100,100,100)	0.085	0.081	0.087
0.5 $\mu=2,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.111	0.114	0.116
	(15,15,15)	0.103	0.112	0.113
	(20,20,20)	0.101	0.108	0.109
	(30,30,30)	0.100	0.104	0.103
	(40,40,40)	0.093	0.089	0.099
	(50,50,50)	0.090	0.086	0.098
	(70,70,70)	0.089	0.084	0.092
	(100,100,100)	0.085	0.081	0.087
1.0 $\mu=1,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.111	0.114	0.116
	(15,15,15)	0.103	0.112	0.113
	(20,20,20)	0.101	0.108	0.109
	(30,30,30)	0.100	0.104	0.103
	(40,40,40)	0.093	0.089	0.099
	(50,50,50)	0.090	0.086	0.098
	(70,70,70)	0.089	0.084	0.092
	(100,100,100)	0.085	0.081	0.087
1.5 $\mu=0.67,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.111	0.114	0.116
	(15,15,15)	0.103	0.112	0.113
	(20,20,20)	0.101	0.108	0.109
	(30,30,30)	0.100	0.104	0.103
	(40,40,40)	0.093	0.089	0.099
	(50,50,50)	0.090	0.086	0.098
	(70,70,70)	0.089	0.084	0.092
	(100,100,100)	0.085	0.081	0.087
2.0 $\mu=0.5,\sigma^2=1$	(10,10,10)	0.111	0.114	0.116
	(15,15,15)	0.103	0.112	0.113
	(20,20,20)	0.101	0.108	0.109
	(30,30,30)	0.100	0.104	0.103
	(40,40,40)	0.093	0.089	0.099
	(50,50,50)	0.090	0.086	0.098
	(70,70,70)	0.089	0.084	0.092
	(100,100,100)	0.085	0.081	0.087

4.1.2 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงแกมมา

จากตารางที่ 4.8 – 4.13 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา สำหรับประชากร 2 และ 3 กลุ่มประชากรกำหนดความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน ขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่าตัวสถิติทั้ง 3 ตัว สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สำหรับทุกค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

3. เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แปรผันตามระดับนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.1 $\alpha = 100, \lambda = 1$	(10,10)	0.005	0.012	0.009
	(15,15)	0.003	0.011	0.005
	(20,20)	0.002	0.010	0.003
	(30,30)	0.002	0.008	0.002
	(40,40)	0.001	0.008	0.001
	(50,50)	0.001	0.008	0.000
	(70,70)	0.000	0.007	0.000
	(100,100)	0.000	0.006	0.000
0.5 $\alpha = 4, \lambda = 0$	(10,10)	0.009	0.015	0.014
	(15,15)	0.007	0.013	0.011
	(20,20)	0.007	0.011	0.010
	(30,30)	0.005	0.011	0.009
	(40,40)	0.004	0.010	0.008
	(50,50)	0.004	0.009	0.008
	(70,70)	0.004	0.008	0.006
	(100,100)	0.001	0.007	0.006
1.5 $\alpha = 0.44, \lambda = 1$	(10,10)	0.008	0.011	0.010
	(15,15)	0.006	0.009	0.010
	(20,20)	0.004	0.009	0.010
	(30,30)	0.004	0.009	0.010
	(40,40)	0.004	0.008	0.009
	(50,50)	0.003	0.007	0.009
	(70,70)	0.003	0.006	0.007
	(100,100)	0.002	0.005	0.005
2.0 $\alpha = 0.25, \lambda = 1$	(10,10)	0.011	0.013	0.010
	(15,15)	0.010	0.011	0.009
	(20,20)	0.009	0.010	0.008
	(30,30)	0.009	0.009	0.007
	(40,40)	0.006	0.008	0.007
	(50,50)	0.002	0.006	0.005
	(70,70)	0.001	0.006	0.005
	(100,100)	0.000	0.005	0.004

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.1	(10,10)	0.023	0.060	0.024
$\alpha = 100, \lambda = 1$	(15,15)	0.022	0.058	0.024
	(20,20)	0.018	0.052	0.023
	(30,30)	0.012	0.052	0.018
	(40,40)	0.012	0.049	0.017
	(50,50)	0.009	0.047	0.015
	(70,70)	0.008	0.047	0.014
	(100,100)	0.005	0.044	0.011
0.5	(10,10)	0.043	0.060	0.057
$\alpha = 4, \lambda = 0$	(15,15)	0.041	0.059	0.052
	(20,20)	0.036	0.059	0.049
	(30,30)	0.033	0.058	0.049
	(40,40)	0.032	0.058	0.047
	(50,50)	0.029	0.052	0.046
	(70,70)	0.029	0.051	0.044
	(100,100)	0.026	0.045	0.044
1.5	(10,10)	0.052	0.056	0.054
$\alpha = 0.44, \lambda = 1$	(15,15)	0.048	0.055	0.054
	(20,20)	0.045	0.055	0.050
	(30,30)	0.041	0.051	0.046
	(40,40)	0.035	0.047	0.045
	(50,50)	0.034	0.046	0.042
	(70,70)	0.030	0.045	0.042
	(100,100)	0.027	0.044	0.036
2.0	(10,10)	0.054	0.060	0.056
$\alpha = 0.25, \lambda = 1$	(15,15)	0.052	0.058	0.042
	(20,20)	0.050	0.057	0.040
	(30,30)	0.047	0.056	0.037
	(40,40)	0.044	0.055	0.036
	(50,50)	0.043	0.050	0.035
	(70,70)	0.039	0.048	0.034
	(100,100)	0.025	0.048	0.031

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.1	(10,10)	0.047	0.113	0.053
$\alpha = 100, \lambda = 1$	(15,15)	0.039	0.110	0.051
	(20,20)	0.034	0.108	0.051
	(30,30)	0.026	0.107	0.045
	(40,40)	0.025	0.093	0.044
	(50,50)	0.021	0.091	0.044
	(70,70)	0.010	0.086	0.044
	(100,100)	0.006	0.010	0.032
0.5	(10,10)	0.089	0.116	0.113
$\alpha = 4, \lambda = 0$	(15,15)	0.088	0.115	0.110
	(20,20)	0.084	0.113	0.108
	(30,30)	0.080	0.111	0.107
	(40,40)	0.077	0.109	0.101
	(50,50)	0.075	0.109	0.101
	(70,70)	0.073	0.104	0.097
	(100,100)	0.072	0.100	0.086
1.5	(10,10)	0.109	0.114	0.115
$\alpha = 0.44, \lambda = 1$	(15,15)	0.104	0.114	0.114
	(20,20)	0.099	0.112	0.107
	(30,30)	0.088	0.110	0.101
	(40,40)	0.086	0.106	0.101
	(50,50)	0.082	0.099	0.091
	(70,70)	0.075	0.095	0.090
	(100,100)	0.073	0.093	0.090
2.0	(10,10)	0.012	0.113	0.098
$\alpha = 0.25, \lambda = 1$	(15,15)	0.111	0.112	0.088
	(20,20)	0.110	0.112	0.085
	(30,30)	0.110	0.112	0.079
	(40,40)	0.108	0.108	0.078
	(50,50)	0.108	0.108	0.076
	(70,70)	0.085	0.099	0.074
	(100,100)	0.081	0.097	0.069

ตารางที่ 4.11 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1	(10,10,10)	0.005	0.015	0.001
$\alpha = 100, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.005	0.015	0.001
	(20,20,20)	0.004	0.009	0.001
	(30,30,30)	0.004	0.008	0.000
	(40,40,40)	0.002	0.008	0.000
	(50,50,50)	0.000	0.007	0.000
	(70,70,70)	0.000	0.007	0.000
	(100,100,100)	0.000	0.006	0.000
0.5	(10,10,10)	0.006	0.011	0.010
$\alpha = 4, \lambda = 0$	(15,15,15)	0.005	0.011	0.009
	(20,20,20)	0.005	0.011	0.008
	(30,30,30)	0.004	0.009	0.008
	(40,40,40)	0.003	0.009	0.007
	(50,50,50)	0.003	0.008	0.007
	(70,70,70)	0.003	0.008	0.006
	(100,100,100)	0.000	0.007	0.006
1.5	(10,10,10)	0.009	0.010	0.011
$\alpha = 0.44, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.005	0.009	0.011
	(20,20,20)	0.004	0.009	0.010
	(30,30,30)	0.003	0.008	0.010
	(40,40,40)	0.003	0.007	0.009
	(50,50,50)	0.003	0.007	0.008
	(70,70,70)	0.001	0.006	0.007
	(100,100,100)	0.001	0.006	0.007
2.0	(10,10,10)	0.011	0.013	0.008
$\alpha = 0.25, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.010	0.011	0.008
	(20,20,20)	0.007	0.011	0.006
	(30,30,30)	0.007	0.010	0.006
	(40,40,40)	0.006	0.008	0.004
	(50,50,50)	0.006	0.008	0.003
	(70,70,70)	0.002	0.006	0.002
	(100,100,100)	0.002	0.005	0.001

ตารางที่ 4.12 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1	(10,10,10)	0.012	0.061	0.015
$\alpha = 100, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.011	0.060	0.013
	(20,20,20)	0.011	0.060	0.013
	(30,30,30)	0.010	0.059	0.012
	(40,40,40)	0.008	0.058	0.012
	(50,50,50)	0.004	0.053	0.009
	(70,70,70)	0.004	0.048	0.007
	(100,100,100)	0.003	0.048	0.006
0.5	(10,10,10)	0.036	0.061	0.058
$\alpha = 4, \lambda = 0$	(15,15,15)	0.033	0.058	0.055
	(20,20,20)	0.032	0.055	0.048
	(30,30,30)	0.031	0.053	0.045
	(40,40,40)	0.029	0.050	0.045
	(50,50,50)	0.026	0.048	0.042
	(70,70,70)	0.025	0.047	0.040
	(100,100,100)	0.019	0.045	0.039
1.5	(10,10,10)	0.060	0.056	0.059
$\alpha = 0.44, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.049	0.055	0.049
	(20,20,20)	0.035	0.053	0.048
	(30,30,30)	0.032	0.053	0.046
	(40,40,40)	0.027	0.051	0.045
	(50,50,50)	0.027	0.048	0.041
	(70,70,70)	0.026	0.046	0.040
	(100,100,100)	0.026	0.043	0.035
2.0	(10,10,10)	0.050	0.058	0.044
$\alpha = 0.25, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.047	0.058	0.041
	(20,20,20)	0.042	0.058	0.037
	(30,30,30)	0.040	0.054	0.036
	(40,40,40)	0.037	0.049	0.034
	(50,50,50)	0.032	0.048	0.030
	(70,70,70)	0.026	0.046	0.028
	(100,100,100)	0.016	0.042	0.026

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1	(10,10,10)	0.033	0.114	0.040
$\alpha = 100, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.031	0.112	0.040
	(20,20,20)	0.031	0.112	0.035
	(30,30,30)	0.027	0.110	0.034
	(40,40,40)	0.022	0.107	0.030
	(50,50,50)	0.021	0.101	0.029
	(70,70,70)	0.019	0.096	0.026
	(100,100,100)	0.012	0.088	0.018
0.5	(10,10,10)	0.078	0.113	0.110
$\alpha = 4, \lambda = 0$	(15,15,15)	0.072	0.111	0.109
	(20,20,20)	0.071	0.108	0.104
	(30,30,30)	0.068	0.105	0.095
	(40,40,40)	0.067	0.103	0.093
	(50,50,50)	0.065	0.102	0.091
	(70,70,70)	0.065	0.098	0.089
	(100,100,100)	0.050	0.095	0.086
1.5	(10,10,10)	0.081	0.112	0.111
$\alpha = 0.44, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.080	0.111	0.101
	(20,20,20)	0.075	0.109	0.096
	(30,30,30)	0.071	0.108	0.094
	(40,40,40)	0.069	0.107	0.093
	(50,50,50)	0.066	0.102	0.093
	(70,70,70)	0.065	0.097	0.085
	(100,100,100)	0.063	0.095	0.069
2.0	(10,10,10)	0.112	0.111	0.089
$\alpha = 0.25, \lambda = 1$	(15,15,15)	0.110	0.108	0.072
	(20,20,20)	0.108	0.106	0.070
	(30,30,30)	0.107	0.105	0.069
	(40,40,40)	0.103	0.099	0.069
	(50,50,50)	0.103	0.095	0.067
	(70,70,70)	0.069	0.093	0.065
	(100,100,100)	0.050	0.087	0.050

4.1.3 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงไวบูลล์

จากตารางที่ 4.14 – 4.19 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ สำหรับ 2 และ 3 กลุ่มประชากร กำหนดความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน ขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่าตัวสถิติทั้ง 3 ตัว สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สำหรับทุกค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

3. เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แปรผันตามระดับนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.1 $\beta = 12.2, \lambda = 1$	(10,10)	0.014	0.015	0.010
	(15,15)	0.012	0.013	0.009
	(20,20)	0.012	0.012	0.009
	(30,30)	0.012	0.011	0.008
	(40,40)	0.007	0.011	0.007
	(50,50)	0.006	0.008	0.007
	(70,70)	0.006	0.008	0.006
	(100,100)	0.006	0.008	0.001
0.5 $\beta = 2.1, \lambda = 1$	(10,10)	0.015	0.015	0.014
	(15,15)	0.015	0.015	0.013
	(20,20)	0.014	0.013	0.012
	(30,30)	0.012	0.013	0.011
	(40,40)	0.012	0.012	0.010
	(50,50)	0.011	0.012	0.010
	(70,70)	0.006	0.010	0.008
	(100,100)	0.005	0.007	0.007
1.0 $\beta = 1, \lambda = 1$	(10,10)	0.015	0.015	0.015
	(15,15)	0.014	0.015	0.013
	(20,20)	0.013	0.014	0.012
	(30,30)	0.012	0.012	0.010
	(40,40)	0.012	0.012	0.010
	(50,50)	0.011	0.010	0.010
	(70,70)	0.005	0.010	0.010
	(100,100)	0.004	0.006	0.007
1.5 $\beta = 0.685, \lambda = 1$	(10,10)	0.015	0.015	0.015
	(15,15)	0.013	0.014	0.015
	(20,20)	0.013	0.014	0.010
	(30,30)	0.013	0.012	0.010
	(40,40)	0.012	0.011	0.010
	(50,50)	0.010	0.009	0.009
	(70,70)	0.005	0.009	0.009
	(100,100)	0.004	0.006	0.007
2.0 $\beta = 0.543, \lambda = 1$	(10,10)	0.014	0.015	0.015
	(15,15)	0.013	0.015	0.015
	(20,20)	0.011	0.014	0.010
	(30,30)	0.009	0.013	0.010
	(40,40)	0.008	0.013	0.010
	(50,50)	0.007	0.010	0.009
	(70,70)	0.003	0.009	0.008
	(100,100)	0.003	0.007	0.007

ตารางที่ 4.15 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.1 $\beta = 12.2, \lambda = 1$	(10,10)	0.060	0.061	0.059
	(15,15)	0.060	0.061	0.056
	(20,20)	0.056	0.056	0.054
	(30,30)	0.056	0.055	0.045
	(40,40)	0.051	0.054	0.040
	(50,50)	0.042	0.051	0.033
	(70,70)	0.040	0.051	0.026
	(100,100)	0.038	0.048	0.011
0.5 $\beta = 2.1, \lambda = 1$	(10,10)	0.059	0.061	0.061
	(15,15)	0.057	0.061	0.061
	(20,20)	0.051	0.061	0.060
	(30,30)	0.051	0.061	0.059
	(40,40)	0.051	0.060	0.056
	(50,50)	0.050	0.058	0.056
	(70,70)	0.039	0.057	0.047
	(100,100)	0.039	0.047	0.040
1.0 $\beta = 1, \lambda = 1$	(10,10)	0.060	0.061	0.061
	(15,15)	0.059	0.061	0.061
	(20,20)	0.052	0.061	0.060
	(30,30)	0.052	0.061	0.059
	(40,40)	0.051	0.061	0.057
	(50,50)	0.049	0.061	0.055
	(70,70)	0.045	0.055	0.049
	(100,100)	0.039	0.048	0.040
1.5 $\beta = 0.685, \lambda = 1$	(10,10)	0.058	0.061	0.061
	(15,15)	0.052	0.061	0.061
	(20,20)	0.051	0.061	0.061
	(30,30)	0.049	0.061	0.060
	(40,40)	0.048	0.059	0.057
	(50,50)	0.046	0.058	0.054
	(70,70)	0.040	0.050	0.049
	(100,100)	0.036	0.049	0.038
2.0 $\beta = 0.543, \lambda = 1$	(10,10)	0.058	0.061	0.061
	(15,15)	0.051	0.061	0.061
	(20,20)	0.047	0.060	0.059
	(30,30)	0.046	0.060	0.059
	(40,40)	0.045	0.059	0.054
	(50,50)	0.037	0.056	0.050
	(70,70)	0.036	0.049	0.045
	(100,100)	0.034	0.047	0.039

ตารางที่ 4.16 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	(n1,n2)	M	S	K
0.1 $\beta = 12.2, \lambda = 1$	(10,10)	0.113	0.116	0.112
	(15,15)	0.109	0.115	0.110
	(20,20)	0.106	0.114	0.098
	(30,30)	0.104	0.106	0.093
	(40,40)	0.102	0.105	0.091
	(50,50)	0.096	0.104	0.078
	(70,70)	0.095	0.100	0.062
	(100,100)	0.093	0.096	0.024
0.5 $\beta = 2.1, \lambda = 1$	(10,10)	0.109	0.114	0.114
	(15,15)	0.107	0.113	0.110
	(20,20)	0.106	0.112	0.109
	(30,30)	0.104	0.111	0.106
	(40,40)	0.103	0.108	0.105
	(50,50)	0.100	0.101	0.102
	(70,70)	0.096	0.100	0.096
	(100,100)	0.091	0.098	0.084
1.0 $\beta = 1, \lambda = 1$	(10,10)	0.110	0.114	0.116
	(15,15)	0.107	0.114	0.113
	(20,20)	0.105	0.113	0.111
	(30,30)	0.103	0.110	0.107
	(40,40)	0.103	0.106	0.105
	(50,50)	0.097	0.104	0.102
	(70,70)	0.093	0.102	0.096
	(100,100)	0.089	0.101	0.088
1.5 $\beta = 0.685, \lambda = 1$	(10,10)	0.112	0.115	0.115
	(15,15)	0.107	0.114	0.114
	(20,20)	0.104	0.113	0.108
	(30,30)	0.103	0.111	0.105
	(40,40)	0.099	0.108	0.101
	(50,50)	0.098	0.107	0.099
	(70,70)	0.088	0.102	0.097
	(100,100)	0.084	0.101	0.091
2.0 $\beta = 0.543, \lambda = 1$	(10,10)	0.116	0.116	0.114
	(15,15)	0.101	0.115	0.112
	(20,20)	0.098	0.114	0.104
	(30,30)	0.098	0.110	0.103
	(40,40)	0.094	0.106	0.100
	(50,50)	0.088	0.104	0.096
	(70,70)	0.087	0.103	0.095
	(100,100)	0.081	0.101	0.091

ตารางที่ 4.17 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 $\beta = 12.2, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.012	0.012	0.008
	(15,15,15)	0.012	0.011	0.008
	(20,20,20)	0.010	0.011	0.007
	(30,30,30)	0.010	0.011	0.005
	(40,40,40)	0.006	0.010	0.004
	(50,50,50)	0.006	0.008	0.001
	(70,70,70)	0.006	0.003	0.000
	(100,100,100)	0.006	0.002	0.000
0.5 $\beta = 2.1, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.012	0.014	0.014
	(15,15,15)	0.011	0.014	0.013
	(20,20,20)	0.010	0.012	0.010
	(30,30,30)	0.009	0.012	0.009
	(40,40,40)	0.008	0.011	0.009
	(50,50,50)	0.008	0.009	0.008
	(70,70,70)	0.005	0.008	0.008
	(100,100,100)	0.003	0.004	0.007
1.0 $\beta = 1, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.012	0.014	0.013
	(15,15,15)	0.010	0.013	0.012
	(20,20,20)	0.010	0.013	0.010
	(30,30,30)	0.010	0.013	0.010
	(40,40,40)	0.009	0.010	0.009
	(50,50,50)	0.008	0.009	0.008
	(70,70,70)	0.005	0.008	0.007
	(100,100,100)	0.004	0.005	0.007
1.5 $\beta = 0.685, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.011	0.014	0.012
	(15,15,15)	0.011	0.013	0.011
	(20,20,20)	0.010	0.012	0.011
	(30,30,30)	0.007	0.011	0.010
	(40,40,40)	0.006	0.010	0.008
	(50,50,50)	0.006	0.009	0.008
	(70,70,70)	0.004	0.007	0.007
	(100,100,100)	0.002	0.004	0.006
2.0 $\beta = 0.543, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.009	0.013	0.011
	(15,15,15)	0.008	0.013	0.010
	(20,20,20)	0.008	0.011	0.010
	(30,30,30)	0.006	0.011	0.009
	(40,40,40)	0.006	0.010	0.008
	(50,50,50)	0.005	0.010	0.008
	(70,70,70)	0.003	0.007	0.006
	(100,100,100)	0.002	0.004	0.006

ตารางที่ 4.18 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 $\beta = 12.2, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.060	0.061	0.054
	(15,15,15)	0.057	0.061	0.053
	(20,20,20)	0.054	0.060	0.047
	(30,30,30)	0.045	0.058	0.043
	(40,40,40)	0.045	0.054	0.036
	(50,50,50)	0.043	0.053	0.024
	(70,70,70)	0.041	0.051	0.006
	(100,100,100)	0.032	0.044	0.001
0.5 $\beta = 2.1, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.056	0.061	0.059
	(15,15,15)	0.055	0.060	0.057
	(20,20,20)	0.054	0.059	0.056
	(30,30,30)	0.050	0.058	0.052
	(40,40,40)	0.048	0.054	0.051
	(50,50,50)	0.046	0.052	0.050
	(70,70,70)	0.044	0.051	0.049
	(100,100,100)	0.043	0.045	0.044
1.0 $\beta = 1, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.061	0.058	0.059
	(15,15,15)	0.059	0.057	0.058
	(20,20,20)	0.053	0.056	0.056
	(30,30,30)	0.052	0.055	0.052
	(40,40,40)	0.048	0.054	0.052
	(50,50,50)	0.047	0.051	0.050
	(70,70,70)	0.045	0.049	0.050
	(100,100,100)	0.040	0.047	0.044
1.5 $\beta = 0.685, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.058	0.057	0.057
	(15,15,15)	0.056	0.056	0.057
	(20,20,20)	0.053	0.055	0.055
	(30,30,30)	0.049	0.055	0.055
	(40,40,40)	0.046	0.054	0.050
	(50,50,50)	0.041	0.051	0.049
	(70,70,70)	0.040	0.049	0.046
	(100,100,100)	0.038	0.045	0.044
2.0 $\beta = 0.543, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.056	0.059	0.057
	(15,15,15)	0.053	0.059	0.057
	(20,20,20)	0.047	0.058	0.051
	(30,30,30)	0.046	0.058	0.051
	(40,40,40)	0.045	0.056	0.049
	(50,50,50)	0.037	0.053	0.049
	(70,70,70)	0.033	0.053	0.048
	(100,100,100)	0.028	0.049	0.046

ตารางที่ 4.19 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 $\beta = 12.2, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.115	0.116	0.100
	(15,15,15)	0.111	0.115	0.096
	(20,20,20)	0.110	0.115	0.094
	(30,30,30)	0.109	0.115	0.089
	(40,40,40)	0.104	0.111	0.067
	(50,50,50)	0.103	0.107	0.048
	(70,70,70)	0.102	0.107	0.013
	(100,100,100)	0.099	0.105	0.004
0.5 $\beta = 2.1, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.114	0.116	0.112
	(15,15,15)	0.110	0.115	0.110
	(20,20,20)	0.109	0.114	0.108
	(30,30,30)	0.108	0.111	0.107
	(40,40,40)	0.107	0.109	0.106
	(50,50,50)	0.101	0.108	0.104
	(70,70,70)	0.100	0.104	0.103
	(100,100,100)	0.096	0.101	0.098
1.0 $\beta = 1, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.116	0.116	0.112
	(15,15,15)	0.107	0.115	0.110
	(20,20,20)	0.106	0.113	0.107
	(30,30,30)	0.105	0.111	0.107
	(40,40,40)	0.102	0.110	0.106
	(50,50,50)	0.101	0.110	0.104
	(70,70,70)	0.101	0.103	0.101
	(100,100,100)	0.101	0.102	0.094
1.5 $\beta = 0.685, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.113	0.115	0.111
	(15,15,15)	0.099	0.115	0.109
	(20,20,20)	0.098	0.113	0.108
	(30,30,30)	0.098	0.112	0.108
	(40,40,40)	0.097	0.107	0.104
	(50,50,50)	0.097	0.106	0.104
	(70,70,70)	0.095	0.102	0.101
	(100,100,100)	0.089	0.101	0.097
2.0 $\beta = 0.543, \lambda = 1$	(10,10,10)	0.112	0.116	0.111
	(15,15,15)	0.103	0.114	0.111
	(20,20,20)	0.098	0.111	0.110
	(30,30,30)	0.087	0.109	0.105
	(40,40,40)	0.086	0.108	0.104
	(50,50,50)	0.081	0.106	0.102
	(70,70,70)	0.074	0.106	0.102
	(100,100,100)	0.073	0.104	0.092

4.1.4 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงเลขชี้กำลัง

จากตารางที่ 4.20 - 4.21 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเลขชี้กำลัง สำหรับประชากร 2 และ 3 กลุ่มประชากรกำหนดความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่าตัวสถิติทั้ง 3 ตัว สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สำหรับทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

3. เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 แปรผันตามระดับนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.1 จำแนกระดับนัยสำคัญ และขนาดตัวอย่าง

ระดับนัยสำคัญ	(n1,n2)	M	S	K
0.01	(10,10)	0.014	0.016	0.016
	(15,15)	0.014	0.016	0.015
	(20,20)	0.010	0.014	0.014
	(30,30)	0.009	0.013	0.012
	(40,40)	0.008	0.011	0.011
	(50,50)	0.007	0.010	0.011
	(70,70)	0.007	0.008	0.010
	(100,100)	0.005	0.007	0.006
0.05	(10,10)	0.060	0.060	0.059
	(15,15)	0.053	0.060	0.056
	(20,20)	0.053	0.058	0.053
	(30,30)	0.053	0.057	0.052
	(40,40)	0.052	0.056	0.052
	(50,50)	0.051	0.054	0.050
	(70,70)	0.047	0.054	0.049
	(100,100)	0.046	0.052	0.042
0.10	(10,10)	0.108	0.113	0.112
	(15,15)	0.106	0.112	0.111
	(20,20)	0.104	0.112	0.111
	(30,30)	0.103	0.109	0.108
	(40,40)	0.103	0.107	0.105
	(50,50)	0.102	0.106	0.103
	(70,70)	0.101	0.101	0.098
	(100,100)	0.092	0.101	0.092

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.1 จำแนกระดับนัยสำคัญ และขนาดตัวอย่าง

ระดับนัยสำคัญ	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.01	(10,10,10)	0.014	0.016	0.016
	(15,15,15)	0.014	0.016	0.014
	(20,20,20)	0.010	0.012	0.014
	(30,30,30)	0.010	0.012	0.013
	(40,40,40)	0.009	0.010	0.013
	(50,50,50)	0.006	0.007	0.010
	(70,70,70)	0.005	0.006	0.009
	(100,100,100)	0.003	0.006	0.008
0.05	(10,10,10)	0.060	0.057	0.060
	(15,15,15)	0.055	0.054	0.059
	(20,20,20)	0.055	0.053	0.059
	(30,30,30)	0.055	0.053	0.056
	(40,40,40)	0.051	0.048	0.050
	(50,50,50)	0.050	0.046	0.046
	(70,70,70)	0.041	0.046	0.046
	(100,100,100)	0.038	0.045	0.045
0.10	(10,10,10)	0.110	0.112	0.116
	(15,15,15)	0.109	0.110	0.113
	(20,20,20)	0.108	0.107	0.106
	(30,30,30)	0.105	0.104	0.103
	(40,40,40)	0.104	0.102	0.102
	(50,50,50)	0.102	0.100	0.102
	(70,70,70)	0.101	0.095	0.099
	(100,100,100)	0.088	0.095	0.099

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบ

ในหัวข้อนี้จะทำการเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบนอนพาราเมตริกซ์สำหรับความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดของประชากร 2 และ 3 กลุ่ม ของตัวสถิติทดสอบ 3 ตัว เมื่อกำหนดให้ประชากรมีการแจกแจงแบบต่างๆ ได้แก่ การแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงไวบูลล์ การแจกแจงเลขชี้กำลัง เมื่อกำหนดสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เท่ากับ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 ซึ่งเป็นตัวที่ใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแต่ละการแจกแจง กำหนดอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดของประชากร เท่ากับ 1.5 2 2.5 3 และ 4 เท่า ตามลำดับ ขนาดตัวอย่างที่นำมาศึกษามีขนาดเท่ากันทุกกลุ่ม เป็น 10 15 20 30 40 50 70 และ100 ซึ่งในที่นี้นำเสนอเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยนำเสนอในรูปแบบของตาราง

4.2.1 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.22 – 4.27 แสดงค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ ของประชากร 2 และ 3 กลุ่ม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

จากการเปรียบเทียบค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด จะมีกำลังของการทดสอบในทุกอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดที่ศึกษา

1. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.10

ผลการทดสอบสำหรับประชากร 2 และ 3 กลุ่มพบว่าสถิติทดสอบมูด มีกำลังของการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง จากผลการทดสอบยังเห็นได้อีกว่าสถิติทดสอบมูดจะมีค่ากำลังของการทดสอบพอๆ กับสถิติทดสอบซีเกลทูกี และเมื่อเพิ่มจำนวนขนาดตัวอย่าง เพิ่มอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดมีขนาด และเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน สถิติทดสอบมูดยังมีกำลังการทดสอบที่ดีกว่าสถิติทดสอบซีเกลทูกี ในทางกลับกันสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิสมีกำลังการทดสอบน้อยที่สุด

2. ที่ขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดเพิ่มขึ้น ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. ที่อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ที่ขนาดตัวอย่างและอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. สำหรับประชากร 2 และ 3 กลุ่ม พบว่ากำลังการทดสอบของแต่ละตัวสถิติจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.048 *	0.042	0.010
	(15,15)	0.071 *	0.061	0.010
	(20,20)	0.102 *	0.096	0.012
	(30,30)	0.212 *	0.179	0.012
	(40,40)	0.311 *	0.263	0.012
	(50,50)	0.436 *	0.338	0.013
	(70,70)	0.485 *	0.372	0.016
	(100,100)	0.496 *	0.376	0.021
2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.119 *	0.107	0.008
	(15,15)	0.249 *	0.210	0.010
	(20,20)	0.286 *	0.222	0.012
	(30,30)	0.353 *	0.244	0.014
	(40,40)	0.415 *	0.329	0.014
	(50,50)	0.468 *	0.344	0.015
	(70,70)	0.512 *	0.352	0.017
	(100,100)	0.556 *	0.396	0.021
2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.200 *	0.193	0.010
	(15,15)	0.321 *	0.287	0.011
	(20,20)	0.333 *	0.299	0.012
	(30,30)	0.381 *	0.309	0.016
	(40,40)	0.477 *	0.332	0.016
	(50,50)	0.495 *	0.382	0.016
	(70,70)	0.564 *	0.498	0.016
	(100,100)	0.613 *	0.523	0.031
3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.277 *	0.221	0.010
	(15,15)	0.390 *	0.335	0.011
	(20,20)	0.395 *	0.340	0.013
	(30,30)	0.465 *	0.422	0.014
	(40,40)	0.497 *	0.430	0.015
	(50,50)	0.522 *	0.494	0.019
	(70,70)	0.635 *	0.524	0.021
	(100,100)	0.699 *	0.568	0.032
4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.314 *	0.265	0.013
	(15,15)	0.392 *	0.346	0.016
	(20,20)	0.438 *	0.381	0.017
	(30,30)	0.512 *	0.484	0.021
	(40,40)	0.578 *	0.478	0.022
	(50,50)	0.598 *	0.503	0.022
	(70,70)	0.656 *	0.589	0.026
	(100,100)	0.714 *	0.625	0.034

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.23 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.173 *	0.156	0.044
	(15,15)	0.224 *	0.204	0.050
	(20,20)	0.293 *	0.258	0.055
	(30,30)	0.438 *	0.378	0.055
	(40,40)	0.480 *	0.393	0.058
	(50,50)	0.512 *	0.491	0.060
	(70,70)	0.546 *	0.511	0.068
	(100,100)	0.599 *	0.559	0.073
2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.222 *	0.207	0.047
	(15,15)	0.300 *	0.261	0.056
	(20,20)	0.367 *	0.290	0.060
	(30,30)	0.449 *	0.386	0.062
	(40,40)	0.556 *	0.499	0.064
	(50,50)	0.572 *	0.549	0.066
	(70,70)	0.697 *	0.589	0.067
	(100,100)	0.723 *	0.652	0.087
2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.351 *	0.341	0.054
	(15,15)	0.412 *	0.362	0.059
	(20,20)	0.461 *	0.374	0.061
	(30,30)	0.465 *	0.436	0.069
	(40,40)	0.599 *	0.582	0.069
	(50,50)	0.646 *	0.596	0.070
	(70,70)	0.722 *	0.665	0.081
	(100,100)	0.785 *	0.724	0.095
3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.485 *	0.358	0.058
	(15,15)	0.433 *	0.389	0.067
	(20,20)	0.540 *	0.390	0.069
	(30,30)	0.593 *	0.477	0.070
	(40,40)	0.649 *	0.601	0.073
	(50,50)	0.660 *	0.654	0.076
	(70,70)	0.733 *	0.715	0.087
	(100,100)	0.801 *	0.777	0.105
4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.538 *	0.399	0.065
	(15,15)	0.544 *	0.404	0.071
	(20,20)	0.590 *	0.467	0.075
	(30,30)	0.611 *	0.498	0.076
	(40,40)	0.675 *	0.633	0.082
	(50,50)	0.704 *	0.689	0.083
	(70,70)	0.778 *	0.758	0.089
	(100,100)	0.888 *	0.789	0.106

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.24 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.281 *	0.250	0.103
	(15,15)	0.348 *	0.307	0.104
	(20,20)	0.421 *	0.402	0.108
	(30,30)	0.565 *	0.509	0.110
	(40,40)	0.965 *	0.609	0.118
	(50,50)	0.794 *	0.709	0.121
	(70,70)	0.881 *	0.813	0.129
	(100,100)	0.967 *	0.924	0.135
2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.454 *	0.441	0.108
	(15,15)	0.644 *	0.611	0.108
	(20,20)	0.777 *	0.698	0.117
	(30,30)	0.912 *	0.851	0.117
	(40,40)	0.975 *	0.943	0.118
	(50,50)	0.987 *	0.971	0.126
	(70,70)	0.999 *	0.997	0.140
	(100,100)	1.000 *	1.000 *	0.142
2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.609 *	0.585	0.114
	(15,15)	0.815 *	0.782	0.120
	(20,20)	0.907 *	0.866	0.123
	(30,30)	0.985 *	0.962	0.123
	(40,40)	1.000 *	0.995	0.125
	(50,50)	1.000 *	0.997	0.135
	(70,70)	1.000 *	1.000 *	0.142
	(100,100)	1.000 *	1.000 *	0.155
3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.730 *	0.678	0.124
	(15,15)	0.919 *	0.883	0.126
	(20,20)	0.976 *	0.940	0.128
	(30,30)	0.995 *	0.985	0.134
	(40,40)	1.000 *	1.000 *	0.138
	(50,50)	1.000 *	1.000 *	0.144
	(70,70)	1.000 *	1.000 *	0.146
	(100,100)	1.000 *	1.000 *	0.158
4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.849 *	0.813	0.135
	(15,15)	0.973 *	0.951	0.137
	(20,20)	0.996 *	0.984	0.144
	(30,30)	1.000 *	0.999 *	0.145
	(40,40)	1.000 *	1.000 *	0.150
	(50,50)	1.000 *	1.000 *	0.156
	(70,70)	1.000 *	1.000 *	0.160
	(100,100)	1.000 *	1.000 *	0.167

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.25 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.124 *	0.103	0.011
	(15,15,15)	0.176 *	0.134	0.012
	(20,20,20)	0.299 *	0.273	0.013
	(30,30,30)	0.348 *	0.315	0.014
	(40,40,40)	0.380 *	0.329	0.015
	(50,50,50)	0.399 *	0.347	0.015
	(70,70,70)	0.401 *	0.358	0.015
	(100,100,100)	0.410 *	0.360	0.019
2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.133 *	0.154	0.013
	(15,15,15)	0.199 *	0.217	0.018
	(20,20,20)	0.315 *	0.284	0.019
	(30,30,30)	0.392 *	0.328	0.019
	(40,40,40)	0.413 *	0.388	0.019
	(50,50,50)	0.442 *	0.401	0.022
	(70,70,70)	0.467 *	0.412	0.022
	(100,100,100)	0.488 *	0.447	0.024
2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.263 *	0.197	0.014
	(15,15,15)	0.236 *	0.214	0.020
	(20,20,20)	0.391 *	0.301	0.021
	(30,30,30)	0.445 *	0.345	0.022
	(40,40,40)	0.489 *	0.412	0.024
	(50,50,50)	0.526 *	0.436	0.026
	(70,70,70)	0.566 *	0.458	0.027
	(100,100,100)	0.587 *	0.490	0.027
3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.311 *	0.201	0.017
	(15,15,15)	0.357 *	0.248	0.020
	(20,20,20)	0.415 *	0.312	0.022
	(30,30,30)	0.489 *	0.399	0.022
	(40,40,40)	0.526 *	0.435	0.028
	(50,50,50)	0.589 *	0.498	0.029
	(70,70,70)	0.628 *	0.517	0.030
	(100,100,100)	0.633 *	0.546	0.031
4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.378 *	0.316	0.022
	(15,15,15)	0.412 *	0.349	0.023
	(20,20,20)	0.457 *	0.378	0.023
	(30,30,30)	0.518 *	0.431	0.024
	(40,40,40)	0.570 *	0.477	0.031
	(50,50,50)	0.629 *	0.514	0.032
	(70,70,70)	0.674 *	0.579	0.033
	(100,100,100)	0.712 *	0.598	0.037

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.26 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.347 *	0.337	0.051
	(15,15,15)	0.444 *	0.414	0.052
	(20,20,20)	0.587 *	0.520	0.057
	(30,30,30)	0.679 *	0.616	0.059
	(40,40,40)	0.765 *	0.636	0.060
	(50,50,50)	0.791 *	0.674	0.061
	(70,70,70)	0.797 *	0.697	0.062
	(100,100,100)	0.818 *	0.702	0.066
2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.420 *	0.407	0.054
	(15,15,15)	0.520 *	0.499	0.056
	(20,20,20)	0.684 *	0.547	0.062
	(30,30,30)	0.699 *	0.697	0.064
	(40,40,40)	0.802 *	0.714	0.072
	(50,50,50)	0.829 *	0.748	0.073
	(70,70,70)	0.875 *	0.799	0.073
	(100,100,100)	0.900 *	0.816	0.075
2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.536 *	0.489	0.063
	(15,15,15)	0.590 *	0.516	0.066
	(20,20,20)	0.699 *	0.589	0.069
	(30,30,30)	0.748 *	0.718	0.079
	(40,40,40)	0.847 *	0.789	0.079
	(50,50,50)	0.869 *	0.799	0.082
	(70,70,70)	0.899 *	0.835	0.085
	(100,100,100)	0.937 *	0.869	0.088
3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.611 *	0.501	0.068
	(15,15,15)	0.625 *	0.548	0.071
	(20,20,20)	0.714 *	0.615	0.072
	(30,30,30)	0.767 *	0.739	0.082
	(40,40,40)	0.856 *	0.833	0.083
	(50,50,50)	0.897 *	0.878	0.090
	(70,70,70)	0.911 *	0.899	0.092
	(100,100,100)	0.961 *	0.900	0.098
4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.627 *	0.536	0.076
	(15,15,15)	0.644 *	0.589	0.078
	(20,20,20)	0.739 *	0.648	0.081
	(30,30,30)	0.798 *	0.769	0.093
	(40,40,40)	0.890 *	0.889	0.096
	(50,50,50)	0.911 *	0.901	0.097
	(70,70,70)	0.947 *	0.926	0.097
	(100,100,100)	0.981 *	0.978	0.111

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.27 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.500 *	0.473	0.093
	(15,15,15)	0.678 *	0.636	0.098
	(20,20,20)	0.793 *	0.744	0.104
	(30,30,30)	0.940 *	0.895	0.110
	(40,40,40)	0.981 *	0.912	0.120
	(50,50,50)	0.996 *	0.935	0.121
	(70,70,70)	0.998 *	0.944	0.123
	(100,100,100)	1.000 *	0.956	0.128
2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.828 *	0.595	0.107
	(15,15,15)	0.961 *	0.638	0.116
	(20,20,20)	0.993 *	0.787	0.123
	(30,30,30)	0.999 *	0.898	0.126
	(40,40,40)	1.000 *	0.927	0.130
	(50,50,50)	1.000 *	0.946	0.132
	(70,70,70)	1.000 *	0.975	0.136
	(100,100,100)	1.000 *	0.988	0.136
2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.958 *	0.628	0.118
	(15,15,15)	0.995 *	0.701	0.119
	(20,20,20)	1.000 *	0.812	0.132
	(30,30,30)	1.000 *	0.913	0.140
	(40,40,40)	1.000 *	0.954	0.140
	(50,50,50)	1.000 *	0.959	0.145
	(70,70,70)	1.000 *	0.976	0.146
	(100,100,100)	1.000 *	0.991	0.149
3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.986 *	0.698	0.123
	(15,15,15)	0.997 *	0.713	0.126
	(20,20,20)	1.000 *	0.878	0.138
	(30,30,30)	1.000 *	0.943	0.144
	(40,40,40)	1.000 *	0.988	0.145
	(50,50,50)	1.000 *	0.990	0.149
	(70,70,70)	1.000 *	0.994	0.150
	(100,100,100)	1.000 *	0.997	0.160
4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.996 *	0.725	0.134
	(15,15,15)	0.998 *	0.786	0.135
	(20,20,20)	1.000 *	0.899	0.141
	(30,30,30)	1.000 *	0.954	0.154
	(40,40,40)	1.000 *	0.991	0.155
	(50,50,50)	1.000 *	0.996	0.155
	(70,70,70)	1.000 *	0.999	0.156
	(100,100,100)	1.000 *	0.999	0.166

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

4.2.2 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงแกมมา

จากตารางที่ 4.28 – 4.33 แสดงค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

จากการเปรียบเทียบค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด จะมีกำลังของการทดสอบในทุกอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดที่ศึกษา

1. ที่ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.1 พบว่าสถิติทดสอบมูดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และที่สัมประสิทธิ์การแปรผัน 0.5 1.5 และ 2.0 พบว่าสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิสมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ที่อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. ที่ขนาดตัวอย่างและอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. สำหรับประชากร 2 และ 3 กลุ่ม พบว่ากำลังการทดสอบของแต่ละตัวสถิติจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.28 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.1	1.5 เท่า	(10,10)	0.009 *	0.006	0.000
$(\alpha = 100, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15)	0.017 *	0.009	0.001
		(20,20)	0.026 *	0.009	0.001
		(30,30)	0.032 *	0.010	0.001
		(40,40)	0.035 *	0.010	0.002
		(50,50)	0.038 *	0.011	0.002
		(70,70)	0.042 *	0.011	0.003
		(100,100)	0.046 *	0.014	0.005
	2 เท่า	(10,10)	0.009 *	0.008	0.000
	(1 : 2)	(15,15)	0.018 *	0.009	0.001
		(20,20)	0.028 *	0.010	0.002
		(30,30)	0.037 *	0.010	0.002
		(40,40)	0.042 *	0.011	0.003
		(50,50)	0.049 *	0.011	0.003
		(70,70)	0.056 *	0.012	0.004
		(100,100)	0.064 *	0.015	0.007
	2.5 เท่า	(10,10)	0.010 *	0.008	0.000
	(1 : 2.5)	(15,15)	0.019 *	0.010	0.001
		(20,20)	0.029 *	0.010	0.004
		(30,30)	0.040 *	0.011	0.004
		(40,40)	0.047 *	0.014	0.004
		(50,50)	0.055 *	0.016	0.005
		(70,70)	0.064 *	0.018	0.005
		(100,100)	0.075 *	0.019	0.008
	3 เท่า	(10,10)	0.011 *	0.010	0.000
	(1 : 3)	(15,15)	0.020 *	0.012	0.001
		(20,20)	0.030 *	0.012	0.004
		(30,30)	0.043 *	0.014	0.004
		(40,40)	0.052 *	0.017	0.004
		(50,50)	0.062 *	0.021	0.005
		(70,70)	0.074 *	0.022	0.007
		(100,100)	0.089 *	0.023	0.010
	4 เท่า	(10,10)	0.011 *	0.010	0.000
	(1 : 4)	(15,15)	0.022 *	0.013	0.001
		(20,20)	0.033 *	0.014	0.004
		(30,30)	0.051 *	0.015	0.004
		(40,40)	0.064 *	0.018	0.006
		(50,50)	0.080 *	0.025	0.007
		(70,70)	0.100 *	0.031	0.007
		(100,100)	0.125 *	0.032	0.017

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.28 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.5 $(\alpha=1,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.004	0.006	0.007 *
		(15,15)	0.006	0.010	0.012 *
		(20,20)	0.008	0.011	0.017 *
		(30,30)	0.010	0.017	0.023 *
		(40,40)	0.016	0.019	0.026 *
		(50,50)	0.018	0.026	0.032 *
		(70,70)	0.020	0.030	0.059 *
		(100,100)	0.031	0.034	0.071 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.005	0.012	0.015 *
		(15,15)	0.010	0.017	0.031 *
		(20,20)	0.013	0.018	0.033 *
		(30,30)	0.022	0.030	0.046 *
		(40,40)	0.030	0.036	0.050 *
		(50,50)	0.037	0.048	0.057 *
		(70,70)	0.052	0.056	0.068 *
		(100,100)	0.087	0.074	0.091 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.008	0.018	0.023 *
		(15,15)	0.013	0.020	0.051 *
		(20,20)	0.016	0.020	0.062 *
		(30,30)	0.032	0.036	0.117 *
		(40,40)	0.050	0.052	0.130 *
		(50,50)	0.063	0.063	0.186 *
		(70,70)	0.114	0.090	0.291 *
		(100,100)	0.289	0.137	0.443 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.008	0.017	0.040 *
		(15,15)	0.014	0.019	0.068 *
		(20,20)	0.022	0.032	0.089 *
		(30,30)	0.034	0.039	0.154 *
		(40,40)	0.069	0.069	0.207 *
		(50,50)	0.094	0.083	0.285 *
		(70,70)	0.199	0.122	0.442 *
		(100,100)	0.457	0.187	0.632 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.008	0.012	0.054 *
		(15,15)	0.018	0.023	0.108 *
		(20,20)	0.022	0.037	0.155 *
		(30,30)	0.054	0.061	0.270 *
		(40,40)	0.112	0.091	0.349 *
		(50,50)	0.116	0.113	0.476 *
		(70,70)	0.356	0.172	0.656 *
		(100,100)	0.711	0.277	0.858 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.28 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 $(\alpha = 0.44, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.005	0.009	0.012 *
		(15,15)	0.007	0.013	0.017 *
		(20,20)	0.008	0.015	0.026 *
		(30,30)	0.010	0.016	0.031 *
		(40,40)	0.011	0.018	0.052 *
		(50,50)	0.013	0.022	0.058 *
		(70,70)	0.035	0.030	0.066 *
		(100,100)	0.053	0.039	0.074 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.006	0.012	0.020 *
		(15,15)	0.010	0.017	0.033 *
		(20,20)	0.012	0.020	0.037 *
		(30,30)	0.013	0.021	0.050 *
		(40,40)	0.025	0.042	0.056 *
		(50,50)	0.038	0.035	0.058 *
		(70,70)	0.080	0.075	0.095 *
		(100,100)	0.110	0.107	0.113 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.008	0.013	0.036 *
		(15,15)	0.011	0.024	0.088 *
		(20,20)	0.015	0.027	0.102 *
		(30,30)	0.026	0.032	0.171 *
		(40,40)	0.053	0.059	0.300 *
		(50,50)	0.091	0.065	0.353 *
		(70,70)	0.307	0.115	0.505 *
		(100,100)	0.731	0.198	0.738 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.013	0.019	0.042 *
		(15,15)	0.013	0.025	0.122 *
		(20,20)	0.014	0.036	0.162 *
		(30,30)	0.039	0.039	0.266 *
		(40,40)	0.093	0.066	0.441 *
		(50,50)	0.178	0.080	0.509 *
		(70,70)	0.514	0.162	0.680 *
		(100,100)	0.880	0.282	0.892 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.008	0.012	0.076 *
		(15,15)	0.016	0.024	0.219 *
		(20,20)	0.018	0.037	0.285 *
		(30,30)	0.060	0.066	0.468 *
		(40,40)	0.177	0.096	0.672 *
		(50,50)	0.361	0.132	0.761 *
		(70,70)	0.776	0.255	0.890 *
		(100,100)	0.979	0.426	0.981 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.28 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M/2	S	K
2.0 $(\alpha = 0.25, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.006	0.010	0.014 *
		(15,15)	0.008	0.016	0.018 *
		(20,20)	0.010	0.019	0.031 *
		(30,30)	0.012	0.020	0.037 *
		(40,40)	0.013	0.022	0.055 *
		(50,50)	0.016	0.026	0.059 *
		(70,70)	0.042	0.036	0.071 *
		(100,100	0.064	0.047	0.081 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.007	0.014	0.024 *
		(15,15)	0.012	0.020	0.035 *
		(20,20)	0.014	0.024	0.040 *
		(30,30)	0.016	0.025	0.058 *
		(40,40)	0.030	0.050	0.059 *
		(50,50)	0.046	0.042	0.064 *
		(70,70)	0.098	0.090	0.102 *
		(100,100	0.121	0.118	0.125 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.010	0.016	0.043 *
		(15,15)	0.013	0.029	0.106 *
		(20,20)	0.018	0.032	0.122 *
		(30,30)	0.031	0.038	0.205 *
		(40,40)	0.064	0.071	0.360 *
		(50,50)	0.109	0.078	0.424 *
		(70,70)	0.368	0.138	0.606 *
		(100,100	0.877	0.238	0.886 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.016	0.023	0.050 *
		(15,15)	0.017	0.030	0.146 *
		(20,20)	0.016	0.043	0.194 *
		(30,30)	0.047	0.047	0.319 *
		(40,40)	0.112	0.079	0.529 *
		(50,50)	0.214	0.096	0.611 *
		(70,70)	0.617	0.194	0.816 *
		(100,100	1.000 *	0.338	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.017	0.024	0.091 *
		(15,15)	0.019	0.039	0.263 *
		(20,20)	0.022	0.044	0.342 *
		(30,30)	0.072	0.079	0.562 *
		(40,40)	0.212	0.115	0.806 *
		(50,50)	0.433	0.158	0.913 *
		(70,70)	0.931	0.306	1.000 *
		(100,100	1.000 *	0.511	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.29 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.1 $(\alpha=100,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.060 *	0.042	0.014
		(15,15)	0.092 *	0.046	0.017
		(20,20)	0.118 *	0.050	0.019
		(30,30)	0.142 *	0.053	0.020
		(40,40)	0.157 *	0.054	0.022
		(50,50)	0.172 *	0.056	0.023
		(70,70)	0.189 *	0.060	0.024
		(100,100	0.208 *	0.064	0.024
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.064 *	0.047	0.018
		(15,15)	0.095 *	0.047	0.018
		(20,20)	0.122 *	0.052	0.022
		(30,30)	0.161 *	0.054	0.022
		(40,40)	0.177 *	0.055	0.024
		(50,50)	0.195 *	0.061	0.027
		(70,70)	0.214 *	0.065	0.028
		(100,100	0.236 *	0.067	0.029
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.068 *	0.054	0.017
		(15,15)	0.098 *	0.055	0.022
		(20,20)	0.126 *	0.055	0.023
		(30,30)	0.172 *	0.057	0.024
		(40,40)	0.189 *	0.059	0.026
		(50,50)	0.208 *	0.065	0.026
		(70,70)	0.229 *	0.070	0.028
		(100,100	0.252 *	0.077	0.037
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.070 *	0.054	0.019
		(15,15)	0.102 *	0.056	0.025
		(20,20)	0.128 *	0.057	0.026
		(30,30)	0.185 *	0.061	0.028
		(40,40)	0.203 *	0.061	0.028
		(50,50)	0.223 *	0.063	0.028
		(70,70)	0.246 *	0.068	0.029
		(100,100	0.270 *	0.086	0.048
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.072 *	0.060	0.022
		(15,15)	0.104 *	0.062	0.028
		(20,20)	0.134 *	0.062	0.029
		(30,30)	0.209 *	0.063	0.033
		(40,40)	0.230 *	0.065	0.034
		(50,50)	0.253 *	0.070	0.036
		(70,70)	0.278 *	0.073	0.037
		(100,100	0.306 *	0.093	0.058

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.29 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.5 $(\alpha = 4, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.047	0.086	0.067 *
		(15,15)	0.057	0.068	0.079 *
		(20,20)	0.059	0.076	0.080 *
		(30,30)	0.068	0.080	0.095 *
		(40,40)	0.074	0.083	0.095 *
		(50,50)	0.075	0.090	0.115 *
		(70,70)	0.097	0.095	0.158 *
		(100,100)	0.191	0.115	0.194 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.044	0.071	0.091 *
		(15,15)	0.051	0.084	0.118 *
		(20,20)	0.073	0.084	0.128 *
		(30,30)	0.097	0.108	0.185 *
		(40,40)	0.145	0.116	0.204 *
		(50,50)	0.143	0.123	0.256 *
		(70,70)	0.233	0.156	0.349 *
		(100,100)	0.396	0.208	0.456 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.041	0.081	0.119 *
		(15,15)	0.064	0.087	0.162 *
		(20,20)	0.090	0.095	0.199 *
		(30,30)	0.133	0.130	0.272 *
		(40,40)	0.207	0.164	0.338 *
		(50,50)	0.243	0.171	0.408 *
		(70,70)	0.360	0.221	0.535 *
		(100,100)	0.613	0.309	0.688 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.046	0.090	0.151 *
		(15,15)	0.071	0.095	0.207 *
		(20,20)	0.102	0.112	0.268 *
		(30,30)	0.182	0.159	0.356 *
		(40,40)	0.253	0.193	0.436 *
		(50,50)	0.311	0.222	0.537 *
		(70,70)	0.519	0.295	0.670 *
		(100,100)	0.782	0.390	0.840 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.051	0.098	0.218 *
		(15,15)	0.087	0.103	0.285 *
		(20,20)	0.128	0.136	0.374 *
		(30,30)	0.241	0.198	0.492 *
		(40,40)	0.365	0.258	0.610 *
		(50,50)	0.488	0.301	0.717 *
		(70,70)	0.704	0.386	0.845 *
		(100,100)	0.941	0.553	0.961 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.29 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 $(\alpha = 0.44, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.043	0.060	0.072 *
		(15,15)	0.047	0.062	0.085 *
		(20,20)	0.050	0.065	0.094 *
		(30,30)	0.057	0.066	0.116 *
		(40,40)	0.061	0.070	0.170 *
		(50,50)	0.072	0.079	0.164 *
		(70,70)	0.166	0.101	0.218 *
		(100,100)	0.290	0.145	0.441 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.058	0.072	0.108 *
		(15,15)	0.064	0.082	0.163 *
		(20,20)	0.067	0.085	0.175 *
		(30,30)	0.093	0.094	0.241 *
		(40,40)	0.145	0.113	0.362 *
		(50,50)	0.181	0.126	0.395 *
		(70,70)	0.410	0.188	0.499 *
		(100,100)	0.704	0.282	0.755 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.065	0.090	0.149 *
		(15,15)	0.078	0.093	0.244 *
		(20,20)	0.089	0.097	0.287 *
		(30,30)	0.147	0.139	0.394 *
		(40,40)	0.231	0.157	0.548 *
		(50,50)	0.343	0.183	0.596 *
		(70,70)	0.644	0.286	0.729 *
		(100,100)	0.902	0.415	0.923 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.067	0.089	0.192 *
		(15,15)	0.088	0.108	0.308 *
		(20,20)	0.110	0.112	0.389 *
		(30,30)	0.207	0.166	0.520 *
		(40,40)	0.339	0.190	0.690 *
		(50,50)	0.495	0.257	0.761 *
		(70,70)	0.807	0.349	0.867 *
		(100,100)	0.976	0.521	0.979 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.064	0.091	0.296 *
		(15,15)	0.100	0.125	0.451 *
		(20,20)	0.149	0.133	0.554 *
		(30,30)	0.324	0.210	0.732 *
		(40,40)	0.527	0.266	0.857 *
		(50,50)	0.739	0.344	0.914 *
		(70,70)	0.951	0.473	0.969 *
		(100,100)	0.996	0.660	0.997 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.29 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
2.0 $(\alpha = 0.25, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.052	0.068	0.086 *
		(15,15)	0.056	0.074	0.102 *
		(20,20)	0.060	0.078	0.113 *
		(30,30)	0.068	0.079	0.139 *
		(40,40)	0.073	0.084	0.197 *
		(50,50)	0.086	0.095	0.204 *
		(70,70)	0.199	0.121	0.262 *
		(100,100)	0.348	0.174	0.529 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.070	0.086	0.130 *
		(15,15)	0.077	0.098	0.196 *
		(20,20)	0.080	0.102	0.210 *
		(30,30)	0.112	0.113	0.289 *
		(40,40)	0.174	0.136	0.434 *
		(50,50)	0.217	0.151	0.474 *
		(70,70)	0.492	0.226	0.599 *
		(100,100)	0.845	0.338	0.906 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.078	0.108	0.179 *
		(15,15)	0.094	0.112	0.293 *
		(20,20)	0.107	0.116	0.344 *
		(30,30)	0.176	0.167	0.473 *
		(40,40)	0.277	0.188	0.658 *
		(50,50)	0.412	0.220	0.715 *
		(70,70)	0.773	0.343	0.875 *
		(100,100)	1.000 *	0.498	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.080	0.107	0.230 *
		(15,15)	0.106	0.130	0.370 *
		(20,20)	0.132	0.134	0.467 *
		(30,30)	0.248	0.199	0.624 *
		(40,40)	0.407	0.228	0.828 *
		(50,50)	0.594	0.308	0.913 *
		(70,70)	0.968	0.419	1.000 *
		(100,100)	1.000 *	0.625	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.077	0.109	0.355 *
		(15,15)	0.120	0.150	0.541 *
		(20,20)	0.179	0.160	0.665 *
		(30,30)	0.389	0.252	0.878 *
		(40,40)	0.632	0.319	1.000 *
		(50,50)	0.887	0.413	1.000 *
		(70,70)	1.000 *	0.568	1.000 *
		(100,100)	1.000 *	0.792	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.1	1.5 เท่า	(10,10)	0.097 *	0.087	0.042
$(\alpha = 100, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15)	0.126 *	0.095	0.043
		(20,20)	0.146 *	0.097	0.045
		(30,30)	0.176 *	0.101	0.049
		(40,40)	0.194 *	0.108	0.050
		(50,50)	0.213 *	0.114	0.051
		(70,70)	0.235 *	0.118	0.052
		(100,100)	0.258 *	0.140	0.059
	2 เท่า	(10,10)	0.102 *	0.098	0.047
	(1 : 2)	(15,15)	0.130 *	0.101	0.050
		(20,20)	0.147 *	0.102	0.051
		(30,30)	0.194 *	0.104	0.053
		(40,40)	0.224 *	0.113	0.053
		(50,50)	0.257 *	0.117	0.055
		(70,70)	0.296 *	0.122	0.058
		(100,100)	0.311 *	0.138	0.059
	2.5 เท่า	(10,10)	0.105 *	0.097	0.052
	(1 : 2.5)	(15,15)	0.131 *	0.097	0.053
		(20,20)	0.149 *	0.105	0.055
		(30,30)	0.204 *	0.112	0.056
		(40,40)	0.239 *	0.112	0.056
		(50,50)	0.280 *	0.112	0.058
		(70,70)	0.327 *	0.129	0.061
		(100,100)	0.345 *	0.131	0.072
	3 เท่า	(10,10)	0.107 *	0.099	0.055
	(1 : 3)	(15,15)	0.134 *	0.102	0.059
		(20,20)	0.150 *	0.112	0.060
		(30,30)	0.216 *	0.114	0.060
		(40,40)	0.260 *	0.118	0.061
		(50,50)	0.312 *	0.120	0.066
		(70,70)	0.359 *	0.133	0.068
		(100,100)	0.361 *	0.139	0.085
	4 เท่า	(10,10)	0.109 *	0.097	0.061
	(1 : 4)	(15,15)	0.135 *	0.112	0.062
		(20,20)	0.153 *	0.115	0.064
		(30,30)	0.240 *	0.116	0.068
		(40,40)	0.299 *	0.127	0.069
		(50,50)	0.357 *	0.134	0.080
		(70,70)	0.369 *	0.141	0.087
		(100,100)	0.410 *	0.152	0.116

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.5	1.5 เท่า	(10,10)	0.097	0.111	0.129 *
$(\alpha = 4, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15)	0.098	0.120	0.142 *
		(20,20)	0.108	0.137	0.144 *
		(30,30)	0.115	0.147	0.162 *
		(40,40)	0.141	0.147	0.170 *
		(50,50)	0.150	0.138	0.205 *
		(70,70)	0.183	0.161	0.242 *
		(100,100)	0.283	0.199	0.285 *
	2 เท่า	(10,10)	0.104	0.136	0.165 *
	(1 : 2)	(15,15)	0.116	0.151	0.201 *
		(20,20)	0.137	0.161	0.215 *
		(30,30)	0.179	0.171	0.275 *
		(40,40)	0.237	0.192	0.304 *
		(50,50)	0.269	0.208	0.381 *
		(70,70)	0.362	0.251	0.465 *
		(100,100)	0.564	0.319	0.602 *
	2.5 เท่า	(10,10)	0.107	0.145	0.213 *
	(1 : 2.5)	(15,15)	0.141	0.159	0.249 *
		(20,20)	0.175	0.173	0.320 *
		(30,30)	0.257	0.226	0.383 *
		(40,40)	0.321	0.247	0.434 *
		(50,50)	0.382	0.270	0.533 *
		(70,70)	0.538	0.319	0.644 *
		(100,100)	0.757	0.424	0.800 *
	3 เท่า	(10,10)	0.118	0.168	0.258 *
	(1 : 3)	(15,15)	0.150	0.177	0.300 *
		(20,20)	0.187	0.185	0.390 *
		(30,30)	0.301	0.259	0.478 *
		(40,40)	0.392	0.300	0.580 *
		(50,50)	0.492	0.331	0.655 *
		(70,70)	0.672	0.397	0.787 *
		(100,100)	0.896	0.540	0.905 *
	4 เท่า	(10,10)	0.123	0.175	0.331 *
	(1 : 4)	(15,15)	0.188	0.192	0.413 *
		(20,20)	0.251	0.209	0.516 *
		(30,30)	0.392	0.307	0.617 *
		(40,40)	0.527	0.375	0.731 *
		(50,50)	0.679	0.433	0.824 *
		(70,70)	0.854	0.514	0.911 *
		(100,100)	0.976	0.684	0.984 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 $(\alpha = 0.44, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.100	0.121	0.154 *
		(15,15)	0.105	0.121	0.154 *
		(20,20)	0.106	0.123	0.162 *
		(30,30)	0.118	0.129	0.186 *
		(40,40)	0.149	0.135	0.259 *
		(50,50)	0.157	0.137	0.261 *
		(70,70)	0.282	0.178	0.311 *
		(100,100)	0.413	0.227	0.612 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.117	0.145	0.185 *
		(15,15)	0.140	0.148	0.263 *
		(20,20)	0.145	0.152	0.278 *
		(30,30)	0.196	0.185	0.362 *
		(40,40)	0.245	0.196	0.488 *
		(50,50)	0.307	0.206	0.517 *
		(70,70)	0.570	0.293	0.621 *
		(100,100)	0.807	0.397	0.867 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.128	0.165	0.247 *
		(15,15)	0.153	0.175	0.363 *
		(20,20)	0.178	0.176	0.414 *
		(30,30)	0.268	0.227	0.525 *
		(40,40)	0.377	0.251	0.657 *
		(50,50)	0.524	0.303	0.725 *
		(70,70)	0.791	0.396	0.822 *
		(100,100)	0.947	0.534	0.969 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.132	0.157	0.317 *
		(15,15)	0.174	0.189	0.450 *
		(20,20)	0.227	0.202	0.523 *
		(30,30)	0.378	0.261	0.662 *
		(40,40)	0.497	0.299	0.792 *
		(50,50)	0.674	0.381	0.837 *
		(70,70)	0.900	0.479	0.929 *
		(100,100)	0.987	0.652	0.991 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.143	0.175	0.446 *
		(15,15)	0.201	0.198	0.596 *
		(20,20)	0.313	0.235	0.685 *
		(30,30)	0.523	0.332	0.827 *
		(40,40)	0.697	0.383	0.920 *
		(50,50)	0.863	0.474	0.957 *
		(70,70)	0.987	0.623	0.989 *
		(100,100)	1.000 *	0.787	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
2.0 $(\alpha = 0.25, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.120	0.155	0.185 *
		(15,15)	0.126	0.162	0.185 *
		(20,20)	0.127	0.145	0.194 *
		(30,30)	0.130	0.145	0.223 *
		(40,40)	0.167	0.164	0.311 *
		(50,50)	0.188	0.148	0.313 *
		(70,70)	0.338	0.214	0.373 *
		(100,100)	0.496	0.272	0.734 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.140	0.174	0.222 *
		(15,15)	0.174	0.178	0.316 *
		(20,20)	0.168	0.182	0.334 *
		(30,30)	0.235	0.222	0.434 *
		(40,40)	0.294	0.235	0.586 *
		(50,50)	0.368	0.247	0.620 *
		(70,70)	0.684	0.352	0.745 *
		(100,100)	0.968	0.476	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.154	0.198	0.296 *
		(15,15)	0.184	0.210	0.436 *
		(20,20)	0.214	0.211	0.497 *
		(30,30)	0.322	0.272	0.630 *
		(40,40)	0.452	0.301	0.788 *
		(50,50)	0.629	0.364	0.870 *
		(70,70)	0.949	0.475	0.986 *
		(100,100)	1.000 *	0.641	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.158	0.188	0.380 *
		(15,15)	0.209	0.227	0.540 *
		(20,20)	0.272	0.242	0.628 *
		(30,30)	0.454	0.313	0.794 *
		(40,40)	0.596	0.359	0.950 *
		(50,50)	0.809	0.457	1.000 *
		(70,70)	1.000 *	0.575	1.000 *
		(100,100)	1.000 *	0.782	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.172	0.210	0.535 *
		(15,15)	0.241	0.238	0.715 *
		(20,20)	0.376	0.282	0.822 *
		(30,30)	0.628	0.398	0.992 *
		(40,40)	0.836	0.460	1.000 *
		(50,50)	1.000 *	0.569	1.000 *
		(70,70)	1.000 *	0.748	1.000 *
		(100,100)	1.000 *	0.944	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.31 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.009 *	0.007	0.000
$(\alpha = 100, \lambda = 1)$	(1 : 1.5 : 2.25)	(15,15,15)	0.017 *	0.008	0.000
		(20,20,20)	0.030 *	0.009	0.000
		(30,30,30)	0.036 *	0.010	0.000
		(40,40,40)	0.040 *	0.010	0.001
		(50,50,50)	0.044 *	0.010	0.001
		(70,70,70)	0.048 *	0.014	0.001
		(100,100,100)	0.053 *	0.017	0.003
	2 เท่า	(10,10,10)	0.011 *	0.009	0.000
	(1 : 2 : 4)	(15,15,15)	0.022 *	0.009	0.000
		(20,20,20)	0.035 *	0.010	0.001
		(30,30,30)	0.046 *	0.010	0.001
		(40,40,40)	0.053 *	0.013	0.002
		(50,50,50)	0.061 *	0.019	0.002
		(70,70,70)	0.071 *	0.020	0.002
		(100,100,100)	0.081 *	0.020	0.006
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.013 *	0.010	0.000
	(1 : 2.5 : 6.25)	(15,15,15)	0.026 *	0.012	0.000
		(20,20,20)	0.040 *	0.013	0.001
		(30,30,30)	0.055 *	0.014	0.002
		(40,40,40)	0.064 *	0.016	0.002
		(50,50,50)	0.075 *	0.024	0.004
		(70,70,70)	0.087 *	0.026	0.005
		(100,100,100)	0.102 *	0.030	0.008
	3 เท่า	(10,10,10)	0.014 *	0.012	0.000
	(1 : 3 : 9)	(15,15,15)	0.029 *	0.014	0.000
		(20,20,20)	0.043 *	0.014	0.000
		(30,30,30)	0.061 *	0.014	0.001
		(40,40,40)	0.074 *	0.018	0.004
		(50,50,50)	0.088 *	0.033	0.004
		(70,70,70)	0.106 *	0.035	0.010
		(100,100,100)	0.127 *	0.043	0.013
	4 เท่า	(10,10,10)	0.015 *	0.013	0.000
	(1 : 4 : 16)	(15,15,15)	0.032 *	0.014	0.000
		(20,20,20)	0.045 *	0.017	0.001
		(30,30,30)	0.070 *	0.018	0.003
		(40,40,40)	0.088 *	0.024	0.007
		(50,50,50)	0.110 *	0.041	0.010
		(70,70,70)	0.137 *	0.049	0.014
		(100,100,100)	0.172 *	0.062	0.024

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.31 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.5	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.007	0.009	0.016 *
$(\alpha = 4, \lambda = 1)$	(1 : 1.5 : 2.25)	(15,15,15)	0.007	0.010	0.022 *
		(20,20,20)	0.008	0.023	0.037 *
		(30,30,30)	0.020	0.028	0.051 *
		(40,40,40)	0.031	0.033	0.070 *
		(50,50,50)	0.038	0.038	0.096 *
		(70,70,70)	0.063	0.041	0.169 *
		(100,100,100)	0.183	0.072	0.223 *
	2 เท่า	(10,10,10)	0.010	0.018	0.044 *
	(1 : 2 : 4)	(15,15,15)	0.010	0.022	0.059 *
		(20,20,20)	0.031	0.032	0.066 *
		(30,30,30)	0.056	0.055	0.085 *
		(40,40,40)	0.083	0.073	0.113 *
		(50,50,50)	0.125	0.103	0.145 *
		(70,70,70)	0.149	0.144	0.172 *
		(100,100,100)	0.191	0.150	0.237 *
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.010	0.021	0.070 *
	(1 : 2.5 : 6.25)	(15,15,15)	0.013	0.027	0.103 *
		(20,20,20)	0.030	0.043	0.116 *
		(30,30,30)	0.089	0.083	0.175 *
		(40,40,40)	0.204	0.111	0.233 *
		(50,50,50)	0.176	0.162	0.273 *
		(70,70,70)	0.246	0.227	0.336 *
		(100,100,100)	0.272	0.232	0.369 *
	3 เท่า	(10,10,10)	0.011	0.024	0.103 *
	(1 : 3 : 9)	(15,15,15)	0.016	0.026	0.206 *
		(20,20,20)	0.045	0.044	0.220 *
		(30,30,30)	0.167	0.101	0.254 *
		(40,40,40)	0.252	0.157	0.316 *
		(50,50,50)	0.308	0.221	0.366 *
		(70,70,70)	0.398	0.242	0.466 *
		(100,100,100)	0.399	0.285	0.495 *
	4 เท่า	(10,10,10)	0.010	0.021	0.140 *
	(1 : 4 : 16)	(15,15,15)	0.023	0.037	0.259 *
		(20,20,20)	0.086	0.072	0.322 *
		(30,30,30)	0.228	0.145	0.398 *
		(40,40,40)	0.344	0.230	0.435 *
		(50,50,50)	0.355	0.312	0.476 *
		(70,70,70)	0.420	0.395	0.528 *
		(100,100,100)	0.493	0.423	0.564 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.31 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.5 $(\alpha = 0.44, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.003	0.010	0.022 *
		(15,15,15)	0.007	0.012	0.031 *
		(20,20,20)	0.008	0.015	0.046 *
		(30,30,30)	0.019	0.024	0.088 *
		(40,40,40)	0.039	0.035	0.150 *
		(50,50,50)	0.094	0.042	0.160 *
		(70,70,70)	0.137	0.071	0.189 *
		(100,100,100)	0.198	0.102	0.232 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.007	0.018	0.062 *
		(15,15,15)	0.014	0.023	0.134 *
		(20,20,20)	0.018	0.031	0.195 *
		(30,30,30)	0.092	0.048	0.232 *
		(40,40,40)	0.175	0.097	0.273 *
		(50,50,50)	0.246	0.111	0.340 *
		(70,70,70)	0.337	0.207	0.333 *
		(100,100,100)	0.357	0.360	0.394 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.006	0.016	0.128 *
		(15,15,15)	0.022	0.035	0.178 *
		(20,20,20)	0.055	0.044	0.208 *
		(30,30,30)	0.193	0.108	0.312 *
		(40,40,40)	0.225	0.141	0.353 *
		(50,50,50)	0.283	0.208	0.386 *
		(70,70,70)	0.371	0.244	0.411 *
		(100,100,100)	0.447	0.388	0.483 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.003	0.021	0.213 *
		(15,15,15)	0.045	0.036	0.312 *
		(20,20,20)	0.129	0.054	0.409 *
		(30,30,30)	0.246	0.129	0.438 *
		(40,40,40)	0.347	0.199	0.451 *
		(50,50,50)	0.369	0.278	0.487 *
		(70,70,70)	0.465	0.371	0.564 *
		(100,100,100)	0.523	0.419	0.631 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.018	0.026	0.257 *
		(15,15,15)	0.142	0.046	0.343 *
		(20,20,20)	0.296	0.081	0.445 *
		(30,30,30)	0.331	0.195	0.459 *
		(40,40,40)	0.368	0.286	0.542 *
		(50,50,50)	0.497	0.313	0.599 *
		(70,70,70)	0.564	0.453	0.658 *
		(100,100,100)	0.601	0.479	0.726 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.31 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
2.0 $(\alpha = 0.25, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.004	0.012	0.026 *
		(15,15,15)	0.008	0.014	0.037 *
		(20,20,20)	0.010	0.018	0.055 *
		(30,30,30)	0.023	0.029	0.106 *
		(40,40,40)	0.047	0.042	0.180 *
		(50,50,50)	0.113	0.050	0.227 *
		(70,70,70)	0.232	0.085	0.244 *
		(100,100,100)	0.259	0.122	0.298 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.008	0.022	0.074 *
		(15,15,15)	0.017	0.028	0.081 *
		(20,20,20)	0.022	0.037	0.234 *
		(30,30,30)	0.110	0.058	0.248 *
		(40,40,40)	0.330	0.116	0.338 *
		(50,50,50)	0.355	0.133	0.468 *
		(70,70,70)	0.415	0.248	0.508 *
		(100,100,100)	0.462	0.432	0.541 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.017	0.019	0.154 *
		(15,15,15)	0.026	0.042	0.184 *
		(20,20,20)	0.066	0.053	0.240 *
		(30,30,30)	0.152	0.130	0.384 *
		(40,40,40)	0.250	0.169	0.374 *
		(50,50,50)	0.322	0.250	0.487 *
		(70,70,70)	0.441	0.313	0.545 *
		(100,100,100)	0.489	0.406	0.615 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.024	0.025	0.256 *
		(15,15,15)	0.054	0.043	0.394 *
		(20,20,20)	0.155	0.065	0.431 *
		(30,30,30)	0.255	0.155	0.456 *
		(40,40,40)	0.402	0.239	0.512 *
		(50,50,50)	0.455	0.334	0.542 *
		(70,70,70)	0.500	0.425	0.613 *
		(100,100,100)	0.576	0.463	0.689 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.029	0.031	0.328 *
		(15,15,15)	0.170	0.055	0.372 *
		(20,20,20)	0.275	0.097	0.460 *
		(30,30,30)	0.397	0.234	0.511 *
		(40,40,40)	0.425	0.343	0.597 *
		(50,50,50)	0.537	0.496	0.611 *
		(70,70,70)	0.664	0.584	0.704 *
		(100,100,100)	0.682	0.606	0.796 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.32 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 $(\alpha=100,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.035 *	0.029	0.008
		(15,15,15)	0.061 *	0.051	0.008
		(20,20,20)	0.068 *	0.053	0.009
		(30,30,30)	0.082 *	0.054	0.009
		(40,40,40)	0.090 *	0.057	0.012
		(50,50,50)	0.099 *	0.061	0.013
		(70,70,70)	0.109 *	0.063	0.014
		(100,100,100)	0.120 *	0.071	0.019
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.045 *	0.031	0.008
		(15,15,15)	0.056 *	0.052	0.008
		(20,20,20)	0.072 *	0.052	0.014
		(30,30,30)	0.095 *	0.053	0.014
		(40,40,40)	0.109 *	0.066	0.019
		(50,50,50)	0.126 *	0.069	0.019
		(70,70,70)	0.144 *	0.070	0.019
		(100,100,100)	0.166 *	0.086	0.020
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.059 *	0.045	0.008
		(15,15,15)	0.067 *	0.055	0.012
		(20,20,20)	0.075 *	0.055	0.014
		(30,30,30)	0.103 *	0.057	0.022
		(40,40,40)	0.121 *	0.070	0.023
		(50,50,50)	0.141 *	0.079	0.025
		(70,70,70)	0.165 *	0.084	0.026
		(100,100,100)	0.193 *	0.101	0.038
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.062 *	0.049	0.011
		(15,15,15)	0.064 *	0.054	0.012
		(20,20,20)	0.077 *	0.057	0.014
		(30,30,30)	0.111 *	0.058	0.029
		(40,40,40)	0.133 *	0.072	0.030
		(50,50,50)	0.160 *	0.093	0.031
		(70,70,70)	0.192 *	0.093	0.032
		(100,100,100)	0.230 *	0.118	0.057
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.071 *	0.051	0.012
		(15,15,15)	0.078 *	0.057	0.012
		(20,20,20)	0.091 *	0.060	0.015
		(30,30,30)	0.124 *	0.077	0.031
		(40,40,40)	0.154 *	0.088	0.034
		(50,50,50)	0.193 *	0.100	0.038
		(70,70,70)	0.241 *	0.128	0.059
		(100,100,100)	0.250 *	0.153	0.089

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.32 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.5	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.040	0.067	0.086 *
$(\alpha = 4, \lambda = 1)$	(1 : 1.5 : 2.25)	(15,15,15)	0.044	0.069	0.095 *
		(20,20,20)	0.071	0.093	0.141 *
		(30,30,30)	0.089	0.101	0.159 *
		(40,40,40)	0.112	0.110	0.207 *
		(50,50,50)	0.170	0.137	0.252 *
		(70,70,70)	0.267	0.154	0.362 *
		(100,100,100)	0.397	0.208	0.501 *
	2 เท่า	(10,10,10)	0.046	0.071	0.142 *
	(1 : 2 : 4)	(15,15,15)	0.081	0.098	0.210 *
		(20,20,20)	0.109	0.124	0.268 *
		(30,30,30)	0.208	0.173	0.409 *
		(40,40,40)	0.287	0.213	0.519 *
		(50,50,50)	0.339	0.262	0.641 *
		(70,70,70)	0.397	0.344	0.778 *
		(100,100,100)	0.431	0.375	0.919 *
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.061	0.081	0.229 *
	(1 : 2.5 : 6.25)	(15,15,15)	0.110	0.122	0.327 *
		(20,20,20)	0.179	0.158	0.427 *
		(30,30,30)	0.311	0.239	0.647 *
		(40,40,40)	0.499	0.307	0.758 *
		(50,50,50)	0.504	0.382	0.871 *
		(70,70,70)	0.622	0.496	0.954 *
		(100,100,100)	0.696	0.663	0.993 *
	3 เท่า	(10,10,10)	0.069	0.084	0.303 *
	(1 : 3 : 9)	(15,15,15)	0.131	0.140	0.450 *
		(20,20,20)	0.241	0.177	0.576 *
		(30,30,30)	0.461	0.293	0.791 *
		(40,40,40)	0.709	0.372	0.898 *
		(50,50,50)	0.867	0.466	0.952 *
		(70,70,70)	0.983	0.626	0.992 *
		(100,100,100)	0.999	0.791	0.999 *
	4 เท่า	(10,10,10)	0.069	0.101	0.444 *
	(1 : 4 : 16)	(15,15,15)	0.203	0.166	0.614 *
		(20,20,20)	0.384	0.226	0.770 *
		(30,30,30)	0.678	0.365	0.928 *
		(40,40,40)	0.900	0.491	0.981 *
		(50,50,50)	0.967	0.598	0.999 *
		(70,70,70)	0.998	0.750	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.901	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.32 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 $(\alpha = 0.44, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.040	0.065	0.105 *
		(15,15,15)	0.049	0.066	0.136 *
		(20,20,20)	0.054	0.072	0.165 *
		(30,30,30)	0.101	0.093	0.261 *
		(40,40,40)	0.164	0.139	0.342 *
		(50,50,50)	0.309	0.148	0.409 *
		(70,70,70)	0.521	0.206	0.645 *
		(100,100,100)	0.704	0.275	0.957 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.055	0.088	0.223 *
		(15,15,15)	0.087	0.108	0.349 *
		(20,20,20)	0.132	0.114	0.440 *
		(30,30,30)	0.331	0.207	0.632 *
		(40,40,40)	0.552	0.244	0.759 *
		(50,50,50)	0.808	0.313	0.852 *
		(70,70,70)	0.951	0.419	0.980 *
		(100,100,100)	0.987	0.606	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.075	0.100	0.364 *
		(15,15,15)	0.137	0.137	0.544 *
		(20,20,20)	0.279	0.155	0.691 *
		(30,30,30)	0.619	0.263	0.863 *
		(40,40,40)	0.851	0.352	0.955 *
		(50,50,50)	0.959	0.456	0.986 *
		(70,70,70)	0.998	0.595	0.999 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.805	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.101	0.114	0.483 *
		(15,15,15)	0.237	0.165	0.706 *
		(20,20,20)	0.451	0.190	0.823 *
		(30,30,30)	0.808	0.337	0.952 *
		(40,40,40)	0.966	0.421	0.989 *
		(50,50,50)	0.995	0.551	0.999 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.733	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.987	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.175	0.125	0.688 *
		(15,15,15)	0.447	0.199	0.873 *
		(20,20,20)	0.732	0.258	0.942 *
		(30,30,30)	0.966	0.448	0.997 *
		(40,40,40)	0.997	0.561	0.998 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.696	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.868	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.966	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.32 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
2.0 $(\alpha = 0.25, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.048	0.078	0.126 *
		(15,15,15)	0.059	0.079	0.163 *
		(20,20,20)	0.065	0.086	0.198 *
		(30,30,30)	0.121	0.112	0.313 *
		(40,40,40)	0.197	0.167	0.410 *
		(50,50,50)	0.371	0.178	0.491 *
		(70,70,70)	0.625	0.247	0.774 *
		(100,100,100)	0.845	0.330	1.000 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.066	0.106	0.268 *
		(15,15,15)	0.104	0.130	0.419 *
		(20,20,20)	0.158	0.137	0.528 *
		(30,30,30)	0.397	0.248	0.758 *
		(40,40,40)	0.662	0.293	0.911 *
		(50,50,50)	0.970	0.376	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.503	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.727	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.090	0.120	0.437 *
		(15,15,15)	0.164	0.164	0.653 *
		(20,20,20)	0.335	0.186	0.829 *
		(30,30,30)	0.743	0.316	1.000 *
		(40,40,40)	1.000 *	0.422	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.547	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.714	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.966	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.121	0.137	0.580 *
		(15,15,15)	0.284	0.198	0.847 *
		(20,20,20)	0.541	0.228	0.988 *
		(30,30,30)	0.970	0.444	1.000 *
		(40,40,40)	1.000 *	0.505	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.661	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.880	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000 *	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.210	0.150	0.826 *
		(15,15,15)	0.536	0.239	1.000 *
		(20,20,20)	0.878	0.310	1.000 *
		(30,30,30)	1.000 *	0.538	1.000 *
		(40,40,40)	1.000 *	0.673	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.835	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	1.000 *	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000 *	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 ($\alpha=100, \lambda=1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.111 *	0.093	0.028
		(15,15,15)	0.132 *	0.103	0.028
		(20,20,20)	0.154 *	0.111	0.029
		(30,30,30)	0.186 *	0.112	0.033
		(40,40,40)	0.204 *	0.114	0.034
		(50,50,50)	0.224 *	0.118	0.037
		(70,70,70)	0.247 *	0.120	0.041
		(100,100,100)	0.272 *	0.126	0.043
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.132 *	0.105	0.029
		(15,15,15)	0.140 *	0.113	0.036
		(20,20,20)	0.158 *	0.114	0.036
		(30,30,30)	0.209 *	0.116	0.040
		(40,40,40)	0.241 *	0.118	0.041
		(50,50,50)	0.277 *	0.132	0.042
		(70,70,70)	0.318 *	0.134	0.043
		(100,100,100)	0.345 *	0.145	0.050
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.141 *	0.109	0.032
		(15,15,15)	0.148 *	0.110	0.036
		(20,20,20)	0.161 *	0.116	0.037
		(30,30,30)	0.220 *	0.122	0.049
		(40,40,40)	0.258 *	0.124	0.050
		(50,50,50)	0.302 *	0.142	0.052
		(70,70,70)	0.369 *	0.153	0.063
		(100,100,100)	0.399 *	0.166	0.084
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.149 *	0.110	0.034
		(15,15,15)	0.152 *	0.115	0.037
		(20,20,20)	0.163 *	0.117	0.038
		(30,30,30)	0.235 *	0.130	0.057
		(40,40,40)	0.282 *	0.130	0.063
		(50,50,50)	0.356 *	0.151	0.064
		(70,70,70)	0.371 *	0.172	0.081
		(100,100,100)	0.423 *	0.190	0.110
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.151 *	0.114	0.034
		(15,15,15)	0.154 *	0.116	0.039
		(20,20,20)	0.164 *	0.118	0.041
		(30,30,30)	0.256 *	0.139	0.067
		(40,40,40)	0.320 *	0.153	0.079
		(50,50,50)	0.379 *	0.167	0.085
		(70,70,70)	0.401 *	0.196	0.126
		(100,100,100)	0.469 *	0.243	0.181

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.5 $(\alpha = 4, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.083	0.125	0.145 *
		(15,15,15)	0.103	0.139	0.176 *
		(20,20,20)	0.133	0.151	0.207 *
		(30,30,30)	0.178	0.180	0.271 *
		(40,40,40)	0.201	0.183	0.314 *
		(50,50,50)	0.289	0.228	0.372 *
		(70,70,70)	0.312	0.265	0.476 *
		(100,100,100)	0.378	0.325	0.522 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.108	0.132	0.242 *
		(15,15,15)	0.167	0.175	0.217 *
		(20,20,20)	0.200	0.197	0.289 *
		(30,30,30)	0.313	0.272	0.352 *
		(40,40,40)	0.367	0.325	0.397 *
		(50,50,50)	0.409	0.390	0.458 *
		(70,70,70)	0.475	0.440	0.502 *
		(100,100,100)	0.498	0.475	0.566 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.133	0.161	0.354 *
		(15,15,15)	0.205	0.210	0.466 *
		(20,20,20)	0.311	0.244	0.572 *
		(30,30,30)	0.475	0.348	0.750 *
		(40,40,40)	0.560	0.427	0.865 *
		(50,50,50)	0.839	0.519	0.925 *
		(70,70,70)	0.922	0.631	0.981 *
		(100,100,100)	0.998	0.783	0.996 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.142	0.160	0.451 *
		(15,15,15)	0.280	0.251	0.571 *
		(20,20,20)	0.393	0.286	0.712 *
		(30,30,30)	0.637	0.416	0.872 *
		(40,40,40)	0.827	0.517	0.939 *
		(50,50,50)	0.935	0.592	0.981 *
		(70,70,70)	0.992	0.745	0.999 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.868	0.999 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.190	0.171	0.601 *
		(15,15,15)	0.385	0.291	0.749 *
		(20,20,20)	0.559	0.346	0.871 *
		(30,30,30)	0.825	0.506	0.963 *
		(40,40,40)	0.956	0.634	0.993 *
		(50,50,50)	0.986	0.706	0.999 *
		(70,70,70)	0.999	0.851	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.953	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.5 $(\alpha = 0.44, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.087	0.136	0.175 *
		(15,15,15)	0.096	0.142	0.244 *
		(20,20,20)	0.114	0.146	0.265 *
		(30,30,30)	0.192	0.181	0.369 *
		(40,40,40)	0.293	0.210	0.369 *
		(50,50,50)	0.368	0.232	0.439 *
		(70,70,70)	0.410	0.316	0.478 *
		(100,100,100)	0.449	0.408	0.541 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.129	0.162	0.341 *
		(15,15,15)	0.179	0.180	0.379 *
		(20,20,20)	0.244	0.207	0.394 *
		(30,30,30)	0.326	0.301	0.445 *
		(40,40,40)	0.427	0.372	0.464 *
		(50,50,50)	0.495	0.455	0.531 *
		(70,70,70)	0.573	0.553	0.589 *
		(100,100,100)	0.599	0.569	0.623 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.162	0.186	0.507 *
		(15,15,15)	0.269	0.239	0.682 *
		(20,20,20)	0.457	0.282	0.785 *
		(30,30,30)	0.754	0.400	0.923 *
		(40,40,40)	0.924	0.484	0.979 *
		(50,50,50)	0.978	0.605	0.993 *
		(70,70,70)	0.999	0.733	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.880	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.211	0.213	0.652 *
		(15,15,15)	0.400	0.267	0.814 *
		(20,20,20)	0.627	0.313	0.898 *
		(30,30,30)	0.906	0.472	0.979 *
		(40,40,40)	0.984	0.575	0.996 *
		(50,50,50)	0.997	0.691	0.999 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.848	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.944	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.342	0.210	0.821 *
		(15,15,15)	0.633	0.306	0.926 *
		(20,20,20)	0.850	0.378	0.973 *
		(30,30,30)	0.991	0.582	0.998 *
		(40,40,40)	0.998	0.706	0.999 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.816	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.935	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.988	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
2.0 $(\alpha = 0.25, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.104	0.175	0.210 *
		(15,15,15)	0.115	0.163	0.293 *
		(20,20,20)	0.137	0.170	0.318 *
		(30,30,30)	0.230	0.217	0.443 *
		(40,40,40)	0.352	0.252	0.463 *
		(50,50,50)	0.462	0.278	0.547 *
		(70,70,70)	0.479	0.379	0.584 *
		(100,100,100)	0.572	0.490	0.599 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.155	0.194	0.409 *
		(15,15,15)	0.215	0.216	0.475 *
		(20,20,20)	0.293	0.248	0.513 *
		(30,30,30)	0.401	0.361	0.594 *
		(40,40,40)	0.472	0.446	0.603 *
		(50,50,50)	0.489	0.446	0.654 *
		(70,70,70)	0.532	0.464	0.689 *
		(100,100,100)	0.591	0.575	0.721 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.194	0.223	0.608 *
		(15,15,15)	0.323	0.287	0.818 *
		(20,20,20)	0.548	0.338	0.942 *
		(30,30,30)	0.905	0.480	1.000 *
		(40,40,40)	1.000 *	0.581	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.726	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.880	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.899	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.253	0.256	0.782 *
		(15,15,15)	0.480	0.320	0.977 *
		(20,20,20)	0.752	0.376	1.000 *
		(30,30,30)	1.000 *	0.566	1.000 *
		(40,40,40)	1.000 *	0.690	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.829	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	1.000	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.410	0.252	0.985 *
		(15,15,15)	0.760	0.367	1.000 *
		(20,20,20)	1.000 *	0.454	1.000 *
		(30,30,30)	1.000 *	0.698	1.000 *
		(40,40,40)	1.000 *	0.847	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.979	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	1.000	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงไวบูลล์

จากตารางที่ 4.34 – 4.39 แสดงค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

จากการเปรียบเทียบค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด จะมีกำลังของการทดสอบในทุกอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดที่ศึกษา

1. ที่ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.1 พบว่าสถิติทดสอบมูดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และที่สัมประสิทธิ์การแปรผัน 0.5 1.5 และ 2.0 พบว่าสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิสมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ที่ระดับนัยสำคัญใดๆ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเพิ่มขึ้นพบว่า ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. ที่อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ที่ขนาดตัวอย่างและอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. สำหรับประชากร 2 และ 3 กลุ่ม พบว่ากำลังการทดสอบของแต่ละตัวสถิติจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.1	1.5 เท่า	(10,10)	0.039 *	0.009	0.003
$(\beta = 12.2, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15)	0.053 *	0.011	0.003
		(20,20)	0.068 *	0.018	0.005
		(30,30)	0.096 *	0.018	0.010
		(40,40)	0.119 *	0.020	0.012
		(50,50)	0.161 *	0.024	0.018
		(70,70)	0.111 *	0.028	0.025
		(100,100)	0.122 *	0.040	0.030
	2 เท่า	(10,10)	0.084 *	0.011	0.004
	(1 : 2)	(15,15)	0.157 *	0.018	0.005
		(20,20)	0.219 *	0.019	0.010
		(30,30)	0.363 *	0.036	0.016
		(40,40)	0.479 *	0.038	0.022
		(50,50)	0.561 *	0.050	0.037
		(70,70)	0.542 *	0.064	0.040
		(100,100)	0.633 *	0.108	0.046
	2.5 เท่า	(10,10)	0.156 *	0.009	0.005
	(1 : 2.5)	(15,15)	0.296 *	0.016	0.006
		(20,20)	0.425 *	0.021	0.012
		(30,30)	0.622 *	0.041	0.023
		(40,40)	0.778 *	0.050	0.034
		(50,50)	0.835 *	0.066	0.040
		(70,70)	0.844 *	0.094	0.065
		(100,100)	0.872 *	0.178	0.112
	3 เท่า	(10,10)	0.244 *	0.008	0.006
	(1 : 3)	(15,15)	0.431 *	0.009	0.007
		(20,20)	0.617 *	0.022	0.014
		(30,30)	0.804 *	0.039	0.025
		(40,40)	0.909 *	0.055	0.041
		(50,50)	0.964 *	0.084	0.055
		(70,70)	0.971 *	0.121	0.088
		(100,100)	0.981 *	0.240	0.126
	4 เท่า	(10,10)	0.402 *	0.009	0.007
	(1 : 4)	(15,15)	0.661 *	0.013	0.008
		(20,20)	0.828 *	0.014	0.016
		(30,30)	0.951 *	0.038	0.025
		(40,40)	0.989 *	0.050	0.043
		(50,50)	0.993 *	0.077	0.061
		(70,70)	0.997 *	0.136	0.099
		(100,100)	1.000 *	0.295	0.131

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.5 $(\beta = 2.1, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.004	0.005	0.040 *
		(15,15)	0.005	0.006	0.050 *
		(20,20)	0.009	0.013	0.075 *
		(30,30)	0.016	0.018	0.101 *
		(40,40)	0.017	0.019	0.146 *
		(50,50)	0.023	0.024	0.212 *
		(70,70)	0.018	0.027	0.285 *
		(100,100)	0.043	0.040	0.438 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.004	0.009	0.092 *
		(15,15)	0.006	0.010	0.158 *
		(20,20)	0.011	0.015	0.222 *
		(30,30)	0.023	0.024	0.376 *
		(40,40)	0.035	0.041	0.518 *
		(50,50)	0.046	0.041	0.642 *
		(70,70)	0.069	0.063	0.818 *
		(100,100)	0.120	0.105	0.941 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.005	0.010	0.163 *
		(15,15)	0.006	0.014	0.290 *
		(20,20)	0.013	0.016	0.424 *
		(30,30)	0.023	0.034	0.640 *
		(40,40)	0.041	0.045	0.804 *
		(50,50)	0.057	0.071	0.907 *
		(70,70)	0.101	0.085	0.970 *
		(100,100)	0.209	0.178	0.998 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.007	0.010	0.241 *
		(15,15)	0.008	0.015	0.436 *
		(20,20)	0.015	0.023	0.624 *
		(30,30)	0.026	0.039	0.809 *
		(40,40)	0.045	0.050	0.922 *
		(50,50)	0.066	0.072	0.976 *
		(70,70)	0.117	0.115	0.994 *
		(100,100)	0.253	0.229	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.009	0.012	0.399 *
		(15,15)	0.009	0.015	0.657 *
		(20,20)	0.018	0.024	0.819 *
		(30,30)	0.027	0.041	0.958 *
		(40,40)	0.047	0.052	0.990 *
		(50,50)	0.067	0.073	1.000 *
		(70,70)	0.118	0.137	1.000 *
		(100,100)	0.273	0.290	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.0 $(\beta=1,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.006	0.006	0.044 *
		(15,15)	0.010	0.012	0.053 *
		(20,20)	0.010	0.013	0.076 *
		(30,30)	0.018	0.019	0.101 *
		(40,40)	0.019	0.019	0.147 *
		(50,50)	0.025	0.024	0.213 *
		(70,70)	0.039	0.028	0.296 *
		(100,100)	0.047	0.041	0.439 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.007	0.010	0.093 *
		(15,15)	0.011	0.012	0.160 *
		(20,20)	0.014	0.017	0.224 *
		(30,30)	0.025	0.026	0.378 *
		(40,40)	0.037	0.043	0.519 *
		(50,50)	0.049	0.041	0.642 *
		(70,70)	0.070	0.064	0.820 *
		(100,100)	0.126	0.106	0.942 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.009	0.010	0.164 *
		(15,15)	0.012	0.016	0.295 *
		(20,20)	0.015	0.018	0.426 *
		(30,30)	0.026	0.039	0.650 *
		(40,40)	0.041	0.048	0.808 *
		(50,50)	0.067	0.075	0.909 *
		(70,70)	0.106	0.088	0.971 *
		(100,100)	0.209	0.178	0.998 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.011	0.011	0.243 *
		(15,15)	0.012	0.017	0.444 *
		(20,20)	0.016	0.024	0.630 *
		(30,30)	0.028	0.039	0.812 *
		(40,40)	0.048	0.050	0.925 *
		(50,50)	0.067	0.075	0.982 *
		(70,70)	0.123	0.118	0.994 *
		(100,100)	0.270	0.232	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.012	0.012	0.411 *
		(15,15)	0.013	0.018	0.659 *
		(20,20)	0.019	0.025	0.829 *
		(30,30)	0.033	0.043	0.959 *
		(40,40)	0.050	0.052	0.993 *
		(50,50)	0.072	0.080	1.000 *
		(70,70)	0.124	0.138	1.000 *
		(100,100)	0.337	0.293	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 ($\beta = 0.685, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.006	0.013	0.045 *
		(15,15)	0.013	0.016	0.053 *
		(20,20)	0.013	0.016	0.077 *
		(30,30)	0.019	0.021	0.101 *
		(40,40)	0.022	0.023	0.147 *
		(50,50)	0.025	0.026	0.215 *
		(70,70)	0.027	0.028	0.301 *
		(100,100)	0.048	0.041	0.443 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.013	0.013	0.095 *
		(15,15)	0.014	0.017	0.161 *
		(20,20)	0.017	0.018	0.226 *
		(30,30)	0.026	0.026	0.379 *
		(40,40)	0.037	0.043	0.522 *
		(50,50)	0.050	0.043	0.643 *
		(70,70)	0.072	0.065	0.823 *
		(100,100)	0.141	0.107	0.943 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.013	0.014	0.166 *
		(15,15)	0.015	0.019	0.302 *
		(20,20)	0.018	0.026	0.428 *
		(30,30)	0.030	0.046	0.651 *
		(40,40)	0.049	0.051	0.808 *
		(50,50)	0.067	0.076	0.910 *
		(70,70)	0.111	0.090	0.972 *
		(100,100)	0.297	0.181	0.999 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.014	0.016	0.249 *
		(15,15)	0.016	0.021	0.447 *
		(20,20)	0.019	0.027	0.632 *
		(30,30)	0.031	0.049	0.813 *
		(40,40)	0.050	0.052	0.928 *
		(50,50)	0.081	0.077	0.983 *
		(70,70)	0.152	0.119	0.994 *
		(100,100)	0.445	0.233	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.016	0.016	0.419 *
		(15,15)	0.017	0.021	0.671 *
		(20,20)	0.021	0.028	0.829 *
		(30,30)	0.034	0.049	0.959 *
		(40,40)	0.061	0.055	0.993 *
		(50,50)	0.097	0.082	1.000 *
		(70,70)	0.285	0.141	1.000 *
		(100,100)	0.707	0.295	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
2.0 ($\beta = 0.543, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.007	0.013	0.047 *
		(15,15)	0.013	0.017	0.056 *
		(20,20)	0.014	0.018	0.077 *
		(30,30)	0.021	0.020	0.103 *
		(40,40)	0.025	0.024	0.147 *
		(50,50)	0.032	0.026	0.216 *
		(70,70)	0.029	0.029	0.303 *
		(100,100)	0.049	0.042	0.446 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.013	0.014	0.095 *
		(15,15)	0.017	0.019	0.161 *
		(20,20)	0.019	0.020	0.228 *
		(30,30)	0.026	0.033	0.381 *
		(40,40)	0.038	0.044	0.525 *
		(50,50)	0.054	0.046	0.647 *
		(70,70)	0.083	0.066	0.823 *
		(100,100)	0.196	0.108	0.944 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.015	0.015	0.167 *
		(15,15)	0.018	0.020	0.306 *
		(20,20)	0.021	0.026	0.431 *
		(30,30)	0.031	0.046	0.651 *
		(40,40)	0.054	0.053	0.809 *
		(50,50)	0.080	0.076	0.913 *
		(70,70)	0.152	0.092	0.972 *
		(100,100)	0.473	0.181	0.999 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.017	0.018	0.251 *
		(15,15)	0.019	0.022	0.451 *
		(20,20)	0.021	0.029	0.634 *
		(30,30)	0.036	0.049	0.814 *
		(40,40)	0.064	0.056	0.930 *
		(50,50)	0.127	0.078	0.983 *
		(70,70)	0.316	0.121	0.996 *
		(100,100)	0.710	0.236	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.019	0.021	0.420 *
		(15,15)	0.023	0.026	0.683 *
		(20,20)	0.024	0.029	0.830 *
		(30,30)	0.055	0.050	0.961 *
		(40,40)	0.099	0.094	0.994 *
		(50,50)	0.237	0.086	1.000 *
		(70,70)	0.562	0.141	1.000 *
		(100,100)	0.925	0.298	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.1 ($\beta = 12.2, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.125 *	0.060	0.021
		(15,15)	0.175 *	0.067	0.027
		(20,20)	0.206 *	0.071	0.028
		(30,30)	0.266 *	0.080	0.033
		(40,40)	0.313 *	0.090	0.053
		(50,50)	0.363 *	0.101	0.015
		(70,70)	0.347 *	0.104	0.023
		(100,100)	0.393 *	0.136	0.022
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.264 *	0.062	0.025
		(15,15)	0.371 *	0.074	0.031
		(20,20)	0.477 *	0.089	0.035
		(30,30)	0.599 *	0.118	0.040
		(40,40)	0.730 *	0.131	0.061
		(50,50)	0.781 *	0.174	0.115
		(70,70)	0.858 *	0.190	0.261
		(100,100)	0.856 *	0.310	0.329
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.399 *	0.064	0.027
		(15,15)	0.567 *	0.078	0.033
		(20,20)	0.703 *	0.098	0.040
		(30,30)	0.826 *	0.129	0.049
		(40,40)	0.919 *	0.155	0.072
		(50,50)	0.955 *	0.209	0.122
		(70,70)	0.961 *	0.280	0.263
		(100,100)	0.963 *	0.433	0.330
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.531 *	0.065	0.030
		(15,15)	0.713 *	0.079	0.031
		(20,20)	0.827 *	0.100	0.047
		(30,30)	0.938 *	0.146	0.053
		(40,40)	0.978 *	0.187	0.076
		(50,50)	0.990 *	0.234	0.125
		(70,70)	0.996 *	0.328	0.271
		(100,100)	1.000 *	0.530	0.357
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.701 *	0.074	0.041
		(15,15)	0.869 *	0.083	0.045
		(20,20)	0.949 *	0.108	0.050
		(30,30)	0.987 *	0.147	0.058
		(40,40)	0.999 *	0.205	0.076
		(50,50)	0.999 *	0.269	0.129
		(70,70)	1.000 *	0.374	0.317
		(100,100)	1.000 *	0.594	0.396

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.5 $(\beta = 2.1, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.045	0.048	0.107 *
		(15,15)	0.055	0.070	0.171 *
		(20,20)	0.061	0.070	0.203 *
		(30,30)	0.074	0.083	0.273 *
		(40,40)	0.080	0.084	0.342 *
		(50,50)	0.100	0.100	0.417 *
		(70,70)	0.110	0.098	0.552 *
		(100,100)	0.158	0.138	0.667 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.046	0.060	0.262 *
		(15,15)	0.055	0.072	0.368 *
		(20,20)	0.077	0.085	0.480 *
		(30,30)	0.107	0.114	0.622 *
		(40,40)	0.138	0.134	0.752 *
		(50,50)	0.177	0.174	0.849 *
		(70,70)	0.212	0.189	0.929 *
		(100,100)	0.353	0.305	0.984 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.047	0.062	0.409 *
		(15,15)	0.056	0.074	0.568 *
		(20,20)	0.078	0.091	0.704 *
		(30,30)	0.140	0.126	0.839 *
		(40,40)	0.174	0.157	0.924 *
		(50,50)	0.223	0.206	0.976 *
		(70,70)	0.254	0.266	0.991 *
		(100,100)	0.488	0.425	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.053	0.063	0.532 *
		(15,15)	0.057	0.074	0.707 *
		(20,20)	0.083	0.092	0.828 *
		(30,30)	0.141	0.142	0.937 *
		(40,40)	0.182	0.185	0.975 *
		(50,50)	0.249	0.226	0.995 *
		(70,70)	0.352	0.281	0.999 *
		(100,100)	0.559	0.516	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.053	0.067	0.707 *
		(15,15)	0.066	0.075	0.863 *
		(20,20)	0.086	0.096	0.939 *
		(30,30)	0.145	0.149	0.980 *
		(40,40)	0.193	0.193	0.999 *
		(50,50)	0.253	0.254	1.000 *
		(70,70)	0.378	0.327	1.000 *
		(100,100)	0.601	0.590	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.0 $(\beta=1,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.048	0.051	0.138 *
		(15,15)	0.058	0.071	0.177 *
		(20,20)	0.061	0.073	0.205 *
		(30,30)	0.077	0.084	0.276 *
		(40,40)	0.081	0.086	0.342 *
		(50,50)	0.100	0.100	0.418 *
		(70,70)	0.114	0.099	0.555 *
		(100,100)	0.159	0.139	0.676 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.051	0.064	0.269 *
		(15,15)	0.060	0.074	0.371 *
		(20,20)	0.078	0.088	0.483 *
		(30,30)	0.112	0.116	0.623 *
		(40,40)	0.140	0.137	0.756 *
		(50,50)	0.178	0.175	0.852 *
		(70,70)	0.216	0.194	0.929 *
		(100,100)	0.357	0.308	0.984 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.054	0.064	0.411 *
		(15,15)	0.070	0.075	0.569 *
		(20,20)	0.082	0.091	0.712 *
		(30,30)	0.141	0.130	0.839 *
		(40,40)	0.179	0.161	0.926 *
		(50,50)	0.223	0.207	0.979 *
		(70,70)	0.298	0.272	0.991 *
		(100,100)	0.498	0.429	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.060	0.068	0.532 *
		(15,15)	0.070	0.076	0.714 *
		(20,20)	0.085	0.094	0.828 *
		(30,30)	0.153	0.143	0.940 *
		(40,40)	0.187	0.181	0.981 *
		(50,50)	0.252	0.234	0.997 *
		(70,70)	0.364	0.327	0.999 *
		(100,100)	0.574	0.517	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.061	0.070	0.710 *
		(15,15)	0.072	0.081	0.876 *
		(20,20)	0.086	0.096	0.943 *
		(30,30)	0.154	0.145	0.990 *
		(40,40)	0.197	0.197	0.999 *
		(50,50)	0.255	0.254	1.000 *
		(70,70)	0.405	0.373	1.000 *
		(100,100)	0.677	0.591	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 ($\beta = 0.685, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.051	0.058	0.139 *
		(15,15)	0.063	0.079	0.178 *
		(20,20)	0.066	0.077	0.209 *
		(30,30)	0.077	0.084	0.279 *
		(40,40)	0.081	0.090	0.344 *
		(50,50)	0.106	0.102	0.421 *
		(70,70)	0.116	0.101	0.555 *
		(100,100)	0.160	0.140	0.676 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.060	0.064	0.270 *
		(15,15)	0.066	0.079	0.376 *
		(20,20)	0.084	0.089	0.490 *
		(30,30)	0.113	0.118	0.624 *
		(40,40)	0.147	0.138	0.759 *
		(50,50)	0.179	0.175	0.854 *
		(70,70)	0.217	0.194	0.930 *
		(100,100)	0.389	0.310	0.986 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.062	0.068	0.413 *
		(15,15)	0.072	0.080	0.569 *
		(20,20)	0.087	0.094	0.717 *
		(30,30)	0.142	0.133	0.840 *
		(40,40)	0.183	0.162	0.926 *
		(50,50)	0.229	0.209	0.979 *
		(70,70)	0.304	0.276	0.994 *
		(100,100)	0.615	0.433	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.063	0.071	0.533 *
		(15,15)	0.076	0.081	0.714 *
		(20,20)	0.089	0.095	0.830 *
		(30,30)	0.155	0.145	0.943 *
		(40,40)	0.205	0.187	0.981 *
		(50,50)	0.278	0.234	0.997 *
		(70,70)	0.459	0.330	1.000 *
		(100,100)	0.773	0.520	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.073	0.072	0.713 *
		(15,15)	0.077	0.074	0.876 *
		(20,20)	0.098	0.090	0.946 *
		(30,30)	0.160	0.146	0.990 *
		(40,40)	0.236	0.200	0.999 *
		(50,50)	0.371	0.254	1.000 *
		(70,70)	0.648	0.373	1.000 *
		(100,100)	0.921	0.593	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
2.0 ($\beta = 0.543, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.052	0.060	0.142 *
		(15,15)	0.065	0.074	0.179 *
		(20,20)	0.068	0.079	0.210 *
		(30,30)	0.081	0.086	0.287 *
		(40,40)	0.082	0.091	0.345 *
		(50,50)	0.108	0.103	0.422 *
		(70,70)	0.117	0.101	0.558 *
		(100,100)	0.168	0.142	0.678 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.060	0.065	0.273 *
		(15,15)	0.073	0.080	0.378 *
		(20,20)	0.084	0.090	0.494 *
		(30,30)	0.117	0.121	0.626 *
		(40,40)	0.150	0.140	0.765 *
		(50,50)	0.195	0.176	0.855 *
		(70,70)	0.274	0.197	0.937 *
		(100,100)	0.499	0.313	0.986 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.064	0.072	0.418 *
		(15,15)	0.075	0.080	0.569 *
		(20,20)	0.092	0.094	0.718 *
		(30,30)	0.146	0.134	0.843 *
		(40,40)	0.202	0.163	0.930 *
		(50,50)	0.283	0.211	0.980 *
		(70,70)	0.478	0.276	0.994 *
		(100,100)	0.767	0.433	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.070	0.073	0.539 *
		(15,15)	0.078	0.082	0.716 *
		(20,20)	0.094	0.100	0.831 *
		(30,30)	0.162	0.147	0.945 *
		(40,40)	0.270	0.189	0.981 *
		(50,50)	0.390	0.235	0.997 *
		(70,70)	0.658	0.331	1.000 *
		(100,100)	0.920	0.520	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.074	0.077	0.713 *
		(15,15)	0.080	0.084	0.878 *
		(20,20)	0.099	0.100	0.947 *
		(30,30)	0.223	0.147	0.991 *
		(40,40)	0.375	0.202	0.999 *
		(50,50)	0.588	0.256	1.000 *
		(70,70)	0.846	0.376	1.000 *
		(100,100)	0.988	0.598	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.1	1.5 เท่า	(10,10)	0.204 *	0.124	0.088
$(\beta = 12.2, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15)	0.264 *	0.129	0.128
		(20,20)	0.305 *	0.131	0.129
		(30,30)	0.387 *	0.144	0.139
		(40,40)	0.429 *	0.162	0.239
		(50,50)	0.502 *	0.164	0.249
		(70,70)	0.547 *	0.183	0.255
		(100,100)	0.551 *	0.234	0.294
	2 เท่า	(10,10)	0.378 *	0.124	0.121
	(1 : 2)	(15,15)	0.495 *	0.135	0.137
		(20,20)	0.606 *	0.154	0.154
		(30,30)	0.718 *	0.208	0.221
		(40,40)	0.833 *	0.215	0.300
		(50,50)	0.867 *	0.257	0.460
		(70,70)	0.870 *	0.286	0.474
		(100,100)	0.673 *	0.427	0.495
	2.5 เท่า	(10,10)	0.549 *	0.126	0.132
	(1 : 2.5)	(15,15)	0.695 *	0.136	0.148
		(20,20)	0.801 *	0.159	0.185
		(30,30)	0.900 *	0.230	0.252
		(40,40)	0.959 *	0.263	0.321
		(50,50)	0.976 *	0.318	0.511
		(70,70)	0.982 *	0.401	0.530
		(100,100)	0.992 *	0.574	0.594
	3 เท่า	(10,10)	0.653 *	0.130	0.135
	(1 : 3)	(15,15)	0.821 *	0.150	0.143
		(20,20)	0.981 *	0.174	0.178
		(30,30)	0.967 *	0.245	0.255
		(40,40)	0.987 *	0.290	0.348
		(50,50)	0.996 *	0.357	0.490
		(70,70)	1.000 *	0.477	0.646
		(100,100)	1.000 *	0.656	0.691
	4 เท่า	(10,10)	0.816 *	0.131	0.137
	(1 : 4)	(15,15)	0.935 *	0.154	0.154
		(20,20)	0.981 *	0.174	0.188
		(30,30)	0.995 *	0.251	0.257
		(40,40)	0.999 *	0.319	0.357
		(50,50)	1.000 *	0.400	0.559
		(70,70)	1.000 *	0.548	0.786
		(100,100)	1.000 *	0.748	0.992

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
0.5 $(\beta = 2.1, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.090	0.112	0.210 *
		(15,15)	0.115	0.136	0.271 *
		(20,20)	0.110	0.131	0.305 *
		(30,30)	0.138	0.149	0.400 *
		(40,40)	0.148	0.155	0.475 *
		(50,50)	0.174	0.169	0.555 *
		(70,70)	0.184	0.168	0.672 *
		(100,100)	0.267	0.228	0.773 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.090	0.117	0.381 *
		(15,15)	0.118	0.137	0.498 *
		(20,20)	0.152	0.155	0.615 *
		(30,30)	0.213	0.200	0.730 *
		(40,40)	0.233	0.211	0.843 *
		(50,50)	0.282	0.253	0.917 *
		(70,70)	0.321	0.290	0.960 *
		(100,100)	0.490	0.423	0.992 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.107	0.125	0.544 *
		(15,15)	0.130	0.137	0.693 *
		(20,20)	0.168	0.158	0.805 *
		(30,30)	0.243	0.222	0.904 *
		(40,40)	0.285	0.262	0.962 *
		(50,50)	0.346	0.310	0.989 *
		(70,70)	0.443	0.392	0.995 *
		(100,100)	0.618	0.568	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.108	0.133	0.663 *
		(15,15)	0.130	0.139	0.817 *
		(20,20)	0.170	0.161	0.891 *
		(30,30)	0.248	0.246	0.969 *
		(40,40)	0.312	0.287	0.991 *
		(50,50)	0.388	0.358	1.000 *
		(70,70)	0.524	0.460	1.000 *
		(100,100)	0.699	0.645	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.110	0.136	0.808 *
		(15,15)	0.136	0.144	0.925 *
		(20,20)	0.175	0.172	0.975 *
		(30,30)	0.265	0.250	0.996 *
		(40,40)	0.324	0.311	0.999 *
		(50,50)	0.396	0.388	1.000 *
		(70,70)	0.549	0.537	1.000 *
		(100,100)	0.745	0.741	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.0 $(\beta = 1, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.091	0.115	0.210 *
		(15,15)	0.120	0.140	0.272 *
		(20,20)	0.119	0.135	0.308 *
		(30,30)	0.139	0.150	0.401 *
		(40,40)	0.149	0.155	0.474 *
		(50,50)	0.178	0.182	0.557 *
		(70,70)	0.186	0.171	0.672 *
		(100,100)	0.267	0.234	0.778 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.100	0.125	0.383 *
		(15,15)	0.137	0.140	0.498 *
		(20,20)	0.152	0.158	0.616 *
		(30,30)	0.214	0.202	0.732 *
		(40,40)	0.235	0.216	0.847 *
		(50,50)	0.285	0.254	0.917 *
		(70,70)	0.325	0.291	0.960 *
		(100,100)	0.494	0.425	0.993 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.103	0.126	0.552 *
		(15,15)	0.141	0.141	0.697 *
		(20,20)	0.171	0.161	0.809 *
		(30,30)	0.253	0.223	0.906 *
		(40,40)	0.292	0.265	0.963 *
		(50,50)	0.356	0.315	0.989 *
		(70,70)	0.450	0.394	0.996 *
		(100,100)	0.638	0.571	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.113	0.136	0.669 *
		(15,15)	0.143	0.141	0.819 *
		(20,20)	0.172	0.164	0.892 *
		(30,30)	0.257	0.248	0.970 *
		(40,40)	0.320	0.288	0.992 *
		(50,50)	0.391	0.359	1.000 *
		(70,70)	0.531	0.472	1.000 *
		(100,100)	0.729	0.645	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.124	0.136	0.811 *
		(15,15)	0.143	0.146	0.926 *
		(20,20)	0.180	0.175	0.977 *
		(30,30)	0.269	0.253	0.996 *
		(40,40)	0.335	0.317	0.999 *
		(50,50)	0.408	0.395	1.000 *
		(70,70)	0.588	0.544	1.000 *
		(100,100)	0.806	0.743	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.5 ($\beta = 0.685, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.092	0.117	0.210 *
		(15,15)	0.127	0.140	0.272 *
		(20,20)	0.120	0.139	0.310 *
		(30,30)	0.139	0.151	0.401 *
		(40,40)	0.153	0.155	0.470 *
		(50,50)	0.179	0.187	0.558 *
		(70,70)	0.187	0.175	0.675 *
		(100,100)	0.267	0.238	0.778 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.114	0.132	0.386 *
		(15,15)	0.138	0.141	0.500 *
		(20,20)	0.154	0.158	0.619 *
		(30,30)	0.217	0.203	0.733 *
		(40,40)	0.240	0.216	0.849 *
		(50,50)	0.294	0.258	0.919 *
		(70,70)	0.352	0.292	0.962 *
		(100,100)	0.545	0.426	0.994 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.118	0.132	0.563 *
		(15,15)	0.146	0.143	0.699 *
		(20,20)	0.173	0.164	0.810 *
		(30,30)	0.256	0.227	0.906 *
		(40,40)	0.298	0.266	0.963 *
		(50,50)	0.374	0.317	0.989 *
		(70,70)	0.511	0.398	0.996 *
		(100,100)	0.754	0.571	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.131	0.136	0.673 *
		(15,15)	0.148	0.145	0.823 *
		(20,20)	0.185	0.169	0.894 *
		(30,30)	0.269	0.255	0.971 *
		(40,40)	0.335	0.290	0.993 *
		(50,50)	0.453	0.362	1.000 *
		(70,70)	0.631	0.473	1.000 *
		(100,100)	0.875	0.648	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.134	0.139	0.814 *
		(15,15)	0.159	0.147	0.931 *
		(20,20)	0.188	0.175	0.981 *
		(30,30)	0.290	0.249	0.997 *
		(40,40)	0.573	0.318	0.999 *
		(50,50)	0.757	0.396	1.000 *
		(70,70)	0.929	0.547	1.000 *
		(100,100)	0.997	0.744	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
2.0 ($\beta = 0.543, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.092	0.118	0.211 *
		(15,15)	0.129	0.141	0.278 *
		(20,20)	0.122	0.141	0.310 *
		(30,30)	0.142	0.155	0.402 *
		(40,40)	0.157	0.156	0.471 *
		(50,50)	0.190	0.189	0.560 *
		(70,70)	0.191	0.186	0.676 *
		(100,100)	0.293	0.238	0.779 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.117	0.133	0.389 *
		(15,15)	0.139	0.144	0.501 *
		(20,20)	0.161	0.164	0.621 *
		(30,30)	0.219	0.206	0.736 *
		(40,40)	0.249	0.217	0.850 *
		(50,50)	0.307	0.260	0.920 *
		(70,70)	0.425	0.293	0.966 *
		(100,100)	0.648	0.427	0.995 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.127	0.136	0.565 *
		(15,15)	0.147	0.145	0.700 *
		(20,20)	0.180	0.169	0.813 *
		(30,30)	0.278	0.228	0.907 *
		(40,40)	0.348	0.268	0.964 *
		(50,50)	0.443	0.318	0.990 *
		(70,70)	0.637	0.399	0.996 *
		(100,100)	0.878	0.572	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.137	0.139	0.678 *
		(15,15)	0.153	0.146	0.826 *
		(20,20)	0.188	0.172	0.894 *
		(30,30)	0.301	0.251	0.972 *
		(40,40)	0.413	0.296	0.993 *
		(50,50)	0.567	0.369	1.000 *
		(70,70)	0.810	0.473	1.000 *
		(100,100)	0.958	0.648	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.139	0.140	0.819 *
		(15,15)	0.159	0.147	0.934 *
		(20,20)	0.218	0.176	0.981 *
		(30,30)	0.409	0.255	0.997 *
		(40,40)	0.999	0.323	1.000 *
		(50,50)	1.000 *	0.399	1.000 *
		(70,70)	1.000 *	0.549	1.000 *
		(100,100)	1.000 *	0.744	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.044 *	0.010	0.004
$(\beta = 12.2, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15,15)	0.076 *	0.012	0.005
		(20,20,20)	0.119 *	0.021	0.005
		(30,30,30)	0.193 *	0.034	0.012
		(40,40,40)	0.219 *	0.039	0.032
		(50,50,50)	0.309 *	0.051	0.049
		(70,70,70)	0.352 *	0.078	0.080
		(100,100,100)	0.363 *	0.152	0.167
	2 เท่า	(10,10,10)	0.313 *	0.013	0.006
	(1 : 2)	(15,15,15)	0.332 *	0.025	0.008
		(20,20,20)	0.530 *	0.036	0.008
		(30,30,30)	0.656 *	0.074	0.029
		(40,40,40)	0.735 *	0.104	0.113
		(50,50,50)	0.853 *	0.160	0.173
		(70,70,70)	0.893 *	0.263	0.271
		(100,100,100)	0.906 *	0.472	0.547
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.561 *	0.015	0.006
	(1 : 2.5)	(15,15,15)	0.574 *	0.031	0.007
		(20,20,20)	0.830 *	0.070	0.118
		(30,30,30)	0.833 *	0.145	0.229
		(40,40,40)	0.945 *	0.225	0.314
		(50,50,50)	0.963 *	0.327	0.358
		(70,70,70)	0.993 *	0.529	0.577
		(100,100,100)	0.994 *	0.777	0.790
	3 เท่า	(10,10,10)	0.753 *	0.022	0.010
	(1 : 3)	(15,15,15)	0.951 *	0.064	0.012
		(20,20,20)	0.991 *	0.122	0.220
		(30,30,30)	1.000 *	0.255	0.348
		(40,40,40)	1.000 *	0.394	0.400
		(50,50,50)	1.000 *	0.542	0.555
		(70,70,70)	1.000 *	0.761	0.761
		(100,100,100)	1.000 *	0.844	0.876
	4 เท่า	(10,10,10)	0.933 *	0.073	0.015
	(1 : 4)	(15,15,15)	0.994 *	0.167	0.120
		(20,20,20)	0.998 *	0.291	0.300
		(30,30,30)	1.000 *	0.337	0.340
		(40,40,40)	1.000 *	0.542	0.597
		(50,50,50)	1.000 *	0.580	0.610
		(70,70,70)	1.000 *	0.680	0.734
		(100,100,100)	1.000 *	0.699	0.765

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.5	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.004	0.007	0.078 *
$(\beta = 2.1, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15,15)	0.009	0.011	0.133 *
		(20,20,20)	0.011	0.021	0.235 *
		(30,30,30)	0.023	0.034	0.390 *
		(40,40,40)	0.039	0.039	0.566 *
		(50,50,50)	0.051	0.049	0.704 *
		(70,70,70)	0.088	0.076	0.873 *
		(100,100,100)	0.192	0.150	0.967 *
	2 เท่า	(10,10,10)	0.005	0.009	0.310 *
	(1 : 2)	(15,15,15)	0.015	0.022	0.517 *
		(20,20,20)	0.033	0.035	0.736 *
		(30,30,30)	0.088	0.068	0.932 *
		(40,40,40)	0.128	0.098	0.985 *
		(50,50,50)	0.189	0.158	0.995 *
		(70,70,70)	0.321	0.256	1.000 *
		(100,100,100)	0.593	0.461	1.000 *
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.006	0.013	0.541 *
	(1 : 2.5)	(15,15,15)	0.022	0.033	0.816 *
		(20,20,20)	0.074	0.068	0.940 *
		(30,30,30)	0.157	0.141	0.996 *
		(40,40,40)	0.277	0.220	1.000 *
		(50,50,50)	0.381	0.322	1.000 *
		(70,70,70)	0.609	0.505	1.000 *
		(100,100,100)	0.873	0.768	1.000 *
	3 เท่า	(10,10,10)	0.008	0.023	0.723 *
	(1 : 3)	(15,15,15)	0.045	0.059	0.929 *
		(20,20,20)	0.122	0.116	0.987 *
		(30,30,30)	0.273	0.244	1.000 *
		(40,40,40)	0.451	0.386	1.000 *
		(50,50,50)	0.603	0.527	1.000 *
		(70,70,70)	0.842	0.757	1.000 *
		(100,100,100)	0.979	0.941	1.000 *
	4 เท่า	(10,10,10)	0.018	0.073	0.894 *
	(1 : 4)	(15,15,15)	0.127	0.157	0.987 *
		(20,20,20)	0.272	0.282	0.999 *
		(30,30,30)	0.589	0.532	1.000 *
		(40,40,40)	0.801	0.729	1.000 *
		(50,50,50)	0.923	0.872	1.000 *
		(70,70,70)	0.995	0.978	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.999	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.0	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.006	0.011	0.082 *
$(\beta = 1, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15,15)	0.013	0.011	0.133 *
		(20,20,20)	0.021	0.022	0.239 *
		(30,30,30)	0.033	0.035	0.393 *
		(40,40,40)	0.040	0.041	0.572 *
		(50,50,50)	0.059	0.050	0.708 *
		(70,70,70)	0.095	0.077	0.882 *
		(100,100,100)	0.194	0.151	0.970 *
	2 เท่า	(10,10,10)	0.006	0.011	0.311 *
	(1 : 2)	(15,15,15)	0.022	0.022	0.529 *
		(20,20,20)	0.034	0.037	0.741 *
		(30,30,30)	0.091	0.071	0.932 *
		(40,40,40)	0.131	0.100	0.985 *
		(50,50,50)	0.191	0.161	0.998 *
		(70,70,70)	0.354	0.257	1.000 *
		(100,100,100)	0.696	0.465	1.000 *
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.006	0.015	0.472 *
	(1 : 2.5)	(15,15,15)	0.032	0.034	0.832 *
		(20,20,20)	0.074	0.068	0.948 *
		(30,30,30)	0.170	0.145	0.997 *
		(40,40,40)	0.287	0.221	1.000 *
		(50,50,50)	0.406	0.322	1.000 *
		(70,70,70)	0.722	0.518	1.000 *
		(100,100,100)	0.974	0.773	1.000 *
	3 เท่า	(10,10,10)	0.008	0.023	0.564 *
	(1 : 3)	(15,15,15)	0.051	0.062	0.935 *
		(20,20,20)	0.123	0.119	0.990 *
		(30,30,30)	0.286	0.254	1.000 *
		(40,40,40)	0.504	0.392	1.000 *
		(50,50,50)	0.668	0.529	1.000 *
		(70,70,70)	0.940	0.763	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.942	1.000 *
	4 เท่า	(10,10,10)	0.032	0.074	0.913 *
	(1 : 4)	(15,15,15)	0.133	0.162	0.994 *
		(20,20,20)	0.280	0.283	0.999 *
		(30,30,30)	0.605	0.532	1.000 *
		(40,40,40)	0.871	0.740	1.000 *
		(50,50,50)	0.977	0.875	1.000 *
		(70,70,70)	0.999	0.978	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.999	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.5 $(\beta = 0.685, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.006	0.011	0.083 *
		(15,15,15)	0.014	0.012	0.134 *
		(20,20,20)	0.023	0.022	0.240 *
		(30,30,30)	0.035	0.034	0.395 *
		(40,40,40)	0.046	0.041	0.573 *
		(50,50,50)	0.060	0.053	0.709 *
		(70,70,70)	0.097	0.077	0.884 *
		(100,100,100)	0.276	0.151	0.977 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.007	0.013	0.326 *
		(15,15,15)	0.022	0.024	0.538 *
		(20,20,20)	0.038	0.038	0.744 *
		(30,30,30)	0.099	0.072	0.936 *
		(40,40,40)	0.162	0.102	0.986 *
		(50,50,50)	0.246	0.163	0.998 *
		(70,70,70)	0.586	0.259	1.000 *
		(100,100,100)	0.940	0.467	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.012	0.015	0.577 *
		(15,15,15)	0.036	0.035	0.839 *
		(20,20,20)	0.076	0.074	0.948 *
		(30,30,30)	0.207	0.146	0.998 *
		(40,40,40)	0.448	0.225	1.000 *
		(50,50,50)	0.651	0.325	1.000 *
		(70,70,70)	0.936	0.525	1.000 *
		(100,100,100)	0.997	0.773	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.014	0.027	0.755 *
		(15,15,15)	0.054	0.063	0.948 *
		(20,20,20)	0.134	0.120	0.990 *
		(30,30,30)	0.438	0.256	1.000 *
		(40,40,40)	0.754	0.394	1.000 *
		(50,50,50)	0.914	0.538	1.000 *
		(70,70,70)	0.996	0.765	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.942	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.035	0.076	0.931 *
		(15,15,15)	0.146	0.169	0.995 *
		(20,20,20)	0.387	0.284	0.999 *
		(30,30,30)	0.832	0.533	1.000 *
		(40,40,40)	0.977	0.743	1.000 *
		(50,50,50)	0.997	0.876	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.979	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.998	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
2.0 $(\beta = 0.543, \lambda = 1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.006	0.011	0.086 *
		(15,15,15)	0.016	0.014	0.135 *
		(20,20,20)	0.024	0.023	0.241 *
		(30,30,30)	0.038	0.036	0.397 *
		(40,40,40)	0.050	0.044	0.573 *
		(50,50,50)	0.065	0.053	0.711 *
		(70,70,70)	0.119	0.078	0.885 *
		(100,100,100)	0.440	0.155	0.977 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.007	0.014	0.328 *
		(15,15,15)	0.029	0.024	0.541 *
		(20,20,20)	0.046	0.038	0.749 *
		(30,30,30)	0.114	0.074	0.938 *
		(40,40,40)	0.249	0.104	0.987 *
		(50,50,50)	0.426	0.165	0.998 *
		(70,70,70)	0.809	0.264	1.000 *
		(100,100,100)	0.989	0.470	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.014	0.016	0.579 *
		(15,15,15)	0.036	0.037	0.844 *
		(20,20,20)	0.097	0.077	0.949 *
		(30,30,30)	0.353	0.169	0.999 *
		(40,40,40)	0.692	0.230	1.000 *
		(50,50,50)	0.864	0.329	1.000 *
		(70,70,70)	0.990	0.525	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.773	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.019	0.027	0.759 *
		(15,15,15)	0.067	0.067	0.948 *
		(20,20,20)	0.255	0.128	0.992 *
		(30,30,30)	0.673	0.256	1.000 *
		(40,40,40)	0.915	0.394	1.000 *
		(50,50,50)	0.985	0.540	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.765	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.942	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.045	0.076	0.937 *
		(15,15,15)	0.309	0.170	0.995 *
		(20,20,20)	0.614	0.287	0.999 *
		(30,30,30)	0.953	0.540	1.000 *
		(40,40,40)	0.997	0.748	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.877	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.980	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.999	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 ($\beta = 12.2, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.141 *	0.063	0.020
		(15,15,15)	0.258 *	0.075	0.027
		(20,20,20)	0.334 *	0.098	0.033
		(30,30,30)	0.354 *	0.125	0.078
		(40,40,40)	0.453 *	0.157	0.180
		(50,50,50)	0.567 *	0.163	0.265
		(70,70,70)	0.577 *	0.208	0.280
		(100,100,100)	0.617 *	0.350	0.291
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.528 *	0.077	0.031
		(15,15,15)	0.589 *	0.106	0.040
		(20,20,20)	0.786 *	0.147	0.057
		(30,30,30)	0.812 *	0.234	0.108
		(40,40,40)	0.881 *	0.312	0.199
		(50,50,50)	0.937 *	0.357	0.277
		(70,70,70)	0.963 *	0.518	0.330
		(100,100,100)	0.967 *	0.732	0.357
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.721 *	0.094	0.035
		(15,15,15)	0.819 *	0.154	0.058
		(20,20,20)	0.914 *	0.226	0.085
		(30,30,30)	0.955 *	0.363	0.151
		(40,40,40)	0.988 *	0.494	0.224
		(50,50,50)	0.989 *	0.594	0.287
		(70,70,70)	0.997 *	0.767	0.350
		(100,100,100)	1.000 *	0.934	0.420
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.937 *	0.148	0.044
		(15,15,15)	0.988 *	0.233	0.079
		(20,20,20)	0.996 *	0.321	0.122
		(30,30,30)	1.000 *	0.502	0.202
		(40,40,40)	1.000 *	0.678	0.270
		(50,50,50)	1.000 *	0.775	0.410
		(70,70,70)	1.000 *	0.917	0.532
		(100,100,100)	1.000 *	0.986	0.578
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.987 *	0.262	0.076
		(15,15,15)	0.998 *	0.414	0.142
		(20,20,20)	1.000 *	0.576	0.199
		(30,30,30)	1.000 *	0.784	0.276
		(40,40,40)	1.000 *	0.909	0.317
		(50,50,50)	1.000 *	0.969	0.429
		(70,70,70)	1.000 *	0.999	0.597
		(100,100,100)	1.000 *	1.000 *	0.614

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.5 ($\beta = 2.1, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.041	0.062	0.255 *
		(15,15,15)	0.062	0.072	0.349 *
		(20,20,20)	0.077	0.095	0.474 *
		(30,30,30)	0.122	0.121	0.633 *
		(40,40,40)	0.156	0.155	0.782 *
		(50,50,50)	0.178	0.162	0.859 *
		(70,70,70)	0.257	0.205	0.960 *
		(100,100,100)	0.404	0.346	0.995 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.053	0.072	0.580 *
		(15,15,15)	0.107	0.104	0.785 *
		(20,20,20)	0.153	0.143	0.889 *
		(30,30,30)	0.260	0.231	0.985 *
		(40,40,40)	0.354	0.308	0.995 *
		(50,50,50)	0.417	0.354	0.999 *
		(70,70,70)	0.598	0.512	1.000 *
		(100,100,100)	0.809	0.722	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.082	0.092	0.809 *
		(15,15,15)	0.161	0.149	0.951 *
		(20,20,20)	0.245	0.221	0.985 *
		(30,30,30)	0.405	0.360	1.000 *
		(40,40,40)	0.569	0.493	1.000 *
		(50,50,50)	0.669	0.585	1.000 *
		(70,70,70)	0.844	0.753	1.000 *
		(100,100,100)	0.971	0.925	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.117	0.132	0.917 *
		(15,15,15)	0.231	0.219	0.990 *
		(20,20,20)	0.344	0.315	0.996 *
		(30,30,30)	0.586	0.499	1.000 *
		(40,40,40)	0.758	0.672	1.000 *
		(50,50,50)	0.865	0.773	1.000 *
		(70,70,70)	0.967	0.912	1.000 *
		(100,100,100)	0.997	0.984	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.215	0.245	0.987 *
		(15,15,15)	0.426	0.408	0.997 *
		(20,20,20)	0.598	0.565	1.000 *
		(30,30,30)	0.831	0.775	1.000 *
		(40,40,40)	0.946	0.904	1.000 *
		(50,50,50)	0.990	0.964	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.979	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000 *	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.0	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.057	0.062	0.256 *
$(\beta = 1, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15,15)	0.074	0.074	0.349 *
		(20,20,20)	0.084	0.096	0.475 *
		(30,30,30)	0.128	0.122	0.635 *
		(40,40,40)	0.161	0.156	0.783 *
		(50,50,50)	0.180	0.166	0.862 *
		(70,70,70)	0.260	0.208	0.961 *
		(100,100,100)	0.421	0.349	0.995 *
	2 เท่า	(10,10,10)	0.067	0.073	0.595 *
	(1 : 2)	(15,15,15)	0.110	0.105	0.787 *
		(20,20,20)	0.159	0.147	0.893 *
		(30,30,30)	0.268	0.236	0.986 *
		(40,40,40)	0.360	0.309	0.996 *
		(50,50,50)	0.425	0.355	1.000 *
		(70,70,70)	0.637	0.514	1.000 *
		(100,100,100)	0.883	0.728	1.000 *
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.082	0.096	0.826 *
	(1 : 2.5)	(15,15,15)	0.169	0.151	0.953 *
		(20,20,20)	0.254	0.228	0.987 *
		(30,30,30)	0.408	0.361	1.000 *
		(40,40,40)	0.592	0.495	1.000 *
		(50,50,50)	0.705	0.588	1.000 *
		(70,70,70)	0.904	0.755	1.000 *
		(100,100,100)	0.996	0.928	1.000 *
	3 เท่า	(10,10,10)	0.118	0.133	0.931 *
	(1 : 3)	(15,15,15)	0.241	0.226	0.990 *
		(20,20,20)	0.365	0.324	0.997 *
		(30,30,30)	0.591	0.502	1.000 *
		(40,40,40)	0.794	0.674	1.000 *
		(50,50,50)	0.898	0.774	1.000 *
		(70,70,70)	0.988	0.916	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.986	1.000 *
	4 เท่า	(10,10,10)	0.221	0.258	0.989 *
	(1 : 4)	(15,15,15)	0.439	0.412	0.997 *
		(20,20,20)	0.617	0.568	1.000 *
		(30,30,30)	0.872	0.784	1.000 *
		(40,40,40)	0.980	0.907	1.000 *
		(50,50,50)	0.999	0.967	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.999	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.5 ($\beta = 0.685, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.059	0.066	0.262 *
		(15,15,15)	0.077	0.074	0.352 *
		(20,20,20)	0.091	0.098	0.483 *
		(30,30,30)	0.138	0.124	0.636 *
		(40,40,40)	0.165	0.156	0.792 *
		(50,50,50)	0.185	0.166	0.864 *
		(70,70,70)	0.282	0.209	0.962 *
		(100,100,100)	0.553	0.352	0.995 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.077	0.075	0.603 *
		(15,15,15)	0.118	0.106	0.791 *
		(20,20,20)	0.168	0.148	0.897 *
		(30,30,30)	0.271	0.237	0.987 *
		(40,40,40)	0.433	0.312	0.996 *
		(50,50,50)	0.543	0.359	1.000 *
		(70,70,70)	0.836	0.516	1.000 *
		(100,100,100)	0.986	0.729	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.105	0.098	0.831 *
		(15,15,15)	0.188	0.154	0.958 *
		(20,20,20)	0.256	0.229	0.987 *
		(30,30,30)	0.486	0.367	1.000 *
		(40,40,40)	0.744	0.497	1.000 *
		(50,50,50)	0.871	0.594	1.000 *
		(70,70,70)	0.985	0.761	1.000 *
		(100,100,100)	0.999	0.930	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.135	0.144	0.939 *
		(15,15,15)	0.251	0.231	0.993 *
		(20,20,20)	0.443	0.325	0.998 *
		(30,30,30)	0.734	0.503	1.000 *
		(40,40,40)	0.934	0.680	1.000 *
		(50,50,50)	0.984	0.776	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.916	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.986	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.228	0.265	0.990 *
		(15,15,15)	0.509	0.414	0.998 *
		(20,20,20)	0.751	0.577	1.000 *
		(30,30,30)	0.972	0.784	1.000 *
		(40,40,40)	0.993	0.909	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.968	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.999	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
2.0 ($\beta = 0.543, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.060	0.067	0.262 *
		(15,15,15)	0.079	0.080	0.353 *
		(20,20,20)	0.098	0.103	0.485 *
		(30,30,30)	0.144	0.127	0.640 *
		(40,40,40)	0.172	0.157	0.797 *
		(50,50,50)	0.205	0.170	0.866 *
		(70,70,70)	0.376	0.213	0.962 *
		(100,100,100)	0.730	0.353	0.995 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.087	0.076	0.606 *
		(15,15,15)	0.123	0.111	0.796 *
		(20,20,20)	0.175	0.149	0.901 *
		(30,30,30)	0.342	0.239	0.987 *
		(40,40,40)	0.572	0.312	0.996 *
		(50,50,50)	0.740	0.360	1.000 *
		(70,70,70)	0.949	0.517	1.000 *
		(100,100,100)	0.997	0.734	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.098	0.099	0.864 *
		(15,15,15)	0.204	0.161	0.959 *
		(20,20,20)	0.366	0.230	0.987 *
		(30,30,30)	0.660	0.367	1.000 *
		(40,40,40)	0.892	0.502	1.000 *
		(50,50,50)	0.968	0.594	1.000 *
		(70,70,70)	0.999	0.766	1.000 *
		(100,100,100)	1.000	0.935	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.137	0.146	0.939 *
		(15,15,15)	0.360	0.231	0.993 *
		(20,20,20)	0.610	0.331	0.998 *
		(30,30,30)	0.893	0.511	1.000 *
		(40,40,40)	0.981	0.683	1.000 *
		(50,50,50)	1.000	0.779	1.000 *
		(70,70,70)	1.000	0.917	1.000 *
		(100,100,100)	1.000	0.986	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.345	0.269	0.990 *
		(15,15,15)	0.702	0.421	0.998 *
		(20,20,20)	0.882	0.578	1.000 *
		(30,30,30)	0.994	0.787	1.000 *
		(40,40,40)	1.000	0.914	1.000 *
		(50,50,50)	1.000	0.969	1.000 *
		(70,70,70)	1.000	0.999	1.000 *
		(100,100,100)	1.000	1.000	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.39 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.1 ($\beta = 12.2, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.217 *	0.135	0.123
		(15,15,15)	0.369 *	0.138	0.148
		(20,20,20)	0.449 *	0.175	0.191
		(30,30,30)	0.479 *	0.208	0.327
		(40,40,40)	0.584 *	0.244	0.345
		(50,50,50)	0.685 *	0.252	0.361
		(70,70,70)	0.704 *	0.332	0.396
		(100,100,100)	0.748 *	0.464	0.470
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.618 *	0.151	0.155
		(15,15,15)	0.720 *	0.188	0.212
		(20,20,20)	0.869 *	0.259	0.284
		(30,30,30)	0.874 *	0.341	0.457
		(40,40,40)	0.934 *	0.364	0.499
		(50,50,50)	0.961 *	0.407	0.499
		(70,70,70)	0.983 *	0.435	0.512
		(100,100,100)	0.985 *	0.486	0.520
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.899 *	0.192	0.199
		(15,15,15)	0.980 *	0.264	0.291
		(20,20,20)	0.992 *	0.336	0.399
		(30,30,30)	1.000 *	0.476	0.504
		(40,40,40)	1.000 *	0.550	0.598
		(50,50,50)	1.000 *	0.619	0.623
		(70,70,70)	1.000 *	0.666	0.696
		(100,100,100)	1.000 *	0.674	0.700
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.978 *	0.253	0.270
		(15,15,15)	0.997 *	0.361	0.397
		(20,20,20)	0.998 *	0.380	0.424
		(30,30,30)	1.000 *	0.490	0.548
		(40,40,40)	1.000 *	0.587	0.604
		(50,50,50)	1.000 *	0.622	0.667
		(70,70,70)	1.000 *	0.666	0.698
		(100,100,100)	1.000 *	0.695	0.714
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.998 *	0.389	0.394
		(15,15,15)	1.000 *	0.395	0.404
		(20,20,20)	1.000 *	0.407	0.445
		(30,30,30)	1.000 *	0.579	0.615
		(40,40,40)	1.000 *	0.654	0.685
		(50,50,50)	1.000 *	0.689	0.695
		(70,70,70)	1.000 *	0.741	0.801
		(100,100,100)	1.000 *	0.767	0.840

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.39 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
0.5	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.098	0.137	0.379 *
$(\beta = 2.1, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15,15)	0.124	0.135	0.497 *
		(20,20,20)	0.155	0.176	0.594 *
		(30,30,30)	0.216	0.202	0.743 *
		(40,40,40)	0.265	0.239	0.869 *
		(50,50,50)	0.287	0.250	0.927 *
		(70,70,70)	0.366	0.329	0.981 *
		(100,100,100)	0.537	0.460	0.997 *
	2 เท่า	(10,10,10)	0.127	0.146	0.709 *
	(1 : 2)	(15,15,15)	0.190	0.185	0.864 *
		(20,20,20)	0.273	0.253	0.943 *
		(30,30,30)	0.386	0.340	0.994 *
		(40,40,40)	0.507	0.452	0.997 *
		(50,50,50)	0.578	0.360	1.000 *
		(70,70,70)	0.736	0.633	1.000 *
		(100,100,100)	0.894	0.816	1.000 *
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.185	0.192	0.900 *
	(1 : 2.5)	(15,15,15)	0.241	0.231	0.978 *
		(20,20,20)	0.388	0.329	0.994 *
		(30,30,30)	0.566	0.475	1.000 *
		(40,40,40)	0.716	0.644	1.000 *
		(50,50,50)	0.800	0.714	1.000 *
		(70,70,70)	0.922	0.858	1.000 *
		(100,100,100)	0.993	0.969	1.000 *
	3 เท่า	(10,10,10)	0.250	0.254	0.966 *
	(1 : 3)	(15,15,15)	0.299	0.261	0.990 *
		(20,20,20)	0.516	0.450	0.998 *
		(30,30,30)	0.720	0.634	1.000 *
		(40,40,40)	0.852	0.784	1.000 *
		(50,50,50)	0.931	0.876	1.000 *
		(70,70,70)	0.986	0.962	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.992	1.000 *
	4 เท่า	(10,10,10)	0.372	0.384	0.996 *
	(1 : 4)	(15,15,15)	0.603	0.562	0.998 *
		(20,20,20)	0.756	0.703	1.000 *
		(30,30,30)	0.914	0.874	1.000 *
		(40,40,40)	0.983	0.950	1.000 *
		(50,50,50)	0.998	0.989	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.999	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000 *	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.0	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.120	0.140	0.379 *
$(\beta = 1, \lambda = 1)$	(1 : 1.5)	(15,15,15)	0.139	0.138	0.499 *
		(20,20,20)	0.173	0.177	0.600 *
		(30,30,30)	0.218	0.205	0.746 *
		(40,40,40)	0.266	0.241	0.873 *
		(50,50,50)	0.294	0.250	0.927 *
		(70,70,70)	0.368	0.332	0.981 *
		(100,100,100)	0.545	0.460	0.997 *
	2 เท่า	(10,10,10)	0.145	0.148	0.715 *
	(1 : 2)	(15,15,15)	0.192	0.186	0.877 *
		(20,20,20)	0.290	0.257	0.944 *
		(30,30,30)	0.392	0.342	0.994 *
		(40,40,40)	0.510	0.454	0.999 *
		(50,50,50)	0.579	0.499	1.000 *
		(70,70,70)	0.764	0.634	1.000 *
		(100,100,100)	0.943	0.817	1.000 *
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.187	0.194	0.902 *
	(1 : 2.5)	(15,15,15)	0.301	0.262	0.979 *
		(20,20,20)	0.391	0.337	0.995 *
		(30,30,30)	0.559	0.479	1.000 *
		(40,40,40)	0.732	0.646	1.000 *
		(50,50,50)	0.819	0.715	1.000 *
		(70,70,70)	0.961	0.861	1.000 *
		(100,100,100)	0.999	0.971	1.000 *
	3 เท่า	(10,10,10)	0.258	0.255	0.974 *
	(1 : 3)	(15,15,15)	0.392	0.355	0.995 *
		(20,20,20)	0.519	0.450	0.999 *
		(30,30,30)	0.723	0.639	1.000 *
		(40,40,40)	0.889	0.785	1.000 *
		(50,50,50)	0.961	0.876	1.000 *
		(70,70,70)	0.997	0.962	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.993	1.000 *
	4 เท่า	(10,10,10)	0.399	0.387	0.998 *
	(1 : 4)	(15,15,15)	0.615	0.565	0.998 *
		(20,20,20)	0.767	0.709	1.000 *
		(30,30,30)	0.941	0.874	1.000 *
		(40,40,40)	0.991	0.952	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.990	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	1.000 *	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000 *	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.5 ($\beta = 0.685, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.141	0.122	0.381 *
		(15,15,15)	0.143	0.142	0.502 *
		(20,20,20)	0.180	0.179	0.607 *
		(30,30,30)	0.221	0.207	0.746 *
		(40,40,40)	0.272	0.242	0.874 *
		(50,50,50)	0.300	0.252	0.928 *
		(70,70,70)	0.415	0.332	0.983 *
		(100,100,100)	0.687	0.462	0.997 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.158	0.150	0.722 *
		(15,15,15)	0.212	0.188	0.877 *
		(20,20,20)	0.291	0.258	0.945 *
		(30,30,30)	0.398	0.345	0.994 *
		(40,40,40)	0.583	0.458	1.000 *
		(50,50,50)	0.696	0.500	1.000 *
		(70,70,70)	0.914	0.635	1.000 *
		(100,100,100)	0.994	0.817	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.199	0.197	0.909 *
		(15,15,15)	0.301	0.266	0.982 *
		(20,20,20)	0.414	0.342	0.995 *
		(30,30,30)	0.642	0.483	1.000 *
		(40,40,40)	0.851	0.647	1.000 *
		(50,50,50)	0.944	0.715	1.000 *
		(70,70,70)	0.997	0.867	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.973	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.274	0.258	0.975 *
		(15,15,15)	0.446	0.360	0.997 *
		(20,20,20)	0.613	0.451	0.999 *
		(30,30,30)	0.858	0.639	1.000 *
		(40,40,40)	0.966	0.787	1.000 *
		(50,50,50)	0.994	0.877	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.965	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.994	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.422	0.389	0.998 *
		(15,15,15)	0.698	0.567	1.000 *
		(20,20,20)	0.873	0.710	1.000 *
		(30,30,30)	0.988	0.880	1.000 *
		(40,40,40)	0.999	0.955	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.990	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	1.000 *	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000 *	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.39 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามสัมประสิทธิ์การแปรผัน อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
2.0 ($\beta = 0.543, \lambda = 1$)	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10,10)	0.144	0.129	0.387 *
		(15,15,15)	0.149	0.142	0.588 *
		(20,20,20)	0.181	0.179	0.611 *
		(30,30,30)	0.227	0.209	0.752 *
		(40,40,40)	0.285	0.242	0.875 *
		(50,50,50)	0.330	0.253	0.928 *
		(70,70,70)	0.537	0.334	0.982 *
		(100,100,100)	0.832	0.467	0.997 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10,10)	0.167	0.151	0.726 *
		(15,15,15)	0.219	0.190	0.878 *
		(20,20,20)	0.294	0.258	0.945 *
		(30,30,30)	0.498	0.347	0.995 *
		(40,40,40)	0.730	0.459	1.000 *
		(50,50,50)	0.861	0.502	1.000 *
		(70,70,70)	0.975	0.638	1.000 *
		(100,100,100)	0.999	0.818	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10,10)	0.207	0.201	0.911 *
		(15,15,15)	0.344	0.269	0.982 *
		(20,20,20)	0.529	0.343	0.995 *
		(30,30,30)	0.815	0.485	1.000 *
		(40,40,40)	0.949	0.647	1.000 *
		(50,50,50)	0.986	0.723	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.867	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.974	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10,10)	0.306	0.265	0.978 *
		(15,15,15)	0.570	0.363	0.997 *
		(20,20,20)	0.761	0.459	0.999 *
		(30,30,30)	0.946	0.646	1.000 *
		(40,40,40)	0.993	0.790	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.878	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.968	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.994	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10,10)	0.550	0.395	0.998 *
		(15,15,15)	0.840	0.573	1.000 *
		(20,20,20)	0.952	0.711	1.000 *
		(30,30,30)	0.997	0.881	1.000 *
		(40,40,40)	1.000 *	0.955	1.000 *
		(50,50,50)	1.000 *	0.990	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	1.000 *	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	1.000 *	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.4 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงเลขชี้กำลัง

จากตารางที่ 4.40 - 4.45 แสดงค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเลขชี้กำลัง ของประชากร 2 และ 3 กลุ่ม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

จากการเปรียบเทียบค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด จะมีกำลังของการทดสอบในทุกอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดที่ศึกษา

1. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 พบว่าสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส มีกำลังของการทดสอบสูงสุด ตามลำดับ และยังสังเกตได้ว่า สถิติทดสอบมูด และสถิติทดสอบซีเกลทูกี มีกำลังการทดสอบใกล้เคียงกัน แต่สถิติทดสอบมูดจะมีกำลังการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบซีเกลทูกี

2. ที่ขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดเพิ่มขึ้น ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. ที่อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ที่ขนาดตัวอย่างและอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น กำลังของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. สำหรับประชากร 2 และ 3 กลุ่ม พบว่ากำลังการทดสอบของแต่ละตัวสถิติจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.40 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.0 $(\alpha=1,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.009	0.009	0.038 *
		(15,15)	0.015	0.014	0.041 *
		(20,20)	0.016	0.018	0.068 *
		(30,30)	0.019	0.020	0.075 *
		(40,40)	0.022	0.023	0.116 *
		(50,50)	0.027	0.024	0.166 *
		(70,70)	0.037	0.031	0.263 *
		(100,100)	0.092	0.073	0.402 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.011	0.009	0.079 *
		(15,15)	0.018	0.017	0.136 *
		(20,20)	0.022	0.021	0.219 *
		(30,30)	0.036	0.029	0.325 *
		(40,40)	0.049	0.046	0.451 *
		(50,50)	0.063	0.047	0.577 *
		(70,70)	0.106	0.075	0.768 *
		(100,100)	0.200	0.150	0.923 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.008	0.011	0.144 *
		(15,15)	0.015	0.019	0.249 *
		(20,20)	0.024	0.024	0.401 *
		(30,30)	0.037	0.043	0.586 *
		(40,40)	0.061	0.054	0.742 *
		(50,50)	0.091	0.077	0.863 *
		(70,70)	0.157	0.117	0.959 *
		(100,100)	0.330	0.231	0.999 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.007	0.007	0.214 *
		(15,15)	0.017	0.010	0.380 *
		(20,20)	0.021	0.029	0.575 *
		(30,30)	0.050	0.046	0.781 *
		(40,40)	0.064	0.068	0.896 *
		(50,50)	0.096	0.095	0.964 *
		(70,70)	0.183	0.148	0.993 *
		(100,100)	0.402	0.302	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.008	0.008	0.342 *
		(15,15)	0.011	0.010	0.591 *
		(20,20)	0.018	0.030	0.795 *
		(30,30)	0.039	0.043	0.927 *
		(40,40)	0.052	0.070	0.985 *
		(50,50)	0.086	0.096	0.998 *
		(70,70)	0.203	0.179	1.000 *
		(100,100)	0.529	0.368	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.41 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.0 $(\alpha=1,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.058	0.063	0.121 *
		(15,15)	0.061	0.072	0.138 *
		(20,20)	0.065	0.080	0.200 *
		(30,30)	0.091	0.082	0.220 *
		(40,40)	0.108	0.094	0.309 *
		(50,50)	0.122	0.095	0.377 *
		(70,70)	0.150	0.117	0.505 *
		(100,100)	0.216	0.167	0.675 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.062	0.072	0.227 *
		(15,15)	0.079	0.077	0.324 *
		(20,20)	0.086	0.083	0.455 *
		(30,30)	0.135	0.135	0.584 *
		(40,40)	0.175	0.147	0.710 *
		(50,50)	0.206	0.166	0.807 *
		(70,70)	0.312	0.229	0.916 *
		(100,100)	0.456	0.348	0.986 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.067	0.077	0.359 *
		(15,15)	0.077	0.079	0.494 *
		(20,20)	0.103	0.091	0.668 *
		(30,30)	0.171	0.143	0.817 *
		(40,40)	0.217	0.191	0.908 *
		(50,50)	0.266	0.227	0.961 *
		(70,70)	0.422	0.314	0.991 *
		(100,100)	0.602	0.473	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.069	0.069	0.482 *
		(15,15)	0.076	0.081	0.644 *
		(20,20)	0.105	0.101	0.820 *
		(30,30)	0.182	0.162	0.913 *
		(40,40)	0.256	0.226	0.967 *
		(50,50)	0.299	0.250	0.989 *
		(70,70)	0.477	0.404	1.000 *
		(100,100)	0.703	0.567	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.064	0.057	0.658 *
		(15,15)	0.070	0.080	0.824 *
		(20,20)	0.097	0.110	0.938 *
		(30,30)	0.181	0.171	0.983 *
		(40,40)	0.259	0.251	0.998 *
		(50,50)	0.321	0.295	1.000 *
		(70,70)	0.547	0.481	1.000 *
		(100,100)	0.819	0.674	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.42 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2)	M	S	K
1.0 $(\alpha=1,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5)	(10,10)	0.118	0.126	0.208 *
		(15,15)	0.121	0.133	0.233 *
		(20,20)	0.121	0.139	0.314 *
		(30,30)	0.158	0.147	0.341 *
		(40,40)	0.188	0.162	0.431 *
		(50,50)	0.192	0.177	0.503 *
		(70,70)	0.244	0.207	0.640 *
		(100,100)	0.323	0.252	0.772 *
	2 เท่า (1 : 2)	(10,10)	0.116	0.138	0.341 *
		(15,15)	0.146	0.141	0.452 *
		(20,20)	0.159	0.144	0.590 *
		(30,30)	0.230	0.209	0.714 *
		(40,40)	0.291	0.239	0.800 *
		(50,50)	0.326	0.281	0.881 *
		(70,70)	0.435	0.349	0.952 *
		(100,100)	0.591	0.471	0.996 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5)	(10,10)	0.139	0.155	0.511 *
		(15,15)	0.152	0.156	0.622 *
		(20,20)	0.183	0.158	0.789 *
		(30,30)	0.272	0.243	0.872 *
		(40,40)	0.356	0.304	0.946 *
		(50,50)	0.401	0.347	0.980 *
		(70,70)	0.551	0.466	0.994 *
		(100,100)	0.737	0.610	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3)	(10,10)	0.136	0.139	0.616 *
		(15,15)	0.167	0.151	0.754 *
		(20,20)	0.185	0.174	0.895 *
		(30,30)	0.297	0.262	0.953 *
		(40,40)	0.385	0.356	0.988 *
		(50,50)	0.445	0.392	0.997 *
		(70,70)	0.629	0.535	1.000 *
		(100,100)	0.816	0.707	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4)	(10,10)	0.130	0.134	0.772 *
		(15,15)	0.168	0.162	0.910 *
		(20,20)	0.182	0.192	0.964 *
		(30,30)	0.292	0.284	0.992 *
		(40,40)	0.400	0.385	1.000 *
		(50,50)	0.482	0.448	1.000 *
		(70,70)	0.709	0.615	1.000 *
		(100,100)	0.917	0.791	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.43 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.0 $(\alpha=1,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.008	0.010	0.070 *
		(15,15,15)	0.021	0.018	0.118 *
		(20,20,20)	0.016	0.025	0.179 *
		(30,30,30)	0.041	0.036	0.361 *
		(40,40,40)	0.062	0.038	0.513 *
		(50,50,50)	0.086	0.066	0.648 *
		(70,70,70)	0.123	0.089	0.836 *
		(100,100,100)	0.289	0.170	0.959 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.009	0.014	0.266 *
		(15,15,15)	0.020	0.019	0.484 *
		(20,20,20)	0.044	0.036	0.686 *
		(30,30,30)	0.094	0.070	0.927 *
		(40,40,40)	0.159	0.112	0.980 *
		(50,50,50)	0.239	0.161	0.994 *
		(70,70,70)	0.451	0.261	1.000 *
		(100,100,100)	0.827	0.472	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.016	0.021	0.530 *
		(15,15,15)	0.022	0.024	0.786 *
		(20,20,20)	0.067	0.058	0.925 *
		(30,30,30)	0.163	0.127	0.998 *
		(40,40,40)	0.300	0.210	1.000 *
		(50,50,50)	0.451	0.281	1.000 *
		(70,70,70)	0.800	0.473	1.000 *
		(100,100,100)	0.977	0.727	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.016	0.032	0.696 *
		(15,15,15)	0.036	0.048	0.939 *
		(20,20,20)	0.104	0.098	0.987 *
		(30,30,30)	0.283	0.200	1.000 *
		(40,40,40)	0.501	0.327	1.000 *
		(50,50,50)	0.723	0.444	1.000 *
		(70,70,70)	0.956	0.682	1.000 *
		(100,100,100)	0.997	0.890	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.033	0.063	0.894 *
		(15,15,15)	0.087	0.111	0.993 *
		(20,20,20)	0.197	0.188	0.999 *
		(30,30,30)	0.566	0.421	1.000 *
		(40,40,40)	0.861	0.621	1.000 *
		(50,50,50)	0.963	0.780	1.000 *
		(70,70,70)	0.998	0.931	1.000 *
		(100,100,100)	1.000	0.995	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.44 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.0	1.5 เท่า	(10,10,10)	0.051	0.060	0.237 *
$(\alpha=1,\lambda=1)$	(1 : 1.5 : 2.25)	(15,15,15)	0.070	0.073	0.340 *
		(20,20,20)	0.109	0.098	0.419 *
		(30,30,30)	0.139	0.113	0.636 *
		(40,40,40)	0.192	0.147	0.726 *
		(50,50,50)	0.253	0.190	0.845 *
		(70,70,70)	0.319	0.233	0.948 *
		(100,100,100)	0.534	0.360	0.993 *
	2 เท่า	(10,10,10)	0.080	0.074	0.558 *
	(1 : 2 : 4)	(15,15,15)	0.115	0.096	0.758 *
		(20,20,20)	0.170	0.145	0.885 *
		(30,30,30)	0.287	0.221	0.980 *
		(40,40,40)	0.400	0.317	0.995 *
		(50,50,50)	0.500	0.397	0.999 *
		(70,70,70)	0.751	0.527	1.000 *
		(100,100,100)	0.944	0.726	1.000 *
	2.5 เท่า	(10,10,10)	0.098	0.100	0.788 *
	(1 : 2.5 : 6.25)	(15,15,15)	0.162	0.131	0.942 *
		(20,20,20)	0.234	0.206	0.985 *
		(30,30,30)	0.430	0.344	1.000 *
		(40,40,40)	0.593	0.462	1.000 *
		(50,50,50)	0.747	0.567	1.000 *
		(70,70,70)	0.936	0.751	1.000 *
		(100,100,100)	0.993	0.892	1.000 *
	3 เท่า	(10,10,10)	0.113	0.119	0.907 *
	(1 : 3 : 9)	(15,15,15)	0.217	0.189	0.988 *
		(20,20,20)	0.325	0.266	0.999 *
		(30,30,30)	0.569	0.458	1.000 *
		(40,40,40)	0.803	0.616	1.000 *
		(50,50,50)	0.914	0.724	1.000 *
		(70,70,70)	0.993	0.882	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.975	1.000 *
	4 เท่า	(10,10,10)	0.186	0.209	0.987 *
	(1 : 4 : 16)	(15,15,15)	0.378	0.334	0.999 *
		(20,20,20)	0.559	0.469	1.000 *
		(30,30,30)	0.857	0.711	1.000 *
		(40,40,40)	0.976	0.860	1.000 *
		(50,50,50)	0.993	0.939	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.988	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.999	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.45 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ ของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง จำแนกตามอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด	(n1,n2,n3)	M	S	K
1.0 $(\alpha=1,\lambda=1)$	1.5 เท่า (1 : 1.5 : 2.25)	(10,10,10)	0.118	0.108	0.347 *
		(15,15,15)	0.149	0.126	0.468 *
		(20,20,20)	0.185	0.168	0.568 *
		(30,30,30)	0.246	0.203	0.752 *
		(40,40,40)	0.304	0.245	0.823 *
		(50,50,50)	0.360	0.291	0.907 *
		(70,70,70)	0.469	0.342	0.983 *
		(100,100,100)	0.666	0.491	0.998 *
	2 เท่า (1 : 2 : 4)	(10,10,10)	0.150	0.155	0.702 *
		(15,15,15)	0.217	0.183	0.856 *
		(20,20,20)	0.291	0.250	0.939 *
		(30,30,30)	0.415	0.334	0.990 *
		(40,40,40)	0.539	0.465	0.998 *
		(50,50,50)	0.636	0.533	1.000 *
		(70,70,70)	0.845	0.660	1.000 *
		(100,100,100)	0.975	0.825	1.000 *
	2.5 เท่า (1 : 2.5 : 6.25)	(10,10,10)	0.191	0.164	0.871 *
		(15,15,15)	0.295	0.232	0.971 *
		(20,20,20)	0.374	0.321	0.993 *
		(30,30,30)	0.572	0.473	1.000 *
		(40,40,40)	0.731	0.614	1.000 *
		(50,50,50)	0.850	0.710	1.000 *
		(70,70,70)	0.967	0.855	1.000 *
		(100,100,100)	0.996	0.949	1.000 *
	3 เท่า (1 : 3 : 9)	(10,10,10)	0.217	0.225	0.951 *
		(15,15,15)	0.378	0.321	0.995 *
		(20,20,20)	0.483	0.401	0.999 *
		(30,30,30)	0.723	0.605	1.000 *
		(40,40,40)	0.891	0.746	1.000 *
		(50,50,50)	0.958	0.832	1.000 *
		(70,70,70)	0.998	0.928	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.989	1.000 *
	4 เท่า (1 : 4 : 16)	(10,10,10)	0.340	0.339	0.995 *
		(15,15,15)	0.557	0.472	1.000 *
		(20,20,20)	0.717	0.600	1.000 *
		(30,30,30)	0.941	0.830	1.000 *
		(40,40,40)	0.990	0.931	1.000 *
		(50,50,50)	0.997	0.966	1.000 *
		(70,70,70)	1.000 *	0.996	1.000 *
		(100,100,100)	1.000 *	0.999	1.000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง " การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบนอนพาราเมตริกสำหรับความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาด " มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบบครัสคัลวัลลิส ตัวสถิติทดสอบมูด และตัวสถิติทดสอบซีเกลทูกี ภายใต้ลักษณะประชากรที่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่กำหนดซึ่งเท่ากับ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 ขนาดตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญต่างๆ

ในการศึกษาเปรียบเทียบ ผู้วิจัยจะคำนวณค่าตัวสถิติจากข้อมูลที่ได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ทำการทดลองซ้ำจำนวน 1,000 ครั้ง โดยมีขนาดตัวอย่างในแต่ละประชากรเป็น 10 15 20 30 40 50 70 และ 100 และทำการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \theta_1 = \theta_2 = ... = \theta_c$ และคำนวณค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 พร้อมทั้งทดสอบความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแต่ละตัวสถิติด้วยการทดสอบทวินามภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากนั้นคำนวณค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ เมื่อกำหนดอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดของประชากรเพิ่มขึ้น เท่ากับ 1.5 เท่า 2.0 เท่า 2.5 เท่า 3 เท่า และ 4 เท่า ตัวสถิติที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติที่ให้ค่ากำลังของการทดสอบมากที่สุด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1

จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สำหรับทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

2. ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง กล่าวคือ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 จะมีแนวโน้มลดลง

5.1.2 การเปรียบเทียบค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติ

จากการเปรียบเทียบค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันพบว่า ในทุกกรณีที่ทำการศึกษา เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันมีค่าอยู่ในช่วง [0.1 , 0.5) พบว่าตัวสถิติทดสอบมูดมีกำลังการทดสอบสูงสุด เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันมีค่าอยู่ในช่วง [0.5 , 2.0] พบว่าตัวสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิสมีกำลังการทดสอบสูงสุด

2. เมื่อพิจารณาจำนวนเท่าของอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดที่ทำการศึกษา พบว่าเมื่อกำหนดให้อัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดอยู่ในช่วง [1.5 , 2) เท่า กำลังของการทดสอบของแต่ละตัวสถิติมีค่าใกล้เคียงกัน และถ้าหากอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดมีจำนวนเท่ามากขึ้น ในที่นี่ศึกษาในช่วง [2 , 4] เท่า พบว่ากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ มีความแตกต่างกันมากขึ้น

3. การเพิ่มจำนวนเท่าของอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาดมีผลทำให้ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เพิ่มขึ้น

4. การเพิ่มระดับนัยสำคัญและขนาดตัวอย่าง มีผลให้ค่ากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ด้านดังนี้

5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. คำนวณค่าประมาณสัมประสิทธิ์การแปรผัน (c.v.)โดยใช้สูตรดังนี้

$$c.v. = \frac{s.d.}{\bar{x}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x-\bar{x})^2}{n-1}}}{\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i}{n}}$$

สำหรับประชากร จะกำหนดให้พารามิเตอร์ที่ไม่ใช่พารามิเตอร์ขนาดมีค่าคงที่ ที่ทราบค่า โดยขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน

2. เลือกตัวสถิติให้เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลดังนี้

ในกรณีที่ประชากรมากกว่า 1 กลุ่ม เมื่อพารามิเตอร์ขนาดมีค่าเปลี่ยนไป ให้ทำการหาค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรแต่ละกลุ่ม หากค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรมีค่าเพิ่มขึ้น ให้นำค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่ 1 ไปเทียบว่าควรจะใช้สถิติตัวใด โดยพิจารณาได้จาก

- เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันมีค่าอยู่ในช่วง [0.1 , 0.5) สำหรับทุกอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ ควรเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบมูด

- เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันมีค่าอยู่ในช่วง [0.5 , 2.0] สำหรับทุกอัตราส่วนพารามิเตอร์ขนาด ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ ควรเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบครัสคัลวัลลิส

5.2.2 **ด้านการศึกษาวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของพารามิเตอร์ขนาด ภายใต้ประชากร 2 และ 3 กลุ่ม มีการแจกแจงเดียวกัน และเป็นการแจกแจงแบบต่อเนื่อง ขนาดตัวอย่างเท่ากัน ฉะนั้นเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะศึกษากรณีอื่นๆ เช่น กรณีต่อไปนี้

1. ศึกษาสำหรับตัวสถิตินอนพาราเมตริกซ์อื่นๆ ที่ใช้สำหรับทดสอบพารามิเตอร์ขนาด
2. กลุ่มประชากรมากกว่า 3 กลุ่ม และมีการแจกแจงที่แตกต่างจากที่ศึกษา
3. ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน เช่น $(n_1, n_2, n_3) = (10,15,15),(10,15,20)$ เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธีระพร วีระถาวร. 2539. ความน่าจะเป็นกับการประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : นำอักษรการพิมพ์.

นิภา ศรีไพโรจน์. 2538. สถิตินอนพาราเมตริกซ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

มานพ วราภักดิ์. 2547. การจำลองเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มานพ วราภักดิ์. 2548. ทฤษฎีความน่าจะเป็น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

Basu A.P. 1967. A Note on Nonparametric Tests for Scale. The Annals of Mathematical Statistics. 38 : 274 – 277.

Douglas A.P. 1981. A Comparison of Some K-Sample Nonparametric Tests for Scale. Journal of Experimental Educational. 47 : 126-130.

Gibbon J.D. 2003. Nonparametric Statistical Inference Fourth edition, Revised and Expanded. New York : Marcel Dekker.

Ross, Sheldon M. 1996. Simulation. 2nd ed. London : Academic Press.

Stevens G. 1989. A Nonparametric Multiple Comparison Test for Differences in Scale Parameter. Metrika. 36 : 91-106.

Tsai W.S., Duran B.S. and Lewis T.O. 1975. Small – Sample Behavior of Some Multisample Nonparametric Tests for Scale. Journal of the American Statistical Association. 70(352) : 791-796.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมสำหรับการคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 และค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว

```
********************************************************* NORMAL DISTRIBUTION ***********************************************
DOUBLE PRECISION, PARAMETER :: seed = 65539
DOUBLE PRECISION :: ix = seed
INTEGER, PARAMETER :: population_no = 2
INTEGER, PARAMETER :: sampling = 80
DOUBLE PRECISION :: significant_001, significant_050, significant_010
INTEGER :: mood_001_count, seiqel_001_count, kruskal_001_count
INTEGER :: mood_050_count, seiqel_050_count, kruskal_050_count
INTEGER :: mood_010_count, seiqel_010_count, kruskal_010_count
INTEGER, PARAMETER :: round = 1000
INTEGER :: N = population_no * sampling
INTEGER, PARAMETER :: asc = 1, des = 2
INTEGER :: order, asc_index, des_index
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no, 1:sampling) :: normal_value, mood_rank, seiqel_rank,
kruskal_rank
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: mue, zigma
DOUBLE PRECISION :: r1, r2, v1, v2, s, w, z
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: normal_value_serial, normal_value_order_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: mood_rank_serial, kruskal_rank_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: normal_value_seiqel_order_serialDOUBLE
PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: mood_T_N_j, mood_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: mood, mood_u_N_j, mood_A_2_N, mood_E_N_i, mood_Z_N_i
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: seiqel_T_N_j, seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: seiqel, seiqel_u_N_j, seiqel_A_2_N, seiqel_E_N_i, seiqel_Z_N_i
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: kruskal_T_N_j, kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: kruskal, kruskal_u_N_j, kruskal_A_2_N, kruskal_E_N_i, kruskal_Z_N_i
INTEGER :: count = 0
EXTERNAL DRANKS
zigma(1) = 1.0
zigma(2) = 2.5
!zigma(3) = 16.0
mue(1) = 0.5
mue(2) = 1.25
!mue(3) = 32.0
IF(population_no .EQ. 2) THEN
        significant_001 = 6.63
        significant_050 = 3.84
        significant_010 = 2.71
        ELSE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                significant_001 = 9.21
                significant_050 = 5.99
                significant_010 = 4.61
END IF
mood_001_count = 0
seiqel_001_count = 0
kruskal_001_count = 0
mood_050_count = 0
seiqel_050_count = 0
kruskal_050_count = 0
mood_010_count = 0
seiqel_010_count = 0
kruskal_010_count = 0
DO m = 1, round
        mood = 0.00
        seiqel = 0.00
        kruskal = 0.00
        DO i = 1, population_no
                DO j = 1, sampling
                        DO
                        !Generate random number
                        ix = URAND(ix)
                        r1 = ix / 2147483647
                        ix = URAND(ix)
                        r2 = ix / 2147483647
                        v1 = (2 * r1) - 1
                        v2 = (2 * r2) - 1
                        s = (v1 ** 2) + (v2 ** 2)
                                IF(s .LE. 1) THEN
                                        EXIT
                                END IF
                        END DO
                        w = DSQRT(-2 * DLOG(S) / S)
                        z = v1 * w
                        normal_value(i, j) = mue(i) + (zigma(i) * z)
                        !WRITE(*,*) normal_value(i, j)
                END DO
        END DO
        count = 1
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                normal_value_serial(count) = normal_value(i, j)
                count = count + 1
        END DO
END DO
CALL DRANKS(sampling*population_no, normal_value_serial, 0.0, 0, 0, mood_rank_serial)
count = 1
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                mood_rank(i, j) = mood_rank_serial(count)
                count = count + 1
        END DO
END DO
mood_u_N_j = (N - 1.00) / (12.00 * (N + 1.00))
mood_A_2_N = (N * ( (N ** 2.00) - 4.00)) / (180.00 * ((N + 1.00) ** 3.00))
!initial
DO i = 1, population_no
        mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                mood_E_N_i = ((mood_rank(i, j)/(N + 1.00)) - 0.50) ** 2
                IF(mood_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                        mood_Z_N_i = 0.00 !A
                ELSE
                        mood_Z_N_i = 1.00
                END IF
                mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (mood_E_N_i * mood_Z_N_i)
        END DO
END DO
DO i = 1, population_no
        mood_T_N_j(i) =  mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
mood = 0.00
DO i = 1, population_no
        mood = mood + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((mood_T_N_j(i) - mood_u_N_j) ** 2) / mood_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Mood:', mood
CALL DSVRGN(N, normal_value_serial, normal_value_order_serial)
asc_index = 2
des_index = N
order = des
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
count = 1
normal_value_seiqel_order_serial(1) = normal_value_order_serial(1)
DO i = 2, N
        IF(order .EQ. des) THEN
                normal_value_seiqel_order_serial(i) = normal_value_order_serial(des_index)
                des_index = des_index - 1
                count = count + 1
                IF(count .EQ. 3) THEN
                        count = 1
                        order = asc
                END IF
        ELSE
                normal_value_seiqel_order_serial(i) = normal_value_order_serial(asc_index)
                asc_index = asc_index + 1
                count = count + 1
                IF(count .EQ. 3) THEN
                        count = 1
                        order = des
                END IF
        END IF
END DO
count = 0
index = 1
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                DO k = 1, N
                        IF(normal_value_seiqel_order_serial(k) .EQ. normal_value(i, j)) THEN
                                index = k
                        END IF
                END DO
                seiqel_rank(i, j) = index
        END DO
END DO
seiqel_u_N_j = (N + 1.00) / 2.00
seiqel_A_2_N = (N * (N + 1)) / 12.00
!initial
DO i = 1, population_no
        seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                    seiqel_E_N_i = seiqel_rank(i, j)
                    IF(mood_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                            seiqel_Z_N_i = 0.00
                            seiqel_Z_N_i = 1.00
                    ELSE
                            seiqel_Z_N_i = 1.00
                    END IF
                    seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (seiqel_E_N_i * seiqel_Z_N_i)
            END DO
    END DO
    DO i = 1, population_no
            seiqel_T_N_j(i) =  seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
    END DO
    seiqel = 0.00
    DO i = 1, population_no
            seiqel = seiqel + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((seiqel_T_N_j(i) - seiqel_u_N_j) ** 2) / seiqel_A_2_N)
    END DO
    WRITE(*,*) 'Seiqel:', seiqel
    CALL DRANKS(sampling*population_no, normal_value_serial, 0.0, 0, 0, kruskal_rank_serial)
    !convert kruskal_rank_serial to kruskal_rank
    count = 1
    DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                    kruskal_rank(i, j) = kruskal_rank_serial(count)
                    count = count + 1
            END DO
    END DO
    kruskal_u_N_j = (N + 1.00) / (2 * N)
    kruskal_A_2_N = (N + 1.00) / (12 * N)
    !initial
    DO i = 1, population_no
            kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
    END DO
    DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                    kruskal_E_N_i = kruskal_rank(i, j) / N
                    IF(kruskal_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                            kruskal_Z_N_i = 0.00
                            !kruskal_Z_N_i = 1.00
                    ELSE
                            kruskal_Z_N_i = 1.00
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                    END IF
                    kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (kruskal_E_N_i * kruskal_Z_N_i)
            END DO
END DO
DO i = 1, population_no
            kruskal_T_N_j(i) =  kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
kruskal = 0.00
DO i = 1, population_no
            kruskal = kruskal + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((kruskal_T_N_j(i) - kruskal_u_N_j) ** 2) / kruskal_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Kruskal:', kruskal
WRITE(*,*) mood
IF (mood .GT. significant_001) THEN
            mood_001_count = mood_001_count + 1
            WRITE(*,*) mood_001_count
END IF
IF (mood .GT. significant_050) THEN
            mood_050_count = mood_050_count + 1
END IF
IF (mood .GT. significant_010) THEN
            mood_010_count = mood_010_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_001) THEN
            seiqel_001_count = seiqel_001_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_050) THEN
            seiqel_050_count = seiqel_050_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_010) THEN
            seiqel_010_count = seiqel_010_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_001) THEN
            kruskal_001_count = kruskal_001_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_050) THEN
            kruskal_050_count = kruskal_050_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_010) THEN
            kruskal_010_count = kruskal_010_count + 1
END IF
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
END DO
WRITE(*,*) 'Significant 0.01', significant_001
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_001_count, "/", round, "(", mood_count_001/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_001_count, "/", round, "(", seiqel_count_001/round , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_001_count, "/", round, "(", kruskal_count_001/round , ")"
WRITE(*,*) 'Significant 0.50', significant_050
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_050_count, "/", round, "(", mood_count_050/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_050_count, "/", round, "(", seiqel_count_050/round , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_050_count, "/", round, "(", kruskal_count_050/round , ")"
WRITE(*,*) 'Significant 0.10', significant_010
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_010_count, "/", round, "(", mood_count_010/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_010_count, "/", round, "(", seiqel_count_010/round , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_010_count, "/", round, "(", kruskal_count_010/round , ")"

CONTAINS
DOUBLE PRECISION FUNCTION URAND(ix)
IMPLICIT NONE
DOUBLE PRECISION, INTENT(IN) :: ix
DOUBLE PRECISION :: iy, m
m = 2147483647.00
iy = 16807.00 * ix
IF(iy .LT. 0) iy = (iy + m) + 1
        URAND = DMOD(iy, m)
END FUNCTION URAND
END PROGRAM Normal

************************************************** GAMMA DISTRIBUTION ********************************************
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no, 1:sampling) :: gamma_value, mood_rank, seiqel_rank,
kruskal_rank
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: alpha, lamda, expo_lamda
DOUBLE PRECISION :: r1, r2, a, b, y, expo, beta, y1, y2
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: gamma_value_serial, gamma_value_order_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: mood_rank_serial, kruskal_rank_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: gamma_value_seiqel_order_serial
INTEGER :: count = 0
EXTERNAL DRANKS
lamda(1) = 1.0
lamda(2) = 1.5
lamda(3) = 2.25
alpha(1) = 1.0
alpha(2) = 1.0
```

```
alpha(3) = 1.0
expo_lamda(1) = 1.00
expo_lamda(2) = 1.00
expo_lamda(3) = 1.00
IF(population_no .EQ. 2) THEN
        significant_001 = 6.63
        significant_050 = 3.84
        significant_010 = 2.71
        ELSE
                significant_001 = 9.21
                significant_050 = 5.99
                significant_010 = 4.61
END IF
mood_001_count = 0
seiqel_001_count = 0
kruskal_001_count = 0
mood_050_count = 0
seiqel_050_count = 0
kruskal_050_count = 0
mood_010_count = 0
seiqel_010_count = 0
kruskal_010_count = 0
DO m = 1, round
        mood = 0.00
        seiqel = 0.00
        kruskal = 0.00
        DO i = 1, population_no
                DO j = 1, sampling
                        IF(alpha(i) .GE. 1) THEN
                                a = DSQRT( (2 * alpha(i)) - 1)
                                b = (2 * alpha(i)) - (DLOG(DBLE(FLOAT(4)))) + (1/a)
                                DO
                                        ix = URAND(ix)
                                        r1 = ix / 2147483647
                                        ix = URAND(ix)
                                        r2 = ix / 2147483647
                                        y = alpha(i) * ((r1 / (1 - r1)) ** a)
                                        IF(y .LE. (b - DLOG((r1 ** 2) * r2))) THEN
                                                EXIT
                                        END IF
                                END DO
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                                        gamma_value(i, j) = y / lamda(i)
                                        ELSE IF ( (0 .LT. alpha(i)) .AND. (alpha(i) .LT. 1)) THEN
                                        !Generate expo
                                        ix = URAND(ix)
                                        r1 = ix / 2147483647
                                        expo = (-1 / expo_lamda(i)) * DLOG(1 - r1)
                                        !Generate beta
                                        DO
                                                ix = URAND(ix)
                                                r1 = ix / 2147483647
                                                ix = URAND(ix)
                                                r2 = ix / 2147483647
                                                y1 = r1 ** (1 / alpha(i))
                                                y2 = r2 ** (1 / (1 - alpha(i)))
                                                IF( (y1 + y2) .LE. 1) THEN
                                                        EXIT
                                                END IF
                                        END DO
                                        beta = y1 / (y1 + y2)
                                        gamma_value(i, j) = (expo * beta) / lamda(i)
                                END IF
                        END DO
                END DO
OPEN(1,file='D:\gamma.xls')
DO i = 1, sampling
                DO j = 1, population_no
                        WRITE(1,*) gamma_value(i, j)
                END DO
                WRITE(1,*)
END DO
!store 'gamma_value' in 'gamma_value_serial'
count = 1
DO i = 1, population_no
                DO j = 1, sampling
                        gamma_value_serial(count) = gamma_value(i, j)
                        count = count + 1
                END DO
END DO
CALL DRANKS(sampling*population_no, gamma_value_serial, 0.0, 0, 0, mood_rank_serial)
!convert mood_rank_serial to mood_rank
count = 1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                mood_rank(i, j) = mood_rank_serial(count)
                count = count + 1
        END DO
END DO
mood_u_N_j = (N - 1.00) / (12.00 * (N + 1.00))
mood_A_2_N = (N * ( (N ** 2.00) - 4.00)) / (180.00 * ((N + 1.00) ** 3.00))
!initial
DO i = 1, population_no
        mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                mood_E_N_i = ((mood_rank(i, j)/(N + 1.00)) - 0.50) ** 2
                IF(mood_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                        mood_Z_N_i = 0.00 !A
                        !mood_Z_N_i = 1.00!B
                        ELSE
                                mood_Z_N_i = 1.00
                END IF
                mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (mood_E_N_i * mood_Z_N_i)
        END DO
END DO
DO i = 1, population_no
        mood_T_N_j(i) =  mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
mood = 0.00
DO i = 1, population_no
        mood = mood + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((mood_T_N_j(i) - mood_u_N_j) ** 2) / mood_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Mood:', mood
CALL DSVRGN(N, gamma_value_serial, gamma_value_order_serial)
asc_index = 2
des_index = N
order = des
count = 1
gamma_value_seiqel_order_serial(1) = gamma_value_order_serial(1)
DO i = 2, N
        IF(order .EQ. des) THEN
                gamma_value_seiqel_order_serial(i) = gamma_value_order_serial(des_index)
```

```
                    des_index = des_index - 1
                    count = count + 1
                    IF(count .EQ. 3) THEN
                            count = 1
                            order = asc
                    END IF
                    ELSE
                            gamma_value_seiqel_order_serial(i) = gamma_value_order_serial(asc_index)
                            asc_index = asc_index + 1
                            count = count + 1
                            IF(count .EQ. 3) THEN
                                    count = 1
                                    order = des
                            END IF
            END IF
END DO
count = 0
index = 1
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                    DO k = 1, N
                            IF(gamma_value_seiqel_order_serial(k) .EQ. gamma_value(i, j)) THEN
                                    index = k
                            END IF
                    END DO
                    seiqel_rank(i, j) = index
            END DO
END DO
seiqel_u_N_j = (N + 1.00) / 2.00
seiqel_A_2_N = (N * (N + 1)) / 12.00
!initial
DO i = 1, population_no
            seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                    seiqel_E_N_i = seiqel_rank(i, j)
                    IF(mood_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                            seiqel_Z_N_i = 0.00
                    ELSE
                            seiqel_Z_N_i = 1.00
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                    END IF
                    seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (seiqel_E_N_i * seiqel_Z_N_i)
            END DO
END DO
DO i = 1, population_no
            seiqel_T_N_j(i) =  seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
seiqel = 0.00
DO i = 1, population_no
            seiqel = seiqel + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((seiqel_T_N_j(i) - seiqel_u_N_j) ** 2) / seiqel_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Seiqel:', seiqel
CALL DRANKS(sampling*population_no, gamma_value_serial, 0.0, 0, 0, kruskal_rank_serial)
!convert kruskal_rank_serial to kruskal_rank
count = 1
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                    kruskal_rank(i, j) = kruskal_rank_serial(count)
                    count = count + 1
            END DO
END DO
kruskal_u_N_j = (N + 1.00) / (2 * N)
kruskal_A_2_N = (N + 1.00) / (12 * N)
!initial
DO i = 1, population_no
            kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                    kruskal_E_N_i = kruskal_rank(i, j) / N
                    IF(kruskal_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                                kruskal_Z_N_i = 0.00
                    ELSE
                                kruskal_Z_N_i = 1.00
                    END IF
                    kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (kruskal_E_N_i * kruskal_Z_N_i)
            END DO
END DO
DO i = 1, population_no
            kruskal_T_N_j(i) =  kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
kruskal = 0.00
DO i = 1, population_no
        kruskal = kruskal + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((kruskal_T_N_j(i) - kruskal_u_N_j) ** 2) / kruskal_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Kruskal:', kruskal
IF (mood .GT. significant_001) THEN
        mood_001_count = mood_001_count + 1
        WRITE(*,*) mood_001_count
END IF
IF (mood .GT. significant_050) THEN
        mood_050_count = mood_050_count + 1
END IF
IF (mood .GT. significant_010) THEN
        mood_010_count = mood_010_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_001) THEN
        seiqel_001_count = seiqel_001_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_050) THEN
        seiqel_050_count = seiqel_050_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_010) THEN
        seiqel_010_count = seiqel_010_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_001) THEN
        kruskal_001_count = kruskal_001_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_050) THEN
        kruskal_050_count = kruskal_050_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_010) THEN
        kruskal_010_count = kruskal_010_count + 1
END IF
END DO
WRITE(*,*) 'Significant 0.01', significant_001
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_001_count, "/", round, "(", mood_001_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_001_count, "/", round, "(", seiqel_001_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_001_count, "/", round, "(", kruskal_001_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"

WRITE(*,*) 'Significant 0.50', significant_050
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_050_count, "/", round, "(", mood_050_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_050_count, "/", round, "(", seiqel_050_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_050_count, "/", round, "(", kruskal_050_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"

WRITE(*,*) 'Significant 0.10', significant_010
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_010_count, "/", round, "(", mood_010_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_010_count, "/", round, "(", seiqel_010_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_010_count, "/", round, "(", kruskal_010_count/DBLE(FLOAT(round)) , ")"


************************************************** GAMMA DISTRIBUTION ***********************************************
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no, 1:sampling) :: weibul_value, mood_rank, seiqel_rank,
kruskal_rank
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: weibul_value_serial, weibul_value_order_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: mood_rank_serial, kruskal_rank_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: weibul_value_seiqel_order_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: lamda
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: beta
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: mood_T_N_j, mood_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: mood, mood_u_N_j, mood_A_2_N, mood_E_N_i, mood_Z_N_i
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: seiqel_T_N_j, seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: seiqel, seiqel_u_N_j, seiqel_A_2_N, seiqel_E_N_i, seiqel_Z_N_i
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: kruskal_T_N_j, kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: kruskal, kruskal_u_N_j, kruskal_A_2_N, kruskal_E_N_i, kruskal_Z_N_i
INTEGER :: count = 0
EXTERNAL DRANKS
lamda(1) = 1.0
lamda(2) = 2.0
!lamda(3) = 16.0
beta(1) = 12.2
beta(2) = 12.2
!beta(3) = 12.2
IF(population_no .EQ. 2) THEN
        significant_001 = 6.63
        significant_050 = 3.84
        significant_010 = 2.71
ELSE
        significant_001 = 9.21
        significant_050 = 5.99
        significant_010 = 4.61
END IF
mood_001_count = 0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
seiqel_001_count = 0
kruskal_001_count = 0
mood_050_count = 0
seiqel_050_count = 0
kruskal_050_count = 0
mood_010_count = 0
seiqel_010_count = 0
kruskal_010_count = 0
DO m = 1, round
mood = 0.00
seiqel = 0.00
kruskal = 0.00
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                former = URAND(former)
                random(i, j) = former / 2147483647
        END DO
END DO
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                !WRITE(*,*) random(i, j)
        END DO
END DO
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                weibul_value(i, j) = CALCULATE_WEIBUL(random(i, j), lamda(i), beta(i))
        END DO
END DO
count = 1
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                weibul_value_serial(count) = weibul_value(i, j)
                count = count + 1
        END DO
END DO
CALL DRANKS(sampling*population_no, weibul_value_serial, 0.0, 0, 0, mood_rank_serial)
!convert mood_rank_serial to mood_rank
count = 1
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                mood_rank(i, j) = mood_rank_serial(count)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                count = count + 1
        END DO
END DO
mood_u_N_j = (N - 1.00) / (12.00 * (N + 1.00))
mood_A_2_N = (N * ( (N ** 2.00) - 4.00)) / (180.00 * ((N + 1.00) ** 3.00))
!initial
DO i = 1, population_no
        mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                mood_E_N_i = ((mood_rank(i, j)/(N + 1.00)) - 0.50) ** 2
                IF(mood_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                        mood_Z_N_i = 0.00 !A
                        ELSE
                        mood_Z_N_i = 1.00
                END IF
                mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (mood_E_N_i * mood_Z_N_i)
        END DO
END DO
DO i = 1, population_no
        mood_T_N_j(i) =  mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
mood = 0.00
DO i = 1, population_no
        mood = mood + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((mood_T_N_j(i) - mood_u_N_j) ** 2) / mood_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Mood:', mood

CALL DSVRGN(N, weibul_value_serial, weibul_value_order_serial)
asc_index = 2
des_index = N
order = des
count = 1
weibul_value_seiqel_order_serial(1) = weibul_value_order_serial(1)
DO i = 2, N
        IF(order .EQ. des) THEN
                weibul_value_seiqel_order_serial(i) = weibul_value_order_serial(des_index)
                des_index = des_index - 1
                count = count + 1
                IF(count .EQ. 3) THEN
```

```
                    count = 1
                    order = asc
                END IF
                ELSE
                    weibul_value_seiqel_order_serial(i) = weibul_value_order_serial(asc_index)
                    asc_index = asc_index + 1
                    count = count + 1
                    IF(count .EQ. 3) THEN
                        count = 1
                        order = des
                    END IF
            END IF
END DO
count = 0
index = 1
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                DO k = 1, N
                    IF(weibul_value_seiqel_order_serial(k) .EQ. weibul_value(i, j)) THEN
                        index = k
                    END IF
                END DO
                seiqel_rank(i, j) = index
            END DO
END DO
seiqel_u_N_j = (N + 1.00) / 2.00
seiqel_A_2_N = (N * (N + 1)) / 12.00
!initial
DO i = 1, population_no
            seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                seiqel_E_N_i = seiqel_rank(i, j)
                    IF(mood_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                        seiqel_Z_N_i = 0.00
                        seiqel_Z_N_i = 1.00
                    ELSE
                        seiqel_Z_N_i = 1.00
                    END IF
                seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (seiqel_E_N_i * seiqel_Z_N_i)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            END DO
END DO
DO i = 1, population_no
            seiqel_T_N_j(i) =  seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
seiqel = 0.00
DO i = 1, population_no
            seiqel = seiqel + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((seiqel_T_N_j(i) - seiqel_u_N_j) ** 2) / seiqel_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Seiqel:', seiqel
CALL DRANKS(sampling*population_no, weibul_value_serial, 0.0, 0, 0, kruskal_rank_serial)
!convert kruskal_rank_serial to kruskal_rank
count = 1
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                        kruskal_rank(i, j) = kruskal_rank_serial(count)
                        count = count + 1
            END DO
END DO
kruskal_u_N_j = (N + 1.00) / (2 * N)
kruskal_A_2_N = (N + 1.00) / (12 * N)
!initial
DO i = 1, population_no
            kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                        kruskal_E_N_i = kruskal_rank(i, j) / N
                        IF(kruskal_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                                    kruskal_Z_N_i = 0.00
                        ELSE
                                    kruskal_Z_N_i = 1.00
                        END IF
                        kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (kruskal_E_N_i * kruskal_Z_N_i)
            END DO
END DO
DO i = 1, population_no
            kruskal_T_N_j(i) =  kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
kruskal = 0.00
DO i = 1, population_no
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            kruskal = kruskal + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((kruskal_T_N_j(i) - kruskal_u_N_j) ** 2) / kruskal_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Kruskal:', kruskal
WRITE(*,*) mood
IF (mood .GT. significant_001) THEN
            mood_001_count = mood_001_count + 1
            WRITE(*,*) mood_001_count
END IF
IF (mood .GT. significant_050) THEN
            mood_050_count = mood_050_count + 1
END IF
IF (mood .GT. significant_010) THEN
            mood_010_count = mood_010_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_001) THEN
            seiqel_001_count = seiqel_001_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_050) THEN
            seiqel_050_count = seiqel_050_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_010) THEN
            seiqel_010_count = seiqel_010_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_001) THEN
            kruskal_001_count = kruskal_001_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_050) THEN
            kruskal_050_count = kruskal_050_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_010) THEN
            kruskal_010_count = kruskal_010_count + 1
END IF
END DO
WRITE(*,*) 'Significant 0.01', significant_001
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_001_count, "/", round, "(", mood_count_001/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_001_count, "/", round, "(", seiqel_count_001/round , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_001_count, "/", round, "(", kruskal_count_001/round , ")"
WRITE(*,*) 'Significant 0.50', significant_050
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_050_count, "/", round, "(", mood_count_050/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_050_count, "/", round, "(", seiqel_count_050/round , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_050_count, "/", round, "(", kruskal_count_050/round , ")"
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
WRITE(*,*) 'Significant 0.10', significant_010
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_010_count, "/", round, "(", mood_count_010/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_010_count, "/", round, "(", seiqel_count_010/round , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_010_count, "/", round, "(", kruskal_count_010/round , ")"
CONTAINS
DOUBLE PRECISION FUNCTION CALCULATE_WEIBUL(random, lamda, beta)
DOUBLE PRECISION, INTENT(IN) :: random, lamda, beta
END FUNCTION CALCULATE_WEIBUL
END PROGRAM WEIBUL

****************************************** EXPONENTIAL DISTRIBUTION ************************************************************
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: expo_value_serial, expo_value_order_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: mood_rank_serial, kruskal_rank_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:sampling*population_no) :: expo_value_seiqel_order_serial
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: mood_T_N_j, mood_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: mood, mood_u_N_j, mood_A_2_N, mood_E_N_i, mood_Z_N_i
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: seiqel_T_N_j, seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: seiqel, seiqel_u_N_j, seiqel_A_2_N, seiqel_E_N_i, seiqel_Z_N_i
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: kruskal_T_N_j, kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i
DOUBLE PRECISION :: kruskal, kruskal_u_N_j, kruskal_A_2_N, kruskal_E_N_i, kruskal_Z_N_i
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no, 1:sampling) :: expo_value
DOUBLE PRECISION, DIMENSION(1:population_no) :: lamda
INTEGER :: count = 0
EXTERNAL DRANKS
lamda(1) = 1.00
lamda(2) = 4.00
!lamda(3) = 16.00
IF(population_no .EQ. 2) THEN
        significant_001 = 6.63
        significant_050 = 3.84
        significant_010 = 2.71
ELSE
        significant_001 = 9.21
        significant_050 = 5.99
        significant_010 = 4.61
END IF
mood_001_count = 0
seiqel_001_count = 0
kruskal_001_count = 0
mood_050_count = 0
seiqel_050_count = 0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
kruskal_050_count = 0
mood_010_count = 0
seiqel_010_count = 0
kruskal_010_count = 0
DO m = 1, round
        mood = 0.00
        seiqel = 0.00
        kruskal = 0.00
        DO i = 1, population_no
                DO j = 1, sampling
                        former = URAND(former)
                        random(i, j) = former / 2147483647
                END DO
        END DO
END DO
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                temp = random(i, j)
                expo_value(i, j) = (-1 / lamda(i)) * DLOG(temp)
        END DO
END DO
!store 'expo_value' in 'expo_value_serial'
count = 1
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                expo_value_serial(count) = expo_value(i, j)
                count = count + 1
        END DO
END DO
CALL DRANKS(sampling*population_no, expo_value_serial, 0.0, 0, 0, mood_rank_serial)
!convert mood_rank_serial to mood_rank
count = 1
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                mood_rank(i, j) = mood_rank_serial(count)
                count = count + 1
        END DO
END DO
mood_u_N_j = (N - 1.00) / (12.00 * (N + 1.00))
mood_A_2_N = (N * ( (N ** 2.00) - 4.00)) / (180.00 * ((N + 1.00) ** 3.00))
!initial
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
DO i = 1, population_no
        mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
        DO j = 1, sampling
                mood_E_N_i = ((mood_rank(i, j)/(N + 1.00)) - 0.50) ** 2
                IF(mood_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                        mood_Z_N_i = 0.00 !A
                ELSE
                        mood_Z_N_i = 1.00
                END IF
                mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (mood_E_N_i * mood_Z_N_i)
        END DO
END DO
DO i = 1, population_no
        mood_T_N_j(i) =  mood_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
mood = 0.00
DO i = 1, population_no
        mood = mood + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((mood_T_N_j(i) - mood_u_N_j) ** 2) / mood_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Mood:', mood
CALL DSVRGN(N, expo_value_serial, expo_value_order_serial)
asc_index = 2
des_index = N
order = des
count = 1
expo_value_seiqel_order_serial(1) = expo_value_order_serial(1)
DO i = 2, N
        IF(order .EQ. des) THEN
                expo_value_seiqel_order_serial(i) = expo_value_order_serial(des_index)
                des_index = des_index - 1
                count = count + 1
                IF(count .EQ. 3) THEN
                        count = 1
                        order = asc
                END IF
        ELSE
                expo_value_seiqel_order_serial(i) = expo_value_order_serial(asc_index)
                asc_index = asc_index + 1
                count = count + 1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                    IF(count .EQ. 3) THEN
                        count = 1
                        order = des
                    END IF
            END IF
END DO
count = 0
index = 1
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                    DO k = 1, N
                        IF(expo_value_seiqel_order_serial(k) .EQ. expo_value(i, j)) THEN
                        index = k
                        END IF
                    END DO
                    seiqel_rank(i, j) = index
            END DO
END DO
seiqel_u_N_j = (N + 1.00) / 2.00
seiqel_A_2_N = (N * (N + 1)) / 12.00
!initial
DO i = 1, population_no
            seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                    seiqel_E_N_i = seiqel_rank(i, j)
                        IF(mood_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                            seiqel_Z_N_i = 0.00
                            !seiqel_Z_N_i = 1.00
                                ELSE
                                    seiqel_Z_N_i = 1.00
                        END IF
                    seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (seiqel_E_N_i * seiqel_Z_N_i)
            END DO
END DO
DO i = 1, population_no
            seiqel_T_N_j(i) =  seiqel_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
seiqel = 0.00
DO i = 1, population_no
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            seiqel = seiqel + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((seiqel_T_N_j(i) - seiqel_u_N_j) ** 2) / seiqel_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Seiqel:', seiqel
CALL DRANKS(sampling*population_no, expo_value_serial, 0.0, 0, 0, kruskal_rank_serial)
!convert kruskal_rank_serial to kruskal_rank
count = 1
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                        kruskal_rank(i, j) = kruskal_rank_serial(count)
                        count = count + 1
            END DO
END DO
kruskal_u_N_j = (N + 1.00) / (2 * N)
kruskal_A_2_N = (N + 1.00) / (12 * N)
!initial
DO i = 1, population_no
            kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = 0.0
END DO
DO i = 1, population_no
            DO j = 1, sampling
                        kruskal_E_N_i = kruskal_rank(i, j) / N
                        IF(kruskal_rank(i, j) .EQ. j) THEN
                                    kruskal_Z_N_i = 0.00
                                    !kruskal_Z_N_i = 1.00
                                    ELSE
                                                kruskal_Z_N_i = 1.00
                        END IF
                        kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) = kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) + (kruskal_E_N_i * kruskal_Z_N_i)
            END DO
END DO
DO i = 1, population_no
            kruskal_T_N_j(i) =  kruskal_zigma_E_N_i_Z_N_i(i) / DBLE(FLOAT(sampling))
END DO
kruskal = 0.00
DO i = 1, population_no
            kruskal = kruskal + (DBLE(FLOAT(sampling)) * ((kruskal_T_N_j(i) - kruskal_u_N_j) ** 2) / kruskal_A_2_N)
END DO
WRITE(*,*) 'Kruskal:', kruskal
WRITE(*,*) mood
IF (mood .GT. significant_001) THEN
            mood_001_count = mood_001_count + 1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            WRITE(*,*) mood_001_count
END IF
IF (mood .GT. significant_050) THEN
            mood_050_count = mood_050_count + 1
END IF
IF (mood .GT. significant_010) THEN
            mood_010_count = mood_010_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_001) THEN
            seiqel_001_count = seiqel_001_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_050) THEN
            seiqel_050_count = seiqel_050_count + 1
END IF
IF (seiqel .GT. significant_010) THEN
            seiqel_010_count = seiqel_010_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_001) THEN
            kruskal_001_count = kruskal_001_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_050) THEN
            kruskal_050_count = kruskal_050_count + 1
END IF
IF (kruskal .GT. significant_010) THEN
            kruskal_010_count = kruskal_010_count + 1
END IF
END DO

WRITE(*,*) 'Significant 0.01', significant_001
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_001_count, "/", round, "(", mood_count_001/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_001_count, "/", round, "(", seiqel_count_001/round , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_001_count, "/", round, "(", kruskal_count_001/round , ")"

WRITE(*,*) 'Significant 0.50', significant_050
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_050_count, "/", round, "(", mood_count_050/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_050_count, "/", round, "(", seiqel_count_050/round , ")"
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_050_count, "/", round, "(", kruskal_count_050/round , ")"

WRITE(*,*) 'Significant 0.10', significant_010
WRITE(*,*) 'Mood ', mood_010_count, "/", round, "(", mood_count_010/round , ")"
WRITE(*,*) 'Seiqel ', seiqel_010_count, "/", round, "(", seiqel_count_010/round , ")"
```

```
WRITE(*,*) 'Kruskal ', kruskal_010_count, "/", round, "(", kruskal_count_010/round , ")"

END PROGRAM EXPO
```


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวฤทัยรัตน์ ศรีธมรัตน์ เกิดเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2521 ที่จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปีการศึกษา 2544 แบะเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตร์มหาบัณฑิต (สต.ม.) สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2547

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย