การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร

นางสาว มนทกานติ หรรษวรพงศ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-172-539-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON ON THE POWER OF THE TEST FOR TESTING THE DIFFERENCE BETWEEN TWO POPULATION MEANS

Miss Montakan Hunsavarapong

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-172-539-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร
โดย	นางสาวมนทกานติ หรรษวรพงศ์
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……………………………………………..…..คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิรัช อภิเมธีธำรง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……………………………………………..…..ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ศิริพร สาเกทอง)

……………………………………………..…..อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์)

……………………………………………..…..กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มนทกานติ หรรษวรพงศ์ : การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร (A COMPARISON ON THE POWER OF THE TEST FOR TESTING THE DIFFERENCE BETWEEN TWO POPULATION MEANS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ร.อ. มานพ วราภักดิ์ , 197 หน้า. ISBN 974-172-539-6.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ได้แก่ ตัวสถิติที ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน และตัวสถิติบี โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงเดียวกัน ได้แก่ การแจกแจงปกติ แกมมา ล็อกนอร์มอล ไวบูลล์ และเบตา ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเท่ากับ 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ขนาดตัวอย่าง เท่ากับ 10, 20, 30, 40, 50, 70 และ 100 และกำหนดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร เท่ากับ 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, และ 50% ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล และทำการทดลองซ้ำ 2,000 รอบ ในแต่ละสถานการณ์ ผลสรุปของการวิจัยมีดังนี้

1. การศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

สำหรับทุกการแจกแจง ทุกสัมประสิทธิ์ความผันแปรของประชากร ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ ตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

2. การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

2.1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติหรือใกล้เคียงปกติ สำหรับทุกสัมประสิทธิ์ความผันแปรของประชากร ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญที่ศึกษา ตัวสถิติทีมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

2.2 เมื่อประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($10 \leq n \leq 15$) ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับตัวอย่างขนาดปานกลางและใหญ่ ($20 \leq n \leq 100$) ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมนมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมนมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

2.3 อำนาจการทดสอบแปรผันตามความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ขนาดตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต ....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....

ปีการศึกษา 2545

4282357926 : MAJOR STATISTICS
KEY WORD : TESTING THE DIFFERENCE BETWEEN TWO POPULATION MEANS / TYPE I ERROR / POWER OF THE TEST

MONTAKAN HUNSAVARAPONG : A COMPARISON ON THE POWER OF THE TEST FOR TESTING THE DIFFERENCE BETWEEN TWO POPULATION MEANS . THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI. 197 pp. ISBN 974-172-539-6.

The objective of this research is to compare power of the test for testing the difference between two population means. Four test statistics for testing are T test statistic, The Mann-Whitney U test statistic, O'Gorman adaptive test statistic and B test statistic by considering their ability to control probability of type I error and power of the test. Underlying both populations are normal distribution, gamma distribution, lognormal distribution, weibull distribution and beta distribution, with coefficients of variation are 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0. Sample sizes are 10, 20, 30, 40, 50, 70 and 100. Difference percent between two population means are 5%, 10%, 20%, 30%, 40% and 50%. Levels of significance are 0.01, 0.05 and 0.10. For this research, repeating 2,000 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

For all of the distributions, coefficients of variation, the sample sizes, and the levels of significance under study, all of the test statistics can control the probability of type I error.

2. Power of the test

2.1 Under the normal and close to normal population, T test statistic has the highest power for all coefficients of variation, the sample sizes and the levels of significance under study.

2.2 Under the non-normal population

At the level of significance is 0.01, sample sizes are small $(10 \leq n \leq 15)$ the Mann-Whitney U test has the highest power. For the medium and large sample sizes $(20 \leq n \leq 100)$, O'Gorman adaptive test statistic has the highest power.

At the levels of significance are 0.05 and 0.10, O'Gorman adaptive test statistic has highest power for all sample sizes.

2.3 The power of the test varies according to the difference of two population means, sample size, and level of significance.

Department Statistics	Student's signature
Field of study Statistics	Advisor's signature
Academic year 2002	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาตราจารย์ ศิริพร สาเกทอง ผู้เป็นประธานกรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร ที่ช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณป้า ที่ห่วงใยและสนับสนุนด้านการเรียนของผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา พร้อมทั้งขอบคุณ น้องๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด

มนทกานติ หรรษวรพงศ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.......... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.......... จ
กิตติกรรมประกาศ.......... ฉ
สารบัญ.......... ช
สารบัญตาราง.......... ฌ
สารบัญรูป.......... ฑ

บทที่ 1 บทนำ.......... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.......... 3
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.......... 3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.......... 4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.......... 4
1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.......... 7
1.6 เกณฑ์การตัดสินใจ.......... 8
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.......... 10
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.......... 10

บทที่ 2 ตัวสถิติและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.......... 11
2.1 ตัวสถิติที่ใช้ในการวิจัยและตัวอย่างการคำนวณค่าสถิติ.......... 11
2.2 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง.......... 27
2.3 ความคลาดเคลื่อนในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ.......... 32

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.......... 33
3.1 แผนการทดลอง.......... 33
3.2 ขั้นตอนการทดลอง.......... 36
3.3 การจำลองข้อมูล.......... 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ 43

4.1 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 44

4.2 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ 64

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 144

5.1 สรุปผลการวิจัย 144

5.2 ข้อเสนอแนะ 145

รายการอ้างอิง 147

ภาคผนวก 148

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 197

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่า $\psi(B)$	18
2.2	ข้อมูลตัวอย่างสุ่ม 2 ชุด ที่เป็นอิสระกัน	19
2.3	ข้อมูลตัวอย่างและลำดับที่ของข้อมูล	21
2.4	ข้อมูลตัวอย่าง ลำดับที่ของข้อมูล และคะแนน $a_p(i)$	23
2.5	ข้อมูลตัวอย่าง ลำดับที่ของข้อมูล G_i และ H_j	25
4.1	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	45
4.2	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	46
4.3	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	47
4.4	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	49
4.5	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	50

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.6	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	51
4.7	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	53
4.8	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	54
4.9	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	55
4.10	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	57
4.11	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	58
4.12	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.13	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	61
4.14	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	62
4.15	ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรและขนาดตัวอย่าง	63
4.16	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	65
4.17	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	70
4.18	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10	75
4.19	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	81
4.20	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.21	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10	91
4.22	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	97
4.23	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	99
4.24	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.10	107
4.25	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	113
4.26	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	118
4.27	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.10	123
4.28	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	129
4.29	ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	134

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.30 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 139

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงปกติ (μ,σ^2)	27
2.2	ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงแกมมา (α,β)	28
2.3	ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงล็อกนอร์มอล (μ,σ^2)	29
2.4	ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงไวบูลล์ (α,β)	30
2.5	ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงเบตา (α,β)	31

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในการวิจัยทั่ว ๆ ไป ผู้วิจัยจะไม่สามารถศึกษาข้อมูลทั้งประชากร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลามากเกินไป และมีความยุ่งยากในการเก็บรวบรวมข้อมูล จึงได้เลือกสุ่มสมาชิกในประชากรมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของประชากรและทำการวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างเพื่ออนุมานหรือสรุปผลเชิงสถิติเกี่ยวกับประชากร การอนุมานเกี่ยวกับประชากรอาจทำได้โดย การใช้ข้อมูลตัวอย่างมาประมาณค่า (Estimation) พารามิเตอร์ของประชากร เช่น ค่าเฉลี่ยหรือความแปรปรวนของประชากร เป็นต้น หรือ ทำการทดสอบสมมติฐาน (Testing Hypotheses) และในทางปฏิบัติการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยประชากรก็เป็นเรื่องที่กระทำกัน ซึ่งอาจเป็นการทดสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของหนึ่งประชากร หรือการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากรหรือมากกว่า 2 ประชากร

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ตัวสถิติที่นิยมใช้กันมาก คือ ตัวสถิติที (T test statistic) ซึ่งเป็นสถิติพาราเมตริก (Parametric Statistic) และมีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions) เกี่ยวกับลักษณะของประชากรว่า ต้องมีการแจกแจงแบบปกติ แต่โดยทั่วไปแล้วลักษณะของข้อมูลที่ได้มักไม่สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิตพาราเมตริก เช่น ประชากรมีการแจกแจงเบี่ยงเบนไปจากการแจกแจงปกติ ซึ่งถ้าเรายังคงใช้สถิติพาราเมตริก อาจทำให้การสรุปผลผิดพลาดไปจากความเป็นจริงได้ จากปัญหาที่เกิดขึ้นนี้เอง ได้มีนักสถิติหลายท่านคิดค้นและพัฒนาตัวสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร เพื่อให้มีประสิทธิภาพของการทดสอบสูงขึ้น และมีงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น

ในปี ค.ศ. 1973 Y.K. Karan และ W.J. Dixon ได้เสนอตัวสถิติทริมด์ที (Trimmed T test statistic) ซึ่งเป็นสถิติพาราเมตริก ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร สำหรับประชากรที่มีการแจกแจงแบบหางยาวสมมาตรและความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มเท่ากัน โดยพัฒนามาจากตัวสถิติสติวเดนท์-ที (Student T Test Statistic) ใช้วิธีการตัดข้อมูลที่ปลายหาง (Trimmed) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อการแจกแจงของประชากรเป็นแบบหางยาวกว่าปกติ ตัวสถิติทริมด์ที จะให้อำนาจการทดสอบสูง

ในปี ค.ศ. 1975 F.S. Lee และ J. Gurland ได้เสนอแบบทดสอบลี-เกอร์แลนด์ (Lee-Gurland Test) ซึ่งเป็นสถิติพาราเมตริก ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร เมื่อค่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันและไม่ทราบค่า ลีและเกอร์แลนด์ได้เสนอฟังก์ชันเพื่อใช้ในการคำนวณค่าวิกฤติ ในกรณีที่กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 และได้ทำการเปรียบเทียบกับแบบทดสอบอื่นๆ ได้แก่ แบบทดสอบของแมคคอลลาจ-เบเนอร์จี (McCallough-Banerjee Test) แบบทดสอบของคอชแรนและคอกซ์ (Cochran and Cox Test) แบบทดสอบของฟิจเชอร์ (Fisher Test) แบบทดสอบของเวลช์ (Welch Test) และแบบทดสอบของเวลช์และแอสปิน (Welch and Aspin Test) พบว่า แบบทดสอบของลี-เกอร์แลนด์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดี และมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าแบบทดสอบอื่น ๆ

ในปี พ.ศ. 2530 เจิดพร หัชชะวณิช ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร โดยวิธีพาราเมตริกและวิธีนอนพาราเมตริกบางวิธีกับแรงค์ทรานสฟอร์เมชัน(Rank Transformation) โดยเปรียบเทียบระหว่างตัวสถิติที ตัวสถิติเอฟ กับแรงค์ทรานสฟอร์เมชันเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ (The Mann-Whitney U Test Statistic) แบบทดสอบของครัสคัลแวลิส (The Kruskal-Wallis Test) กับแรงค์ทรานสฟอร์เมชัน เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบโลจิสติคและดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่มเท่ากัน คือ 4 6 8 10 20 และ 40 และกำหนดสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรที่ทำการศึกษา เท่ากับ 5% 10% 20% และ 30% ผลการวิจัยพบว่า กรณีทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ผลจากการใช้ตัวสถิติที และแรงค์ทรานสฟอร์เมชันไม่แตกต่างกันเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และผลการใช้แรงค์ทรานสฟอร์เมชัน และตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์จะไม่แตกต่างกัน เมื่อประชากรมีการแจกแจงโลจิสติคและดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล กรณีทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3 และ 4 ประชากร พบว่า ผลจากการใช้ตัวสถิติเอฟ และแรงค์ทรานสฟอร์เมชันจะไม่แตกต่างกัน เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ และผลจากการใช้การทดสอบแบบครัสคัลแวลิสกับแรงค์ทรานฟอร์เมชันจะไม่แตกต่างกัน เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบโลจิสติคและดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างมากขึ้น ค่าสัดส่วนของผลการทดสอบที่ตรงกันมีค่ามากขึ้นด้วย ในทุกกรณีที่ทำการวิจัย

ในปี พ.ศ. 2530 เลิศสรรพ์ เมฆสุข ศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ได้แก่ ตัวสถิติทริมด์ที ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ และตัวสถิติแวนเดอแวร์เดน (Van der Waerden Test Statistic) สำหรับตัวสถิติทริมด์ที นั้นจะทำการเปรียบเทียบวิธีการเลือกระดับการทริมด์ 3 วิธี คือ วิธีประมาณความแปรปรวนน้อยที่สุด วิธีคอมบายด์คิว (Combined Q) และวิธีเฉลี่ยคิว (Average Q) โดยศึกษาภายใต้การแจกแจงประชากรชนิดหางยาวแบบต่างๆ ความแปรปรวนของ 2 ประชากรไม่แตกต่างกัน ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ผลการวิจัยพบว่า การเลือกระดับการทริมด์ด้วยวิธีคอมบายด์คิว มีความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีที่สุด ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ และตัวสถิติแวนเดอแวร์เดน มีความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อน

ประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าตัวสถิติทริมด์ที สำหรับทุกวิธีการเลือกระดับการทริมด์ ส่วนการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ พบว่า ถ้าการแจกแจงของประชากรมีลักษณะหางยาวไม่มากนัก ตัวสถิติทั้ง 3 มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน แต่เมื่อการแจกแจงของประชากรมีลักษณะหางยาวมากขึ้น ตัวสถิติทริมด์ที และตัวสถิติยูของแมนวิทนีย์ มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติแวนเดอแวร์แดน

ในปี ค.ศ. 1996 T. W. O'Gorman ได้เสนอตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (O'Gorman Adaptive Test Statistic) ซึ่งเป็นสถิตินอนพาราเมตริกที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบที่ใช้ผลบวกลำดับที่ของวิลคอกซัน (Wilcoxon Rank Sum Test) จากการศึกษาพบว่า เมื่อข้อมูลมีความเบ้ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน จะมีอำนาจการทดสอบสูงกว่า ตัวสถิติพูลที แบบทดสอบที่ใช้ผลบวกลำดับที่ของวิลคอกซัน และตัวสถิตินอร์มอลสกอร์

ในปี ค.ศ. 1998 W.Baumgartner P.Weiss และ H.Schindler ได้เสนอตัวสถิติบี (B Test Statistic) ซึ่งเป็นสถิตินอนพาราเมตริก ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร โดยตัวอย่างที่สุ่มมาจากแต่ละประชากรเป็นอิสระกัน ไม่ทราบการแจกแจงของประชากรและประชากรมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง จากการศึกษาพบว่า ตัวสถิติบีมีอำนาจการทดสอบอย่างน้อยเท่ากับสถิตินอนพาราเมตริกที่ใช้กันทั่วไป

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีผู้คิดค้นตัวสถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากรขึ้นใหม่หลายตัวด้วยกัน ตัวสถิติเหล่านี้เป็นสถิตินอนพาราเมตริก ซึ่งเป็นการทดสอบที่ไม่ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของประชากร และมีวิธีการที่ง่ายต่อการคำนวณและนำไปใช้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบดังกล่าว ได้แก่ ตัวสถิติบี ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน ซึ่งเป็นตัวสถิติทดสอบตัวใหม่ มาเปรียบเทียบกับตัวสถิติยูของแมนวิทนีย์ และกับตัวสถิติทีซึ่งเป็นตัวสถิติเดิมที่เป็นที่นิยมใช้กันในทางปฏิบัติ นอกจากนั้นพบว่ายังไม่เคยมีผู้ใดเปรียบเทียบตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท นี้พร้อมกัน

สำหรับเหตุผลที่เลือกใช้ตัวสถิติทีซึ่งเป็นสถิติพาราเมตริกมาเปรียบเทียบกับกลุ่มสถิตินอนพาราเมตริกนั้น เนื่องจากตัวสถิติทีเป็นตัวสถิติที่ใช้กันอยู่เสมอในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร นอกจากนั้นยังต้องการศึกษาว่าสถานการณ์ใดบ้างที่สามารถใช้ตัวสถิติทีได้ดี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งตัวสถิติที่นำมาศึกษา ได้แก่

(1) ตัวสถิติที (T Test Statistic)

(2) ตัวสถิติยู ของแมน-วิทนีย์ (The Mann-Whitney U Test Statistic)

(3) ตัวสถิติแบบดัดแปลง ของโอกอร์แมน (O' Gorman Adaptive Test Statistic)

(4) ตัวสถิติบี (B Test Statistic)

2. เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยที่นำมาศึกษา ส่งผลต่อความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติอย่างไรบ้าง

1.3 สมติฐานของการวิจัย

การวิจัยนี้มีสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. ภายใต้ลักษณะของประชากรที่มีการแจกแจงปกติ ตัวสถิติทีจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติอื่นๆ ที่ทำการศึกษา

2. ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากรที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมนจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติอื่นๆ ที่ทำการศึกษา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้ทำการศึกษาภายใต้ขอบเขตต่อไปนี้

1. ประชากรทั้ง 2 กลุ่ม ที่นำมาศึกษามีรูปแบบการแจกแจงเดียวกัน ได้แก่

(1) <u>การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)</u>

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

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

$$,-\infty < \mu < \infty \ ,\sigma^2 > 0$$

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ

ความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

(2) <u>การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution)</u>

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแกมมาด้วยพารามิเตอร์ α และ β จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

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

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\alpha\beta$

ความแปรปรวนเท่ากับ $\alpha\beta^2$

(3) <u>การแจกแจงล็อกนอร์มอล (Lognormal Distribution)</u>

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงล็อกนอร์มอล ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

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

$$,-\infty<\mu<\infty\ ,\sigma^2>0$$

เมื่อ μ และ σ^2 แทนค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ Y ตามลำดับ โดยที่ $Y=\ln X$ และ Y มีการแจกแจงปกติ จะได้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ X เป็นดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_{\lambda}=\exp\left\{\mu+\sigma^2/2\right\}$

ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\lambda}^{2}=m^2\omega\ (\omega-1)$

โดยที่ $m=\exp(\mu)$

$\omega=\exp(\sigma^2)$

(4) <u>การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull Distribution)</u>

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงไวบูลล์ ด้วยพารามิเตอร์ α และ β จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

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

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $a\beta$

ความแปรปรวนเท่ากับ $\beta^2\left(b-a^2\right)$

โดยที่

$$a=\Gamma\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)\ ,\ b=\Gamma\left(1+\frac{2}{\alpha}\right)\ ,\ c=\Gamma\left(1+\frac{3}{\alpha}\right)\ ,\ d=\Gamma\left(1+\frac{4}{\alpha}\right)$$

(5) การแจกแจงเบตา (Beta Distribution)

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงเบตา ด้วยพารามิเตอร์ α และ β จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} \quad ;\ 0 < x < 1\ , \alpha > 0, \beta > 0$$

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\dfrac{\alpha}{\alpha+\beta}$

ความแปรปรวนเท่ากับ $\dfrac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)}$

2. กำหนดสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เท่ากับ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0

3. ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการแจกแจงขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน ดังนี้

สัมประสิทธิ์	การแจกแจง				
การแปรผัน	ปกติ	แกมมา	ล็อกนอร์มอล	ไวบูลล์	เบตา
0.1	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 1$	$\alpha = 100$ $\beta = 1$	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 1$	$\alpha = 12.2$ $\beta = 1$	$\alpha = 35.437$ $\beta = 20$
0.5	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 25$	$\alpha = 4$ $\beta = 1$	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 25$	$\alpha = 2.1$ $\beta = 1$	$\alpha = 3.293$ $\beta = 20$
1.0	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 100$	$\alpha = 1$ $\beta = 1$	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 100$	$\alpha = 1$ $\beta = 1$	$\alpha = 0.913$ $\beta = 20$
1.5	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 225$	$\alpha = 0.44$ $\beta = 1$	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 225$	$\alpha = 0.685$ $\beta = 1$	$\alpha = 0.415$ $\beta = 20$
2.0	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 400$	$\alpha = 0.25$ $\beta = 1$	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 400$	$\alpha = 0.543$ $\beta = 1$	$\alpha = 0.235$ $\beta = 20$

4. กำหนดขนาดตัวอย่างในแต่ละประชากรเท่ากับ 10 15 20 30 40 50 70 และ 100

5. กรณีศึกษาอำนาจการทดสอบ กำหนดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร เท่ากับ 5% 10% 20% 30% 40% และ 50%

6. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.01 0.05 และ 0.10

7. สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 1

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 2

8. การวิจัยนี้ทำการจำลองข้อมูลตามสถานการณ์ต่างๆ ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Technique) ทำการทดลองซ้ำจำนวน 2,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก เวอร์ชัน 6.0 (Visual Basic 6.0)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเป็นดังนี้

1.5.1 คำนวณค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

(1) กำหนดรูปแบบการแจกแจง พารามิเตอร์ของการแจกแจง และขนาดตัวอย่างตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

(2) จำลองข้อมูลให้เป็นไปตาม $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 ประชากรไม่แตกต่างกัน

(3) คำนวณค่าตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท

(4) เปรียบเทียบค่าตัวสถิติแต่ละประเภทกับค่าวิกฤต และนับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

(5) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (2) – (4) จำนวน 2,000 ครั้ง

(6) ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เท่ากับ จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างหารด้วย 2,000

(7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (1) – (6) ทุกขนาดตัวอย่าง และรูปแบบการแจกแจงที่กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัย

1.5.2 ทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยใช้การทดสอบทวินามภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.5.3 คำนวณค่าอำนาจการทดสอบ และเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้

(1) กำหนดรูปแบบการแจกแจง พารามิเตอร์ของการแจกแจง และขนาดตัวอย่างตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

(2) กำหนดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร

(3) จำลองข้อมูลให้เป็นไปตาม $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 ประชากรแตกต่างกัน

(4) คำนวณค่าตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท

(5) เปรียบเทียบค่าตัวสถิติแต่ละประเภทกับค่าวิกฤต และนับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

(6) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (3) – (5) จำนวน 2,000 ครั้ง

(7) ค่าอำนาจการทดสอบเท่ากับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างหารด้วย 2,000

(8) เปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบที่คำนวณได้

(9) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (2) – (8) ทุกค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร

(10) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (1) – (9) ทุกขนาดตัวอย่าง และรูปแบบการแจกแจงตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

1.6 เกณฑ์การตัดสินใจ

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากรของแต่ละตัวสถิติ จะเปรียบเทียบเฉพาะตัวสถิติที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ โดยมีหลักการพิจารณาดังนี้

1.6.1 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 หาได้จากสัดส่วนของเหตุการณ์ที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง และในการทดสอบว่าตัวสถิตินั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้หรือไม่ จะใช้การทดสอบทวินาม (Binomail Test) โดยทำการทดสอบว่า ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (α) ของแต่ละตัวสถิติ มีค่าไม่เกินความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนที่กำหนด (α_0) หรือไม่ภายใต้ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม $\alpha^* = 0.05$ โดยมีรูปแบบการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \alpha \leq \alpha_0$$

$$H_1 : \alpha > \alpha_0$$

โดยทฤษฎีบทลิมิตสู่ส่วนกลาง จะได้ว่า

$$P(\frac{\hat{\alpha}-\alpha_0}{\sqrt{\alpha_0(1-\alpha_0)/n}} < z_{\alpha^*}) = 1-\alpha^*$$

หรือ

$$P(\hat{\alpha} < \alpha_0 + z_{\alpha^*}\sqrt{\alpha_0(1-\alpha_0)/n}) = 1-\alpha^*$$

ดังนั้นช่วงของการยอมรับความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือ

$$(0, \alpha_0 + z_{\alpha^*}\sqrt{\alpha_0(1-\alpha_0)/n})$$

โดยที่ α แทน ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติ

$\hat{\alpha}$ แทน ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติที่ได้จากการทดลอง

α_0 แทน ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่กำหนด

α^* แทน ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม เท่ากับ 0.05

z_{α^*} แทน ค่า 1.645 ได้จากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha^* = 0.05$

n แทนจำนวนซ้ำของการทดลอง เท่ากับ 2,000 ครั้ง

- ถ้าค่า $\hat{\alpha}$ เปรียบเทียบกับ $\alpha_0 = 0.01$ ช่วงของการยอมรับ คือ (0, 0.0137)
- ถ้าค่า $\hat{\alpha}$ เปรียบเทียบกับ $\alpha_0 = 0.05$ ช่วงของการยอมรับ คือ (0, 0.0580)
- ถ้าค่า $\hat{\alpha}$ เปรียบเทียบกับ $\alpha_0 = 0.10$ ช่วงของการยอมรับ คือ (0, 0.1110)

ดังนั้น ถ้าค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง ($\hat{\alpha}$) อยู่ในช่วงของการยอมรับ กล่าวได้ว่า ตัวสถิตินั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

1.6.2 การพิจารณาว่าตัวสถิติใดมีอำนาจการทดสอบสูงสุดในแต่ละสถานการณ์ พิจารณาได้จากค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบหาได้จากสัดส่วนของเหตุการณ์ที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่จริง

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีดังนี้

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I error) คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (Type II error) คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการยอมรับสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่จริง

อำนาจการทดสอบ (Power of the test) คือ ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่เป็นจริง ซึ่งมีค่าเท่ากับ $1-\beta$ เมื่อ β คือ ค่าความน่าจะเป็นที่เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2

ระดับนัยสำคัญ (Significance level) คือ ความน่าจะเป็นอย่างสูงที่จะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ

2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบอื่นๆ ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ตัวสถิติและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ได้แก่ ตัวสถิติที ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน และตัวสถิติบี ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากร 5 การแจกแจง คือ การแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงไวบูลล์ โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา คือ ความสามารถในการควบคุมคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท คุณสมบัติพื้นฐานบางประการของแต่ละการแจกแจง และหัวข้อสุดท้ายเป็นเรื่องความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

2.1 ตัวสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ตั้งสมมติฐานในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากรเป็นแบบสองทาง ดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

โดยตัวสถิติที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบมี 4 ประเภท ได้แก่ ตัวสถิติทีซึ่งเป็นสถิติพาราเมตริก ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน และตัวสถิติบี ซึ่งเป็นกลุ่มของสถิตินอนพาราเมตริก สำหรับเหตุผลที่นำตัวสถิติทีซึ่งเป็นสถิติพาราเมตริกมาเปรียบเทียบกับกลุ่มสถิตินอนพาราเมตริกนั้น เนื่องจาก ตัวสถิติทีเป็นตัวสถิติที่คำนวณง่ายและเป็นที่นิยมใช้กันในทางปฏิบัติ นอกจากนั้นผู้วิจัยยังต้องการศึกษาว่าสถานการณ์ใดบ้างที่จะสามารถใช้ตัวสถิติทีได้ดี

รายละเอียดของตัวสถิติแต่ละประเภท มีดังนี้

2.1.1 ตัวสถิติที (T Test Statistic)

ตัวสถิติทีเป็นสถิติพาราเมตริกที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร เมื่อประชากรทั้ง 2 กลุ่มเป็นอิสระกัน และมีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงปกติ

การวิจัยครั้งนี้จะศึกษากรณีที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม และความแปรปรวนของทั้ง 2 ประชากรไม่แตกต่างกัน มีวิธีการคำนวณดังนี้

ให้ $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_{n_1}$ และ $Y_1, Y_2, Y_3, \ldots, Y_{n_2}$ เป็นตัวอย่างสุ่มขนาด n_1 และ n_2 จากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประชากรเป็น μ_1 และ μ_2 ตามลำดับ โดยที่ตัวอย่างสุ่มทั้ง 2 ประชากรเป็นอิสระกัน

(1) คำนวณค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ 2

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n_1} x_i \Big/ n_1 \qquad \bar{y} = \sum_{i=1}^{n_2} y_i \Big/ n_2$$

$$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2}{n_1 - 1} \qquad s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} (y_i - \bar{y})^2}{n_2 - 1}$$

$n_1, n_2 =$ ขนาดตัวอย่างสุ่มของประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

(2) คำนวณตัวสถิติที จากสูตร

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{s_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

ระดับขั้นความเสรี $n_1 + n_2 - 2$

โดยที่

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_x^2 + (n_2 - 1)s_y^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

<u>เขตปฏิเสธ</u>

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ $|t| > t_{1-\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$

โดยที่ค่า $t_{1-\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$ ได้จากตาราง ก1 ความน่าจะเป็นแบบที ในภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 ตัวสถิติยู ของแมน-วิทนีย์ (The Mann-Whitney U Test Statistic)

ตัวสถิติยู ของแมน-วิทนีย์ เป็นสถิตินอนพาราเมตริก ได้รับการคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1947 โดย Mann และ Whitney และให้ค่าสถิติที่คำนวณได้เป็นค่า U จึงตั้งชื่อว่า "The Mann-Whitney U Test Statistic" ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร โดยที่ประชากรทั้ง 2 กลุ่ม เป็นอิสระกัน และไม่ทราบการแจกแจงของประชากร มีวิธีการคำนวณดังนี้

ให้ $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_{n_1}$ และ $Y_1, Y_2, Y_3, \ldots, Y_{n_2}$ เป็นตัวอย่างสุ่มขนาด n_1 และ n_2 จากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยที่ตัวอย่างสุ่มทั้ง 2 ประชากรเป็นอิสระกัน

(1) ให้ลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 ชุด โดยถือเสมือนว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นชุดเดียวกัน โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก กรณีที่ข้อมูลมีค่าเท่ากันหลายค่า ให้ใช้ลำดับที่เฉลี่ยของข้อมูลที่เท่ากันนั้น

(2) หาผลรวมของลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างแต่ละชุด นั่นคือ

$T_1 =$ ผลรวมลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างชุดที่ 1

$T_2 =$ ผลรวมลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างชุดที่ 2

(3) คำนวณค่า U_1 และ U_2 ดังนี้

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - T_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - T_2$$

$n_1, n_2 =$ ขนาดตัวอย่างสุ่มของประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

สำหรับค่าตัวสถิติ และเขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 นั้น แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ขนาดตัวอย่างเล็ก ($n_1 \le 20$, $n_2 \le 20$)

ตัวสถิติ คือ $U = \min\{U_1, U_2\}$

<u>เขตปฏิเสธ</u>

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $U \le U_0$

โดยที่ค่า U_0 ได้จากตาราง ก2 ค่าวิกฤตของ Mann-Whitney ในภาคผนวก

กรณีที่ 2 ขนาดตัวอย่างใหญ่ ($n_1 > 20$, $n_2 > 20$)

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างใหญ่ วิธีของ Mann-Whitney จะถือว่าตัวสถิติ U มีการแจกแจงโดยประมาณแบบปกติจึงใช้ Z เป็นตัวสถิติในการทดสอบ

โดยที่ค่าเฉลี่ยของ U $$E(U) = \frac{n_1 n_2}{2}$$

ค่าแปรปรวนของ U $$V(U) = \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}$$

ตัวสถิติ คือ $$Z = \frac{U - E(U)}{\sqrt{V(U)}}$$

<u>เขตปฏิเสธ</u>

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $|Z| > Z_{1-\alpha/2}$

โดยที่ค่า $Z_{1-\alpha/2}$ ได้จากตาราง ก3 การแจกแจงแบบปกติสะสม ในภาคผนวก

2.1.3 ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (O' Gorman Adaptive Test Statistic)

ตัวสถิติแบบดัดแปลง ของโอกอร์แมนเป็นสถิตินอนพาราเมตริก ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.1996 โดย O'Gorman ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร โดยที่ประชากรทั้ง 2 กลุ่มเป็นอิสระกัน และไม่ทราบการแจกแจงของประชากร โดยอาศัยเปอร์เซ็นไทล์ตัวอย่าง ความยาวหางทางซ้ายและขวา และพิสัยระหว่างควอไทล์ ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้

ให้ $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_{n_1}$ และ $Y_1, Y_2, Y_3, \ldots, Y_{n_2}$ เป็นตัวอย่างสุ่มขนาด n_1 และ n_2 จากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยที่ตัวอย่างสุ่มทั้ง 2 ประชากรเป็นอิสระกัน

(1) ให้ลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 ชุด โดยถือเสมือนว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นชุดเดียวกัน โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก กรณีที่ข้อมูลมีค่าเท่ากันหลายค่า ให้ใช้ลำดับที่เฉลี่ยของข้อมูลที่เท่ากันนั้น

(2) เปลี่ยนลำดับที่ของข้อมูลให้เป็นคะแนน $a_p(i)$ $; i = 1,2,3,\ldots,$ N โดย $N = n_1 + n_2$ ตามวิธีการของ O' Gorman ดังนี้

$$a_p(i) = \begin{cases} L + \left[\dfrac{0.8401}{T_L}\right]^2 (i - L) & ; i < L \\ i & ; L \le i \le U \\ U + \left[\dfrac{0.8401}{T_R}\right]^2 (i - U) & ; i > U \end{cases}$$

โดยที่ $L = \dfrac{(N+1)}{4}$ และ $U = \dfrac{3(N+1)}{4}$

T_R = ความยาวหางข้างขวา $= \dfrac{(P_{95} - P_{75})}{IQR}$

T_L = ความยาวหางข้างซ้าย $= \dfrac{(P_{25} - P_5)}{IQR}$

IQR = พิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile range) $= P_{75} - P_{25}$

P_r = เปอร์เซ็นไทล์ที่ r ของตัวอย่าง

<u>วิธีการหาเปอร์เซ็นไทล์ที่ r</u> (P_r)

ให้ $X_{(1)} \le X_{(2)} \le X_{(3)} \le \ldots \le X_{(N)}$ เป็นข้อมูลตัวอย่างที่เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนั้น เปอร์เซ็นไทล์ที่ r ของตัวอย่าง คือ

$$P_r = X_{\left(\frac{(N+1)r}{100}\right)} \qquad \text{ถ้า } \frac{(N+1)r}{100} \text{ เป็นจำนวนเต็ม}$$

$$= (1-\alpha)X_{(r)} + \alpha X_{(r+1)} \qquad \text{ถ้า } \frac{(N+1)r}{100} = c + \alpha$$

c เป็นจำนวนเต็ม , $0 < \alpha < 1$

(3) คำนวณค่าตัวสถิติ จากสูตร

$$Z = \frac{\sum_{j=1}^{n_2} a_p(R_j) - n_2\overline{a}}{\sigma_0}$$

โดยที่

$$\overline{a} = \sum_{i=1}^{N} a_p(i)/N$$

$$\sigma_0^2 = \frac{n_1 n_2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N} \left(a(i) - \overline{a}\right)^2$$

R_j = ลำดับที่ของค่าสังเกตที่ j ในตัวอย่างกลุ่มที่ 2 เมื่อ $j = 1,2,3,\ldots,n_2$

$a_p(R_j)$ = คะแนนที่กำหนดให้กับค่าสังเกตในตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ซึ่งอยู่ในลำดับที่ R_j

n_1, n_2 = ขนาดตัวอย่างสุ่มของประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$N = n_1 + n_2$

<u>เขตปฏิเสธ</u>

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $|Z| > Z_{1-\alpha/2}$

โดยที่ค่า $Z_{1-\alpha/2}$ ได้จากตาราง ก3 การแจกแจงปกติสะสม ในภาคผนวก

2.1.4 ตัวสถิติบี (B Test Statistic)

ตัวสถิติบี เป็นสถิตินอนพาราเมตริก ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี ค. ศ. 1998 โดย Baumqartner Weiss และ Schindler ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร โดยที่ประชากรทั้ง 2 กลุ่มเป็นอิสระกัน และไม่ทราบการแจกแจงของประชากร มีวิธีการคำนวณดังนี้

ให้ $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_{n_1}$ และ $Y_1, Y_2, Y_3, \ldots, Y_{n_2}$ เป็นตัวอย่างสุ่มขนาด n_1 และ n_2 จากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยที่ตัวอย่างสุ่มทั้ง 2 ประชากรเป็นอิสระกัน

(1) ให้ลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 ชุด โดยถือเสมือนว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด เป็นชุดเดียวกัน โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก กรณีที่ข้อมูลมีค่าเท่ากันหลายค่า ให้ใช้ลำดับที่เฉลี่ยของข้อมูลที่เท่ากันนั้น และให้ $G_1, G_2, G_3, \ldots, G_{n_1}$ แทน ลำดับที่ของค่าสังเกตในตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ $H_1, H_2, H_3, \ldots, H_{n_2}$ แทนลำดับที่ของค่าสังเกตในตัวอย่างกลุ่มที่ 2

(2) คำนวณค่า B_X และ B_Y ดังนี้

$$B_X = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} \frac{\left(G_i - \frac{n_1 + n_2}{n_1} \cdot i\right)^2}{\frac{i}{n_1 + 1} \cdot \left(1 - \frac{i}{n_1 + 1}\right) \cdot \frac{n_2(n_1 + n_2)}{n_1}}$$

$$B_Y = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} \frac{\left(H_j - \frac{n_1 + n_2}{n_2} \cdot j\right)^2}{\frac{j}{n_2 + 1} \cdot \left(1 - \frac{j}{n_2 + 1}\right) \cdot \frac{n_1(n_1 + n_2)}{n_2}}$$

โดยที่ $G_i =$ ลำดับที่ของค่าสังเกตที่ i ในตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เมื่อ $i = 1,2,3,\ldots,n_1$

$H_j =$ ลำดับที่ของค่าสังเกตที่ j ในตัวอย่างกลุ่มที่ 2 เมื่อ $j = 1,2,3,\ldots,n_2$

$n_1, n_2 =$ ขนาดตัวอย่างสุ่มจากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

(3) คำนวณตัวสถิติบี จากสูตร

$$B = \frac{1}{2}\left(B_X + B_Y\right)$$

เขตปฏิเสธ

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $\psi(B) > 1 - \alpha/2$

โดยที่

$$\psi(B) = \sqrt{\frac{\pi}{2}}\,\frac{1}{B}\sum_{j=0}^{\infty}\binom{-\frac{1}{2}}{j}(4j+1)\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{r^3(1-r)}}\cdot\exp\left(\frac{rB}{8} - \frac{\pi^2(4j+1)^2}{8rB}\right)dr$$

$$\binom{-\frac{1}{2}}{j} = \frac{(-1)^j\cdot\Gamma(j+\frac{1}{2})}{\Gamma(\frac{1}{2})\cdot j!}$$

ตารางที่ 2.1 ค่า $\psi(B)$

B	$\psi(B)$
1.933	0.900
2.493	0.950
3.076	0.975
3.880	0.990
4.500	0.995
5.990	0.999

2.1.5 ตัวอย่างการคำนวณค่าตัวสถิติ

เพื่อให้เข้าใจในขั้นตอนการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ประเภท จะแสดงตัวอย่างการคำนวณดังนี้

กำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 เท่ากัน คือ ค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ 10 ความแปรปรวนของประชากรเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างสุ่มของแต่ละประชากรเท่ากับ 15 ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลตัวอย่างสุ่ม 2 ชุดที่เป็นอิสระกัน

ตัวอย่างกลุ่มที่ 1	**ตัวอย่างกลุ่มที่ 2**
7.3188	6.2609
7.4510	6.2944
8.5692	7.9760
8.7038	8.2427
9.5462	9.8291
9.6434	10.2989
9.8109	10.3354
10.4878	10.7271
10.7017	10.8811
11.5847	11.0978
11.8618	11.4183
12.0547	11.5682
12.4896	12.3000
13.0029	12.4018
14.8228	13.0250
$\bar{x}$ **= 10.5366**	$\bar{y}$ **= 10.1771**
s_x^2 **= 4.4905**	s_y^2 **= 4.4177**

(1) วิธีการคำนวณตัวสถิติที

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n_1} x_i \Big/ n_1 \qquad \bar{y} = \sum_{i=1}^{n_2} y_i \Big/ n_2$$

$\bar{x} =$ (7.3188 + 7.4510 + 8.5692 + … + 14.8228) / 15 = 10.5366

$\bar{y} =$ (6.2609 + 6.2944 + 7.9760 + … + 13.0250) / 15 = 10.1771

$$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1}(x_i - \bar{x}_1)^2}{n_1 - 1} \qquad s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2}(y_i - \bar{y})^2}{n_2 - 1}$$

$$s_x^2 = \left[\frac{(7.3188 - 10.5366)^2 + (7.4510 - 10.5366)^2 + \ldots + (14.8228 - 10.5366)^2}{15 - 1}\right] = 4.4905$$

$$s_y^2 = \left[\frac{(6.2609 - 10.1771)^2 + (6.2944 - 10.1771)^2 + \ldots + (13.0250 - 10.1771)^2}{15 - 1}\right] = 4.4177$$

คำนวณตัวสถิติที จากสูตร

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{s_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดยที่

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_x^2 + (n_2 - 1)s_y^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$s_p^2 = \frac{(15 - 1)(4.4905) + (15 - 1)(4.4177)}{15 + 15 - 2} = 4.4541$$

จะได้

$$t = \frac{(10.5366 - 10.1771) - 0}{\sqrt{4.4541\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15}\right)}} = 0.4665$$

เนื่องจาก $|t| = 0.4665 < t_{0.975,28} = 2.05$ จึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(2) วิธีการคำนวณตัวสถิติยู ของแมน-วิทนีย์

ให้ลำดับที่กับข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 ชุด โดยถือเสมือนว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นชุดเดียวกัน โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลตัวอย่างและลำดับที่ของข้อมูล

ตัวอย่างกลุ่มที่ 1	ลำดับที่	ตัวอย่างกลุ่มที่ 2	ลำดับที่
7.3188	3	6.2609	1
7.4510	4	6.2944	2
8.5692	7	7.9760	5
8.7038	8	8.2427	6
9.5462	9	9.8291	12
9.6434	10	10.2989	13
9.8109	11	10.3354	14
10.4878	15	10.7271	17
10.7017	16	10.8811	18
11.5847	22	11.0978	19
11.8618	23	11.4183	20
12.0547	24	11.5682	21
12.4896	27	12.3000	25
13.0029	28	12.4018	26
14.8228	30	13.0250	29

T_1 = ผลรวมลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างชุดที่ 1

T_2 = ผลรวมลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างชุดที่ 2

$T_1 = 3+4+7+8+9+10+\ldots+27+28+30 = 237$

$T_2 = 1+2+5+6+12+13+\ldots+25+26+29 = 228$

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - T_1$$

$$= (15 \times 15) + \frac{15(15+1)}{2} - 237$$

$$= 108$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - T_2$$

$$= (15 \times 15) + \frac{15(15+1)}{2} - 228$$

$$= 117$$

$$U = \min\{U_1, U_2\} = 108$$

เนื่องจาก $U = 108 > U_0 = 65$ จึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(3) วิธีการคำนวณตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน

ให้ลำดับที่กับข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 ชุด โดยถือเสมือนว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นชุดเดียวกัน โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก และเปลี่ยนลำดับที่ของข้อมูลให้เป็นคะแนน $a_p(i)$ ตามวิธีการของโอกอร์แมน

$$a_p(i) = \begin{cases} L + \left[\dfrac{0.8401}{T_L}\right]^2 (i - L) & ; i < L \\ i & ; L \le i \le U \\ U + \left[\dfrac{0.8401}{T_R}\right]^2 (i - U) & ; i > U \end{cases}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อ $$L = \frac{(N+1)}{4} = \frac{(30+1)}{4} = 7.75$$

$$U = \frac{3(N+1)}{4} = \frac{3(30+1)}{4} = 23.25$$

$P_5 = 6.2793$

$P_{25} = 8.6702$

$P_{75} = 11.9100$

$P_{95} = 13.8341$

$$IQR = P_{75} - P_{25} = 11.9100 - 8.6702 = 3.2398$$

$$T_R = \frac{(P_{95} - P_{75})}{IQR} = \frac{(13.8341 - 11.9100)}{3.2398} = 0.5939$$

$$T_L = \frac{(P_{25} - P_5)}{IQR} = \frac{(8.6702 - 6.2793)}{3.2398} = 0.7380$$

ข้อมูลตัวอย่าง ลำดับที่ของข้อมูล และคะแนน $a_p(i)$ ที่คำนวณตามวิธีการของโอกอร์แมน แสดงดังตารางที่ 2.4

ตัวอย่างที่ 2.4 ข้อมูลตัวอย่าง ลำดับที่ของข้อมูล และ คะแนน $a_p(i)$

กลุ่มที่	**ข้อมูลตัวอย่าง**	**ลำดับที่**	$a_p(i)$
1	7.3188	3	1.5948
1	7.4510	4	2.8906
1	8.5692	7	6.7781
1	8.7038	8	8
1	9.5462	9	9
1	9.6434	10	10
1	9.8109	11	11
1	10.4878	15	15
1	10.7017	16	16
1	11.5847	22	22
1	11.8618	23	23
1	12.0547	24	24.7507
1	12.4896	27	30.7535
1	13.0029	28	32.7545
1	14.8228	30	36.7564

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มที่	ข้อมูลตัวอย่าง	ลำดับที่	$a_p(i)$
2	6.2609	1	-0.9969
2	6.2944	2	0.2990
2	7.9760	5	4.1865
2	8.2427	6	5.4823
2	9.8291	12	12
2	10.2989	13	13
2	10.3354	14	14
2	10.7271	17	17
2	10.8811	18	18
2	11.0978	19	19
2	11.4183	20	20
2	11.5682	21	21
2	12.3000	25	26.7517
2	12.4018	26	28.7526
2	13.0250	29	34.7554

$$\overline{a} = \sum_{i=1}^{N} a_p(i)/N = 16.1170$$

$$\sigma_0^2 = \frac{n_1 n_2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N} \left(a(i) - \overline{a} \right)^2$$

$$= \frac{15 \times 15}{30(30-1)} \times 3229.3728 = 835.1826$$

$$Z = \frac{\sum_{j=1}^{n_2} a_p(R_j) - n_2 \overline{a}}{\sigma_0}$$

$$= \frac{233.2305 - 15(16.1170)}{\sqrt{835.1826}} = -0.2955$$

เนื่องจาก $|Z| = 0.2955 < Z_{0.975} = 1.96$ จึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(4) วิธีการคำนวณตัวสถิติบี

ให้ลำดับที่กับข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 ชุด โดยถือเสมือนว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นชุดเดียวกัน โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ให้ $G_1, G_2, G_3, \ldots, G_{n_1}$ แทน ลำดับที่ของค่าสังเกตในตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ $H_1, H_2, H_3, \ldots, H_{n_2}$ แทนลำดับที่ของค่าสังเกตในตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ข้อมูลตัวอย่างและลำดับที่ G_i , H_j แสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลตัวอย่างและลำดับที่ของข้อมูล G_i และ H_j

i	ตัวอย่างกลุ่มที่ 1	G_i	j	ตัวอย่างกลุ่มที่ 2	H_j
1	7.3189	3	1	6.2609	1
2	7.4510	4	2	6.2944	2
3	8.5692	7	3	7.9760	5
4	8.7038	8	4	8.2427	6
5	9.5462	9	5	9.8291	12
6	9.6434	10	6	10.2989	13
7	9.8101	11	7	10.3354	14
8	10.4878	15	8	10.7271	17
9	10.7017	16	9	10.8811	18
10	11.5847	22	10	11.0978	19
11	11.8618	23	11	11.4183	20
12	12.0547	24	12	11.5682	21
13	12.4896	27	13	12.3	25
14	13.0029	28	14	12.4018	26
15	14.8229	30	15	13.025	29

คำนวณค่า B_X และ B_Y ดังนี้

$$B_X = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} \frac{(G_i - \frac{n_1 + n_2}{n_1} \cdot i)^2}{\frac{i}{n_1 + 1} \cdot (1 - \frac{i}{n_1 + 1}) \cdot \frac{n_2(n_1 + n_2)}{n_1}}$$

$$= \frac{1}{15}\left[\frac{(3-2(1))^2}{\frac{1}{16}\left(1-\frac{1}{16}\right)(30)} + \frac{(4-2(2))^2}{\frac{2}{16}\left(1-\frac{2}{16}\right)(30)} + \frac{(7-2(3))^2}{\frac{3}{16}\left(1-\frac{3}{16}\right)(30)} + \Lambda \right.$$

$$\left. + \frac{(27-2(13))^2}{\frac{13}{16}\left(1-\frac{13}{16}\right)(30)} + \frac{(28-2(14))^2}{\frac{14}{16}\left(1-\frac{14}{16}\right)(30)} + \frac{(30-2(15))^2}{\frac{15}{16}\left(1-\frac{15}{16}\right)(30)} \right]$$

$B_X = 0.2899$

$$B_Y = \frac{1}{n_2}\sum_{j=1}^{n_2} \frac{(H_j - \frac{n_1+n_2}{n_2}\cdot j)^2}{\frac{j}{n_2+1}\cdot(1-\frac{j}{n_2+1})\cdot\frac{n_1(n_1+n_2)}{n_2}}$$

$$= \frac{1}{15}\left[\frac{(1-2(1))^2}{\frac{1}{16}\left(1-\frac{1}{16}\right)(30)} + \frac{(2-2(2))^2}{\frac{2}{16}\left(1-\frac{2}{16}\right)(30)} + \frac{(5-2(3))^2}{\frac{3}{16}\left(1-\frac{3}{16}\right)(30)} + \Lambda \right.$$

$$\left. + \frac{(25-2(13))^2}{\frac{13}{16}\left(1-\frac{13}{16}\right)(30)} + \frac{(26-2(14))^2}{\frac{14}{16}\left(1-\frac{14}{16}\right)(30)} + \frac{(29-2(15))^2}{\frac{15}{16}\left(1-\frac{15}{16}\right)(30)} \right]$$

$B_Y = 0.5322$

คำนวณค่าตัวสถิติบี จากสูตร

$$B = \frac{1}{2}(B_X + B_Y)$$

$$= \frac{1}{2}(0.2899 + 0.5322)$$

$$= 0.4111$$

เนื่องจากค่า $B = 0.4111$ และ $\psi(0.4111) = 0.1620 < 0.975 \ (1-\alpha/2)$ จึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาภายใต้การแจกแจงของประชากร 5 การแจกแจง ได้แก่ การแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงไวบูลล์ ซึ่งแต่ละการแจกแจงมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

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

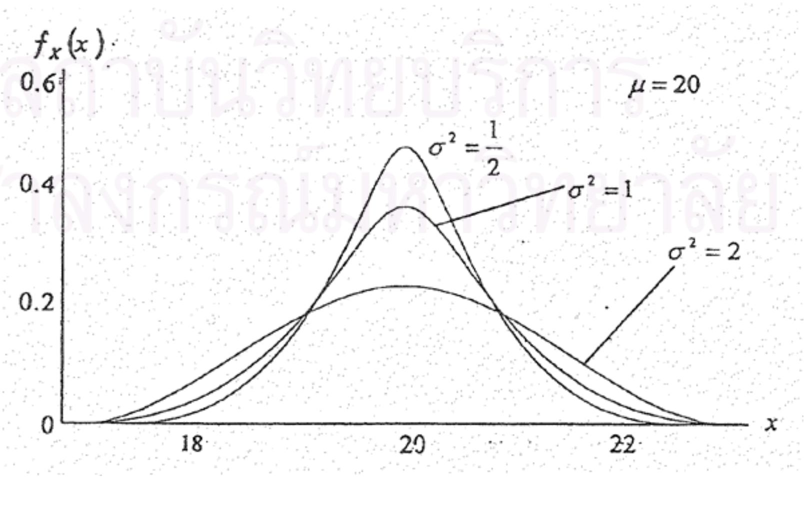
$$,-\infty < \mu < \infty \quad ,\sigma^2 > 0$$

โดยที่ μ เป็นพารามิเตอร์แสดงตำแหน่งของการแจกแจง

σ^2 เป็นพารามิเตอร์แสดงขนาดของการแจกแจง

<u>คุณสมบัติของการแจกแจงปกติ</u>

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X $\qquad E(X) = \mu$
2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X $\qquad V(X) = \sigma^2$
3. สัมประสิทธิ์การแปรผัน $\qquad CV = \sigma / \mu$
4. สัมประสิทธิ์ความเบ้ $\qquad \alpha_3 = 0$
5. สัมประสิทธิ์ความโด่ง $\qquad \alpha_4 = 3$



รูปที่ 2.1 ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงปกติ (μ,σ^2)

2.2.2 การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution)

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแกมมาด้วยพารามิเตอร์ α และ β จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

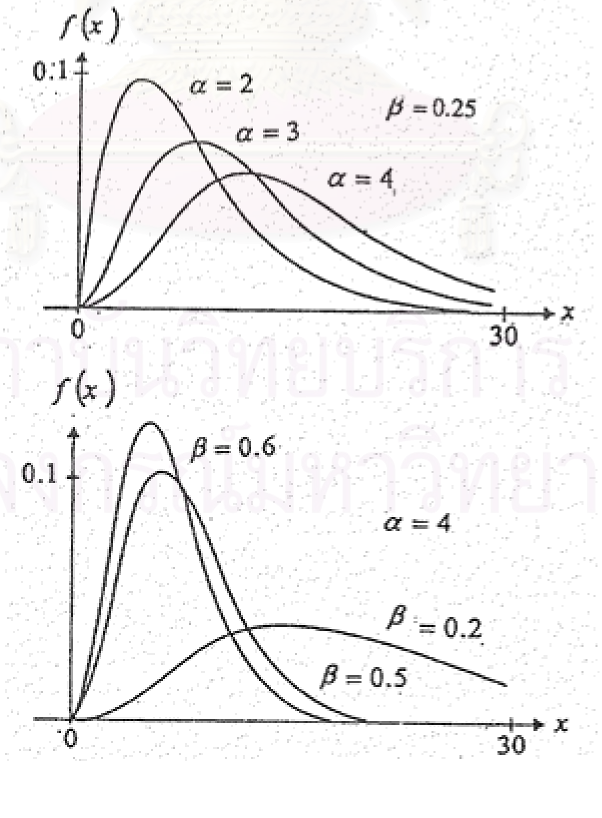
$$f(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}\,\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} \exp\left\{-\frac{x}{\beta}\right\} \qquad , x > 0 \,, \alpha > 0 \,, \beta > 0$$

โดยที่ α เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

β เป็นพารามิเตอร์แสดงขนาดของการแจกแจง

คุณสมบัติของการแจกแจงแกมมา

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X $E(X) = \alpha\beta$
2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X $V(X) = \alpha\beta^2$
3. สัมประสิทธิ์การแปรผัน $CV = 1/\sqrt{\alpha}$
4. สัมประสิทธิ์ความเบ้ $\alpha_3 = 2/\sqrt{\alpha}$
5. สัมประสิทธิ์ความโด่ง $\alpha_4 = 3 + 6/\sqrt{\alpha}$



รูปที่ 2.2 ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงแกมมา (α, β)

2.2.3 การแจกแจงล็อกนอร์มอล (Lognormal Distribution)

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงล็อกนอร์มอล ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

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

$$,-\infty < \mu < \infty \ \ ,\sigma^2 > 0$$

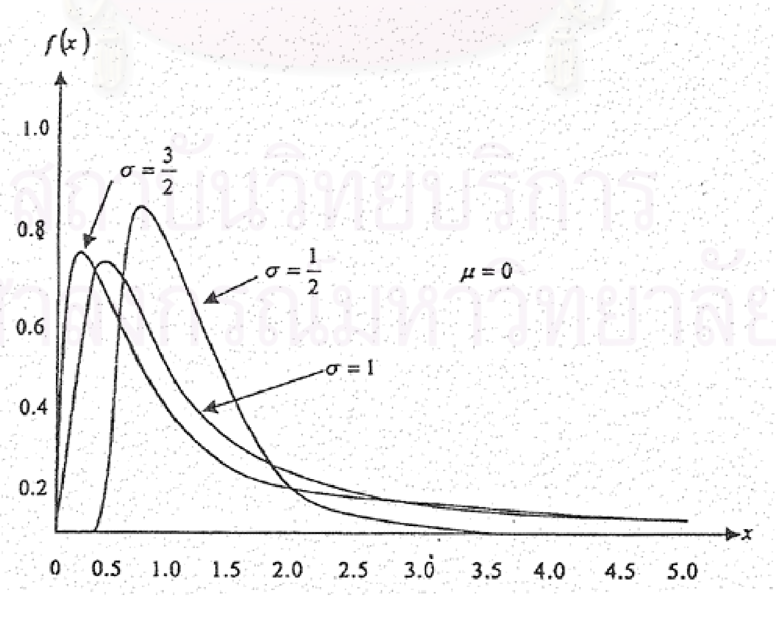
เมื่อ μ และ σ^2 แทนค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ Y ตามลำดับ โดยที่ $Y = \ln X$ และ Y มีการแจกแจงปกติ

<u>คุณสมบัติของการแจกแจงล็อกนอร์มอล</u>

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X $\qquad E(X) = \exp\{\mu + \sigma^2/2\}$
2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X $\qquad V(X) = m^2\omega(\omega - 1)$
3. สัมประสิทธิ์การแปรผัน $\qquad CV = (1-\omega)^{1/2}$
4. สัมประสิทธิ์ความเบ้ $\qquad \alpha_3 = (\omega + 2)(\omega - 1)^{1/2}$
5. สัมประสิทธิ์ความโด่ง $\qquad \alpha_4 = \omega^4 + 2\omega^3 + 3\omega^2 - 3$

โดยที่ $\quad m = \exp(\mu)$

$\omega = \exp(\sigma^2)$



รูปที่ 2.3 ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงล็อกนอร์มอล (μ,σ^2)

2.2.4 การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull Distribution)

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงไวบูลล์ ด้วยพารามิเตอร์ α และ β จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

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

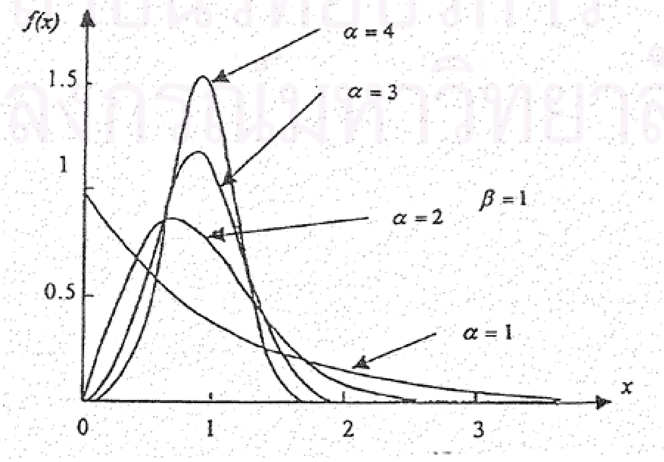
โดยที่ α เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

β เป็นพารามิเตอร์แสดงขนาดของการแจกแจง

<u>คุณสมบัติของการแจกแจงไวบูลล์</u>

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X $\quad E(X) = a\beta$
2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X $\quad V(X) = \beta^2\left(b - a^2\right)$
3. สัมประสิทธิ์การแปรผัน $\quad CV = \left(\frac{b}{a^2} - 1\right)^{1/2}$
4. สัมประสิทธิ์ความเบ้ $\quad \alpha_3 = \frac{c - 3ab + 2a^3}{\left(b - a^2\right)^{3/2}}$
5. สัมประสิทธิ์ความโด่ง $\quad \alpha_4 = \frac{d + 6a^2b - 3a^4 - 4ac}{\left(b - a^2\right)^2}$

โดยที่ $\quad a = \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)$, $b = \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right)$, $c = \Gamma\left(1 + \frac{3}{\alpha}\right)$, $d = \Gamma\left(1 + \frac{4}{\alpha}\right)$



รูปที่ 2.4 ฟังก์ชันความหนาแน่นการแจกแจงไวบูลล์ (α, β)

2.2.5 การแจกแจงเบตา (Beta Distribution)

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีการแจกแจงเบตา ด้วยพารามิเตอร์ α และ β จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

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

โดยที่ α และ β เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่างของการแจกแจง

<u>คุณสมบัติของการแจกแจงเบตา</u>

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X $\qquad E(X) = \dfrac{\alpha}{\alpha+\beta}$

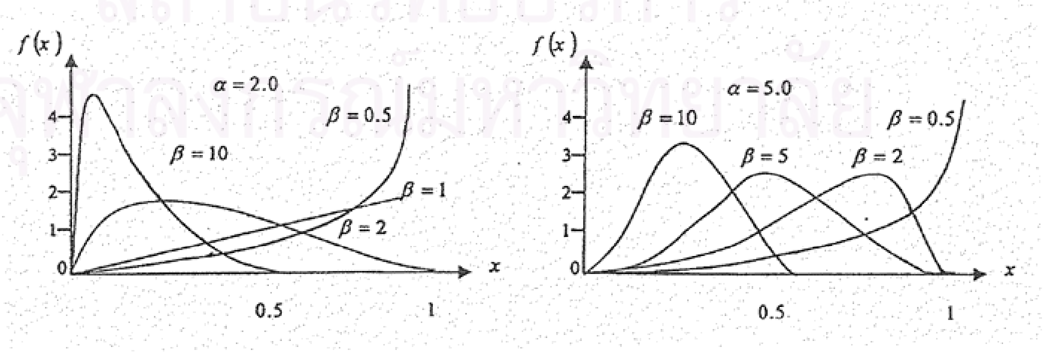
2. ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X $\qquad V(X) = \dfrac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)}$

3. สัมประสิทธิ์การแปรผัน $\qquad CV = \left[\dfrac{\beta}{\alpha(\alpha+\beta+1)}\right]^{1/2}$

4. สัมประสิทธิ์ความเบ้ $\qquad \alpha_3 = \dfrac{2(\beta-\alpha)(\alpha^{-1}+\beta^{-1}+(\alpha\beta)^{-1})^{1/2}}{(\alpha+\beta+2)}$

5. สัมประสิทธิ์ความโด่ง $\qquad \alpha_4 = \dfrac{3(\alpha+\beta+1)(2(\alpha+\beta)^2+\alpha\beta(\alpha+\beta-6))}{\alpha\beta(\alpha+\beta+2)(\alpha+\beta+3)}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.5 ฟังก์ชันความความหนาแน่นการแจกแจงเบตา (α, β)

2.3 ความคลาดเคลื่อนในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติมักจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอ คำว่าคลาดเคลื่อนในที่นี้ หมายถึง ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการใช้ข้อมูลตัวอย่างมาสรุปผลการทดสอบเพื่ออ้างอิงถึงประชากร ซึ่งอาจทำให้ผลสรุปของการทดสอบเป็นปฏิเสธสมมติฐานว่าง ทั้งที่สมมติฐานว่างนั้น เป็นจริง หรือผลการทดสอบทำให้สรุปได้ว่ายอมรับว่าสมมติฐานว่างเป็นจริง แต่ในความจริงแล้วสมมติฐานว่างนั้นไม่จริง

ความคลาดเคลื่อนแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I Error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง และมักจะเรียกความคลาดเคลื่อนชนิดนี้ว่า "ระดับนัยสำคัญ " (level of significance) และใช้สัญลักษณ์ α โดยที่ $\alpha = P$ (ปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง)

2. ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (Type II Error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการยอมรับสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่จริง และใช้สัญลักษณ์ β แทนความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทนี้ โดยที่ $\beta = P$ (ยอมรับสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่จริง)

ตารางที่ 2.2 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

ผลการทดสอบ	ความเป็นจริง	
	H_0 เป็นจริง	H_0 ไม่เป็นจริง
ยอมรับ H_0	ผลการทดสอบถูกต้อง (1-α)	ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (β)
ปฏิเสธ H_0	ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (α)	ผลการทดสอบถูกต้อง (1-β)

ในการทดสอบสมมติฐานแต่ละครั้ง ผู้ทดสอบย่อมต้องการที่จะให้มีความคลาดเคลื่อนทั้ง 2 ประเภท (α และ β) น้อยที่สุด แต่ถ้าลด α จะทำให้ β เพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันถ้าลด β จะทำให้ α เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรควบคุมทั้ง α และ β ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร โดยศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติ 4 ประเภท คือ ตัวสถิติที ตัวสถิติยูของแมนวิทนีย์ ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน และตัวสถิติบี ในขั้นตอนแรกจะศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติแต่ละประเภทก่อน ถ้าตัวสถิติตัวใดสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในแต่ละสถานการณ์จะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบต่อไป ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับแผนการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง และการจำลองข้อมูล

3.1 แผนการทดลอง

การทดลองนี้มีแผนการทดลอง เป็นดังนี้

1. ประชากรทั้ง 2 กลุ่มที่นำมาศึกษามีรูปแบบการแจกแจงเดียวกัน ได้แก่ การแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเบตา
2. กำหนดสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เท่ากับ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0
3. พารามิเตอร์ต่างๆ ของการแจกแจงขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ดังนี้

<u>3.1 การแจกแจงปกติ</u>

กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร พารามิเตอร์ μ และ σ^2 ของการแจกแจงปกติ ดังนี้

สัมประสิทธิ์การแปรผัน	พารามิเตอร์
0.1	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 1$
0.5	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 25$
1.0	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 100$
1.5	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 225$
2.0	$\mu = 10$ $\sigma^2 = 400$

การแจกแจงปกติมีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ เท่ากับ 0

และค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง เท่ากับ 3

3.2 การแจกแจงแกมมา

กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร พารามิเตอร์ α และ β ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ และ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง ของการแจกแจงแกมมา ดังนี้

สัมประสิทธิ์การแปรผัน	พารามิเตอร์	สัมประสิทธิ์ความเบ้	สัมประสิทธิ์ความโด่ง
0.1	$\alpha = 100$ $\beta = 1$	0.20	3.60
0.5	$\alpha = 4$ $\beta = 1$	1.00	6.00
1.0	$\alpha = 1$ $\beta = 1$	2.00	9.00
1.5	$\alpha = 0.44$ $\beta = 1$	3.00	12.00
2.0	$\alpha = 0.25$ $\beta = 1$	4.00	15.00

3.3 การแจกแจงล็อกนอร์มอล

กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร พารามิเตอร์ μ_λ และ σ_λ^2 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ และ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง ของการแจกแจงล็อกนอร์มอล ดังนี้

สัมประสิทธิ์การแปรผัน	พารามิเตอร์	สัมประสิทธิ์ความเบ้	สัมประสิทธิ์ความโด่ง
0.1	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 1$	0.30	3.16
0.5	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 25$	1.63	8.04
1.0	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 100$	4.00	41.00
1.5	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 225$	7.88	208.91
2.0	$\mu_\lambda = 10$ $\sigma_\lambda^2 = 400$	14.00	947.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การแจกแจงไวบูลล์

กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร พารามิเตอร์ α และ β ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ และ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง ของการแจกแจงไวบูลล์ ดังนี้

สัมประสิทธิ์การแปรผัน	พารามิเตอร์	สัมประสิทธิ์ความเบ้	สัมประสิทธิ์ความโด่ง
0.1	$\alpha = 12.2$ $\beta = 1$	-0.72	3.79
0.5	$\alpha = 2.1$ $\beta = 1$	0.57	3.13
1.0	$\alpha = 1$ $\beta = 1$	2.00	9.00
1.5	$\alpha = 0.685$ $\beta = 1$	3.63	25.28
2.0	$\alpha = 0.543$ $\beta = 1$	5.58	60.80

3.5 การแจกแจงเบตา

กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร พารามิเตอร์ α และ β ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ และ ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง ของการแจกแจงเบตา ดังนี้

สัมประสิทธิ์การแปรผัน	พารามิเตอร์	สัมประสิทธิ์ความเบ้	สัมประสิทธิ์ความโด่ง
0.1	$\alpha = 35.437$ $\beta = 20$	-0.43	0.46
0.5	$\alpha = 3.293$ $\beta = 20$	3.35	1.83
1.0	$\alpha = 0.913$ $\beta = 20$	8.00	5.77
1.5	$\alpha = 0.415$ $\beta = 20$	12.44	12.32
2.0	$\alpha = 0.235$ $\beta = 20$	16.81	21.51

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. กำหนดขนาดตัวอย่างในแต่ละประชากร เท่ากับ 10 15 20 30 40 50 70 และ100

5. กรณีศึกษาอำนาจการทดสอบ กำหนดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ($\mu_1 - \mu_2$) เท่ากับ 5% 10% 20% 30% 40% และ 50%

6. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบ เท่ากับ 0.01 0.05 และ0.10

7. สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 1

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 2

8. การประมาณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ กำหนดจำนวนซ้ำของการทดลอง เท่ากับ 2,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 คำนวณค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

(1) กำหนดรูปแบบการแจกแจง พารามิเตอร์ของการแจกแจง และขนาดตัวอย่างตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

(2) จำลองข้อมูลให้เป็นไปตาม $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 ประชากรไม่แตกต่างกัน

(3) คำนวณค่าตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท

(4) เปรียบเทียบค่าตัวสถิติแต่ละประเภทกับค่าวิกฤต และนับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

(5) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (2) – (4) จำนวน 2,000 ครั้ง

(6) ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เท่ากับ จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างหารด้วย 2,000

(7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (1) – (6) ทุกขนาดตัวอย่าง และรูปแบบการแจกแจงที่กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัย

3.2.2 ทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

การทดสอบว่า ตัวสถิติแต่ละประเภท สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้หรือไม่ จะใช้การทดสอบทวินามภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยตัวสถิติที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้จะมีค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ในช่วง ดังต่อไปนี้

ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ 0.01 ช่วงของการยอมรับ คือ (0, 0.0137)

ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ 0.05 ช่วงของการยอมรับ คือ (0, 0.0580)

ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ 0.10 ช่วงของการยอมรับ คือ (0, 0.1110)

3.2.3 คำนวณค่าอำนาจการทดสอบ และเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้

(1) กำหนดรูปแบบการแจกแจง พารามิเตอร์ของการแจกแจง และขนาดตัวอย่างตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

(2) กำหนดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร

(3) จำลองข้อมูลให้เป็นไปตาม $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 ประชากรแตกต่างกัน

(4) คำนวณค่าตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท

(5) เปรียบเทียบค่าตัวสถิติแต่ละประเภทกับค่าวิกฤต และนับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

(6) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (3) – (5) จำนวน 2,000 ครั้ง

(7) ค่าอำนาจการทดสอบเท่ากับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างหารด้วย 2,000

(8) เปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบที่คำนวณได้

(9) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (2) – (8) ทุกค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร

(10) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (1) – (9) ทุกขนาดตัวอย่าง และรูปแบบการแจกแจงตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

3.3 การจำลองข้อมูล

การจำลองข้อมูลให้มีรูปแบบการแจกแจงตามที่กำหนดได้จากการจำลอง โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล และเขียนโปรแกรมภาษาวิชวลเบสิค ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการผลิตตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1) การแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเบตา

3.3.1 การผลิตตัวแปรสุ่มที่มีการการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0, 1)

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1) เป็นพื้นฐานในการผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบอื่นๆ เลขสุ่มที่ผลิตได้ต้องเป็นอิสระซึ่งกันและกัน และมีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1) วิธีการผลิตเลขสุ่มที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ วิธี Multiplicative Congruential ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1951 โดย Lehmer มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$X_i = (aX_{i-1}) \bmod M$$

และ

$$U_i = X_i / M \qquad ; i = 1,2,3\ldots$$

โดยที่

X_0 เป็นค่าเริ่มต้น(initial value)

X_i เป็นเลขสุ่มตัวที่ i โดยที่ $0 < X_i < M - 1$

U_i เป็นเลขสุ่มตัวที่ i โดยที่ $0 < U_i < 1$

M เป็นค่าคงที่

a เป็นตัวคูณคงที่(constant multiplier)

จากสมการ X_i คือ เศษเหลือเป็นจำนวนเต็มที่ได้จากการหาร aX_{i-1} ด้วย M และเศษเหลือที่ได้จะใช้ในการผลิตเลขสุ่มตัวถัดไป ในการผลิตเลขสุ่มนั้นเมื่อกำหนดให้ X_0เป็นค่าเริ่มต้น จะได้ตัวเลขสุ่ม $X_1, X_2, X_3, \ldots$ เป็นเลขจำนวนเต็มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง $M-1$ และเป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่องจากนั้นหาร X_i ด้วย M จะได้เลขสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

การกำหนดค่า M, a และ X_0 มีความสำคัญมากในการผลิตเลขสุ่ม ซึ่งการผลิตเลขสุ่มให้มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง 0 ถึง 1 และมีคาบของตัวเลขสุ่มยาวมากพอที่จะใช้งานได้นั้นต้องกำหนด M ให้เป็นจำนวนเต็มที่ใหญ่ที่สุด และเป็นเลขคี่ที่สามารถคำนวณได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ นั่นคือ $M = 2^{b-1} - 1$ โดยที่ b เป็นค่าความยาว 1 คำ(word) หรือจำนวนบิต(bit) ใน 1 คำ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ 32 บิต จะกำหนด M เท่ากับ $2^{31} - 1 = 2147483647$ สำหรับค่าa ที่ผ่านการทดสอบแล้วคือ $7^5 = 16807$และ X_0 เป็นจำนวนเต็มบวกที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ M

โปรแกรมย่อยที่เขียนด้วยวิชวลเบสิค สำหรับสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0, 1) คือ Function Rand (mIX) แสดงในภาคผนวก

3.3.2 การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติ

ในปี ค.ศ. 1958 Box และ Muller ได้เสนอวิธีสร้างตัวแปรสุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 พร้อมกัน 2 ค่า โดยใช้ตัวผลิต (generator) Z_1 และ Z_2

$$Z_1 = [(-2\ln(U_1)]^{1/2}\cos(2\pi U_2)$$
$$Z_2 = [(-2\ln(U_1)]^{1/2}\sin(2\pi U_2)$$

โดยที่ U_1 และ U_2 เป็นค่าตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1)

ตัวแปรสุ่ม Z_1 และ Z_2 สามารถแปลงให้เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ ความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$X_1 = \mu + \sigma Z_1$$
$$X_2 = \mu + \sigma Z_2$$

จะได้ว่า X_1 และ X_2 มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 และเป็นอิสระซึ่งกันและกัน

โปรแกรมย่อยที่เขียนด้วยวิชวลเบสิคสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ คือ Function Normal(MeanN, VarN) ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก

3.3.3 การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมา

การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมา ที่มีพารามิเตอร์ (α, β) สามารถสร้างจากตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาพารามิเตอร์ $(\alpha,1)$ จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

กำหนดให้

$$X \sim \text{gamma}(\alpha,1)$$
$$X' \sim \text{gamma}(\alpha, \beta)$$

จะได้

$$X' = \beta X$$

การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมาที่มีพารามิเตอร์ $(\alpha,1)$ แบ่งเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 $0 < \alpha < 1$

ใน ค.ศ.1974 Ahrens และ Dieter ได้เสนอวิธีการผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมา เมื่อพารามิเตอร์ α มีค่าอยู่ในช่วง (0, 1) โดยใช้เทคนิคการยอมรับและปฏิเสธ (acceptance – rejection) ซึ่งมีขั้นตอนนี้

(1) คำนวณค่า b โดยที่ $b = (e + \alpha)/e$

(2) สร้างตัวแปรสุ่ม U_1 ~ uniform(0, 1) และให้ $P = bU_1$ ถ้า $P > 1$ ข้ามไปทำขั้นตอนที่ (5)

(3) สร้างตัวแปรสุ่ม U_2 ~ uniform(0, 1) และให้ $Y = P^{1/\alpha}$ ถ้า $U_2 \le e^{-Y}$ จะได้ $X = Y$ สำหรับกรณีอื่น ๆ กลับไปทำขั้นตอนที่ (3)

(4) สร้างตัวแปรสุ่ม U_2 ~ uniform(0, 1) และให้ $Y = -\ln[(b - P)/\alpha]$ ถ้า $U_2 \le Y^{\alpha-1}$ จะได้ $X = Y$ สำหรับกรณีอื่น ๆ กลับไปทำขั้นตอนที่ (3)

โปรแกรมย่อยที่เขียนด้วยวิชวลเบสิคสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมา กรณี $0 < \alpha < 1$ คือ Function Gam1(Alpha G, Beta G) แสดงในภาคผนวก

กรณีที่ 2 $\alpha = 1$

การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมา เมื่อพารามิเตอร์ α มีค่าเท่ากับ 1 จะใช้เทคนิคการแปลงผกผัน(inverse tranform) ดังนี้

จากฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของการแจกแจงแกมมา

$$F(x) = 1 - \exp(-\frac{x}{\beta})$$

และเนื่องจากฟังก์ชันการแจกแจงสะสมจะมีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง(0,1)จะได้

$$1 - \exp(-\frac{x}{\beta}) = U$$

$$\exp(-\frac{x}{\beta}) = U$$

$$x = -\beta \ln U$$

โดยที่ U มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1)

ดังนั้น การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมาเมื่อพารามิเตอร์ α มีค่าเท่ากับ 1 มีขั้นตอนดังนี้

(1) สร้างตัวแปรสุ่ม $U \sim$ uniform(0, 1)

(2) จะได้ $X = -\ln U$

โปรแกรมย่อยที่เขียนด้วยวิชวลเบสิคสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมา กรณี $\alpha = 1$ คือ Function Gam2(Alpha G, Beta G) แสดงในภาคผนวก

<u>กรณีที่ 3</u> $\alpha > 1$

ในปี ค.ศ. 1977 Cheng ได้เสนอวิธีการผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมา เมื่อพารามิเตอร์ α มีค่ามากกว่า 1 โดยใช้เทคนิคการยอมรับและปฏิเสธ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) คำนวณค่าคงที่ต่างๆ จากสูตรต่อไปนี้

$$a = 1/\sqrt{2\alpha - 1}$$

$$b = \alpha - \ln 4$$

$$q = \alpha + 1/a$$

$$\theta = 4.5$$

$$d = 1 + \ln\theta$$

(2) สร้างตัวเลขสุ่ม $U_1 \sim$ uniform(0, 1) และ $U_2 \sim$ uniform(0, 1) และคำนวณค่าต่อไปนี้

$$V = a\ln[U_1/(1-U_1)]$$

$$Y = \alpha e^V$$

$$Z = U_1^2 U_2$$

$$W = b + qV - Y$$

(3) ถ้า $W + d - \theta Z \geq 0$ ให้ $X = Y$ สำหรับกรณีอื่น ๆ ทำขั้นตอนที่ (5)

(4) ถ้า $W \geq \ln Z$ จะได้ $X = Y$ สำหรับกรณีอื่น ๆ กลับไปทำขั้นตอนที่ (3)

โปรแกรมย่อยที่เขียนด้วยวิชวลเบสิคสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแกมมา กรณี $\alpha > 1$ คือ Function Gam3(Alpha G, Beta G) แสดงในภาคผนวก

3.3.4 การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงล็อกนอร์มอล

เนื่องจากการแจกแจงล็อกนอร์มอล มีความสัมพันธ์กับการแจกแจงปกติ คือ ถ้า Y เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติด้วยพารามิเตอร์ (μ,σ^2) และกำหนดให้ $X=\exp(Y)$ จะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงล็อกนอร์มอลด้วยพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ดังนั้นการผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จะมีขั้นตอนเป็นดังนี้

(1) สร้างตัวแปรสุ่ม $Y \sim \text{Normal}(\mu,\sigma^2)$

(2) จะได้ $X=\exp(Y)$

โปรแกรมย่อยที่เขียนด้วยวิชวลเบสิคสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงล็อกนอร์มอล คือ Function LogNormal(MeanL,VarL) แสดงในภาคผนวก

3.3.5 การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงไวบูลล์

การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงไวบูลล์ ที่มีพารามิเตอร์ α และ β โดยใช้เทคนิคการแปลงผกผัน มีขั้นตอนดังนี้

(1) สร้างตัวแปรสุ่ม $U \sim$ Uniform(0,1)

(2) จะได้ $X=\beta[-\ln(1-U)]^{1/\alpha}$

โปรแกรมย่อยที่เขียนด้วยวิชวลเบสิคสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไวบูลล์ คือ Weibull(AlphaG,BetaG) แสดงในภาคผนวก

3.3.6 การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงเบตา

การผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงเบตาที่มีพารามิเตอร์ (α,β) จะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงแกมมาและการแจกแจงเบตา คือ ถ้า Y_1 เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาด้วยพารามิเตอร์ $(\alpha,1)$ และ Y_2 เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาด้วยพารามิเตอร์ $(\beta,1)$ ถ้า $X=Y_1/(Y_1+Y_2)$ จะได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเบตาด้วยพารามิเตอร์ (α,β) ดังนั้นการผลิตตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงเบตามีขั้นตอนดังนี้

(1) สร้างตัวแปรสุ่ม $Y_1 \sim \text{gamma}(\alpha,1)$ และ $Y_2 \sim \text{gamma}(\beta,1)$

(2) จะได้ $X=Y_1/(Y_1+Y_2)$

โปรแกรมย่อยที่เขียนด้วยวิชวลเบสิคสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเบตา คือ Beta(AlphaG,BetaG) แสดงในภาคผนวก

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ได้แก่ ตัวสถิติที ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน และตัวสถิติบี โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของแต่ละตัวสถิติ ภายใต้รูปแบบการแจกแจงของประชากร 5 การแจกแจง ได้แก่ การแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเบตา ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร 5 ระดับ คือ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 และระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01 0.05 และ 0.10 โดยจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล และทำการทดลองซ้ำจำนวน 2,000 ครั้ง

การนำเสนอผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่1

ส่วนที่ 2 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการทดลองมีดังนี้

T แทน ตัวสถิติที (T Test Statistic)

U แทน ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ (The Mann Whitney U Test Statistic)

A แทน ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน(O'Gorman Adaptive Test Statistic)

B แทน ตัวสถิติบี (B Test Statistic)

n_1 แทน ขนาดตัวอย่างสุ่มของประชากรกลุ่มที่ 1

n_2 แทน ขนาดตัวอย่างสุ่มของประชากรกลุ่มที่ 2

%Dif แทน เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร

CV แทน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร

α แทน ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

การวิจัยนี้ผู้วิจัยคำนวณค่าตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มาจากข้อมูลตัวอย่างที่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเบตา ณ ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรระดับต่างๆ ขนาดตัวอย่างสุ่มแต่ละประชากร เท่ากับ 10 15 20 30 40 50 70 และ 100 จากนั้นคำนวณค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแต่ละตัวสถิติโดยใช้การทดสอบทวินาม ซึ่งตัวสถิติที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้จะมีค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 $(\hat{\alpha})$ อยู่ในช่วงดังนี้

- ค่า $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง (0,0.0137) ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ = 0.01
- ค่า $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง (0,0.0580) ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ = 0.05
- ค่า $\hat{\alpha}$ อยู่ในช่วง (0,0.1110) ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ = 0.10

กรณีที่ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 $(\hat{\alpha})$ อยู่นอกช่วงดังกล่าว จะถือว่าตัวสถิตินั้นไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

4.1.1 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.1-4.3 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 พบว่าตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ สำหรับทุกค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0135	0.0120	0.0110	0.0095
	(15,15)	0.0120	0.0115	0.0100	0.0080
	(20,20)	0.0120	0.0110	0.0100	0.0070
	(30,30)	0.0115	0.0105	0.0095	0.0060
	(40,40)	0.0110	0.0100	0.0090	0.0060
	(50,50)	0.0100	0.0100	0.0085	0.0055
	(70,70)	0.0100	0.0095	0.0070	0.0055
	(100,100)	0.0075	0.0060	0.0040	0.0040
0.5	(10,10)	0.0130	0.0115	0.0120	0.0075
	(15,15)	0.0115	0.0110	0.0115	0.0075
	(20,20)	0.0110	0.0105	0.0100	0.0075
	(30,30)	0.0100	0.0095	0.0100	0.0055
	(40,40)	0.0090	0.0080	0.0075	0.0055
	(50,50)	0.0075	0.0075	0.0060	0.0050
	(70,70)	0.0075	0.0070	0.0055	0.0030
	(100,100)	0.0040	0.0040	0.0035	0.0030
1.0	(10,10)	0.0120	0.0105	0.0115	0.0080
	(15,15)	0.0105	0.0100	0.0105	0.0065
	(20,20)	0.0095	0.0095	0.0100	0.0065
	(30,30)	0.0085	0.0090	0.0095	0.0060
	(40,40)	0.0085	0.0085	0.0085	0.0060
	(50,50)	0.0080	0.0085	0.0080	0.0055
	(70,70)	0.0080	0.0075	0.0075	0.0050
	(100,100)	0.0070	0.0075	0.0060	0.0050
1.5	(10,10)	0.0130	0.0120	0.0110	0.0110
	(15,15)	0.0125	0.0110	0.0105	0.0085
	(20,20)	0.0115	0.0110	0.0100	0.0065
	(30,30)	0.0110	0.0105	0.0100	0.0060
	(40,40)	0.0110	0.0100	0.0095	0.0060
	(50,50)	0.0110	0.0095	0.0090	0.0050
	(70,70)	0.0100	0.0095	0.0085	0.0050
	(100,100)	0.0090	0.0080	0.0060	0.0045
2.0	(10,10)	0.0135	0.0130	0.0120	0.0110
	(15,15)	0.0130	0.0125	0.0110	0.0075
	(20,20)	0.0105	0.0105	0.0100	0.0065
	(30,30)	0.0105	0.0100	0.0100	0.0065
	(40,40)	0.0105	0.0095	0.0090	0.0060
	(50,50)	0.0105	0.0095	0.0080	0.0060
	(70,70)	0.0075	0.0065	0.0070	0.0045
	(100,100)	0.0070	0.0065	0.0060	0.0040

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0575	0.0530	0.0525	0.0435
	(15,15)	0.0555	0.0515	0.0510	0.0310
	(20,20)	0.0545	0.0505	0.0500	0.0280
	(30,30)	0.0510	0.0500	0.0490	0.0270
	(40,40)	0.0475	0.0475	0.0485	0.0270
	(50,50)	0.0445	0.0445	0.0470	0.0260
	(70,70)	0.0435	0.0400	0.0465	0.0260
	(100,100)	0.0415	0.0385	0.0435	0.0250
0.5	(10,10)	0.0530	0.0540	0.0530	0.0325
	(15,15)	0.0525	0.0530	0.0525	0.0315
	(20,20)	0.0505	0.0510	0.0500	0.0295
	(30,30)	0.0505	0.0505	0.0470	0.0290
	(40,40)	0.0485	0.0455	0.0445	0.0280
	(50,50)	0.0465	0.0445	0.0445	0.0270
	(70,70)	0.0445	0.0390	0.0445	0.0225
	(100,100)	0.0390	0.0370	0.0390	0.0220
1.0	(10,10)	0.0565	0.0520	0.0535	0.0330
	(15,15)	0.0535	0.0505	0.0495	0.0300
	(20,20)	0.0525	0.0490	0.0490	0.0275
	(30,30)	0.0510	0.0490	0.0485	0.0275
	(40,40)	0.0485	0.0480	0.0465	0.0255
	(50,50)	0.0480	0.0480	0.0460	0.0250
	(70,70)	0.0470	0.0460	0.0460	0.0245
	(100,100)	0.0440	0.0340	0.0415	0.0245
1.5	(10,10)	0.0575	0.0575	0.0560	0.0350
	(15,15)	0.0570	0.0570	0.0550	0.0335
	(20,20)	0.0560	0.0565	0.0545	0.0320
	(30,30)	0.0525	0.0535	0.0515	0.0310
	(40,40)	0.0515	0.0500	0.0505	0.0290
	(50,50)	0.0495	0.0465	0.0490	0.0285
	(70,70)	0.0460	0.0450	0.0450	0.0255
	(100,100)	0.0445	0.0375	0.0425	0.0235
2.0	(10,10)	0.0545	0.0525	0.0535	0.0305
	(15,15)	0.0530	0.0510	0.0520	0.0300
	(20,20)	0.0495	0.0490	0.0480	0.0300
	(30,30)	0.0480	0.0480	0.0475	0.0300
	(40,40)	0.0475	0.0475	0.0460	0.0295
	(50,50)	0.0455	0.0460	0.0445	0.0265
	(70,70)	0.0445	0.0440	0.0430	0.0265
	(100,100)	0.0425	0.0420	0.0415	0.0215

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.1065	0.1080	0.1095	0.0685
	(15,15)	0.1010	0.1020	0.1045	0.0565
	(20,20)	0.1010	0.1010	0.1030	0.0555
	(30,30)	0.0985	0.0990	0.1015	0.0530
	(40,40)	0.0955	0.0955	0.1000	0.0515
	(50,50)	0.0915	0.0915	0.0940	0.0515
	(70,70)	0.0905	0.0905	0.0925	0.0505
	(100,100)	0.0850	0.0855	0.0890	0.0460
0.5	(10,10)	0.1075	0.1100	0.1060	0.0585
	(15,15)	0.1005	0.1030	0.0980	0.0580
	(20,20)	0.0975	0.0980	0.0975	0.0570
	(30,30)	0.0975	0.0960	0.0960	0.0560
	(40,40)	0.0935	0.0915	0.0955	0.0475
	(50,50)	0.0930	0.0915	0.0930	0.0460
	(70,70)	0.0915	0.0910	0.0910	0.0455
	(100,100)	0.0905	0.0855	0.0890	0.0440
1.0	(10,10)	0.1035	0.1020	0.1015	0.0585
	(15,15)	0.1015	0.1010	0.1005	0.0585
	(20,20)	0.1000	0.0995	0.0985	0.0555
	(30,30)	0.0985	0.0975	0.0975	0.0545
	(40,40)	0.0970	0.0960	0.0965	0.0540
	(50,50)	0.0965	0.0930	0.0965	0.0530
	(70,70)	0.0950	0.0925	0.0935	0.0525
	(100,100)	0.0925	0.0815	0.0905	0.0455
1.5	(10,10)	0.1065	0.1060	0.1055	0.0610
	(15,15)	0.1030	0.1025	0.1020	0.0590
	(20,20)	0.1010	0.0990	0.0995	0.0555
	(30,30)	0.1005	0.0980	0.0980	0.0550
	(40,40)	0.0970	0.0930	0.0965	0.0550
	(50,50)	0.0955	0.0865	0.0940	0.0515
	(70,70)	0.0945	0.0855	0.0910	0.0485
	(100,100)	0.0925	0.0850	0.0875	0.0475
2.0	(10,10)	0.1070	0.0970	0.1060	0.0570
	(15,15)	0.1035	0.0955	0.0975	0.0555
	(20,20)	0.1015	0.0955	0.0970	0.0545
	(30,30)	0.0995	0.0950	0.0965	0.0525
	(40,40)	0.0975	0.0935	0.0960	0.0520
	(50,50)	0.0950	0.0900	0.0945	0.0520
	(70,70)	0.0935	0.0860	0.0920	0.0510
	(100,100)	0.0930	0.0825	0.0870	0.0470

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงแกมมา

จากตารางที่ 4.4-4.6 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 พบว่า ตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ สำหรับทุกค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0135	0.0130	0.0125	0.0085
	(15,15)	0.0115	0.0105	0.0105	0.0070
	(20,20)	0.0110	0.0100	0.0100	0.0065
	(30,30)	0.0100	0.0100	0.0095	0.0065
	(40,40)	0.0090	0.0090	0.0085	0.0065
	(50,50)	0.0070	0.0085	0.0080	0.0060
	(70,70)	0.0065	0.0070	0.0055	0.0055
	(100,100)	0.0065	0.0060	0.0030	0.0045
0.5	(10,10)	0.0110	0.0125	0.0115	0.0085
	(15,15)	0.0105	0.0115	0.0110	0.0070
	(20,20)	0.0105	0.0100	0.0105	0.0070
	(30,30)	0.0100	0.0090	0.0105	0.0065
	(40,40)	0.0080	0.0090	0.0095	0.0060
	(50,50)	0.0075	0.0085	0.0090	0.0060
	(70,70)	0.0075	0.0080	0.0085	0.0055
	(100,100)	0.0045	0.0060	0.0065	0.0035
1.0	(10,10)	0.0105	0.0135	0.0130	0.0100
	(15,15)	0.0100	0.0120	0.0125	0.0090
	(20,20)	0.0090	0.0115	0.0120	0.0085
	(30,30)	0.0085	0.0110	0.0115	0.0080
	(40,40)	0.0075	0.0095	0.0105	0.0065
	(50,50)	0.0075	0.0080	0.0095	0.0060
	(70,70)	0.0065	0.0075	0.0080	0.0040
	(100,100)	0.0055	0.0070	0.0075	0.0035
1.5	(10,10)	0.0105	0.0120	0.0125	0.0090
	(15,15)	0.0100	0.0115	0.0120	0.0090
	(20,20)	0.0095	0.0110	0.0115	0.0080
	(30,30)	0.0080	0.0095	0.0115	0.0070
	(40,40)	0.0070	0.0095	0.0105	0.0065
	(50,50)	0.0045	0.0090	0.0095	0.0050
	(70,70)	0.0045	0.0085	0.0080	0.0050
	(100,100)	0.0040	0.0065	0.0070	0.0050
2.0	(10,10)	0.0080	0.0135	0.0130	0.0110
	(15,15)	0.0075	0.0130	0.0120	0.0100
	(20,20)	0.0070	0.0125	0.0120	0.0085
	(30,30)	0.0065	0.0120	0.0115	0.0080
	(40,40)	0.0060	0.0095	0.0100	0.0060
	(50,50)	0.0040	0.0080	0.0095	0.0055
	(70,70)	0.0045	0.0075	0.0085	0.0055
	(100,100)	0.0035	0.0070	0.0075	0.0050

ตารางที่ 4.5 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0555	0.0550	0.0545	0.0330
	(15,15)	0.0545	0.0515	0.0535	0.0305
	(20,20)	0.0535	0.0510	0.0510	0.0285
	(30,30)	0.0505	0.0490	0.0505	0.0280
	(40,40)	0.0495	0.0460	0.0485	0.0265
	(50,50)	0.0485	0.0450	0.0450	0.0260
	(70,70)	0.0485	0.0440	0.0445	0.0230
	(100,100)	0.0465	0.0365	0.0430	0.0210
0.5	(10,10)	0.0575	0.0575	0.0565	0.0365
	(15,15)	0.0545	0.0565	0.0560	0.0330
	(20,20)	0.0525	0.0525	0.0495	0.0300
	(30,30)	0.0495	0.0460	0.0485	0.0285
	(40,40)	0.0475	0.0455	0.0460	0.0285
	(50,50)	0.0465	0.0445	0.0435	0.0265
	(70,70)	0.0455	0.0435	0.0425	0.0245
	(100,100)	0.0395	0.0415	0.0385	0.0245
1.0	(10,10)	0.0560	0.0545	0.0530	0.0370
	(15,15)	0.0520	0.0525	0.0500	0.0315
	(20,20)	0.0505	0.0480	0.0500	0.0305
	(30,30)	0.0490	0.0475	0.0490	0.0295
	(40,40)	0.0470	0.0475	0.0465	0.0290
	(50,50)	0.0465	0.0470	0.0460	0.0210
	(70,70)	0.0400	0.0465	0.0455	0.0195
	(100,100)	0.0390	0.0415	0.0450	0.0190
1.5	(10,10)	0.0545	0.0540	0.0555	0.0345
	(15,15)	0.0540	0.0525	0.0510	0.0325
	(20,20)	0.0535	0.0515	0.0475	0.0305
	(30,30)	0.0490	0.0510	0.0465	0.0295
	(40,40)	0.0445	0.0490	0.0440	0.0290
	(50,50)	0.0425	0.0460	0.0415	0.0285
	(70,70)	0.0415	0.0445	0.0405	0.0255
	(100,100)	0.0410	0.0435	0.0330	0.0235
2.0	(10,10)	0.0530	0.0540	0.0565	0.0375
	(15,15)	0.0520	0.0535	0.0545	0.0325
	(20,20)	0.0515	0.0530	0.0475	0.0325
	(30,30)	0.0485	0.0520	0.0470	0.0310
	(40,40)	0.0420	0.0480	0.0455	0.0305
	(50,50)	0.0345	0.0475	0.0450	0.0270
	(70,70)	0.0330	0.0440	0.0440	0.0255
	(100,100)	0.0290	0.0430	0.0415	0.0235

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.1075	0.1100	0.1105	0.0585
	(15,15)	0.1065	0.1055	0.1055	0.0565
	(20,20)	0.1065	0.1035	0.1055	0.0565
	(30,30)	0.1030	0.1025	0.1055	0.0540
	(40,40)	0.1030	0.1025	0.0990	0.0505
	(50,50)	0.1025	0.0990	0.0980	0.0505
	(70,70)	0.0940	0.0895	0.0965	0.0485
	(100,100)	0.0935	0.0870	0.0925	0.0485
0.5	(10,10)	0.1090	0.1100	0.1110	0.0670
	(15,15)	0.1085	0.1075	0.1110	0.0640
	(20,20)	0.1030	0.1025	0.0990	0.0625
	(30,30)	0.1030	0.0980	0.0975	0.0550
	(40,40)	0.1010	0.0975	0.0975	0.0540
	(50,50)	0.0935	0.0945	0.0960	0.0495
	(70,70)	0.0920	0.0860	0.0955	0.0480
	(100,100)	0.0890	0.0855	0.0950	0.0470
1.0	(10,10)	0.1060	0.1085	0.1015	0.0605
	(15,15)	0.1045	0.1050	0.1015	0.0595
	(20,20)	0.1040	0.0990	0.1005	0.0570
	(30,30)	0.1035	0.0960	0.1000	0.0540
	(40,40)	0.0970	0.0960	0.0985	0.0510
	(50,50)	0.0965	0.0950	0.0980	0.0485
	(70,70)	0.0885	0.0940	0.0980	0.0475
	(100,100)	0.0875	0.0825	0.0875	0.0430
1.5	(10,10)	0.1085	0.1100	0.1020	0.0635
	(15,15)	0.1085	0.1070	0.1000	0.0595
	(20,20)	0.1025	0.1050	0.0995	0.0590
	(30,30)	0.0975	0.1035	0.0975	0.0575
	(40,40)	0.0960	0.0950	0.0975	0.0570
	(50,50)	0.0960	0.0940	0.0925	0.0540
	(70,70)	0.0930	0.0880	0.0920	0.0485
	(100,100)	0.0900	0.0865	0.0820	0.0445
2.0	(10,10)	0.1065	0.1110	0.1100	0.0595
	(15,15)	0.1040	0.1040	0.1040	0.0590
	(20,20)	0.1020	0.1025	0.1025	0.0590
	(30,30)	0.0935	0.1025	0.1005	0.0580
	(40,40)	0.0935	0.0990	0.1005	0.0575
	(50,50)	0.0935	0.0975	0.0990	0.0545
	(70,70)	0.0930	0.0940	0.0930	0.0505
	(100,100)	0.0910	0.0930	0.0905	0.0475

4.1.3 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงล็อกนอร์มอล

จากตารางที่ 4.7-4.9 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง สรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 พบว่า ตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ สำหรับทุกค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0135	0.0135	0.0130	0.0105
	(15,15)	0.0120	0.0115	0.0115	0.0080
	(20,20)	0.0105	0.0110	0.0105	0.0070
	(30,30)	0.0105	0.0105	0.0100	0.0060
	(40,40)	0.0100	0.0100	0.0090	0.0060
	(50,50)	0.0100	0.0100	0.0080	0.0055
	(70,70)	0.0090	0.0095	0.0070	0.0055
	(100,100)	0.0075	0.0060	0.0040	0.0040
0.5	(10,10)	0.0130	0.0125	0.0125	0.0085
	(15,15)	0.0110	0.0120	0.0115	0.0080
	(20,20)	0.0105	0.0115	0.0110	0.0075
	(30,30)	0.0105	0.0110	0.0095	0.0065
	(40,40)	0.0080	0.0105	0.0090	0.0060
	(50,50)	0.0070	0.0095	0.0085	0.0055
	(70,70)	0.0065	0.0070	0.0075	0.0045
	(100,100)	0.0055	0.0050	0.0060	0.0045
1.0	(10,10)	0.0080	0.0135	0.0130	0.0080
	(15,15)	0.0075	0.0100	0.0100	0.0080
	(20,20)	0.0075	0.0095	0.0090	0.0075
	(30,30)	0.0070	0.0080	0.0085	0.0075
	(40,40)	0.0060	0.0075	0.0080	0.0070
	(50,50)	0.0050	0.0060	0.0065	0.0060
	(70,70)	0.0040	0.0055	0.0060	0.0040
	(100,100)	0.0035	0.0040	0.0050	0.0040
1.5	(10,10)	0.0085	0.0135	0.0130	0.0120
	(15,15)	0.0060	0.0115	0.0120	0.0080
	(20,20)	0.0050	0.0115	0.0110	0.0070
	(30,30)	0.0045	0.0110	0.0110	0.0055
	(40,40)	0.0040	0.0090	0.0105	0.0055
	(50,50)	0.0040	0.0085	0.0095	0.0055
	(70,70)	0.0025	0.0085	0.0090	0.0050
	(100,100)	0.0020	0.0070	0.0075	0.0050
2.0	(10,10)	0.0060	0.0120	0.0115	0.0100
	(15,15)	0.0050	0.0105	0.0100	0.0080
	(20,20)	0.0045	0.0095	0.0095	0.0075
	(30,30)	0.0040	0.0085	0.0090	0.0065
	(40,40)	0.0040	0.0070	0.0080	0.0060
	(50,50)	0.0035	0.0065	0.0075	0.0050
	(70,70)	0.0020	0.0060	0.0070	0.0050
	(100,100)	0.0015	0.0055	0.0065	0.0050

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0575	0.0550	0.0545	0.0435
	(15,15)	0.0550	0.0515	0.0515	0.0310
	(20,20)	0.0545	0.0505	0.0510	0.0280
	(30,30)	0.0495	0.0500	0.0495	0.0270
	(40,40)	0.0480	0.0475	0.0495	0.0270
	(50,50)	0.0465	0.0445	0.0475	0.0260
	(70,70)	0.0450	0.0400	0.0470	0.0260
	(100,100)	0.0415	0.0385	0.0425	0.0250
0.5	(10,10)	0.0520	0.0550	0.0590	0.0345
	(15,15)	0.0510	0.0510	0.0570	0.0340
	(20,20)	0.0495	0.0490	0.0515	0.0310
	(30,30)	0.0490	0.0485	0.0505	0.0305
	(40,40)	0.0460	0.0480	0.0505	0.0285
	(50,50)	0.0455	0.0465	0.0505	0.0250
	(70,70)	0.0450	0.0410	0.0500	0.0250
	(100,100)	0.0390	0.0385	0.0450	0.0250
1.0	(10,10)	0.0485	0.0585	0.0555	0.0335
	(15,15)	0.0485	0.0530	0.0550	0.0315
	(20,20)	0.0475	0.0525	0.0515	0.0305
	(30,30)	0.0465	0.0515	0.0510	0.0295
	(40,40)	0.0445	0.0490	0.0490	0.0290
	(50,50)	0.0420	0.0470	0.0475	0.0285
	(70,70)	0.0415	0.0435	0.0440	0.0260
	(100,100)	0.0390	0.0425	0.0410	0.0250
1.5	(10,10)	0.0430	0.0545	0.0505	0.0320
	(15,15)	0.0415	0.0515	0.0500	0.0305
	(20,20)	0.0395	0.0515	0.0500	0.0275
	(30,30)	0.0390	0.0500	0.0495	0.0275
	(40,40)	0.0375	0.0460	0.0495	0.0270
	(50,50)	0.0370	0.0455	0.0470	0.0270
	(70,70)	0.0355	0.0440	0.0460	0.0255
	(100,100)	0.0325	0.0415	0.0415	0.0245
2.0	(10,10)	0.0395	0.0535	0.0570	0.0315
	(15,15)	0.0390	0.0505	0.0535	0.0305
	(20,20)	0.0365	0.0470	0.0520	0.0300
	(30,30)	0.0365	0.0465	0.0515	0.0280
	(40,40)	0.0350	0.0460	0.0505	0.0280
	(50,50)	0.0335	0.0455	0.0480	0.0270
	(70,70)	0.0325	0.0450	0.0465	0.0245
	(100,100)	0.0280	0.0410	0.0410	0.0220

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.1105	0.1090	0.1095	0.0685
	(15,15)	0.1010	0.1020	0.1070	0.0565
	(20,20)	0.0995	0.1010	0.1020	0.0555
	(30,30)	0.0980	0.0990	0.1015	0.0530
	(40,40)	0.0970	0.0955	0.1010	0.0515
	(50,50)	0.0920	0.0915	0.0935	0.0515
	(70,70)	0.0915	0.0905	0.0915	0.0505
	(100,100)	0.0840	0.0855	0.0870	0.0460
0.5	(10,10)	0.1080	0.1075	0.1045	0.0610
	(15,15)	0.1050	0.1040	0.1015	0.0590
	(20,20)	0.1030	0.1040	0.0995	0.0555
	(30,30)	0.1015	0.0980	0.0980	0.0550
	(40,40)	0.0980	0.0930	0.0955	0.0550
	(50,50)	0.0975	0.0865	0.0935	0.0515
	(70,70)	0.0925	0.0855	0.0920	0.0485
	(100,100)	0.0870	0.0850	0.0860	0.0475
1.0	(10,10)	0.1040	0.1115	0.1115	0.0640
	(15,15)	0.1020	0.1080	0.1095	0.0595
	(20,20)	0.1020	0.1075	0.1065	0.0595
	(30,30)	0.1000	0.1050	0.1045	0.0590
	(40,40)	0.0995	0.1015	0.1040	0.0540
	(50,50)	0.0945	0.1000	0.0995	0.0525
	(70,70)	0.0925	0.0925	0.0995	0.0515
	(100,100)	0.0860	0.0865	0.0910	0.0475
1.5	(10,10)	0.1015	0.1045	0.1080	0.0620
	(15,15)	0.0990	0.1035	0.1045	0.0600
	(20,20)	0.0960	0.1025	0.1040	0.0570
	(30,30)	0.0925	0.1010	0.1005	0.0565
	(40,40)	0.0905	0.1000	0.0985	0.0540
	(50,50)	0.0885	0.0935	0.0975	0.0525
	(70,70)	0.0860	0.0905	0.0965	0.0520
	(100,100)	0.0820	0.0895	0.0940	0.0450
2.0	(10,10)	0.0900	0.1015	0.1075	0.0640
	(15,15)	0.0860	0.1005	0.1035	0.0565
	(20,20)	0.0850	0.0990	0.1035	0.0550
	(30,30)	0.0840	0.0970	0.1000	0.0550
	(40,40)	0.0840	0.0970	0.0995	0.0545
	(50,50)	0.0840	0.0970	0.0985	0.0525
	(70,70)	0.0820	0.0935	0.0940	0.0525
	(100,100)	0.0755	0.0900	0.0865	0.0515

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.4 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงไวบูลล์

จากตารางที่ 4.10-4.12 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 พบว่า ตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ สำหรับทุกค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับ นัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0130	0.0135	0.0135	0.0105
	(15,15)	0.0110	0.0120	0.0125	0.0095
	(20,20)	0.0095	0.0115	0.0120	0.0085
	(30,30)	0.0090	0.0110	0.0090	0.0080
	(40,40)	0.0080	0.0095	0.0085	0.0075
	(50,50)	0.0065	0.0080	0.0085	0.0065
	(70,70)	0.0050	0.0075	0.0060	0.0040
	(100,100)	0.0045	0.0070	0.0060	0.0030
0.5	(10,10)	0.0105	0.0130	0.0125	0.0095
	(15,15)	0.0095	0.0125	0.0120	0.0085
	(20,20)	0.0090	0.0095	0.0110	0.0085
	(30,30)	0.0085	0.0085	0.0110	0.0065
	(40,40)	0.0075	0.0070	0.0105	0.0065
	(50,50)	0.0070	0.0070	0.0090	0.0060
	(70,70)	0.0070	0.0065	0.0070	0.0050
	(100,100)	0.0045	0.0060	0.0065	0.0035
1.0	(10,10)	0.0100	0.0125	0.0105	0.0075
	(15,15)	0.0095	0.0125	0.0100	0.0085
	(20,20)	0.0090	0.0115	0.0095	0.0110
	(30,30)	0.0090	0.0105	0.0085	0.0065
	(40,40)	0.0085	0.0080	0.0085	0.0060
	(50,50)	0.0085	0.0080	0.0080	0.0045
	(70,70)	0.0075	0.0080	0.0075	0.0035
	(100,100)	0.0040	0.0065	0.0060	0.0030
1.5	(10,10)	0.0085	0.0120	0.0115	0.0075
	(15,15)	0.0080	0.0115	0.0110	0.0070
	(20,20)	0.0075	0.0095	0.0105	0.0065
	(30,30)	0.0055	0.0080	0.0095	0.0065
	(40,40)	0.0050	0.0075	0.0080	0.0060
	(50,50)	0.0050	0.0070	0.0070	0.0055
	(70,70)	0.0045	0.0065	0.0065	0.0055
	(100,100)	0.0015	0.0055	0.0060	0.0045
2.0	(10,10)	0.0070	0.0125	0.0110	0.0090
	(15,15)	0.0070	0.0115	0.0110	0.0080
	(20,20)	0.0045	0.0105	0.0095	0.0080
	(30,30)	0.0040	0.0095	0.0090	0.0070
	(40,40)	0.0030	0.0080	0.0085	0.0065
	(50,50)	0.0025	0.0075	0.0080	0.0060
	(70,70)	0.0020	0.0060	0.0075	0.0060
	(100,100)	0.0015	0.0055	0.0060	0.0055

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับ นัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0565	0.0545	0.0535	0.0345
	(15,15)	0.0560	0.0525	0.0505	0.0325
	(20,20)	0.0540	0.0480	0.0495	0.0305
	(30,30)	0.0525	0.0475	0.0455	0.0285
	(40,40)	0.0495	0.0475	0.0450	0.0275
	(50,50)	0.0490	0.0470	0.0425	0.0210
	(70,70)	0.0415	0.0465	0.0425	0.0195
	(100,100)	0.0390	0.0415	0.0405	0.0190
0.5	(10,10)	0.0510	0.0570	0.0575	0.0350
	(15,15)	0.0505	0.0560	0.0570	0.0305
	(20,20)	0.0495	0.0515	0.0520	0.0290
	(30,30)	0.0480	0.0505	0.0505	0.0285
	(40,40)	0.0470	0.0465	0.0495	0.0285
	(50,50)	0.0465	0.0450	0.0465	0.0275
	(70,70)	0.0465	0.0450	0.0455	0.0265
	(100,100)	0.0435	0.0440	0.0450	0.0235
1.0	(10,10)	0.0510	0.0550	0.0540	0.0330
	(15,15)	0.0505	0.0535	0.0515	0.0320
	(20,20)	0.0495	0.0525	0.0490	0.0300
	(30,30)	0.0495	0.0520	0.0490	0.0285
	(40,40)	0.0490	0.0475	0.0455	0.0280
	(50,50)	0.0460	0.0465	0.0455	0.0240
	(70,70)	0.0440	0.0455	0.0435	0.0235
	(100,100)	0.0360	0.0415	0.0415	0.0205
1.5	(10,10)	0.0485	0.0570	0.0575	0.0390
	(15,15)	0.0485	0.0560	0.0545	0.0335
	(20,20)	0.0470	0.0510	0.0530	0.0325
	(30,30)	0.0440	0.0490	0.0510	0.0300
	(40,40)	0.0420	0.0480	0.0480	0.0285
	(50,50)	0.0410	0.0470	0.0470	0.0275
	(70,70)	0.0370	0.0450	0.0465	0.0260
	(100,100)	0.0305	0.0380	0.0460	0.0235
2.0	(10,10)	0.0485	0.0540	0.0540	0.0325
	(15,15)	0.0425	0.0535	0.0535	0.0315
	(20,20)	0.0375	0.0505	0.0525	0.0315
	(30,30)	0.0330	0.0500	0.0515	0.0310
	(40,40)	0.0330	0.0490	0.0510	0.0300
	(50,50)	0.0320	0.0475	0.0470	0.0275
	(70,70)	0.0295	0.0460	0.0465	0.0270
	(100,100)	0.0265	0.0455	0.0460	0.0250

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับ นัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.1060	0.1085	0.1090	0.0610
	(15,15)	0.1030	0.1050	0.1045	0.0610
	(20,20)	0.1025	0.0990	0.1015	0.0565
	(30,30)	0.1005	0.0960	0.1000	0.0560
	(40,40)	0.0995	0.0960	0.0970	0.0500
	(50,50)	0.0985	0.0950	0.0960	0.0485
	(70,70)	0.0895	0.0940	0.0945	0.0475
	(100,100)	0.0865	0.0825	0.0870	0.0420
0.5	(10,10)	0.1065	0.1095	0.1050	0.0615
	(15,15)	0.1035	0.1090	0.1045	0.0600
	(20,20)	0.1015	0.1020	0.1035	0.0585
	(30,30)	0.1005	0.1015	0.1020	0.0560
	(40,40)	0.0995	0.1000	0.1015	0.0545
	(50,50)	0.0980	0.0970	0.0990	0.0520
	(70,70)	0.0975	0.0955	0.0985	0.0510
	(100,100)	0.0965	0.0915	0.0970	0.0460
1.0	(10,10)	0.1080	0.1075	0.1085	0.0630
	(15,15)	0.1020	0.1070	0.1075	0.0620
	(20,20)	0.1020	0.1045	0.1050	0.0555
	(30,30)	0.1015	0.1040	0.1000	0.0545
	(40,40)	0.1005	0.1030	0.0990	0.0530
	(50,50)	0.0995	0.1000	0.0985	0.0515
	(70,70)	0.0895	0.0915	0.0985	0.0500
	(100,100)	0.0830	0.0905	0.0890	0.0455
1.5	(10,10)	0.1045	0.1075	0.1060	0.0655
	(15,15)	0.1020	0.1055	0.1005	0.0615
	(20,20)	0.1010	0.1005	0.1000	0.0570
	(30,30)	0.0980	0.1000	0.0995	0.0530
	(40,40)	0.0965	0.0990	0.0980	0.0520
	(50,50)	0.0915	0.0955	0.0960	0.0515
	(70,70)	0.0905	0.0935	0.0955	0.0495
	(100,100)	0.0820	0.0840	0.0930	0.0480
2.0	(10,10)	0.0985	0.1020	0.1095	0.0610
	(15,15)	0.0900	0.1015	0.1080	0.0590
	(20,20)	0.0895	0.1015	0.1060	0.0585
	(30,30)	0.0875	0.1005	0.1055	0.0575
	(40,40)	0.0865	0.0995	0.1050	0.0570
	(50,50)	0.0860	0.0995	0.0970	0.0550
	(70,70)	0.0820	0.0965	0.0865	0.0550
	(100,100)	0.0805	0.0890	0.0845	0.0520

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.5 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงเบตา

จากตารางที่ 4.13-4.15 แสดงค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 พบว่า ตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ สำหรับทุกค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0135	0.0130	0.0130	0.0110
	(15,15)	0.0130	0.0125	0.0130	0.0105
	(20,20)	0.0125	0.0120	0.0120	0.0080
	(30,30)	0.0125	0.0115	0.0115	0.0080
	(40,40)	0.0115	0.0115	0.0110	0.0080
	(50,50)	0.0105	0.0105	0.0090	0.0075
	(70,70)	0.0105	0.0105	0.0075	0.0070
	(100,100)	0.0100	0.0080	0.0070	0.0060
0.5	(10,10)	0.0125	0.0130	0.0125	0.0100
	(15,15)	0.0120	0.0120	0.0120	0.0090
	(20,20)	0.0120	0.0115	0.0120	0.0080
	(30,30)	0.0115	0.0110	0.0115	0.0075
	(40,40)	0.0100	0.0095	0.0105	0.0075
	(50,50)	0.0100	0.0080	0.0095	0.0065
	(70,70)	0.0090	0.0075	0.0080	0.0055
	(100,100)	0.0080	0.0070	0.0075	0.0055
1.0	(10,10)	0.0120	0.0130	0.0130	0.0130
	(15,15)	0.0120	0.0110	0.0105	0.0105
	(20,20)	0.0115	0.0105	0.0100	0.0095
	(30,30)	0.0100	0.0090	0.0095	0.0090
	(40,40)	0.0090	0.0085	0.0090	0.0090
	(50,50)	0.0090	0.0070	0.0075	0.0085
	(70,70)	0.0090	0.0065	0.0070	0.0080
	(100,100)	0.0080	0.0050	0.0055	0.0050
1.5	(10,10)	0.0120	0.0120	0.0095	0.0090
	(15,15)	0.0085	0.0105	0.0095	0.0085
	(20,20)	0.0080	0.0085	0.0090	0.0080
	(30,30)	0.0080	0.0080	0.0085	0.0075
	(40,40)	0.0065	0.0075	0.0080	0.0070
	(50,50)	0.0055	0.0065	0.0070	0.0070
	(70,70)	0.0050	0.0050	0.0060	0.0045
	(100,100)	0.0025	0.0045	0.0045	0.0040
2.0	(10,10)	0.0075	0.0105	0.0135	0.0110
	(15,15)	0.0075	0.0105	0.0110	0.0080
	(20,20)	0.0070	0.0100	0.0100	0.0080
	(30,30)	0.0065	0.0090	0.0095	0.0075
	(40,40)	0.0065	0.0075	0.0085	0.0065
	(50,50)	0.0060	0.0070	0.0080	0.0055
	(70,70)	0.0040	0.0060	0.0075	0.0045
	(100,100)	0.0015	0.0045	0.0055	0.0040

ตารางที่ 4.14 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.0580	0.0575	0.0570	0.0370
	(15,15)	0.0570	0.0575	0.0565	0.0365
	(20,20)	0.0565	0.0565	0.0565	0.0355
	(30,30)	0.0560	0.0560	0.0545	0.0350
	(40,40)	0.0555	0.0550	0.0545	0.0350
	(50,50)	0.0545	0.0550	0.0540	0.0335
	(70,70)	0.0545	0.0545	0.0530	0.0325
	(100,100)	0.0530	0.0545	0.0525	0.0305
0.5	(10,10)	0.0565	0.0510	0.0530	0.0335
	(15,15)	0.0535	0.0510	0.0520	0.0305
	(20,20)	0.0515	0.0505	0.0520	0.0305
	(30,30)	0.0515	0.0505	0.0515	0.0305
	(40,40)	0.0505	0.0505	0.0495	0.0300
	(50,50)	0.0505	0.0495	0.0495	0.0295
	(70,70)	0.0485	0.0480	0.0485	0.0295
	(100,100)	0.0450	0.0475	0.0480	0.0295
1.0	(10,10)	0.0525	0.0490	0.0510	0.0300
	(15,15)	0.0505	0.0490	0.0505	0.0295
	(20,20)	0.0490	0.0480	0.0500	0.0290
	(30,30)	0.0490	0.0475	0.0500	0.0290
	(40,40)	0.0485	0.0475	0.0495	0.0285
	(50,50)	0.0475	0.0470	0.0485	0.0285
	(70,70)	0.0450	0.0470	0.0485	0.0280
	(100,100)	0.0430	0.0465	0.0485	0.0280
1.5	(10,10)	0.0520	0.0465	0.0505	0.0300
	(15,15)	0.0505	0.0460	0.0480	0.0300
	(20,20)	0.0490	0.0455	0.0480	0.0295
	(30,30)	0.0490	0.0455	0.0470	0.0275
	(40,40)	0.0440	0.0455	0.0465	0.0270
	(50,50)	0.0405	0.0455	0.0460	0.0270
	(70,70)	0.0395	0.0445	0.0460	0.0265
	(100,100)	0.0390	0.0445	0.0450	0.0260
2.0	(10,10)	0.0490	0.0445	0.0575	0.0275
	(15,15)	0.0485	0.0445	0.0480	0.0275
	(20,20)	0.0475	0.0445	0.0460	0.0270
	(30,30)	0.0465	0.0445	0.0455	0.0270
	(40,40)	0.0425	0.0435	0.0450	0.0270
	(50,50)	0.0420	0.0420	0.0445	0.0270
	(70,70)	0.0350	0.0415	0.0430	0.0250
	(100,100)	0.0310	0.0400	0.0425	0.0245

ตารางที่ 4.15 ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา กำหนดความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร และขนาดตัวอย่าง

CV	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	(10,10)	0.1085	0.1110	0.1095	0.0610
	(15,15)	0.1085	0.1090	0.1095	0.0595
	(20,20)	0.1075	0.1090	0.1055	0.0570
	(30,30)	0.1065	0.1085	0.1055	0.0555
	(40,40)	0.1010	0.1070	0.1035	0.0540
	(50,50)	0.1005	0.1020	0.1010	0.0525
	(70,70)	0.1000	0.0995	0.0995	0.0520
	(100,100)	0.0970	0.0940	0.0990	0.0505
0.5	(10,10)	0.1100	0.1020	0.1055	0.0695
	(15,15)	0.1080	0.1005	0.1045	0.0615
	(20,20)	0.1065	0.0995	0.1045	0.0585
	(30,30)	0.1060	0.0995	0.1025	0.0585
	(40,40)	0.1010	0.0985	0.1010	0.0580
	(50,50)	0.0995	0.0975	0.0980	0.0550
	(70,70)	0.0960	0.0940	0.0960	0.0540
	(100,100)	0.0930	0.0895	0.0945	0.0535
1.0	(10,10)	0.1085	0.1105	0.1080	0.0620
	(15,15)	0.1075	0.1070	0.1070	0.0595
	(20,20)	0.1035	0.1050	0.0995	0.0575
	(30,30)	0.1000	0.1030	0.0990	0.0565
	(40,40)	0.0915	0.1020	0.0975	0.0550
	(50,50)	0.0915	0.0945	0.0955	0.0545
	(70,70)	0.0900	0.0920	0.0950	0.0535
	(100,100)	0.0880	0.0895	0.0945	0.0510
1.5	(10,10)	0.1035	0.1090	0.1090	0.0605
	(15,15)	0.1035	0.1080	0.1070	0.0585
	(20,20)	0.1035	0.1060	0.1025	0.0555
	(30,30)	0.1005	0.1035	0.1005	0.0545
	(40,40)	0.1000	0.1035	0.0995	0.0540
	(50,50)	0.1000	0.1000	0.0995	0.0540
	(70,70)	0.0990	0.0955	0.0990	0.0530
	(100,100)	0.0875	0.0895	0.0970	0.0505
2.0	(10,10)	0.1085	0.1100	0.1025	0.0600
	(15,15)	0.1060	0.1075	0.1025	0.0590
	(20,20)	0.1040	0.1030	0.1020	0.0585
	(30,30)	0.1035	0.1015	0.1020	0.0580
	(40,40)	0.1010	0.1000	0.0985	0.0550
	(50,50)	0.0985	0.0985	0.0975	0.0550
	(70,70)	0.0900	0.0950	0.0975	0.0500
	(100,100)	0.0825	0.0940	0.0955	0.0495

4.2 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ

ในหัวข้อนี้จะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท และเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบดังกล่าว เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเบตา ตามลำดับ โดยจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร 5 ระดับ คือ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร 6 ระดับ คือ 5% 10% 20% 30% 40% และ 50% ขนาดตัวอย่าง 8 ขนาด คือ 10 15 20 30 40 50 70 และ 100 และระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01 0.05 และ 0.10

4.2.1 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.16 – 4.18 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท พบว่า ตัวสถิติที (T) มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ทุกเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับนัยสำคัญ

2. ที่ขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่ม

3. ที่เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ที่ขนาดตัวอย่างและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท จะใกล้เคียงกันมากขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย มีค่ามากขึ้น

ตารางที่ 4.16 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.0635 *	0.0530	0.0355	0.0420
		(15,15)	0.1055 *	0.1030	0.0835	0.0745
		(20,20)	0.1515 *	0.1330	0.1150	0.1065
(เบ้ = 0.00)		(30,30)	0.2400 *	0.2135	0.2070	0.1755
		(40,40)	0.3435 *	0.3180	0.3020	0.2535
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.4505 *	0.4195	0.4080	0.3465
		(70,70)	0.6160 *	0.5855	0.5870	0.5190
		(100,100)	0.8265 *	0.8025	0.8030	0.7445
	10%	(10,10)	0.3000 *	0.2675	0.1970	0.2260
		(15,15)	0.4965 *	0.4760	0.4030	0.4025
		(20,20)	0.6740 *	0.6365	0.5825	0.5775
		(30,30)	0.8870 *	0.8645	0.8425	0.8220
		(40,40)	0.9605 *	0.9515	0.9460	0.9385
		(50,50)	0.9865 *	0.9840	0.9820	0.9760
		(70,70)	1.0000 *	0.9995	1.0000 *	0.9985
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9310 *	0.9010	0.7805	0.8710
		(15,15)	0.9930 *	0.9915	0.9635	0.9865
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	0.9975	0.9995
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.9990 *	0.9980	0.8935	0.9980
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9990	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9940	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.16 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0115 *	0.0070	0.0030	0.0045
		(15,15)	0.0120 *	0.0090	0.0080	0.0065
		(20,20)	0.0125 *	0.0120	0.0095	0.0075
		(30,30)	0.0130 *	0.0125	0.0100	0.0085
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.0150 *	0.0130	0.0125	0.0110
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.0205 *	0.0200	0.0190	0.0115
		(70,70)	0.0235 *	0.0210	0.0200	0.0125
		(100,100)	0.0250 *	0.0230	0.0225	0.0160
	10%	(10,10)	0.0160 *	0.0115	0.0055	0.0090
		(15,15)	0.0235 *	0.0225	0.0200	0.0190
		(20,20)	0.0275 *	0.0230	0.0200	0.0200
		(30,30)	0.0295 *	0.0250	0.0235	0.0200
		(40,40)	0.0390 *	0.0330	0.0315	0.0265
		(50,50)	0.0530 *	0.0525	0.0520	0.0375
		(70,70)	0.0750 *	0.0705	0.0695	0.0495
		(100,100)	0.1035 *	0.1020	0.1010	0.0665
	20%	(10,10)	0.0395 *	0.0320	0.0200	0.0270
		(15,15)	0.0695 *	0.0595	0.0485	0.0485
		(20,20)	0.0895 *	0.0760	0.0675	0.0600
		(30,30)	0.1365 *	0.1260	0.1215	0.1015
		(40,40)	0.1825 *	0.1680	0.1620	0.1280
		(50,50)	0.2615 *	0.2390	0.2345	0.1945
		(70,70)	0.4110 *	0.3895	0.3775	0.3190
		(100,100)	0.5910 *	0.5720	0.5740	0.4925
	30%	(10,10)	0.0900 *	0.0800	0.0530	0.0635
		(15,15)	0.1575 *	0.1485	0.1180	0.1185
		(20,20)	0.2375 *	0.2130	0.1895	0.1855
		(30,30)	0.3780 *	0.3450	0.3280	0.2925
		(40,40)	0.5225 *	0.4945	0.4830	0.4240
		(50,50)	0.6445 *	0.6125	0.6055	0.5450
		(70,70)	0.8010 *	0.7850	0.7815	0.7250
		(100,100)	0.9475 *	0.9355	0.9365	0.9120
	40%	(10,10)	0.1710 *	0.1575	0.1100	0.1350
		(15,15)	0.3075 *	0.2960	0.2485	0.2385
		(20,20)	0.4450 *	0.4120	0.3710	0.3675
		(30,30)	0.6770 *	0.6375	0.6185	0.5835
		(40,40)	0.8280 *	0.8065	0.7915	0.7650
		(50,50)	0.9095 *	0.9010	0.8935	0.8630
		(70,70)	0.9795 *	0.9755	0.9775	0.9630
		(100,100)	0.9990 *	0.9980	0.9980	0.9975
	50%	(10,10)	0.3000 *	0.2675	0.1970	0.2260
		(15,15)	0.4965 *	0.4760	0.4030	0.4025
		(20,20)	0.6740 *	0.6365	0.5825	0.5775
		(30,30)	0.8870 *	0.8645	0.8425	0.8220
		(40,40)	0.9605 *	0.9515	0.9460	0.9385
		(50,50)	0.9865 *	0.9840	0.9820	0.9760
		(70,70)	1.0000 *	0.9995	1.0000 *	0.9985
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.16 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0095 *	0.0050	0.0040	0.0040
		(15,15)	0.0100 *	0.0095	0.0090	0.0060
		(20,20)	0.0105 *	0.0100	0.0095	0.0060
		(30,30)	0.0110 *	0.0105	0.0100	0.0075
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.0120 *	0.0115	0.0100	0.0080
		(50,50)	0.0120 *	0.0115	0.0105	0.0085
(โด่ง = 3.00)		(70,70)	0.0125 *	0.0120	0.0115	0.0090
		(100,100)	0.0125 *	0.0120	0.0115	0.0095
	10%	(10,10)	0.0115 *	0.0070	0.0030	0.0045
		(15,15)	0.0120 *	0.0090	0.0080	0.0065
		(20,20)	0.0125 *	0.0120	0.0095	0.0075
		(30,30)	0.0130 *	0.0125	0.0100	0.0085
		(40,40)	0.0150 *	0.0130	0.0130	0.0115
		(50,50)	0.0205 *	0.0200	0.0190	0.0110
		(70,70)	0.0230 *	0.0215	0.0220	0.0160
		(100,100)	0.0250 *	0.0225	0.0230	0.0125
	20%	(10,10)	0.0160 *	0.0115	0.0055	0.0090
		(15,15)	0.0235 *	0.0225	0.0200	0.0190
		(20,20)	0.0275 *	0.0230	0.0200	0.0200
		(30,30)	0.0295 *	0.0250	0.0235	0.0200
		(40,40)	0.0390 *	0.0330	0.0315	0.0265
		(50,50)	0.0545 *	0.0535	0.0520	0.0375
		(70,70)	0.0750 *	0.0705	0.0695	0.0495
		(100,100)	0.1035 *	0.1020	0.1010	0.0665
	30%	(10,10)	0.0270 *	0.0195	0.0105	0.0175
		(15,15)	0.0385 *	0.0345	0.0310	0.0300
		(20,20)	0.0505 *	0.0465	0.0410	0.0335
		(30,30)	0.0685 *	0.0625	0.0600	0.0470
		(40,40)	0.0890 *	0.0840	0.0875	0.0630
		(50,50)	0.1310 *	0.1155	0.1200	0.0905
		(70,70)	0.2130 *	0.1990	0.1940	0.1485
		(100,100)	0.3045 *	0.3005	0.3025	0.2335
	40%	(10,10)	0.0395 *	0.0320	0.0200	0.0270
		(15,15)	0.0695 *	0.0595	0.0485	0.0485
		(20,20)	0.0895 *	0.0760	0.0675	0.0600
		(30,30)	0.1365 *	0.1260	0.1215	0.1015
		(40,40)	0.1825 *	0.1680	0.1620	0.1280
		(50,50)	0.2615 *	0.2390	0.2345	0.1945
		(70,70)	0.4110 *	0.3895	0.3775	0.3190
		(100,100)	0.5910 *	0.5720	0.5740	0.4925
	50%	(10,10)	0.0635 *	0.0530	0.0355	0.0420
		(15,15)	0.1055 *	0.1030	0.0835	0.0745
		(20,20)	0.1515 *	0.1330	0.1150	0.1065
		(30,30)	0.2400 *	0.2135	0.2070	0.1755
		(40,40)	0.3435 *	0.3180	0.3020	0.2535
		(50,50)	0.4505 *	0.4195	0.4080	0.3465
		(70,70)	0.6160 *	0.5855	0.5870	0.5190
		(100,100)	0.8265 *	0.8025	0.8030	0.7445

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.16 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0100 *	0.0055	0.0040	0.0045
		(15,15)	0.0105 *	0.0090	0.0085	0.0050
		(20,20)	0.0105 *	0.0095	0.0090	0.0060
		(30,30)	0.0115 *	0.0100	0.0110	0.0065
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.0115 *	0.0105	0.0110	0.0070
		(50,50)	0.0120 *	0.0110	0.0115	0.0075
(โด่ง = 3.00)		(70,70)	0.0125 *	0.0120	0.0120	0.0080
		(100,100)	0.0155 *	0.0140	0.0125	0.0100
	10%	(10,10)	0.0100 *	0.0050	0.0035	0.0040
		(15,15)	0.0110 *	0.0095	0.0085	0.0075
		(20,20)	0.0115 *	0.0095	0.0090	0.0085
		(30,30)	0.0120 *	0.0100	0.0095	0.0090
		(40,40)	0.0125 *	0.0115	0.0100	0.0090
		(50,50)	0.0130 *	0.0120	0.0115	0.0090
		(70,70)	0.0140 *	0.0120	0.0120	0.0100
		(100,100)	0.0145 *	0.0125	0.0120	0.0105
	20%	(10,10)	0.0135 *	0.0090	0.0035	0.0055
		(15,15)	0.0145 *	0.0120	0.0110	0.0090
		(20,20)	0.0150 *	0.0140	0.0130	0.0105
		(30,30)	0.0155 *	0.0145	0.0135	0.0110
		(40,40)	0.0170 *	0.0165	0.0165	0.0120
		(50,50)	0.0305 *	0.0270	0.0285	0.0190
		(70,70)	0.0345 *	0.0340	0.0315	0.0240
		(100,100)	0.0425 *	0.0405	0.0360	0.0235
	30%	(10,10)	0.0160 *	0.0115	0.0055	0.0090
		(15,15)	0.0235 *	0.0225	0.0200	0.0190
		(20,20)	0.0275 *	0.0230	0.0200	0.0200
		(30,30)	0.0295 *	0.0250	0.0235	0.0200
		(40,40)	0.0390 *	0.0330	0.0315	0.0265
		(50,50)	0.0540 *	0.0535	0.0520	0.0375
		(70,70)	0.0750 *	0.0705	0.0695	0.0495
		(100,100)	0.1035 *	0.1020	0.1010	0.0665
	40%	(10,10)	0.0220 *	0.0170	0.0090	0.0135
		(15,15)	0.0325 *	0.0305	0.0275	0.0270
		(20,20)	0.0410 *	0.0390	0.0330	0.0275
		(30,30)	0.0545 *	0.0470	0.0470	0.0350
		(40,40)	0.0680 *	0.0625	0.0655	0.0490
		(50,50)	0.0975 *	0.0900	0.0905	0.0665
		(70,70)	0.1575 *	0.1465	0.1435	0.1065
		(100,100)	0.2300 *	0.2255	0.2205	0.1605
	50%	(10,10)	0.0295 *	0.0225	0.0120	0.0185
		(15,15)	0.0440 *	0.0415	0.0360	0.0370
		(20,20)	0.0575 *	0.0545	0.0485	0.0460
		(30,30)	0.0905 *	0.0810	0.0770	0.0585
		(40,40)	0.1115 *	0.1015	0.1065	0.0850
		(50,50)	0.1625 *	0.1495	0.1525	0.1210
		(70,70)	0.2620 *	0.2515	0.2495	0.2030
		(100,100)	0.4055 *	0.3830	0.3820	0.2030

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.16 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0095 *	0.0055	0.0040	0.0040
		(15,15)	0.0105 *	0.0095	0.0080	0.0040
		(20,20)	0.0105 *	0.0100	0.0090	0.0055
		(30,30)	0.0110 *	0.0105	0.0100	0.0055
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.0115 *	0.0110	0.0105	0.0060
		(50,50)	0.0115 *	0.0110	0.0105	0.0070
(โด่ง = 3.00)		(70,70)	0.0120 *	0.0110	0.0110	0.0075
		(100,100)	0.0160 *	0.0150	0.0130	0.0075
	10%	(10,10)	0.0095 *	0.0050	0.0040	0.0040
		(15,15)	0.0100 *	0.0090	0.0075	0.0050
		(20,20)	0.0115 *	0.0105	0.0100	0.0060
		(30,30)	0.0120 *	0.0115	0.0105	0.0080
		(40,40)	0.0125 *	0.0120	0.0120	0.0085
		(50,50)	0.0125 *	0.0120	0.0120	0.0090
		(70,70)	0.0135 *	0.0130	0.0120	0.0090
		(100,100)	0.0155 *	0.0140	0.0125	0.0095
	20%	(10,10)	0.0115 *	0.0070	0.0030	0.0045
		(15,15)	0.0130 *	0.0090	0.0100	0.0085
		(20,20)	0.0140 *	0.0125	0.0120	0.0100
		(30,30)	0.0150 *	0.0135	0.0130	0.0105
		(40,40)	0.0190 *	0.0160	0.0150	0.0110
		(50,50)	0.0205 *	0.0200	0.0190	0.0115
		(70,70)	0.0235 *	0.0225	0.0230	0.0125
		(100,100)	0.0255 *	0.0250	0.0235	0.0160
	30%	(10,10)	0.0145 *	0.0095	0.0030	0.0055
		(15,15)	0.0155 *	0.0150	0.0145	0.0115
		(20,20)	0.0200 *	0.0175	0.0180	0.0140
		(30,30)	0.0205 *	0.0190	0.0180	0.0140
		(40,40)	0.0235 *	0.0190	0.0200	0.0150
		(50,50)	0.0340 *	0.0335	0.0325	0.0255
		(70,70)	0.0415 *	0.0395	0.0370	0.0280
		(100,100)	0.0540 *	0.0495	0.0490	0.0305
	40%	(10,10)	0.0160 *	0.0115	0.0055	0.0090
		(15,15)	0.0235 *	0.0225	0.0200	0.0190
		(20,20)	0.0275 *	0.0230	0.0200	0.0200
		(30,30)	0.0295 *	0.0250	0.0235	0.0200
		(40,40)	0.0390 *	0.0330	0.0315	0.0265
		(50,50)	0.0545 *	0.0535	0.0520	0.0375
		(70,70)	0.0750 *	0.0705	0.0695	0.0495
		(100,100)	0.1035 *	0.1020	0.1010	0.0665
	50%	(10,10)	0.0205 *	0.0160	0.0080	0.0125
		(15,15)	0.0305 *	0.0280	0.0250	0.0235
		(20,20)	0.0385 *	0.0345	0.0285	0.0270
		(30,30)	0.0430 *	0.0395	0.0420	0.0310
		(40,40)	0.0625 *	0.0545	0.0565	0.0445
		(50,50)	0.0850 *	0.0805	0.0790	0.0595
		(70,70)	0.1290 *	0.1285	0.1215	0.0875
		(100,100)	0.1935 *	0.1870	0.1820	0.1330

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.1865 *	0.1645	0.1635	0.1220
		(15,15)	0.2705 *	0.2460	0.2330	0.1765
		(20,20)	0.3470 *	0.3310	0.3135	0.2505
		(30,30)	0.4815 *	0.4580	0.4440	0.3590
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.6030 *	0.5900	0.5750	0.4690
		(50,50)	0.6975 *	0.6740	0.6745	0.5730
(โด่ง = 3.00)		(70,70)	0.8135 *	0.8000	0.7980	0.7195
		(100,100)	0.9425 *	0.9300	0.9300	0.8870
	10%	(10,10)	0.5590 *	0.5075	0.4910	0.4410
		(15,15)	0.7460 *	0.7085	0.6770	0.6290
		(20,20)	0.8705 *	0.8460	0.8280	0.7750
		(30,30)	0.9725 *	0.9665	0.9575	0.9360
		(40,40)	0.9940 *	0.9895	0.9880	0.9810
		(50,50)	0.9985 *	0.9975	0.9970	0.9960
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9890 *	0.9795	0.9605	0.9640
		(15,15)	0.9990 *	0.9985	0.9950	0.9960
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9985	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.17 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0590 *	0.0470	0.0555	0.0310
		(15,15)	0.0620 *	0.0610	0.0615	0.0365
		(20,20)	0.0630 *	0.0610	0.0625	0.0375
		(30,30)	0.0665 *	0.0620	0.0660	0.0410
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.0670 *	0.0625	0.0665	0.0410
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.0805 *	0.0755	0.0800	0.0475
		(70,70)	0.0875 *	0.0815	0.0805	0.0500
		(100,100)	0.0975 *	0.0925	0.0970	0.0570
	10%	(10,10)	0.0775 *	0.0645	0.0765	0.0440
		(15,15)	0.0900 *	0.0825	0.0840	0.0540
		(20,20)	0.0990 *	0.0950	0.0910	0.0605
		(30,30)	0.1215 *	0.1165	0.1065	0.0705
		(40,40)	0.1230 *	0.1170	0.1220	0.0785
		(50,50)	0.1605 *	0.1485	0.1505	0.1020
		(70,70)	0.2265 *	0.2135	0.2070	0.1460
		(100,100)	0.2835 *	0.2790	0.2820	0.1875
	20%	(10,10)	0.1350 *	0.1185	0.1200	0.0910
		(15,15)	0.1920 *	0.1715	0.1715	0.1230
		(20,20)	0.2460 *	0.2330	0.2140	0.1695
		(30,30)	0.3400 *	0.3185	0.3060	0.2245
		(40,40)	0.4235 *	0.4055	0.3955	0.2955
		(50,50)	0.5030 *	0.4825	0.4755	0.3720
		(70,70)	0.6335 *	0.6125	0.6150	0.5155
		(100,100)	0.8040 *	0.7840	0.7865	0.6980
	30%	(10,10)	0.2550 *	0.2215	0.2215	0.1695
		(15,15)	0.3595 *	0.3285	0.3230	0.2550
		(20,20)	0.4610 *	0.4350	0.4070	0.3535
		(30,30)	0.6325 *	0.6095	0.5950	0.5120
		(40,40)	0.7660 *	0.7500	0.7375	0.6555
		(50,50)	0.8445 *	0.8270	0.8215	0.7465
		(70,70)	0.9365 *	0.9250	0.9235	0.8720
		(100,100)	0.9850 *	0.9835	0.9845	0.9655
	40%	(10,10)	0.3940 *	0.3650	0.3520	0.2820
		(15,15)	0.5570 *	0.5200	0.4980	0.4345
		(20,20)	0.6930 *	0.6660	0.6415	0.5650
		(30,30)	0.8645 *	0.8430	0.8270	0.7720
		(40,40)	0.9400 *	0.9310	0.9255	0.8860
		(50,50)	0.9730 *	0.9665	0.9660	0.9480
		(70,70)	0.9970 *	0.9960	0.9960	0.9890
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.5590 *	0.5075	0.4910	0.4410
		(15,15)	0.7460 *	0.7085	0.6770	0.6290
		(20,20)	0.8705 *	0.8460	0.8280	0.7750
		(30,30)	0.9725 *	0.9665	0.9575	0.9360
		(40,40)	0.9940 *	0.9895	0.9880	0.9810
		(50,50)	0.9985 *	0.9975	0.9970	0.9960
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.17 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0485 *	0.0385	0.0475	0.0285
		(15,15)	0.0490 *	0.0430	0.0480	0.0295
		(20,20)	0.0525 *	0.0510	0.0495	0.0315
		(30,30)	0.0535 *	0.0530	0.0525	0.0315
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.0550 *	0.0545	0.0545	0.0315
		(50,50)	0.0590 *	0.0550	0.0550	0.0320
(โด่ง = 3.00)		(70,70)	0.0605 *	0.0575	0.0585	0.0355
		(100,100)	0.0640 *	0.0620	0.0595	0.0410
	10%	(10,10)	0.0560 *	0.0470	0.0555	0.0310
		(15,15)	0.0620 *	0.0580	0.0615	0.0365
		(20,20)	0.0630 *	0.0610	0.0625	0.0365
		(30,30)	0.0665 *	0.0615	0.0660	0.0405
		(40,40)	0.0675 *	0.0620	0.0665	0.0410
		(50,50)	0.0810 *	0.0755	0.0800	0.0475
		(70,70)	0.0875 *	0.0815	0.0805	0.0500
		(100,100)	0.0975 *	0.0925	0.0970	0.0570
	20%	(10,10)	0.0775 *	0.0645	0.0765	0.0440
		(15,15)	0.0900 *	0.0825	0.0840	0.0540
		(20,20)	0.0990 *	0.0950	0.0910	0.0605
		(30,30)	0.1215 *	0.1165	0.1065	0.0705
		(40,40)	0.1230 *	0.1170	0.1220	0.0785
		(50,50)	0.1605 *	0.1485	0.1505	0.1020
		(70,70)	0.2265 *	0.2135	0.2070	0.1460
		(100,100)	0.2835 *	0.2790	0.2820	0.1875
	30%	(10,10)	0.0995 *	0.0910	0.0950	0.0610
		(15,15)	0.1280 *	0.1205	0.1190	0.0835
		(20,20)	0.1625 *	0.1495	0.1385	0.1000
		(30,30)	0.2010 *	0.1920	0.1885	0.1345
		(40,40)	0.2495 *	0.2330	0.2300	0.1565
		(50,50)	0.3035 *	0.2820	0.2845	0.2085
		(70,70)	0.4240 *	0.4070	0.4010	0.3140
		(100,100)	0.5670 *	0.5505	0.5475	0.4275
	40%	(10,10)	0.1350 *	0.1185	0.1200	0.0910
		(15,15)	0.1920 *	0.1715	0.1715	0.1230
		(20,20)	0.2460 *	0.2330	0.2140	0.1695
		(30,30)	0.3400 *	0.3185	0.3060	0.2245
		(40,40)	0.4235 *	0.4055	0.3955	0.2955
		(50,50)	0.5030 *	0.4825	0.4755	0.3720
		(70,70)	0.6335 *	0.6125	0.6150	0.5155
		(100,100)	0.8040 *	0.7840	0.7865	0.6980
	50%	(10,10)	0.1865 *	0.1645	0.1635	0.1220
		(15,15)	0.2705 *	0.2460	0.2330	0.1765
		(20,20)	0.3470 *	0.3310	0.3135	0.2505
		(30,30)	0.4815 *	0.4580	0.4440	0.3590
		(40,40)	0.6030 *	0.5900	0.5750	0.4690
		(50,50)	0.6975 *	0.6740	0.6745	0.5730
		(70,70)	0.8135 *	0.8000	0.7980	0.7195
		(100,100)	0.9425 *	0.9300	0.9300	0.8870

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0445 *	0.0330	0.0435	0.0225
		(15,15)	0.0450 *	0.0375	0.0400	0.0235
		(20,20)	0.0465 *	0.0455	0.0450	0.0260
		(30,30)	0.0470 *	0.0455	0.0455	0.0275
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.0480 *	0.0470	0.0465	0.0275
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.0515 *	0.0490	0.0480	0.0285
		(70,70)	0.0525 *	0.0520	0.0505	0.0295
		(100,100)	0.0585 *	0.0540	0.0560	0.0325
	10%	(10,10)	0.0505 *	0.0405	0.0500	0.0290
		(15,15)	0.0515 *	0.0495	0.0505	0.0405
		(20,20)	0.0530 *	0.0515	0.0520	0.0340
		(30,30)	0.0545 *	0.0525	0.0535	0.0300
		(40,40)	0.0565 *	0.0545	0.0555	0.0300
		(50,50)	0.0635 *	0.0615	0.0575	0.0350
		(70,70)	0.0640 *	0.0620	0.0585	0.0385
		(100,100)	0.0690 *	0.0655	0.0625	0.0350
	20%	(10,10)	0.0605 *	0.0535	0.0595	0.0325
		(15,15)	0.0730 *	0.0670	0.0700	0.0440
		(20,20)	0.0740 *	0.0690	0.0720	0.0440
		(30,30)	0.0755 *	0.0750	0.0750	0.0455
		(40,40)	0.0855 *	0.0810	0.0850	0.0520
		(50,50)	0.0995 *	0.0930	0.0930	0.0600
		(70,70)	0.1240 *	0.1235	0.1140	0.0705
		(100,100)	0.1395 *	0.1365	0.1330	0.0860
	30%	(10,10)	0.0770 *	0.0645	0.0765	0.0440
		(15,15)	0.0900 *	0.0825	0.0840	0.0540
		(20,20)	0.0990 *	0.0950	0.0910	0.0605
		(30,30)	0.1215 *	0.1165	0.1065	0.0705
		(40,40)	0.1230 *	0.1170	0.1220	0.0785
		(50,50)	0.1605 *	0.1485	0.1505	0.1020
		(70,70)	0.2265 *	0.2135	0.2070	0.1460
		(100,100)	0.2835 *	0.2790	0.2820	0.1875
	40%	(10,10)	0.0880 *	0.0780	0.0855	0.0545
		(15,15)	0.1160 *	0.1055	0.1045	0.0735
		(20,20)	0.1420 *	0.1235	0.1175	0.0860
		(30,30)	0.1695 *	0.1640	0.1620	0.1095
		(40,40)	0.1960 *	0.1870	0.1795	0.1240
		(50,50)	0.2510 *	0.2365	0.2355	0.1665
		(70,70)	0.3565 *	0.3440	0.3445	0.2475
		(100,100)	0.4750 *	0.4535	0.4575	0.3465
	50%	(10,10)	0.1080 *	0.1010	0.1015	0.0700
		(15,15)	0.1475 *	0.1350	0.1320	0.1005
		(20,20)	0.1825 *	0.1710	0.1620	0.1210
		(30,30)	0.2380 *	0.2325	0.2255	0.1620
		(40,40)	0.2995 *	0.2830	0.2740	0.1990
		(50,50)	0.3740 *	0.3450	0.3410	0.2655
		(70,70)	0.4940 *	0.4770	0.4720	0.3815
		(100,100)	0.6515 *	0.6265	0.6300	0.5305

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.17 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0430 *	0.0310	0.0355	0.0220
		(15,15)	0.0445 *	0.0350	0.0410	0.0230
		(20,20)	0.0460 *	0.0430	0.0445	0.0245
		(30,30)	0.0465 *	0.0450	0.0450	0.0250
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.0470 *	0.0470 *	0.0460	0.0265
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.0500 *	0.0485	0.0485	0.0275
		(70,70)	0.0515 *	0.0510	0.0495	0.0280
		(100,100)	0.0570 *	0.0530	0.0525	0.0320
	10%	(10,10)	0.0480 *	0.0385	0.0475	0.0285
		(15,15)	0.0490 *	0.0430	0.0480	0.0295
		(20,20)	0.0525 *	0.0465	0.0510	0.0315
		(30,30)	0.0535 *	0.0525	0.0530	0.0315
		(40,40)	0.0550 *	0.0545	0.0545	0.0315
		(50,50)	0.0590 *	0.0550	0.0550	0.0320
		(70,70)	0.0605 *	0.0575	0.0585	0.0355
		(100,100)	0.0640 *	0.0595	0.0620	0.0410
	20%	(10,10)	0.0560 *	0.0470	0.0555	0.0310
		(15,15)	0.0620 *	0.0610	0.0615	0.0365
		(20,20)	0.0630 *	0.0610	0.0625	0.0375
		(30,30)	0.0665 *	0.0620	0.0660	0.0410
		(40,40)	0.0670 *	0.0625	0.0665	0.0410
		(50,50)	0.0815 *	0.0755	0.0800	0.0475
		(70,70)	0.0875 *	0.0815	0.0820	0.0500
		(100,100)	0.0975 *	0.0925	0.0970	0.0570
	30%	(10,10)	0.0640 *	0.0550	0.0630	0.0355
		(15,15)	0.0800 *	0.0695	0.0745	0.0455
		(20,20)	0.0755 *	0.0725	0.0745	0.0455
		(30,30)	0.0865 *	0.0855	0.0860	0.0495
		(40,40)	0.0920 *	0.0875	0.0915	0.0560
		(50,50)	0.1080 *	0.1045	0.1060	0.0700
		(70,70)	0.1425 *	0.1375	0.1415	0.0835
		(100,100)	0.1745 *	0.1695	0.1690	0.1040
	40%	(10,10)	0.0775 *	0.0645	0.0765	0.0440
		(15,15)	0.0900 *	0.0825	0.0840	0.0540
		(20,20)	0.0990 *	0.0950	0.0910	0.0605
		(30,30)	0.1215 *	0.1165	0.1065	0.0705
		(40,40)	0.1230 *	0.1170	0.1220	0.0785
		(50,50)	0.1605 *	0.1485	0.1505	0.1020
		(70,70)	0.2265 *	0.2135	0.2070	0.1460
		(100,100)	0.2835 *	0.2790	0.2820	0.1875
	50%	(10,10)	0.0840 *	0.0740	0.0800	0.0520
		(15,15)	0.1105 *	0.0965	0.0965	0.0690
		(20,20)	0.1295 *	0.1165	0.1110	0.0780
		(30,30)	0.1530 *	0.1515	0.1460	0.1040
		(40,40)	0.1780 *	0.1655	0.1660	0.1140
		(50,50)	0.2250 *	0.2175	0.2100	0.1450
		(70,70)	0.3170 *	0.3110	0.3060	0.2210
		(100,100)	0.4240 *	0.4060	0.4060	0.3020

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.18 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.2910 *	0.2620	0.2665	0.1820
		(15,15)	0.3850 *	0.3655	0.3585	0.2525
		(20,20)	0.4660 *	0.4405	0.4370	0.3390
		(30,30)	0.6150 *	0.5925	0.5820	0.4700
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.7270 *	0.7130	0.7000	0.5895
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.8025 *	0.7805	0.7765	0.6720
		(70,70)	0.8880 *	0.8770	0.8750	0.7945
		(100,100)	0.9650 *	0.9560	0.9585	0.9285
	10%	(10,10)	0.6890 *	0.6455	0.6235	0.5255
		(15,15)	0.8360 *	0.8155	0.7940	0.7195
		(20,20)	0.9285 *	0.9135	0.9020	0.8465
		(30,30)	0.9880 *	0.9835	0.9805	0.9675
		(40,40)	0.9965 *	0.9955	0.9950	0.9895
		(50,50)	0.9995 *	0.9990	0.9990	0.9975
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9970 *	0.9950	0.9825	0.9835
		(15,15)	1.0000 *	0.9995	0.9975	0.9995
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.18 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.1140 *	0.1020	0.1100	0.0615
		(15,15)	0.1215 *	0.1090	0.1120	0.0670
		(20,20)	0.1220 *	0.1165	0.1140	0.0690
		(30,30)	0.1230 *	0.1170	0.1155	0.0705
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.1235 *	0.1185	0.1225	0.0740
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.1430 *	0.1340	0.1330	0.0805
		(70,70)	0.1615 *	0.1605	0.1505	0.0835
		(100,100)	0.1740 *	0.1715	0.1720	0.0985
	10%	(10,10)	0.1335 *	0.1235	0.1325	0.0810
		(15,15)	0.1580 *	0.1530	0.1515	0.0940
		(20,20)	0.1750 *	0.1615	0.1615	0.0990
		(30,30)	0.1940 *	0.1900	0.1875	0.1175
		(40,40)	0.2110 *	0.2060	0.1970	0.1245
		(50,50)	0.2520 *	0.2400	0.2430	0.1615
		(70,70)	0.3295 *	0.3205	0.3235	0.2195
		(100,100)	0.4110 *	0.3980	0.3950	0.2760
	20%	(10,10)	0.2220 *	0.2015	0.2155	0.1370
		(15,15)	0.2905 *	0.2705	0.2600	0.1800
		(20,20)	0.3500 *	0.3360	0.3320	0.2380
		(30,30)	0.4625 *	0.4425	0.4325	0.3175
		(40,40)	0.5570 *	0.5435	0.5330	0.4050
		(50,50)	0.6345 *	0.6105	0.6150	0.4845
		(70,70)	0.7385 *	0.7205	0.7205	0.6125
		(100,100)	0.8795 *	0.8675	0.8675	0.7870
	30%	(10,10)	0.3675 *	0.3300	0.3360	0.2490
		(15,15)	0.4850 *	0.4645	0.4485	0.3485
		(20,20)	0.5910 *	0.5575	0.5405	0.4505
		(30,30)	0.7460 *	0.7260	0.7150	0.6205
		(40,40)	0.8460 *	0.8355	0.8265	0.7495
		(50,50)	0.9050 *	0.9030	0.8965	0.8270
		(70,70)	0.9670 *	0.9610	0.9635	0.9225
		(100,100)	0.9950 *	0.9930	0.9920	0.9830
	40%	(10,10)	0.5315 *	0.4900	0.4790	0.3885
		(15,15)	0.6840 *	0.6560	0.6330	0.5400
		(20,20)	0.7990 *	0.7755	0.7590	0.6695
		(30,30)	0.9315 *	0.9150	0.9065	0.8455
		(40,40)	0.9690 *	0.9615	0.9585	0.9315
		(50,50)	0.9875 *	0.9850	0.9815	0.9670
		(70,70)	1.0000 *	0.9995	1.0000 *	0.9965
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.6890 *	0.6455	0.6235	0.5255
		(15,15)	0.8360 *	0.8155	0.7940	0.7195
		(20,20)	0.9285 *	0.9135	0.9020	0.8465
		(30,30)	0.9880 *	0.9835	0.9805	0.9675
		(40,40)	0.9965 *	0.9955	0.9950	0.9895
		(50,50)	0.9995 *	0.9990	0.9990	0.9975
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.18 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0995 *	0.0955	0.0990	0.0510
		(15,15)	0.1090 *	0.0960	0.1055	0.0555
		(20,20)	0.1075 *	0.0985	0.1060	0.0570
		(30,30)	0.1090 *	0.1045	0.1070	0.0590
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.1135 *	0.1070	0.1100	0.0595
		(50,50)	0.1110 *	0.1095	0.1105	0.0600
(โด่ง = 3.00)		(70,70)	0.1125 *	0.1115	0.1120	0.0610
		(100,100)	0.1215 *	0.1155	0.1170	0.0665
	10%	(10,10)	0.1140 *	0.1020	0.1100	0.0615
		(15,15)	0.1185 *	0.1165	0.1140	0.0675
		(20,20)	0.1220 *	0.1170	0.1155	0.0690
		(30,30)	0.1230 *	0.1185	0.1225	0.0705
		(40,40)	0.1280 *	0.1275	0.1260	0.0740
		(50,50)	0.1430 *	0.1340	0.1330	0.0805
		(70,70)	0.1650 *	0.1605	0.1505	0.0835
		(100,100)	0.1740 *	0.1715	0.1720	0.0985
	20%	(10,10)	0.1335 *	0.1235	0.1325	0.0810
		(15,15)	0.1580 *	0.1530	0.1515	0.0940
		(20,20)	0.1750 *	0.1615	0.1615	0.0990
		(30,30)	0.1940 *	0.1900	0.1875	0.1175
		(40,40)	0.2110 *	0.2060	0.1970	0.1245
		(50,50)	0.2520 *	0.2400	0.2430	0.1615
		(70,70)	0.3295 *	0.3205	0.3235	0.2195
		(100,100)	0.4110 *	0.3980	0.3950	0.2760
	30%	(10,10)	0.1665 *	0.1520	0.1595	0.1055
		(15,15)	0.2155 *	0.2045	0.1965	0.1305
		(20,20)	0.2550 *	0.2395	0.2410	0.1645
		(30,30)	0.3190 *	0.3135	0.2945	0.1955
		(40,40)	0.3770 *	0.3625	0.3495	0.2415
		(50,50)	0.4350 *	0.4180	0.4100	0.2925
		(70,70)	0.5325 *	0.5225	0.5205	0.4100
		(100,100)	0.6795 *	0.6630	0.6670	0.5465
	40%	(10,10)	0.2220 *	0.2015	0.2155	0.1370
		(15,15)	0.2905 *	0.2705	0.2600	0.1800
		(20,20)	0.3500 *	0.3360	0.3320	0.2380
		(30,30)	0.4625 *	0.4425	0.4325	0.3175
		(40,40)	0.5570 *	0.5435	0.5330	0.4050
		(50,50)	0.6345 *	0.6105	0.6150	0.4845
		(70,70)	0.7385 *	0.7205	0.7205	0.6125
		(100,100)	0.8795 *	0.8675	0.8675	0.7870
	50%	(10,10)	0.2910 *	0.2620	0.2665	0.1820
		(15,15)	0.3850 *	0.3655	0.3585	0.2525
		(20,20)	0.4660 *	0.4405	0.4370	0.3390
		(30,30)	0.6150 *	0.5925	0.5820	0.4700
		(40,40)	0.7270 *	0.7130	0.7000	0.5895
		(50,50)	0.8025 *	0.7805	0.7765	0.6720
		(70,70)	0.8880 *	0.8770	0.8750	0.7945
		(100,100)	0.9650 *	0.9560	0.9585	0.9285

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0950 *	0.0925	0.0930	0.0515
		(15,15)	0.1045 *	0.0945	0.1030	0.0530
		(20,20)	0.1060 *	0.0945	0.1030	0.0550
		(30,30)	0.1065 *	0.0995	0.1035	0.0550
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.1070 *	0.1010	0.1050	0.0575
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.1090 *	0.1030	0.1065	0.0585
		(70,70)	0.1115 *	0.1050	0.1080	0.0620
		(100,100)	0.1180 *	0.1125	0.1150	0.0665
	10%	(10,10)	0.1085 *	0.0980	0.1065	0.0545
		(15,15)	0.1125 *	0.1040	0.1070	0.0600
		(20,20)	0.1130 *	0.1050	0.1070	0.0610
		(30,30)	0.1140 *	0.1090	0.1125	0.0625
		(40,40)	0.1180 *	0.1155	0.1140	0.0645
		(50,50)	0.1190 *	0.1175	0.1160	0.0650
		(70,70)	0.1285 *	0.1250	0.1265	0.0680
		(100,100)	0.1315 *	0.1285	0.1285	0.0685
	20%	(10,10)	0.1165 *	0.1040	0.1140	0.0675
		(15,15)	0.1345 *	0.1285	0.1250	0.0785
		(20,20)	0.1365 *	0.1340	0.1310	0.0795
		(30,30)	0.1385 *	0.1370	0.1375	0.0820
		(40,40)	0.1420 *	0.1410	0.1400	0.0830
		(50,50)	0.1665 *	0.1600	0.1610	0.0980
		(70,70)	0.2140 *	0.2055	0.1990	0.1200
		(100,100)	0.2390 *	0.2365	0.2360	0.1465
	30%	(10,10)	0.1335 *	0.1235	0.1325	0.0810
		(15,15)	0.1580 *	0.1530	0.1515	0.0940
		(20,20)	0.1750 *	0.1615	0.1615	0.0990
		(30,30)	0.1940 *	0.1900	0.1875	0.1175
		(40,40)	0.2110 *	0.2060	0.1970	0.1245
		(50,50)	0.2520 *	0.2400	0.2430	0.1615
		(70,70)	0.3295 *	0.3205	0.3235	0.2195
		(100,100)	0.4110 *	0.3980	0.3950	0.2760
	40%	(10,10)	0.1540 *	0.1400	0.1450	0.0975
		(15,15)	0.1950 *	0.1870	0.1825	0.1130
		(20,20)	0.2270 *	0.2140	0.2140	0.1415
		(30,30)	0.2670 *	0.2650	0.2570	0.1650
		(40,40)	0.3120 *	0.3020	0.2905	0.1960
		(50,50)	0.3695 *	0.3510	0.3430	0.2500
		(70,70)	0.4670 *	0.4570	0.4540	0.3415
		(100,100)	0.5980 *	0.5845	0.5810	0.4490
	50%	(10,10)	0.1870 *	0.1680	0.1705	0.1145
		(15,15)	0.2370 *	0.2220	0.2170	0.1475
		(20,20)	0.2890 *	0.2715	0.2745	0.1830
		(30,30)	0.3700 *	0.3495	0.3425	0.2340
		(40,40)	0.4335 *	0.4210	0.4155	0.2900
		(50,50)	0.5005 *	0.4800	0.4765	0.3515
		(70,70)	0.6065 *	0.5885	0.5925	0.4760
		(100,100)	0.7625 *	0.7430	0.7425	0.6325

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.18 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0905 *	0.0890	0.0900	0.0490
		(15,15)	0.0985 *	0.0920	0.0925	0.0520
		(20,20)	0.0990 *	0.0935	0.0955	0.0540
		(30,30)	0.1030 *	0.0990	0.0975	0.0550
(เบ้ = 0.00)		(40,40)	0.1035 *	0.1010	0.0980	0.0570
(โด่ง = 3.00)		(50,50)	0.1035 *	0.1015	0.0990	0.0580
		(70,70)	0.1050 *	0.1045	0.1010	0.0590
		(100,100)	0.1150 *	0.1100	0.1135	0.0670
	10%	(10,10)	0.1065 *	0.0960	0.1055	0.0510
		(15,15)	0.1070 *	0.0975	0.0980	0.0555
		(20,20)	0.1075 *	0.0980	0.0985	0.0570
		(30,30)	0.1075 *	0.0985	0.0990	0.0600
		(40,40)	0.1080 *	0.0955	0.1060	0.0610
		(50,50)	0.1110 *	0.1070	0.1105	0.0635
		(70,70)	0.1110 *	0.1095	0.1100	0.0650
		(100,100)	0.1125 *	0.1115	0.1120	0.0715
	20%	(10,10)	0.1140 *	0.1020	0.1100	0.0615
		(15,15)	0.1200 *	0.1145	0.1130	0.0630
		(20,20)	0.1220 *	0.1165	0.1140	0.0645
		(30,30)	0.1230 *	0.1185	0.1155	0.0660
		(40,40)	0.1230 *	0.1170	0.1225	0.0675
		(50,50)	0.1430 *	0.1340	0.1330	0.0805
		(70,70)	0.1615 *	0.1605	0.1505	0.0835
		(100,100)	0.1740 *	0.1715	0.1720	0.0985
	30%	(10,10)	0.1210 *	0.1080	0.1200	0.0705
		(15,15)	0.1435 *	0.1360	0.1335	0.0835
		(20,20)	0.1460 *	0.1335	0.1345	0.0810
		(30,30)	0.1525 *	0.1520	0.1485	0.0915
		(40,40)	0.1530 *	0.1485	0.1515	0.0950
		(50,50)	0.1835 *	0.1740	0.1750	0.1100
		(70,70)	0.2375 *	0.2270	0.2235	0.1480
		(100,100)	0.2740 *	0.2720	0.2735	0.1740
	40%	(10,10)	0.1335 *	0.1235	0.1325	0.0810
		(15,15)	0.1580 *	0.1530	0.1515	0.0940
		(20,20)	0.1750 *	0.1615	0.1615	0.0990
		(30,30)	0.1940 *	0.1900	0.1875	0.1175
		(40,40)	0.2110 *	0.2060	0.1970	0.1245
		(50,50)	0.2520 *	0.2400	0.2430	0.1615
		(70,70)	0.3295 *	0.3205	0.3235	0.2195
		(100,100)	0.4110 *	0.3980	0.3950	0.2760
	50%	(10,10)	0.1445 *	0.1345	0.1400	0.0930
		(15,15)	0.1845 *	0.1785	0.1740	0.1050
		(20,20)	0.2085 *	0.1990	0.2010	0.1325
		(30,30)	0.2450 *	0.2410	0.2395	0.1550
		(40,40)	0.2865 *	0.2720	0.2690	0.1740
		(50,50)	0.3365 *	0.3170	0.3150	0.2190
		(70,70)	0.4335 *	0.4195	0.4180	0.3075
		(100,100)	0.5550 *	0.5385	0.5385	0.4040

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

4.2.2 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงแกมมา

จากตารางที่ 4.19 – 4.21 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า ตัวสถิติที่มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด จะมีอำนาจการทดสอบในทุกเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ศึกษา

1.1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 (ความเบ้ = 0.20 ความโด่ง = 3.60) พบว่า ตัวสถิติที (T) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 (ความเบ้ = [1.00,4.00] ความโด่ง = [6.00,15.00]) พบว่า ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ (U) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด และที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20, 30, 40, 50, 70, 100 ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (A) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

1.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 (ความเบ้ = 0.20 ความโด่ง = 3.60) พบว่า ตัวสถิติที (T) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 (ความเบ้ = [1.00,4.00] ความโด่ง = [6.00,15.00]) พบว่า ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (A) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

2. ที่ขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. ที่เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ที่ขนาดตัวอย่างและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท จะใกล้เคียงกันมากขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย มีค่ามากขึ้น

ตารางที่ 4.19 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.0610 *	0.0570	0.0375	0.0400
		(15,15)	0.0925 *	0.0905	0.0675	0.0670
		(20,20)	0.1325 *	0.1255	0.1075	0.0995
(เบ้ = 0.20)		(30,30)	0.2570 *	0.2370	0.2305	0.2015
		(40,40)	0.3405 *	0.3175	0.3095	0.2620
(โด่ง = 3.60)		(50,50)	0.4580 *	0.4300	0.4175	0.3685
		(70,70)	0.6375 *	0.6055	0.6045	0.5480
		(100,100)	0.8325 *	0.8210	0.8250	0.7625
	10%	(10,10)	0.2980 *	0.2695	0.1940	0.2280
		(15,15)	0.4800 *	0.4560	0.3850	0.3960
		(20,20)	0.6860 *	0.6605	0.6150	0.6075
		(30,30)	0.8705 *	0.8505	0.8300	0.8170
		(40,40)	0.9570 *	0.9500	0.9460	0.9325
		(50,50)	0.9910 *	0.9880	0.9880	0.9835
		(70,70)	0.9990 *	0.9990 *	0.9980	0.9980
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9320 *	0.9080	0.7745	0.8750
		(15,15)	0.9935 *	0.9920	0.9710	0.9840
		(20,20)	1.0000 *	0.9995	0.9965	0.9995
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	0.9995	0.8905	0.9990
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.8360	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9985	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.19 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0085	0.0090 *	0.0060	0.0065
		(15,15)	0.0135	0.0140 *	0.0090	0.0095
		(20,20)	0.0140	0.0145	0.0150 *	0.0100
		(30,30)	0.0150	0.0150	0.0155 *	0.0105
(เบ้ = 1.00)		(40,40)	0.0155	0.0155	0.0160 *	0.0105
(โด่ง = 6.00)		(50,50)	0.0160	0.0205	0.0220 *	0.0115
		(70,70)	0.0275	0.0270	0.0285 *	0.0185
		(100,100)	0.0370	0.0440	0.0510 *	0.0275
	10%	(10,10)	0.0115	0.0125 *	0.0060	0.0060
		(15,15)	0.0235	0.0240 *	0.0150	0.0180
		(20,20)	0.0305	0.0330	0.0345 *	0.0230
		(30,30)	0.0335	0.0350	0.0375 *	0.0280
		(40,40)	0.0475	0.0455	0.0530 *	0.0315
		(50,50)	0.0545	0.0635	0.0745 *	0.0445
		(70,70)	0.0810	0.0935	0.1080 *	0.0700
		(100,100)	0.1280	0.1605	0.2045 *	0.1330
	20%	(10,10)	0.0365	0.0395 *	0.0210	0.0280
		(15,15)	0.0675	0.0680 *	0.0550	0.0505
		(20,20)	0.1030	0.1085	0.1090 *	0.0880
		(30,30)	0.1410	0.1485	0.1855 *	0.1320
		(40,40)	0.2145	0.2425	0.2995 *	0.2095
		(50,50)	0.2670	0.3200	0.3825 *	0.2810
		(70,70)	0.4090	0.4705	0.5745 *	0.4380
		(100,100)	0.5920	0.6660	0.7735 *	0.6620
	30%	(10,10)	0.0930	0.0985 *	0.0640	0.0795
		(15,15)	0.1550	0.1625 *	0.1605	0.1425
		(20,20)	0.2455	0.2775	0.2885 *	0.2330
		(30,30)	0.3735	0.4250	0.4855 *	0.4010
		(40,40)	0.5250	0.5885	0.6710 *	0.5680
		(50,50)	0.6265	0.7100	0.7915 *	0.7060
		(70,70)	0.8245	0.8805	0.9325 *	0.8880
		(100,100)	0.9435	0.9700	0.9865 *	0.9760
	40%	(10,10)	0.1835	0.1845 *	0.1315	0.1560
		(15,15)	0.3085	0.3330 *	0.3290	0.2950
		(20,20)	0.4565	0.4995	0.5400 *	0.4685
		(30,30)	0.6740	0.7180	0.7740 *	0.7125
		(40,40)	0.8280	0.8675	0.9155 *	0.8735
		(50,50)	0.9165	0.9530	0.9745 *	0.9635
		(70,70)	0.9750	0.9890	0.9985 *	0.9955
		(100,100)	0.9970	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.3080	0.3130 *	0.2190	0.2695
		(15,15)	0.4990	0.5475 *	0.5425	0.4970
		(20,20)	0.6715	0.7225	0.7550 *	0.7040
		(30,30)	0.8675	0.9065	0.9325 *	0.9185
		(40,40)	0.9580	0.9775	0.9865 *	0.9855
		(50,50)	0.9900	0.9970	0.9995 *	0.9990
		(70,70)	0.9985	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.19 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0075	0.0085 *	0.0040	0.0075
		(15,15)	0.0080	0.0145 *	0.0065	0.0090
		(20,20)	0.0100	0.0150	0.0155 *	0.0115
		(30,30)	0.0100	0.0155	0.0185 *	0.0120
(เบ้ = 2.00)		(40,40)	0.0125	0.0160	0.0215 *	0.0130
(โด่ง = 9.00)		(50,50)	0.0130	0.0175	0.0275 *	0.0145
		(70,70)	0.0145	0.0190	0.0335 *	0.0170
		(100,100)	0.0175	0.0225	0.0630 *	0.0205
	10%	(10,10)	0.0115	0.0120 *	0.0085	0.0090
		(15,15)	0.0130	0.0160 *	0.0105	0.0120
		(20,20)	0.0135	0.0220	0.0225 *	0.0185
		(30,30)	0.0150	0.0295	0.0515 *	0.0230
		(40,40)	0.0170	0.0315	0.0745 *	0.0250
		(50,50)	0.0210	0.0350	0.1070 *	0.0300
		(70,70)	0.0220	0.0485	0.1610 *	0.0520
		(100,100)	0.0255	0.0815	0.2830 *	0.1055
	20%	(10,10)	0.0200	0.0270 *	0.0115	0.0195
		(15,15)	0.0210	0.0425 *	0.0415	0.0340
		(20,20)	0.0295	0.0590	0.1125 *	0.0550
		(30,30)	0.0365	0.0730	0.2235 *	0.0735
		(40,40)	0.0515	0.1160	0.3530 *	0.1425
		(50,50)	0.0615	0.1570	0.4840 *	0.2170
		(70,70)	0.0795	0.2290	0.6625 *	0.3850
		(100,100)	0.1230	0.3625	0.8495 *	0.6625
	30%	(10,10)	0.0345	0.0455 *	0.0185	0.0365
		(15,15)	0.0410	0.1130 *	0.1115	0.0735
		(20,20)	0.0580	0.1190	0.2525 *	0.1230
		(30,30)	0.0840	0.1805	0.4840 *	0.2370
		(40,40)	0.1245	0.2860	0.6690 *	0.4105
		(50,50)	0.1490	0.3715	0.7900 *	0.5735
		(70,70)	0.2130	0.5520	0.9325 *	0.8260
		(100,100)	0.3340	0.7310	0.9890 *	0.9675
	40%	(10,10)	0.0525	0.0815 *	0.0205	0.0705
		(15,15)	0.0755	0.1945 *	0.1890	0.1425
		(20,20)	0.1045	0.2150	0.4310 *	0.2345
		(30,30)	0.1530	0.3365	0.6855 *	0.4720
		(40,40)	0.2345	0.4980	0.8495 *	0.7015
		(50,50)	0.2860	0.6325	0.9330 *	0.8570
		(70,70)	0.4185	0.8100	0.9895 *	0.9770
		(100,100)	0.5950	0.9335	1.0000 *	0.9995
	50%	(10,10)	0.0865	0.1255 *	0.0395	0.1045
		(15,15)	0.1230	0.3185 *	0.3060	0.2395
		(20,20)	0.1725	0.3300	0.5675 *	0.3970
		(30,30)	0.2715	0.5225	0.8110 *	0.6960
		(40,40)	0.3805	0.6905	0.9315 *	0.8875
		(50,50)	0.4845	0.8245	0.9755 *	0.9660
		(70,70)	0.6485	0.9450	0.9975 *	0.9970
		(100,100)	0.8250	0.9930	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.19 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0050	0.0130 *	0.0065	0.0090
		(15,15)	0.0045	0.0160 *	0.0145	0.0125
		(20,20)	0.0055	0.0195	0.0580 *	0.0155
		(30,30)	0.0085	0.0230	0.1670 *	0.0320
(เบ้ = 3.00)		(40,40)	0.0105	0.0285	0.2565 *	0.0495
(โด่ง = 12.00)		(50,50)	0.0110	0.0310	0.3335 *	0.0755
		(70,70)	0.0115	0.0420	0.5060 *	0.1735
		(100,100)	0.0120	0.0570	0.6960 *	0.4330
	10%	(10,10)	0.0055	0.0185 *	0.0090	0.0145
		(15,15)	0.0060	0.0315 *	0.0170	0.0280
		(20,20)	0.0080	0.0350	0.2115 *	0.0445
		(30,30)	0.0110	0.0605	0.4350 *	0.1035
		(40,40)	0.0115	0.0710	0.5880 *	0.1890
		(50,50)	0.0130	0.0850	0.7090 *	0.3095
		(70,70)	0.0145	0.1210	0.8855 *	0.6165
		(100,100)	0.0180	0.1945	0.9670 *	0.9060
	20%	(10,10)	0.0100	0.0400 *	0.0180	0.0315
		(15,15)	0.0110	0.0810 *	0.0525	0.0790
		(20,20)	0.0145	0.0995	0.4950 *	0.1490
		(30,30)	0.0245	0.1580	0.7810 *	0.3520
		(40,40)	0.0295	0.2205	0.8990 *	0.5755
		(50,50)	0.0310	0.2740	0.9595 *	0.7825
		(70,70)	0.0370	0.4215	0.9970 *	0.9720
		(100,100)	0.0470	0.6085	1.0000 *	0.9995
	30%	(10,10)	0.0175	0.0690 *	0.0365	0.0625
		(15,15)	0.0255	0.1545 *	0.0745	0.1485
		(20,20)	0.0290	0.1765	0.6500 *	0.3020
		(30,30)	0.0475	0.2855	0.8920 *	0.6085
		(40,40)	0.0570	0.3860	0.9665 *	0.8450
		(50,50)	0.0625	0.5020	0.9920 *	0.9580
		(70,70)	0.0800	0.7005	0.9995 *	0.9995 *
		(100,100)	0.1175	0.8710	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.0330	0.1070 *	0.0520	0.1040
		(15,15)	0.0430	0.2670 *	0.1995	0.2410
		(20,20)	0.0515	0.2820	0.7200 *	0.4605
		(30,30)	0.0800	0.4315	0.9085 *	0.7850
		(40,40)	0.1045	0.5965	0.9740 *	0.9430
		(50,50)	0.1095	0.6920	0.9945 *	0.9915
		(70,70)	0.1665	0.8725	1.0000 *	0.9990
		(100,100)	0.2430	0.9690	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0510	0.1540 *	0.0715	0.1510
		(15,15)	0.0615	0.3515 *	0.1605	0.3490
		(20,20)	0.0930	0.3815	0.7695 *	0.6025
		(30,30)	0.1325	0.5740	0.9275 *	0.8920
		(40,40)	0.1725	0.7380	0.9850 *	0.9845
		(50,50)	0.1935	0.8400	0.9985 *	0.9975
		(70,70)	0.2945	0.9490	1.0000 *	0.9990
		(100,100)	0.4230	0.9935	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.19 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0025	0.0245 *	0.0130	0.0205
		(15,15)	0.0030	0.0510 *	0.0245	0.0500
		(20,20)	0.0030	0.0555	0.4760 *	0.0955
(เบ้ = 4.00)		(30,30)	0.0070	0.0810	0.7385 *	0.2575
		(40,40)	0.0090	0.1120	0.8875 *	0.4935
(โด่ง = 15.00)		(50,50)	0.0100	0.1375	0.9655 *	0.7075
		(70,70)	0.0105	0.2065	0.9905 *	0.9480
		(100,100)	0.0110	0.3125	0.9995 *	0.9985
	10%	(10,10)	0.0030	0.0440 *	0.0245	0.0370
		(15,15)	0.0030	0.1005 *	0.0515	0.0980
		(20,20)	0.0035	0.1025	0.6925 *	0.2125
		(30,30)	0.0075	0.1545	0.9105 *	0.5205
		(40,40)	0.0100	0.2305	0.9775 *	0.7860
		(50,50)	0.0105	0.2805	0.9960 *	0.9280
		(70,70)	0.0135	0.4230	0.9995 *	0.9980
		(100,100)	0.0175	0.6080	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.0040	0.0875 *	0.0465	0.0865
		(15,15)	0.0065	0.1680 *	0.1595	0.1450
		(20,20)	0.0075	0.2130	0.8415 *	0.4340
		(30,30)	0.0115	0.3335	0.9695 *	0.8030
		(40,40)	0.0160	0.4640	0.9970 *	0.9640
		(50,50)	0.0200	0.5740	0.9980 *	0.9945
		(70,70)	0.0250	0.7625	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.0355	0.0980	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0150	0.2225 *	0.1250	0.1375
		(15,15)	0.0155	0.2830 *	0.2650	0.2460
		(20,20)	0.0170	0.3180	0.8675 *	0.6140
		(30,30)	0.0275	0.4940	0.9715 *	0.9230
		(40,40)	0.0305	0.6605	0.9970 *	0.9940
		(50,50)	0.0455	0.7765	0.9985 *	0.9980
		(70,70)	0.0495	0.9100	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.0740	0.9800	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.0240	0.2340 *	0.2285	0.2025
		(15,15)	0.0300	0.3910 *	0.3425	0.3225
		(20,20)	0.0335	0.4190	0.8915 *	0.7245
		(30,30)	0.0465	0.6245	0.9805 *	0.9760
		(40,40)	0.0610	0.7850	0.9990 *	0.9980
		(50,50)	0.0820	0.8730	0.9990 *	0.9980
		(70,70)	0.0930	0.9700	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1385	0.9995	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0365	0.2630 *	0.2595	0.2595
		(15,15)	0.0480	0.4656 *	0.4315	0.4545
		(20,20)	0.0590	0.5155	0.9170 *	0.8160
		(30,30)	0.0780	0.7205	0.9990 *	0.9890
		(40,40)	0.1000	0.8725	0.9995 *	0.9985
		(50,50)	0.1245	0.9405	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1605	0.9935	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2350	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.20 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.1875 *	0.1670	0.1725	0.1235
		(15,15)	0.2435 *	0.2235	0.2155	0.1710
		(20,20)	0.3480 *	0.3280	0.3135	0.2415
(เบ้ = 0.20)		(30,30)	0.4920 *	0.4775	0.4695	0.3725
		(40,40)	0.5870 *	0.5685	0.5700	0.4600
(โด่ง = 3.60)		(50,50)	0.7020 *	0.6870	0.6870	0.5820
		(70,70)	0.8405 *	0.8260	0.8210	0.7535
		(100,100)	0.9420 *	0.9355	0.9335	0.8895
	10%	(10,10)	0.5650 *	0.5110	0.4825	0.4265
		(15,15)	0.7450 *	0.7045	0.6740	0.6180
		(20,20)	0.8765 *	0.8665	0.8395	0.7965
		(30,30)	0.9660 *	0.9555	0.9480	0.9255
		(40,40)	0.9945 *	0.9925	0.9920	0.9825
		(50,50)	0.9990 *	0.9980	0.9975	0.9955
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9920 *	0.9820	0.9615	0.9660
		(15,15)	1.0000 *	0.9985	0.9955	0.9970
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9990	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.20 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0530	0.0475	0.0540 *	0.0295
		(15,15)	0.0580	0.0525	0.0585 *	0.0360
		(20,20)	0.0655	0.0730	0.0760 *	0.0395
		(30,30)	0.0710	0.0740	0.0760 *	0.0415
(เบ้ = 1.00)		(40,40)	0.0725	0.0755	0.0765 *	0.0435
(โด่ง = 6.00)		(50,50)	0.0730	0.0770	0.0855 *	0.0445
		(70,70)	0.0955	0.0955	0.0975 *	0.0665
		(100,100)	0.1205	0.1365	0.1575 *	0.0890
	10%	(10,10)	0.0700	0.0640	0.0705 *	0.0405
		(15,15)	0.0820	0.0800	0.0860 *	0.0535
		(20,20)	0.1060	0.1125	0.1155 *	0.0770
		(30,30)	0.1130	0.1190	0.1400 *	0.0815
		(40,40)	0.1465	0.1585	0.1785 *	0.1045
		(50,50)	0.1660	0.1755	0.2050 *	0.1290
		(70,70)	0.2120	0.2325	0.2715 *	0.1780
		(100,100)	0.2960	0.3360	0.4025 *	0.2685
	20%	(10,10)	0.1340	0.1345	0.1545 *	0.0955
		(15,15)	0.1835	0.1930	0.2205 *	0.1400
		(20,20)	0.2555	0.2765	0.2910 *	0.2055
		(30,30)	0.3240	0.3710	0.4120 *	0.2960
		(40,40)	0.4240	0.4700	0.5450 *	0.4040
		(50,50)	0.4990	0.5545	0.6405 *	0.4955
		(70,70)	0.6715	0.7340	0.8035 *	0.6785
		(100,100)	0.7935	0.8560	0.9140 *	0.8355
	30%	(10,10)	0.2525	0.2485	0.2795 *	0.1940
		(15,15)	0.3550	0.3710	0.4075 *	0.3010
		(20,20)	0.4705	0.5060	0.5515 *	0.4270
		(30,30)	0.6345	0.6745	0.7330 *	0.6275
		(40,40)	0.7575	0.8105	0.8620 *	0.7685
		(50,50)	0.8385	0.8850	0.9330 *	0.8660
		(70,70)	0.9400	0.9635	0.9795 *	0.9615
		(100,100)	0.9820	0.9910	0.9980 *	0.9940
	40%	(10,10)	0.4115	0.4000	0.4355 *	0.3220
		(15,15)	0.5575	0.5855	0.6275 *	0.5120
		(20,20)	0.7005	0.7505	0.7870 *	0.6880
		(30,30)	0.8570	0.8895	0.9250 *	0.8720
		(40,40)	0.9420	0.9630	0.9790 *	0.9625
		(50,50)	0.9815	0.9915	0.9975 *	0.9925
		(70,70)	0.9940	0.9980	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.5795	0.5825	0.6075 *	0.4980
		(15,15)	0.7385	0.7675	0.8030 *	0.7265
		(20,20)	0.8670	0.9015	0.9185 *	0.8780
		(30,30)	0.9665	0.9775	0.9860 *	0.9740
		(40,40)	0.9925	0.9950	0.9970 *	0.9950
		(50,50)	0.9980	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0530 *	0.0475	0.0530 *	0.0350
		(15,15)	0.0530	0.0535	0.0605 *	0.0400
		(20,20)	0.0540	0.0655	0.0685 *	0.0405
		(30,30)	0.0550	0.0575	0.0830 *	0.0405
(เบ้ = 2.00)		(40,40)	0.0590	0.0685	0.0980 *	0.0405
		(50,50)	0.0635	0.0655	0.1110 *	0.0410
(โด่ง = 9.00)		(70,70)	0.0485	0.0710	0.1195 *	0.0520
		(100,100)	0.0575	0.0905	0.1860 *	0.0695
	10%	(10,10)	0.0560	0.0575	0.0750 *	0.0395
		(15,15)	0.0620	0.0690	0.0965 *	0.0480
		(20,20)	0.0635	0.0870	0.1295 *	0.0605
		(30,30)	0.0655	0.0890	0.1775 *	0.0635
		(40,40)	0.0790	0.1120	0.2385 *	0.0875
		(50,50)	0.0850	0.1300	0.2930 *	0.1125
		(70,70)	0.0880	0.1465	0.3725 *	0.1525
		(100,100)	0.1095	0.2200	0.5240 *	0.2550
	20%	(10,10)	0.0765	0.0955	0.1550 *	0.0675
		(15,15)	0.0910	0.1330	0.2425 *	0.1005
		(20,20)	0.1035	0.1645	0.3365 *	0.1315
		(30,30)	0.1180	0.2150	0.4965 *	0.2135
		(40,40)	0.1640	0.2900	0.6285 *	0.3230
		(50,50)	0.1730	0.3495	0.7170 *	0.4440
		(70,70)	0.2225	0.4640	0.8520 *	0.6570
		(100,100)	0.3090	0.6080	0.9515 *	0.8640
	30%	(10,10)	0.1160	0.1475	0.2620 *	0.1115
		(15,15)	0.1455	0.2210	0.4225 *	0.1955
		(20,20)	0.1685	0.2850	0.5610 *	0.2685
		(30,30)	0.2110	0.4025	0.7505 *	0.4710
		(40,40)	0.2860	0.5210	0.8625 *	0.6545
		(50,50)	0.3340	0.6295	0.9340 *	0.8035
		(70,70)	0.4300	0.7750	0.9810 *	0.9485
		(100,100)	0.5655	0.8960	0.9985 *	0.9945
	40%	(10,10)	0.1585	0.2220	0.3745 *	0.1805
		(15,15)	0.2145	0.3390	0.5580 *	0.3250
		(20,20)	0.2655	0.4405	0.7190 *	0.4645
		(30,30)	0.3500	0.5950	0.8855 *	0.7150
		(40,40)	0.4415	0.7240	0.9535 *	0.8805
		(50,50)	0.5280	0.8395	0.9840 *	0.9610
		(70,70)	0.6695	0.9390	0.9970 *	0.9970 *
		(100,100)	0.8140	0.9865	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2220	0.3055	0.4825 *	0.2585
		(15,15)	0.3125	0.4610	0.6725 *	0.4600
		(20,20)	0.3885	0.5840	0.8155 *	0.6400
		(30,30)	0.4955	0.7580	0.9375 *	0.8780
		(40,40)	0.5990	0.8730	0.9855 *	0.9730
		(50,50)	0.6945	0.9445	0.9970 *	0.9950
		(70,70)	0.8420	0.9880	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.9395	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.20 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0420	0.0540	0.0805 *	0.0390
		(15,15)	0.0430	0.0695	0.2490 *	0.0535
		(20,20)	0.0470	0.0785	0.2995 *	0.0625
		(30,30)	0.0505	0.0990	0.4075 *	0.1085
(เบ้ = 3.00)		(40,40)	0.0550	0.1090	0.4755 *	0.1625
		(50,50)	0.0560	0.1125	0.5790 *	0.2375
(โด่ง = 12.00)		(70,70)	0.0580	0.1315	0.7500 *	0.4580
		(100,100)	0.0630	0.1710	0.8590 *	0.7635
	10%	(10,10)	0.0460	0.0760	0.1755 *	0.0615
		(15,15)	0.0480	0.0990	0.4260 *	0.0915
		(20,20)	0.0530	0.1315	0.5540 *	0.1375
		(30,30)	0.0670	0.1650	0.7140 *	0.2650
		(40,40)	0.0675	0.2075	0.7990 *	0.4320
		(50,50)	0.0690	0.2330	0.8705 *	0.6040
		(70,70)	0.0695	0.3030	0.9615 *	0.8770
		(100,100)	0.0705	0.4235	0.9915 *	0.9835
	20%	(10,10)	0.0610	0.1340	0.3595 *	0.1200
		(15,15)	0.0630	0.1830	0.6295 *	0.2115
		(20,20)	0.0755	0.2600	0.7905 *	0.3380
		(30,30)	0.0935	0.3430	0.9260 *	0.6325
		(40,40)	0.1055	0.4195	0.9715 *	0.8275
		(50,50)	0.0990	0.5115	0.9915 *	0.9405
		(70,70)	0.1250	0.6600	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1530	0.8155	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0865	0.2000	0.4930 *	0.1900
		(15,15)	0.0935	0.2770	0.7155 *	0.3410
		(20,20)	0.1240	0.3925	0.8680 *	0.5520
		(30,30)	0.1420	0.5305	0.9700 *	0.8430
		(40,40)	0.1740	0.6530	0.9900 *	0.9625
		(50,50)	0.1765	0.7300	0.9990 *	0.9935
		(70,70)	0.2280	0.8755	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2880	0.9580	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1180	0.2690	0.5800 *	0.2735
		(15,15)	0.1370	0.3820	0.7675 *	0.4925
		(20,20)	0.1755	0.5225	0.9010 *	0.7180
		(30,30)	0.2025	0.6815	0.9855 *	0.9405
		(40,40)	0.2585	0.7970	0.9945 *	0.9900
		(50,50)	0.2860	0.8820	1.0000 *	0.9995
		(70,70)	0.3760	0.9555	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4785	0.9945	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.1575	0.3460	0.6600 *	0.3595
		(15,15)	0.1845	0.4885	0.7955 *	0.6180
		(20,20)	0.2365	0.6340	0.9120 *	0.8300
		(30,30)	0.2925	0.7835	0.9875 *	0.9850
		(40,40)	0.3470	0.8845	0.9975 *	0.9965
		(50,50)	0.4005	0.9440	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.5360	0.9890	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.6590	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0305	0.0960	0.3150 *	0.0870
		(15,15)	0.0335	0.1155	0.7010 *	0.1485
		(20,20)	0.0375	0.1555	0.8105 *	0.2595
		(30,30)	0.0435	0.2205	0.9140 *	0.5375
(เบ้ = 4.00)		(40,40)	0.0470	0.2650	0.9675 *	0.7790
(โด่ง = 15.00)		(50,50)	0.0575	0.3100	0.9865 *	0.9215
		(70,70)	0.0510	0.4090	0.9985 *	0.9900
		(100,100)	0.0555	0.5375	1.0000 *	1.0000 *
	10%	(10,10)	0.0330	0.1335	0.4780 *	0.1365
		(15,15)	0.0385	0.1900	0.8110 *	0.2710
		(20,20)	0.0460	0.2535	0.9255 *	0.4500
		(30,30)	0.0500	0.3565	0.9770 *	0.7900
		(40,40)	0.0525	0.4600	0.9955 *	0.9470
		(50,50)	0.0685	0.5315	1.0000 *	0.9950
		(70,70)	0.0545	0.6555	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.0635	0.8175	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.0495	0.2180	0.6430 *	0.2475
		(15,15)	0.0570	0.3160	0.8575 *	0.4600
		(20,20)	0.0660	0.4230	0.9600 *	0.7040
		(30,30)	0.0720	0.5725	0.9950 *	0.9535
		(40,40)	0.0755	0.7110	0.9995 *	0.9955
		(50,50)	0.0935	0.7890	1.0000 *	0.9995
		(70,70)	0.0910	0.9020	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1185	0.9730	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0745	0.2890	0.7225 *	0.3535
		(15,15)	0.0865	0.4165	0.8675 *	0.6040
		(20,20)	0.0945	0.5630	0.9680 *	0.8495
		(30,30)	0.1025	0.7280	0.9935 *	0.9900
		(40,40)	0.1190	0.8495	1.0000 *	0.9990
		(50,50)	0.1350	0.9045	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1560	0.9715	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2015	0.9975	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1055	0.3510	0.7670 *	0.4400
		(15,15)	0.1115	0.4995	0.8825 *	0.7110
		(20,20)	0.1315	0.6560	0.9640 *	0.9190
		(30,30)	0.1470	0.8245	0.9980 *	0.9975
		(40,40)	0.1780	0.9280	0.9995 *	0.9990
		(50,50)	0.2100	0.9615	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.2420	0.9940	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.3180	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.1390	0.4120	0.7990 *	0.5140
		(15,15)	0.1425	0.5875	0.8955 *	0.7900
		(20,20)	0.1755	0.7315	0.9665 *	0.9535
		(30,30)	0.2025	0.8940	0.9990 *	0.9985
		(40,40)	0.2490	0.9650	0.9995 *	0.9995 *
		(50,50)	0.2905	0.9840	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.3525	0.9980	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4500	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.2900 *	0.2625	0.2735	0.1930
		(15,15)	0.3705 *	0.3475	0.3355	0.2450
		(20,20)	0.4900 *	0.4630	0.4615	0.3340
(เบ้ = 0.20)		(30,30)	0.6095 *	0.5965	0.5865	0.4825
		(40,40)	0.7165 *	0.6995	0.6915	0.5725
(โด่ง = 3.60)		(50,50)	0.8140 *	0.7890	0.7910	0.6900
		(70,70)	0.9045 *	0.8925	0.8895	0.8240
		(100,100)	0.9740 *	0.9690	0.9685	0.9380
	10%	(10,10)	0.6950 *	0.6615	0.6335	0.5385
		(15,15)	0.8330 *	0.8110	0.7900	0.7170
		(20,20)	0.9335 *	0.9175	0.9040	0.8685
		(30,30)	0.9855 *	0.9800	0.9790	0.9585
		(40,40)	0.9990 *	0.9985	0.9975	0.9910
		(50,50)	0.9995 *	0.9995 *	0.9995 *	0.9985
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9970 *	0.9945	0.9840	0.9815
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9980	0.9990
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.21 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.1055	0.0975	0.1110 *	0.0595
		(15,15)	0.1165	0.1075	0.1175 *	0.0600
		(20,20)	0.1185	0.1205	0.1310 *	0.0710
		(30,30)	0.1200	0.1260	0.1320 *	0.0775
(เบ้ = 1.00)		(40,40)	0.1335	0.1380	0.1385 *	0.0790
(โด่ง = 6.00)		(50,50)	0.1370	0.1440	0.1495 *	0.0810
		(70,70)	0.1585	0.1700	0.1775 *	0.1065
		(100,100)	0.1970	0.2145	0.2410 *	0.1445
	10%	(10,10)	0.1295	0.1195	0.1385 *	0.0790
		(15,15)	0.1490	0.1460	0.1690 *	0.0870
		(20,20)	0.1730	0.1785	0.1925 *	0.1210
		(30,30)	0.2025	0.2090	0.2360 *	0.1295
		(40,40)	0.2420	0.2535	0.2865 *	0.1630
		(50,50)	0.2535	0.2800	0.3150 *	0.1900
		(70,70)	0.3215	0.3425	0.4035 *	0.2505
		(100,100)	0.4145	0.4545	0.5210 *	0.3580
	20%	(10,10)	0.2305	0.2290	0.2625 *	0.1600
		(15,15)	0.2865	0.2975	0.3275 *	0.2130
		(20,20)	0.3755	0.3860	0.4235 *	0.2870
		(30,30)	0.4535	0.4985	0.5485 *	0.4040
		(40,40)	0.5565	0.6100	0.6725 *	0.5135
		(50,50)	0.6205	0.6805	0.7530 *	0.6000
		(70,70)	0.7700	0.8200	0.8755 *	0.7780
		(100,100)	0.8745	0.9130	0.9560 *	0.8905
	30%	(10,10)	0.3715	0.3705	0.4200 *	0.2770
		(15,15)	0.4800	0.5110	0.5510 *	0.4030
		(20,20)	0.5870	0.6335	0.6900 *	0.5395
		(30,30)	0.7460	0.7830	0.8280 *	0.7125
		(40,40)	0.8470	0.8835	0.9270 *	0.8460
		(50,50)	0.9160	0.9430	0.9715 *	0.9235
		(70,70)	0.9665	0.9810	0.9915 *	0.9810
		(100,100)	0.9905	0.9955	0.9990 *	0.9975
	40%	(10,10)	0.5455	0.5490	0.5900 *	0.4295
		(15,15)	0.6765	0.7200	0.7605 *	0.6240
		(20,20)	0.8070	0.8285	0.8710 *	0.7755
		(30,30)	0.9190	0.9410	0.9585 *	0.9190
		(40,40)	0.9680	0.9815	0.9870 *	0.9795
		(50,50)	0.9910	0.9980	0.9985 *	0.9965
		(70,70)	0.9980	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.6995	0.7020	0.7435 *	0.6160
		(15,15)	0.8345	0.8720	0.8885 *	0.8065
		(20,20)	0.9250	0.9475	0.9540 *	0.9275
		(30,30)	0.9835	0.9920	0.9925 *	0.9855
		(40,40)	0.9965	0.9975	0.9990 *	0.9980
		(50,50)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>**หมายเหตุ**</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.21 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.1030	0.0970	0.1130 *	0.0545
		(15,15)	0.1040	0.1055	0.1185 *	0.0575
		(20,20)	0.1095	0.1095	0.1310 *	0.0635
		(30,30)	0.1110	0.1170	0.1555 *	0.0640
(เบ้ = 2.00)		(40,40)	0.1130	0.1250	0.1655 *	0.0745
(โด่ง = 9.00)		(50,50)	0.1145	0.1300	0.1890 *	0.0770
		(70,70)	0.1095	0.1305	0.2140 *	0.0870
		(100,100)	0.1155	0.1580	0.2815 *	0.1205
	10%	(10,10)	0.1105	0.1150	0.1420 *	0.0745
		(15,15)	0.1230	0.1410	0.1910 *	0.0855
		(20,20)	0.1280	0.1415	0.2215 *	0.1010
		(30,30)	0.1320	0.1630	0.2920 *	0.1120
		(40,40)	0.1445	0.1785	0.3510 *	0.1510
		(50,50)	0.1485	0.2090	0.4240 *	0.1855
		(70,70)	0.1610	0.2530	0.5065 *	0.2440
		(100,100)	0.1850	0.3230	0.6540 *	0.3895
	20%	(10,10)	0.1460	0.1635	0.2810 *	0.1110
		(15,15)	0.1605	0.2180	0.3785 *	0.1645
		(20,20)	0.1755	0.2575	0.4810 *	0.1985
		(30,30)	0.1915	0.3255	0.6290 *	0.3210
		(40,40)	0.2475	0.4130	0.7445 *	0.4470
		(50,50)	0.2720	0.4760	0.8215 *	0.5705
		(70,70)	0.3320	0.5985	0.9200 *	0.7715
		(100,100)	0.4245	0.7205	0.9780 *	0.9265
	30%	(10,10)	0.1920	0.2450	0.4200 *	0.1755
		(15,15)	0.2310	0.3450	0.5630 *	0.2870
		(20,20)	0.2630	0.4035	0.6920 *	0.3780
		(30,30)	0.3180	0.5330	0.8420 *	0.5890
		(40,40)	0.3960	0.6420	0.9255 *	0.7730
		(50,50)	0.4515	0.7380	0.9655 *	0.8790
		(70,70)	0.5610	0.8560	0.9935 *	0.9765
		(100,100)	0.6850	0.9395	0.9995 *	0.9980
	40%	(10,10)	0.2660	0.3375	0.5355 *	0.2645
		(15,15)	0.3350	0.4755	0.7075 *	0.4380
		(20,20)	0.3880	0.5685	0.8235 *	0.5880
		(30,30)	0.4730	0.7200	0.9395 *	0.8160
		(40,40)	0.5555	0.8290	0.9835 *	0.9365
		(50,50)	0.6455	0.9005	0.9940 *	0.9785
		(70,70)	0.7790	0.9745	0.9995 *	0.9990
		(100,100)	0.8830	0.9960	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.3445	0.4460	0.6355 *	0.3655
		(15,15)	0.4320	0.5975	0.7940 *	0.5900
		(20,20)	0.5190	0.7085	0.8935 *	0.7480
		(30,30)	0.6080	0.8480	0.9705 *	0.9380
		(40,40)	0.7155	0.9395	0.9940 *	0.9900
		(50,50)	0.7975	0.9675	0.9985 *	0.9985 *
		(70,70)	0.9060	0.9940	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.9735	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.21 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.1000	0.1105	0.2250 *	0.0755
		(15,15)	0.1005	0.1285	0.3320 *	0.0935
		(20,20)	0.1015	0.1350	0.3995 *	0.1085
		(30,30)	0.1030	0.1630	0.5285 *	0.1860
(เบ้ = 3.00)		(40,40)	0.1045	0.1880	0.6160 *	0.2765
		(50,50)	0.1080	0.1885	0.7015 *	0.3655
(โด่ง = 12.00)		(70,70)	0.1100	0.2345	0.8300 *	0.6165
		(100,100)	0.1140	0.2795	0.9145 *	0.8725
	10%	(10,10)	0.1040	0.1410	0.3680 *	0.1140
		(15,15)	0.1075	0.1760	0.5145 *	0.1545
		(20,20)	0.1140	0.2110	0.6430 *	0.2185
		(30,30)	0.1215	0.2430	0.7915 *	0.4180
		(40,40)	0.1235	0.3000	0.8805 *	0.5785
		(50,50)	0.1150	0.3480	0.9235 *	0.7445
		(70,70)	0.1285	0.4390	0.9800 *	0.9475
		(100,100)	0.1290	0.5520	0.9960 *	0.9955
	20%	(10,10)	0.1220	0.2200	0.5895 *	0.1825
		(15,15)	0.1375	0.2895	0.7475 *	0.3045
		(20,20)	0.1550	0.3670	0.8675 *	0.4925
		(30,30)	0.1635	0.4805	0.9595 *	0.7585
		(40,40)	0.1835	0.5550	0.9825 *	0.9110
		(50,50)	0.1845	0.6245	0.9950 *	0.9755
		(70,70)	0.2090	0.7755	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2425	0.8890	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.1515	0.3060	0.6955 *	0.2785
		(15,15)	0.1705	0.4070	0.8320 *	0.4710
		(20,20)	0.2010	0.5125	0.9300 *	0.6915
		(30,30)	0.2185	0.6520	0.9900 *	0.9170
		(40,40)	0.2630	0.7610	0.9960 *	0.9835
		(50,50)	0.2760	0.8290	0.9995 *	0.9990
		(70,70)	0.3465	0.9280	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4180	0.9815	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1995	0.3905	0.7380 *	0.3800
		(15,15)	0.2155	0.5340	0.8650 *	0.6335
		(20,20)	0.2680	0.6405	0.9380 *	0.8270
		(30,30)	0.3065	0.7740	0.9935 *	0.9725
		(40,40)	0.3520	0.8670	0.9985 *	0.9965
		(50,50)	0.3920	0.9280	1.0000 *	0.9995
		(70,70)	0.5070	0.9785	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.6015	0.9975	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2505	0.4650	0.7750 *	0.4675
		(15,15)	0.2885	0.6325	0.8850 *	0.7420
		(20,20)	0.3445	0.7340	0.9500 *	0.9020
		(30,30)	0.4040	0.8675	0.9970 *	0.9950
		(40,40)	0.4625	0.9360	0.9995 *	0.9995 *
		(50,50)	0.5180	0.9680	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.6400	0.9950	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.7590	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.21 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแกมมา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0915	0.1660	0.5560 *	0.1515
		(15,15)	0.0925	0.2110	0.7365 *	0.2475
		(20,20)	0.0935	0.2405	0.8335 *	0.3945
		(30,30)	0.0980	0.3255	0.9335 *	0.6925
(เบ้ = 4.00)		(40,40)	0.1020	0.3960	0.9830 *	0.8835
(โด่ง = 15.00)		(50,50)	0.1045	0.4310	0.9955 *	0.9685
		(70,70)	0.1070	0.5275	0.9995 *	0.9980
		(100,100)	0.1105	0.6675	1.0000 *	1.0000 *
	10%	(10,10)	0.0970	0.2290	0.7010 *	0.2175
		(15,15)	0.0990	0.3015	0.8595 *	0.4075
		(20,20)	0.1030	0.3590	0.9455 *	0.6075
		(30,30)	0.1060	0.4770	0.9845 *	0.8875
		(40,40)	0.1100	0.5800	0.9975 *	0.9790
		(50,50)	0.1180	0.6490	1.0000 *	0.9995
		(70,70)	0.1190	0.7765	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1270	0.8910	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.1160	0.3225	0.8150 *	0.3445
		(15,15)	0.1220	0.4305	0.9230 *	0.6245
		(20,20)	0.1300	0.5395	0.9830 *	0.8400
		(30,30)	0.1375	0.6905	0.9980 *	0.9805
		(40,40)	0.1405	0.8000	1.0000 *	0.9975
		(50,50)	0.1645	0.8735	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1640	0.9465	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1935	0.9870	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.1420	0.4215	0.8540 *	0.4600
		(15,15)	0.1430	0.5480	0.9295 *	0.7580
		(20,20)	0.1690	0.6655	0.9845 *	0.9295
		(30,30)	0.1835	0.8175	0.9970 *	0.9965
		(40,40)	0.2040	0.9115	1.0000 *	0.9995
		(50,50)	0.2240	0.9520	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.2450	0.9900	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.3020	0.9995	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1825	0.4955	0.8745 *	0.5410
		(15,15)	0.1785	0.6445	0.9335 *	0.8400
		(20,20)	0.2090	0.7480	0.9805 *	0.9645
		(30,30)	0.2390	0.8930	0.9985 *	0.9985 *
		(40,40)	0.2790	0.9640	1.0000 *	0.9990
		(50,50)	0.3065	0.9815	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.3475	0.9980	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4375	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2195	0.5500	0.8885 *	0.6020
		(15,15)	0.2285	0.7190	0.9355 *	0.8950
		(20,20)	0.2600	0.8140	0.9905 *	0.9840
		(30,30)	0.3035	0.9360	0.9995 *	0.9995 *
		(40,40)	0.3595	0.9825	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.4015	0.9930	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.4570	0.9985	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.5685	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงล็อกนอร์มอล

จากตารางที่ 4.22 – 4.24 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า ตัวสถิติที่มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด จะมีอำนาจการทดสอบในทุกเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ศึกษา

1.1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 (ความเบ้ = 0.30 ความโด่ง = 3.16) พบว่า ตัวสถิติที (T) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 (ความเบ้ = [1.63,14.00] ความโด่ง = [8.04,947.00]) พบว่า ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ (U) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด และที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20, 30, 40, 50, 70, 100 ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (A) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

1.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 (ความเบ้ = 0.30 ความโด่ง = 3.16) พบว่า ตัวสถิติที (T) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 (ความเบ้ = [1.63,14.00] ความโด่ง = [8.04,947.00]) พบว่า ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (A) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

2. ที่ขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. ที่เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ที่ขนาดตัวอย่างและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท จะใกล้เคียงกันมากขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย มีค่ามากขึ้น

ตารางที่ 4.22 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.0625 *	0.0540	0.0340	0.0440
		(15,15)	0.1050 *	0.1015	0.0840	0.0735
		(20,20)	0.1545 *	0.1355	0.1195	0.1090
(เบ้ = 0.30)		(30,30)	0.2400 *	0.2180	0.2170	0.1865
		(40,40)	0.3470 *	0.3290	0.3150	0.2650
(โด่ง = 3.16)		(50,50)	0.4490 *	0.4335	0.4340	0.3635
		(70,70)	0.6165 *	0.5990	0.6100	0.5295
		(100,100)	0.8280 *	0.8110	0.8155	0.7600
	10%	(10,10)	0.2995 *	0.2700	0.2040	0.2235
		(15,15)	0.4975 *	0.4780	0.4050	0.4050
		(20,20)	0.6710 *	0.6520	0.6020	0.5915
		(30,30)	0.8865 *	0.8730	0.8535	0.8395
		(40,40)	0.9610 *	0.9535	0.9510	0.9410
		(50,50)	0.9890 *	0.9885	0.9845	0.9805
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9305 *	0.9020	0.7695	0.8735
		(15,15)	0.9930 *	0.9900	0.9655	0.9865
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	0.9990	0.9990
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.9990 *	0.9985	0.8865	0.9975
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9990	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9845	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9965	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.22 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0080	0.0095 *	0.0055	0.0050
		(15,15)	0.0130	0.0145 *	0.0080	0.0095
		(20,20)	0.0135	0.0155	0.0165 *	0.0115
		(30,30)	0.0140	0.0155	0.0180 *	0.0120
(เบ้ = 1.63)		(40,40)	0.0140	0.0160	0.0190 *	0.0120
(โด่ง = 8.04)		(50,50)	0.0190	0.0245	0.0290 *	0.0160
		(70,70)	0.0210	0.0320	0.0400 *	0.0230
		(100,100)	0.0240	0.0350	0.0445 *	0.0235
	10%	(10,10)	0.0170	0.0180 *	0.0075	0.0130
		(15,15)	0.0245	0.0280 *	0.0115	0.0215
		(20,20)	0.0265	0.0315	0.0360 *	0.0255
		(30,30)	0.0265	0.0405	0.0470 *	0.0335
		(40,40)	0.0400	0.0540	0.0710 *	0.0430
		(50,50)	0.0540	0.0780	0.1040 *	0.0635
		(70,70)	0.0755	0.1270	0.1805 *	0.1005
		(100,100)	0.1110	0.1825	0.2725 *	0.1490
	20%	(10,10)	0.0495	0.0540 *	0.0280	0.0400
		(15,15)	0.0720	0.0985 *	0.0875	0.0725
		(20,20)	0.1050	0.1325	0.1535 *	0.1130
		(30,30)	0.1505	0.2110	0.2805 *	0.1940
		(40,40)	0.2065	0.3095	0.4200 *	0.2955
		(50,50)	0.2880	0.4090	0.5365 *	0.4060
		(70,70)	0.4100	0.5750	0.7290 *	0.6040
		(100,100)	0.6030	0.7900	0.9050 *	0.8200
	30%	(10,10)	0.1010	0.1305 *	0.0780	0.1110
		(15,15)	0.1795	0.2485 *	0.2350	0.2110
		(20,20)	0.2695	0.3370	0.3870 *	0.3260
		(30,30)	0.4065	0.5355	0.6555 *	0.5495
		(40,40)	0.5445	0.7175	0.8210 *	0.7410
		(50,50)	0.6620	0.8220	0.9105 *	0.8600
		(70,70)	0.8110	0.9395	0.9835 *	0.9665
		(100,100)	0.9450	0.9910	0.9995 *	0.9970
	40%	(10,10)	0.2110	0.2370 *	0.1530	0.2055
		(15,15)	0.3510	0.4375 *	0.4370	0.3965
		(20,20)	0.4810	0.5915	0.6630 *	0.6030
		(30,30)	0.6845	0.8315	0.8975 *	0.8585
		(40,40)	0.8160	0.9310	0.9755 *	0.9575
		(50,50)	0.9060	0.9725	0.9935 *	0.9895
		(70,70)	0.9740	0.9980	0.9995 *	0.9990
		(100,100)	0.9985	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.3525	0.3900 *	0.2730	0.3530
		(15,15)	0.5335	0.6630 *	0.6615	0.6285
		(20,20)	0.6970	0.8115	0.8555 *	0.8285
		(30,30)	0.8855	0.9585	0.9800 *	0.9790
		(40,40)	0.9520	0.9905	0.9980 *	0.9975
		(50,50)	0.9805	0.9990	0.9995 *	0.9995 *
		(70,70)	0.9985	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.22 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0060	0.0070 *	0.0035	0.0045
		(15,15)	0.0065	0.0090 *	0.0075	0.0080
		(20,20)	0.0065	0.0120	0.0130 *	0.0110
		(30,30)	0.0070	0.0125	0.0160 *	0.0115
(เบ้ = 4.00)		(40,40)	0.0090	0.0155	0.0185 *	0.0130
		(50,50)	0.0100	0.0190	0.0285 *	0.0140
(โด่ง = 41.00)		(70,70)	0.0100	0.0220	0.0380 *	0.0180
		(100,100)	0.0115	0.0245	0.0440 *	0.0185
	10%	(10,10)	0.0050	0.0140 *	0.0065	0.0105
		(15,15)	0.0100	0.0220 *	0.0150	0.0195
		(20,20)	0.0120	0.0225	0.0235 *	0.0200
		(30,30)	0.0120	0.0240	0.0475 *	0.0225
		(40,40)	0.0145	0.0355	0.0740 *	0.0305
		(50,50)	0.0150	0.0525	0.1080 *	0.0465
		(70,70)	0.0220	0.0710	0.1860 *	0.0655
		(100,100)	0.0300	0.0995	0.2800 *	0.1035
	20%	(10,10)	0.0200	0.0320 *	0.0095	0.0255
		(15,15)	0.0295	0.0670 *	0.0635	0.0465
		(20,20)	0.0310	0.0785	0.1300 *	0.0655
		(30,30)	0.0375	0.1185	0.2730 *	0.1280
		(40,40)	0.0540	0.1595	0.4065 *	0.1910
		(50,50)	0.0630	0.2280	0.5265 *	0.2805
		(70,70)	0.0910	0.3720	0.7215 *	0.5000
		(100,100)	0.1320	0.5420	0.9000 *	0.7405
	30%	(10,10)	0.0400	0.0730 *	0.0285	0.0595
		(15,15)	0.0565	0.1720 *	0.1680	0.1255
		(20,20)	0.0720	0.1945	0.3295 *	0.2015
		(30,30)	0.1010	0.3050	0.5870 *	0.3815
		(40,40)	0.1380	0.4480	0.7725 *	0.5840
		(50,50)	0.1790	0.5550	0.8770 *	0.7235
		(70,70)	0.2395	0.7275	0.9685 *	0.9095
		(100,100)	0.3525	0.9065	0.9970 *	0.9880
	40%	(10,10)	0.0735	0.1295 *	0.0535	0.1145
		(15,15)	0.1050	0.3130 *	0.2960	0.2355
		(20,20)	0.1470	0.3480	0.5500 *	0.3935
		(30,30)	0.1970	0.5295	0.8190 *	0.6860
		(40,40)	0.2735	0.7155	0.9290 *	0.8685
		(50,50)	0.3520	0.8225	0.9755 *	0.9540
		(70,70)	0.4620	0.9375	0.9980 *	0.9960
		(100,100)	0.6360	0.9895	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.1155	0.1990 *	0.0990	0.1915
		(15,15)	0.1690	0.4695 *	0.4075	0.3870
		(20,20)	0.2440	0.5155	0.7105 *	0.6045
		(30,30)	0.3340	0.7450	0.9195 *	0.8875
		(40,40)	0.4415	0.8715	0.9760 *	0.9755
		(50,50)	0.5370	0.9480	0.9950 *	0.9945
		(70,70)	0.6580	0.9910	0.9995	1.0000 *
		(100,100)	0.8290	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.22 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0030	0.0080 *	0.0045	0.0055
		(15,15)	0.0035	0.0105 *	0.0090	0.0080
		(20,20)	0.0040	0.0140	0.0145 *	0.0105
		(30,30)	0.0055	0.0145	0.0225 *	0.0130
(เบ้ = 7.88)		(40,40)	0.0055	0.0170	0.0290 *	0.0140
(โด่ง = 208.91)		(50,50)	0.0080	0.0210	0.0460 *	0.0165
		(70,70)	0.0085	0.0265	0.0685 *	0.0230
		(100,100)	0.0100	0.0275	0.1005 *	0.0245
	10%	(10,10)	0.0040	0.0155 *	0.0085	0.0110
		(15,15)	0.0065	0.0240 *	0.0205	0.0200
		(20,20)	0.0070	0.0255	0.0455 *	0.0245
		(30,30)	0.0085	0.0290	0.0910 *	0.0315
		(40,40)	0.0100	0.0395	0.1380 *	0.0400
		(50,50)	0.0105	0.0570	0.2065 *	0.0690
		(70,70)	0.0120	0.0875	0.3460 *	0.1100
		(100,100)	0.0175	0.1270	0.5200 *	0.1985
	20%	(10,10)	0.0140	0.0350 *	0.0265	0.0305
		(15,15)	0.0155	0.0775 *	0.0745	0.0565
		(20,20)	0.0175	0.0860	0.2170 *	0.0940
		(30,30)	0.0225	0.1355	0.4395 *	0.1865
		(40,40)	0.0290	0.1875	0.6225 *	0.3075
		(50,50)	0.0330	0.2615	0.7495 *	0.4345
		(70,70)	0.0405	0.4150	0.8955 *	0.6935
		(100,100)	0.0620	0.5945	0.9775 *	0.9115
	30%	(10,10)	0.0265	0.0760 *	0.0395	0.0690
		(15,15)	0.0390	0.1980 *	0.1730	0.1515
		(20,20)	0.0410	0.2090	0.4560 *	0.2540
		(30,30)	0.0500	0.3230	0.7545 *	0.4865
		(40,40)	0.0760	0.4720	0.8890 *	0.7200
		(50,50)	0.0815	0.5795	0.9545 *	0.8640
		(70,70)	0.1135	0.7540	0.9940 *	0.9785
		(100,100)	0.1650	0.9195	0.9995 *	0.9990
	40%	(10,10)	0.0515	0.1345 *	0.0545	0.1275
		(15,15)	0.0690	0.3155 *	0.3070	0.2650
		(20,20)	0.0830	0.3545	0.6465 *	0.4550
		(30,30)	0.1090	0.5335	0.8845 *	0.7840
		(40,40)	0.1455	0.7195	0.9655 *	0.9300
		(50,50)	0.1800	0.8225	0.9900 *	0.9860
		(70,70)	0.2290	0.9375	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.3230	0.9900	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0815	0.2095 *	0.1030	0.2080
		(15,15)	0.1035	0.4725 *	0.4705	0.4150
		(20,20)	0.1500	0.5015	0.7575 *	0.6520
		(30,30)	0.1840	0.7260	0.9430 *	0.9245
		(40,40)	0.2495	0.8615	0.9915 *	0.9910
		(50,50)	0.3000	0.9375	0.9985 *	0.9975
		(70,70)	0.3800	0.9885	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.5165	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.22 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0025	0.0095 *	0.0035	0.0060
		(15,15)	0.0030	0.0160 *	0.0100	0.0120
		(20,20)	0.0035	0.0175	0.0200 *	0.0135
		(30,30)	0.0045	0.0190	0.0335 *	0.0155
(เบ้ = 14.0)		(40,40)	0.0055	0.0215	0.0540 *	0.0175
(โด่ง = 947.0)		(50,50)	0.0070	0.0250	0.0770 *	0.0240
		(70,70)	0.0075	0.0315	0.1290 *	0.0320
		(100,100)	0.0095	0.0355	0.1955 *	0.0440
	10%	(10,10)	0.0030	0.0190 *	0.0045	0.0140
		(15,15)	0.0060	0.0275 *	0.0265	0.0220
		(20,20)	0.0065	0.0290	0.0790 *	0.0285
		(30,30)	0.0070	0.0390	0.1710 *	0.0455
		(40,40)	0.0085	0.0505	0.2745 *	0.0700
		(50,50)	0.0095	0.0750	0.3745 *	0.1100
		(70,70)	0.0100	0.1260	0.5695 *	0.2330
		(100,100)	0.0120	0.1855	0.7620 *	0.4250
	20%	(10,10)	0.0110	0.0435 *	0.0115	0.0385
		(15,15)	0.0155	0.0985 *	0.0970	0.0830
		(20,20)	0.0155	0.1270	0.3395 *	0.1375
		(30,30)	0.0175	0.1720	0.6315 *	0.2890
		(40,40)	0.0205	0.2530	0.8085 *	0.4885
		(50,50)	0.0205	0.3395	0.8965 *	0.6520
		(70,70)	0.0280	0.4960	0.9765 *	0.8855
		(100,100)	0.0385	0.7150	0.9960 *	0.9850
	30%	(10,10)	0.0250	0.0935 *	0.0340	0.0855
		(15,15)	0.0265	0.2645 *	0.2605	0.1910
		(20,20)	0.0290	0.2805	0.5860 *	0.3420
		(30,30)	0.0370	0.3960	0.8545 *	0.6465
		(40,40)	0.0520	0.5460	0.9565 *	0.8590
		(50,50)	0.0565	0.6640	0.9850 *	0.9540
		(70,70)	0.0725	0.8280	0.9985 *	0.9975
		(100,100)	0.1130	0.9470	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.0445	0.1620 *	0.0650	0.1605
		(15,15)	0.0600	0.3790 *	0.3640	0.3330
		(20,20)	0.0625	0.4340	0.7290 *	0.5545
		(30,30)	0.0775	0.5955	0.9295 *	0.8840
		(40,40)	0.1045	0.7635	0.9835 *	0.9755
		(50,50)	0.1140	0.8620	0.9960 *	0.9945
		(70,70)	0.1540	0.9580	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2100	0.9950	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0705	0.2415 *	0.1055	0.2355
		(15,15)	0.0910	0.4930 *	0.4925	0.4910
		(20,20)	0.1195	0.5730	0.8145 *	0.7345
		(30,30)	0.1330	0.7645	0.9650 *	0.9635
		(40,40)	0.1770	0.8885	0.9980 *	0.9970
		(50,50)	0.2125	0.9525	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.2630	0.9930	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.3485	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.23 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.1875 *	0.1650	0.1690	0.1245
		(15,15)	0.2665 *	0.2510	0.2445	0.1770
		(20,20)	0.3520 *	0.3355	0.3210	0.2540
(เบ้ = 0.30)		(30,30)	0.4895 *	0.4670	0.4510	0.3650
		(40,40)	0.6035 *	0.5975	0.5880	0.4810
(โด่ง = 3.16)		(50,50)	0.6990 *	0.6800	0.6855	0.5760
		(70,70)	0.8155 *	0.8040	0.8090	0.7280
		(100,100)	0.9435 *	0.9340	0.9360	0.8950
	10%	(10,10)	0.5575 *	0.5180	0.4980	0.4450
		(15,15)	0.7455 *	0.7105	0.6900	0.6365
		(20,20)	0.8720 *	0.8520	0.8415	0.7850
		(30,30)	0.9745 *	0.9690	0.9640	0.9440
		(40,40)	0.9920 *	0.9905	0.9915	0.9835
		(50,50)	0.9975 *	0.9975 *	0.9970	0.9955
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9890 *	0.9810	0.9605	0.9655
		(15,15)	0.9990 *	0.9990 *	0.9940	0.9970
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9965	0.9995
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.23 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0525	0.0530	0.0555 *	0.0345
		(15,15)	0.0605	0.0660	0.0670 *	0.0435
		(20,20)	0.0615	0.0680	0.0700 *	0.0400
		(30,30)	0.0625	0.0705	0.0730 *	0.0440
(เบ้ = 1.63)		(40,40)	0.0675	0.0750	0.0845 *	0.0485
(โด่ง = 8.04)		(50,50)	0.0765	0.0845	0.1030 *	0.0590
		(70,70)	0.0840	0.1135	0.1375 *	0.0685
		(100,100)	0.0990	0.1250	0.1645 *	0.0835
	10%	(10,10)	0.0740	0.0770	0.0865 *	0.0510
		(15,15)	0.0895	0.1000	0.1095 *	0.0695
		(20,20)	0.1055	0.1150	0.1350 *	0.0750
		(30,30)	0.1220	0.1515	0.1810 *	0.1040
		(40,40)	0.1375	0.1665	0.2155 *	0.1175
		(50,50)	0.1690	0.2125	0.2775 *	0.1575
		(70,70)	0.2205	0.3080	0.3925 *	0.2465
		(100,100)	0.2815	0.4020	0.5185 *	0.3460
	20%	(10,10)	0.1555	0.1660	0.2010 *	0.1250
		(15,15)	0.2045	0.2445	0.2830 *	0.1795
		(20,20)	0.2685	0.3225	0.3820 *	0.2670
		(30,30)	0.3550	0.4490	0.5430 *	0.3830
		(40,40)	0.4415	0.5785	0.6920 *	0.5335
		(50,50)	0.5325	0.6625	0.7845 *	0.6230
		(70,70)	0.6345	0.7870	0.8915 *	0.7890
		(100,100)	0.8140	0.9250	0.9665 *	0.9290
	30%	(10,10)	0.2775	0.3030	0.3550 *	0.2470
		(15,15)	0.3875	0.4510	0.5295 *	0.3865
		(20,20)	0.4845	0.5870	0.6765 *	0.5390
		(30,30)	0.6465	0.7870	0.8670 *	0.7600
		(40,40)	0.7580	0.8790	0.9420 *	0.8875
		(50,50)	0.8475	0.9380	0.9790 *	0.9510
		(70,70)	0.9285	0.9865	0.9980 *	0.9915
		(100,100)	0.9880	0.9985	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.4470	0.4785	0.5530 *	0.4180
		(15,15)	0.5875	0.6735	0.7480 *	0.6330
		(20,20)	0.7145	0.8215	0.8845 *	0.8010
		(30,30)	0.8720	0.9500	0.9735 *	0.9600
		(40,40)	0.9395	0.9845	0.9945 *	0.9905
		(50,50)	0.9655	0.9960	0.9985 *	0.9975
		(70,70)	0.9925	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.6045	0.6490	0.7120 *	0.5950
		(15,15)	0.7540	0.8355	0.8775 *	0.8305
		(20,20)	0.8735	0.9405	0.9610 *	0.9430
		(30,30)	0.9625	0.9910	0.9945 *	0.9940
		(40,40)	0.9825	0.9985	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.9955	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.23 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0435	0.0470	0.0530 *	0.0310
		(15,15)	0.0490	0.0595	0.0610 *	0.0350
		(20,20)	0.0495	0.0620	0.0730 *	0.0370
		(30,30)	0.0520	0.0635	0.0770 *	0.0385
(เบ้ = 4.00)		(40,40)	0.0525	0.0680	0.0855 *	0.0395
		(50,50)	0.0560	0.0740	0.1080 *	0.0505
(โด่ง = 41.00)		(70,70)	0.0575	0.0835	0.1400 *	0.0560
		(100,100)	0.0595	0.0940	0.1800 *	0.0645
	10%	(10,10)	0.0530	0.0655	0.0825 *	0.0450
		(15,15)	0.0585	0.0800	0.1055 *	0.0550
		(20,20)	0.0610	0.0945	0.1405 *	0.0580
		(30,30)	0.0645	0.1160	0.1890 *	0.0800
		(40,40)	0.0715	0.1170	0.2320 *	0.0920
		(50,50)	0.0800	0.1505	0.2815 *	0.1250
		(70,70)	0.0875	0.2150	0.4035 *	0.1960
		(100,100)	0.1070	0.2825	0.5365 *	0.2735
	20%	(10,10)	0.0830	0.1225	0.1795 *	0.0900
		(15,15)	0.1010	0.1670	0.2765 *	0.1365
		(20,20)	0.1210	0.2285	0.3745 *	0.1890
		(30,30)	0.1420	0.3065	0.5480 *	0.2940
		(40,40)	0.1630	0.3830	0.6820 *	0.4115
		(50,50)	0.1980	0.4630	0.7815 *	0.5155
		(70,70)	0.2385	0.5945	0.8885 *	0.7110
		(100,100)	0.3075	0.7635	0.9655 *	0.8910
	30%	(10,10)	0.1230	0.2075	0.3210 *	0.1675
		(15,15)	0.1665	0.2920	0.4880 *	0.2590
		(20,20)	0.2245	0.4020	0.6355 *	0.3880
		(30,30)	0.2530	0.5610	0.8325 *	0.6260
		(40,40)	0.3220	0.6975	0.9190 *	0.7980
		(50,50)	0.3785	0.7820	0.9645 *	0.8950
		(70,70)	0.4605	0.8925	0.9950 *	0.9785
		(100,100)	0.6050	0.9660	0.9995 *	0.9970
	40%	(10,10)	0.2010	0.3080	0.4580 *	0.2710
		(15,15)	0.2520	0.4550	0.6555 *	0.4490
		(20,20)	0.3230	0.5880	0.8095 *	0.6300
		(30,30)	0.4100	0.7815	0.9440 *	0.8720
		(40,40)	0.4985	0.8740	0.9860 *	0.9630
		(50,50)	0.5760	0.9395	0.9945 *	0.9900
		(70,70)	0.6700	0.9865	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.8150	0.9985	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2755	0.4150	0.5920 *	0.3860
		(15,15)	0.3750	0.6030	0.7910 *	0.6320
		(20,20)	0.4485	0.7465	0.9020 *	0.8060
		(30,30)	0.5705	0.9050	0.9780 *	0.9670
		(40,40)	0.6455	0.9610	0.9965 *	0.9955
		(50,50)	0.7485	0.9870	0.9995 *	0.9990
		(70,70)	0.8255	0.9980	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.9355	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.23 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0375	0.0480	0.0540 *	0.0310
		(15,15)	0.0405	0.0625	0.0720 *	0.0390
		(20,20)	0.0415	0.0625	0.0885 *	0.0400
		(30,30)	0.0420	0.0645	0.1025 *	0.0420
(เบ้ = 7.88)		(40,40)	0.0425	0.0650	0.1210 *	0.0445
(โด่ง = 208.91)		(50,50)	0.0435	0.0770	0.1540 *	0.0550
		(70,70)	0.0435	0.0935	0.2080 *	0.0700
		(100,100)	0.0495	0.1020	0.2640 *	0.0880
	10%	(10,10)	0.0435	0.0700	0.1005 *	0.0485
		(15,15)	0.0505	0.0850	0.1465 *	0.0630
		(20,20)	0.0505	0.1055	0.2040 *	0.0730
		(30,30)	0.0540	0.1325	0.2950 *	0.1025
		(40,40)	0.0595	0.1380	0.3735 *	0.1290
		(50,50)	0.0605	0.1690	0.4350 *	0.1750
		(70,70)	0.0625	0.2410	0.5955 *	0.2905
		(100,100)	0.0775	0.3250	0.7435 *	0.4430
	20%	(10,10)	0.0665	0.1320	0.2285 *	0.1015
		(15,15)	0.0775	0.1785	0.3750 *	0.1590
		(20,20)	0.0890	0.2475	0.5185 *	0.2335
		(30,30)	0.0985	0.3420	0.7195 *	0.3965
		(40,40)	0.1130	0.4260	0.8495 *	0.5695
		(50,50)	0.1275	0.5065	0.9060 *	0.6985
		(70,70)	0.1405	0.6350	0.9700 *	0.8805
		(100,100)	0.1865	0.7975	0.9935 *	0.9790
	30%	(10,10)	0.1025	0.2145	0.4025 *	0.1885
		(15,15)	0.1220	0.3030	0.5955 *	0.3075
		(20,20)	0.1550	0.4205	0.7625 *	0.4755
		(30,30)	0.1720	0.5765	0.9200 *	0.7540
		(40,40)	0.2065	0.7180	0.9700 *	0.8960
		(50,50)	0.2420	0.8020	0.9880 *	0.9660
		(70,70)	0.2750	0.9060	0.9995 *	0.9975
		(100,100)	0.3595	0.9730	1.0000 *	0.9995
	40%	(10,10)	0.1450	0.3120	0.5340 *	0.2930
		(15,15)	0.1860	0.4620	0.7295 *	0.4945
		(20,20)	0.2350	0.5965	0.8675 *	0.6990
		(30,30)	0.2555	0.7865	0.9700 *	0.9260
		(40,40)	0.3250	0.8750	0.9930 *	0.9880
		(50,50)	0.3790	0.9380	0.9970	0.9975 *
		(70,70)	0.4445	0.9865	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.5575	0.9990	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2085	0.4290	0.6385 *	0.4035
		(15,15)	0.2590	0.6155	0.8175 *	0.6695
		(20,20)	0.3135	0.7505	0.9245 *	0.8425
		(30,30)	0.3805	0.9080	0.9855 *	0.9815
		(40,40)	0.4445	0.9655	0.9995 *	0.9990
		(50,50)	0.5125	0.9920	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.5805	0.9980	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.7175	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.23 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0310	0.0490	0.0605 *	0.0340
		(15,15)	0.0355	0.0635	0.0855 *	0.0425
		(20,20)	0.0370	0.0685	0.1225 *	0.0465
		(30,30)	0.0375	0.0710	0.1565 *	0.0505
(เบ้ = 14.0)		(40,40)	0.0385	0.0740	0.1865 *	0.0525
(โด่ง = 947.0)		(50,50)	0.0390	0.0875	0.2295 *	0.0765
		(70,70)	0.0400	0.1185	0.3215 *	0.1020
		(100,100)	0.0410	0.1305	0.4290 *	0.1490
	10%	(10,10)	0.0380	0.0750	0.1285 *	0.0535
		(15,15)	0.0440	0.0995	0.2170 *	0.0745
		(20,20)	0.0440	0.1195	0.2960 *	0.0910
		(30,30)	0.0485	0.1545	0.4265 *	0.1520
		(40,40)	0.0495	0.1725	0.5445 *	0.2050
		(50,50)	0.0515	0.2130	0.6385 *	0.2770
		(70,70)	0.0535	0.3050	0.7840 *	0.4785
		(100,100)	0.0645	0.3970	0.9010 *	0.6995
	20%	(10,10)	0.0605	0.1465	0.3010 *	0.1235
		(15,15)	0.0675	0.2065	0.4990 *	0.2025
		(20,20)	0.0795	0.2890	0.6740 *	0.3145
		(30,30)	0.0795	0.3975	0.8540 *	0.5420
		(40,40)	0.0935	0.5145	0.9345 *	0.7460
		(50,50)	0.0950	0.5895	0.9720 *	0.8640
		(70,70)	0.1140	0.7225	0.9975 *	0.9730
		(100,100)	0.1455	0.8785	0.9995 *	0.9965
	30%	(10,10)	0.0950	0.2470	0.4790 *	0.2295
		(15,15)	0.1075	0.3505	0.6890 *	0.3875
		(20,20)	0.1325	0.4780	0.8470 *	0.5840
		(30,30)	0.1410	0.6475	0.9635 *	0.8635
		(40,40)	0.1640	0.7695	0.9920 *	0.9615
		(50,50)	0.1835	0.8515	0.9970 *	0.9915
		(70,70)	0.2065	0.9435	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2680	0.9875	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1325	0.3365	0.6010 *	0.3405
		(15,15)	0.1535	0.5075	0.7880 *	0.5780
		(20,20)	0.1990	0.6330	0.9045 *	0.7855
		(30,30)	0.2115	0.8270	0.9830 *	0.9675
		(40,40)	0.2620	0.9105	0.9990 *	0.9985
		(50,50)	0.2965	0.9570	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.3300	0.9920	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4205	0.9995	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.1915	0.4370	0.6985 *	0.4530
		(15,15)	0.2170	0.6310	0.8520 *	0.7515
		(20,20)	0.2685	0.7640	0.9415 *	0.8985
		(30,30)	0.2965	0.9120	0.9955 *	0.9940
		(40,40)	0.3665	0.9660	1.0000 *	0.9995
		(50,50)	0.4120	0.9965	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.4660	0.9985	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.5645	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.24 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.2995 *	0.2630	0.2735	0.1905
		(15,15)	0.3850 *	0.3705	0.3640	0.2620
		(20,20)	0.4630 *	0.4440	0.4510	0.3455
(เบ้ = 0.30)		(30,30)	0.6080 *	0.6010	0.5975	0.4785
(โด่ง = 3.16)		(40,40)	0.7320 *	0.7205	0.7145	0.6015
		(50,50)	0.8025 *	0.7935	0.7885	0.6815
		(70,70)	0.8910 *	0.8825	0.8840	0.8090
		(100,100)	0.9640 *	0.9600	0.9615	0.9345
	10%	(10,10)	0.6890 *	0.6575	0.6400	0.5385
		(15,15)	0.8310 *	0.8225	0.8045	0.7280
		(20,20)	0.9320 *	0.9200	0.9115	0.8595
		(30,30)	0.9880 *	0.9845	0.9825	0.9695
		(40,40)	0.9975 *	0.9965	0.9950	0.9915
		(50,50)	1.0000 *	0.9990	0.9990	0.9975
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9970 *	0.9930	0.9825	0.9820
		(15,15)	0.9995 *	0.9995 *	0.9980	0.9995 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9980	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.24 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.1075	0.1040	0.1080 *	0.0625
		(15,15)	0.1220	0.1135	0.1315 *	0.0750
		(20,20)	0.1295	0.1205	0.1325 *	0.0775
		(30,30)	0.1310	0.1375	0.1455 *	0.0790
(เบ้ = 1.63)		(40,40)	0.1385	0.1405	0.1510 *	0.0880
(โด่ง = 8.04)		(50,50)	0.1405	0.1500	0.1740 *	0.0920
		(70,70)	0.1575	0.1960	0.2260 *	0.1175
		(100,100)	0.1740	0.2250	0.2645 *	0.1300
	10%	(10,10)	0.1295	0.1390	0.1655 *	0.0920
		(15,15)	0.1635	0.1790	0.1925 *	0.1115
		(20,20)	0.1845	0.2020	0.2300 *	0.1340
		(30,30)	0.1945	0.2350	0.2900 *	0.1600
		(40,40)	0.2230	0.2715	0.3385 *	0.1905
		(50,50)	0.2705	0.3205	0.3870 *	0.2390
		(70,70)	0.3295	0.4220	0.5035 *	0.3385
		(100,100)	0.4050	0.5320	0.6350 *	0.4535
	20%	(10,10)	0.2445	0.2620	0.3145 *	0.1895
		(15,15)	0.3100	0.3585	0.4195 *	0.2645
		(20,20)	0.3755	0.4370	0.5130 *	0.3505
		(30,30)	0.4775	0.5750	0.6800 *	0.5080
		(40,40)	0.5670	0.6995	0.7910 *	0.6460
		(50,50)	0.6510	0.7735	0.8680 *	0.7320
		(70,70)	0.7500	0.8725	0.9450 *	0.8560
		(100,100)	0.8855	0.9555	0.9840 *	0.9570
	30%	(10,10)	0.4055	0.4385	0.5075 *	0.3365
		(15,15)	0.5130	0.5955	0.6570 *	0.5070
		(20,20)	0.6110	0.7010	0.8000 *	0.6445
		(30,30)	0.7475	0.8665	0.9240 *	0.8390
		(40,40)	0.8420	0.9345	0.9730 *	0.9290
		(50,50)	0.9065	0.9660	0.9930 *	0.9725
		(70,70)	0.9650	0.9955	0.9995 *	0.9970
		(100,100)	0.9965	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.5675	0.6135	0.6885 *	0.5320
		(15,15)	0.7025	0.7915	0.8335 *	0.7410
		(20,20)	0.8120	0.8950	0.9340 *	0.8750
		(30,30)	0.9260	0.9755	0.9885 *	0.9770
		(40,40)	0.9640	0.9930	0.9970 *	0.9965
		(50,50)	0.9830	0.9985	0.9995 *	0.9985
		(70,70)	0.9980	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.7145	0.7665	0.8185 *	0.7030
		(15,15)	0.8360	0.9125	0.9305 *	0.8955
		(20,20)	0.9295	0.9700	0.9830 *	0.9660
		(30,30)	0.9835	0.9950	0.9960 *	0.9960 *
		(40,40)	0.9905	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.9990	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>**หมายเหตุ**</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.24 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0960	0.0985	0.1030 *	0.0605
		(15,15)	0.0995	0.1060	0.1295 *	0.0725
		(20,20)	0.1005	0.1130	0.1355 *	0.0730
		(30,30)	0.1025	0.1195	0.1505 *	0.0735
(เบ้ = 4.00)		(40,40)	0.1030	0.1205	0.1580 *	0.0785
(โด่ง = 41.00)		(50,50)	0.1075	0.1340	0.1885 *	0.0800
		(70,70)	0.1100	0.1635	0.2310 *	0.0965
		(100,100)	0.1165	0.1735	0.2725 *	0.1090
	10%	(10,10)	0.1050	0.1260	0.1600 *	0.0770
		(15,15)	0.1190	0.1560	0.1920 *	0.0950
		(20,20)	0.1240	0.1645	0.2335 *	0.1085
		(30,30)	0.1270	0.1900	0.2995 *	0.1350
		(40,40)	0.1295	0.2085	0.3630 *	0.1570
		(50,50)	0.1510	0.2425	0.4010 *	0.1885
		(70,70)	0.1580	0.3235	0.5340 *	0.2895
		(100,100)	0.1865	0.3975	0.6565 *	0.3915
	20%	(10,10)	0.1475	0.1960	0.3095 *	0.1445
		(15,15)	0.1760	0.2620	0.4080 *	0.1975
		(20,20)	0.2110	0.3230	0.5155 *	0.2755
		(30,30)	0.2210	0.4330	0.6790 *	0.4085
		(40,40)	0.2635	0.5370	0.7965 *	0.5400
		(50,50)	0.2980	0.6010	0.8690 *	0.6475
		(70,70)	0.3450	0.7040	0.9385 *	0.8045
		(100,100)	0.4320	0.8550	0.9835 *	0.9400
	30%	(10,10)	0.2215	0.3140	0.4865 *	0.2505
		(15,15)	0.2620	0.4280	0.6305 *	0.3630
		(20,20)	0.3140	0.5300	0.7650 *	0.5085
		(30,30)	0.3695	0.6865	0.9040 *	0.7465
		(40,40)	0.4350	0.7930	0.9590 *	0.8760
		(50,50)	0.5010	0.8695	0.9820 *	0.9395
		(70,70)	0.5685	0.9425	0.9985 *	0.9910
		(100,100)	0.7175	0.9835	0.9995 *	0.9990
	40%	(10,10)	0.2985	0.4410	0.6275 *	0.3720
		(15,15)	0.3785	0.5915	0.7735 *	0.5640
		(20,20)	0.4285	0.6970	0.8825 *	0.7380
		(30,30)	0.5340	0.8690	0.9740 *	0.9270
		(40,40)	0.6070	0.9315	0.9930 *	0.9805
		(50,50)	0.6790	0.9680	0.9970 *	0.9940
		(70,70)	0.7685	0.9950	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.8890	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.4035	0.5625	0.7275 *	0.5095
		(15,15)	0.4755	0.7405	0.8645 *	0.7475
		(20,20)	0.5590	0.8400	0.9480 *	0.8855
		(30,30)	0.6705	0.9505	0.9890 *	0.9875
		(40,40)	0.7495	0.9840	0.9995 *	0.9980
		(50,50)	0.8240	0.9950	0.9995 *	0.9995 *
		(70,70)	0.8885	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.9680	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.24 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0905	0.0985	0.1080 *	0.0610
		(15,15)	0.0935	0.1065	0.1465 *	0.0725
		(20,20)	0.0940	0.1185	0.1670 *	0.0750
		(30,30)	0.0940	0.1265	0.1835 *	0.0800
(เบ้ = 7.88)		(40,40)	0.0970	0.1270	0.2150 *	0.0830
(โด่ง = 208.91)		(50,50)	0.0995	0.1425	0.2470 *	0.0955
		(70,70)	0.1025	0.1765	0.3180 *	0.1235
		(100,100)	0.1045	0.1930	0.3870 *	0.1505
	10%	(10,10)	0.0985	0.1325	0.1885 *	0.0845
		(15,15)	0.1035	0.1615	0.2515 *	0.1035
		(20,20)	0.1110	0.1740	0.3190 *	0.1275
		(30,30)	0.1105	0.2075	0.4165 *	0.1770
		(40,40)	0.1160	0.2325	0.5000 *	0.2085
		(50,50)	0.1200	0.2680	0.5720 *	0.2690
		(70,70)	0.1250	0.3580	0.7075 *	0.4130
		(100,100)	0.1425	0.4400	0.8335 *	0.5675
	20%	(10,10)	0.1240	0.2050	0.3985 *	0.1650
		(15,15)	0.1435	0.2780	0.5315 *	0.2275
		(20,20)	0.1670	0.3530	0.6605 *	0.3345
		(30,30)	0.1725	0.4570	0.8265 *	0.5200
		(40,40)	0.1940	0.5770	0.9070 *	0.6930
		(50,50)	0.2190	0.6365	0.9480 *	0.8055
		(70,70)	0.2320	0.7395	0.9895 *	0.9315
		(100,100)	0.2775	0.8860	0.9970 *	0.9895
	30%	(10,10)	0.1800	0.3270	0.5775 *	0.2775
		(15,15)	0.2070	0.4525	0.7265 *	0.4250
		(20,20)	0.2540	0.5450	0.8570 *	0.6050
		(30,30)	0.2580	0.7125	0.9605 *	0.8410
		(40,40)	0.3060	0.8070	0.9865 *	0.9440
		(50,50)	0.3470	0.8800	0.9955 *	0.9850
		(70,70)	0.3890	0.9510	0.9995 *	0.9995 *
		(100,100)	0.4845	0.9885	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.2415	0.4425	0.6865 *	0.3990
		(15,15)	0.2865	0.5955	0.8405 *	0.6285
		(20,20)	0.3255	0.7005	0.9290 *	0.7960
		(30,30)	0.3765	0.8705	0.9875 *	0.9650
		(40,40)	0.4380	0.9325	0.9980 *	0.9955
		(50,50)	0.4840	0.9660	0.9995 *	0.9985
		(70,70)	0.5500	0.9970	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.6675	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.3080	0.5785	0.7660 *	0.5250
		(15,15)	0.3760	0.7555	0.8950 *	0.7840
		(20,20)	0.4245	0.8585	0.9625 *	0.9150
		(30,30)	0.4935	0.9525	0.9955 *	0.9940
		(40,40)	0.5600	0.9885	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.6175	0.9955	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.6870	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.7970	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.24 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0865	0.1045	0.1300 *	0.0640
		(15,15)	0.0875	0.1315	0.1760 *	0.0790
		(20,20)	0.0895	0.1245	0.2105 *	0.0805
		(30,30)	0.0910	0.1385	0.2560 *	0.0895
(เบ้ = 14.0)		(40,40)	0.0915	0.1405	0.3010 *	0.1060
(โด่ง = 947.0)		(50,50)	0.0935	0.1580	0.3405 *	0.1260
		(70,70)	0.0965	0.1990	0.4445 *	0.1895
		(100,100)	0.0945	0.2260	0.5570 *	0.2525
	10%	(10,10)	0.0900	0.1420	0.2375 *	0.0965
		(15,15)	0.0980	0.1745	0.3425 *	0.1220
		(20,20)	0.1005	0.2035	0.4290 *	0.1610
		(30,30)	0.1035	0.2360	0.5655 *	0.2370
		(40,40)	0.1050	0.2745	0.6750 *	0.3135
		(50,50)	0.1040	0.3225	0.7575 *	0.4020
		(70,70)	0.1105	0.4195	0.8570 *	0.6030
		(100,100)	0.1280	0.5210	0.9435 *	0.8085
	20%	(10,10)	0.1165	0.2340	0.4885 *	0.1950
		(15,15)	0.1330	0.3200	0.6600 *	0.2865
		(20,20)	0.1480	0.4020	0.7925 *	0.4350
		(30,30)	0.1550	0.5215	0.9220 *	0.6815
		(40,40)	0.1635	0.6400	0.9645 *	0.8460
		(50,50)	0.1845	0.7080	0.9860 *	0.9330
		(70,70)	0.1855	0.8205	0.9985 *	0.9895
		(100,100)	0.2290	0.9295	0.9995 *	0.9990
	30%	(10,10)	0.1610	0.3570	0.6530 *	0.3320
		(15,15)	0.1810	0.4965	0.8105 *	0.5210
		(20,20)	0.2215	0.5950	0.9155 *	0.7085
		(30,30)	0.2265	0.7650	0.9825 *	0.9290
		(40,40)	0.2605	0.8500	0.9970 *	0.9835
		(50,50)	0.2915	0.9085	0.9980 *	0.9955
		(70,70)	0.3090	0.9715	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.3740	0.9950	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.2220	0.4730	0.7510 *	0.4520
		(15,15)	0.2525	0.6435	0.8795 *	0.7175
		(20,20)	0.2915	0.7355	0.9540 *	0.8685
		(30,30)	0.3095	0.8945	0.9930 *	0.9855
		(40,40)	0.3670	0.9470	0.9995 *	0.9990
		(50,50)	0.4035	0.9785	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.4475	0.9990	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.5310	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2785	0.5880	0.8235 *	0.5775
		(15,15)	0.3270	0.7620	0.9095 *	0.8465
		(20,20)	0.3695	0.8615	0.9700 *	0.9500
		(30,30)	0.4140	0.9555	0.9990 *	0.9950
		(40,40)	0.4660	0.9945	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.5175	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.5585	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.6640	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

4.2.4 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงไวบูลล์

จากตารางที่ 4.25 – 4.27 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า ตัวสถิติที่มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด จะมีอำนาจการทดสอบในทุกเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ศึกษา

1.1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 (ความเบ้ = -0.72 ความโด่ง = 3.79) และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5 , 1.0 , 1.5 , 2.0 (ความเบ้ = [0.57,5.58] ความโด่ง = [3.13,60.80]) พบว่า ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 ตัวสถิติยูของแมน -วิทนีย์ (U) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด และที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20, 30, 40, 50, 70, 100 ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (A) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

1.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 (ความเบ้ = -0.72 ความโด่ง = 3.76) และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5 , 1.0 , 1.5 , 2.0 (ความเบ้ = [0.57,5.58] ความโด่ง = [3.13,60.80]) พบว่า ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (A) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

2. ที่ขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. ที่เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ที่ขนาดตัวอย่างและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท จะใกล้เคียงกันมากขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย มีค่ามากขึ้น

ตารางที่ 4.25 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.0615	0.0620 *	0.0415	0.0510
		(15,15)	0.0980	0.0985 *	0.0870	0.0810
		(20,20)	0.1465	0.1430	0.1550 *	0.1180
(เบ้ = -0.72)		(30,30)	0.2440	0.2540	0.2660 *	0.2230
		(40,40)	0.3560	0.3715	0.3880 *	0.3320
(โด่ง = 3.79)		(50,50)	0.4555	0.4725	0.5105 *	0.4240
		(70,70)	0.6320	0.6675	0.7225 *	0.6355
		(100,100)	0.8190	0.8510	0.8865 *	0.8300
	10%	(10,10)	0.2945	0.3030 *	0.2205	0.2635
		(15,15)	0.5120	0.5330 *	0.4710	0.4755
		(20,20)	0.6705	0.6890	0.6950 *	0.6615
		(30,30)	0.8865	0.8935	0.9015 *	0.8900
		(40,40)	0.9560	0.9660	0.9715 *	0.9660
		(50,50)	0.9900	0.9935	0.9965 *	0.9925
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9205	0.9290 *	0.7430	0.8950
		(15,15)	0.9880	0.9985 *	0.9745	0.9920
		(20,20)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.9975	0.9990 *	0.8435	0.9980
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9955	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.7845	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.7095	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.25 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0095	0.0125 *	0.0080	0.0085
		(15,15)	0.0120	0.0135 *	0.0110	0.0100
		(20,20)	0.0125	0.0140	0.0145 *	0.0100
		(30,30)	0.0130	0.0145	0.0155 *	0.0105
(เบ้ = 0.57)		(40,40)	0.0145	0.0175	0.0195 *	0.0105
(โด่ง = 3.13)		(50,50)	0.0195	0.0205	0.0225 *	0.0120
		(70,70)	0.0200	0.0220	0.0250 *	0.0130
		(100,100)	0.0255	0.0265	0.0285 *	0.0135
	10%	(10,10)	0.0170	0.0190 *	0.0100	0.0110
		(15,15)	0.0260	0.0285 *	0.0210	0.0185
		(20,20)	0.0275	0.0295	0.0315 *	0.0195
		(30,30)	0.0355	0.0360	0.0365 *	0.0205
		(40,40)	0.0460	0.0475	0.0480 *	0.0290
		(50,50)	0.0570	0.0580	0.0595 *	0.0395
		(70,70)	0.0630	0.0680	0.0790 *	0.0455
		(100,100)	0.1045	0.1110	0.1270 *	0.0805
	20%	(10,10)	0.0405	0.0530 *	0.0230	0.0280
		(15,15)	0.0635	0.0665 *	0.0545	0.0440
		(20,20)	0.0850	0.0920	0.0935 *	0.0680
		(30,30)	0.1005	0.1315	0.1465 *	0.1110
		(40,40)	0.1630	0.1990	0.2280 *	0.1715
		(50,50)	0.2060	0.2555	0.2885 *	0.2120
		(70,70)	0.3005	0.3865	0.4375 *	0.3385
		(100,100)	0.5775	0.5780	0.6305 *	0.5330
	30%	(10,10)	0.0975	0.1010 *	0.0510	0.0680
		(15,15)	0.1425	0.1445 *	0.1190	0.1075
		(20,20)	0.2140	0.2105	0.2280 *	0.1715
		(30,30)	0.3795	0.3615	0.3960 *	0.3135
		(40,40)	0.5165	0.4970	0.5330 *	0.4580
		(50,50)	0.6395	0.6270	0.6785 *	0.5905
		(70,70)	0.8310	0.8190	0.8605 *	0.8010
		(100,100)	0.9440	0.9460	0.9685 *	0.9445
	40%	(10,10)	0.1740	0.1810 *	0.1100	0.1285
		(15,15)	0.2935	0.3015 *	0.2655	0.2445
		(20,20)	0.4440	0.4150	0.4535 *	0.3615
		(30,30)	0.6655	0.6485	0.6785 *	0.6175
		(40,40)	0.8285	0.8060	0.8405 *	0.7900
		(50,50)	0.9100	0.8990	0.9245 *	0.8970
		(70,70)	0.9855	0.9825	0.9905 *	0.9820
		(100,100)	0.9985	0.9990	1.0000 *	0.9995
	50%	(10,10)	0.2995	0.3080 *	0.1930	0.2245
		(15,15)	0.5005	0.5180 *	0.4440	0.4260
		(20,20)	0.6785	0.6550	0.6800 *	0.6115
		(30,30)	0.8885	0.8700	0.8940 *	0.8635
		(40,40)	0.9605	0.9615	0.9665 *	0.9565
		(50,50)	0.9905	0.9915	0.9935 *	0.9910
		(70,70)	0.9990 *	0.9990 *	0.9990 *	0.9990 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.25 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0080	0.0115 *	0.0080	0.0085
		(15,15)	0.0090	0.0125 *	0.0120	0.0095
		(20,20)	0.0100	0.0125 *	0.0125 *	0.0095
		(30,30)	0.0105	0.0135	0.0160 *	0.0100
(เบ้ = 2.00)		(40,40)	0.0105	0.0140	0.0220 *	0.0100
(โด่ง = 9.00)		(50,50)	0.0110	0.0155	0.0270 *	0.0110
		(70,70)	0.0110	0.0165	0.0325 *	0.0120
		(100,100)	0.0115	0.0205	0.0505 *	0.0135
	10%	(10,10)	0.0105	0.0135 *	0.0095	0.0085
		(15,15)	0.0130	0.0185 *	0.0135	0.0145
		(20,20)	0.0115	0.0235	0.0245 *	0.0150
		(30,30)	0.0145	0.0245	0.0495 *	0.0165
		(40,40)	0.0175	0.0280	0.0750 *	0.0225
		(50,50)	0.0175	0.0380	0.0965 *	0.0345
		(70,70)	0.0210	0.0450	0.1610 *	0.0445
		(100,100)	0.0255	0.0725	0.2765 *	0.0975
	20%	(10,10)	0.0150	0.0220 *	0.0130	0.0180
		(15,15)	0.0230	0.0450 *	0.0435	0.0330
		(20,20)	0.0250	0.0565	0.1125 *	0.0505
		(30,30)	0.0365	0.0755	0.2410 *	0.0915
		(40,40)	0.0465	0.1155	0.3525 *	0.1445
		(50,50)	0.0620	0.1410	0.4705 *	0.1995
		(70,70)	0.0705	0.2170	0.6660 *	0.3770
		(100,100)	0.1215	0.3625	0.8405 *	0.6590
	30%	(10,10)	0.0295	0.0485 *	0.0345	0.0380
		(15,15)	0.0420	0.0930 *	0.0885	0.0635
		(20,20)	0.0570	0.1095	0.2565 *	0.1165
		(30,30)	0.0790	0.1875	0.5005 *	0.2445
		(40,40)	0.1155	0.2870	0.6620 *	0.4055
		(50,50)	0.1440	0.3575	0.7950 *	0.5740
		(70,70)	0.1945	0.5350	0.9275 *	0.8230
		(100,100)	0.3255	0.7210	0.9880 *	0.9735
	40%	(10,10)	0.0525	0.0815 *	0.0440	0.0720
		(15,15)	0.0745	0.1855 *	0.1830	0.1305
		(20,20)	0.1000	0.2060	0.4200 *	0.2310
		(30,30)	0.1540	0.3535	0.6970 *	0.4915
		(40,40)	0.2200	0.4920	0.8455 *	0.6965
		(50,50)	0.2860	0.6160	0.9280 *	0.8560
		(70,70)	0.4220	0.8090	0.9850 *	0.9780
		(100,100)	0.5965	0.9385	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0855	0.1315 *	0.0925	0.1175
		(15,15)	0.1245	0.3295 *	0.3240	0.2315
		(20,20)	0.1675	0.4345	0.5695 *	0.3920
		(30,30)	0.2750	0.5335	0.8170 *	0.7115
		(40,40)	0.3750	0.6995	0.9355 *	0.8865
		(50,50)	0.4690	0.8095	0.9795 *	0.9695
		(70,70)	0.6550	0.9440	0.9980 *	0.9975
		(100,100)	0.8260	0.9900	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.25 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0055	0.0130 *	0.0090	0.0100
		(15,15)	0.0060	0.0155 *	0.0130	0.0120
		(20,20)	0.0065	0.0155	0.0240 *	0.0115
		(30,30)	0.0075	0.0160	0.0665 *	0.0155
(เบ้ = 3.63)		(40,40)	0.0085	0.0195	0.1005 *	0.0190
		(50,50)	0.0090	0.0230	0.1340 *	0.0280
(โด่ง = 25.28)		(70,70)	0.0105	0.0250	0.2115 *	0.0435
		(100,100)	0.0115	0.0420	0.3555 *	0.1180
	10%	(10,10)	0.0055	0.0175 *	0.0105	0.0135
		(15,15)	0.0060	0.0255 *	0.0190	0.0210
		(20,20)	0.0070	0.0290	0.1145 *	0.0290
		(30,30)	0.0080	0.0400	0.2610 *	0.0585
		(40,40)	0.0090	0.0465	0.3675 *	0.0910
		(50,50)	0.0095	0.0700	0.4980 *	0.1465
		(70,70)	0.0110	0.0965	0.6870 *	0.2995
		(100,100)	0.0150	0.1585	0.8510 *	0.6435
	20%	(10,10)	0.0095	0.0365 *	0.0210	0.0275
		(15,15)	0.0115	0.0965 *	0.0945	0.0525
		(20,20)	0.0130	0.1170	0.3650 *	0.1070
		(30,30)	0.0165	0.1335	0.6535 *	0.2510
		(40,40)	0.0270	0.1955	0.8070 *	0.4470
		(50,50)	0.0280	0.2490	0.9190 *	0.6410
		(70,70)	0.0395	0.3695	0.9800 *	0.8955
		(100,100)	0.0580	0.5645	0.9965 *	0.9920
	30%	(10,10)	0.0185	0.0635 *	0.0365	0.0605
		(15,15)	0.0230	0.1895 *	0.1705	0.1305
		(20,20)	0.0325	0.2545	0.5535 *	0.2390
		(30,30)	0.0440	0.2750	0.8295 *	0.5370
		(40,40)	0.0550	0.4025	0.9430 *	0.7760
		(50,50)	0.0695	0.5070	0.9820 *	0.9215
		(70,70)	0.0800	0.7080	0.9965 *	0.9935
		(100,100)	0.1295	0.8570	1.0000 *	0.9995
	40%	(10,10)	0.0345	0.1135 *	0.0680	0.1130
		(15,15)	0.0475	0.2480 *	0.2395	0.2330
		(20,20)	0.0565	0.2740	0.6675 *	0.4150
		(30,30)	0.0785	0.4435	0.8935 *	0.7665
		(40,40)	0.1045	0.5965	0.9730 *	0.9370
		(50,50)	0.1325	0.7230	0.9950 *	0.9885
		(70,70)	0.1685	0.8875	0.9995 *	0.9995 *
		(100,100)	0.2650	0.9740	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0560	0.1630 *	0.0845	0.1625
		(15,15)	0.0725	0.3570 *	0.3505	0.3460
		(20,20)	0.0920	0.3885	0.7450 *	0.5725
		(30,30)	0.1290	0.6000	0.9180 *	0.8905
		(40,40)	0.1720	0.7730	0.9820 *	0.9770
		(50,50)	0.2195	0.8610	0.9975 *	0.9895
		(70,70)	0.3110	0.9675	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4375	0.9975	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.25 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0030	0.0155 *	0.0100	0.0120
		(15,15)	0.0035	0.0225 *	0.0175	0.0180
		(20,20)	0.0040	0.0235	0.1150 *	0.0245
		(30,30)	0.0055	0.0315	0.2625 *	0.0395
(เบ้ = 5.58)		(40,40)	0.0065	0.0330	0.3815 *	0.0815
		(50,50)	0.0075	0.0510	0.5175 *	0.1400
(โด่ง = 60.80)		(70,70)	0.0080	0.0600	0.6950 *	0.3080
		(100,100)	0.0080	0.1045	0.8585 *	0.6655
	10%	(10,10)	0.0045	0.0265 *	0.0120	0.0195
		(15,15)	0.0050	0.0375 *	0.0315	0.0310
		(20,20)	0.0055	0.0540	0.3330 *	0.0780
		(30,30)	0.0065	0.0775	0.6220 *	0.1875
		(40,40)	0.0070	0.1145	0.7765 *	0.3390
		(50,50)	0.0085	0.1385	0.8915 *	0.5230
		(70,70)	0.0090	0.2070	0.9710 *	0.8290
		(100,100)	0.0110	0.3500	0.9940 *	0.9845
	20%	(10,10)	0.0080	0.0555 *	0.0255	0.0530
		(15,15)	0.0070	0.1395 *	0.1360	0.1230
		(20,20)	0.0090	0.1695	0.6475 *	0.2435
		(30,30)	0.0110	0.2270	0.8875 *	0.5595
		(40,40)	0.0160	0.3425	0.9730 *	0.8060
		(50,50)	0.0190	0.4300	0.9955 *	0.9440
		(70,70)	0.0230	0.6165	0.9990 *	0.9965
		(100,100)	0.0360	0.7945	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0145	0.1270 *	0.0985	0.1125
		(15,15)	0.0185	0.2625 *	0.2575	0.2470
		(20,20)	0.0240	0.3530	0.7490 *	0.4510
		(30,30)	0.0250	0.4210	0.9315 *	0.8090
		(40,40)	0.0360	0.5725	0.9890 *	0.9600
		(50,50)	0.0435	0.6870	0.9995 *	0.9945
		(70,70)	0.0515	0.8640	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.0790	0.9665	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.0320	0.1850 *	0.1045	0.1735
		(15,15)	0.0355	0.3310 *	0.3260	0.3195
		(20,20)	0.0445	0.3800	0.8120 *	0.6345
		(30,30)	0.0525	0.5885	0.9455 *	0.9295
		(40,40)	0.0710	0.7565	0.9985 *	0.9955
		(50,50)	0.0850	0.8455	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1030	0.9610	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1510	0.9955	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0540	0.2385 *	0.1140	0.2280
		(15,15)	0.0620	0.3820 *	0.3745	0.3760
		(20,20)	0.0720	0.4975	0.8585 *	0.7685
		(30,30)	0.0935	0.7130	0.9780 *	0.9760
		(40,40)	0.1125	0.8690	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.1360	0.9300	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1845	0.9895	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2530	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.26 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.1945	0.1745	0.1965 *	0.1385
		(15,15)	0.2635	0.2545	0.2675 *	0.2000
		(20,20)	0.3335	0.3405	0.3595 *	0.2695
(เบ้ = -0.72)		(30,30)	0.5000	0.5060	0.5255 *	0.4200
		(40,40)	0.6060	0.6260	0.6570 *	0.5465
(โด่ง = 3.79)		(50,50)	0.6975	0.7250	0.7530 *	0.6500
		(70,70)	0.8365	0.8680	0.8970 *	0.8220
		(100,100)	0.9375	0.9545	0.9650 *	0.9340
	10%	(10,10)	0.5805	0.5500	0.5925 *	0.4870
		(15,15)	0.7555	0.7560	0.7605 *	0.6985
		(20,20)	0.8650	0.8785	0.8805 *	0.8450
		(30,30)	0.9675	0.9725	0.9740 *	0.9650
		(40,40)	0.9900	0.9925	0.9940 *	0.9900
		(50,50)	0.9990	0.9995	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9580	0.9730	0.9845 *	0.9660
		(15,15)	0.9945	0.9975	0.9999 *	0.9975
		(20,20)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.9945	0.9995	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.9990	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.26 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0525	0.0525	0.0540 *	0.0355
		(15,15)	0.0580	0.0625	0.0630 *	0.0380
		(20,20)	0.0645	0.0645	0.0655 *	0.0395
		(30,30)	0.0730	0.0700	0.0745 *	0.0425
(เบ้ = 0.57)		(40,40)	0.0760	0.0730	0.0780 *	0.0440
		(50,50)	0.0780	0.0745	0.0825 *	0.0460
(โด่ง = 3.13)		(70,70)	0.0790	0.0760	0.0830 *	0.0495
		(100,100)	0.0990	0.0985	0.1050 *	0.0580
	10%	(10,10)	0.0685	0.0770	0.0795 *	0.0470
		(15,15)	0.0845	0.0895	0.0950 *	0.0530
		(20,20)	0.0960	0.0990	0.1025 *	0.0645
		(30,30)	0.1185	0.1200	0.1265 *	0.0795
		(40,40)	0.1510	0.1460	0.1525 *	0.0905
		(50,50)	0.1630	0.1565	0.1725 *	0.1040
		(70,70)	0.2025	0.2045	0.2265 *	0.1405
		(100,100)	0.2870	0.2910	0.3185 *	0.2055
	20%	(10,10)	0.1435	0.1580	0.1655 *	0.0885
		(15,15)	0.1725	0.1895	0.1925 *	0.1110
		(20,20)	0.2200	0.2180	0.2250 *	0.1600
		(30,30)	0.3340	0.3240	0.3540 *	0.2500
		(40,40)	0.4200	0.4120	0.4365 *	0.3325
		(50,50)	0.4955	0.4895	0.5375 *	0.4055
		(70,70)	0.6550	0.6450	0.6975 *	0.5635
		(100,100)	0.8015	0.7955	0.8435 *	0.7375
	30%	(10,10)	0.2445	0.2560	0.2670 *	0.1625
		(15,15)	0.3510	0.4270	0.4415 *	0.2600
		(20,20)	0.4610	0.4420	0.4785 *	0.3375
		(30,30)	0.6235	0.6225	0.6510 *	0.5430
		(40,40)	0.7595	0.7485	0.7700 *	0.6720
		(50,50)	0.8435	0.8355	0.8720 *	0.7930
		(70,70)	0.9425	0.9410	0.9595 *	0.9255
		(100,100)	0.9870	0.9855	0.9925 *	0.9870
	40%	(10,10)	0.3865	0.4610	0.4755 *	0.2785
		(15,15)	0.5560	0.5605	0.5715 *	0.4500
		(20,20)	0.6960	0.6915	0.7105 *	0.6015
		(30,30)	0.8670	0.8550	0.8730 *	0.8155
		(40,40)	0.9405	0.9380	0.9515 *	0.9150
		(50,50)	0.9770	0.9755	0.9845 *	0.9695
		(70,70)	0.9975	0.9980	0.9985 *	0.9975
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.5025	0.5180	0.5355 *	0.4395
		(15,15)	0.7155	0.7235	0.7335 *	0.6520
		(20,20)	0.8450	0.8535	0.8615 *	0.8025
		(30,30)	0.9645	0.9620	0.9670 *	0.9505
		(40,40)	0.9885	0.9910	0.9940 *	0.9855
		(50,50)	0.9990	0.9990	0.9995 *	0.9985
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.26 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0495	0.0510	0.0585 *	0.0330
		(15,15)	0.0505	0.0535	0.0715 *	0.0365
		(20,20)	0.0525	0.0620	0.0720 *	0.0375
		(30,30)	0.0530	0.0645	0.0865 *	0.0395
(เบ้ = 2.00)		(40,40)	0.0540	0.0645	0.0950 *	0.0405
(โด่ง = 9.00)		(50,50)	0.0545	0.0670	0.1020 *	0.0415
		(70,70)	0.0560	0.0735	0.1330 *	0.0435
		(100,100)	0.0570	0.0870	0.1720 *	0.0655
	10%	(10,10)	0.0580	0.0610	0.0775 *	0.0390
		(15,15)	0.0585	0.0660	0.1055 *	0.0425
		(20,20)	0.0670	0.0850	0.1370 *	0.0565
		(30,30)	0.0680	0.1000	0.1955 *	0.0740
		(40,40)	0.0755	0.1160	0.2405 *	0.0880
		(50,50)	0.0805	0.1240	0.2835 *	0.1080
		(70,70)	0.0870	0.1540	0.3700 *	0.1570
		(100,100)	0.1085	0.2090	0.5230 *	0.2660
	20%	(10,10)	0.0770	0.0975	0.1565 *	0.0695
		(15,15)	0.0865	0.1155	0.2390 *	0.0930
		(20,20)	0.0975	0.1550	0.3325 *	0.1270
		(30,30)	0.1255	0.2200	0.5050 *	0.2225
		(40,40)	0.1535	0.2965	0.6195 *	0.3240
		(50,50)	0.1690	0.3415	0.7270 *	0.4375
		(70,70)	0.2095	0.4480	0.8535 *	0.6520
		(100,100)	0.2980	0.6035	0.9515 *	0.8645
	30%	(10,10)	0.1165	0.1500	0.2595 *	0.1170
		(15,15)	0.1365	0.2015	0.4080 *	0.1825
		(20,20)	0.1605	0.2785	0.5590 *	0.2665
		(30,30)	0.2235	0.4220	0.7550 *	0.4845
		(40,40)	0.2755	0.5135	0.8655 *	0.6590
		(50,50)	0.3285	0.6160	0.9270 *	0.8030
		(70,70)	0.4355	0.7675	0.9830 *	0.9460
		(100,100)	0.5595	0.8910	0.9975 *	0.9950
	40%	(10,10)	0.1665	0.2245	0.3610 *	0.1825
		(15,15)	0.2145	0.3275	0.5635 *	0.3100
		(20,20)	0.2555	0.4355	0.7225 *	0.4595
		(30,30)	0.3520	0.6115	0.8790 *	0.7235
		(40,40)	0.4435	0.7410	0.9595 *	0.8760
		(50,50)	0.5190	0.8225	0.9870 *	0.9610
		(70,70)	0.6715	0.9340	0.9960 *	0.9955
		(100,100)	0.8045	0.9830	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2295	0.3045	0.4675 *	0.2700
		(15,15)	0.2985	0.4475	0.6605 *	0.4540
		(20,20)	0.3785	0.5880	0.8220 *	0.6390
		(30,30)	0.5035	0.7735	0.9415 *	0.8775
		(40,40)	0.6195	0.8805	0.9810 *	0.9725
		(50,50)	0.7065	0.9345	0.9960 *	0.9960 *
		(70,70)	0.8350	0.9880	0.9995 *	0.9995 *
		(100,100)	0.9300	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.26 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0370	0.0535	0.0665 *	0.0335
		(15,15)	0.0415	0.0560	0.1325 *	0.0435
		(20,20)	0.0435	0.0740	0.1665 *	0.0480
		(30,30)	0.0490	0.0795	0.2345 *	0.0645
(เบ้ = 3.63)		(40,40)	0.0530	0.0865	0.2810 *	0.0825
		(50,50)	0.0540	0.0875	0.3540 *	0.1080
(โด่ง = 25.28)		(70,70)	0.0555	0.0995	0.4625 *	0.1720
		(100,100)	0.0565	0.1435	0.6005 *	0.3415
	10%	(10,10)	0.0465	0.0705	0.1360 *	0.0485
		(15,15)	0.0465	0.0790	0.2740 *	0.0660
		(20,20)	0.0530	0.1035	0.3640 *	0.0920
		(30,30)	0.0570	0.1420	0.5290 *	0.1675
		(40,40)	0.0600	0.1770	0.6355 *	0.2640
		(50,50)	0.0685	0.1915	0.7435 *	0.3730
		(70,70)	0.0740	0.2520	0.8620 *	0.6255
		(100,100)	0.0775	0.3575	0.9520 *	0.8715
	20%	(10,10)	0.0610	0.1265	0.2985 *	0.1080
		(15,15)	0.0675	0.1605	0.5255 *	0.1685
		(20,20)	0.0760	0.2215	0.6705 *	0.2585
		(30,30)	0.0885	0.3225	0.8515 *	0.5190
		(40,40)	0.1045	0.4150	0.9365 *	0.7095
		(50,50)	0.1120	0.4860	0.9755 *	0.8695
		(70,70)	0.1220	0.6350	0.9945 *	0.9790
		(100,100)	0.1625	0.7710	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0890	0.1985	0.4235 *	0.1775
		(15,15)	0.1010	0.2730	0.6575 *	0.3155
		(20,20)	0.1125	0.3635	0.8195 *	0.4845
		(30,30)	0.1370	0.5245	0.9420 *	0.7820
		(40,40)	0.1685	0.6405	0.9840 *	0.9330
		(50,50)	0.1930	0.7305	0.9970 *	0.9875
		(70,70)	0.2365	0.8755	0.9995 *	0.9985
		(100,100)	0.3180	0.9615	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1260	0.2670	0.5350 *	0.2650
		(15,15)	0.1520	0.3875	0.7245 *	0.4735
		(20,20)	0.1675	0.5210	0.8760 *	0.6715
		(30,30)	0.2135	0.6960	0.9650 *	0.9200
		(40,40)	0.2590	0.8170	0.9945 *	0.9880
		(50,50)	0.2985	0.8900	0.9975 *	0.9925
		(70,70)	0.3900	0.9695	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4950	0.9960	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.1710	0.3495	0.6190 *	0.3590
		(15,15)	0.2055	0.5010	0.7825 *	0.5965
		(20,20)	0.2385	0.6460	0.9105 *	0.8090
		(30,30)	0.3070	0.8150	0.9735 *	0.9715
		(40,40)	0.3750	0.9160	1.0000 *	0.9980
		(50,50)	0.4265	0.9600	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.5310	0.9925	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.6720	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.26 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0280	0.0630	0.1190 *	0.0420
		(15,15)	0.0325	0.0660	0.3070 *	0.0575
		(20,20)	0.0365	0.0910	0.3895 *	0.0835
		(30,30)	0.0450	0.1160	0.5375 *	0.1595
(เบ้ = 5.58)		(40,40)	0.0480	0.1365	0.6500 *	0.2475
(โด่ง = 60.80)		(50,50)	0.0485	0.1450	0.7475 *	0.3625
		(70,70)	0.0490	0.1835	0.8670 *	0.6410
		(100,100)	0.0555	0.2665	0.9515 *	0.9030
	10%	(10,10)	0.0325	0.0950	0.2470 *	0.0785
		(15,15)	0.0390	0.1185	0.5385 *	0.1230
		(20,20)	0.0400	0.1505	0.6685 *	0.1995
		(30,30)	0.0495	0.2205	0.8315 *	0.4070
		(40,40)	0.0530	0.2905	0.9210 *	0.6250
		(50,50)	0.0535	0.3285	0.9630 *	0.7980
		(70,70)	0.0540	0.4320	0.9920 *	0.9655
		(100,100)	0.0655	0.5870	1.0000 *	0.9990
	20%	(10,10)	0.0545	0.1780	0.4570 *	0.1730
		(15,15)	0.0590	0.2380	0.7285 *	0.3060
		(20,20)	0.0655	0.3240	0.8760 *	0.4985
		(30,30)	0.0760	0.4685	0.9700 *	0.8055
		(40,40)	0.0790	0.5760	0.9935 *	0.9475
		(50,50)	0.0830	0.6740	0.9990 *	0.9945
		(70,70)	0.0935	0.8220	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1185	0.9250	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0825	0.2590	0.5980 *	0.2795
		(15,15)	0.0880	0.3720	0.7900 *	0.4955
		(20,20)	0.0935	0.4900	0.9155 *	0.7085
		(30,30)	0.1115	0.6680	0.9840 *	0.9490
		(40,40)	0.1290	0.7975	0.9975 *	0.9950
		(50,50)	0.1430	0.8645	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1615	0.9580	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2120	0.9920	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1115	0.3340	0.6885 *	0.3745
		(15,15)	0.1285	0.4965	0.8310 *	0.6445
		(20,20)	0.1455	0.6335	0.9370 *	0.8460
		(30,30)	0.1640	0.8005	0.9860 *	0.9840
		(40,40)	0.1930	0.9085	1.0000 *	0.9995
		(50,50)	0.2280	0.9540	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.2740	0.9925	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.3365	0.9995	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.1535	0.4275	0.7540 *	0.4900
		(15,15)	0.1835	0.5980	0.8605 *	0.7655
		(20,20)	0.1975	0.7410	0.9425 *	0.9200
		(30,30)	0.2360	0.8930	0.9980 *	0.9965
		(40,40)	0.2825	0.9565	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.3120	0.9845	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.3865	0.9970	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4770	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.27 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.2940	0.2705	0.2990 *	0.2020
		(15,15)	0.3745	0.3805	0.3810 *	0.2860
		(20,20)	0.4585	0.4775	0.4960 *	0.3715
(เบ้ = -0.72)		(30,30)	0.6215	0.6390	0.6425 *	0.5380
		(40,40)	0.7165	0.7420	0.7690 *	0.6565
(โด่ง = 3.79)		(50,50)	0.8025	0.8215	0.8460 *	0.7480
		(70,70)	0.9025	0.9260	0.9405 *	0.8850
		(100,100)	0.9730	0.9770	0.9825 *	0.9605
	10%	(10,10)	0.7035	0.6900	0.7185 *	0.5955
		(15,15)	0.8415	0.8490	0.8565 *	0.7920
		(20,20)	0.9195	0.9300	0.9320 *	0.9025
		(30,30)	0.9860	0.9855	0.9880 *	0.9780
		(40,40)	0.9965	0.9955	0.9985 *	0.9950
		(50,50)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9810	0.9875	0.9935 *	0.9840
		(15,15)	0.9970	0.9995	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.9975	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.27 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.1125	0.1035	0.1195 *	0.0615
		(15,15)	0.1135	0.1085	0.1190 *	0.0675
		(20,20)	0.1155	0.1140	0.1205 *	0.0705
		(30,30)	0.1240	0.1280	0.1360 *	0.0740
(เบ้ = 0.57)		(40,40)	0.1345	0.1340	0.1370 *	0.0755
(โด่ง = 3.13)		(50,50)	0.1350	0.1355	0.1415 *	0.0760
		(70,70)	0.1355	0.1420	0.1430 *	0.0775
		(100,100)	0.1705	0.1810	0.1885 *	0.1035
	10%	(10,10)	0.1230	0.1215	0.1455 *	0.0825
		(15,15)	0.1370	0.1325	0.1460 *	0.0830
		(20,20)	0.1555	0.1565	0.1640 *	0.0985
		(30,30)	0.1975	0.1985	0.2135 *	0.1300
		(40,40)	0.2345	0.2455	0.2570 *	0.1500
		(50,50)	0.2590	0.2545	0.2690 *	0.1640
		(70,70)	0.3025	0.3100	0.3370 *	0.2065
		(100,100)	0.4075	0.4035	0.4400 *	0.3050
	20%	(10,10)	0.2260	0.2020	0.2275 *	0.1425
		(15,15)	0.2750	0.2745	0.2805 *	0.1805
		(20,20)	0.3455	0.3250	0.3575 *	0.2240
		(30,30)	0.4585	0.4550	0.4840 *	0.3395
		(40,40)	0.5460	0.5380	0.5700 *	0.4250
		(50,50)	0.6295	0.6280	0.6635 *	0.5115
		(70,70)	0.7645	0.7575	0.7945 *	0.6770
		(100,100)	0.8810	0.8720	0.9065 *	0.8210
	30%	(10,10)	0.3405	0.3370	0.3450 *	0.2390
		(15,15)	0.4675	0.4680	0.4750 *	0.3495
		(20,20)	0.5945	0.5785	0.6055 *	0.4635
		(30,30)	0.7500	0.7340	0.7735 *	0.6400
		(40,40)	0.8485	0.8440	0.8650 *	0.7760
		(50,50)	0.9060	0.9005	0.9240 *	0.8635
		(70,70)	0.9730	0.9715	0.9800 *	0.9575
		(100,100)	0.9960	0.9945	0.9980 *	0.9930
	40%	(10,10)	0.5030	0.4940	0.5170 *	0.3925
		(15,15)	0.6720	0.6715	0.6815 *	0.5520
		(20,20)	0.7935	0.7885	0.8125 *	0.7050
		(30,30)	0.9295	0.9220	0.9310 *	0.8775
		(40,40)	0.9660	0.9670	0.9755 *	0.9495
		(50,50)	0.9900	0.9925	0.9965 *	0.9860
		(70,70)	0.9980	0.9980	0.9990 *	0.9980
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.6590	0.6570	0.6655 *	0.5485
		(15,15)	0.8270	0.8235	0.8355 *	0.7510
		(20,20)	0.9195	0.9205	0.9235 *	0.8710
		(30,30)	0.9820	0.9795	0.9840 *	0.9715
		(40,40)	0.9950	0.9960	0.9965 *	0.9945
		(50,50)	0.9995	0.9995	1.0000 *	0.9995
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.27 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0975	0.1035	0.1280 *	0.0630
		(15,15)	0.0990	0.1035	0.1325 *	0.0645
		(20,20)	0.1040	0.1155	0.1360 *	0.0705
		(30,30)	0.1070	0.1235	0.1605 *	0.0705
(เบ้ = 2.00)		(40,40)	0.1080	0.1240	0.1745 *	0.0760
(โด่ง = 9.00)		(50,50)	0.1105	0.1265	0.1840 *	0.0795
		(70,70)	0.1140	0.1325	0.2195 *	0.0825
		(100,100)	0.1215	0.1570	0.2770 *	0.1145
	10%	(10,10)	0.1125	0.1120	0.1580 *	0.0765
		(15,15)	0.1135	0.1240	0.1865 *	0.0800
		(20,20)	0.1135	0.1390	0.2290 *	0.0970
		(30,30)	0.1260	0.1680	0.3025 *	0.1235
		(40,40)	0.1360	0.2000	0.3520 *	0.1480
		(50,50)	0.1375	0.2010	0.4115 *	0.1730
		(70,70)	0.1450	0.2435	0.5235 *	0.2420
		(100,100)	0.1790	0.3195	0.6500 *	0.3925
	20%	(10,10)	0.1500	0.1660	0.2810 *	0.1150
		(15,15)	0.1540	0.2005	0.3765 *	0.1475
		(20,20)	0.1695	0.2460	0.4725 *	0.1955
		(30,30)	0.2120	0.3375	0.6415 *	0.3240
		(40,40)	0.2415	0.4050	0.7320 *	0.4445
		(50,50)	0.2730	0.4625	0.8280 *	0.5750
		(70,70)	0.3175	0.5895	0.9185 *	0.7700
		(100,100)	0.4155	0.7135	0.9740 *	0.9215
	30%	(10,10)	0.1925	0.2430	0.4190 *	0.1865
		(15,15)	0.2275	0.3315	0.5610 *	0.2715
		(20,20)	0.2555	0.3980	0.6895 *	0.3815
		(30,30)	0.3320	0.5445	0.8395 *	0.6105
		(40,40)	0.3890	0.6485	0.9300 *	0.7700
		(50,50)	0.4455	0.7300	0.9655 *	0.8835
		(70,70)	0.5685	0.8560	0.9910 *	0.9725
		(100,100)	0.6770	0.9385	1.0000 *	0.9995
	40%	(10,10)	0.2635	0.3345	0.5330 *	0.2725
		(15,15)	0.3085	0.4650	0.6860 *	0.4225
		(20,20)	0.3800	0.5655	0.8255 *	0.5785
		(30,30)	0.4760	0.7215	0.9480 *	0.8290
		(40,40)	0.5680	0.8335	0.9870 *	0.9425
		(50,50)	0.6475	0.8920	0.9995 *	0.9820
		(70,70)	0.7665	0.9660	1.0000 *	0.9975
		(100,100)	0.8820	0.9920	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.3415	0.4330	0.6765 *	0.3730
		(15,15)	0.4040	0.5945	0.8405 *	0.5780
		(20,20)	0.5055	0.7085	0.9395 *	0.7525
		(30,30)	0.6195	0.8555	0.9855 *	0.9330
		(40,40)	0.7370	0.9400	0.9980 *	0.9855
		(50,50)	0.8065	0.9695	1.0000 *	0.9985
		(70,70)	0.9020	0.9955	1.0000 *	0.9995
		(100,100)	0.9615	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.27 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0955	0.1085	0.1540 *	0.0695
		(15,15)	0.0960	0.1135	0.2150 *	0.0745
		(20,20)	0.0990	0.1210	0.2655 *	0.0905
		(30,30)	0.1015	0.1475	0.3580 *	0.1220
(เบ้ = 3.63)		(40,40)	0.1030	0.1605	0.4025 *	0.1470
(โด่ง = 25.28)		(50,50)	0.1040	0.1640	0.4750 *	0.1865
		(70,70)	0.1095	0.1760	0.5920 *	0.2755
		(100,100)	0.1175	0.2275	0.7130 *	0.4895
	10%	(10,10)	0.1020	0.1375	0.2660 *	0.0940
		(15,15)	0.1040	0.1545	0.3975 *	0.1245
		(20,20)	0.1110	0.1770	0.4835 *	0.1570
		(30,30)	0.1115	0.2265	0.6530 *	0.2710
		(40,40)	0.1230	0.2770	0.7445 *	0.3885
		(50,50)	0.1235	0.2955	0.8320 *	0.5190
		(70,70)	0.1185	0.3650	0.9145 *	0.7535
		(100,100)	0.1360	0.4810	0.9725 *	0.9445
	20%	(10,10)	0.1285	0.2135	0.4875 *	0.1665
		(15,15)	0.1335	0.2735	0.6535 *	0.2535
		(20,20)	0.1365	0.3265	0.7810 *	0.3825
		(30,30)	0.1615	0.4555	0.9100 *	0.6550
		(40,40)	0.1755	0.5360	0.9685 *	0.8265
		(50,50)	0.1860	0.6095	0.9885 *	0.9330
		(70,70)	0.2070	0.7490	0.9960 *	0.9930
		(100,100)	0.2640	0.8545	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.1615	0.2990	0.6255 *	0.2750
		(15,15)	0.1805	0.4035	0.7790 *	0.4430
		(20,20)	0.1860	0.4890	0.8895 *	0.6175
		(30,30)	0.2275	0.6495	0.9715 *	0.8740
		(40,40)	0.2640	0.7570	0.9920 *	0.9740
		(50,50)	0.2895	0.8290	0.9990 *	0.9965
		(70,70)	0.3520	0.9280	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4270	0.9785	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.2115	0.3975	0.7185 *	0.3800
		(15,15)	0.2410	0.5345	0.8350 *	0.5960
		(20,20)	0.2630	0.6465	0.9285 *	0.7925
		(30,30)	0.3180	0.7920	0.9865 *	0.9630
		(40,40)	0.3790	0.8890	0.9975 *	0.9950
		(50,50)	0.4155	0.9330	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.5010	0.9850	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.6120	0.9990	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2700	0.4760	0.7710 *	0.4765
		(15,15)	0.3000	0.6460	0.8710 *	0.7305
		(20,20)	0.3415	0.7525	0.9510 *	0.8950
		(30,30)	0.4175	0.8930	0.9980 *	0.9890
		(40,40)	0.4820	0.9525	0.9995 *	0.9990
		(50,50)	0.5425	0.9815	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.6575	0.9980	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.7665	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.27 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงไวบูลล์ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0835	0.1260	0.2695 *	0.0840
		(15,15)	0.0900	0.1365	0.4155 *	0.1105
		(20,20)	0.0985	0.1475	0.4850 *	0.1455
		(30,30)	0.1005	0.1885	0.6600 *	0.2550
(เบ้ = 5.58)		(40,40)	0.1010	0.2345	0.7550 *	0.3710
(โด่ง = 60.80)		(50,50)	0.1015	0.2365	0.8435 *	0.5300
		(70,70)	0.1075	0.2905	0.9120 *	0.7800
		(100,100)	0.1120	0.3825	0.9720 *	0.9620
	10%	(10,10)	0.0915	0.1665	0.4455 *	0.1360
		(15,15)	0.0990	0.2020	0.6355 *	0.2060
		(20,20)	0.1055	0.2490	0.7515 *	0.3085
		(30,30)	0.1065	0.3210	0.8895 *	0.5705
		(40,40)	0.1095	0.4055	0.9565 *	0.7585
		(50,50)	0.1160	0.4545	0.9830 *	0.8980
		(70,70)	0.1115	0.5645	0.9950 *	0.9850
		(100,100)	0.1310	0.6960	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.1190	0.2795	0.6710 *	0.2685
		(15,15)	0.1620	0.3625	0.8320 *	0.4385
		(20,20)	0.1230	0.4400	0.9270 *	0.6380
		(30,30)	0.1385	0.5995	0.9870 *	0.8940
		(40,40)	0.1510	0.7025	0.9970 *	0.9805
		(50,50)	0.1530	0.7720	1.0000 *	0.9990
		(70,70)	0.1660	0.8920	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2010	0.9620	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.1510	0.3820	0.7700 *	0.3930
		(15,15)	0.1670	0.5100	0.8815 *	0.6360
		(20,20)	0.1660	0.6185	0.9540 *	0.8315
		(30,30)	0.2000	0.7685	0.9930 *	0.9780
		(40,40)	0.2180	0.8710	0.9985 *	0.9985 *
		(50,50)	0.2370	0.9195	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.2650	0.9800	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.3175	0.9970	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1975	0.4820	0.8225 *	0.4985
		(15,15)	0.2175	0.6305	0.9055 *	0.7735
		(20,20)	0.2260	0.7430	0.9620 *	0.9240
		(30,30)	0.2600	0.8815	0.9965 *	0.9945
		(40,40)	0.3050	0.9475	0.9995 *	0.9975
		(50,50)	0.3190	0.9750	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.3830	0.9950	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4620	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2515	0.5505	0.8550 *	0.5935
		(15,15)	0.2695	0.7260	0.9160 *	0.8570
		(20,20)	0.2895	0.8250	0.9675 *	0.9595
		(30,30)	0.3290	0.9380	0.9995 *	0.9990
		(40,40)	0.3835	0.9810	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.4285	0.9930	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.4915	0.9990	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.5880	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

4.2.5 ผลการทดลองสำหรับการแจกแจงเบตา

จากตารางที่ 4.28 – 4.30 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย และขนาดตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า ตัวสถิติที่มีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด จะมีอำนาจการทดสอบในทุกเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ศึกษา

1.1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 (ความเบ้ = -0.15 ความโด่ง = 2.93) พบว่า ตัวสถิติที (T) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 (ความเบ้ = [0.80,3.78] ความโด่ง = [3.70,23.24]) พบว่า ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 15 ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ (U) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด และที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20, 30, 40, 50, 70, 100 ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (A) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

1.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 (ความเบ้ = -0.15 ความโด่ง = 2.93) พบว่า ตัวสถิติที (T) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 (ความเบ้ = [0.80,3.78] ความโด่ง = [3.70,23.24]) พบว่า ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน (A) มีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

2. ที่ขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. ที่เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ที่ขนาดตัวอย่างและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใดๆ เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

5. ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท จะใกล้เคียงกันมากขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย มีค่ามากขึ้น

ตารางที่ 4.28 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.0535 *	0.0470	0.0345	0.0345
		(15,15)	0.0900 *	0.0890	0.0710	0.0680
		(20,20)	0.1450 *	0.1380	0.1200	0.1140
(เบ้ = -0.15)		(30,30)	0.2595 *	0.2315	0.2270	0.1915
		(40,40)	0.3560 *	0.3290	0.3185	0.2810
(โด่ง = 2.93)		(50,50)	0.4685 *	0.4350	0.4230	0.3750
		(70,70)	0.6350 *	0.6090	0.6085	0.5335
		(100,100)	0.8240 *	0.8000	0.8105	0.7390
	10%	(10,10)	0.2995 *	0.2575	0.1880	0.2220
		(15,15)	0.5025 *	0.4660	0.3815	0.4025
		(20,20)	0.6815 *	0.6535	0.6085	0.5950
		(30,30)	0.8675 *	0.8465	0.8285	0.8120
		(40,40)	0.9610 *	0.9505	0.9460	0.9290
		(50,50)	0.9875 *	0.9850	0.9835	0.9760
		(70,70)	0.9995 *	0.9995 *	0.9995 *	0.9985
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9245 *	0.8920	0.7590	0.8660
		(15,15)	0.9950 *	0.9910	0.9765	0.9850
		(20,20)	0.9995 *	0.9995 *	0.9975	0.9975
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	0.9995	0.8880	0.9990
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9990	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9765	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9990	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.28 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0125	0.0135 *	0.0065	0.0090
		(15,15)	0.0150	0.0155 *	0.0110	0.0105
		(20,20)	0.0170	0.0175	0.0180 *	0.0115
		(30,30)	0.0175	0.0180	0.0190 *	0.0120
(เบ้ = 0.80)		(40,40)	0.0185	0.0185	0.0195 *	0.0125
(โด่ง = 3.70)		(50,50)	0.0235	0.0240	0.0245 *	0.0170
		(70,70)	0.0275	0.0270	0.0295 *	0.0185
		(100,100)	0.0300	0.0350	0.0385 *	0.0220
	10%	(10,10)	0.0180	0.0195 *	0.0090	0.0135
		(15,15)	0.0225	0.0235 *	0.0185	0.0185
		(20,20)	0.0290	0.0295	0.0315 *	0.0250
		(30,30)	0.0365	0.0320	0.0375 *	0.0260
		(40,40)	0.0500	0.0495	0.0565 *	0.0350
		(50,50)	0.0585	0.0620	0.0715 *	0.0470
		(70,70)	0.0815	0.0865	0.0995 *	0.0680
		(100,100)	0.1265	0.1395	0.1630 *	0.0970
	20%	(10,10)	0.0480	0.0505 *	0.0220	0.0310
		(15,15)	0.0640	0.0685 *	0.0620	0.0510
		(20,20)	0.0845	0.0930	0.0955 *	0.0760
		(30,30)	0.1485	0.1500	0.1780 *	0.1300
		(40,40)	0.2075	0.2185	0.2515 *	0.1845
		(50,50)	0.2875	0.2985	0.3600 *	0.2645
		(70,70)	0.4070	0.4360	0.5175 *	0.3960
		(100,100)	0.5710	0.6235	0.7160 *	0.6010
	30%	(10,10)	0.0950	0.0965 *	0.0565	0.0750
		(15,15)	0.1550	0.1620 *	0.1565	0.1285
		(20,20)	0.2135	0.2255	0.2365 *	0.1990
		(30,30)	0.3935	0.4040	0.4715 *	0.3820
		(40,40)	0.5120	0.5405	0.6175 *	0.5160
		(50,50)	0.6380	0.6660	0.7335 *	0.6575
		(70,70)	0.8205	0.8485	0.9055 *	0.8555
		(100,100)	0.9475	0.9635	0.9815 *	0.9700
	40%	(10,10)	0.1840	0.1935 *	0.1140	0.1425
		(15,15)	0.3235	0.3345 *	0.3155	0.2800
		(20,20)	0.4345	0.4415	0.4705 *	0.3980
		(30,30)	0.6790	0.6865	0.7380 *	0.6760
		(40,40)	0.8310	0.8605	0.8930 *	0.8565
		(50,50)	0.9005	0.9225	0.9475 *	0.9235
		(70,70)	0.9770	0.9860	0.9940 *	0.9905
		(100,100)	0.9990	0.9995	1.0000 *	0.9995
	50%	(10,10)	0.3000	0.3060 *	0.2205	0.2565
		(15,15)	0.5125	0.5235 *	0.5065	0.4755
		(20,20)	0.6715	0.6835	0.7120 *	0.6685
		(30,30)	0.8920	0.8935	0.9195 *	0.8980
		(40,40)	0.9620	0.9725	0.9810 *	0.9800
		(50,50)	0.9875	0.9915	0.9955 *	0.9945
		(70,70)	0.9990	0.9995 *	0.9995 *	0.9995 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.28 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0095	0.0155 *	0.0070	0.0110
		(15,15)	0.0105	0.0155 *	0.0095	0.0115
		(20,20)	0.0110	0.0155	0.0180 *	0.0115
		(30,30)	0.0130	0.0155	0.0200 *	0.0130
(เบ้ = 1.83)		(40,40)	0.0130	0.0165	0.0270 *	0.0135
(โด่ง = 7.54)		(50,50)	0.0145	0.0175	0.0285 *	0.0135
		(70,70)	0.0145	0.0225	0.0485 *	0.0180
		(100,100)	0.0155	0.0240	0.0690 *	0.0190
	10%	(10,10)	0.0135	0.0180 *	0.0080	0.0150
		(15,15)	0.0135	0.0190 *	0.0110	0.0155
		(20,20)	0.0160	0.0230	0.0245 *	0.0195
		(30,30)	0.0175	0.0265	0.0560 *	0.0230
		(40,40)	0.0180	0.0310	0.0865 *	0.0270
		(50,50)	0.0260	0.0395	0.1155 *	0.0375
		(70,70)	0.0260	0.0565	0.1925 *	0.0665
		(100,100)	0.0350	0.0835	0.3000 *	0.1260
	20%	(10,10)	0.0220	0.0350 *	0.0135	0.0270
		(15,15)	0.0240	0.0460 *	0.0420	0.0290
		(20,20)	0.0290	0.0530	0.1160 *	0.0485
		(30,30)	0.0370	0.0800	0.2465 *	0.0900
		(40,40)	0.0505	0.1120	0.3630 *	0.1505
		(50,50)	0.0590	0.1545	0.4905 *	0.2235
		(70,70)	0.0885	0.2500	0.7050 *	0.4395
		(100,100)	0.1300	0.3500	0.8560 *	0.6705
	30%	(10,10)	0.0380	0.0550 *	0.0260	0.0480
		(15,15)	0.0395	0.0975 *	0.0965	0.0665
		(20,20)	0.0540	0.1130	0.2710 *	0.1195
		(30,30)	0.0860	0.1905	0.4980 *	0.2605
		(40,40)	0.1255	0.2765	0.6800 *	0.4205
		(50,50)	0.1390	0.3605	0.7985 *	0.5825
		(70,70)	0.2370	0.5500	0.9310 *	0.8350
		(100,100)	0.3220	0.7015	0.9870 *	0.9685
	40%	(10,10)	0.0605	0.0880 *	0.0545	0.0765
		(15,15)	0.0700	0.1965 *	0.1780	0.1300
		(20,20)	0.1020	0.2050	0.4245 *	0.2375
		(30,30)	0.1595	0.3415	0.6860 *	0.4795
		(40,40)	0.2320	0.4890	0.8495 *	0.6945
		(50,50)	0.2815	0.6030	0.9320 *	0.8585
		(70,70)	0.4340	0.8065	0.9895 *	0.9790
		(100,100)	0.5970	0.9135	0.9995 *	0.9995 *
	50%	(10,10)	0.0890	0.1340 *	0.1025	0.1190
		(15,15)	0.1190	0.2980 *	0.2805	0.2260
		(20,20)	0.1705	0.3270	0.5695 *	0.4010
		(30,30)	0.2670	0.5030	0.8205 *	0.6845
		(40,40)	0.3730	0.6830	0.9255 *	0.8895
		(50,50)	0.4700	0.7955	0.9745 *	0.9645
		(70,70)	0.6625	0.9335	0.9990 *	0.9985
		(100,100)	0.8075	0.9820	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.28 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0025	0.0115 *	0.0065	0.0090
		(15,15)	0.0045	0.0180 *	0.0125	0.0125
		(20,20)	0.0065	0.0180	0.0750 *	0.0160
		(30,30)	0.0075	0.0250	0.1885 *	0.0315
(เบ้ = 2.81)		(40,40)	0.0080	0.0275	0.2880 *	0.0575
		(50,50)	0.0085	0.0340	0.4165 *	0.1035
(โด่ง = 14.06)		(70,70)	0.0100	0.0565	0.5840 *	0.2385
		(100,100)	0.0110	0.0765	0.7405 *	0.5280
	10%	(10,10)	0.0025	0.0220 *	0.0095	0.0150
		(15,15)	0.0080	0.0300 *	0.0260	0.0285
		(20,20)	0.0100	0.0315	0.2320 *	0.0415
		(30,30)	0.0120	0.0560	0.4745 *	0.1160
		(40,40)	0.0130	0.0755	0.6470 *	0.2225
		(50,50)	0.0135	0.0995	0.7710 *	0.3615
		(70,70)	0.0145	0.1570	0.9165 *	0.6870
		(100,100)	0.0175	0.2280	0.9810 *	0.9375
	20%	(10,10)	0.0085	0.0455 *	0.0320	0.0410
		(15,15)	0.0160	0.1025 *	0.0790	0.0770
		(20,20)	0.0175	0.1250	0.5080 *	0.1545
		(30,30)	0.0260	0.1570	0.8030 *	0.3775
		(40,40)	0.0265	0.2215	0.9240 *	0.6210
		(50,50)	0.0315	0.2900	0.9655 *	0.8045
		(70,70)	0.0415	0.4345	0.9965 *	0.9770
		(100,100)	0.0545	0.6250	0.9980 *	0.9865
	30%	(10,10)	0.0170	0.0860 *	0.0530	0.0770
		(15,15)	0.0220	0.1530 *	0.1485	0.1470
		(20,20)	0.0320	0.1685	0.6385 *	0.3085
		(30,30)	0.0435	0.2900	0.8955 *	0.6220
		(40,40)	0.0510	0.4045	0.9670 *	0.8620
		(50,50)	0.0640	0.4970	0.9930 *	0.9640
		(70,70)	0.0935	0.7060	0.9990 *	0.9980
		(100,100)	0.1350	0.8790	0.9995 *	0.9990
	40%	(10,10)	0.0270	0.1165 *	0.0650	0.1155
		(15,15)	0.0370	0.2390 *	0.2180	0.2235
		(20,20)	0.0525	0.2695	0.7095 *	0.4525
		(30,30)	0.0730	0.4265	0.9260 *	0.8060
		(40,40)	0.0875	0.5850	0.9810 *	0.9520
		(50,50)	0.1115	0.6890	0.9965 *	0.9920
		(70,70)	0.1690	0.8740	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2520	0.9665	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0455	0.1655 *	0.1095	0.1540
		(15,15)	0.0580	0.3160 *	0.3025	0.3095
		(20,20)	0.0875	0.3830	0.7565 *	0.5845
		(30,30)	0.1155	0.5740	0.9365 *	0.9090
		(40,40)	0.1490	0.7110	0.9875 *	0.9850
		(50,50)	0.1950	0.8290	0.9995 *	0.9970
		(70,70)	0.2945	0.9525	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4185	0.9945	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.28 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0015	0.0270 *	0.0245	0.0250
		(15,15)	0.0035	0.0460 *	0.0435	0.0445
		(20,20)	0.0065	0.0565	0.5280 *	0.1095
(เบ้ = 3.78)		(30,30)	0.0070	0.0855	0.7795 *	0.3000
		(40,40)	0.0070	0.1240	0.9110 *	0.5375
(โด่ง = 23.24)		(50,50)	0.0055	0.1575	0.9735 *	0.7670
		(70,70)	0.0120	0.2200	0.9965 *	0.9705
		(100,100)	0.0090	0.3515	1.0000 *	1.0000 *
	10%	(10,10)	0.0025	0.0485 *	0.0455	0.0475
		(15,15)	0.0040	0.0945 *	0.0940	0.0935
		(20,20)	0.0065	0.1055	0.7290 *	0.2300
		(30,30)	0.0085	0.1775	0.9345 *	0.5545
		(40,40)	0.0100	0.2495	0.9805 *	0.8240
		(50,50)	0.0080	0.3215	0.9950 *	0.9540
		(70,70)	0.0150	0.4580	1.0000 *	0.9980
		(100,100)	0.0130	0.6525	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.0050	0.1015 *	0.0955	0.0960
		(15,15)	0.0105	0.1945 *	0.1760	0.1835
		(20,20)	0.0115	0.2175	0.8320 *	0.4625
		(30,30)	0.0125	0.3535	0.9765 *	0.8240
		(40,40)	0.0210	0.4925	0.9965 *	0.9670
		(50,50)	0.0190	0.6240	0.9985 *	0.9970
		(70,70)	0.0255	0.7705	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.0350	0.9270	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0110	0.1650 *	0.1525	0.1580
		(15,15)	0.0210	0.3035 *	0.2965	0.2990
		(20,20)	0.0180	0.3335	0.8645 *	0.6335
		(30,30)	0.0255	0.5110	0.9765 *	0.9340
		(40,40)	0.0315	0.6765	0.9965 *	0.9960
		(50,50)	0.0405	0.7960	0.9990 *	0.9980
		(70,70)	0.0550	0.9150	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.0805	0.9865	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.0215	0.2165 *	0.2035	0.2145
		(15,15)	0.0340	0.3855 *	0.3725	0.3750
		(20,20)	0.0310	0.4270	0.8870 *	0.7365
		(30,30)	0.0440	0.6415	0.9830 *	0.9760
		(40,40)	0.0580	0.8030	0.9985 *	0.9980
		(50,50)	0.0725	0.8845	0.9995 *	0.9995 *
		(70,70)	0.0950	0.9705	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1440	0.9975	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.0365	0.2955 *	0.2750	0.2840
		(15,15)	0.0480	0.3970 *	0.3950	0.3965
		(20,20)	0.0560	0.5145	0.9125 *	0.8165
		(30,30)	0.0805	0.7420	0.9960 *	0.9890
		(40,40)	0.1025	0.8725	0.9990 *	0.9985
		(50,50)	0.1170	0.9385	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1545	0.9910	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2365	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.29 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.1715 *	0.1540	0.1545	0.1170
		(15,15)	0.2565 *	0.2325	0.2300	0.1835
		(20,20)	0.3390 *	0.3085	0.3030	0.2380
(เบ้ = -0.15)		(30,30)	0.4830 *	0.4585	0.4525	0.3685
		(40,40)	0.5865 *	0.5755	0.5590	0.4740
(โด่ง = 2.93)		(50,50)	0.7120 *	0.6850	0.6805	0.5840
		(70,70)	0.8395 *	0.8195	0.8135	0.7430
		(100,100)	0.9375 *	0.9260	0.9280	0.8905
	10%	(10,10)	0.5700 *	0.5200	0.4905	0.4285
		(15,15)	0.7435 *	0.7040	0.6730	0.6270
		(20,20)	0.8675 *	0.8565	0.8320	0.7965
		(30,30)	0.9625 *	0.9490	0.9495	0.9200
		(40,40)	0.9920 *	0.9910	0.9885	0.9820
		(50,50)	0.9955 *	0.9955 *	0.9955 *	0.9930
		(70,70)	0.9995 *	0.9995 *	0.9995 *	0.9995 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9890 *	0.9810	0.9605	0.9645
		(15,15)	1.0000 *	0.9990	0.9960	0.9975
		(20,20)	1.0000 *	0.9995	0.9995	0.9995
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9980	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.29 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.0595	0.0515	0.0645 *	0.0330
		(15,15)	0.0600	0.0515	0.0690 *	0.0390
		(20,20)	0.0645	0.0675	0.0725 *	0.0415
		(30,30)	0.0705	0.0690	0.0750 *	0.0470
(เบ้ = 0.80)		(40,40)	0.0750	0.0760	0.0770 *	0.0470
(โด่ง = 3.70)		(50,50)	0.0795	0.0815	0.0845 *	0.0520
		(70,70)	0.0970	0.0935	0.1025 *	0.0605
		(100,100)	0.1125	0.1160	0.1295 *	0.0705
	10%	(10,10)	0.0745	0.0675	0.0760 *	0.0475
		(15,15)	0.0860	0.0810	0.0910 *	0.0565
		(20,20)	0.0970	0.1005	0.1010 *	0.0685
		(30,30)	0.1265	0.1290	0.1390 *	0.0830
		(40,40)	0.1395	0.1445	0.1675 *	0.1060
		(50,50)	0.1695	0.1755	0.2040 *	0.1195
		(70,70)	0.2255	0.2285	0.2735 *	0.1670
		(100,100)	0.2960	0.3115	0.3590 *	0.2405
	20%	(10,10)	0.1460	0.1340	0.1480 *	0.0915
		(15,15)	0.1890	0.1925	0.2095 *	0.1405
		(20,20)	0.2240	0.2380	0.2555 *	0.1725
		(30,30)	0.3445	0.3605	0.4090 *	0.2785
		(40,40)	0.4195	0.4405	0.4970 *	0.3600
		(50,50)	0.5045	0.5315	0.5965 *	0.4685
		(70,70)	0.6515	0.6845	0.7480 *	0.6190
		(100,100)	0.7950	0.8190	0.9005 *	0.7920
	30%	(10,10)	0.2470	0.2370	0.2685 *	0.1865
		(15,15)	0.3705	0.3630	0.3960 *	0.2880
		(20,20)	0.4475	0.4605	0.5025 *	0.3740
		(30,30)	0.6425	0.6570	0.7155 *	0.5925
		(40,40)	0.7575	0.7945	0.8465 *	0.7390
		(50,50)	0.8310	0.8600	0.9015 *	0.8285
		(70,70)	0.9390	0.9500	0.9750 *	0.9475
		(100,100)	0.9870	0.9905	0.9970 *	0.9915
	40%	(10,10)	0.4100	0.4005	0.4260 *	0.3190
		(15,15)	0.5725	0.5650	0.6005 *	0.4925
		(20,20)	0.6960	0.7060	0.7420 *	0.6370
		(30,30)	0.8675	0.8775	0.9035 *	0.8440
		(40,40)	0.9425	0.9580	0.9725 *	0.9500
		(50,50)	0.9730	0.9785	0.9885 *	0.9780
		(70,70)	0.9945	0.9980	0.9995 *	0.9990
		(100,100)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.5670	0.5575	0.5825 *	0.4750
		(15,15)	0.7585	0.7505	0.7830 *	0.6965
		(20,20)	0.8645	0.8745	0.8955 *	0.8460
		(30,30)	0.9690	0.9800	0.9830 *	0.9725
		(40,40)	0.9945	0.9965	0.9980 *	0.9970
		(50,50)	0.9990	0.9995	1.0000 *	0.9990
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.29 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0465	0.0475	0.0525 *	0.0345
		(15,15)	0.0520	0.0530	0.0560 *	0.0370
		(20,20)	0.0540	0.0540	0.0685 *	0.0380
		(30,30)	0.0540	0.0630	0.0890 *	0.0415
(เบ้ = 1.83)		(40,40)	0.0555	0.0665	0.1095 *	0.0455
(โด่ง = 7.54)		(50,50)	0.0575	0.0800	0.1255 *	0.0500
		(70,70)	0.0585	0.0860	0.1635 *	0.0605
		(100,100)	0.0705	0.0995	0.2035 *	0.0820
	10%	(10,10)	0.0545	0.0595	0.0780 *	0.0440
		(15,15)	0.0575	0.0660	0.0950 *	0.0460
		(20,20)	0.0600	0.0765	0.1355 *	0.0565
		(30,30)	0.0725	0.0950	0.1895 *	0.0765
		(40,40)	0.0740	0.1145	0.2555 *	0.1015
		(50,50)	0.0785	0.1360	0.3110 *	0.1250
		(70,70)	0.1015	0.1740	0.4365 *	0.1950
		(100,100)	0.1140	0.2240	0.5430 *	0.2995
	20%	(10,10)	0.0795	0.0970	0.1545 *	0.0750
		(15,15)	0.0805	0.1130	0.2445 *	0.0985
		(20,20)	0.1035	0.1615	0.3600 *	0.1345
		(30,30)	0.1330	0.2390	0.5040 *	0.2360
		(40,40)	0.1700	0.2890	0.6375 *	0.3385
		(50,50)	0.1720	0.3445	0.7430 *	0.4545
		(70,70)	0.2440	0.4825	0.8705 *	0.6985
		(100,100)	0.2965	0.5835	0.9520 *	0.8815
	30%	(10,10)	0.1150	0.1600	0.2660 *	0.1175
		(15,15)	0.1380	0.2010	0.4290 *	0.1800
		(20,20)	0.1675	0.2875	0.5720 *	0.2825
		(30,30)	0.2240	0.4020	0.7515 *	0.4725
		(40,40)	0.2850	0.5215	0.8730 *	0.6645
		(50,50)	0.3260	0.6080	0.9275 *	0.8105
		(70,70)	0.4450	0.7800	0.9830 *	0.9505
		(100,100)	0.5670	0.8690	0.9990 *	0.9955
	40%	(10,10)	0.1605	0.2275	0.3730 *	0.1850
		(15,15)	0.2035	0.3140	0.5550 *	0.3065
		(20,20)	0.2620	0.4390	0.7275 *	0.4625
		(30,30)	0.3505	0.5935	0.8820 *	0.7115
		(40,40)	0.4420	0.7200	0.9495 *	0.8840
		(50,50)	0.5105	0.8140	0.9810 *	0.9565
		(70,70)	0.6780	0.9270	0.9975 *	0.9950
		(100,100)	0.7915	0.9700	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2310	0.3115	0.4840 *	0.2655
		(15,15)	0.2850	0.4295	0.6580 *	0.4440
		(20,20)	0.3765	0.5810	0.8260 *	0.6425
		(30,30)	0.4975	0.7520	0.9345 *	0.8785
		(40,40)	0.6155	0.8670	0.9840 *	0.9650
		(50,50)	0.7045	0.9305	0.9935 *	0.9920
		(70,70)	0.8600	0.9870	0.9995 *	0.9995 *
		(100,100)	0.9270	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.29 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ะดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0400	0.0595	0.1040 *	0.0405
		(15,15)	0.0435	0.0615	0.2465 *	0.0530
		(20,20)	0.0575	0.0765	0.3270 *	0.0640
		(30,30)	0.0540	0.0980	0.4435 *	0.1180
(เบ้ = 2.81)		(40,40)	0.0550	0.1075	0.5555 *	0.1905
(โด่ง = 14.06)		(50,50)	0.0545	0.1290	0.6420 *	0.2995
		(70,70)	0.0585	0.1725	0.7915 *	0.5420
		(100,100)	0.0555	0.2070	0.8895 *	0.8245
	10%	(10,10)	0.0425	0.0855	0.2065 *	0.0640
		(15,15)	0.0460	0.0960	0.4475 *	0.0900
		(20,20)	0.0635	0.1255	0.5960 *	0.1520
		(30,30)	0.0580	0.1745	0.7525 *	0.2955
		(40,40)	0.0610	0.2130	0.8360 *	0.4775
		(50,50)	0.0640	0.2570	0.9105 *	0.6775
		(70,70)	0.0700	0.3420	0.9685 *	0.9035
		(100,100)	0.0760	0.4395	0.9965 *	0.9940
	20%	(10,10)	0.0535	0.1365	0.3940 *	0.1260
		(15,15)	0.0665	0.1875	0.6450 *	0.2205
		(20,20)	0.0795	0.2515	0.7845 *	0.3600
		(30,30)	0.0860	0.3475	0.9345 *	0.6400
		(40,40)	0.0930	0.4465	0.9765 *	0.8570
		(50,50)	0.1060	0.5050	0.9915 *	0.9540
		(70,70)	0.1320	0.6760	0.9985 *	0.9985 *
		(100,100)	0.1690	0.8235	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0800	0.1980	0.5015 *	0.1990
		(15,15)	0.0960	0.2855	0.7205 *	0.3550
		(20,20)	0.1100	0.3840	0.8640 *	0.5570
		(30,30)	0.1255	0.5350	0.9745 *	0.8450
		(40,40)	0.1480	0.6505	0.9940 *	0.9670
		(50,50)	0.1780	0.7255	1.0000 *	0.9960
		(70,70)	0.2315	0.8720	1.0000 *	0.9995
		(100,100)	0.2940	0.9560	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1095	0.2610	0.5935 *	0.2735
		(15,15)	0.1410	0.3830	0.7655 *	0.4885
		(20,20)	0.1620	0.5115	0.8950 *	0.7080
		(30,30)	0.2035	0.6865	0.9830 *	0.9435
		(40,40)	0.2465	0.7950	0.9960 *	0.9945
		(50,50)	0.2810	0.8715	0.9995	1.0000 *
		(70,70)	0.3745	0.9595	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4780	0.9915	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.1510	0.3215	0.6655 *	0.3450
		(15,15)	0.1940	0.4820	0.7840 *	0.6040
		(20,20)	0.2230	0.6085	0.9125 *	0.8240
		(30,30)	0.2795	0.7975	0.9855 *	0.9820
		(40,40)	0.3515	0.8920	0.9975	0.9990 *
		(50,50)	0.3980	0.9400	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.5210	0.9880	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.6595	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.29 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0320	0.0985	0.3430 *	0.0840
		(15,15)	0.0415	0.1390	0.7415 *	0.1725
		(20,20)	0.0380	0.1730	0.8380 *	0.2915
(เบ้ = 3.78)		(30,30)	0.0485	0.2335	0.9330 *	0.5805
		(40,40)	0.0470	0.2960	0.9760 *	0.8275
(โด่ง = 23.24)		(50,50)	0.0475	0.3490	0.9930 *	0.9485
		(70,70)	0.0555	0.4445	1.0000 *	0.9960
		(100,100)	0.0580	0.5860	1.0000 *	1.0000 *
	10%	(10,10)	0.0350	0.1460	0.5050 *	0.1530
		(15,15)	0.0465	0.2175	0.8400 *	0.3020
		(20,20)	0.0430	0.2725	0.9340 *	0.4835
		(30,30)	0.0525	0.3840	0.9885 *	0.8075
		(40,40)	0.0575	0.4655	0.9965 *	0.9595
		(50,50)	0.0540	0.5720	0.9990 *	0.9940
		(70,70)	0.0630	0.6885	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.0695	0.8505	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.0490	0.2350	0.6650 *	0.2715
		(15,15)	0.0610	0.3470	0.8670 *	0.4995
		(20,20)	0.0600	0.4365	0.9570 *	0.7345
		(30,30)	0.0715	0.6010	0.9980 *	0.9575
		(40,40)	0.0855	0.7185	0.9995 *	0.9970
		(50,50)	0.0900	0.8120	1.0000 *	0.9995
		(70,70)	0.0965	0.9075	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1220	0.9825	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.0700	0.3005	0.7390 *	0.3680
		(15,15)	0.0850	0.4590	0.8700 *	0.6310
		(20,20)	0.0865	0.5645	0.9565 *	0.8520
		(30,30)	0.1165	0.7370	0.9970 *	0.9900
		(40,40)	0.1275	0.8555	0.9995 *	0.9990
		(50,50)	0.1370	0.9125	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1570	0.9775	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1995	0.9980	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.0975	0.3725	0.7875 *	0.4540
		(15,15)	0.1190	0.5325	0.8800 *	0.7285
		(20,20)	0.1320	0.6580	0.9635 *	0.9170
		(30,30)	0.1640	0.8255	0.9985 *	0.9975
		(40,40)	0.1860	0.9165	1.0000 *	0.9995
		(50,50)	0.2015	0.9625	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.2465	0.9950	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.3205	0.9995	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.1335	0.4355	0.8160 *	0.5350
		(15,15)	0.1560	0.6060	0.8970 *	0.7985
		(20,20)	0.1795	0.7345	0.9720 *	0.9565
		(30,30)	0.2185	0.8880	0.9995 *	0.9995 *
		(40,40)	0.2475	0.9560	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.2905	0.9825	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.3420	0.9975	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4520	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.30 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.1	5%	(10,10)	0.2860 *	0.2535	0.2590	0.1750
		(15,15)	0.3735 *	0.3525	0.3415	0.2625
		(20,20)	0.4675 *	0.4500	0.4405	0.3325
(เบ้ = -0.15)		(30,30)	0.5970 *	0.5745	0.5710	0.4695
		(40,40)	0.7045 *	0.6870	0.6805	0.5820
(โด่ง = 2.93)		(50,50)	0.8080 *	0.7865	0.7790	0.6850
		(70,70)	0.9060 *	0.8870	0.8880	0.8245
		(100,100)	0.9630 *	0.9560	0.9585	0.9270
	10%	(10,10)	0.6965 *	0.6490	0.6245	0.5435
		(15,15)	0.8480 *	0.8220	0.8005	0.7175
		(20,20)	0.9190 *	0.9070	0.8930	0.8565
		(30,30)	0.9835 *	0.9790	0.9740	0.9535
		(40,40)	0.9975 *	0.9955	0.9960	0.9895
		(50,50)	0.9985 *	0.9965	0.9970	0.9960
		(70,70)	1.0000 *	0.9995	1.0000 *	0.9995
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.9965 *	0.9925	0.9815	0.9840
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	0.9975	0.9990
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	0.9995
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	0.9995	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(15,15)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(20,20)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(30,30)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(40,40)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.30 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
0.5	5%	(10,10)	0.1105	0.1000	0.1135 *	0.0605
		(15,15)	0.1145	0.1130	0.1165 *	0.0620
		(20,20)	0.1160	0.1170	0.1190 *	0.0730
		(30,30)	0.1255	0.1280	0.1330 *	0.0775
(เบ้ = 0.80)		(40,40)	0.1305	0.1365	0.1435 *	0.0830
(โด่ง = 3.70)		(50,50)	0.1430	0.1430	0.1590 *	0.0890
		(70,70)	0.1690	0.1605	0.1750 *	0.1045
		(100,100)	0.1930	0.1955	0.2115 *	0.1135
	10%	(10,10)	0.1415	0.1250	0.1430 *	0.0805
		(15,15)	0.1480	0.1540	0.1645 *	0.0935
		(20,20)	0.1555	0.1635	0.1685 *	0.1065
		(30,30)	0.2060	0.2010	0.2175 *	0.1365
		(40,40)	0.2275	0.2360	0.2545 *	0.1555
		(50,50)	0.2770	0.2765	0.3070 *	0.1855
		(70,70)	0.3200	0.3335	0.3735 *	0.2475
		(100,100)	0.4205	0.4230	0.4835 *	0.3315
	20%	(10,10)	0.2230	0.2120	0.2475 *	0.1485
		(15,15)	0.2970	0.2990	0.3280 *	0.2130
		(20,20)	0.3315	0.3375	0.3745 *	0.2445
		(30,30)	0.4730	0.4955	0.5380 *	0.3895
		(40,40)	0.5410	0.5765	0.6340 *	0.4620
		(50,50)	0.6280	0.6490	0.7125 *	0.5665
		(70,70)	0.7635	0.7870	0.8425 *	0.7235
		(100,100)	0.8780	0.9025	0.9390 *	0.8680
	30%	(10,10)	0.3840	0.3580	0.4070 *	0.2690
		(15,15)	0.4950	0.5000	0.5230 *	0.3940
		(20,20)	0.5820	0.5920	0.6450 *	0.4805
		(30,30)	0.7525	0.7665	0.8165 *	0.6895
		(40,40)	0.8530	0.8775	0.9135 *	0.8315
		(50,50)	0.8960	0.9125	0.9440 *	0.8875
		(70,70)	0.9685	0.9790	0.9890 *	0.9685
		(100,100)	0.9950	0.9965	0.9990 *	0.9960
	40%	(10,10)	0.5410	0.5290	0.5635 *	0.4295
		(15,15)	0.6980	0.6925	0.7240 *	0.5950
		(20,20)	0.8015	0.8075	0.8425 *	0.7405
		(30,30)	0.9260	0.9365	0.9515 *	0.9110
		(40,40)	0.9720	0.9800	0.9895 *	0.9745
		(50,50)	0.9875	0.9915	0.9935 *	0.9890
		(70,70)	0.9985	0.9995 *	0.9995 *	0.9995 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.6950	0.6880	0.7225 *	0.5885
		(15,15)	0.8480	0.8590	0.8655 *	0.7825
		(20,20)	0.9235	0.9295	0.9390 *	0.9060
		(30,30)	0.9900	0.9895	0.9920 *	0.9860
		(40,40)	0.9980	0.9975	0.9985 *	0.9985 *
		(50,50)	0.9995	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.30 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.0	5%	(10,10)	0.0935	0.0970	0.1150 *	0.0595
		(15,15)	0.1020	0.0980	0.1175 *	0.0615
		(20,20)	0.1025	0.0995	0.1335 *	0.0675
		(30,30)	0.1095	0.1195	0.1610 *	0.0730
(เบ้ = 1.83)		(40,40)	0.1140	0.1240	0.1895 *	0.0805
		(50,50)	0.1155	0.1405	0.2025 *	0.0900
(โด่ง = 7.54)		(70,70)	0.1250	0.1520	0.2555 *	0.1045
		(100,100)	0.1320	0.1825	0.2935 *	0.1490
	10%	(10,10)	0.1055	0.1135	0.1600 *	0.0745
		(15,15)	0.1120	0.1215	0.1775 *	0.0845
		(20,20)	0.1205	0.1350	0.2450 *	0.0960
		(30,30)	0.1325	0.1735	0.3195 *	0.1255
		(40,40)	0.1405	0.1965	0.3775 *	0.1580
		(50,50)	0.1515	0.2210	0.4355 *	0.1965
		(70,70)	0.1715	0.2770	0.5610 *	0.2945
		(100,100)	0.2020	0.3160	0.6700 *	0.4225
	20%	(10,10)	0.1430	0.1725	0.2885 *	0.1095
		(15,15)	0.1550	0.2090	0.3795 *	0.1465
		(20,20)	0.1730	0.2580	0.5035 *	0.2165
		(30,30)	0.2105	0.3410	0.6290 *	0.3400
		(40,40)	0.2495	0.4120	0.7490 *	0.4675
		(50,50)	0.2685	0.4680	0.8380 *	0.5850
		(70,70)	0.3465	0.6140	0.9255 *	0.8035
		(100,100)	0.4145	0.6985	0.9735 *	0.9440
	30%	(10,10)	0.1905	0.2430	0.4345 *	0.1885
		(15,15)	0.2180	0.3260	0.5610 *	0.2710
		(20,20)	0.2670	0.4060	0.7120 *	0.3880
		(30,30)	0.3285	0.5335	0.8395 *	0.5925
		(40,40)	0.3900	0.6390	0.9255 *	0.7670
		(50,50)	0.4520	0.7230	0.9605 *	0.8860
		(70,70)	0.5785	0.8440	0.9920 *	0.9725
		(100,100)	0.6820	0.9215	0.9995 *	0.9990
	40%	(10,10)	0.2580	0.3350	0.5565 *	0.2720
		(15,15)	0.2990	0.4495	0.6935 *	0.4215
		(20,20)	0.3725	0.5645	0.8400 *	0.5875
		(30,30)	0.4740	0.7075	0.9295 *	0.8110
		(40,40)	0.5650	0.8165	0.9740 *	0.9350
		(50,50)	0.6415	0.8850	0.9920 *	0.9785
		(70,70)	0.7820	0.9625	0.9990 *	0.9980
		(100,100)	0.8640	0.9855	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.3440	0.4340	0.6510 *	0.3720
		(15,15)	0.4010	0.5755	0.7750 *	0.5565
		(20,20)	0.4985	0.7045	0.9000 *	0.7595
		(30,30)	0.6080	0.8430	0.9635 *	0.9310
		(40,40)	0.7220	0.9190	0.9925 *	0.9850
		(50,50)	0.8055	0.9625	0.9965 *	0.9965 *
		(70,70)	0.9105	0.9940	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.9610	0.9995	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

ตารางที่ 4.30 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
1.5	5%	(10,10)	0.0930	0.1145	0.2385 *	0.0770
		(15,15)	0.1015	0.1275	0.3380 *	0.0915
		(20,20)	0.1035	0.1445	0.4260 *	0.1265
		(30,30)	0.1045	0.1685	0.5720 *	0.1985
(เบ้ = 2.81)		(40,40)	0.1065	0.1940	0.6720 *	0.3085
(โด่ง = 14.06)		(50,50)	0.1065	0.2110	0.7495 *	0.4460
		(70,70)	0.1075	0.2590	0.8735 *	0.6975
		(100,100)	0.1170	0.2980	0.9355 *	0.9220
	10%	(10,10)	0.0965	0.1490	0.4020 *	0.1150
		(15,15)	0.1085	0.1740	0.5455 *	0.1475
		(20,20)	0.1090	0.2065	0.6715 *	0.2365
		(30,30)	0.1095	0.2660	0.8150 *	0.4240
		(40,40)	0.1185	0.3185	0.9075 *	0.6350
		(50,50)	0.1195	0.3455	0.9410 *	0.8030
		(70,70)	0.1275	0.4585	0.9825 *	0.9595
		(100,100)	0.1405	0.5655	0.9995 *	0.9990
	20%	(10,10)	0.1170	0.2270	0.5975 *	0.1970
		(15,15)	0.1340	0.2960	0.7620 *	0.3320
		(20,20)	0.1495	0.3635	0.8640 *	0.4975
		(30,30)	0.1465	0.4790	0.9670 *	0.7715
		(40,40)	0.1560	0.5755	0.9855 *	0.9295
		(50,50)	0.1785	0.6330	0.9965 *	0.9810
		(70,70)	0.2130	0.7820	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2480	0.8885	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.1490	0.3040	0.6905 *	0.2825
		(15,15)	0.1725	0.4110	0.8350 *	0.4820
		(20,20)	0.1925	0.4980	0.9275 *	0.6935
		(30,30)	0.2155	0.6550	0.9865 *	0.9220
		(40,40)	0.2565	0.7520	0.9985 *	0.9870
		(50,50)	0.2750	0.8200	1.0000 *	0.9990
		(70,70)	0.3440	0.9330	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4130	0.9820	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1880	0.3790	0.7560 *	0.3885
		(15,15)	0.2265	0.5250	0.8555 *	0.6245
		(20,20)	0.2485	0.6210	0.9425 *	0.8280
		(30,30)	0.2970	0.7830	0.9940 *	0.9730
		(40,40)	0.3575	0.8790	0.9995 *	0.9985
		(50,50)	0.3855	0.9225	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.4925	0.9805	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.6030	0.9975	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2295	0.4625	0.7970 *	0.4765
		(15,15)	0.2900	0.6070	0.8680 *	0.7270
		(20,20)	0.3290	0.7185	0.9520 *	0.8985
		(30,30)	0.3895	0.8785	0.9955 *	0.9945
		(40,40)	0.4635	0.9390	0.9995 *	0.9995 *
		(50,50)	0.5145	0.9695	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.6375	0.9955	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.7620	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบตา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร (CV) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (%Dif) และขนาดตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

CV	%Dif	(n1,n2)	T	U	A	B
2.0	5%	(10,10)	0.0865	0.1730	0.6005 *	0.1655
		(15,15)	0.0905	0.2360	0.7650 *	0.2860
		(20,20)	0.1040	0.2605	0.8570 *	0.4390
		(30,30)	0.1045	0.3400	0.9515 *	0.7140
(เบ้ = 3.78)		(40,40)	0.1050	0.4090	0.9895 *	0.9175
(โด่ง = 23.24)		(50,50)	0.1085	0.4780	0.9980 *	0.9790
		(70,70)	0.1135	0.5720	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1160	0.7055	1.0000 *	1.0000 *
	10%	(10,10)	0.0925	0.2360	0.7365 *	0.2370
		(15,15)	0.0975	0.3265	0.8810 *	0.4450
		(20,20)	0.1110	0.3745	0.9515 *	0.6475
		(30,30)	0.1140	0.5035	0.9905 *	0.9080
		(40,40)	0.1185	0.5995	0.9975 *	0.9855
		(50,50)	0.1190	0.6815	0.9995 *	0.9975
		(70,70)	0.1195	0.7855	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1350	0.9100	1.0000 *	1.0000 *
	20%	(10,10)	0.1070	0.3355	0.8265 *	0.3755
		(15,15)	0.1295	0.4670	0.9285 *	0.6515
		(20,20)	0.1320	0.5520	0.9770 *	0.8535
		(30,30)	0.1500	0.7090	0.9990 *	0.9870
		(40,40)	0.1475	0.8165	0.9995 *	0.9995 *
		(50,50)	0.1590	0.8820	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.1655	0.9525	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.1925	0.9910	1.0000 *	1.0000 *
	30%	(10,10)	0.1390	0.4345	0.8620 *	0.4770
		(15,15)	0.1530	0.5670	0.9235 *	0.7650
		(20,20)	0.1690	0.6665	0.9820 *	0.9260
		(30,30)	0.1945	0.8210	0.9985 *	0.9975
		(40,40)	0.2075	0.9075	0.9995 *	0.9995 *
		(50,50)	0.2170	0.9535	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.2460	0.9925	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.2995	0.9980	1.0000 *	1.0000 *
	40%	(10,10)	0.1785	0.5125	0.8775 *	0.5565
		(15,15)	0.1920	0.6530	0.9285 *	0.8480
		(20,20)	0.2160	0.7530	0.9830 *	0.9670
		(30,30)	0.2465	0.8950	0.9995 *	0.9975
		(40,40)	0.2700	0.9510	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.3035	0.9825	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.3490	0.9975	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.4370	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *
	50%	(10,10)	0.2185	0.5715	0.8900 *	0.6310
		(15,15)	0.2405	0.7190	0.9335 *	0.9025
		(20,20)	0.2630	0.8290	0.9840 *	0.9830
		(30,30)	0.3120	0.9315	1.0000 *	0.9970
		(40,40)	0.3470	0.9740	1.0000 *	1.0000 *
		(50,50)	0.3980	0.9915	1.0000 *	1.0000 *
		(70,70)	0.4600	0.9990	1.0000 *	1.0000 *
		(100,100)	0.5600	1.0000 *	1.0000 *	1.0000 *

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ " * " แทน ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ” มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ 4 ประเภทได้แก่ ตัวสถิติที ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน และตัวสถิติบี ภายใต้ลักษณะประชากรที่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเบตา ที่ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรเท่ากับ 0.1 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 ขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญต่างๆ

ในการศึกษาเปรียบเทียบ ผู้วิจัยจะคำนวณค่าตัวสถิติจากข้อมูลตัวอย่างที่ได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ทำการทดลองซ้ำจำนวน 2,000 ครั้ง โดยมีขนาดตัวอย่างในแต่ละประชากรเป็น 10 15 20 30 40 50 70 และ 100 และทำการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ หรือ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ และคำนวณค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 พร้อมทั้งทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแต่ละตัวสถิติด้วยการทดสอบทวินามภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากนั้นคำนวณค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากรเพิ่มขึ้น เท่ากับ 5% 10% 20% 30% 40% และ 50% ตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติที่ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากที่สุด ภายใต้สถานการณ์นั้นๆ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

จากการทดสอบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ สำหรับทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

2. ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภทแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง กล่าวคือ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท จะมีแนวโน้มลดลง

5.1.2 การเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ

จากการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ประชากรมีการแจกแจงปกติ (ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ = 0 ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง = 3) พบว่า ตัวสถิติทีมีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

2. ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ (ในที่นี้ศึกษากรณีประชากรมีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงเบตา) เมื่อพิจารณาตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และสัมประสิทธิ์ความโด่ง พบว่า

2.1 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และสัมประสิทธิ์ความโด่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และสัมประสิทธิ์ความโด่งของการแจกแจงปกติ (ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ = [-0.15,0.20] ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง = [2.93,3.60]) พบว่า ตัวสถิติทีมีอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

2.2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และสัมประสิทธิ์ความโด่งมีค่าต่างจากค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และสัมประสิทธิ์ความโด่งของการแจกแจงปกติ (ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ = -0.72 และ [0.57,14.00] ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่ง = [3.13,947.00] พบว่า ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมนมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ยกเว้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และ 15 ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

3. การเพิ่มระดับนัยสำคัญ ขนาดตัวอย่างและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย มีผลให้ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท เพิ่มขึ้น

4. ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 ประเภท จะใกล้เคียงกันมากขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย มีค่ามากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ด้าน ดังนี้

5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากรไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ตรวจสอบความแปรปรวนของทั้ง 2 ประชากรว่าแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งวิธีที่นำเสนอนี้ควรใช้ในกรณีที่ความแปรปรวนของทั้ง 2 ประชากรไม่แตกต่างกัน

2. คำนวณค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความเบ้ ($\hat{\alpha}_3$) และค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความโด่ง ($\hat{\alpha}_4$) จากข้อมูลตัวอย่าง โดยใช้สูตรดังนี้

$$\hat{\alpha}_3 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3 / n\right]}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 / n\right]^{\frac{3}{2}}}$$

$$\hat{\alpha}_4 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^4 / n\right]}{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 / n\right]^{2}}$$

3. เลือกตัวสถิติให้เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล ดังนี้

3.1 เมื่อค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความเบ้ ($\hat{\alpha}_3$) เข้าใกล้ 0 และค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความโด่ง ($\hat{\alpha}_4$) เข้าใกล้ 3 หรือกล่าวได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงใกล้เคียงปกติ สำหรับทุกขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญ ควรเลือกใช้ตัวสถิติที

3.2 เมื่อค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความเบ้ ($\hat{\alpha}_3$) แตกต่างจาก 0 และค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความโด่ง ($\hat{\alpha}_4$) แตกต่างจาก 3 มากๆ ควรเลือกใช้ตัวสถิติ ดังนี้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สำหรับตัวอย่างขนาดเล็ก ($10 \leq n \leq 15$) ควรเลือกใช้ตัวสถิติยูของแมน-วิทนีย์ สำหรับตัวอย่างขนาดปานกลางและใหญ่ ($20 \leq n \leq 100$) ควรเลือกใช้ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ควรเลือกใช้ตัวสถิติแบบดัดแปลงของโอกอร์แมน

5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ภายใต้ประชากร 2 กลุ่ม มีการแจกแจงเดียวกัน และเป็นการแจกแจงแบบต่อเนื่อง ขนาดตัวอย่างเท่ากันเท่านั้น ฉะนั้นเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะศึกษากรณีอื่นๆ เช่น กรณีต่อไปนี้

1. ประชากรมีการแจกแจงแตกต่างกัน
2. ประชากรมีการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่อง
3. ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน เช่น $(n_1, n_2) = (10,15)$, (20,30) เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์สถิติ:สถิติเพื่อการตัดสินใจ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

เจิดพร หัชชะวณิช. การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรโดยวิธีพาราเมตริกและวิธีนอนพาราเมตริกบางวิธีกับแรงค์ทรานสฟอร์เมชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

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

มานพ วราภักดิ์. ทฤษฎีความน่าจะเป็น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มัลลิกา บุนนาค. สถิติเพื่อการตัดสินใจ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

เลิศสรรพ์ เมฆสุต. การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบการเท่ากันของค่าเฉลี่ยของประชากร 2 ชุดที่มีการแจกแจงชนิดลอง-เทลด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ภาษาอังกฤษ

Baumgartner W. , Wiss P. , Schindler H. , A Nonparametric Test for the general two-sample problem. Biometrics. 54(1998) : 1129-1135

Markus Neuhauser, An exact two-sample test based on the Baumgartner-Wiss-Schindler Statistic and a modification of Lepage's test. Communications in Statistics-Simulation and Computation. 29(2000) : 67-68

Normal L. Johnson, and Smuel Kotz N. Balakrishnan. Continuous Univariate Distributions Volume 1. Secound Edition. The United States of America : 1994.

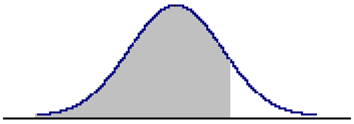
Thomas W. O'Gorman. An adaptive two-sample test based on modified wilcoxon score. Communications in Statistics-Simulation and Computation. 25(1996) : 459-479.

Wayne W. Daniel, Applied Nonparametric Staistics. Boston : PSW-Kent, 1990.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก1 ความน่าจะเป็นแบบที



df	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.9995}$
1	1.00	1.38	1.96	3.08	6.31	12.7	31.8	63.7	636.6
2	.816	1.06	1.39	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92	31.6
3	.765	.978	1.25	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84	12.9
4	.741	.941	1.19	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60	8.61
5	.727	.920	1.16	1.48	2.01	2.57	3.36	4.03	6.86
6	.718	.906	1.13	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71	5.96
7	.711	.896	1.12	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50	5.40
8	.706	.889	1.11	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36	5.04
9	.703	.883	1.10	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25	4.78
10	.700	.879	1.09	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17	4.59
11	.697	.876	1.09	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11	4.44
12	.695	.873	1.08	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06	4.32
13	.694	.870	1.08	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01	4.22
14	.692	.868	1.08	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98	4.14
15	.691	.866	1.07	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95	4.07
16	.690	.865	1.07	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92	4.02
17	.689	.863	1.07	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90	3.96
18	.688	.862	1.07	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88	3.92
19	.688	.861	1.07	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86	3.88
20	.687	.860	1.06	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84	3.85
21	.686	.859	1.06	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83	3.82
22	.686	.858	1.06	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82	3.79
23	.685	.858	1.06	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81	3.77
24	.685	.857	1.06	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80	3.74
25	.684	.856	1.06	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79	3.72
26	.684	.856	1.06	1.32	1.70	2.06	2.48	2.78	3.71
27	.684	.855	1.06	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77	3.69
28	.683	.855	1.06	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76	3.67
29	.683	.854	1.05	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76	3.66
30	.683	.854	1.05	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75	3.65
40	.681	.851	1.05	1.30	1.68	2.02	2.42	2.70	3.55
50	.679	.849	1.05	1.30	1.68	2.01	2.40	2.69	3.50
60	.679	.848	1.05	1.30	1.67	2.00	2.39	2.66	3.46
80	.678	.846	1.04	1.29	1.66	1.99	2.37	2.64	3.42
100	.677	.845	1.04	1.29	1.66	1.98	2.36	2.63	3.39
1000	.675	.842	1.04	1.28	1.65	1.96	2.33	2.58	3.30
∞	.674	.841	1.04	1.28	1.64	1.96	2.33	2.58	3.29

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 ค่าวิกฤตของ Mann-Whiney (ต่อ)

n_1	p	n_2=2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2
	.025	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	.05	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5
	.10	0	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8
	.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	.005	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4
3	.01	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6
	.025	0	0	0	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9
	.05	0	1	1	2	3	3	4	5	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	12
	.10	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16
	.001	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4
	.005	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9
4	.01	0	0	0	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	9	8	9	10	10	11
	.025	0	0	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13	14	15
	.05	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19
	.10	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	16	17	18	19	21	22	23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 ค่าวิกฤตของ Mann-Whiney (ต่อ)

n_1	p	n_2=2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	.001	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8
	.005	0	0	0	1	2	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14
	.01	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	.025	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	18	19	20	21
	.05	1	2	3	5	6	7	9	10	12	13	14	16	17	19	20	21	23	24	26
	.10	2	3	5	6	8	9	11	13	14	16	18	19	21	23	24	26	28	29	31
6	.001	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	.005	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	16	17	18	19
	.01	0	0	2	3	4	5	7	8	9	10	12	13	14	16	17	19	20	21	23
	.025	0	2	3	4	6	7	9	11	12	14	15	17	18	20	22	23	25	26	28
	.05	1	3	4	6	8	9	11	13	15	17	18	20	22	24	26	27	29	31	33
	.10	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	37	39
7	.001	0	0	0	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17
	.005	0	0	1	2	4	5	7	8	10	11	13	14	16	17	19	20	22	23	25
	.01	0	1	2	4	5	7	8	10	12	13	15	17	18	20	22	24	25	27	29
	.025	0	2	4	6	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
	.05	1	3	5	7	9	12	14	16	18	20	22	25	27	29	31	34	36	28	40
	.10	2	5	7	9	12	14	17	19	22	24	27	29	32	34	37	39	42	44	47

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 ค่าวิกฤตของ Mann-Whiney (ต่อ)

n_1	p	n_2=2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	0	0	0	1	2	3	5	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19	21	22
	.005	0	0	2	3	5	7	8	10	12	14	16	18	19	21	23	25	27	29	31
8	.01	0	1	3	5	7	8	10	12	14	16	18	21	23	25	27	29	31	33	35
	.025	1	3	5	7	9	11	14	16	18	20	23	25	27	30	32	35	37	39	42
	.05	2	4	6	9	11	14	16	19	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	48
	.10	3	6	8	11	14	17	20	23	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
	.001	0	0	0	2	3	4	6	8	9	11	13	15	16	18	20	22	24	26	27
	.005	0	1	2	4	6	8	10	12	14	17	19	21	23	25	28	30	32	34	37
9	.01	0	2	4	6	8	10	12	15	17	19	22	24	27	29	32	34	37	39	41
	.025	1	3	5	8	11	13	16	18	21	24	27	29	32	35	38	40	43	46	49
	.05	2	5	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
	.10	3	6	10	13	16	19	23	26	29	32	36	39	42	46	49	53	56	59	63
	.001	0	0	1	2	4	6	7	9	11	13	15	18	20	22	24	26	28	30	33
	.005	0	1	3	5	7	10	12	14	17	19	22	25	27	30	32	35	38	40	43
10	.01	0	2	4	7	9	12	14	17	20	23	25	28	31	34	37	39	42	45	48
	.025	1	4	6	9	12	15	18	21	24	27	30	34	37	40	43	46	49	53	56
	.05	2	5	8	12	15	18	21	25	28	32	35	38	42	45	49	52	56	59	63
	.10	4	7	11	14	18	22	25	29	33	37	40	44	48	52	55	59	63	67	71

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 ค่าวิกฤตของ Mann-Whiney (ต่อ)

n_1	p	n_2=2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	.001	0	0	1	3	5	7	9	11	13	16	18	21	23	25	28	30	33	35	38
	.005	0	1	3	6	8	11	14	17	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49
	.01	0	2	5	8	10	13	16	19	23	26	29	32	35	38	42	45	48	51	54
	.025	1	4	7	10	14	17	20	24	27	31	34	38	41	45	48	52	56	59	63
	.05	2	6	9	13	17	20	24	28	32	35	39	43	47	51	55	58	62	66	70
	.10	4	8	12	16	20	24	28	32	37	41	45	49	53	58	62	66	70	74	79
12	.001	0	0	1	3	5	8	10	13	15	18	21	24	26	29	32	35	38	41	43
	.005	0	2	4	7	10	13	16	19	22	25	28	32	35	38	42	45	48	52	55
	.01	0	3	6	9	12	15	18	22	25	29	32	36	39	43	47	50	54	57	61
	.025	2	5	8	12	15	19	23	27	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70
	.05	3	6	10	14	18	22	27	31	35	39	43	48	52	56	61	65	69	73	78
	.10	5	9	13	18	22	27	31	36	40	45	50	54	59	64	68	73	78	82	87
13	.001	0	0	2	4	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	43	46	49
	.005	0	2	4	8	11	14	18	21	25	28	32	35	39	43	46	50	54	58	61
	.01	1	3	6	10	13	17	21	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68
	.025	2	5	9	13	17	21	25	29	34	38	42	46	51	55	60	64	68	73	77
	.05	3	7	11	16	20	25	29	34	38	43	48	52	57	62	66	71	76	81	85
	.10	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	75	80	85	90	95

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 ค่าวิกฤตของ Mann-Whiney (ต่อ)

n_1	p	n_2=2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	0	0	2	4	7	10	13	16	20	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55
	.005	0	2	5	8	12	16	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	64	68
14	.01	1	3	7	11	14	18	23	27	31	35	39	44	48	52	57	61	66	70	74
	.025	2	6	10	14	18	23	27	32	37	41	46	51	56	60	65	70	75	79	84
	.05	4	8	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72	78	83	88	93
	.10	5	11	16	21	26	32	37	42	48	53	59	64	70	75	81	86	92	98	103
	.001	0	0	2	5	8	11	15	18	22	25	29	33	37	41	44	48	52	56	60
	.005	0	3	6	9	13	17	21	25	30	34	38	43	47	52	56	61	65	70	74
15	.01	1	4	8	12	16	20	25	29	34	38	43	48	52	57	62	67	71	76	81
	.025	2	6	11	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	71	76	81	86	91
	.05	4	8	13	19	24	29	34	40	45	51	56	62	67	73	78	84	89	95	101
	.10	6	11	17	23	28	34	40	46	52	58	64	69	75	81	87	93	99	105	111
	.001	0	0	3	6	9	12	16	20	24	28	32	36	40	44	49	53	57	61	66
	.005	0	3	6	10	14	19	23	28	32	37	42	46	51	56	61	66	71	75	80
16	.01	1	4	8	13	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72	77	83	88
	.025	2	7	12	16	22	27	32	38	43	48	54	60	65	71	76	82	87	93	99
	.05	4	9	15	20	26	31	37	43	49	55	61	66	72	78	84	90	96	102	108
	.10	6	12	18	24	30	37	43	49	55	62	68	75	81	87	94	100	107	113	120

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 ค่าวิกฤตของ Mann-Whiney (ต่อ)

n_1	p	n_2=2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
17	.001	0	1	3	6	10	14	18	22	26	30	35	39	44	48	53	58	62	67	71
	.005	0	3	7	11	16	20	25	30	35	40	45	50	55	61	66	71	76	80	87
	.01	1	5	9	14	19	24	29	34	39	45	50	56	61	67	72	78	83	89	94
	.025	3	7	12	18	23	29	35	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106
	.05	4	10	16	21	27	34	40	46	52	58	65	71	78	84	90	97	103	110	116
	.10	7	13	19	26	32	39	46	53	59	66	73	80	86	93	100	107	114	121	128
18	.001	0	1	4	7	11	15	19	24	28	33	38	43	47	52	57	62	67	72	77
	.005	0	3	7	12	17	22	27	32	38	43	48	54	59	65	71	76	82	88	93
	.01	1	5	10	15	20	25	31	37	42	48	54	60	66	71	77	83	89	95	101
	.025	3	8	13	19	25	31	37	43	49	56	62	68	75	81	87	94	100	107	113
	.05	5	10	17	23	29	36	42	49	56	62	69	76	83	89	96	103	110	117	124
	.10	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	78	85	92	99	107	114	121	129	136
19	.001	0	1	4	8	12	16	21	26	30	35	41	46	51	56	61	67	72	78	83
	.005	1	4	8	13	18	23	29	34	40	46	52	58	64	70	75	82	88	94	100
	.01	2	5	10	16	21	27	33	39	45	51	57	64	70	76	83	89	95	102	108
	.025	3	8	14	20	26	33	39	46	53	59	66	73	79	86	93	100	107	114	120
	.05	5	11	18	24	31	38	45	52	59	66	73	81	88	95	102	110	117	124	131
	.10	8	15	22	29	37	44	52	59	67	74	82	90	98	105	113	121	129	136	144

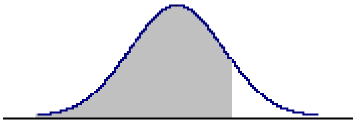
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 ค่าวิกฤตของ Mann-Whiney (ต่อ)

n_1	p	n_2=2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
20	.001	0	1	4	8	13	17	22	27	33	38	43	49	55	60	66	71	77	83	89
	.005	1	4	9	14	19	25	31	37	43	49	55	61	68	74	80	87	93	100	106
	.01	2	6	11	17	23	29	35	41	48	54	61	68	74	81	88	94	101	108	115
	.025	3	9	15	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	99	106	113	120	128
	.05	5	12	19	26	33	40	48	55	63	70	78	85	93	101	108	116	124	131	139
	.10	8	16	23	31	39	47	55	63	71	79	87	95	103	111	120	128	136	144	152

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก3 การแจกแจงปกติสะสม



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9950	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
'=======================================================================
'                    PROGRAM  FOR  TESTING  HYPHOTHESIS
'                                  ABOUT
'              THE DIFFERENCE  BETWEEN TWO POPULATION  MEANS
'                                   BY
'                        MONTAKAN       HANSAVARAPONG
'                              ID 4282357926
'=======================================================================
 '                                Module1.bas
'=======================================================================
'Declarations  Section
Option Base 1
Const M = 2147483647
Const Pi = 3.1415926
Public sngDif As Double
Public sngDif1  As Double
Public sngDif2  As Double
Public sngAlphaG1 As Double, sngAlphaG2 As Double
Public sngBetaG1 As Double, sngBetaG2 As Double
Public intSizeG1 As Integer, intSizeG2 As Integer
Public sngMeanG1 As Double, sngMeanG2 As Double
Public sngVarG1 As Double, sngVarG2 As Double
Public gIX As Double
Public CriticalValueT(90 To 99, 1 To 1001) As Double
Public CriticalValueU(90 To 99, 5 To 21, 5 To 21) As Double
Public AverageG1 As Double, AverageG2 As Double, VarianceG1 As Double, VarianceG2 As Double
Public lngDist As gDist
Enum gDist
   gNormal
   gGamma
   gLogNormal
   gWeibull
   gBeta
End Enum
```

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
'=============================================
'                              Main Program
'=============================================
Sub Main()
'Critical Value
        CriticalValueT(90, 1) = 6.314
        CriticalValueT(90, 2) = 2.92
        CriticalValueT(90, 3) = 2.353
        CriticalValueT(90, 4) = 2.132
        CriticalValueT(90, 5) = 2.015
        CriticalValueT(90, 6) = 1.943
        CriticalValueT(90, 7) = 1.895
         CriticalValueT(90, 8) = 1.86
        CriticalValueT(90, 9) = 1.833
        CriticalValueT(90, 10) = 1.812
        CriticalValueT(90, 11) = 1.796
        CriticalValueT(90, 12) = 1.782
        CriticalValueT(90, 13) = 1.771
        CriticalValueT(90, 14) = 1.761
        CriticalValueT(90, 15) = 1.753
        CriticalValueT(90, 16) = 1.746
        CriticalValueT(90, 17) = 1.74
        CriticalValueT(90, 18) = 1.734
        CriticalValueT(90, 19) = 1.729
        CriticalValueT(90, 20) = 1.725
        CriticalValueT(90, 21) = 1.721
        CriticalValueT(90, 22) = 1.717
        CriticalValueT(90, 23) = 1.714
        CriticalValueT(90, 24) = 1.711
        CriticalValueT(90, 25) = 1.708
        CriticalValueT(90, 26) = 1.706
        CriticalValueT(90, 27) = 1.703
        CriticalValueT(90, 28) = 1.701
        CriticalValueT(90, 29) = 1.699
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CriticalValueT(90, 30) = 1.697

CriticalValueT(90, 40) = 1.684

CriticalValueT(90, 50) = 1.676

CriticalValueT(90, 60) = 1.671

CriticalValueT(90, 80) = 1.664

CriticalValueT(90, 100) = 1.66

CriticalValueT(90, 1000) = 1.646

CriticalValueT(90, 1001) = 1.645

CriticalValueT(95, 1) = 12.706

CriticalValueT(95, 2) = 4.303

CriticalValueT(95, 3) = 3.182

CriticalValueT(95, 4) = 2.776

CriticalValueT(95, 5) = 2.571

CriticalValueT(95, 6) = 2.447

CriticalValueT(95, 7) = 2.365

CriticalValueT(95, 8) = 2.306

CriticalValueT(95, 9) = 2.262

CriticalValueT(95, 10) = 2.228

CriticalValueT(95, 11) = 2.201

CriticalValueT(95, 12) = 2.179

CriticalValueT(95, 13) = 2.16

CriticalValueT(95, 14) = 2.145

CriticalValueT(95, 15) = 2.131

CriticalValueT(95, 16) = 2.12

CriticalValueT(95, 17) = 2.11

CriticalValueT(95, 18) = 2.101

CriticalValueT(95, 19) = 2.093

CriticalValueT(95, 20) = 2.086

CriticalValueT(95, 21) = 2.08

CriticalValueT(95, 22) = 2.074

CriticalValueT(95, 23) = 2.069

CriticalValueT(95, 24) = 2.064

CriticalValueT(95, 25) = 2.06

CriticalValueT(95, 26) = 2.056

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CriticalValueT(95, 27) = 2.052

CriticalValueT(95, 28) = 2.048

CriticalValueT(95, 29) = 2.045

CriticalValueT(95, 30) = 2.042

CriticalValueT(95, 40) = 2.021

CriticalValueT(95, 50) = 2.009

CriticalValueT(95, 60) = 2

CriticalValueT(95, 80) = 1.99

CriticalValueT(95, 100) = 1.984

CriticalValueT(95, 1000) = 1.962

CriticalValueT(95, 1001) = 1.96

CriticalValueT(99, 1) = 63.657

CriticalValueT(99, 2) = 9.925

CriticalValueT(99, 3) = 5.841

CriticalValueT(99, 4) = 4.604

CriticalValueT(99, 5) = 4.032

CriticalValueT(99, 6) = 3.707

CriticalValueT(99, 7) = 3.499

CriticalValueT(99, 8) = 3.355

CriticalValueT(99, 9) = 3.25

CriticalValueT(99, 10) = 3.169

CriticalValueT(99, 11) = 3.106

CriticalValueT(99, 12) = 3.055

CriticalValueT(99, 13) = 3.012

CriticalValueT(99, 14) = 2.977

CriticalValueT(99, 15) = 2.947

CriticalValueT(99, 16) = 2.921

CriticalValueT(99, 17) = 2.898

CriticalValueT(99, 18) = 2.878

CriticalValueT(99, 19) = 2.861

CriticalValueT(99, 20) = 2.845

CriticalValueT(99, 21) = 2.831

CriticalValueT(99, 22) = 2.819

CriticalValueT(99, 23) = 2.807

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    CriticalValueT(99, 24) = 2.797
    CriticalValueT(99, 25) = 2.787
    CriticalValueT(99, 26) = 2.779
    CriticalValueT(99, 27) = 2.771
    CriticalValueT(99, 28) = 2.763
    CriticalValueT(99, 29) = 2.756
    CriticalValueT(99, 30) = 2.75
    CriticalValueT(99, 40) = 2.704
    CriticalValueT(99, 50) = 2.678
    CriticalValueT(99, 60) = 2.66
    CriticalValueT(99, 80) = 2.639
    CriticalValueT(99, 100) = 2.626
    CriticalValueT(99, 1000) = 2.581
    CriticalValueT(99, 1001) = 2.576
    CriticalValueU(99, 5, 5) = 1
    CriticalValueU(99, 10, 10) = 17
    CriticalValueU(99, 15, 15) = 52
    CriticalValueU(99, 20, 20) = 106
    CriticalValueU(99, 5, 10) = 5
    CriticalValueU(95, 5, 5) = 3
    CriticalValueU(95, 10, 10) = 24
    CriticalValueU(95, 15, 15) = 65
    CriticalValueU(95, 20, 20) = 128
    CriticalValueU(90, 5, 5) = 5
    CriticalValueU(90, 10, 10) = 28
    CriticalValueU(90, 15, 15) = 73
    CriticalValueU(90, 20, 20) = 139
    frmMain.Show vbModal
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
'==================================
'                  Generate Random Number
'==================================
Public Function Rand(ByRef mIX As Double) As Double
   Dim IY As Double
      mIX = mIX * 16807
     Do  While mIX >M
             mIX=mIX-M
     Loop
      Rand = mIX * 0.465661 * (10 ^ -9)
End Function

'==================================
'                     Normal Distribution
'==================================
Public Function Normal(MeanN As Double, VarN As Double) As Double
   Dim RD1 As Double, RD2 As Double, Z1 As Double
         RD1 = Rand(gIX)
         RD2 = Rand(gIX)
         Z1 = Sqr(-2 * ln(RD1)) * Sin(2 * Pi * RD2)
         Normal = (Z1 * Sqr(VarN)) + MeanN
End Function

'=====================================
'                         Gamma Distribution
'=====================================
Public Function Gamma(AlphaG As Double, BetaG As Double) As Double
      Dim GammaTemp As Double
      Select Case AlphaG
            Case 0 To 0.9999
                  GammaTemp = Gam1(AlphaG, BetaG)
            Case Is = 1
                  GammaTemp = Gam2(AlphaG, BetaG)
            Case Is > 1
```

```
                    GammaTemp = Gam3(AlphaG, BetaG)
    End Select
                    Gamma = GammaTemp * BetaG
End Function

Public Function Gam1(AlphaG As Double, BetaG As Double) As Double
    Dim b As Double, U1 As Double, U2 As Double, P As Double, Y As Double
        b = 1 + (AlphaG / Exp(1))
step1:
        U1 = Rand(gIX)
        U2 = Rand(gIX)
        P = b * U1
        If P > 1 Then
            Y = -ln((b - P) / AlphaG)
            If U2 <= Y ^ (AlphaG - 1) Then
                Gam1 = Y
            Else
                GoTo step1
            End If
        Else
            Y = P ^ (1 / AlphaG)
            If U2 <= Exp(-Y) Then
                Gam1 = Y
            Else
                GoTo step1
            End If
        End If
End Function

Public Function Gam2(AlphaG As Double, BetaG As Double) As Double
  Dim U As Double
    U = Rand(gIX)
    Gam2 = -ln(U)
End Function
```

```
Public Function Gam3(AlphaG As Double, BetaG As Double) As Double
    Dim A As Double, b As Double, q As Double, d As Double
    Dim U1 As Double, U2 As Double
    Dim V As Double, Y As Double, z As Double, W As Double
      A = 1 / Sqr(2 * AlphaG - 1)
      b = AlphaG - ln(4)
      q = AlphaG + 1 / A
      d = 1 + ln(4.5)
step1:
      U1 = Rand(gIX)
      U2 = Rand(gIX)
      V = A * ln(U1 / (1 - U1))
      Y = AlphaG * Exp(V)
      z = (U1 ^ 2) * U2
      W = b + (q * V) - Y
      If W + d - 4.5 * z >= 0 Then
          Gam3 = Y
      Else
          If W >= ln(z) Then
              Gam3 = Y
          Else
              GoTo step1
          End If
      End If
End Function

'=================================
'            Lognormal Distribution
'=================================
Public Function LogNormal(MeanL As Double, VarL As Double) As Double
  Dim x As Double
  Dim MeanN As Double, VarN As Double
    MeanN = ln(MeanL ^ 2 / Sqr(VarL + MeanL ^ 2))
    VarN = ln((VarL + MeanL ^ 2) / MeanL ^ 2)
```

```
        x = Normal(MeanN, VarN)
        LogNormal = Exp(x)
End Function

'===================================
'                     Weibull Distribution
'===================================
Public Function Weibull(AlphaG As Double, BetaG As Double) As Double
    Dim U As Double
        U = Rand(gIX)
        Weibull = BetaG * ((-ln(1 - U)) ^ (1 / AlphaG))
 End Function

Public Function Beta(AlphaBG As Double, BetaBG As Double) As Double
    Dim Y1 As Double, Y2 As Double
        Y1 = Gamma(AlphaBG, 1)
        Y2 = Gamma(BetaBG, 1)
        Beta = Y1 / (Y1 + Y2)
End Function

Public Function T_Test(dblMean1 As Double, dblMean2 As Double, dblVar1 As Double, dblvar2 As
Double) As Double
    Dim avg1 As Double, avg2 As Double, var1 As Double, var2 As Double
    Dim n1 As Integer, n2 As Integer
            avg1 = dblMean1
            avg2 = dblMean2
            var1 = dblVar1
            var2 = dblvar2
            n1 = intSizeG1
            n2 = intSizeG2
                        SpSQ = (((n1 - 1) * var1) + ((n2 - 1) * var2)) / (n1 + n2 - 2)
                        T_Test = (avg1 - avg2) / Sqr(SpSQ * ((1 / n1) + (1 / n2)))
End Function
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Public Function U_Test(T1 As Double, n1 As Integer, n2 As Integer) As Double
    Dim U1 As Double, U2 As Double, U As Double
    Dim E_U  As Double, V_U As Double
        U1 = (n1 * n2) + (n1 * (n1 + 1) / 2) - T1
        U2 = (n1 * n2) - U1
        U = Min(U1, U2)
        If (n1 <= 20) And (n2 <= 20) Then
                U_Test = U
        Else
                E_U = (n1 * n2) / 2
                V_U = ((n1 * n2) / 12) * (n1 + n2 + 1)
                U_Test = (U - E_U) / Sqr(V_U)
            End If
End Function

Function A_Test(arrSort() As Double, arrRank() As Double) As Double
    Dim L As Double, U As Double
    Dim Z05 As Double, Z25 As Double, Z75 As Double, Z95 As Double
    Dim IQR As Double
    Dim TR As Double, TL As Double
    Dim N As Integer, j As Integer, k As Integer
    Dim ap() As Double
    Dim ap1() As Double, ap2() As Double, ap3() As Double
    Dim i As Integer
    Dim sum_ap2 As Double, ap3bar As Double
    Dim sum_ap1 As Double
    N = intSizeG1 + intSizeG2
    ReDim ap(N, 2) As Double
    ReDim ap1(intSizeG1)
    ReDim ap2(intSizeG2)
    ReDim ap3(N)
            L = (N + 1) / 4
            U = 3 * (N + 1) / 4
            Z05 = Percentile(arrSort, 0.05)
```

```
Z25 = Percentile(arrSort, 0.25)
Z75 = Percentile(arrSort, 0.75)
Z95 = Percentile(arrSort, 0.95)
IQR = Z75 - Z25
TR = (Z95 - Z75) / IQR
TL = (Z25 - Z05) / IQR
For i = 1 To N
    If arrRank(i, 1) < L Then
        ap(i, 1) = L + ((0.8401 / TL) ^ 2) * (i - L)
    ElseIf L <= arrRank(i, 1) And arrRank(i, 1) <= U Then
        ap(i, 1) = i
    ElseIf arrRank(i, 1) > U Then
        ap(i, 1) = U + ((0.8401 / TR) ^ 2) * (i - U)
    End If
    ap(i, 2) = arrRank(i, 2)
Next i
j = 0
k = 0
For i = 1 To N
    Select Case ap(i, 2)
        Case 1
            j = j + 1
            ap1(j) = ap(i, 1)
        Case 2
            k = k + 1
            ap2(k) = ap(i, 1)
    End Select
    ap3(i) = ap(i, 1)
Next i
abar = Mean(ap3)
sum_ap2 = 0
For i = 1 To UBound(ap2)
    sum_ap2 = ap2(i) + sum_ap2
Next i
```

```
        n1n2 = intSizeG1 * intSizeG2
        ap3bar = abar
        Var = Variance(ap3, ap3bar)
        var_a = n1n2 * Var / N
        A_Test = (sum_ap2 - (intSizeG2 * abar)) / Sqr(var_a)
End Function

Function B_Test(arrB() As Double) As Double
    Dim Gi() As Double, Hi() As Double
    Dim Bx As Double, By As Double
    Dim N As Integer, M As Integer, i As Integer
    N = intSizeG1
    M = intSizeG2
    ReDim Gi(N) As Double
    ReDim Hi(M) As Double
    Call Sort(arrB)
    Call Rank(arrB, Gi, Hi)
        Bx = 0
        By = 0
        For i = 1 To N
           Bx = Bx + ((Gi(i) - ((M + N) / N) * i) ^ 2) / ((i / (N + 1)) * (1 - (i / (N + 1))) * (M * (M + N) / N))
        Next i
        Bx = Bx / N
        For i = 1 To M
          By = By + ((Hi(i) - ((M + N) / M) * i) ^ 2) / ((i / (M + 1)) * (1 - (i / (M + 1))) * (N * (M + N) / M))
        Next i
        By = By / M
        B_Test = (Bx + By) / 2
End Function

Public Function Percentile(arrA() As Double, P As Double) As Double
    Dim Index As Integer, N As Integer
    Dim Position As Single, Diff As Single
    Dim intPosition As Integer
```

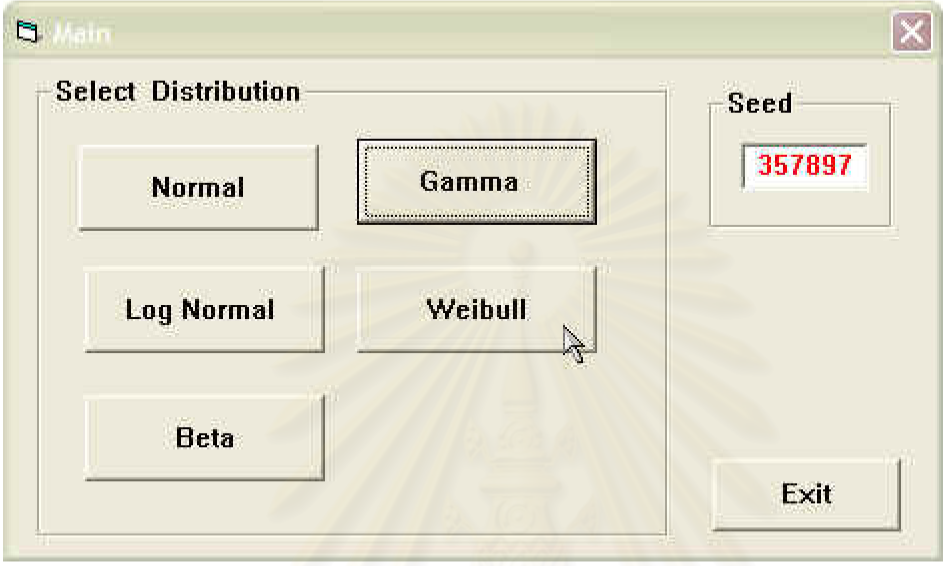
```
        N = UBound(arrA)
        Position = (N + 1) * P
        intPosition = Fix(Position)
        Diff = Position - intPosition
        If Diff = 0 Then
            Percentile = arrA(intPosition, 1)
        Else
            Percentile = ((1 - Diff) * arrA(intPosition, 1)) + (Diff * arrA(intPosition, 1))
        End If
End Function

Sub Sort(arrtemp() As Double)
    Dim s As Integer
    Dim i As Integer
    Do
        s = 0
        For i = 1 To UBound(arrtemp) - 1
             If arrtemp(i, 1) <= arrtemp(i + 1, 1) Then
             Else
                Call Swap(arrtemp(i, 1), arrtemp(i + 1, 1))
                Call Swap(arrtemp(i, 2), arrtemp(i + 1, 2))
                s = 1
            End If
        Next i
    Loop While s <> 0
    End Sub

Sub Rank(arrRank() As Double, New1() As Double, New2() As Double)
    Dim i As Integer, j As Integer, k As Integer
        For i = 1 To UBound(arrRank)
            arrRank(i, 1) = i
        Next i
        j = 0
        k = 0
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
        For i = 1 To UBound(arrRank)
            Select Case arrRank(i, 2)
                        Case 1
                            j = j + 1
                            New1(j) = arrRank(i, 1)
                        Case 2
                            k = k + 1
                            New2(k) = arrRank(i, 1)
                End Select
           Next i
End Sub

Public Function ln(x As Double) As Double
     ln = Log(x) / Log(2.718281828)
End Function

Public Function Mean(arrX() As Double) As Double
    Dim N As Integer, i As Integer, sum As Double
        N = UBound(arrX)
        sum = 0
        For i = 1 To N
            sum = arrX(i) + sum
        Next i
        Mean = sum / N
End Function

Public Function Variance(arrX() As Double, average As Double) As Double
    Dim sum As Double, Avg As Double
    Dim i As Integer, N As Integer
            N = UBound(arrX)
            sum = 0
            For i = 1 To N
                    sum = sum + (arrX(i) - average) ^ 2
            Next i
```

```
        Variance = sum / (N - 1)
End Function

Public Function Min(A As Double, b As Double) As Double
    If A < b Then
        Min = A
    Else
        Min = b
    End If
End Function

Public Function MergeArray(arr1() As Double, arr2() As Double) As Double()
  Dim i As Integer, Index As Integer
  Dim arrMerge() As Double
  Dim total As Integer
      total = intSizeG1 + intSizeG2
  ReDim arrMerge(1 To total, 1 To 2)
          For i = 1 To intSizeG1
               arrMerge(i, 1) = arr1(i)
               arrMerge(i, 2) = 1
          Next i
        For i = 1 To intSizeG2
               Index = intSizeG1 + i
               arrMerge(Index, 1) = arr2(i)
               arrMerge(Index, 2) = 2
        Next i
        MergeArray = arrMerge
  End Function

Sub Swap(ByRef A As Double, ByRef b As Double)
        temp = A
        A = b
        b = temp
End Sub
```

```
'==========================================================
'                        frmMain.frm
==========================================================
```



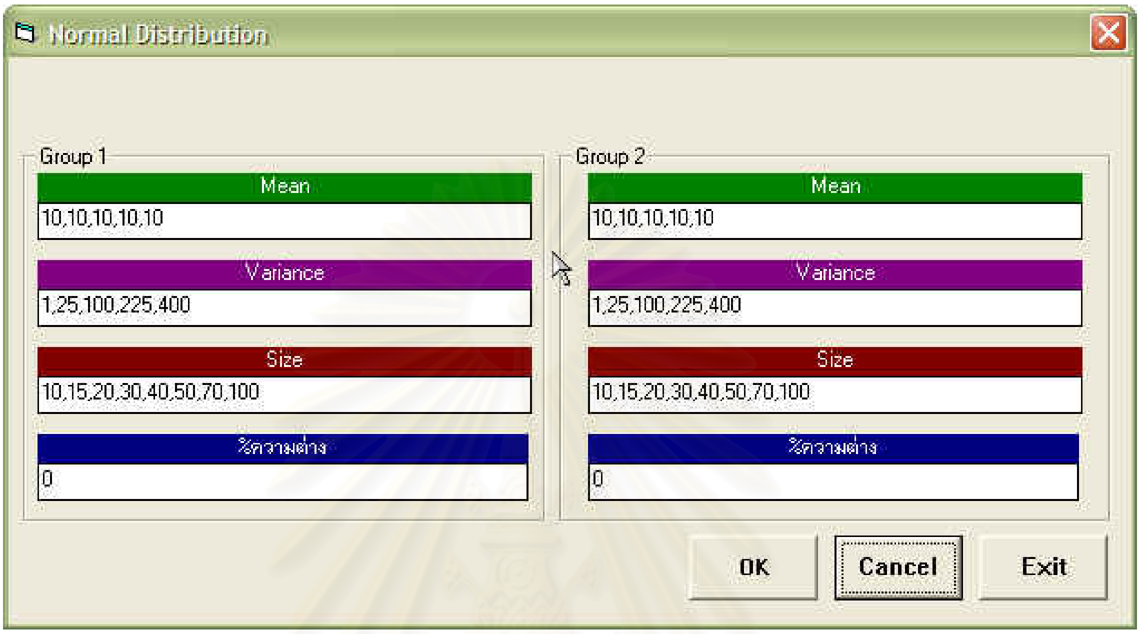

```
Private Sub cmdNormal_Click()
    lngDist = gNormal
    glX = Val(txtSeed)
    frmNormal.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdGamma_Click()
    lngDist = gGamma
    glX = Val(txtSeed)
    frmGamma.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdLogNormal_Click()    '
    lngDist = gLogNormal
    glX = Val(txtSeed)
    frmLogNormal.Show vbModal
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Private Sub cmdWeibull_Click()
    lngDist = gWeibull
    gIX = Val(txtSeed)
    frmWeibull.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdBeta_Click()
    lngDist = gBeta
    gIX = Val(txtSeed)
    frmBeta.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdExit_Click()
    End
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
'==================================================================
'                              frmNormal.frm
'==================================================================
```

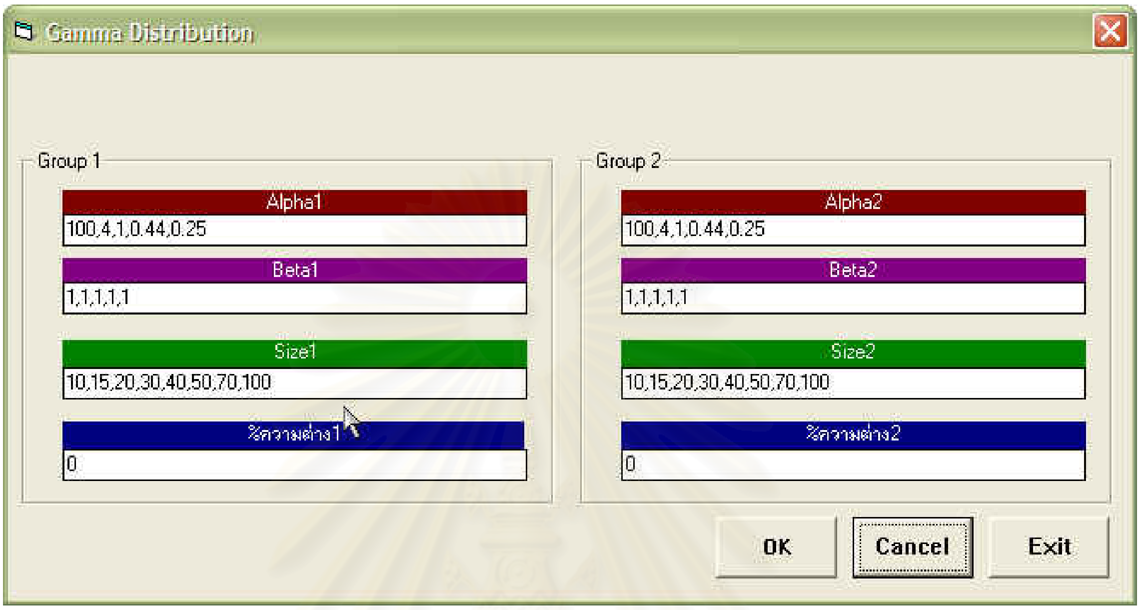



```
Dim arrSize1 As Variant
Dim arrDif1 As Variant
Dim arrSize2 As Variant
Dim arrDif2  As Variant
Dim j As Integer

Private Sub Command1_Click()
frmTestSTAT.txtRepeat = frmNormal.txtRepeat
arrSize1 = Split(txtSize(0), ",")
arrDif1 = Split(txtDif(0), ",")
arrMean1 = Split(txtMean(0), ",")
arrVariance1 = Split(txtVariance(0), ",")
arrSize2 = Split(txtSize(1), ",")
arrDif2 = Split(txtDif(1), ",")
arrMean2 = Split(txtMean(1), ",")
arrVariance2 = Split(txtVariance(1), ",")
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
For k = LBound(arrMean1) To UBound(arrMean1)
    For j = LBound(arrDif1) To UBound(arrDif1)
            For i = LBound(arrSize1) To UBound(arrSize1)
                        sngMeanG1 = arrMean1(k)
                        sngMeanG2 = arrMean2(k)
                        sngVarG1 = arrVariance1(k)
                        sngVarG2 = arrVariance2(k)
                        intSizeG1 = arrSize1(i)
                        intSizeG2 = arrSize2(i)
                        sngDif1 = arrDif1(j) / 100 * txtMeanG1
                        sngDif2 = arrDif2(j) / 100 * txtMeanG2
                        Debug.Print "Normal "
                        Debug.Print "Mean1=" & sngMeanG1 & "   Mean2=" & sngMeanG2
                        Debug.Print "Variance1=" & sngVarG1 & "   Variance2=" & sngVarG2
                        Debug.Print "Size1=" & intSizeG1 & "   Size2=" & intSizeG2
                        Debug.Print "%Dif1=" & arrDif1(j) & "%    %Dif2=" & arrDif2(j) & "%"
                        Call frmTestSTAT.cmdOK_Click
             Next
      Next
Next
End Sub

Private Sub cmdCancel_Click()
          Unload Me
End Sub

Private Sub cmdExit_Click()
        Unload Me
End Sub
```

```
'===================================================================
'                              frmGamma.frm
'===================================================================
```




```
Dim arrLstAlpha1 As Variant
Dim arrSize1 As Variant
Dim arrBeta1 As Variant
Dim arrDif1  As Variant
Dim arrSize2 As Variant
Dim arrBeta2 As Variant
Dim arrDif2  As Variant
Dim arrLstAlpha2 As Variant
Private Sub cmdAuto_Click()
Dim k As Integer
Dim sngMeanGamma1 As Single
Dim sngMeanGamma2 As Single
arrLstAlpha1 = Split(txtLstAlpha(0), ",")
arrSize1 = Split(txtSize(0), ",")
arrDif1 = Split(txtDif(0), ",")
arrBeta1 = Split(txtBeta(0), ",")
arrLstAlpha2 = Split(txtLstAlpha(1), ",")
arrSize2 = Split(txtSize(1), ",")
arrDif2 = Split(txtDif(1), ",")
```

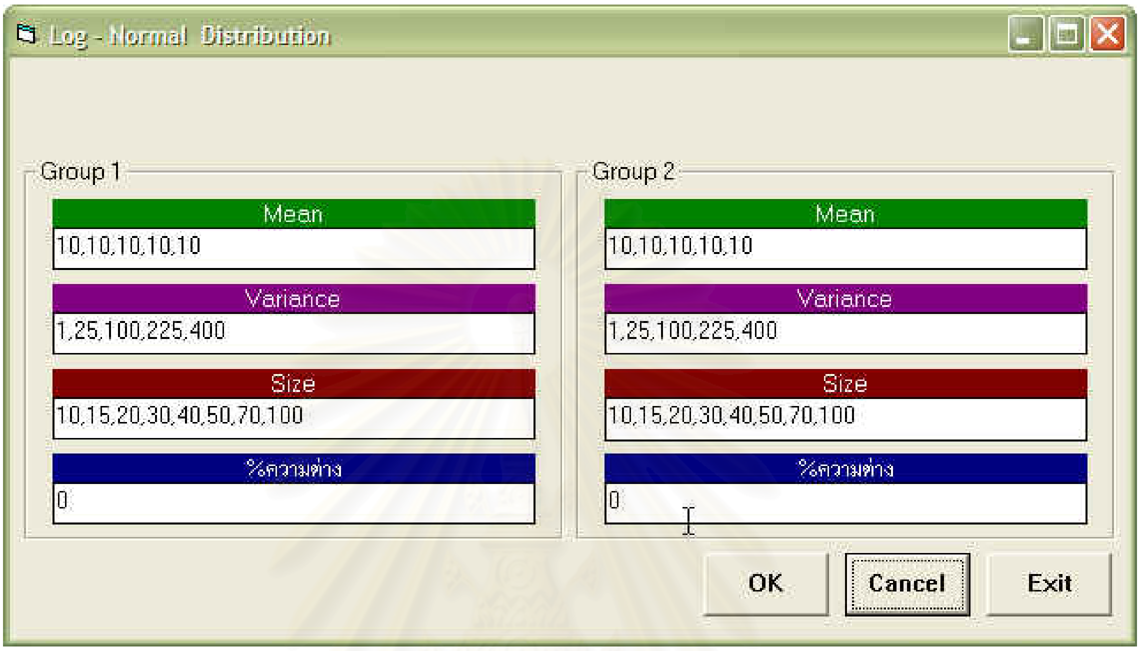
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
arrBeta2 = Split(txtBeta(1), ",")
frmTestSTAT.txtRepeat = txtRepeat
   For j = LBound(arrLstAlpha1) To UBound(arrLstAlpha1)
    For k = LBound(arrDif1) To UBound(arrDif1)
      For i = LBound(arrSize1) To UBound(arrSize1)
        sngMeanGamma1 = arrLstAlpha1(j) * arrBeta1(j)
        sngMeanGamma2 = arrLstAlpha2(j) * arrBeta2(j)
        sngDif1 = (arrDif1(k) / 100) * sngMeanGamma1
        sngDif2 = (arrDif2(k) / 100) * sngMeanGamma2
        intSizeG1 = arrSize1(i)
        intSizeG2 = arrSize2(i)
        sngAlphaG1 = arrLstAlpha1(j)
        sngAlphaG2 = arrLstAlpha2(j)
        sngBetaG1 = arrBeta1(j)
        sngBetaG2 = arrBeta2(j)
        sngVarG1 = arrLstAlpha1(j) * (arrBeta1(j) ^ 2)
        sngVarG2 = arrLstAlpha2(j) * (arrBeta2(j) ^ 2)
        Debug.Print "Gamma"
        Debug.Print "Alpha1=" & sngAlphaG1 & "   Alpha2=" & sngAlphaG2
        Debug.Print "Beta1=" & sngBetaG1 & "   Beta2=" & sngBetaG2
        Debug.Print "Size1=" & intSizeG1 & "Size2=" & intSizeG2
        Debug.Print "% Dif1=" & arrDif1(k) & "%   %Dif2=" & arrDif2(k) & "%"
         Call frmTestSTAT.cmdOK_Click
      Next
    Next
  Next
End Sub

Private Sub cmdContinue_Click()
      intSizeG1 = Val(txtSizeG1)
      sngAlphaG1 = Val(txtAlphaG1)
      sngBetaG1 = Val(txtBetaG1)
      intSizeG2 = Val(txtSizeG2)
      sngAlphaG2 = Val(txtAlphaG2)
```

```
        sngBetaG2 = Val(txtBetaG2)
        Call frmTestSTAT.cmdOK_Click
End Sub

Private Sub cmdCancel_Click()
        Unload Me
End Sub

Private Sub cmdExit_Click()
        End
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
'===========================================================================
'                                    frmLogNormal.frm
'===========================================================================
```

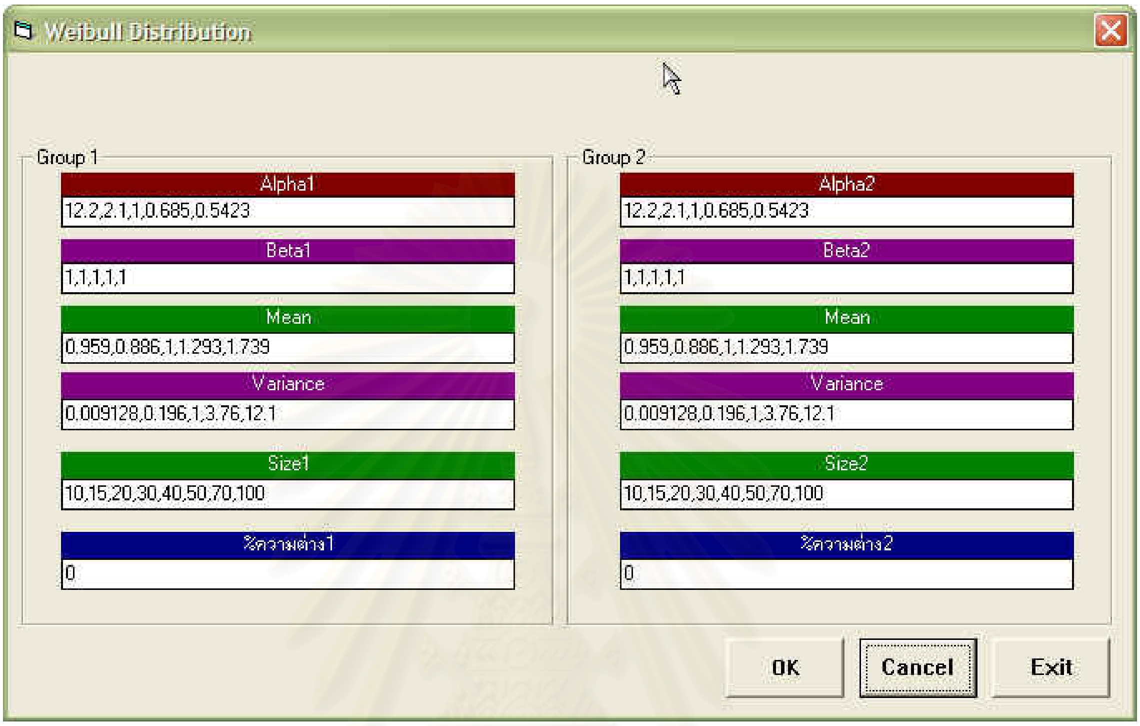



```
Dim arrSize1 As Variant
Dim arrDif1 As Variant
Dim arrMean1 As Variant
Dim arrVariance1  As Variant
Dim arrSize2 As Variant
Dim arrDif2 As Variant
Dim arrMean2  As Variant
Dim arrVariance2  As Variant

Private Sub cmdCancel_Click()
        Unload Me
End Sub

Private Sub cmdExit_Click()
      End
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Private Sub Command1_Click()
Dim k As Integer
Dim j As Integer, i As Integer
frmTestSTAT.txtRepeat = frmLogNormal.txtRepeat
arrSize1 = Split(txtSize(0), ",")
arrDif1 = Split(txtDif(0), ",")
arrMean1 = Split(txtMean(0), ",")
arrVariance1 = Split(txtVariance(0), ",")
arrSize2 = Split(txtSize(1), ",")
arrDif2 = Split(txtDif(1), ",")
arrMean2 = Split(txtMean(1), ",")
arrVariance2 = Split(txtVariance(1), ",")

For k = LBound(arrMean1) To UBound(arrMean1)
    For j = LBound(arrDif1) To UBound(arrDif1)
        For i = LBound(arrSize1) To UBound(arrSize1)
        sngMeanG1 = arrMean1(k)
        sngMeanG2 = arrMean2(k)
        sngVarG1 = arrVariance1(k)
        sngVarG2 = arrVariance2(k)
        intSizeG1 = arrSize1(i)
        intSizeG2 = arrSize2(i)
         sngDif1 = arrDif1(j) / 100 * txtMeanG1
         sngDif2 = arrDif2(j) / 100 * txtMeanG2
         Debug.Print "Log Normal"
         Debug.Print "Mean1=" & sngMeanG1 & "   Mean2=" & sngMeanG2
         Debug.Print "Variance1=" & sngVarG1 & "   Variance2=" & sngVarG2
         Debug.Print "Size1=" & intSizeG1 & "   Size2=" & intSizeG2
         Debug.Print "%Dif1=" & arrDif1(j) & "%    %Dif2=" & arrDif2(j) & "%"
         Call frmTestSTAT.cmdOK_Click
      Next
    Next
Next
End Sub
```

```
'==========================================================================
'                              frmWeibull.frm
'==========================================================================
```




```
Dim arrLstAlpha1 As Variant
Dim arrSize1 As Variant
Dim arrBeta1 As Variant
Dim arrDif1  As Variant
Dim arrSize2 As Variant
Dim arrBeta2 As Variant
Dim arrDif2  As Variant
Dim arrLstAlpha2 As Variant
Private Sub cmdAuto_Click()
Dim k As Integer
Dim sngMeanWeibull1 As Single
Dim sngMeanWeibull2 As Single
arrLstAlpha1 = Split(txtLstAlpha(0), ",")
arrSize1 = Split(txtSize(0), ",")
arrDif1 = Split(txtDif(0), ",")
arrBeta1 = Split(txtBeta(0), ",")
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

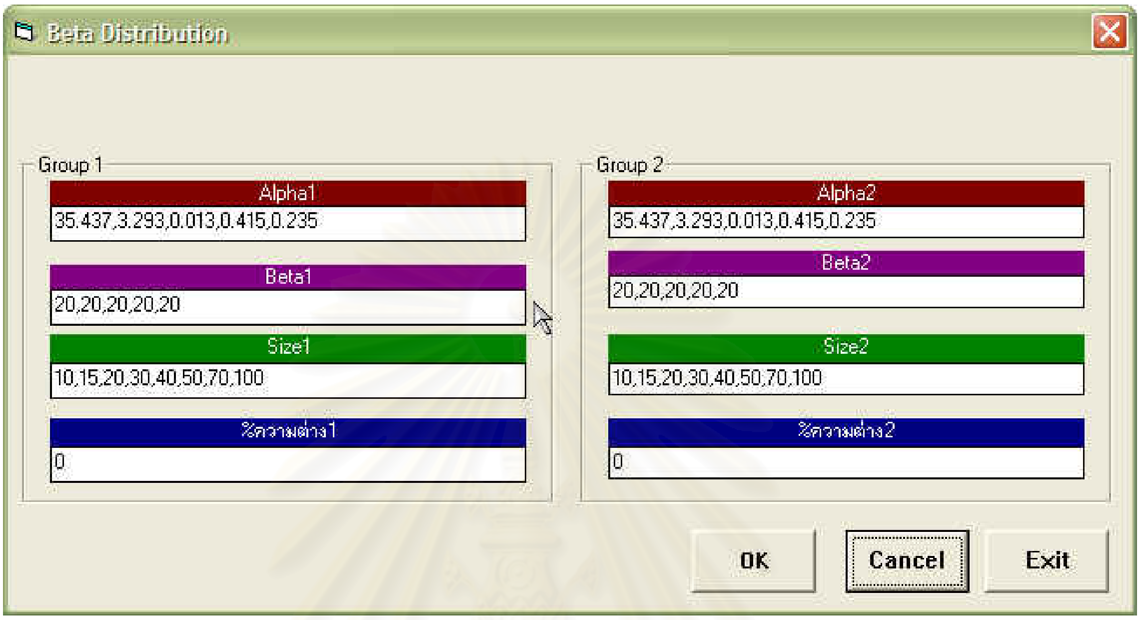
```
arrMean1 = Split(txtMean(0), ",")
arrVariance1 = Split(txtVariance(0), ",")
arrLstAlpha2 = Split(txtLstAlpha(1), ",")
arrSize2 = Split(txtSize(1), ",")
arrDif2 = Split(txtDif(1), ",")
arrBeta2 = Split(txtBeta(1), ",")
arrMean2 = Split(txtMean(1), ",")
arrVariance2 = Split(txtVariance(1), ",")
frmTestSTAT.txtRepeat = txtRepeat
   For j = LBound(arrLstAlpha1) To UBound(arrLstAlpha1)
    For k = LBound(arrDif1) To UBound(arrDif1)
      For i = LBound(arrSize1) To UBound(arrSize1)
        sngMeanWeibull1 = Val(arrMean1(j))
        sngMeanWeibull2 = Val(arrMean2(j))
        sngDif1 = (arrDif1(k) / 100) * sngMeanWeibull1
        sngDif2 = (arrDif2(k) / 100) * sngMeanWeibull2
        intSizeG1 = arrSize1(i)
        intSizeG2 = arrSize2(i)
        sngAlphaG1 = arrLstAlpha1(j)
        sngAlphaG2 = arrLstAlpha2(j)
        sngBetaG1 = arrBeta1(j)
        sngBetaG2 = arrBeta2(j)
        sngVarG1 = arrVariance1(j)
        sngVarG2 = arrVariance2(j)
         Debug.Print "Weibull"
         Debug.Print "Alpha1=" & sngAlphaG1 & "   Alpha1=" & sngAlphaG2
         Debug.Print "Beta1=" & sngBetaG1 & "   Beta1=" & sngBetaG2
         Debug.Print "Size1=" & intSizeG1 & "   Size2=" & intSizeG2
         Debug.Print "%Dif1=" & arrDif1(j) & "%    %Dif2=" & arrDif2(j) & "%"
         Call frmTestSTAT.cmdOK_Click
      Next
    Next
  Next
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Private Sub cmdCancel_Click()
        Unload Me
End Sub

Private Sub cmdExit_Click()
        End
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
'===========================================================================
'                                frmBeta.frm
'===========================================================================
```




```
Dim arrLstAlpha1 As Variant
Dim arrSize1 As Variant
Dim arrLstBeta1 As Variant
Dim arrDif1  As Variant
Dim arrSize2 As Variant
Dim arrLstBeta2 As Variant
Dim arrDif2  As Variant
Dim arrLstAlpha2 As Variant
Private Sub cmdAuto_Click()
   Dim k As Integer
   Dim sngMeanBeta1 As Single
   Dim sngMeanBeta2 As Single
   arrLstAlpha1 = Split(txtLstAlpha(0), ",")
   arrSize1 = Split(txtSize(0), ",")
   arrDif1 = Split(txtDif(0), ",")

   arrLstBeta1 = Split(txtLstBeta(0), ",")
   arrLstAlpha2 = Split(txtLstAlpha(1), ",")
```

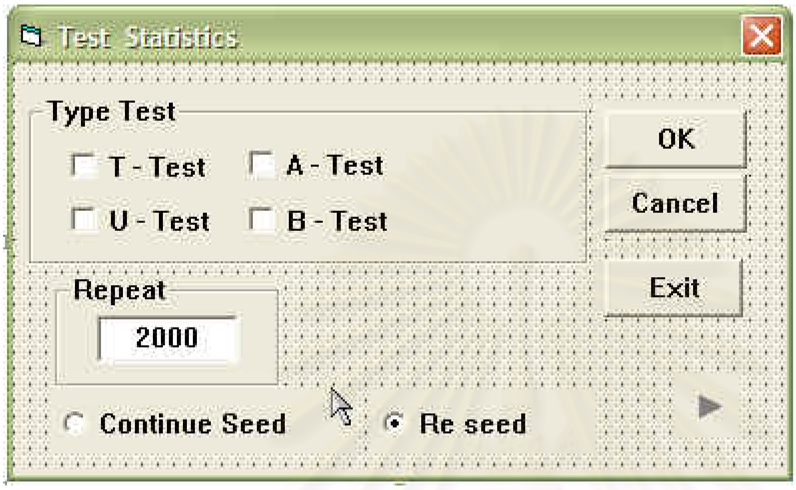
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    arrSize2 = Split(txtSize(1), ",")
    arrDif2 = Split(txtDif(1), ",")
    arrLstBeta2 = Split(txtLstBeta(1), ",")
    frmTestSTAT.txtRepeat = txtRepeat
     For j = LBound(arrLstAlpha1) To UBound(arrLstAlpha1)
       For k = LBound(arrDif1) To UBound(arrDif1)
         For i = LBound(arrSize1) To UBound(arrSize1)
           sngMeanBeta1 = Val(arrLstAlpha1(j)) / (Val((arrLstAlpha1(j)) + Val(arrLstBeta1(j))))
           sngMeanBeta2 = Val(arrLstAlpha2(j)) / (Val(arrLstAlpha2(j)) + Val(arrLstBeta2(j)))
           sngDif1 = (arrDif1(k) / 100) * sngMeanBeta1
           sngDif2 = (arrDif2(k) / 100) * sngMeanBeta2
           intSizeG1 = arrSize1(i)
           intSizeG2 = arrSize2(i)
           sngAlphaG1 = arrLstAlpha1(j)
           sngAlphaG2 = arrLstAlpha2(j)
           sngBetaG1 = arrLstBeta1(j)
           sngBetaG2 = arrLstBeta2(j)
           sngVarG1 = (Val(arrLstAlpha1(j)) * Val(arrLstBeta1(j))) / (((Val(arrLstAlpha1(j)) & _
                 + Val(arrLstBeta1(j))) ^ 2) * (Val(arrLstAlpha1(j)) + Val(arrLstBeta1(j)) + 1))
           sngVarG2 = (Val(arrLstAlpha2(j)) * Val(arrLstBeta2(j))) / (((Val(arrLstAlpha2(j)) & _
                 + Val(arrLstBeta2(j))) ^ 2) * (Val(arrLstAlpha2(j)) + Val(arrLstBeta2(j)) + 1))
           Debug.Print "Beta"
           Debug.Print "Mean1=" & sngMeanBeta1 & "   Mean2=" & sngMeanBeta2
           Debug.Print "Alpha1=" & sngAlphaG1 & "   Alpha2=" & sngAlphaG2
           Debug.Print "Beta1=" & sngBetaG1 & "   Beta2=" & sngBetaG2
           Debug.Print "Size1=" & intSizeG1 & "   Size2=" & intSizeG2
           Debug.Print "% Dif1=" & arrDif1(k) & "%    %Dif2=" & arrDif2(k) & "%"
           Call frmTestSTAT.cmdOK_Click
         Next
       Next
    Next
  End Sub
```

```
Private Sub cmdContinue_Click()
        intSizeG1 = Val(txtSizeG1)
        sngAlphaG1 = Val(txtAlphaG1)
        sngBetaG1 = Val(txtBetaG1)
        intSizeG2 = Val(txtSizeG2)
        sngAlphaG2 = Val(txtAlphaG2)
        sngBetaG2 = Val(txtBetaG2)
        Call frmTestSTAT.cmdOK_Click
End Sub

Private Sub cmdCancel_Click()
        Unload Me
End Sub

Private Sub cmdExit_Click()
        End
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
'=================================================================
'                                    frmTestStat.frm
'=================================================================
```




```
Option Base 1
Option Explicit
Dim arrData1() As Double, arrData2()  As Double
Dim count_T99 As Integer, count_T95 As Integer, count_T90 As Integer
Dim count_U99 As Integer, count_U95 As Integer, count_U90 As Integer
Dim count_A99 As Integer, count_A95 As Integer, count_A90 As Integer
Dim count_B99 As Integer, count_B95 As Integer, count_B90 As Integer
Dim AlphaT99 As Double, AlphaT95 As Double, AlphaT90 As Double
Dim AlphaU99 As Double, AlphaU95 As Double, AlphaU90 As Double
Dim AlphaA99 As Double, AlphaA95 As Double, AlphaA90 As Double
Dim AlphaB99 As Double, AlphaB95 As Double, AlphaB90 As Double
Dim resultDist1 As Double, resultDist2 As Double
Dim arrTotal() As Double
Dim sum As Double
Dim df As Double
Private Sub cmdCancel_Click()
        Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub cmdExit_Click()
        End
End Sub

Public Sub cmdOK_Click()
Dim Round As Integer, i As Integer
        ReDim arrData1(intSizeG1)
        ReDim arrData2(intSizeG2)
        If optTypeSeed(0).Value = True Then
        Else
                gIX = Val(frmMain.txtSeed)
        End If
        Screen.MousePointer = 11
        count_T99 = 0
        count_T95 = 0
        count_T90 = 0
        count_U99 = 0
        count_U95 = 0
        count_U90 = 0
        count_A99 = 0
        count_A95 = 0
        count_A90 = 0
        count_B99 = 0
        count_B95 = 0
        count_B90 = 0
        For Round = 1 To Val(txtRepeat)
          For i = 1 To intSizeG1
            Select Case lngDist
                Case gNormal
                    resultDist1 = Normal(sngMeanG1, sngVarG1)
                Case gGamma
                    resultDist1 = Gamma(sngAlphaG1, sngBetaG1)
                Case gLogNormal
                    resultDist1 = LogNormal(sngMeanG1, sngVarG1)
```

```
            Case gWeibull
                  resultDist1 = Weibull(sngAlphaG1, sngBetaG1)
        Case gBeta
                  resultDist1 = Beta(sngAlphaG1, sngBetaG1)
      End Select
        arrData1(i) = resultDist1 + sngDif1
    Next i

    For i = 1 To intSizeG2
      Select Case lngDist
          Case gNormal
                  resultDist2 = Normal(sngMeanG2, sngVarG2)
          Case gGamma
                  resultDist2 = Gamma(sngAlphaG2, sngBetaG2)
          Case gLogNormal
                  resultDist2 = LogNormal(sngMeanG2, sngVarG2)
           Case gWeibull
                  resultDist2 = Weibull(sngAlphaG2, sngBetaG2)
         Case gBeta
                  resultDist2 = Beta(sngAlphaG2, sngBetaG2)
      End Select
            arrData2(i) = resultDist2 + sngDif2
    Next i
    arrTotal = MergeArray(arrData1, arrData2)
    AverageG1 = Mean(arrData1)
    AverageG2 = Mean(arrData2)
    VarianceG1 = Variance(arrData1, AverageG1)
    VarianceG2 = Variance(arrData2, AverageG2)
    If frmMain.chk_T_Test.Value = 1 Then Call Ttest
    If frmMain.chk_U_Test.Value = 1 Then Call Utest
    If frmMain.chk_A_Test.Value = 1 Then Call Atest
    If frmMain.chk_B_Test.Value = 1 Then Call Btest
Next Round
```

```
'==========================================================
'                  Compute Type I Error and Power of the Test
'==========================================================
    AlphaT99 = count_T99 / Val(txtRepeat)
    AlphaT95 = count_T95 / Val(txtRepeat)
    AlphaT90 = count_T90 / Val(txtRepeat)
    AlphaU99 = count_U99 / Val(txtRepeat)
    AlphaU95 = count_U95 / Val(txtRepeat)
    AlphaU90 = count_U90 / Val(txtRepeat)
    AlphaA99 = count_A99 / Val(txtRepeat)
    AlphaA95 = count_A95 / Val(txtRepeat)
    AlphaA90 = count_A90 / Val(txtRepeat)
    AlphaB99 = count_B99 / Val(txtRepeat)
    AlphaB95 = count_B95 / Val(txtRepeat)
    AlphaB90 = count_B90 / Val(txtRepeat)
    Debug.Print "AlphaT99=" & AlphaT99
    Debug.Print "AlphaU99=" & AlphaU99
    Debug.Print "AlphaA99=" & AlphaA99
    Debug.Print "AlphaB99=" & AlphaB99
    Debug.Print "AlphaT95=" & AlphaT95
    Debug.Print "AlphaU95=" & AlphaU95
    Debug.Print "AlphaA95=" & AlphaA95
    Debug.Print "AlphaB95=" & AlphaB95
    Debug.Print "AlphaT90=" & AlphaT90
    Debug.Print "AlphaU90=" & AlphaU90
    Debug.Print "AlphaA90=" & AlphaA90
    Debug.Print "AlphaB90=" & AlphaB90
End Sub
```

```
'=================================================================
'                                   T  Test Statistic
'=================================================================
Sub Ttest()
Dim T_Cal As Double
Dim add  As Integer
Dim CriticalvalueT90 As Double, CriticalvalueT95 As Double, CriticalvalueT99 As Double
Dim CriticalvalueT2_90 As Double, CriticalvalueT2_95 As Double, CriticalvalueT2_99 As Double
    T_Cal = T_Test(AverageG1, AverageG2, VarianceG1, VarianceG2)
         df = intSizeG1 + intSizeG2 - 2
        If df > 1000 Then df = 1001
   If df <= 30 Or df = 40 Or df = 50 Or df = 60 Or df = 80 Or df = 100 Or df = 1000 Or df = 1001 Then
            CriticalvalueT90 = CriticalValueT(90, df)
            CriticalvalueT95 = CriticalValueT(95, df)
            CriticalvalueT99 = CriticalValueT(99, df)
        ElseIf 30 < df And df < 40 Then
            add = df - 30
            CriticalvalueT90 = CriticalValueT(90, 30) - (0.013 * add / 10)
            CriticalvalueT95 = CriticalValueT(95, 30) - (0.021 * add / 10)
            CriticalvalueT99 = CriticalValueT(99, 30) - (0.046 * add / 10)
        ElseIf 40 < df And df < 50 Then
            add = df - 40
            CriticalvalueT90 = CriticalValueT(90, 40) - (0.008 * add / 10)
            CriticalvalueT95 = CriticalValueT(95, 40) - (0.012 * add / 10)
            CriticalvalueT99 = CriticalValueT(99, 40) - (0.026 * add / 10)
        ElseIf 50 < df And df < 60 Then
            add = df - 50
            CriticalvalueT90 = CriticalValueT(90, 50) - (0.005 * add / 10)
            CriticalvalueT95 = CriticalValueT(95, 50) - (0.009 * add / 10)
            CriticalvalueT99 = CriticalValueT(99, 50) - (0.018 * add / 10)
        ElseIf 60 < df And df < 80 Then
            add = df - 60
            CriticalvalueT90 = CriticalValueT(90, 60) - (0.007 * add / 20)
            CriticalvalueT95 = CriticalValueT(95, 60) - (0.01 * add / 20)
```

```
                CriticalvalueT99 = CriticalValueT(99, 60) - (0.021 * add / 20)
            ElseIf 80 < df And df < 100 Then
                 add = df - 80
                CriticalvalueT90 = CriticalValueT(90, 80) - (0.004 * add / 20)
                CriticalvalueT95 = CriticalValueT(95, 80) - (0.006 * add / 20)
                CriticalvalueT99 = CriticalValueT(99, 80) - (0.013 * add / 20)
            ElseIf 100 < df And df < 1000 Then
                add = df - 30
                CriticalvalueT90 = CriticalValueT(90, 100) - (0.014 * add / 900)
                CriticalvalueT95 = CriticalValueT(95, 100) - (0.022 * add / 900)
                CriticalvalueT99 = CriticalValueT(99, 100) - (0.045 * add / 900)
           End If
                  If Abs(T_Cal) > CriticalvalueT99 Then count_T99 = count_T99 + 1
                  If Abs(T_Cal) > CriticalvalueT95 Then count_T95 = count_T95 + 1
                  If Abs(T_Cal) > CriticalvalueT90 Then count_T90 = count_T90 + 1
       End Sub

'====================================================================
'                            The Mann - Whitney U Test
'====================================================================
Sub Utest()
   Dim arrOriginalU() As Double
   Dim U_Cal As Double, U1_Cal As Double
   Dim i As Integer
   Dim arrNew1() As Double, arrNew2() As Double
      ReDim arrNew1(intSizeG1) As Double
      ReDim arrNew2(intSizeG2) As Double
      arrOriginalU = arrTotal
      Call Sort(arrOriginalU)
      Call Rank(arrOriginalU, arrNew1, arrNew2)
      sum = 0
      For i = 1 To intSizeG1
           sum = arrNew1(i) + sum
      Next i
```

```
        U_Cal = U_Test(sum, intSizeG1, intSizeG2)
        If intSizeG1 <= 20 And intSizeG2 <= 20 Then
                If U_Cal < CriticalValueU(99, intSizeG1, intSizeG2) Then count_U99 = count_U99 + 1
                If U_Cal < CriticalValueU(95, intSizeG1, intSizeG2) Then count_U95 = count_U95 + 1
                If U_Cal < CriticalValueU(90, intSizeG1, intSizeG2) Then count_U90 = count_U90 + 1
            Else
                If Abs(U_Cal) > 2.575 Then count_U99 = count_U99 + 1
                If Abs(U_Cal) > 1.96 Then count_U95 = count_U95 + 1
                If Abs(U_Cal) > 1.645 Then count_U90 = count_U90 + 1
        End If
End Sub

'=============================================================
'                              O'Gorman Adaptive Test
'=============================================================
Sub Atest()
Dim arrOriginalA() As Double
Dim arrData_SortA() As Double
Dim arrData_RankA() As Double
Dim A_Cal As Double
Dim A1() As Double, A2() As Double
        ReDim A1(intSizeG1) As Double
        ReDim A2(intSizeG2) As Double
        arrOriginalA = arrTotal
        arrData_SortA = arrOriginalA
        Call Sort(arrData_SortA)
        arrData_RankA = arrData_SortA
        Call Rank(arrData_RankA, A1, A2)
        A_Cal = A_Test(arrData_SortA, arrData_RankA)
                If Abs(A_Cal) > 2.575 Then count_A99 = count_A99 + 1
                If Abs(A_Cal) > 1.96 Then count_A95 = count_A95 + 1
                If Abs(A_Cal) > 1.645 Then count_A90 = count_A90 + 1
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
'=================================================================
'                                        B Test Statistic
'=================================================================
Sub Btest()
Dim B_cal As Double
        B_cal = B_Test(arrTotal)
        If B_cal > 4.5 Then count_B99 = count_B99 + 1
        If B_cal > 3.076 Then count_B95 = count_B95 + 1
        If B_cal > 2.493 Then count_B90 = count_B90 + 1
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมนทกานติ หรรษวรพงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2520 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติ) จากมหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2541 เข้าศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตรสถิติศาสตร์มหาบัณฑิต ที่คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2542

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย