การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบที สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สำหรับทดสอบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน

AN EFFICIENCY COMPARISON OF T-TEST, Z-TEST, THE RANDOMIZATION TEST AND MANN-WHITNEY U TEST FOR TESTING TWO INDEPENDENT POPULATION MEANS OR MEDIANS

โชติรส ชื่นอารมณ์
วาสินี ฟักทรัพย์
สุปวีณ์ เจิดจิตกุศล
อณพ เมืองมีทรัพย์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบที สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สำหรับทดสอบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน

AN EFFICIENCY COMPARISON OF T-TEST, Z-TEST, THE RANDOMIZATION TEST AND MANN-WHITNEY U TEST FOR TESTING TWO INDEPENDENT POPULATION MEANS OR MEDIANS

โชติรส ชื่นอารมณ์

วาสินี ฟักทรัพย์

สุปวีณ์ เจิดจิตกุศล

อณพ เมืองมีทรัพย์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AN EFFICIENCY COMPARISON OF T-TEST, Z-TEST, THE RANDOMIZATION TEST AND MANN-WHITNEY U TEST FOR TESTING TWO INDEPENDENT POPULATION MEANS OR MEDIANS

Chotirot Chuenarrom

Wasinee Fuksub

Supawee Choedchitkusol

Anop Muangmeesup

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE IN APPLIED STATISTICS DEPARTMENT OF STATISTICS FACULTY OF SCIENCE KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบที สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สำหรับทดสอบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน AN EFFICIENCY COMPARISON OF T-TEST, Z-TEST, THE RANDOMIZATION TEST AND MANN-WHITNEY U TEST FOR TESTING TWO INDEPENDENT POPULATION MEANS OR MEDIANS
ชื่อนักศึกษา	นางสาวโชติรส ชื่นอารมณ์ รหัสนักศึกษา 56051293 นางสาววาสินี ฟักทรัพย์ รหัสนักศึกษา 56051384 นางสาวสุปวีณ์ เจิดจิตกุศล รหัสนักศึกษา 56051408 นายอณพ เมืองมีทรัพย์ รหัสนักศึกษา 56051416
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัชฌา อระวีพร

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์ ประธานกรรมการ	
ผศ.วราพร เหลือสินทรัพย์ กรรมการ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัชฌา อระวีพร กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

149693

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบที สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สำหรับทดสอบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน
ชื่อนักศึกษา	นางสาวโชติรส ชื่นอารมณ์ 56051293
	นางสาววาสินี ฟักทรัพย์ 56051384
	นางสาวสุปวีณ์ เจิดจิตกุศล 56051408
	นายอณพ เมืองมีทรัพย์ 56051416
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัชฌา อระวีพร

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบที สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สำหรับทดสอบค่ากลาง หรือค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน ในกรณีที่ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากัน ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน และค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยศึกษาจากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติและแกมมา กำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากับ (5,5) (15,15) (35,35) (50,50) (5,15) (15,25) (25,35) และ (35,50) ในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กำหนดค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ (9,9) และการคำนวณกำลังการทดสอบ กำหนดค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ (9,12) โดยกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันจะกำหนดค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรเป็น 3 9 27 และ 36 ตามลำดับ ส่วนกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะกำหนดค่าความแปรปรวนตามเกณฑ์ของค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ซึ่งได้ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 1.73 2.49 3.03 และ 6.93 ตามลำดับ กำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับคือ 0.01 0.05 และ 0.1 โดยใช้โปรแกรมอาร์ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล ทำการจำลองข้อมูลซ้ำ1,000 รอบในแต่ละสถานการณ์

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณากำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติและการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ส่วนใหญ่สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เกิน 27 และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังกาทดสอบสูงที่สุดในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากันพบว่า ส่วนใหญ่สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกความแปรปรวน

คำสำคัญ : สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบแบบสุ่ม สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่1 กำลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	AN EFFICIENCY COMPARISON OF T-TEST, Z-TEST, THE RANDOMIZATION TEST AND MANN-WHITNEY U TEST FOR TESTING TWO INDEPENDENT POPULATION MEANS OR MEDIANS		
Students	Ms. Chotirot	Chuenarrom	56051293
	Ms. Wasinee	Fuksub	56051384
	Ms.Supawee	Choedchitkusol	56051408
	Mr. Anop	Muangmeesup	56051416
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Academic Year	2016		
Advisor	Assistant Professor Dr.Autcha Araveeporn		

ABSTRACT

This research is a simulating research that aimed to study and to compare the efficiency of t-test, Z-test, the randomization test and Mann-Whitney U test for testing means or medians of two independent populations. In the case of the mean and variance are equal, the mean is equal and variance is not equal, the mean is not equal and variance is equal and the mean and variance are not equal. We randomize data from two populations that have a normal distribution and gamma distribution. The sample sizes are set equal to (5,5), (15,15), (35,35), (50,50), (5,15), (15,25), (25,35) and (35,50). The population mean are set equal to (9,9) for calculating probability of type I error, and set equal to (9,12) for calculating power of a test. The population variances of each population are set equal to 3, 9, 27 and 36 in equal variance. The case of variances are not equal based on noncentrality parameter. The noncentrality parameter is 0.69, 1.47, 1.73, 2.49, 3.03 and 6.93. The significant levels are considered on three levels at 0.01, 0.05, and 0.1. R program is used for simulation and data analysis with 1,000 times for each situation.

The results are considered the power of a test in case of normal distribution and gamma distribution. For equal variance, Z-test shows the highest power of a test when variance does not exceed 27. Mann-Whitney U test shows the highest power of a test when variance is set as 36. When variance is not equal, Z-test shows the highest power of a test in all situations.

Keywords : t-test, Z-test, The Randomization test, Mann-Whitney U test, Probability of Type I Error, Power of a Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมีความถูกต้องในเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่าง ๆ และหนังสืออ้างอิง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจทานแก้ไขความถูกต้องตลอดจนติดตามผลงานทุกขั้นตอนของการดำเนินงานในการทำปัญหาพิเศษนี้จนกระทั่งเสร็จสมบรูณ์จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณอัจฉรา แผ้วบาง และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการทำงานมาโดยตลอดจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นางสาวโชติรส ชื่นอารมณ์
นางสาววาสินี ฟักทรัพย์
นางสาวสุปวีณ์ เจิดจิตกุศล
นายอณพ เมืองมีทรัพย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลาง	6
2.1.1 สถิติทดสอบซี	6
2.1.2 สถิติทดสอบที	7
2.1.3 สถิติทดสอบแบบสุ่ม	8
2.1.4 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู	8
2.2 ตัวอย่างในการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ	9
2.2.1 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบซี	9
2.2.2 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบที	10
2.2.3 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบแบบสุ่ม	11
2.2.4 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู	13
2.3 การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	14
2.4 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ	15
2.5 การแจกแจงที่นำมาใช้ในงานวิจัย	17
2.5.1 การแจกแจงปรกติ	17
2.5.2 การแจกแจงแกมมา	20
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การวางแผนการวิจัย 23

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 38

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 41

4.1.1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ 42

4.1.2 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา 62

4.2 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ 84

4.2.1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ 84

4.2.2 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา 103

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 126

5.1.1 กรณีที่ข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ 126

5.1.2 กรณีที่ข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา 126

5.2 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ 146

5.2.1 กรณีที่ข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ 146

5.2.2 กรณีที่ข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา 146

5.3 อภิปรายผล 175

5.3 ข้อเสนอแนะ 175

5.3.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ 175

5.3.2 ด้านการศึกษาวิจัย 175

บรรณานุกรม 177

ภาคผนวก 178

ภาคผนวก ก คำสั่งโปรแกรมอาร์ ที่ใช้ในการวิจัย 179

ภาคผนวก ข ตารางสถิติ 187

ตารางที่ 1 การแจกแจงที 187

ตารางที่ 2 การแจกแจงซี 188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่มาใช้ในการศึกษา	4
1.2 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	5
2.1 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่มาใช้ในการศึกษา	15
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานหลักและการสรุปผล	16
3.1 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	23
3.2 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่มาใช้ในการศึกษา	24
3.3 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$	25
3.4 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X)=\alpha\beta$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\alpha\beta^2$	26
3.5 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$	27
3.6 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X)=\alpha\beta$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\alpha\beta^2$	29
3.7 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$	31
3.8 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X)=\alpha\beta$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\alpha\beta^2$	32
3.9 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$	34
3.10 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X)=\alpha\beta$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\alpha\beta^2$	36
4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	42
4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	45
4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	48
4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 56

4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 59

4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 62

4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 65

4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 68

4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 71

4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 76

4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 80

4.13 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 83

4.14 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 86

4.15 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 89

4.16 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 92

4.17 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 95

4.18 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 99

4.19 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.20 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 105

4.21 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 108

4.22 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 111

4.23 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 115

4.24 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 120

5.1 สถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน 126

5.2 สถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน 131

5.3 สถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน 134

5.4 สถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน 140

5.5 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน 145

5.6 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน 149

5.7 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน 154

5.8 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน 159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ μ และ σ^2	18
2.2	กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,9) (6,9) และ (9,9) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน	19
2.3	กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,4) (4,8) และ (4,16) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน	19
2.4	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α,β) คือ (27,1/3) (9,1) (3,3) และ (2,17/4)	21
3.1	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) คือ (9,3) (9,9) (9,27) และ (9,36)	25
3.2	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α,β) คือ (27,1/3) (9,1) (3,3) และ (2,17/4)	26
3.3	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) คือ (9,3) (9,5.4) และ (9,8.1) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.69 และ ϕ = 1.47)	27
3.4	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) คือ (9,3) (9,9) และ (9,11.65) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 1.73 และ ϕ = 2.49)	28
3.5	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) คือ (9,3) (9,13.5) และ (9,27) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 3.03 และ ϕ = 6.93)	28
3.6	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α,β) คือ (27,1/3) (15,3/5) และ (10,9/10) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.69 และ ϕ =1.47)	29
3.7	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α,β) คือ (27,1/3) (9,1) และ (7,129/100) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 1.73 และ ϕ= 2.49)	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.8	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (6,9/4) และ (3,3) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 3.03 และ ϕ = 6.93)	30
3.9	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,3) (12,3) (9,9) และ (12,9)	31
3.10	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,27) (12,27) (9,36) และ (12,36)	32
3.11	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (48,1/4) (9,1) และ (16,4/3)	33
3.12	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (3,3) (5,58/45) (2,17/4) และ (4,3)	33
3.13	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,3) (12,5.4) และ (12,8.1) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.69 และ ϕ = 1.47)	34
3.14	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,3) (12,9) และ (12,11.65) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 1.73 และ ϕ = 2.49)	35
3.15	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,3) (12,13.5) และ (12,27) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 3.03 และ ϕ = 6.93)	35
3.16	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (27,56/125) และ (18,67/100) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.69 และϕ = 1.47)	36
3.17	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (16,3/4) และ (12,99/100) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 1.73 และ ϕ = 2.49)	37
3.18	กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (11,11/10) และ (5,58/25) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 3.03 และϕ = 6.93)	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.19	แผนผังแสดงลำดับวิธีการดำเนินการวิจัย	39
4.1	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	43
4.2	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	44
4.3	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	46
4.4	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	47
4.5	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	49
4.6	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	50
4.7	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	52
4.8	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	54
4.9	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.10	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	58
4.11	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	60
4.12	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	61
4.13	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	63
4.14	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	64
4.15	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	66
4.16	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	67
4.17	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	69
4.18	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	70
4.19	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	74
4.21	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	77
4.22	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	78
4.23	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	81
4.24	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	82
4.25	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	84
4.26	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	85
4.27	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	87
4.28	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	88
4.29	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	90
4.30	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	91
4.31	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.32	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	94
4.33	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	96
4.34	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	97
4.35	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	100
4.36	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	101
4.37	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	103
4.38	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	104
4.39	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	106
4.40	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	107
4.41	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	109
4.42	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	110
4.43	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	112
4.44	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	113
4.45	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	116
4.46	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.47	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	121
4.48	กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1	123
5.1	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (5,5)	129
5.2	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (15,15) และ (35,35)	130
5.3	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (50,50)	131
5.4	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (5,15)	132
5.5	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (15,25)	133
5.6	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (25,35)	134
5.7	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (35,50)	135
5.8	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (5,5)	138
5.9	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (15,15)	139
5.10	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,35)	140
5.11	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (50,50)	141
5.12	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (5,15)	142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.13	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (15,25)	143
5.14	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (25,35)	144
5.15	สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,50)	145
5.16	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (5,5)	148
5.17	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (15,15)	149
5.18	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (35,35)	150
5.19	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (50,50)	152
5.20	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (5,15)	154
5.21	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติขนาดตัวอย่าง (15,25)	155
5.22	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (25,35)	156
5.23	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (35,50)	158
5.24	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (5,5)	162
5.25	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (15,15)	163
5.26	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,35)	164
5.27	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (50,50)	166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.28	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (5,15)	168
5.29	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (15,25)	169
5.30	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (25,35)	171
5.31	สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,50)	173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาสิ่งที่สนใจส่วนใหญ่มักมีข้อมูลเป็นจำนวนมาก จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลา งบประมาณ และทรัพยากรบุคคล ทำให้การศึกษาข้อมูลทั้งหมดเป็นไปได้ยาก จึงศึกษาข้อมูลเพียงบางส่วนจากข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลทั้งหมดนั้น ทางสถิติเรียกว่า ประชากร และข้อมูลเพียงบางส่วน เรียกว่า ตัวอย่าง (นฤพลและคณะ, 2556) ในการศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนั้น ยังไม่สามารถตอบคำถามการวิจัยจนกว่าจะมีการทดสอบว่าค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริงในประชากรมากน้อยเพียงใด ทำให้ต้องใช้สถิติอนุมาน (Inferential Statistic) ในการสรุปอ้างอิงค่าสถิติต่างๆ จากกลุ่มตัวอย่างไปยังประชากรของกลุ่มตัวอย่างนั้น โดยมีเงื่อนไขว่ากลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร (สุวิมล ติรกานันท์, 2553)

การอนุมานทางสถิติ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation) เป็นการใช้ข้อมูลจากตัวอย่างสุ่มที่มีอยู่มาประมาณค่าหรือสรุปผลเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ว่ามีค่าเป็นเท่าใด(อโนทัย ตรีวานิช, 2539) รายละเอียดวิธีการสร้างตัวประมาณค่าซึ่งสามารถกระทำด้วยการประมาณแบบจุด เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าสัดส่วน และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ฯลฯ หรือการประมาณแบบช่วง ซึ่งได้จากการสร้างช่วงขึ้นมาซึ่งเราสามารถสร้างโดยพิจารณาจากการแจกแจงของค่าเฉลี่ยตัวอย่างสุ่ม ดังนั้นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จะต้องอาศัยการแจกแจงค่าสถิติของตัวอย่างเสมอ อีกทั้งยังต้องอาศัยระดับความเชื่อมั่นเพื่อให้ทราบช่วงที่สร้างมีโอกาสของความถูกต้องร้อยละเท่าใด กำหนดโดยใช้โอกาสของความถูกต้องเป็น 1 - α และมีโอกาสผิดพลาดเป็น α ความผิดพลาด α เรียกว่าระดับนัยสำคัญ

2. การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) เป็นการใช้ข้อมูลจากตัวอย่างสุ่มที่มีอยู่และความรู้เกี่ยวกับตัวแบบความน่าจะเป็นมาทดสอบความเชื่อเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์หรือประชากรที่สนใจว่าเป็นเช่นนี้หรือไม่(อโนทัย ตรีวานิช, 2539) การกำหนดสมมติฐานนั้นมีการกำหนด 2 แบบ คือ สมมติฐานเชิงพรรณนา (Descriptive Hypothesis) ซึ่งเป็นสมมติฐานที่อยู่ในลักษณะของข้อความการบรรยาย และสมมติฐานเชิงสถิติ (Statistical Hypothesis) เป็นข้อความเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของหนึ่งประชากรหรือหลายประชากร ซึ่งนิยมเขียนอยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบสมมติฐานต่างๆ นั้นเราจำเป็นต้องใช้สถิติอนุมานซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. สถิติอิงพารามิเตอร์ (Parametric Statistics) เป็นวิธีการทางสถิติที่จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้นเช่น ข้อมูลต้องได้มาอย่างสุ่ม มีการวัดระดับช่วงขึ้นไปหรือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ประชากรมีการแจกแจงปรกติ เป็นต้น ถ้าปรากฏว่าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้นแล้วจะไม่สามารถใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ได้ ควรที่จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์แทน (อมรรัตน์ แมกไม้รักษา, 2550)

2. สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (Non-Parametric Statistics) เป็นวิธีการทางสถิติที่มีข้อกำหนดเบื้องต้นน้อยกว่าสถิติอิงพารามิเตอร์แต่สามารถใช้ได้กว้างขวางกว่าสถิติอิงพารามิเตอร์ เนื่องจากสถิติไม่อิงพารามิเตอร์นั้นประชากรไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งโดยเฉพาะ ค่าสถิติทดสอบได้มาจากข้อมูลตัวอย่างแบบง่ายๆ เช่น โดยการนับเครื่องหมาย ความถี่ หรือพิจารณาจากลำดับที่ เป็นต้น และการแจกแจงของค่าสถิติการทดสอบไม่ขึ้นกับการแจกแจงของประชากร สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการวัดตั้งแต่ระดับจำแนกประเภท (Nominal Level) และตัวอย่างที่ใช้มักมีขนาดเล็ก (อมรรัตน์ แมกไม้รักษา, 2550)

มีผู้วิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ากลางของประชากร 2 กลุ่ม เมื่อตัวอย่างสุ่ม 2 กลุ่มอิสระกัน ได้แก่

มนตรี สังข์ทอง (2556) ศึกษาประสิทธิภาพของสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ ได้แก่ t-test, Mann-Whitney U test, Van der Waerden test, Wald Wolfowitz Runs test และ Modified U test จำแนกสถานการณ์โดยกำหนดประชากรที่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายและความโด่งสูงกว่าปกติ และการแจกแจงเบ้ขวาและโด่งสูงกว่าปกติ ภายใต้ขนาดตัวอย่างระดับต่างๆ

มนตรี สังข์ทอง (2557) ศึกษาความแกร่งและอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ ได้แก่ Z test, t-test, Mann-Whitney U test, Van der Waerden test, Kolmogonov-Smirnov test และ Modified U test ในทดสอบความแตกต่างของค่ากลางระหว่างประชากร 2 กลุ่ม สำหรับข้อมูลแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ โดยมีเงื่อนไข คือ ประชากรมีการแจกแจงปกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายและความโด่งต่ำกว่าปกติ และการแจกแจงเบ้ขวาและความโด่งสูงกว่าปกติ ภายใต้ขนาดตัวอย่างระดับต่างๆ

ผลการวิจัยโดยรวมพบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก สถิติทดสอบที่เหมาะสม คือ t test กลุ่มตัวอย่างขนาดกลาง คือ modified U test และกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ Mann Whitney U test เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายและความโด่งต่ำกว่าปกติ กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก สถิติทดสอบที่เหมาะสม คือ t test และ Mann Whitney U test กลุ่มตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ คือ van der Waerden test และเมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาและความโด่งสูงกว่าปกติ กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบที่เหมาะสม คือ t test กลุ่มตัวอย่างขนาดกลาง คือ Z test และกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ van der Waerden test

จากผลการวิจัยข้างต้นจะพบว่าการแจกแจงที่ใช้ในงานวิจัย คือ การแจกแจงแบบปรกติเพียงอย่างเดียว ผู้วิจัยจึงนำงานวิจัยข้างต้นมาอ้างอิงเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนางานวิจัยให้ครอบคลุมมากขึ้นโดยสถิติทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สถิติอิงพารามิเตอร์ คือ สถิติทดสอบซี (Z-test) สถิติทดสอบที (t-test) และสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ คือสถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test) และ สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann-Whitney U Test) ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันโดยเราจะใช้โปรแกรม R เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ เนื่องจากโปรแกรมR เป็นที่นิยมใช้กันในวงวิชาการเพื่อคำนวณด้านสถิติ เพราะมีการสร้างคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณทางสถิติมาก มีความสามารถแสดงผลทางด้านกราฟฟิก และสามารถประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ๆได้โดยง่าย

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบซี สถิติทดสอบที สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยูสำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันโดยใช้โปรแกรม R ในการวิเคราะห์

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางระหว่าง 2 ประชากรที่เป็นอิสระกันโดยใช้สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบที สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันโดยใช้สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบที สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบอำนาจในการทดสอบ ของสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันโดยใช้สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบที สถิติทดสอบแบบสุ่ม และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 กำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01 0.05 และ 0.1

1.3.2 ศึกษาข้อมูลที่สุ่มมาจากการแจกแจงแบบปรกติ (Normal Distribution) ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาข้อมูลที่สุ่มมาการแจกแจงแบบแกมมา (Gamma Distribution) ด้วยพารามิเตอร์ α และ β โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x;\alpha,\beta) = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^{\alpha}} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} & x>0,\ \alpha>0,\ \beta>0 \\ 0 & x \text{ มีค่าอื่น} \end{cases}$$

1.3.3 กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนสำหรับการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบโดยใช้ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ (Noncentrality Parameter) (กษิภัท โชติกรวรกุลและคณะ, 2557) เป็นเกณฑ์โดยคำนวณจาก

$$\phi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{2} \frac{(\sigma_i^2 - \bar{\sigma}^2)^2}{2}}{\sigma_1^2}}$$

เมื่อ σ_1^2 เป็น ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำสุด

σ_i^2 เป็น ค่าความแปรปรวนของประชากรที่ i โดย i = 1,2

$\bar{\sigma}^2$ เป็น ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม

โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่มาใช้ในการศึกษา

ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ความแปรปรวนแต่ละประชากร	ϕ
มีความแตกต่างกันน้อย	3 : 5.4	0.69
$(0<\phi<1.5)$	3 : 8.1	1.47
มีความแตกต่างกันปานกลาง	3 : 9	1.73
$(1.5\le\phi<3)$	3 : 11.65	2.49
มีความแตกต่างกันมาก	3 : 13.5	3.03
$(\phi\ge3)$	3 : 27	6.93

1.3.4 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 2 ประชากร และศึกษาในกรณีที่ขนาดตัวอย่างสุ่มจากแต่ละประชากรเท่ากันและไม่เท่ากัน รวม 8 ลักษณะ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)	
เท่ากัน $(n_1 = n_2)$	ไม่เท่ากัน $(n_1 \neq n_2)$
(5,5) , (15,15) , (35,35) , (50,50)	(5,15) , (15,25) , (25,35) , (35,50)

1.3.5 โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้งหมดเขียนด้วยโปรแกรม R version 3.3.1 ซึ่งทำการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Probability of type I error) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง

1.4.2 อำนาจการทดสอบ (Power of the test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นเท็จ

1.4.3 ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ (Noncentrality Parameter) หมายถึง เกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร

1.4.4 สถิติอิงพารามิเตอร์ (Parametric Statistics) เป็นวิธีการทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ และจำเป็นต้องมีข้อกำหนดเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของประชากร

1.4.5 สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics) เป็นวิธีการทางสถิติที่ไม่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ และไม่จำเป็นต้องมีข้อกำหนดเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของประชากร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางระหว่างประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน

1.5.2 ทำให้สามารถเลือกสถิติทดสอบในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางระหว่าง 2 ประชากรที่เป็นอิสระกันได้อย่างเหมาะสมเมื่อข้อมูลเป็นไปตาม 4 กรณีดังต่อไปนี้ กรณีค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน กรณีที่ค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน กรณีที่ค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน และกรณีที่ค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของสถิติทดสอบทั้งอิงพารามิเตอร์ และไม่อิงพารามิเตอร์โดยวัดประสิทธิภาพจากค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติซึ่งจะต้องหาค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางระหว่าง 2 ประชากรที่เป็นอิสระกัน ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของตัวสถิติทดสอบ คุณสมบัติการแจกแจงที่ใช้ในการศึกษา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ตัวอย่างการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลาง

ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางระหว่างประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระ

สถิติอิงพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบสำหรับสมมติฐานดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้มี 2 สถิติทดสอบ คือ สถิติทดสอบซีและสถิติทดสอบที

สมมติฐานในการทดสอบ

สมมติฐานหลัก $H_0: \mu_1 = \mu_2$ หรือ $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

สมมติฐานรอง $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ หรือ $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

โดยที่ μ_1 และ μ_2 แทน ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

2.1.1 สถิติทดสอบซี (Z-test statistic) (ชูใจ คูหารัตนไชย, 2556)

เป็นสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน จะสามารถใช้สถิติทดสอบซีได้ก็ต่อเมื่อข้อมูลเป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้น คือ ประชากร 2 กลุ่มอิสระต่อกัน ประชากร 2 กลุ่มมีการแจกแจงแบบปรกติ ตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีขนาดใหญ่ $(n_1, n_2 \geq 30)$

$$\text{สถิติทดสอบ คือ } Z_{cal} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 คือ ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 คือ จำนวนตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

อาณาเขตวิกฤต : $Z_{cal} > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $Z_{cal} < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 สถิติทดสอบที (t-test statistic) (ชูใจ คูหารัตนไชย, 2556)

เป็นสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน จะสามารถใช้สถิติทดสอบซีได้ก็ต่อเมื่อข้อมูลเป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้น คือ ประชากร 2 กลุ่มอิสระต่อกัน ประชากร 2 กลุ่มมีการแจกแจงแบบปรกติ ตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีขนาดเล็ก $(n_1, n_2 < 30)$

กรณีที่ 1 เมื่อไม่ทราบค่า σ_1^2, σ_2^2 แต่ทราบว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$$\text{สถิติทดสอบ } t_{cal} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$\text{โดยที่ } S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_p^2 คือ ความแปรปรวนร่วม

n_1, n_2 คือ จำนวนตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

อาณาเขตวิกฤต : $t_{cal} > t_{\frac{\alpha}{2};n_1+n_2-2}$ หรือ $t_{cal} < -t_{\frac{\alpha}{2};n_1+n_2-2}$

กรณีที่ 2 เมื่อไม่ทราบค่า σ_1^2, σ_2^2 แต่ทราบว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

$$\text{สถิติทดสอบ } t_{cal} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{โดยที่ } \upsilon = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 คือ ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 คือ จำนวนตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

υ คือ องศาแห่งความเป็นอิสระ

อาณาเขตวิกฤต : $t_{cal} > t_{\frac{\alpha}{2};\upsilon}$ หรือ $t_{cal} < -t_{\frac{\alpha}{2};\upsilon}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบสำหรับสมมติฐานดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้มี 2 สถิติทดสอบคือ สถิติทดสอบแบบสุ่มและสถิติทดสอบแมนท์ – วิทนียู

สมมติฐานในการทดสอบ

สมมติฐานหลัก $H_0: M_X = M_Y$

สมมติฐานรอง $H_1: M_X \neq M_Y$

โดยที่ M_X และ M_Y แทน ค่ามัธยฐานของประชากรที่1 และ 2 ตามลำดับ

2.1.3 สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test) (อุมาพร จันทศร, 2541)

สถิติทดสอบแบบสุ่มเป็นสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ และมีอำนาจการทดสอบมาก ใช้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันและขนาดตัวอย่างทั้งสองมีขนาดเล็ก ข้อมูลที่ใช้อย่างน้อยต้องมีมาตรวัดแบบอันตรภาค ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้น ดังต่อไปนี้

- ตัวอย่างทั้ง 2 ชุดถูกสุ่มมาจากประชากรแต่ละชุดที่เป็นอิสระต่อกัน
- นอกจากจะมีความเป็นอิสระภายในแต่ละกลุ่มแล้ว ยังต้องมีความเป็นอิสระระหว่างกลุ่มทั้ง 2 ด้วย
- มาตราวัดสำหรับข้อมูล อย่างน้อยต้องเป็นมาตราวัดแบบอันตรภาค

วิธีการ

- กำหนดคะแนนแต่ละค่าให้อยู่ในกลุ่ม X_{1n} หรือ X_{2n} ก็ได้
- วิธีที่จะจัดคะแนนในกลุ่ม $X_{1n} = \binom{n_1+n_2}{n_1}$ วิธี โดยแต่ละวิธีมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆกัน
- ให้ ΣX_{1n} = ผลรวมของคะแนนจากกลุ่ม X_{1n} และ ΣX_{2n} = ผลรวมของคะแนนจากกลุ่ม X_{2n}
- ทำการสุ่มคะแนนของแต่ละวิธี และหาผลต่างของ ΣX_{1n} กับ ΣX_{2n} เพื่อเลือกวิธีที่ตกอยู่ในเขตวิกฤต

อาณาเขตวิกฤต : α ที่แท้จริง $= \frac{\text{วิธีที่ตกอยู่ในเขตวิกฤต}}{\binom{n_1+n_2}{n_1}} < \alpha$ จึงจะปฏิเสธ H_0

2.1.4 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test) (อุมาพร จันทศร ,2541)

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยูเป็นสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ มักนิยมใช้เพื่อเลี่ยงการทดสอบแบบที หรือ เมื่อข้อมูลมีมาตราวัดต่ำกว่าแบบอันตรภาค ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้นดังต่อไปนี้

- ข้อมูลประกอบด้วยตัวอย่างสุ่ม ด้วยค่า $X_{11}, X_{12}, ..., X_{1n}$ จากประชากรที่ 1 และตัวอย่างสุ่ม อีก 1 ชุด ด้วยค่าสังเกต $X_{21}, X_{22}, ..., X_{2n}$ จากประชากรที่ 2 ซึ่งเป็นอิสระกัน
- ตัวอย่าง 2 ชุดนี้เป็นอิสระกัน
- ค่าตัวแปรสุ่มมีค่าต่อเนื่อง (continuous)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มาตรวัดอย่างน้อยเป็นแบบเรียงลำดับ (ordinal scale)

- ฟังก์ชันการแจกแจงของ 2 ประชากร ต่างกันเฉพาะค่ากลาง (ซึ่งนิยมวัดด้วยมัธยฐาน , M_X, M_Y) นั่นคือประชากรทั้ง 2 ต้องมีการแจกแจงที่เหมือนกัน ต่างกันเฉพาะค่ากลางเท่ากัน เช่น สมมติว่าประชากรทั้ง 2 มี การแจกแจงปกติ

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

$$\text{สถิติทดสอบ } T_{cal} = S - \frac{n_1(n_1+1)}{2}$$

เมื่อ n_1 คือ ขนาดตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรกลุ่มที่ 1

S คือ ผลรวมลำดับที่ของตัวอย่างขนาด n_1 ในข้อมูลรวมทั้งหมดที่เรียงลำดับแล้ว

อาณาเขตวิกฤต : $T_{cal} < W_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $T_{cal} > W_{1-\frac{\alpha}{2}}$

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

$$\text{สถิติทดสอบ } Z_{cal} = \frac{T - n_1 n_2 / 2}{\sqrt{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)/12}}$$

เมื่อ T , S , n_1 และ n_2 มีความหมายเช่นเดียวกับกรณีที่ 1

อาณาเขตวิกฤต : $Z_{cal} > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $Z_{cal} < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$

2.2 ตัวอย่างในการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ

2.2.1 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบซี (Z-test statistic) (ชูใจ คูหารัตนไชย, 2556)

โรงงานผลิตของเล่นแห่งหนึ่ง ต้องการศึกษาว่า เวลาที่ใช้ในการผลิตของเล่นจากเครื่องจักรเก่าและใหม่แตกต่างกันหรือไม่ จึงทำการสำรวจของเล่นจากเครื่องจักรเก่าและใหม่ มาจำนวน 100 ชิ้น และ 80 ได้ผลดังนี้

เครื่องจักร	จำนวนตัวอย่าง	เวลาเฉลี่ยใช้ในการผลิต	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เก่า	100	20	5
ใหม่	80	16	4

จงทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

วิธีทำ ให้ μ_1, μ_2 เป็นเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิตของเล่นจากเครื่องจักรเก่าและใหม่ตามลำดับ

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

เนื่องจากขนาดตัวอย่าง n_1 = 100 และ n_2 = 80 ถือว่ามีค่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ $Z_{cal} = \dfrac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}}}$

$= \dfrac{20-16}{\sqrt{\dfrac{5^2}{100} + \dfrac{4^2}{80}}} = 5.963$

กำหนด α = 0.10 , $\dfrac{\alpha}{2}$ = 0.05

หาเขตวิกฤตจากตาราง Z ได้ $Z_{0.05} = \pm 1.645$

เนื่องจาก Z_{cal} = 5.963 อยู่ในบริเวณเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 และสรุปได้ว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตของเล่นจากเครื่องจักรเก่าและใหม่มีค่าแตกต่างกัน

2.2.2 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบที (t-test statistic) (ชูใจ คูหารัตนไชย, 2556)

ในโรงงานผลิตเส้นลวดขนาดหนึ่งที่ใช้ในงานก่อสร้างมีอยู่ 2 โรงงาน คือโรงงาน A และ B ผู้รับเหมาก่อสร้างผู้หนึ่งอ้างว่า เส้นลวดจากโรงงาน A มีความทนทานเฉลี่ยสูงกว่าโรงงาน B จึงทำการสุ่มตัวอย่างเส้นลวดที่ผลิตจากทั้ง 2 โรงงานคำนวณความทนทานเฉลี่ยและความแปรปรวนของความทนทานจากตัวอย่างได้ดังนี้

โรงงาน	ขนาดตัวอย่าง (ขด)	ความทนทานเฉลี่ย (ปอนด์)	ความแปรปรวน (ปอนด์)
A	10	25	55
B	15	22	20

จงทดสอบข้อกล่าวอ้างของผู้รับเหมาก่อสร้างผู้นี้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 โดยสมมติว่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองไม่เท่ากัน

วิธีทำ ให้ μ_1, μ_2 เป็นความทนทานเฉลี่ยของโรงงาน A และ B ตามลำดับ

$$H_0 : \ \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \ \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

ในที่นี้สมมติว่าตัวอย่างขนาด n_1 = 10 และ n_2 = 15 สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติและมีความแปรปรวนของประชากรทั้งสองไม่เท่ากัน

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ $t_{cal} = \dfrac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}}} \sim t(v)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{25-22}{\sqrt{\frac{55}{10}+\frac{20}{15}}} = 1.148$$

$$\upsilon = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}+\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1}+\frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

$$= 13.387 \approx 14$$

กำหนด α = 0.10 และ df = 14

หาเขตวิกฤตจากตาราง t ได้ $t_{0.10}$= 1.345

เนื่องจาก t_{cal} = 1.148 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ H_0 และสรุปได้ว่าเราไม่ยอมรับคำกล่าวอ้างของผู้รับเหมาก่อสร้างที่ว่า เส้นลวดจากโรงงาน A มีความทนทานเฉลี่ยสูงกว่าโรงงาน B

2.2.3 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบแบบสุ่ม(The Randomization Test) (อุมาพร จันทศร, 2541)

ถ้าสุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มจากประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน ด้วยขนาด 4 และ 5 ตามลำดับได้คะแนนดังนี้

กลุ่ม X 0 11 12 20

กลุ่ม Y 16 19 22 24 29

ให้ทดสอบสมมติฐานว่า คะแนนเฉลี่ยของประชากรกลุ่ม Y มีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยของประชากรกลุ่ม X หรือไม่

วิธีทำ H_0: ไม่มีความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม $E(\mathrm{X}) = \mathrm{E}(\mathrm{Y})$

H_1: ประชากรกลุ่ม Y มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าประชากลุ่ม X $E(\mathrm{X}) < \mathrm{E}(\mathrm{Y})$

จะใช้การทดสอบแบบสุ่ม เนื่องจากตัวอย่างขนาดเล็ก กำหนด α = 0.05 และ n_1 = 4 และ n_2 = 5 จะมีจำนวนวิธี = $\binom{4+5}{4}$ = 126 วิธี ที่จะจัดกลุ่มตัวอย่างขนาด 4 ที่แตกต่างกัน ซึ่งจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยเลข 4 จำนวนจาก 9 จำนวนก่อนอื่น ต้องหาอาณาเขตวิกฤตซึ่งจะประกอบด้วยจำนวน

วิธี $= \alpha \binom{n_1 + n_2}{n_1}$ = 0.05(126) = 6.3 วิธี

เมื่อสมมติฐานแย้ง คือ การทดสอบด้านเดียวที่กำหนดทิศทาง ดังนั้นอาณาเขตวิกฤตจะประกอบด้วยจำนวนวิธี 6 วิธีที่แสดงทิศทางด้วย คือ 6 วิธีที่มีค่า $\Sigma Y - \Sigma X$ มากที่สุด (ทั้งนี้เนื่องจาก $H_1 : \ E(\mathrm{Y}) > \mathrm{E(X)}$) จะได้จำนวนวิธีต่าง ๆ 6 วิธีดังนี้

คะแนน 5 คะแนน ที่เป็นไปได้ของกลุ่ม Y	คะแนน 4 คะแนน ที่เป็นไปได้ของกลุ่ม X	$\Sigma Y - \Sigma X$
19 20 22 24 29	0 11 12 16	114 - 39 = 75
16 20 22 24 29	0 11 12 19	111 - 42 = 79
16 19 22 24 29	0 11 12 20	110 – 43 = 67*
16 19 20 24 29	0 11 12 22	108 – 45 = 63
12 20 22 24 29	0 11 16 19	114 – 39 = 61
12 19 20 22 29	0 11 12 24	106 – 47 = 59

วิธีที่ 3 เป็นตัวอย่างที่สุ่มมาได้ ดังนั้นตกอยู่ในอาณาวิเขตวิกฤต นั่นคือ ปฏิเสธ H_0 ที่ α = 0.05 และ

α ที่แท้จริงคือ $\frac{3}{126}$ = 0.024 ถ้าจากตัวอย่างนี้ ทำการทดสอบ 2 หางคือ

H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยประชากร 2 กลุ่ม

H_1 : มีความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยประชากร 2 กลุ่ม

การหาอาณาเขตวิกฤต จะทำดังนี้ $\alpha \binom{n_1 + n_2}{n_1}$ = 0.05(126) = 6.3 ทาง

ดังนั้นจะหาจำนวนวิธี 6 วิธีที่ให้ค่าความแตกต่างระหว่างผลรวมของคะแนนจาก 2 กลุ่มมีค่ามากที่สุดโดยแสดงทิศทางทั้ง 2 ทิศทาง ดังนั้น จะประกอบด้วย 3 วิธีที่แสดงทิศทางทั้ง 2 ทางดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนน 5 คะแนน ที่เป็นไปได้ของกลุ่ม Y	คะแนน 4 คะแนน ที่เป็นไปได้ของกลุ่ม X	$\lvert\Sigma Y - \Sigma X\rvert$
19 20 22 24 29	0 11 12 16	$\lvert 114-39\rvert$ = 75
16 20 22 24 29	0 11 12 19	$\lvert 111-42\rvert$ = 69
16 19 22 24 29	0 11 12 20	$\lvert 110-43\rvert$ = 67
0 11 12 22	16 19 20 24 29	$\lvert 58-95\rvert$ = 37
0 11 16 19	12 20 22 24 29	$\lvert 59-94\rvert$ = 35
0 11 12 24	12 19 20 22 29	$\lvert 61-92\rvert$ = 31

ซึ่งสรุปผลก็ยังคงปฏิเสธ H_0 ที่ α = 0.05 และ α ที่แท้จริง = $\frac{2(3)}{126}$ =0.048

2.2.4 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test) (อุมาพร จันทศร, 2541)

เพื่อทดสอบความแข็งของเหล็กที่ได้จาก 2 แหล่ง คือ A และ B ได้สุ่มตัวอย่างเหล็กจากแหล่ง A มา 5 ชิ้น และจากแหล่ง B มา 5 ชิ้น แล้วนำมา 2 ชิ้นมาขัดถูกันพิจารณาดูว่ามีชิ้นใดมีร่องรอยเสียหายมากกว่า ให้เป็นชิ้นที่มีความแข็งน้อยกว่า ทำเช่นนี้กับตัวอย่างทั้ง 9 ชิ้น แล้วให้ลำดับที่ 1 แก่ชิ้นที่แข็งน้อยที่สุด จนถึงอันดับที่ 9 คือชิ้นที่แข็งที่สุด

ได้ข้อมูลผลการทดลองดังนี้ A A A B A B B B B

ลำดับที่ 1 2 3 4 5 6 7 8 9

จงทดสอบสมมติฐานว่า เหล็กจากทั้ง 2 มีความแข็งไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ ใช้การทดสอบของ Wilcoxon และ Mann Whitney เนื่องจากเป็นกรณี 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระกัน และมีมาตรวัดข้อมูลแบบเรียงลำดับ พิจารณาในแง่ค่ากลางคือ

H_0 : ค่ามัธยฐานของความแข็งของเหล็กจาก 2 แหล่งไม่ต่างกัน

H_1 : ค่ามัธยฐานของความแข็งของเหล็กจาก 2 แหล่งต่างกัน

หรือ $H_0: M_X = M_Y$

$H_1: M_X \neq M_Y$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาสถิติที่ใช้ทดสอบ $T_{cal} = S - \frac{n_1(n_1+1)}{2}$

หา S จากแหล่ง A = 1+2+3+5 = 11

$$T_{cal} = 11 - \frac{4(5)}{2} = 1$$

หาค่าวิกฤตจากตาราง เมื่อเป็นการทดสอบสองหางที่ α = 0.5 ดังนั้นหาค่าวิกฤตที่ค่า P = 0.25 n_1 = 4 และ n_2 = 5 ได้ค่าวิกฤต = 2 ดังนั้น $W_{\frac{\alpha}{2}} = 2$

หาค่า $W_{1-\frac{\alpha}{2}} = n_1 n_2 - W_{\frac{\alpha}{2}} = 4\times5\text{-}2 = 18$

อาณาเขตวิกฤต คือ $T \le 2$ หรือ $T \ge 18$

T ข้อมูลตัวอย่าง = 1 จึงตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0

สรุปว่า เหล็กจากทั้ง 2 แหล่งมีความแข็งไม่เท่ากัน หรือแตกต่างกัน

2.3 การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน

เพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบโดยใช้ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ (Noncentrality Parameter) (กษิภัท โชติกรวรกุลและคณะ, 2557) เป็นเกณฑ์โดยคำนวณจาก

$$\phi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{2} \frac{(\sigma_i^2 - \bar{\sigma}^2)^2}{2}}{\sigma_1^2}}$$

เมื่อ σ_1^2 เป็น ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำสุด

σ_i^2 เป็น ค่าความแปรปรวนของประชากรที่ i โดย i = 1,2

$\bar{\sigma}^2$ เป็น ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม

โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่มาใช้ในการศึกษา

ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ความแปรปรวนแต่ละประชากร	ϕ
มีความแตกต่างกันน้อย	3 : 5.4	0.69
$(0<\phi<1.5)$	3 : 8.1	1.47
มีความแตกต่างกันปานกลาง	3 : 9	1.73
$(1.5\le\phi<3)$	3 : 11.65	2.49
มีความแตกต่างกันมาก	3 : 13.5	3.03
$(\phi\ge 3)$	3 : 27	6.93

ตัวอย่าง การคำนวณค่า ϕ ที่อยู่ในช่วง $0<\phi<1.5$ โดยสมมติให้ความแปรปรวนที่กำหนดมีค่าเป็น 3 : 5.4 ได้ดังนี้

จากสูตร ϕ หาค่า $\bar{\sigma}^2 = \frac{3+5.4}{2} = \frac{8.4}{2} = 4.2$

$$\sum_{i=1}^{2}\left(\sigma_i^2-\bar{\sigma}^2\right)^2 = (3-4.2)^2+(5.4-4.2)^2$$

$$= (-1.2)^2+(1.2)^2$$

$$= 1.44+1.44 = 2.88$$

แทนค่า $\phi = \sqrt{\frac{2.88/2}{3}} = 0.69$

2.4 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ

ประสิทธิภาพการทดสอบ (ปิยวรรณ ถือแก้ว. 2552) หมายถึงเกณฑ์ในการตัดสินว่าวิธีทดสอบใดดีที่สุดในบรรดาวิธีทดสอบที่สนใจศึกษา โดยวัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of type I error) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง แทนด้วย α

กำลังการทดสอบ (Power of a test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธ สมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นเท็จ แทนด้วย $1-\beta$ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานหลักและการสรุปผล

สมมุติฐานหลัก (H_0)	การสรุปผล	
	ยอมรับ H_0	ปฏิเสธ H_0
จริง	ความน่าจะเป็น $=(1-\alpha)$	ความผิดพลาดแบบที่หนึ่งความน่าจะเป็น $=\alpha$
เท็จ	ความผิดพลาดแบบที่สอง ความน่าจะเป็น H_0	กำลังการทดสอบความน่าจะเป็น $=(1-\beta)$

ค่าระดับนัยสำคัญ (Level of significance) หมายถึง ค่าโอกาสที่จะตัดสินใจผิดพลาด โดยธรรมชาติกรณีความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error) นั้น ระดับความรุนแรงจะมากกว่ากรณีความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error) เช่น กรณีที่ศาลตัดสินให้ผู้บริสุทธิ์ เป็นผู้มีความผิดจะถือว่าไม่น่าให้เกิดบ่อยๆ แต่ถ้าตัดสินว่าผู้กระทำความผิดไม่ต้องได้รับโทษ อันเนื่องมาจากหลักฐานยังไม่เพียงพอ ยังมีความรุนแรงน้อยกว่า ในวิชาสถิติจึงมีความจำเป็นที่จะต้องลดระดับความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดให้ต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือจะต้องให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจให้น้อยที่สุด ซึ่งเรียกว่า ระดับนัยสำคัญ

กรณี Type I error ใช้สัญลักษณ์ α (Alpha) โดยทั่วไป จะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.01 ถึง 0.1 หรือให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ 1% ถึง 10% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจ ที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.90 ถึง 0.99 หรือ 90% ถึง 99%

กรณี Type II error ใช้สัญลักษณ์ β (Beta) โดยทั่วไป จะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.1 ถึง 0.3หรือให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดประเภทที่ 2 ได้ 10% ถึง 30% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจ ที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.70 ถึง 0.90 หรือ 70% ถึง 90%

แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น การเลือกค่านัยสำคัญทั้งสองนี้เท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงถ้าหากมีการตัดสินใจผิดพลาด ไม่ได้มีสูตรตายตัวหรือข้อกำหนดตายตัว ขึ้นอยู่กับสถานการณ์

เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1

เกณฑ์ของ Bradley (1978) กำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่เกิดจากการทดลอง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “τ” ซึ่งถ้าค่าของ $\mu \pm 2\sigma$ ตกอยู่ในช่วง $[0.5\alpha, 1.5\alpha]$ ที่ระดับนัยสำคัญ α จะถือว่าสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความผิดพลาดแบบ 1 ได้ แต่ถ้าค่า τ ตกอยู่นอกช่วงที่กำหนดจะถือว่าไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ หรือเขียนช่วงที่กำหนดแต่ละระดับนัยสำคัญได้ดังนี้ (Bradley J. V. 1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับนัยสำคัญ	ช่วงที่กำหนด
0.25	[0.125 , 0.375]
0.20	[0.100 , 0.300]
0.15	[0.075 , 0.225]
0.10	[0.050 , 0.150]
0.05	[0.025 , 0.075]
0.01	[0.005 , 0.015]

ถ้าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดลองตกอยู่นอกเหนือจากช่วงที่กำหนด หรือการทดลองนั้นไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

1) กรณีที่ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สูงกว่าขอบเขตบนที่กำหนดจะถือว่าการทดสอบนั้นมีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 มากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด $(\tau > \alpha)$

2) กรณีที่ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ต่ำกว่าขอบเขตล่างที่กำหนดจะถือว่าการทดสอบนั้นมีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด $(\tau < \alpha)$

2.5 การแจกแจงที่นำมาใช้ในงานวิจัย

โดยทั่วไปสถิติอิงพารามิเตอร์ มักจะมีข้อกำหนดเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลที่สุ่มได้นั้นมาจากแจกแจงของประชากรที่ทราบล่วงหน้าว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบใด เช่น สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบที จะมีข้อกำหนดเบื้องต้นว่า ประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปรกติ เป็นต้นแต่ในความเป็นจริงนั้นข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์อาจจะไม่ใช่การแจกแจงปรกติเพียงอย่างเดียว ในงานวิจัยครั้งนี้จึงเสนอการแจกแจงไว้ 2 แบบ คือ การแจกแจงปรกติ และการแจกแจงแบบแกมมา เพื่อทดสอบว่าถ้าข้อมูลของเราไม่ได้เป็นการแจกแจงปรกติ จะทำให้ประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบเปลี่ยนไปเช่นไร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 การแจกแจงปรกติ (Normal Dentribution)

การแจกแจงของตัวอย่างสุ่มที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งคือ การแจกแจงแบบปรกติ เนื่องจากข้อมูลที่ได้มานั้นส่วนใหญ่จะมาจากการแจกแจงแบบปรกติ เช่น คะแนนสอบ รายได้ อีกทั้งยังเป็นการแจกแจงที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางและเป็นรูปแบบความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่สำคัญมากในวิชาสถิติ โดยกราฟของฟังก์ชันความหนาแน่นโดยกราฟของฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปรกติมีลักษณะเป็นโค้งรูประฆังคว่ำ (Bell-shape) หรือเรียกว่าเส้นโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรกติ (Normal curve) กล่าวคือเป็นเส้นโค้งสมมาตร พื้นที่ใต้โค้งรวมกันเป็น 1(อัชฌา อระวีพร, 2557)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และ ค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 แล้ว ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของ X คือ

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

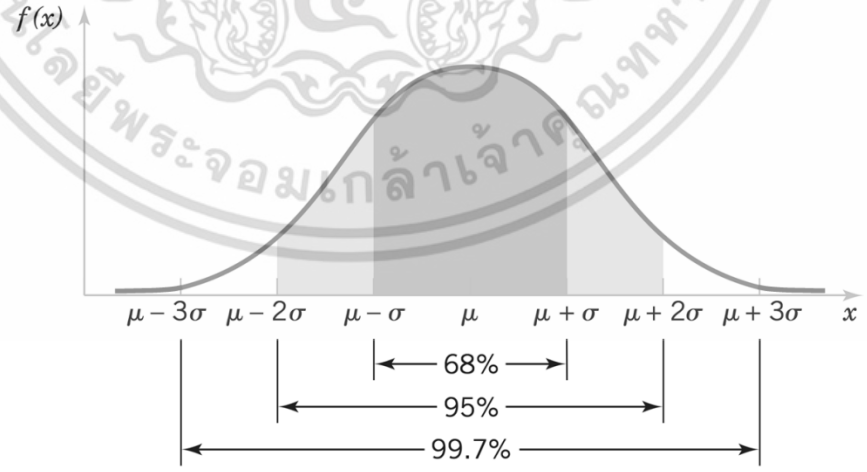
โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \mu$

และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \sigma^2$

อาจใช้สัญลักษณ์สำหรับตัวแปรสุ่มปรกติ คือ $X \sim \mathrm{N}(\mu,\sigma^2)$

คุณสมบัติของโค้งการแจกแจงปรกติ (สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2555)

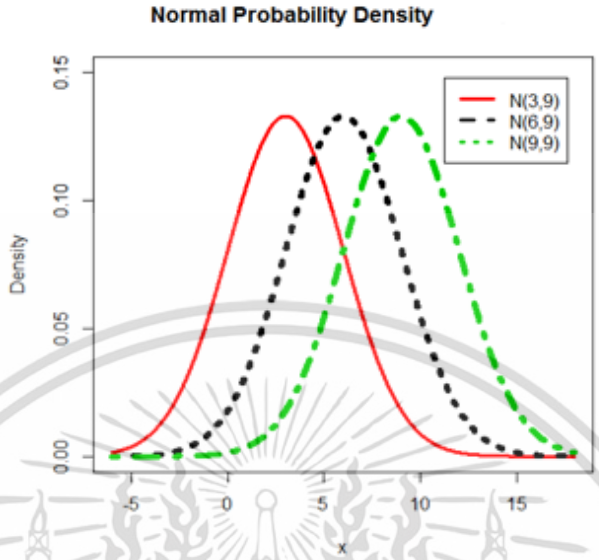
1. เป็นกราฟที่มีจุดยอดเพียงจุดเดียว (Unimodal)
2. เส้นโค้งปรกติจะสมมาตรรอบจุดค่าเฉลี่ย μ โดยมีค่าเฉลี่ย μ เป็นจุดกึ่งกลาง ซึ่งแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยที่ครึ่งหนึ่ง (50%) ของพื้นที่ใต้โค้งปรกติจะอยู่ทางด้านขวาของจุดกึ่งกลาง และอีกครึ่งหนึ่ง (50%) ของพื้นที่ใต้โค้งปรกติจะอยู่ทางด้านซ้ายของจุดกึ่งกลาง
3. ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมจะมีค่าเท่ากันและอยู่ที่จุดกึ่งกลางคือจุด $X = \mu$
4. พื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ใต้โค้งปรกติ และอยู่เหนือแกน จะมีค่าเท่ากับ 1
5. โค้งปรกติมีจุดเปลี่ยนเว้า (Inflectional Point) ที่ $X = \mu \pm \sigma$ โดยที่พื้นที่ใต้เส้นโค้งระหว่าง $\mu \pm \sigma$ เท่ากับ 68%, $\mu \pm 2\sigma$ เท่ากับ 95% และ $\mu \pm 3\sigma$ เท่ากับ 99.7% ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ μ และ σ^2

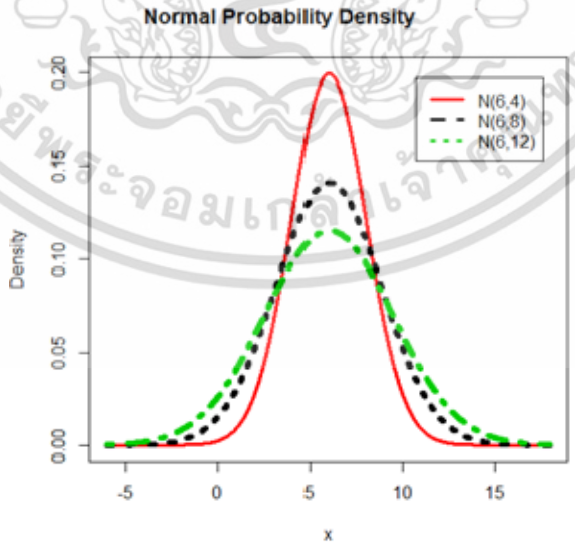
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. พารามิเตอร์ μ เป็นพารามิเตอร์แสดงตำแหน่ง (Location Parameter) ทำให้โค้งปรกติมีจุดกึ่งกลางคือ μ นั่นคือถ้า μ มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตำแหน่งของจุดกึ่งกลางจะเปลี่ยนไป ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,9) (6,9) และ (9,9) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน

7. พารามิเตอร์ σ^2 เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่าง (Shape Parameter) นั่นคือถ้า σ^2 มีค่าเพิ่มขึ้น โค้งปรกติจะมีความโด่ง (Kurtosis) น้อยลง แต่ถ้า σ^2 มีค่าลดลง โค้งปรกติจะมีความโด่งมากขึ้นเพราะการกระจายของข้อมูลน้อยลงนั่นเองดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,4) (4,8) และ (4,16) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การแจกแจงแกมมา (Gamma Density)

การแจกแจงแกมมาเป็นส่วนขยายจากการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง เนื่องจากตัวแปรสุ่มแบบเลขชี้กำลังแสดงถึงระยะเวลาของการรอคอยจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจเป็นครั้งแรก แต่ตัวแปรสุ่มแบบแกมมาแสดงถึงเป็นช่วงเวลาในการรอคอยที่จะเกิดความสำเร็จขึ้น α ครั้ง ตัวแปรสุ่มทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในลักษณะรูปทั่วไปและรูปเฉพาะของกันและกัน กล่าวคือตัวแปรสุ่มแบบ เลขชี้กำลังเป็นรูปเฉพาะของตัวแปรสุ่มแบบแกมมา ส่วนตัวแปรสุ่มแบบแกมมาจะเป็นรูปทั่วไปของตัว แปรสุ่มแบบเลขชี้กำลัง (สายชล, 2555, น.364)

ในการหาฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาจะต้องอาศัยฟังก์ชันแกมมา (Gamma function) ฟังก์ชันแกมมาของ α เขียนแทนด้วย $\Gamma(\alpha)$ ซึ่ง

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1}e^{-x}dx \quad \text{สำหรับทุกค่าของ } \alpha > 0$$
$$= (\alpha-1)\Gamma(\alpha-1)$$

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ α และ β แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นคือ

$$f(x;\alpha,\beta) = \begin{cases} \dfrac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha}x^{\alpha-1}e^{-\frac{x}{\beta}} & x>0,\ \alpha>0,\ \beta>0 \\ 0 & x \text{ มีค่าอื่น} \end{cases}$$

หรือเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim Gamma(\alpha,\beta)$

เมื่อ X เป็น ระยะเวลาของการรอคอยจนเกิดสิ่งที่สนใจหรือความสำเร็จ ครบ α ครั้ง

α เป็น จำนวนครั้งของการเกิดสิ่งที่สนใจหรือความสำเร็จ

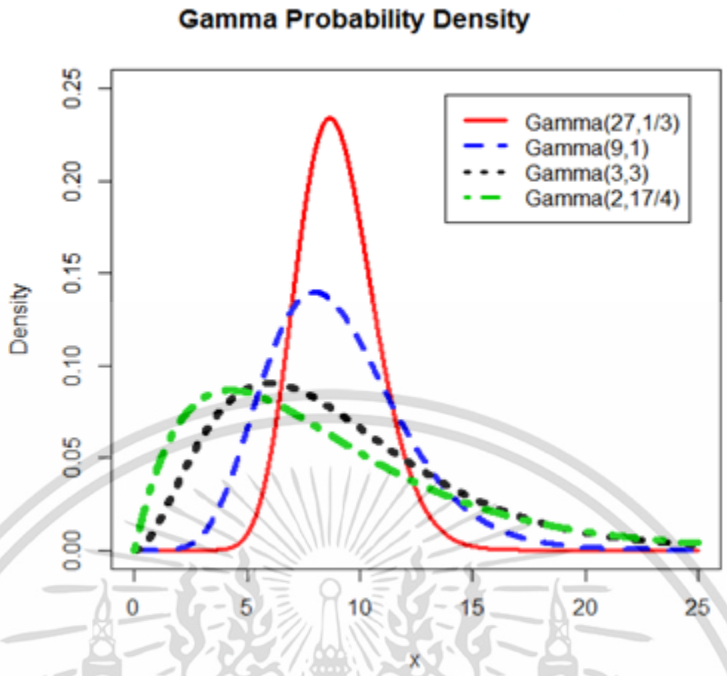
β เป็น ระยะเวลาเฉลี่ยของการรอคอยโดยเฉลี่ยต่อหน่วยของเหตุการณ์

โดยที่กราฟฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมาจะขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ α และ β ซึ่งพารามิเตอร์ α คือพารามิเตอร์ที่แสดงรูปร่าง (Shape parameter) ส่วนพารามิเตอร์ β คือพารามิเตอร์ที่แสดงถึงสเกล (Scale parameter)

ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$

ความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมาเมื่อค่าพารามิเตอร์ (α,β) คือ (27,1/3) (9,1) (3,3) และ (2,17/4)

โดยกรณีพิเศษสำหรับการแจกแจงแกมมา มีดังนี้

กรณีพิเศษ 1 ถ้ากำหนดให้ค่าคงที่ α =1 จะได้การแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล

กรณีพิเศษ 2 ถ้าให้ $\lambda=\frac{1}{2}$ และ $\alpha=\frac{n}{2}$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวกจะได้การแจกแจงแบบไคสแควร์ โดยมีค่าองศาอิสระเท่ากับ n และให้สัญลักษณ์ว่า $\chi^2_{(n)}$

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนตรี สังข์ทอง. 2556. การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ ในการทดสอบความแตกต่างของค่ากลางระหว่างประชากร 2 กลุ่มซึ่งตัวสถิติทดสอบที่นำมาศึกษาประกอบด้วย t-test, Mann Whitney U test, Van der Waerden test, Wald Wolfowitz Runs test และ Modified U testโดยจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล จำแนกสถานการณ์โดยกำหนดประชากรทั้งที่มีการแจกแจงปกติการ แจกแจงเบ้ซ้ายและความโด่งสูงกว่าปกติ และการแจกแจงเบ้ขวาและความโด่งสูงกว่าปกติกำหนดขนาดตัวอย่างจากประชากร 2 กลุ่ม เท่ากับ (5,5) (5,10) เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (20,20) (25,20) เป็นตัวแทนกลุ่ม ตัวอย่างขนาดกลาง และ (50,50) (50,100) เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ กำหนดอัตราส่วนของความ แปรปรวน เท่ากับ (1:1) และ (1:2) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยเกณฑ์ที่ใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ คือ ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และกำลังของการทดสอบ

ผลการวิจัย พบว่า เมื่อ ประชากรมีการแจกแจงปกติตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังของการทดสอบสูงสุดและสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อน ประเภทที่ 1 ได้เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก คือ t test และ Van der Waerden test เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด กลางและขนาดใหญ่คือ Modified U test เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายและความโด่งสูงกว่าปกติ พบว่า ตัว สถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดและสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมี ขนาดเล็ก คือ t test และ Van der Waerden test เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดกลางและขนาดใหญ่ คือ Mann Whitney U test และเมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาและความโด่งสูงกว่าปกติ พบว่า ตัวสถิติทดสอบที่มี อำนาจการทดสอบสูงสุดและสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก คือ t test และ Van der Waerden test เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดกลาง คือ Mann Whitney U test และเมื่อกลุ่ม ตัวอย่างมีขนาดใหญ่คือ t test และ Mann Whitney U test

มนตรี สังข์ทอง. 2557. การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแกร่งและอำนาจการทดสอบของสถิติอิงพารามิเตอร์และสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ในการทดสอบความแตกต่างของค่ากลางระหว่างประชากรสองกลุ่ม สาหรับข้อมูลแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ ซึ่งตัวสถิติทดสอบที่นามาศึกษาประกอบด้วย Z test, t test , Mann Whitney U test, van der Waerden test, Kolmogonov-Smirnov test และ modified U test โดยจาลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลด้วยโปรแกรม R เวอร์ชั่น 2.9.2 มีเงื่อนไข คือ ประชากรมีการแจกแจงปกติ การแจกแจงเบ้ซ้ายและความโด่งต่ำกว่าปกติ และการแจกแจงเบ้ขวาและความโด่งสูงกว่าปกติ กำหนดขนาดตัวอย่าง ได้แก่ (10,10) (15,25) เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (30,30) เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างขนาดกลาง และ (100,50) (100,100) เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ กำหนดอัตราส่วนของความแปรปรวน เท่ากับ 1:1 และ 1:2 ทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพ คือ ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม คือ t test กลุ่มตัวอย่างขนาดกลาง คือ modified U test และกลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ Mann Whitney U test เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ซ้ายและความโด่งต่ำกว่าปกติ กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม คือ t test และ Mann Whitney U test กลุ่มตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ คือ van der Waerden test และเมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้ขวาและความโด่งสูงกว่าปกติ กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม คือ t test กลุ่มตัวอย่างขนาดกลาง คือ Z test และกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ van der Waerden test สาหรับกรณีกลุ่มตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ และความแปรปรวนไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบดังกล่าวไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาค่าความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของประชากร 2 กลุ่มในกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน กรณีที่ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน กรณีที่ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน และกรณีที่ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากันใช้ตัวสถิติทดสอบ 4 ตัว คือ สถิติทดสอบซี (Z-test statistic) สถิติทดสอบที (t-test statistic) สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test) และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test) ในการทำการวิจัยครั้งนี้ศึกษาจากการจำลองข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยที่ใช้โปรแกรม R เวอร์ชั่น 3.3.1 ในการทำการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบดังกล่าว

3.1 การวางแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ในการศึกษาเปรียบเทียบดังนี้

3.1.1 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 2 ประชากร

3.1.2 ศึกษาในกรณีที่ตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)	
เท่ากัน $(n_1 = n_2)$	ไม่เท่ากัน $(n_1 \neq n_2)$
(5,5) (15,15) (35,35) (50,50)	(5,15) (15,25) (25,35) (35,50)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนสำหรับการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบโดยใช้ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ ϕ (Noncentrality Parameter) (กษิภัท โชติกรวรกุลและคณะ, 2557) เป็นเกณฑ์โดยคำนวณจาก

$$\phi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{2} \frac{(\sigma_i^2 - \bar{\sigma}^2)^2}{2}}{\sigma_1^2}}$$

เมื่อ σ_1^2 เป็น ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำสุด

σ_i^2 เป็น ค่าความแปรปรวนของประชากรที่ i โดย i = 1,2

$\bar{\sigma}^2$ เป็น ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม

โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่มาใช้ในการศึกษา

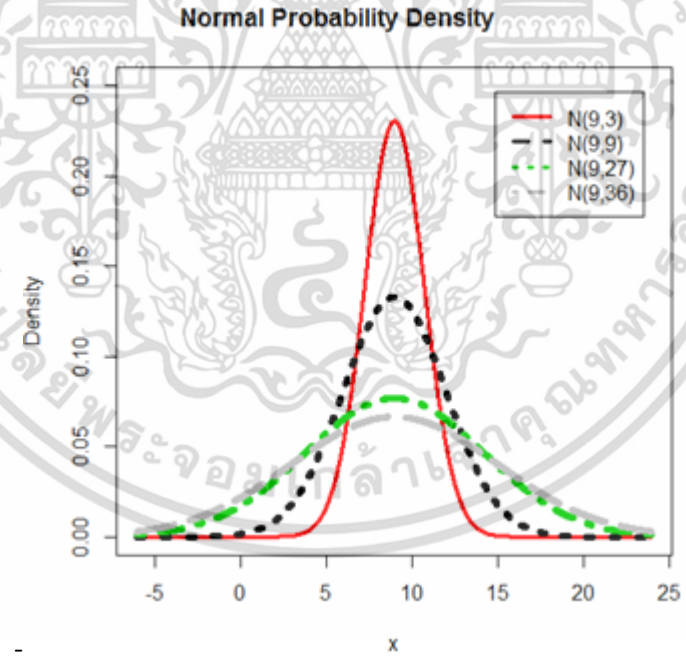
ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ความแปรปรวนแต่ละประชากร	ϕ
มีความแตกต่างกันน้อย	3 : 5.4	0.69
$(0 < \phi < 1.5)$	3 : 8.1	1.47
มีความแตกต่างกันปานกลาง	3 : 9	1.73
$(1.5 \leq \phi < 3)$	3 : 11.65	2.49
มีความแตกต่างกันมาก	3 : 13.5	3.03
$(\phi \geq 3)$	3 : 27	6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากันของการแจกแจงปรกติ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ดังตารางที่ 3.3 แสดงดังรูปที่ 3.1และการแจกแจงแกมมากำหนดค่าพารามิเตอร์(α,β) ดังตารางที่ 3.4 แสดงดังรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)		ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	(μ_1,μ_2)	(σ_1^2,σ_2^2)
1	(9,3)	(9,3)	(9,9)	(3,3)
2	(9,9)	(9,9)	(9,9)	(9,9)
3	(9,27)	(9,27)	(9,9)	(27,27)
4	(9,36)	(9,36)	(9,9)	(36,36)

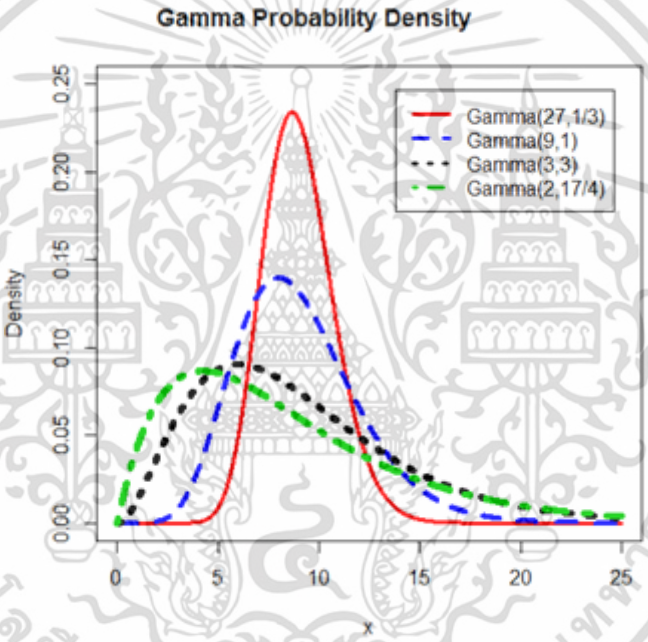


รูปที่ 3.1 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) คือ (9,3) (9,9) (9,27) และ (9,36)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$ และ ความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (α, β)		ค่าเฉลี่ย $(\alpha_1\beta_1, \alpha_2\beta_2)$	ความแปรปรวน $(\alpha_1\beta_1^2, \alpha_2\beta_2^2)$
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2		
1	(27,1/3)	(27,1/3)	(9,9)	(3,3)
2	(9,1)	(9,1)	(9,9)	(9,9)
3	(3,3)	(3,3)	(9,9)	(27,27)
4	(2,17/4)	(2,17/4)	(9,9)	(36,36)



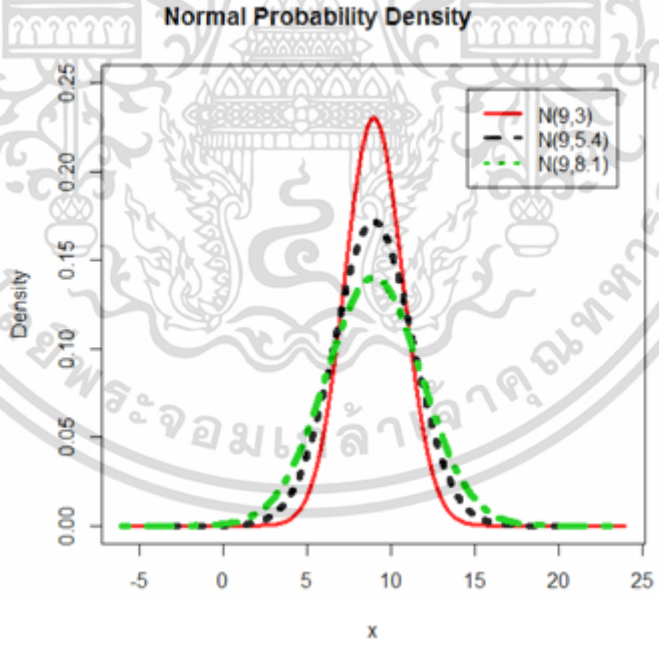
รูปที่ 3.2 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (9,1) (3,3) และ (2,17/4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากันของการแจกแจงปรกติ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ดังตารางที่ 3.5 แสดงด้วยรูป 3.3 - 3.5 และการแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) ดังตารางที่ 3.6 แสดงดังรูปที่ 3.6 - 3.8

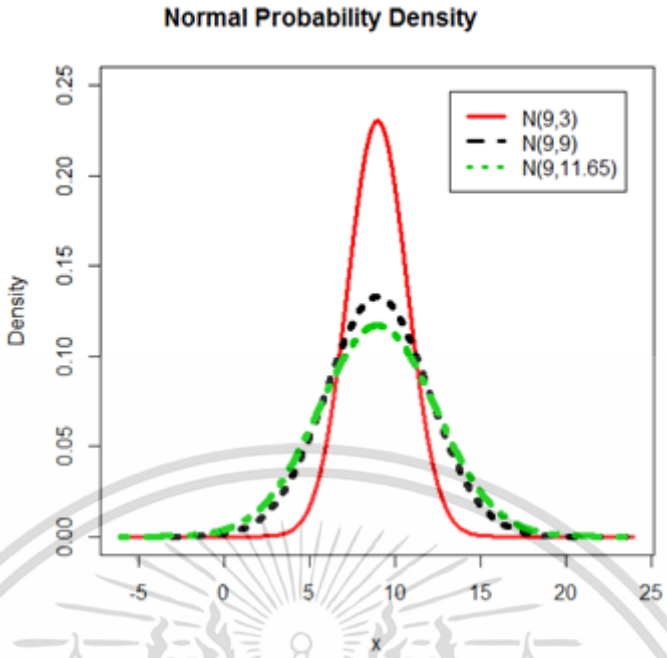
ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และ ค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)		ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2)	ความแปรปรวน (σ_1^2,σ_2^2)	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2			
1	(9,3)	(9,5.4)	(9,9)	(3,5.4)	0.69
2	(9,3)	(9,8.1)	(9,9)	(3,8.1)	1.47
3	(9,3)	(9,9)	(9,9)	(3,9)	1.73
4	(9,3)	(9,11.65)	(9,9)	(3,11.65)	2.49
5	(9,3)	(9,13.5)	(9,9)	(3,13.5)	3.03
6	(9,3)	(9,27)	(9,9)	(3,27)	6.93

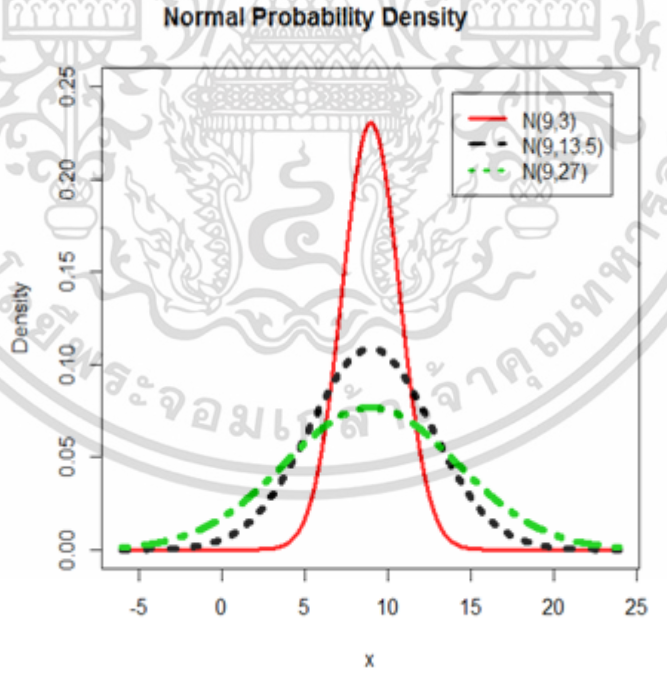


รูปที่ 3.3 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) คือ (9,3) (9,5.4) และ (9,8.1) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.69 และ ϕ = 1.47)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,3) (9,9) และ (9,11.65) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 1.73 และ ϕ = 2.49)

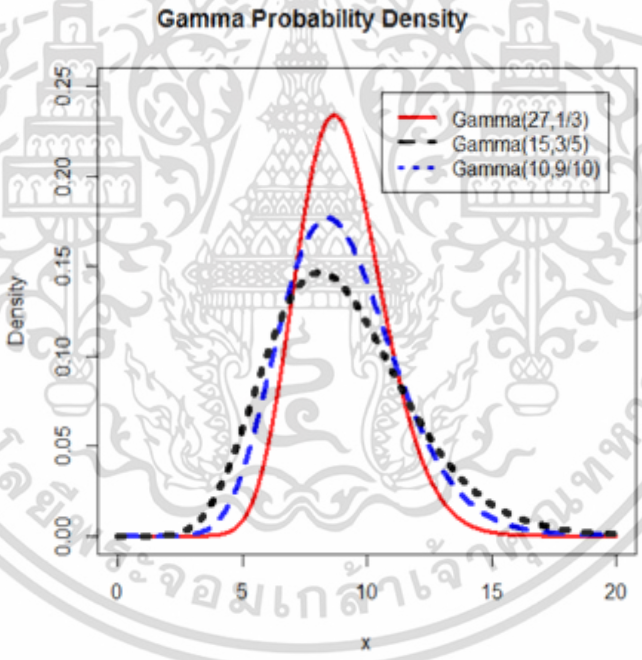


รูปที่ 3.5 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,3) (9,13.5) และ (9,27) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 3.03 และ ϕ = 6.93)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

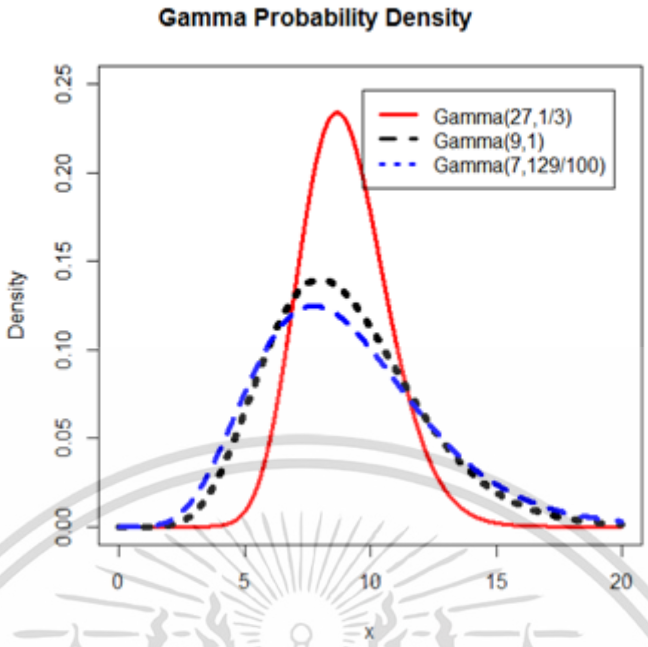
ตารางที่ 3.6 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$ และ ความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (α, β)		ค่าเฉลี่ย $(\alpha_1\beta_1, \alpha_2\beta_2)$	ความแปรปรวน $(\alpha_1\beta_1^2, \alpha_2\beta_2^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2			
1	(27,1/3)	(15,3/5)	(9,9)	(3,5.4)	0.69
2	(27,1/3)	(10,9/10)	(9,9)	(3,8.1)	1.47
3	(27,1/3)	(9,1)	(9,9)	(3,9)	1.73
4	(27,1/3)	(7,129/100)	(9,9)	(3,11.65)	2.49
5	(27,1/3)	(6,3/2)	(9,9)	(3,13.5)	3.03
6	(27,1/3)	(3,3)	(9,9)	(3,27)	6.93

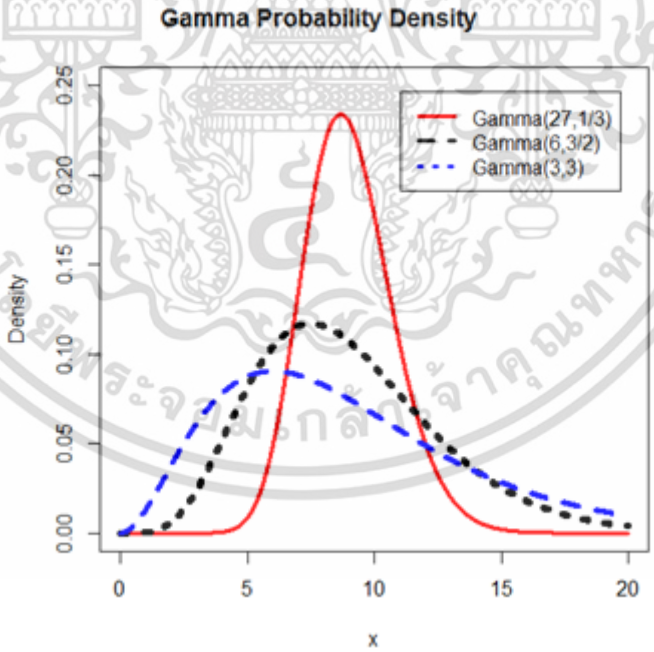


รูปที่ 3.6 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (15,3/5) และ (10,9/10) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.69 และ ϕ =1.47)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (9,1) และ (7,129/100) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง ($\phi = 1.73$ และ $\phi = 2.49$)



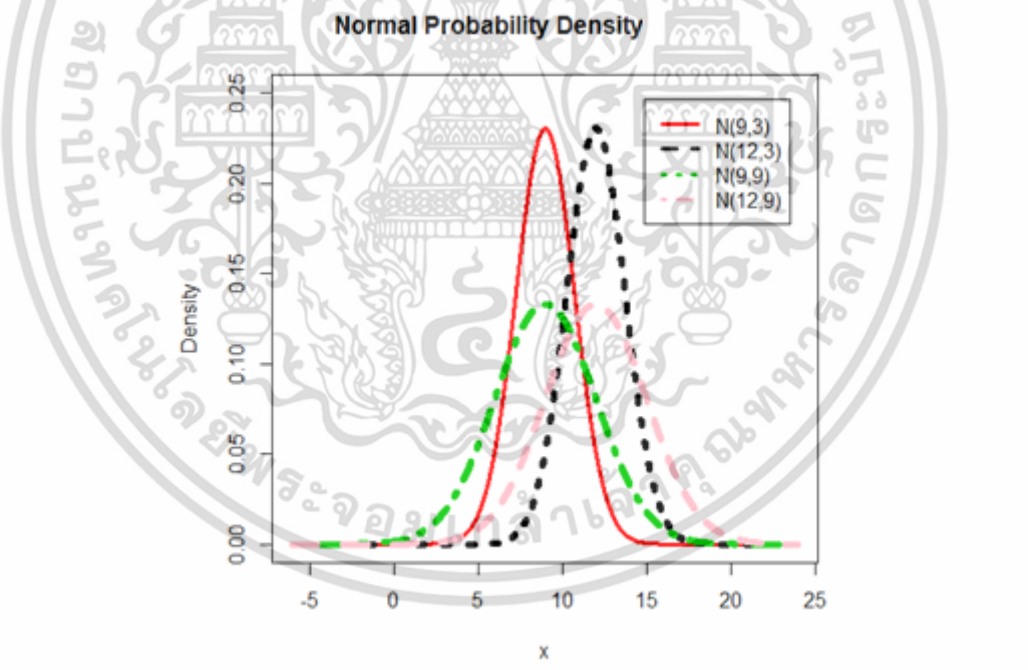
รูปที่ 3.8 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (6,9/4) และ (3,3) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 3.03 และ ϕ = 6.93)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 กรณีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน (กำหนดสัดส่วนค่าเฉลี่ยของประชากรเป็น 9 : 12) ของการแจกแจงปรกติ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ดังตารางที่ 3.7 แสดงด้วยรูป 3.9 - 3.10 และการแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) ดังตารางที่ 3.8 แสดงดังรูปที่ 3.11 - 3.12

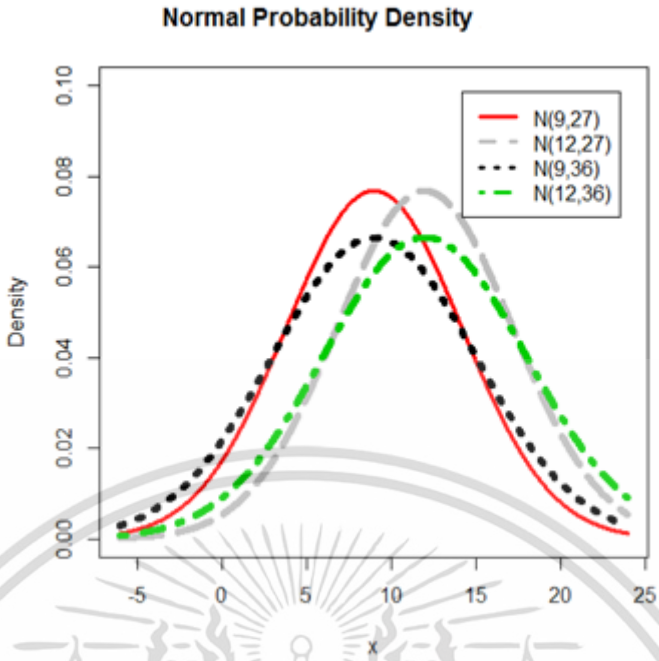
ตารางที่ 3.7 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และ ค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)		ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2)	ความแปรปรวน (σ_1^2,σ_2^2)
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2		
1	(9,3)	(12,3)	(9,12)	(3,3)
2	(9,9)	(12,9)	(9,12)	(9,9)
3	(9,27)	(12,27)	(9,12)	(27,27)
4	(9,36)	(12,36)	(9,12)	(36,36)



รูปที่ 3.9 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) คือ (9,3) (12,3) (9,9) และ (12,9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

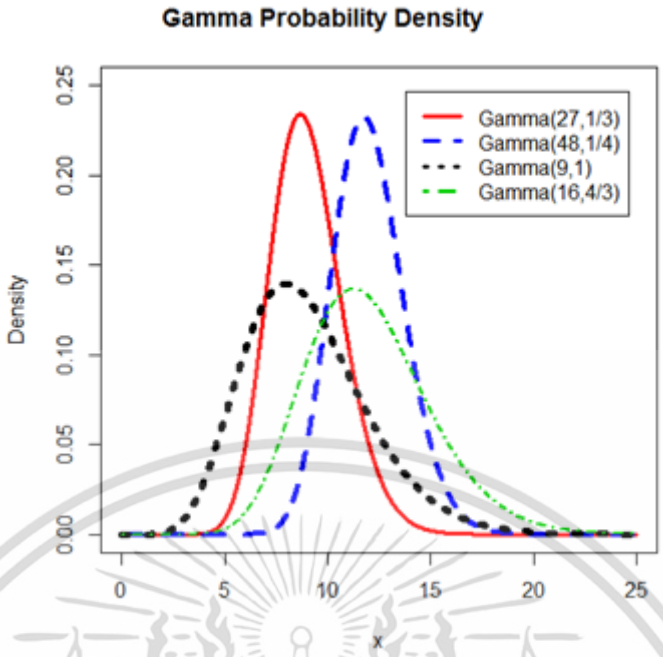


รูปที่ 3.10 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,27) (12,27) (9,36) และ (12,36)

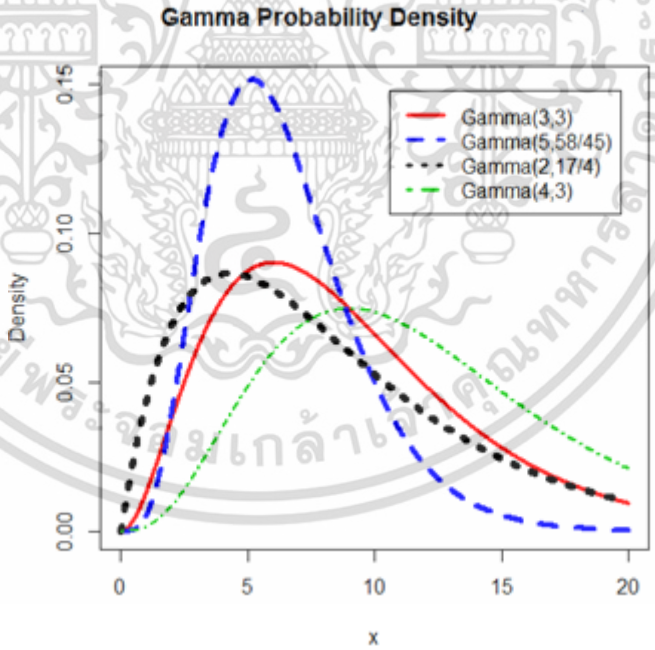
ตารางที่ 3.8 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$ และ ความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (α, β)		ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	$(\alpha_1\beta_1, \alpha_2\beta_2)$	$(\alpha_1\beta_1^2, \alpha_2\beta_2^2)$
1	(27,1/3)	(48,1/4)	(9,12)	(3,3)
2	(9,1)	(16,3/4)	(9,12)	(9,9)
3	(3,3)	(5,58/45)	(9,12)	(27,27)
4	(2,17/4)	(4,3)	(9,12)	(36,36)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (48,1/4) (9,1) และ (16,4/3)



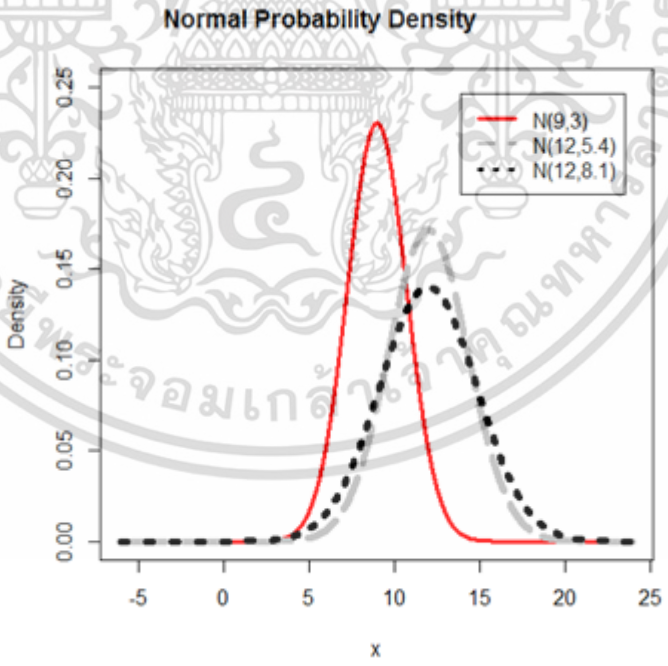
รูปที่ 3.12 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (3,3) (5,58/45) (2,17/4) และ (4,3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 กรณีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน (กำหนดสัดส่วนค่าเฉลี่ยของประชากรเป็น 9 : 12) ของการแจกแจงปรกติ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ดังตารางที่ 3.9 แสดงด้วยรูป 3.13 - 3.15 และการแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) ดังตารางที่ 3.10 แสดงดังรูปที่ 3.16 - 3.18

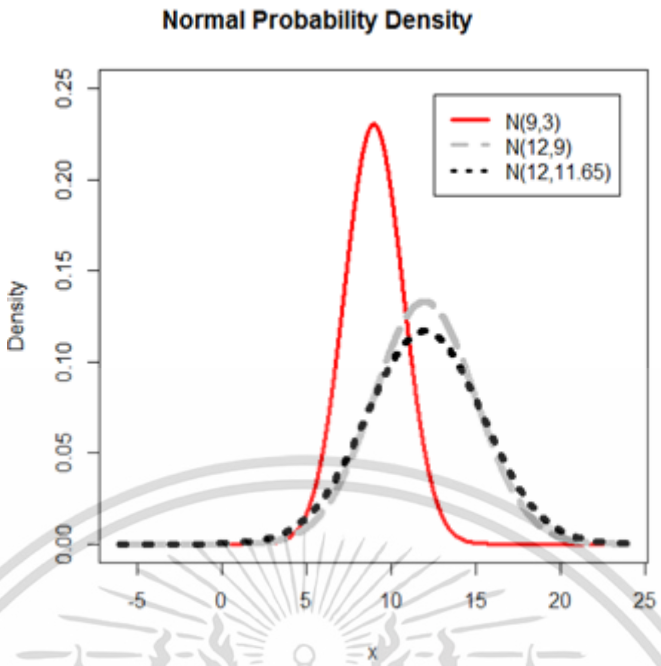
ตารางที่3.9 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)		ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2)	ความแปรปรวน (σ_1^2,σ_2^2)	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2			
1	(9,3)	(12,5.4)	(9,12)	(3,5.4)	0.69
2	(9,3)	(12,8.1)	(9,12)	(3,8.1)	1.47
3	(9,3)	(12,9)	(9,12)	(3,9)	1.73
4	(9,3)	(12,11.65)	(9,12)	(3,11.65)	2.49
5	(9,3)	(12,13.5)	(9,12)	(3,13.5)	3.03
6	(9,3)	(12,27)	(9,12)	(3,27)	6.93

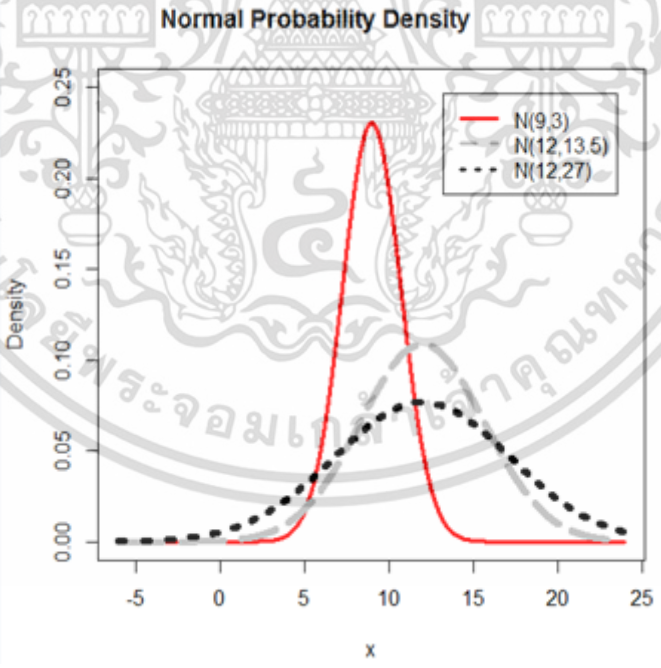


รูปที่3.13 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) คือ (9,3) (12,5.4) และ (12,8.1) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.69 และ ϕ = 1.47)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,3) (12,9) และ (12,11.65) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 1.73 และ ϕ = 2.49)

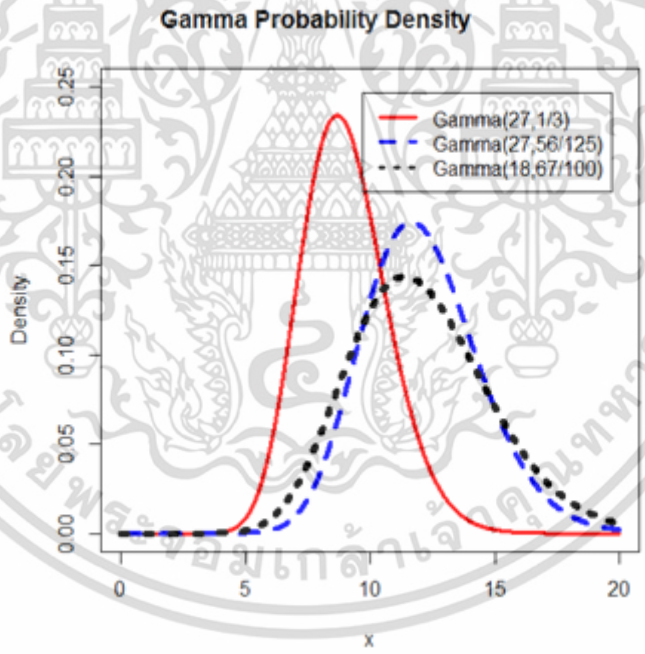


รูปที่ 3.15 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติ เมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) คือ (9,3) (12,13.5) และ (12,27) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 3.03 และ ϕ = 6.93)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

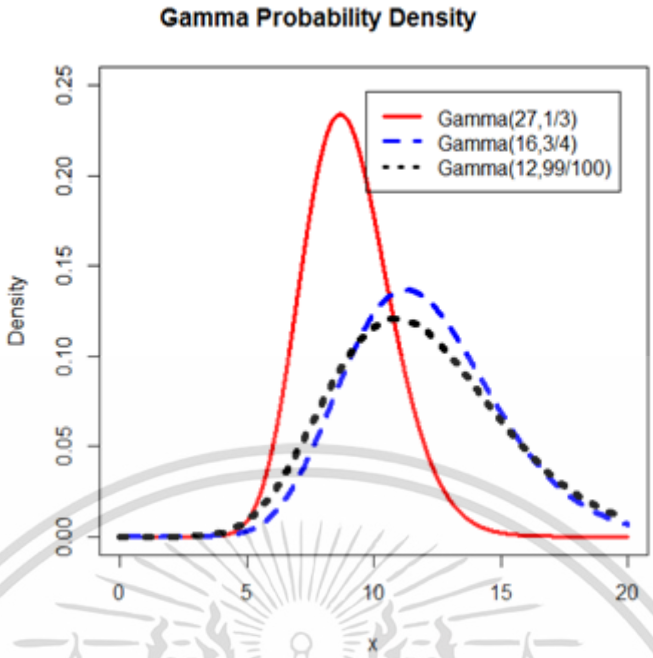
ตารางที่ 3.10 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) เมื่อค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$ และ ความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (α, β)		ค่าเฉลี่ย $(\alpha_1\beta_1, \alpha_2\beta_2)$	ความแปรปรวน $(\alpha_1\beta_1^2, \alpha_2\beta_2^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2			
1	(27,1/3)	(27,56/125)	(9,12)	(3,5.4)	0.69
2	(27,1/3)	(18,67/100)	(9,12)	(3,8.1)	1.47
3	(27,1/3)	(16,3/4)	(9,12)	(3,9)	1.73
4	(27,1/3)	(12,99/100)	(9,12)	(3,11.65)	2.49
5	(27,1/3)	(11,11/10)	(9,12)	(3,13.5)	3.03
6	(27,1/3)	(5,58/25)	(9,12)	(3,27)	6.93

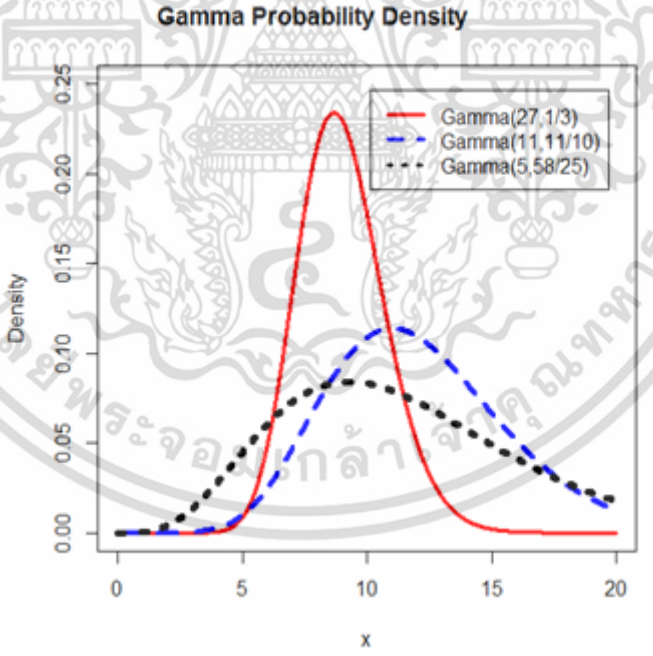


รูปที่ 3.16 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (27,56/125) และ (18,67/100) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.69 และ ϕ = 1.47)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมา เมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (16,3/4) และ (12,99/100) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 1.73 และ ϕ = 2.49)



รูปที่ 3.18 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมมาเมื่อค่าพารามิเตอร์ (α, β) คือ (27,1/3) (11,11/10) และ (5,58/25) โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 3.03 และϕ = 6.93)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 ในทุกขนาดตัวอย่างและทุกกรณี กำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01 0.05 และ 0.1

3.1.9 เปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบและความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพื่อหาตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์

3.1.10 ใช้โปรแกรม R เวอร์ชั่น 3.3.1 ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 จำลองข้อมูลและสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยโปรแกรม R กำหนดค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางเท่ากันและค่าความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันระหว่างประชากร 2 กลุ่ม โดยมีการแจกแจงความแปรปรวน และขนาดตัวอย่าง เป็นไปตามขอบเขตของการวิจัย

3.2.2 ทำการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางทั้ง 4 สถิติทดสอบ และบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก ทำซ้ำจนครบ 1,000 ครั้ง

3.2.3 หาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักหารด้วย 1,000

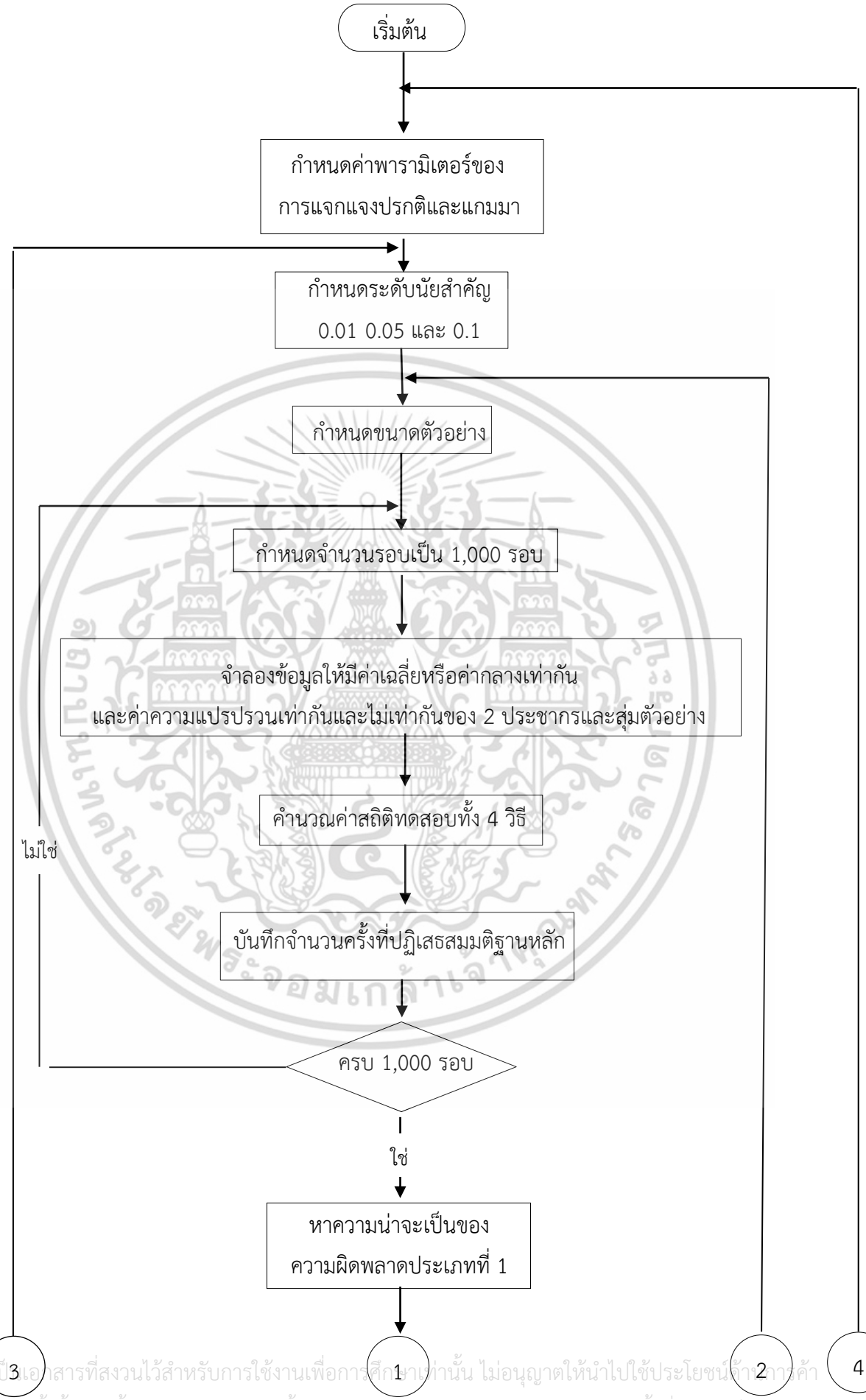
3.2.4 ทำการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของแต่ละสถิติทดสอบกับเกณฑ์ของ Bradley โดยสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ ก็ต่อเมื่อ α มีค่าอยู่ในช่วง $(0.5\alpha,\ 1.5\alpha)$ (กฤตพล ธีรธนิตนันท์และคณะ, 2558) ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) 3 ระดับ คือ 0.01 0.05 และ 0.1 ดังนั้น ช่วงของค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 คือ [0.005,0.015] [0.025,0.075] และ [0.05,0.15] ตามลำดับ ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วงที่กำหนด จะสรุปได้ว่าสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

3.2.5 จำลองข้อมูลและสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยโปรแกรม R กำหนดค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางไม่เท่ากันและค่าความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันระหว่าง 2 ประชากร โดยมีการแจกแจงความแปรปรวนและขนาดตัวอย่าง เป็นไปตามขอบเขตของการวิจัย และบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก ทำซ้ำจนครบ 1,000 ครั้ง

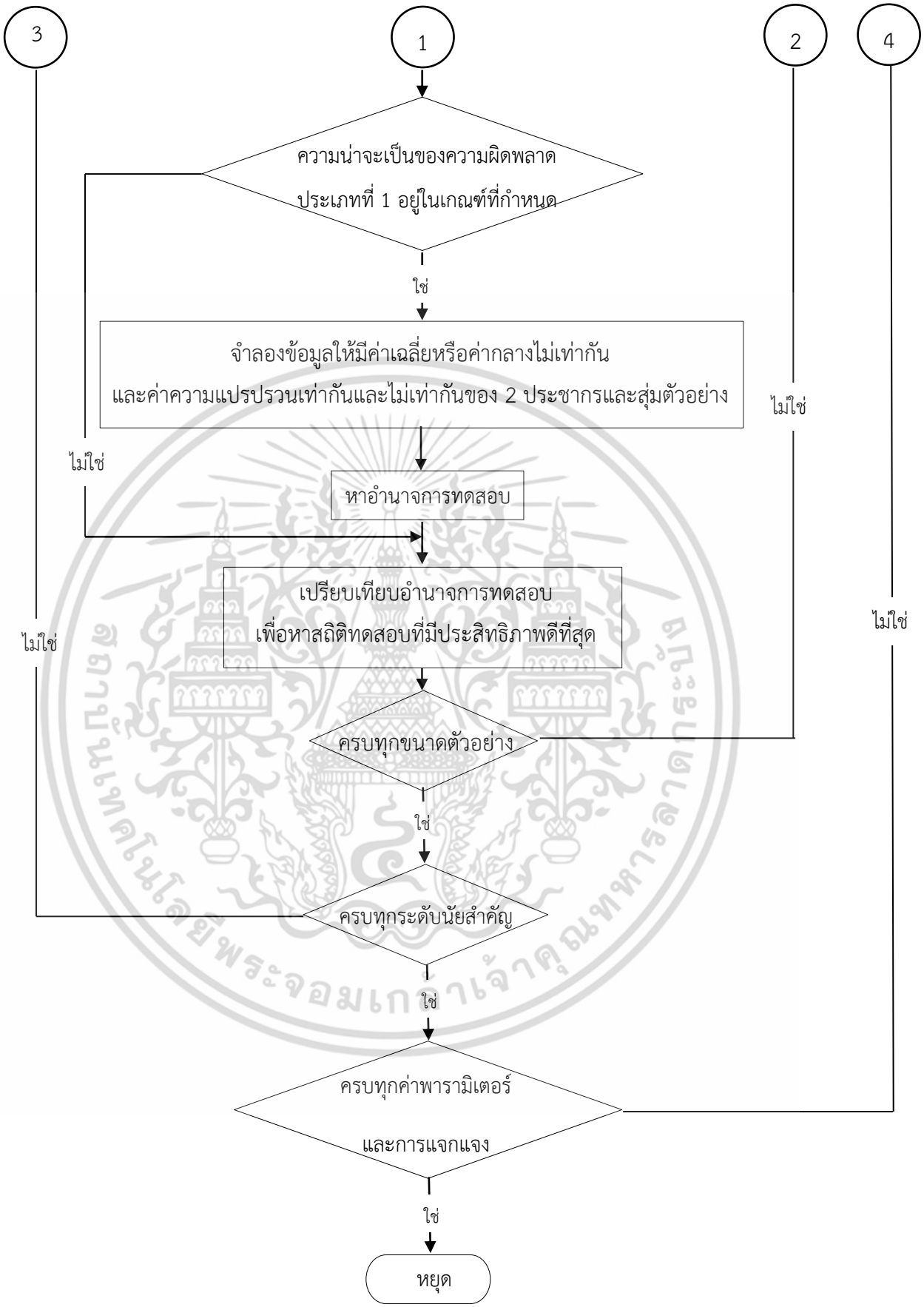
3.2.6 หาอำนาจการทดสอบจากสถิติทดสอบ โดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักหารด้วย 1,000

3.2.7 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ โดยสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด จะถือว่าเป็นสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด เมื่อเทียบกับสถิติทดสอบของการศึกษาครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แผนผังแสดงลำดับวิธีการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลอง เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบ 4 ตัว ได้แก่ สถิติทดสอบซี (Z-test statistic) สถิติทดสอบที (t-test statistic) สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test) สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test) สำหรับ 2 ประชากรที่เป็นอิสระกัน ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสามารถสรุปได้เป็น 2 ส่วน คือ ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ โดยจะทำการจำลองข้อมูลด้วยโปรแกรม R เวอร์ชัน 3.2.3 ทำซ้ำ 1,000 ครั้ง แล้วทำการทดสอบด้วยตัวตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัวที่ทำการศึกษา

โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนสถิติทดสอบ ดังนี้

TEQ	หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน
TNE	หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน
Z	หมายถึง สถิติทดสอบซี
RND	หมายถึง สถิติทดสอบแบบสุ่ม
MWU	หมายถึง สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของแต่ละตัวตัวสถิติทดสอบจะใช้ขนาดตัวอย่าง การแจกแจงของประชากร พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจง และระดับนัยสำคัญตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในหัวข้อขอบเขตการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

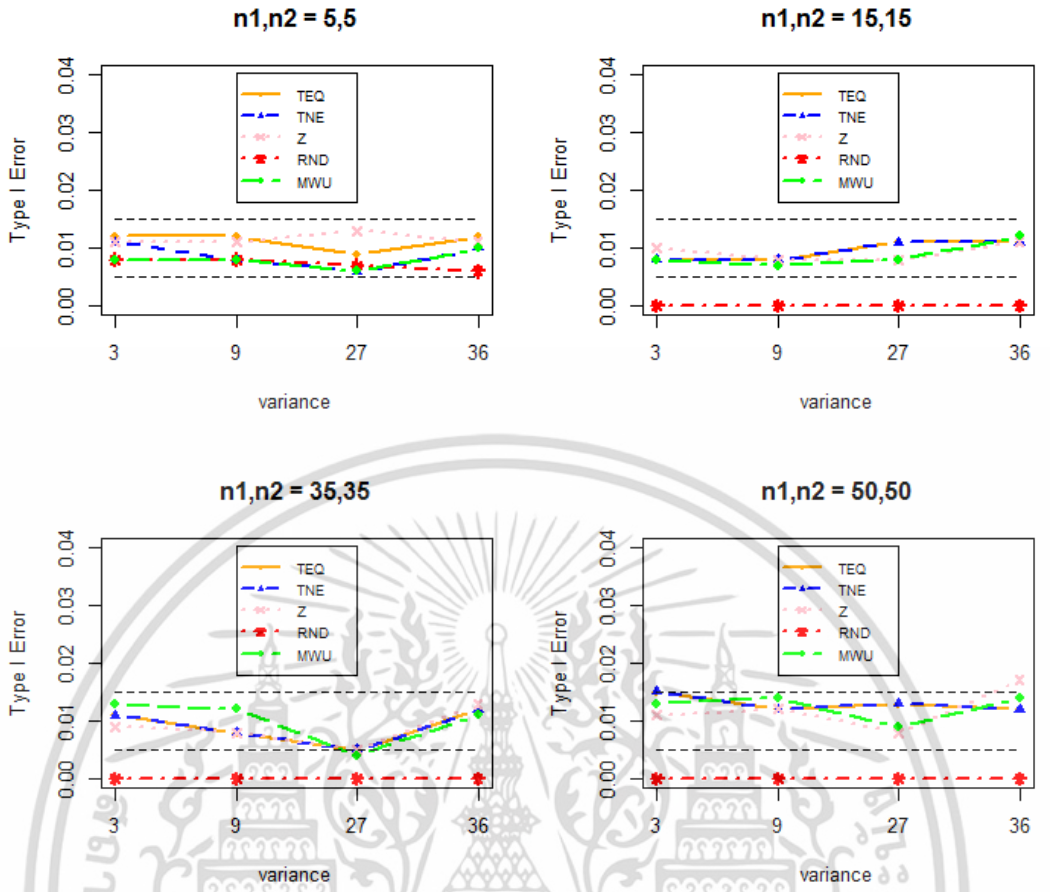
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.012*	0.008*	0.011*	0.015*	0.008*	0.012*	0.01*	0.01*
	TNE	0.011*	0.008*	0.011*	0.015*	0.013*	0.013*	0.009*	0.014*
	Z	0.011*	0.01*	0.009*	0.011*	0.01*	0.008*	0.01*	0.012*
	RND	0.008*	0	0	0	0.003	0	0	0
	MWU	0.008*	0.008*	0.013*	0.013*	0.01*	0.009*	0.009*	0.01*
9	TEQ	0.012*	0.008*	0.008*	0.012*	0.009*	0.008*	0.008*	0.006*
	TNE	0.008*	0.008*	0.008*	0.012*	0.01*	0.009*	0.007*	0.005*
	Z	0.011*	0.008*	0.008*	0.012*	0.011*	0.009*	0.01*	0.007*
	RND	0.008*	0	0	0	0	0	0	0
	MWU	0.008*	0.007*	0.012*	0.014*	0.009*	0.007*	0.006*	0.009*
27	TEQ	0.009*	0.011*	0.005*	0.013*	0.008*	0.009*	0.006*	0.011*
	TNE	0.006*	0.011*	0.005*	0.013*	0.011*	0.011*	0.006*	0.011*
	Z	0.013*	0.008*	0.005*	0.008*	0.009*	0.012*	0.007*	0.01*
	RND	0.007*	0	0	0	0	0	0	0
	MWU	0.006*	0.008*	0.004	0.009*	0.01*	0.008*	0.006*	0.006*
36	TEQ	0.012*	0.011*	0.012*	0.012*	0.013*	0.013*	0.014*	0.009*
	TNE	0.01*	0.011*	0.012*	0.012*	0.009*	0.015*	0.012*	0.008*
	Z	0.011*	0.011*	0.013*	0.017	0.01*	0.014*	0.015*	0.008*
	RND	0.006*	0	0	0	0	0	0	0
	MWU	0.01*	0.012*	0.011*	0.014*	0.004	0.013*	0.013*	0.007*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.005,0.015]

รูปที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.1 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

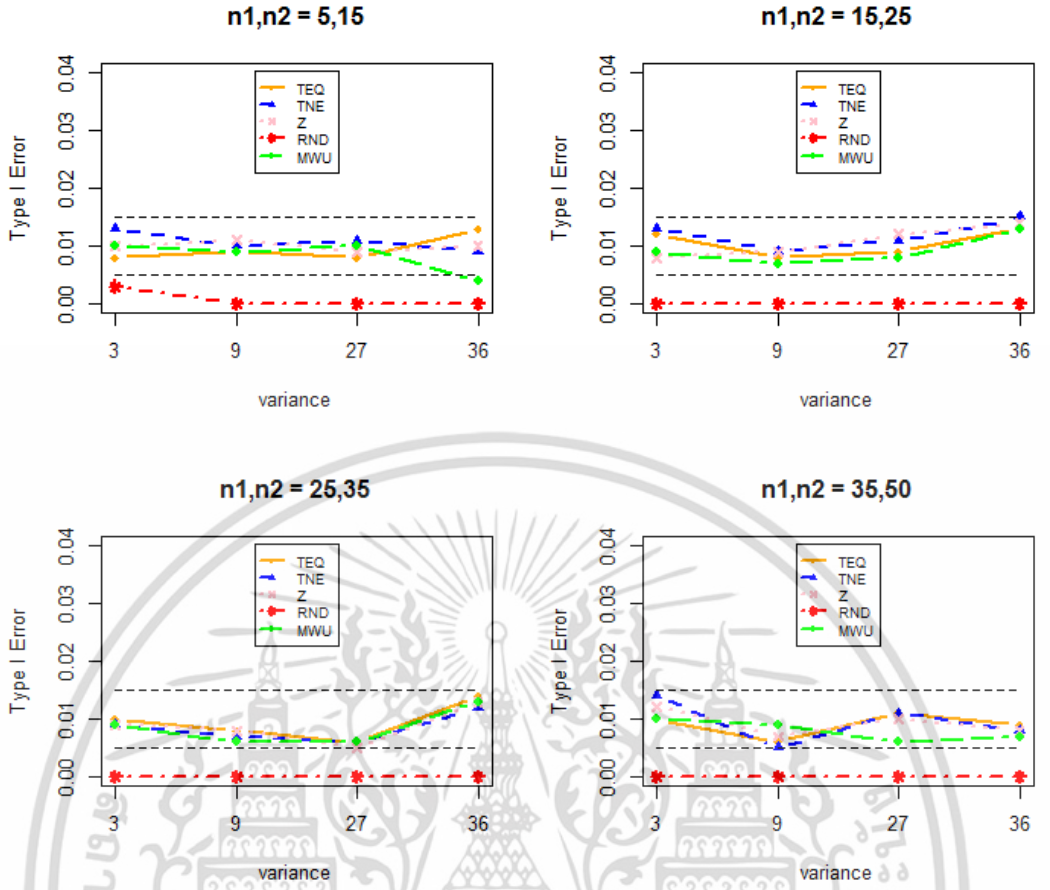
สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และความแปรปรวนเท่ากับ 36

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และความแปรปรวนเท่ากับ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.005,0.015]

รูปที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.2 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และความแปรปรวนเท่ากับ 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

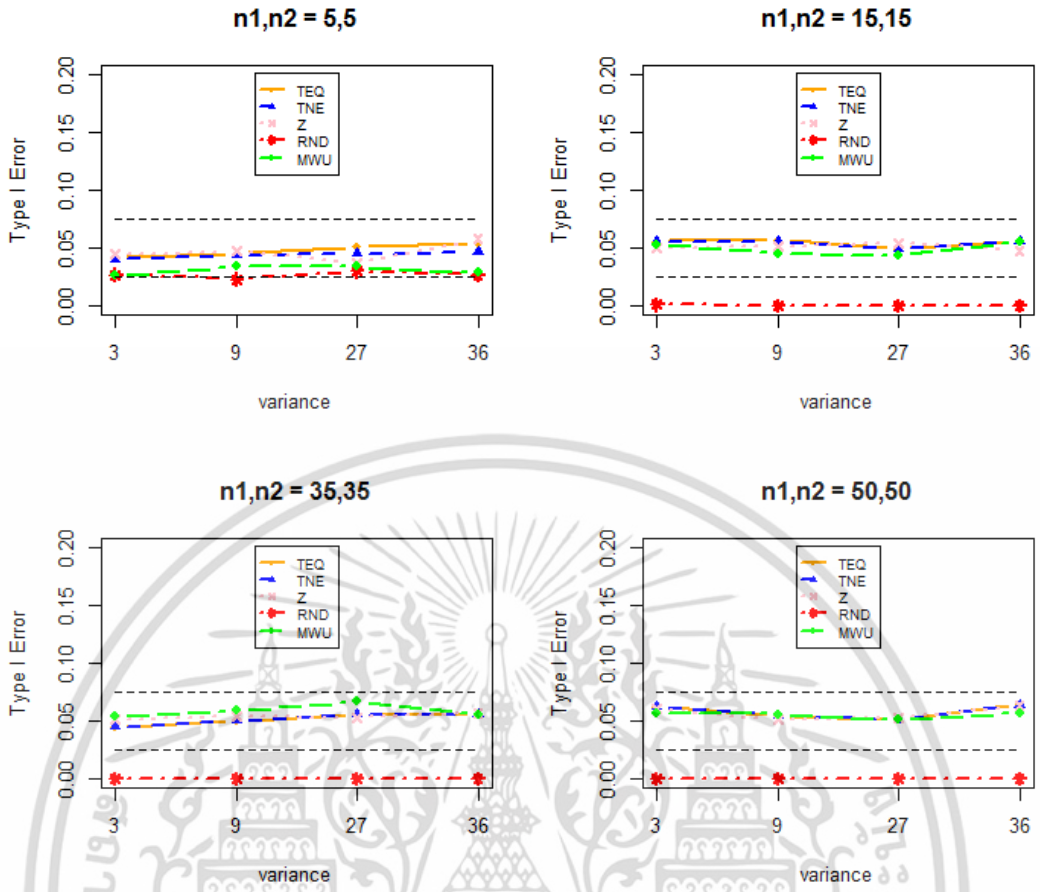
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.042*	0.056*	0.045*	0.062*	0.044*	0.056*	0.043*	0.053*
	TNE	0.04*	0.056*	0.045*	0.062*	0.051*	0.06*	0.04*	0.056*
	Z	0.045*	0.05*	0.051*	0.06*	0.051*	0.062*	0.044*	0.058*
	RND	0.027*	0.001	0	0	0.004	0	0	0
	MWU	0.026*	0.053*	0.054*	0.057*	0.032*	0.061*	0.038*	0.055*
9	TEQ	0.045*	0.057*	0.05*	0.055*	0.044*	0.053*	0.047*	0.049*
	TNE	0.044*	0.056*	0.05*	0.055*	0.055*	0.05*	0.049*	0.05*
	Z	0.047*	0.051*	0.054*	0.051*	0.052*	0.055*	0.042*	0.049*
	RND	0.023	0	0	0	0.007	0	0	0
	MWU	0.034*	0.045*	0.059*	0.056*	0.035*	0.054*	0.047*	0.054*
27	TEQ	0.051*	0.049*	0.056*	0.051*	0.053*	0.038*	0.03*	0.057*
	TNE	0.045*	0.049*	0.055*	0.051*	0.046*	0.038*	0.03*	0.054*
	Z	0.037*	0.054*	0.053*	0.053*	0.044*	0.043*	0.033*	0.057*
	RND	0.03*	0	0	0	0.003	0	0	0
	MWU	0.034*	0.043*	0.067*	0.051*	0.04*	0.042*	0.031*	0.049*
36	TEQ	0.054*	0.056*	0.056*	0.064*	0.047*	0.053*	0.047*	0.051*
	TNE	0.047*	0.056*	0.056*	0.064*	0.049*	0.055*	0.046*	0.051*
	Z	0.058*	0.048*	0.057*	0.063*	0.044*	0.049*	0.046*	0.048*
	RND	0.027*	0	0	0	0.006	0	0	0
	MWU	0.029*	0.056*	0.055*	0.057*	0.042*	0.058*	0.046*	0.049*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.025,0.075]

รูปที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.3 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

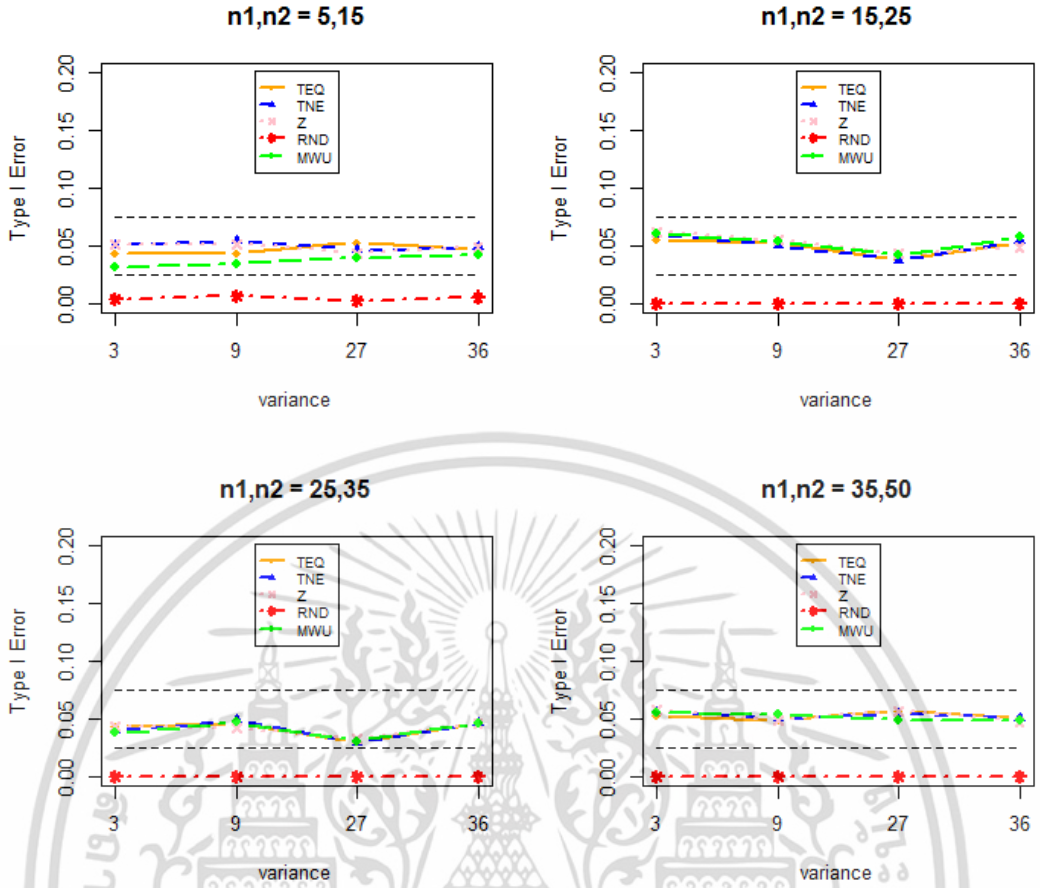
สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.025,0.075]

รูปที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.4 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

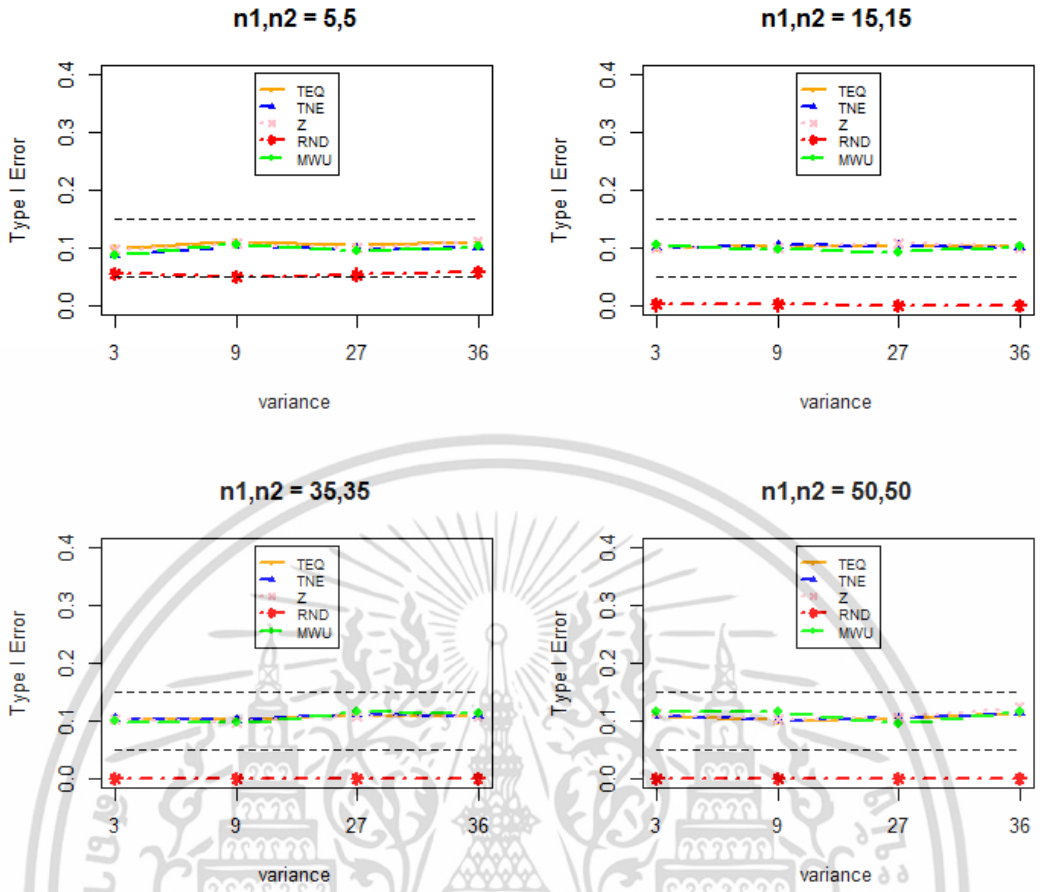
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.099*	0.1*	0.103*	0.11*	0.086*	0.127*	0.092*	0.108*
	TNE	0.087*	0.1*	0.103*	0.11*	0.09*	0.122*	0.088*	0.111*
	Z	0.098*	0.1*	0.103*	0.113*	0.084*	0.115*	0.093*	0.109*
	RND	0.055*	0.002	0	0	0.016	0	0	0
	MWU	0.088*	0.105*	0.099*	0.115*	0.081*	0.117*	0.091*	0.102*
9	TEQ	0.111*	0.105*	0.102*	0.101*	0.088*	0.109*	0.104*	0.091*
	TNE	0.103*	0.105*	0.102*	0.101*	0.112*	0.106*	0.097*	0.09*
	Z	0.107*	0.1*	0.098*	0.102*	0.098*	0.105*	0.102*	0.095*
	RND	0.05*	0.002	0	0	0.018	0.001	0	0
	MWU	0.106*	0.097*	0.097*	0.116*	0.099*	0.113*	0.094*	0.091*
27	TEQ	0.104*	0.104*	0.112*	0.105*	0.094*	0.088*	0.083*	0.104*
	TNE	0.098*	0.103*	0.112*	0.105*	0.089*	0.089*	0.084*	0.107*
	Z	0.1*	0.109*	0.108*	0.106*	0.098*	0.081*	0.082*	0.103*
	RND	0.054*	0	0	0	0.018	0	0	0
	MWU	0.095*	0.093*	0.116*	0.096*	0.082*	0.091*	0.083*	0.106*
36	TEQ	0.112*	0.102*	0.109*	0.114*	0.098*	0.104*	0.085*	0.098*
	TNE	0.101*	0.101*	0.109*	0.114*	0.099*	0.105*	0.084*	0.098*
	Z	0.111*	0.101*	0.107*	0.124*	0.097*	0.104*	0.089*	0.102*
	RND	0.058*	0.001	0	0	0.019	0	0	0
	MWU	0.102*	0.102*	0.113*	0.115*	0.095*	0.111*	0.089*	0.1*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.05,0.15]

รูปที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.5 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

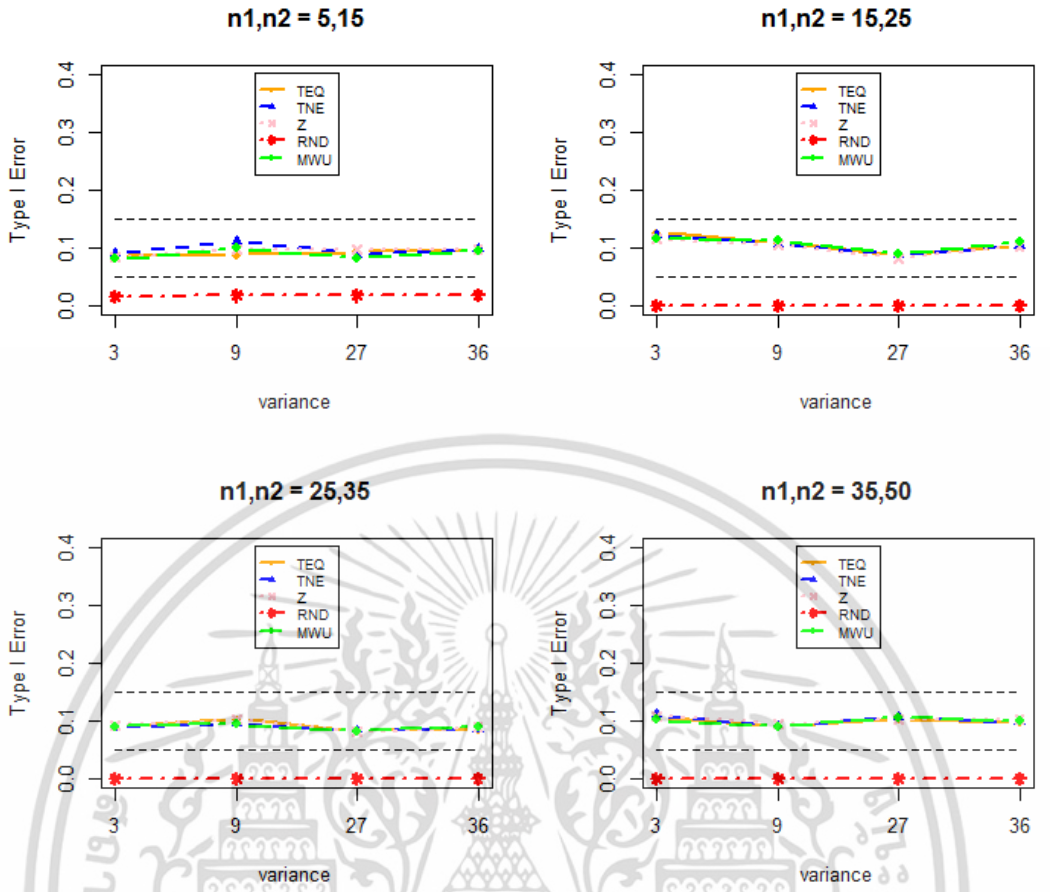
สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.05,0.15]

รูปที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.6 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

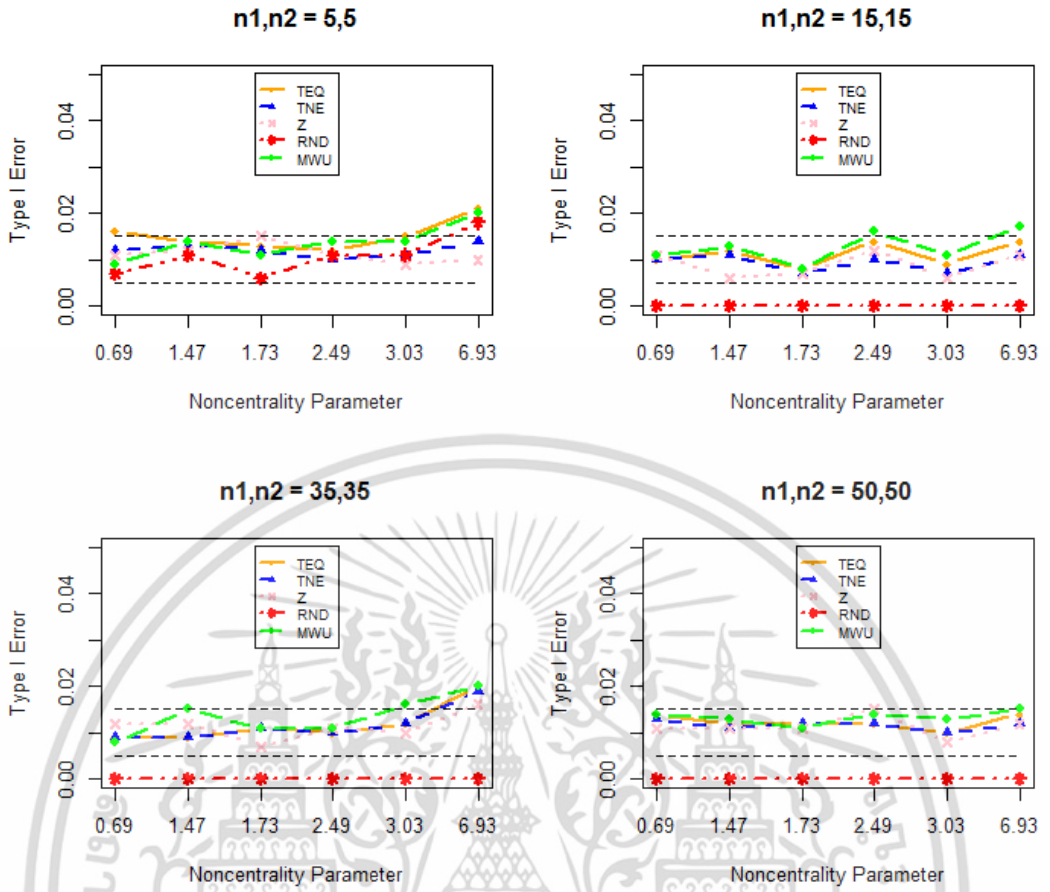
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.016	0.01*	0.009*	0.014*	0.007*	0.006*	0.004	0.004
		TNE	0.012*	0.01*	0.009*	0.013*	0.014*	0.012*	0.007*	0.008*
		Z	0.011*	0.011*	0.012*	0.011*	0.013*	0.008*	0.008*	0.011*
		RND	0.007*	0	0	0	0.001	0	0	0
		MWU	0.009*	0.011*	0.008*	0.014*	0.008*	0.008*	0.005*	0.007*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.014*	0.012*	0.009*	0.012*	0.001	0.005*	0.007*	0.003
		TNE	0.013*	0.011*	0.009*	0.011*	0.008*	0.009*	0.01*	0.006*
		Z	0.012*	0.006*	0.012*	0.011*	0.011*	0.009*	0.009*	0.008*
		RND	0.011*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.014*	0.013*	0.015*	0.013*	0.002	0.005*	0.008*	0.007*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.013*	0.008*	0.011*	0.012*	0.002	0.004	0.002	0.005*
		TNE	0.012*	0.007*	0.011*	0.012*	0.009*	0.008*	0.005*	0.009*
		Z	0.015*	0.007*	0.007*	0.011*	0.009*	0.01*	0.004	0.01*
		RND	0.006*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.011*	0.008*	0.011*	0.011*	0.002	0.005*	0.005*	0.006*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.012*	0.014*	0.01*	0.012*	0.001	0.007*	0.008*	0.005*
		TNE	0.01*	0.01*	0.01*	0.012*	0.013*	0.015*	0.01*	0.009*
		Z	0.011*	0.012*	0.011*	0.015*	0.01*	0.015*	0.012*	0.01*
		RND	0.011*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.014*	0.016	0.011*	0.014*	0.003	0.012*	0.011*	0.007*
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.015*	0.009*	0.012*	0.01*	0.002	0.005*	0.004	0.001
		TNE	0.011*	0.007*	0.012*	0.01*	0.009*	0.019	0.012*	0.004
		Z	0.009*	0.006*	0.01*	0.008*	0.006*	0.015*	0.005*	0.007*
		RND	0.011*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.014*	0.011*	0.016	0.013*	0.002	0.011*	0.006*	0.004
(3 , 27)	6.93	TEQ	0.021	0.014*	0.02	0.014*	0.001	0.003	0.004	0.003
		TNE	0.014*	0.011*	0.019	0.012*	0.011*	0.011*	0.01*	0.004
		Z	0.01*	0.011*	0.016	0.012*	0.01*	0.007*	0.01*	0.007*
		RND	0.018	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.02	0.017	0.02	0.015*	0.002	0.007*	0.006*	0.009*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.005,0.015]

รูปที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.7 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 กับ 6.93 และกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

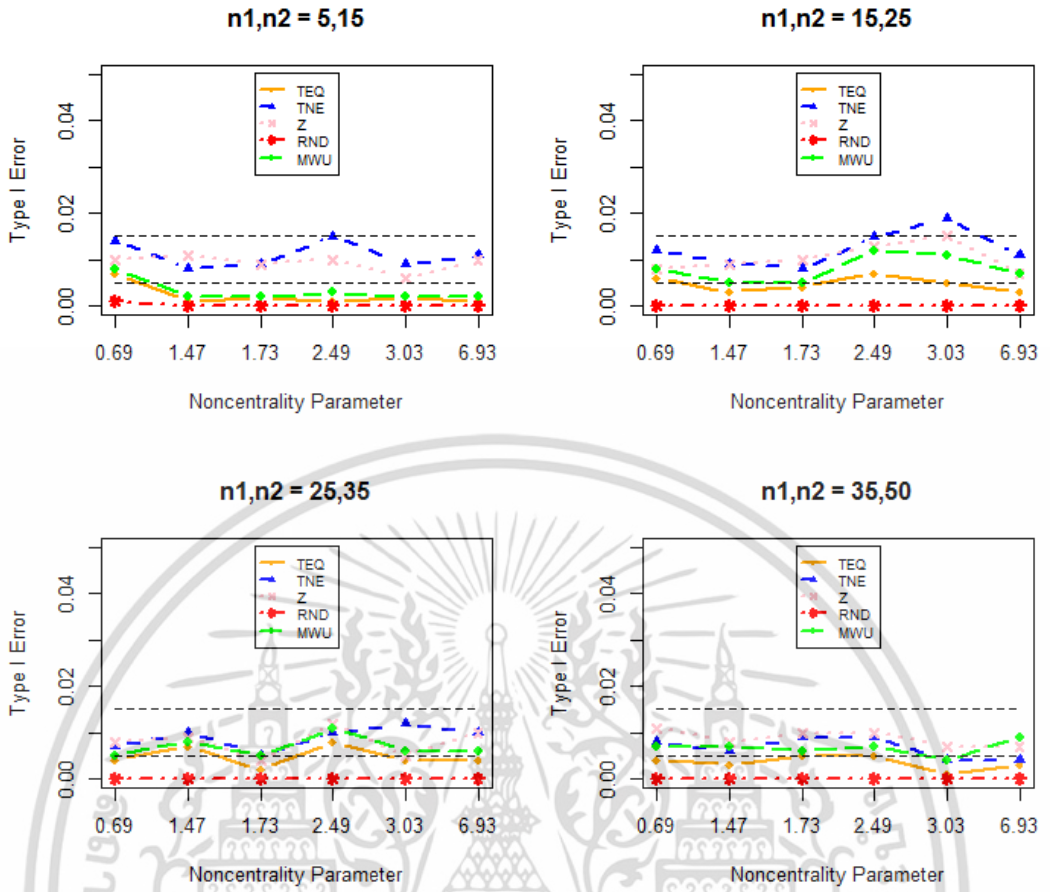
สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 1.47 1.73 2.49 และ 3.03 ยกเว้นค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93 กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 2.49 กับ 6.93 และกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 กับ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.005,0.015]

รูปที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.8 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 2.49 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 และ6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 1.73 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 1.47 3.03 และ 6.93

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นกรรมสิทธิ์ของ ... ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.73

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 2.49 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

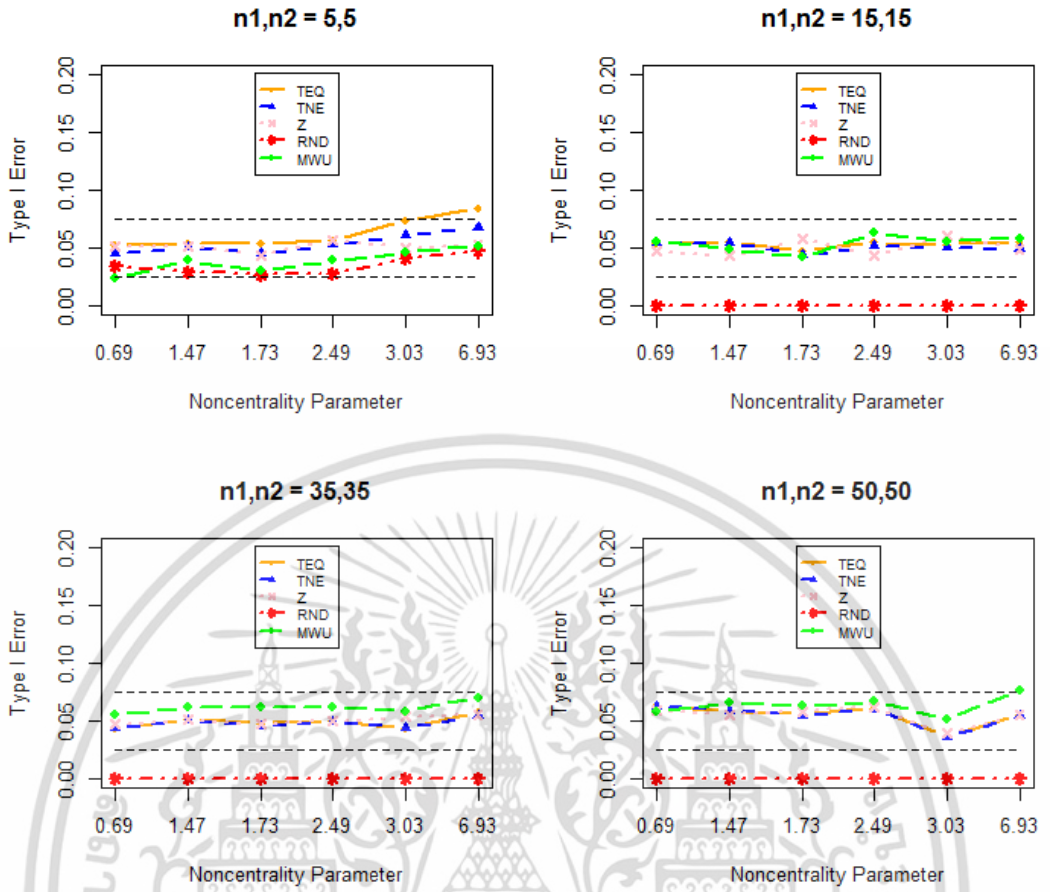
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.053*	0.054*	0.044*	0.063*	0.024	0.037*	0.036*	0.046*
		TNE	0.045*	0.054*	0.044*	0.063*	0.046*	0.057*	0.044*	0.058*
		Z	0.051*	0.047*	0.047*	0.059*	0.05*	0.057*	0.051*	0.055*
		RND	0.034*	0	0	0	0.004	0	0	0
		MWU	0.024	0.056*	0.055*	0.058*	0.027*	0.046*	0.041*	0.047*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.054*	0.055*	0.052*	0.058*	0.017	0.028*	0.033*	0.029*
		TNE	0.05*	0.054*	0.051*	0.058*	0.045*	0.047*	0.043*	0.039*
		Z	0.051*	0.043*	0.051*	0.056*	0.053*	0.052*	0.048*	0.045*
		RND	0.029*	0	0	0	0.002	0	0	0
		MWU	0.039*	0.049*	0.062*	0.066*	0.018	0.042*	0.041*	0.045*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.054*	0.047*	0.048*	0.056*	0.012	0.025*	0.025*	0.037*
		TNE	0.045*	0.044*	0.045*	0.055*	0.042*	0.036*	0.037*	0.053*
		Z	0.044*	0.058*	0.047*	0.058*	0.047*	0.039*	0.039*	0.051*
		RND	0.027*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.03*	0.042*	0.062*	0.063*	0.017	0.033*	0.033*	0.047*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.057*	0.055*	0.05*	0.061*	0.015	0.027*	0.036*	0.028*
		TNE	0.053*	0.052*	0.049*	0.06*	0.039*	0.054*	0.049*	0.044*
		Z	0.057*	0.044*	0.05*	0.062*	0.047*	0.049*	0.049*	0.044*
		RND	0.028*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.039*	0.063*	0.062*	0.067*	0.015	0.047*	0.042*	0.044*
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.074*	0.053*	0.044*	0.037*	0.01	0.039*	0.027*	0.02
		TNE	0.061*	0.05*	0.044*	0.036*	0.038*	0.07*	0.046*	0.046*
		Z	0.05*	0.06*	0.054*	0.039*	0.045*	0.078	0.044*	0.04*
		RND	0.041*	0	0	0	0.002	0	0	0
		MWU	0.046*	0.056*	0.058*	0.051*	0.013	0.057*	0.041*	0.031*
(3 , 27)	6.93	TEQ	0.084	0.056*	0.058*	0.056*	0.004	0.02	0.033*	0.027*
		TNE	0.068*	0.049*	0.055*	0.055*	0.055*	0.058*	0.055*	0.062*
		Z	0.053*	0.049*	0.055*	0.055*	0.054*	0.062*	0.05*	0.053*
		RND	0.047*	0	0	0	0.001	0	0	0
		MWU	0.052*	0.058*	0.07*	0.077	0.011	0.036*	0.049*	0.05*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.025,0.075]

รูปที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.9 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

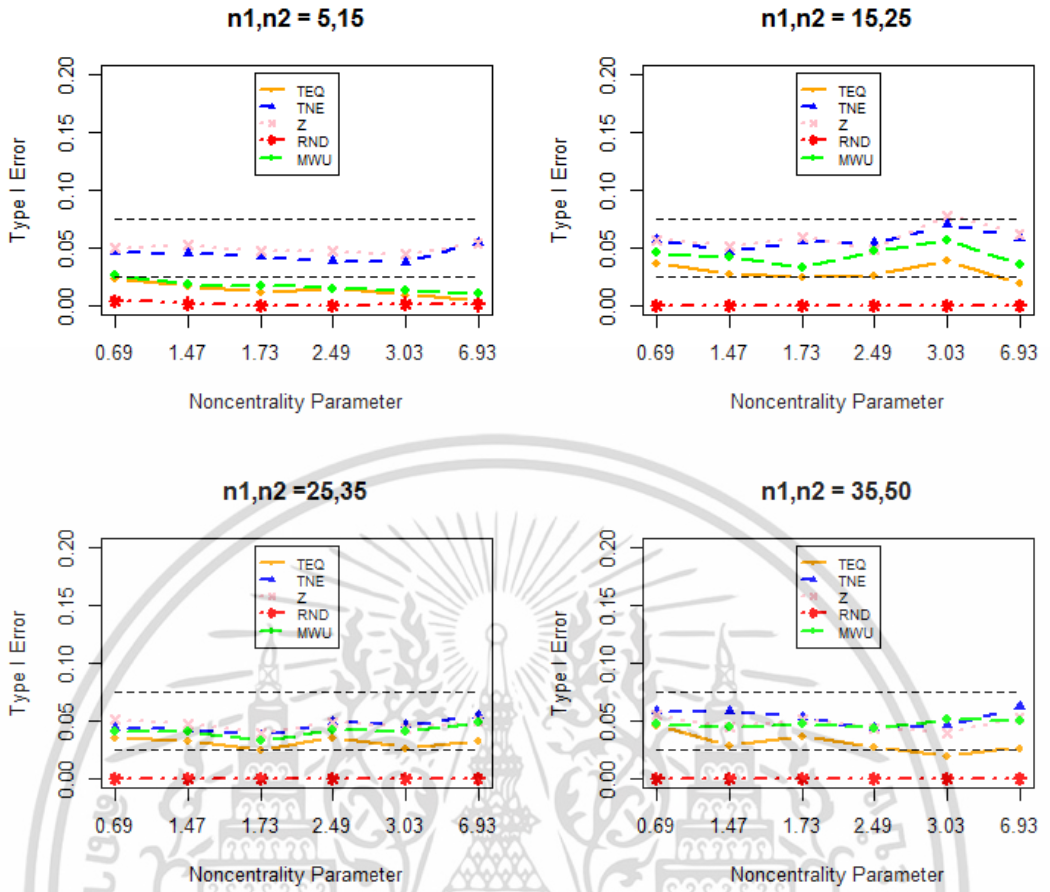
สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอน เซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ความแปรปรวนเท่ากับ 0.69

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.025,0.075]

รูปที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.10 พบว่าสถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03

สถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 2.49 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

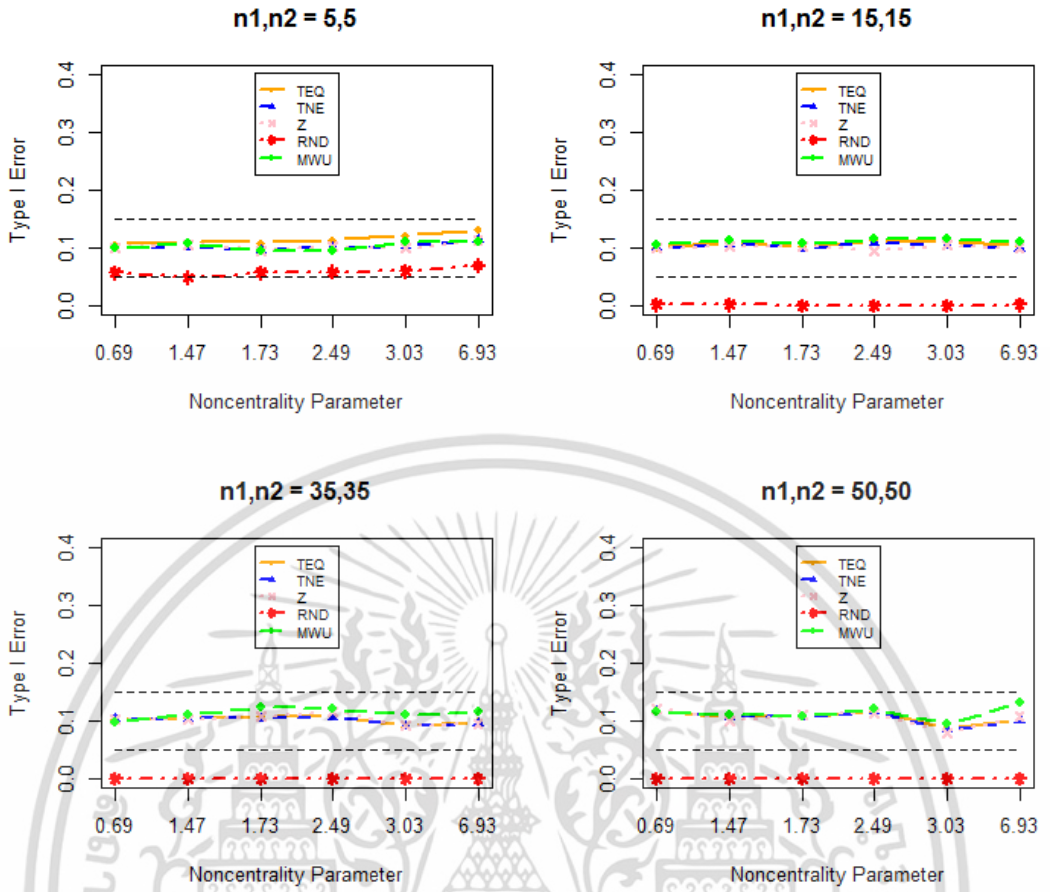
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.11 และ 4.12

ตารางที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.106*	0.101*	0.103*	0.117*	0.051*	0.095*	0.077*	0.087*
		TNE	0.099*	0.1*	0.103*	0.117*	0.087*	0.119*	0.085*	0.098*
		Z	0.101*	0.1*	0.102*	0.122*	0.086*	0.109*	0.087*	0.105*
		RND	0.057*	0.002	0	0	0.006	0	0	0
		MWU	0.1*	0.106*	0.097*	0.116*	0.062*	0.107*	0.089*	0.095*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.112*	0.11*	0.106*	0.107*	0.04	0.068*	0.075*	0.064*
		TNE	0.102*	0.106*	0.105*	0.107*	0.105*	0.103*	0.105*	0.092*
		Z	0.106*	0.104*	0.102*	0.101*	0.1*	0.1*	0.104*	0.089*
		RND	0.049	0.002	0	0	0.007	0	0	0
		MWU	0.109*	0.113*	0.112*	0.11*	0.062*	0.092*	0.079*	0.085*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.109*	0.102*	0.109*	0.107*	0.037	0.048	0.054*	0.075*
		TNE	0.097*	0.099*	0.104*	0.107*	0.082*	0.082*	0.079*	0.113*
		Z	0.096*	0.104*	0.108*	0.11*	0.094*	0.076*	0.079*	0.105*
		RND	0.057*	0.001	0	0	0.002	0	0	0
		MWU	0.095*	0.108*	0.124*	0.109*	0.052*	0.074*	0.064*	0.098*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.114*	0.114*	0.108*	0.117*	0.036	0.063*	0.063*	0.061*
		TNE	0.1*	0.11*	0.107*	0.116*	0.093*	0.108*	0.085*	0.101*
		Z	0.102*	0.096*	0.116*	0.113*	0.095*	0.11*	0.093*	0.1*
		RND	0.059*	0	0	0	0.006	0	0	0
		MWU	0.095*	0.116*	0.12*	0.121*	0.052*	0.089*	0.097*	0.089*
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.122*	0.111*	0.091*	0.087*	0.022	0.069*	0.057*	0.057*
		TNE	0.105*	0.105*	0.091*	0.086*	0.093*	0.125*	0.086*	0.077*
		Z	0.099*	0.105*	0.092*	0.08*	0.095*	0.125*	0.095*	0.08*
		RND	0.06*	0	0	0	0.004	0	0	0
		MWU	0.111*	0.115*	0.111*	0.098*	0.049	0.104*	0.086*	0.074*
(3 , 27)	6.93	TEQ	0.131*	0.103*	0.099*	0.102*	0.02	0.052*	0.067*	0.071*
		TNE	0.114*	0.099*	0.097*	0.1*	0.108*	0.119*	0.1*	0.109*
		Z	0.113*	0.1*	0.094*	0.108*	0.098*	0.121*	0.104*	0.104*
		RND	0.07*	0.002	0	0	0.002	0	0	0
		MWU	0.11*	0.111*	0.115*	0.133*	0.048	0.084*	0.101*	0.108*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.05,0.15]

รูปที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.11 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

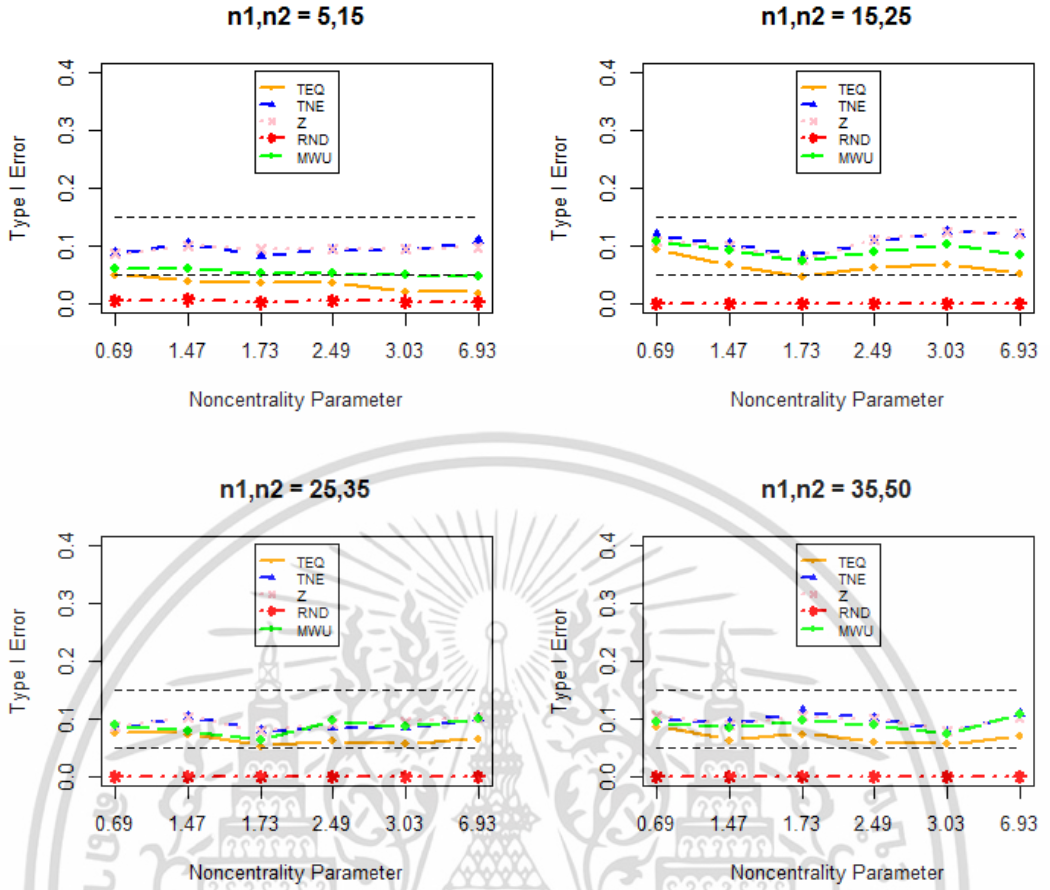
สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และเกือบทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ยกเว้นค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.05,0.15]

รูปที่ 4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.12 พบว่าสถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 2.49 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.73

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

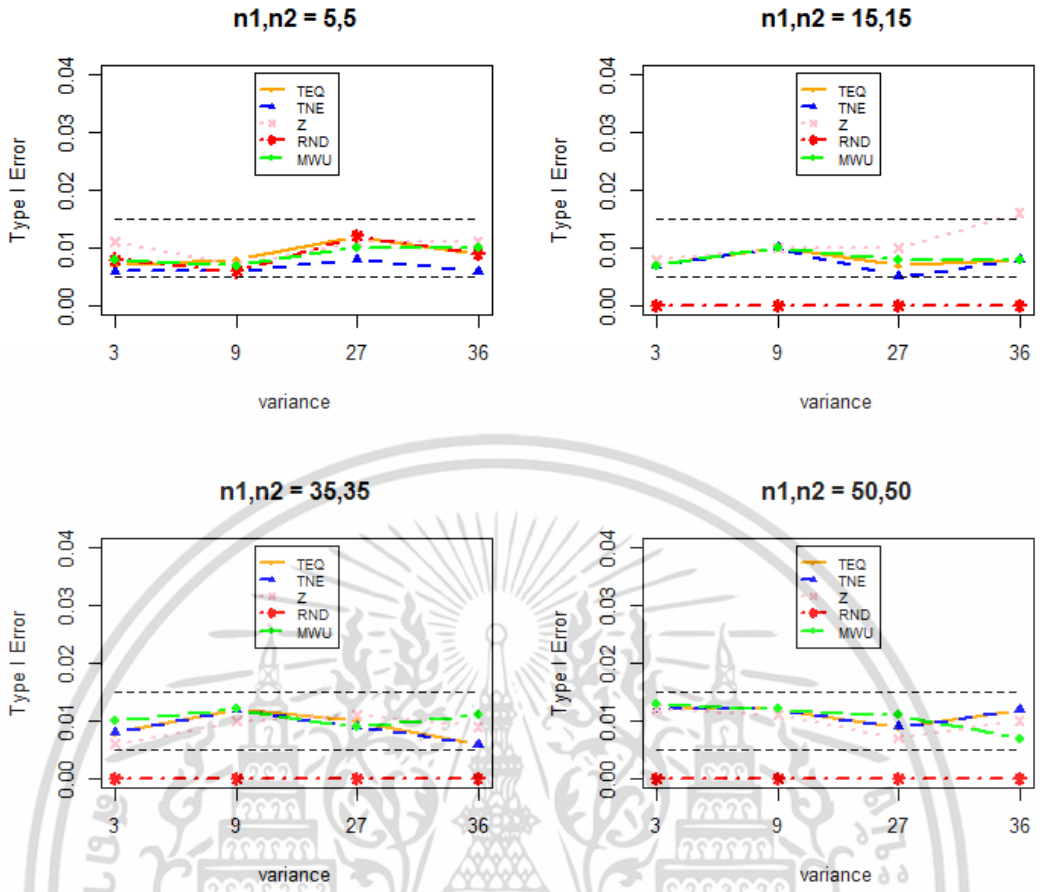
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.007*	0.007*	0.008*	0.012*	0.005*	0.01*	0.016	0.01*
	TNE	0.006*	0.007*	0.008*	0.012*	0.003	0.012*	0.016	0.01*
	Z	0.011*	0.008*	0.006*	0.012*	0.007*	0.013*	0.011*	0.009*
	RND	0.008*	0	0	0	0.002	0	0	0
	MWU	0.008*	0.007*	0.01*	0.013*	0.005*	0.009*	0.012*	0.008*
9	TEQ	0.008*	0.01*	0.012*	0.012*	0.007*	0.01*	0.008*	0.005*
	TNE	0.006*	0.01*	0.012*	0.012*	0.009*	0.008*	0.007*	0.006*
	Z	0.007*	0.01*	0.01*	0.011*	0.009*	0.013*	0.012*	0.008*
	RND	0.006*	0	0	0	0	0	0	0
	MWU	0.007*	0.01*	0.012*	0.012*	0.005*	0.009*	0.008*	0.004
27	TEQ	0.012*	0.007*	0.01*	0.009*	0.01*	0.008*	0.01*	0.012*
	TNE	0.008*	0.005*	0.009*	0.009*	0.016	0.009*	0.013*	0.011*
	Z	0.011*	0.01*	0.011*	0.007*	0.011*	0.005*	0.005*	0.013*
	RND	0.012*	0	0	0	0.001	0	0	0
	MWU	0.01*	0.008*	0.009*	0.011*	0.003	0.008*	0.012*	0.011*
36	TEQ	0.009*	0.008*	0.006*	0.012*	0.01*	0.01*	0.012*	0.013*
	TNE	0.006*	0.008*	0.006*	0.012*	0.015*	0.009*	0.015*	0.013*
	Z	0.011*	0.016	0.009*	0.01*	0.013*	0.012*	0.014*	0.01*
	RND	0.009*	0	0	0	0.002	0	0	0
	MWU	0.01*	0.008*	0.011*	0.007*	0.006*	0.011*	0.009*	0.009*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.005,0.015]

รูปที่ 4.13 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.13 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

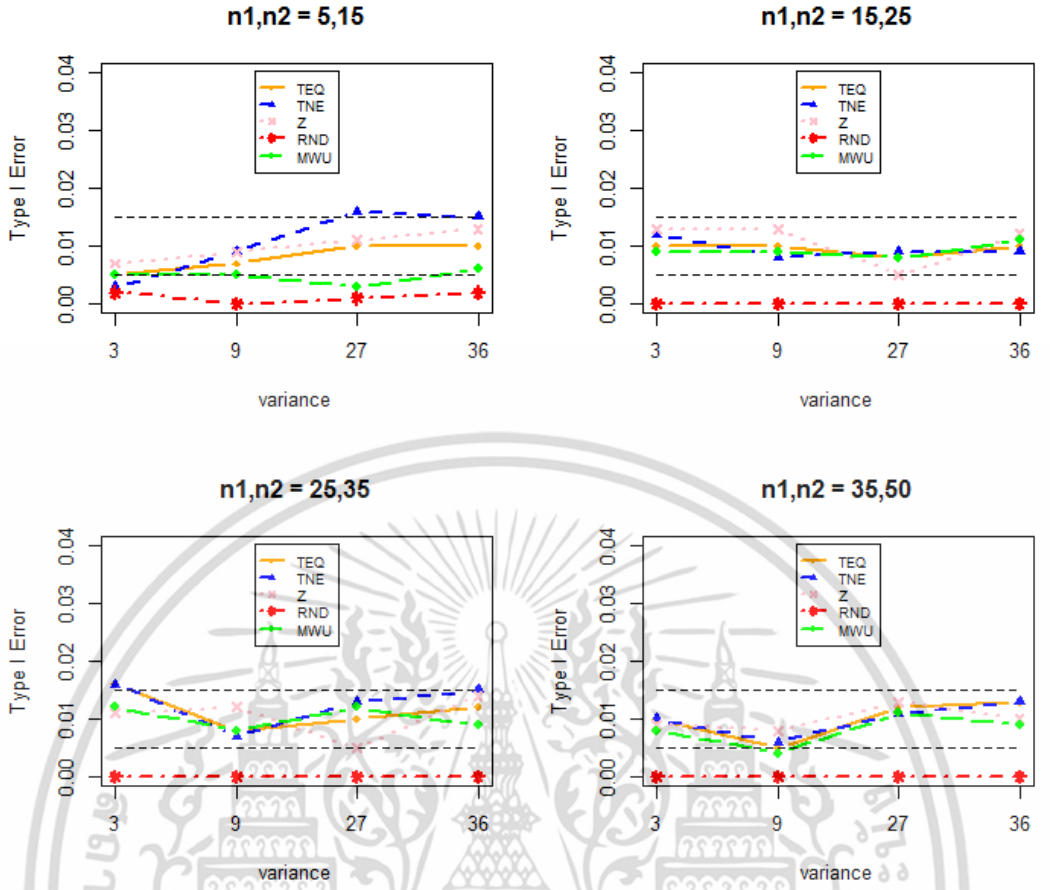
สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และความแปรปรวนเท่ากับ 36

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.005,0.015]

รูปที่ 4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.14 พบว่าสถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และความแปรปรวนเท่ากับ 3

สถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น
กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และความแปรปรวนเท่ากับ 3 และ 27
กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และความแปรปรวนเท่ากับ 3

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และความแปรปรวนเท่ากับ 27 กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และความแปรปรวนเท่ากับ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

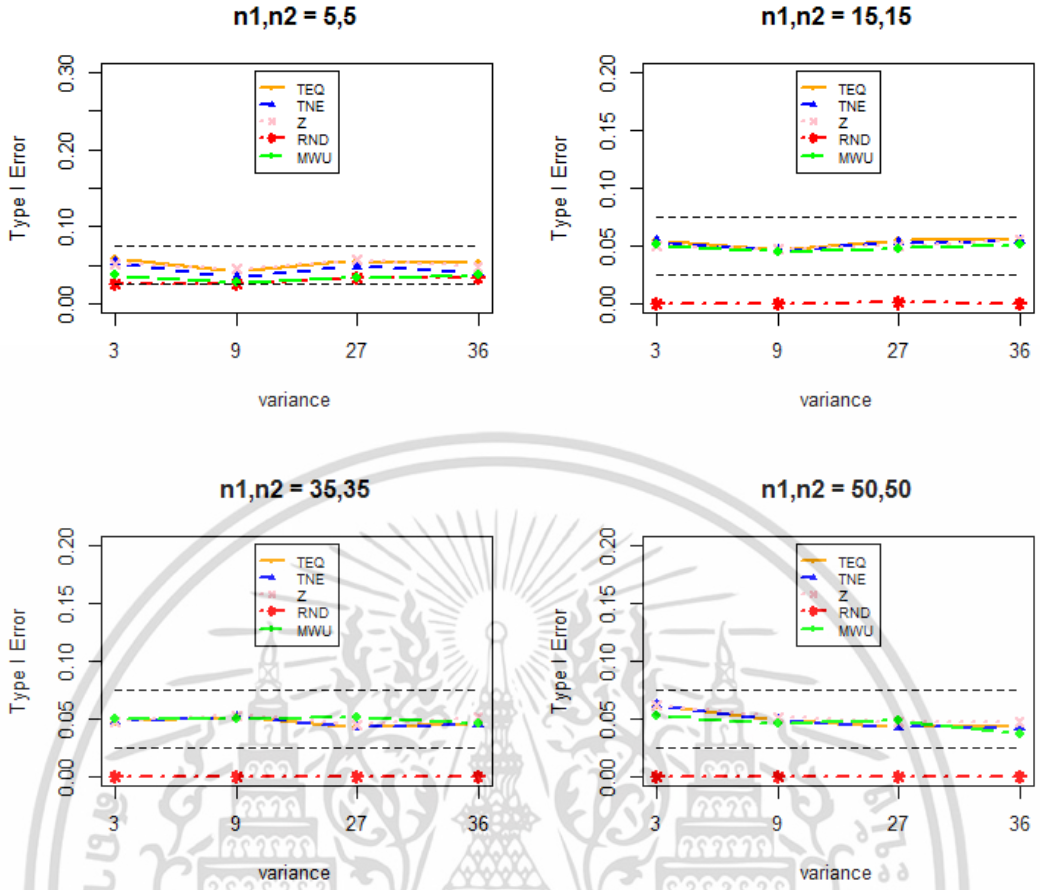
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.15 และ 4.16

ตารางที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.059*	0.055*	0.048*	0.062*	0.038*	0.048*	0.063*	0.047*
	TNE	0.054*	0.054*	0.048*	0.062*	0.043*	0.042*	0.065*	0.049*
	Z	0.052*	0.05*	0.048*	0.062*	0.04*	0.042*	0.059*	0.053*
	RND	0.026*	0	0	0	0.005	0.001	0	0
	MWU	0.037*	0.051*	0.05*	0.053*	0.036*	0.038*	0.055*	0.049*
9	TEQ	0.042*	0.046*	0.052*	0.049*	0.048*	0.063*	0.045*	0.055*
	TNE	0.034*	0.046*	0.052*	0.049*	0.056*	0.055*	0.044*	0.054*
	Z	0.045*	0.047*	0.053*	0.052*	0.046*	0.066*	0.051*	0.051*
	RND	0.026*	0	0	0	0.006	0	0	0
	MWU	0.027*	0.045*	0.05*	0.046*	0.04*	0.057*	0.045*	0.062*
27	TEQ	0.056*	0.055*	0.043*	0.043*	0.053*	0.047*	0.048*	0.052*
	TNE	0.049*	0.053*	0.043*	0.043*	0.058*	0.051*	0.046*	0.053*
	Z	0.057*	0.05*	0.045*	0.047*	0.051*	0.046*	0.053*	0.056*
	RND	0.034*	0.001	0	0	0.011	0	0	0
	MWU	0.034*	0.048*	0.052*	0.049*	0.044*	0.054*	0.046*	0.055*
36	TEQ	0.054*	0.055*	0.046*	0.043*	0.038*	0.049*	0.062*	0.059*
	TNE	0.04*	0.054*	0.045*	0.042*	0.054*	0.045*	0.055*	0.055*
	Z	0.048*	0.056*	0.051*	0.048*	0.038*	0.054*	0.061*	0.058*
	RND	0.034*	0	0	0	0.011	0	0	0
	MWU	0.037*	0.051*	0.046*	0.037*	0.031*	0.044*	0.046*	0.043*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.025,0.075]

รูปที่ 4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.15 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

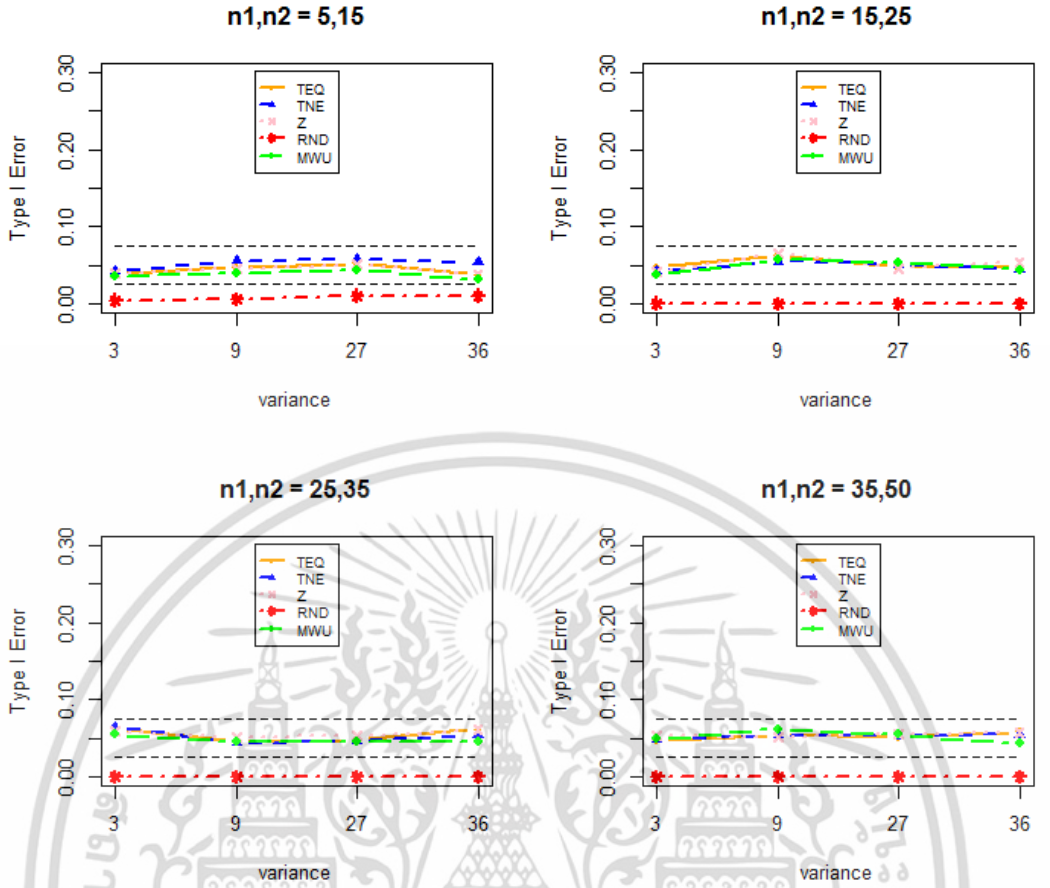
สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.025,0.075]

รูปที่ 4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.16 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

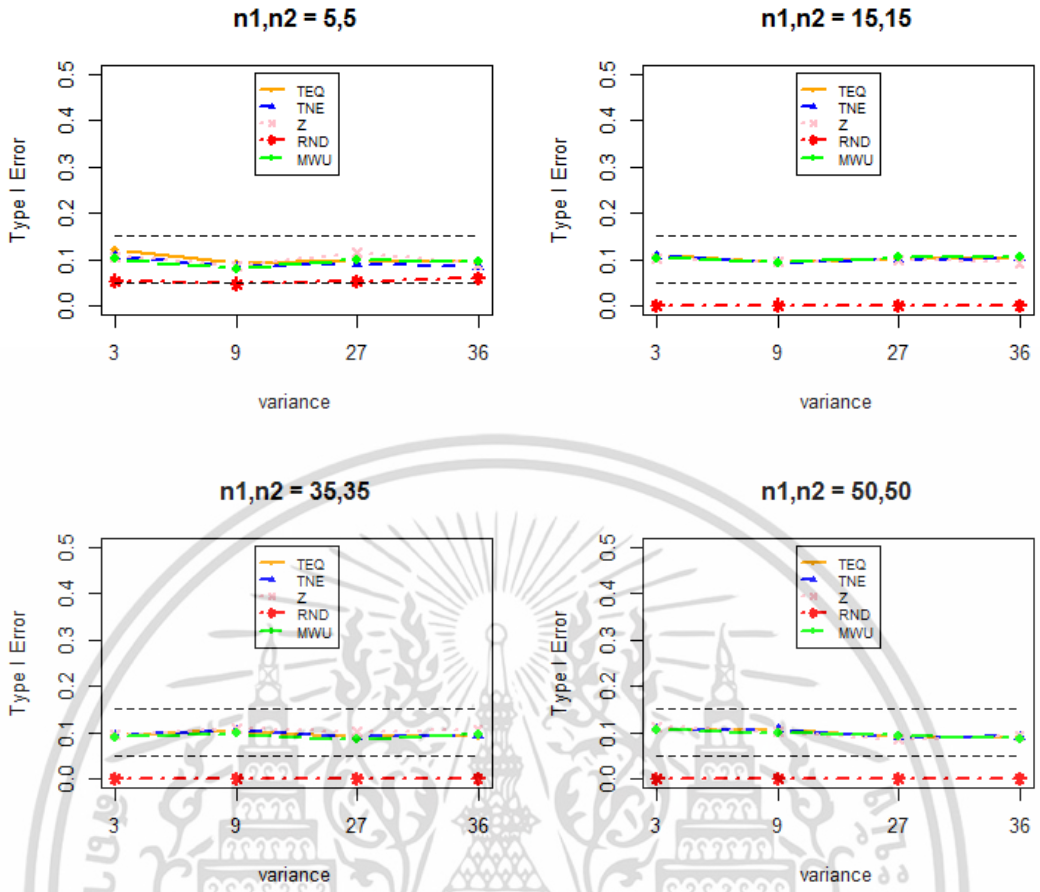
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.17 และ 4.18

ตารางที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.123*	0.109*	0.095*	0.106*	0.089*	0.093*	0.11*	0.105*
	TNE	0.108*	0.108*	0.095*	0.106*	0.088*	0.091*	0.108*	0.104*
	Z	0.106*	0.102*	0.095*	0.112*	0.092*	0.098*	0.108*	0.104*
	RND	0.054*	0.001	0	0	0.018	0.001	0	0
	MWU	0.101*	0.103*	0.09*	0.105*	0.089*	0.09*	0.103*	0.107*
9	TEQ	0.091*	0.095*	0.105*	0.108*	0.112*	0.115*	0.101*	0.119*
	TNE	0.084*	0.092*	0.105*	0.107*	0.103*	0.114*	0.103*	0.114*
	Z	0.087*	0.096*	0.11*	0.102*	0.093*	0.112*	0.101*	0.114*
	RND	0.048	0.002	0	0	0.021	0	0	0
	MWU	0.079*	0.094*	0.098*	0.099*	0.099*	0.12*	0.105*	0.121*
27	TEQ	0.101*	0.103*	0.091*	0.09*	0.102*	0.099*	0.101*	0.105*
	TNE	0.091*	0.1*	0.091*	0.09*	0.111*	0.096*	0.1*	0.104*
	Z	0.115*	0.098*	0.101*	0.085*	0.099*	0.092*	0.102*	0.107*
	RND	0.053*	0.001	0	0	0.027	0	0	0
	MWU	0.1*	0.104*	0.085*	0.094*	0.095*	0.104*	0.103*	0.099*
36	TEQ	0.094*	0.105*	0.094*	0.092*	0.082*	0.093*	0.108*	0.102*
	TNE	0.084*	0.104*	0.094*	0.091*	0.111*	0.088*	0.105*	0.1*
	Z	0.09*	0.094*	0.106*	0.094*	0.086*	0.097*	0.107*	0.1*
	RND	0.06*	0	0	0	0.024	0	0.001	0
	MWU	0.096*	0.106*	0.096*	0.087*	0.083*	0.093*	0.102*	0.091*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.05,0.15]

รูปที่ 4.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.17 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

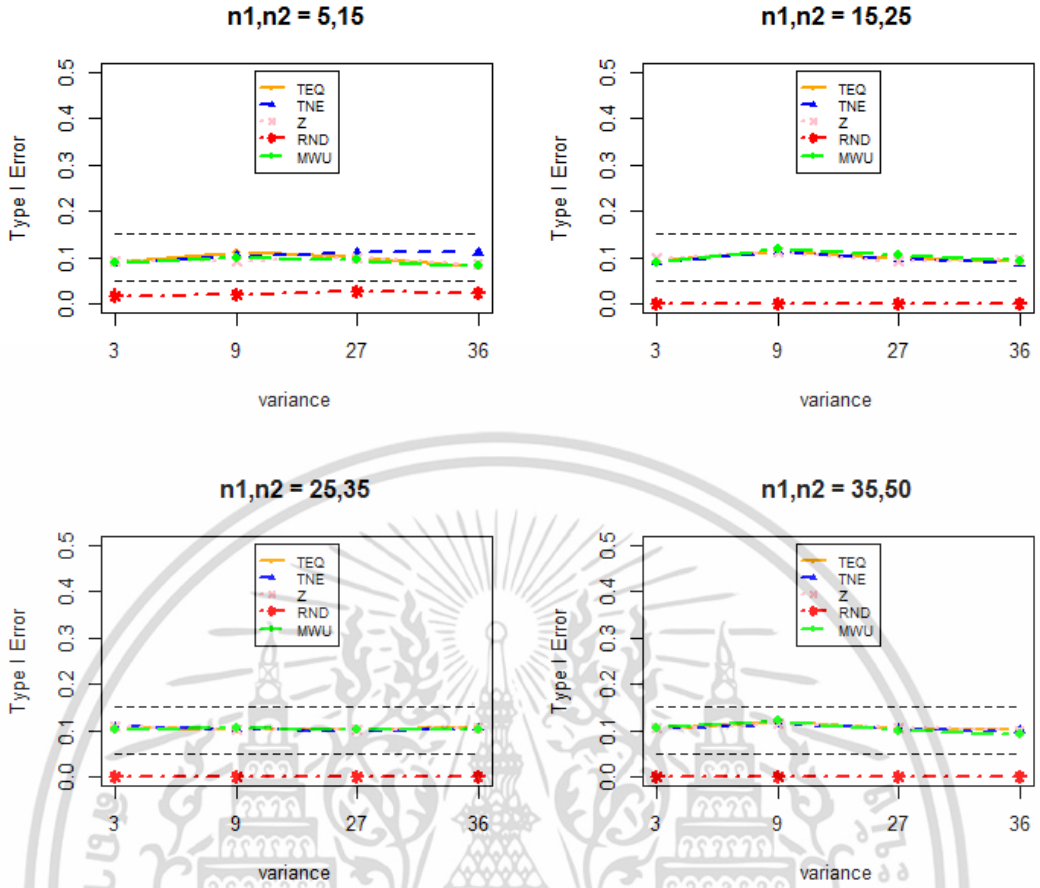
สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.05,0.15]

รูปที่ 4.18 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.18 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

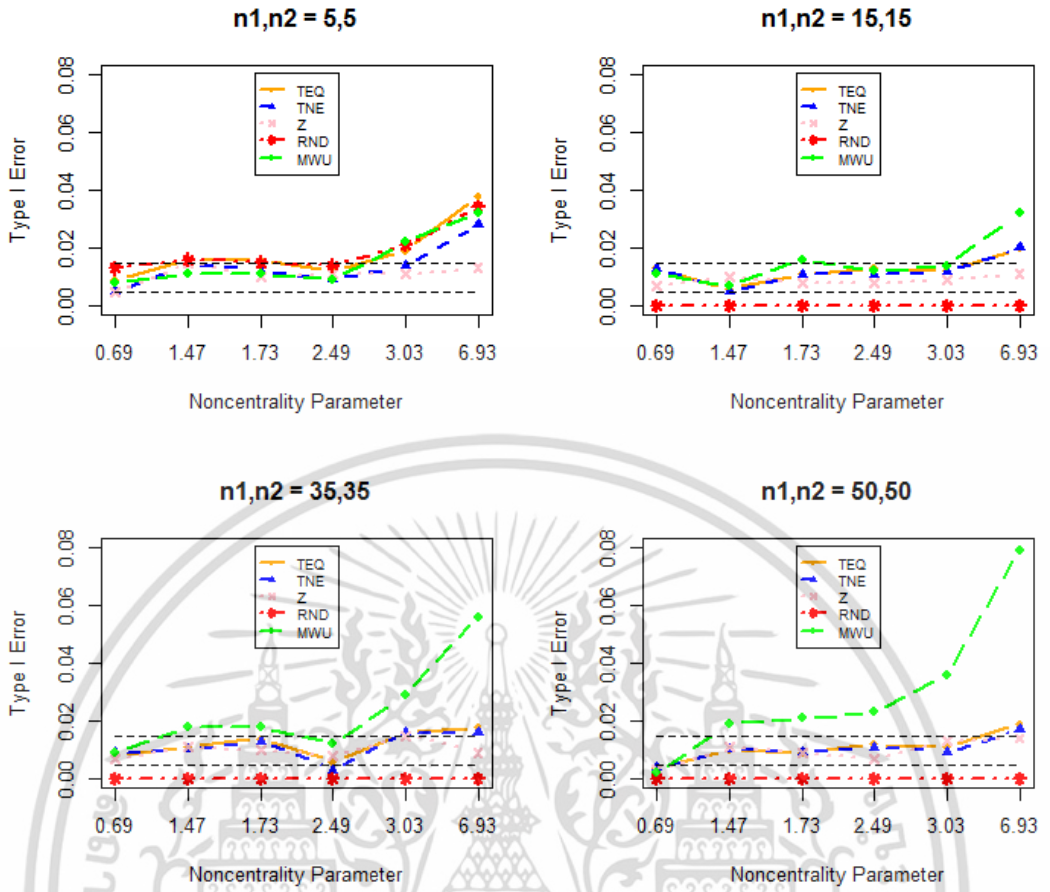
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.19 และ 4.20

ตารางที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.009*	0.013*	0.008*	0.004	0.003	0.007*	0.004	0.008*
		TNE	0.005*	0.013*	0.008*	0.004	0.007*	0.01*	0.006*	0.015*
		Z	0.005*	0.007*	0.007*	0.003	0.01*	0.01*	0.008*	0.013*
		RND	0.013*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.008*	0.011*	0.009*	0.002	0.002	0.009*	0.005*	0.01*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.016	0.006*	0.011*	0.01*	0.009*	0.004	0.008*	0.004
		TNE	0.015*	0.005*	0.01*	0.01*	0.02	0.007*	0.009*	0.007*
		Z	0.015*	0.01*	0.011*	0.011*	0.015*	0.01*	0.009*	0.006*
		RND	0.016	0	0	0	0.002	0	0	0
		MWU	0.011*	0.007*	0.018	0.019	0.005*	0.005*	0.011*	0.005*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.016	0.011*	0.014*	0.009*	0.002	0.002	0.007*	0.001
		TNE	0.012*	0.011*	0.013*	0.009*	0.014*	0.008*	0.012*	0.006*
		Z	0.01*	0.008*	0.01*	0.009*	0.014*	0.009*	0.01*	0.007*
		RND	0.015*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.011*	0.016	0.018	0.021	0.003	0.007*	0.011*	0.009*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.012*	0.013*	0.006*	0.012*	0.006*	0.004	0.003	0.006*
		TNE	0.009*	0.011*	0.003*	0.011*	0.012*	0.012*	0.007*	0.014*
		Z	0.011*	0.008*	0.008*	0.007*	0.016	0.012*	0.009*	0.008*
		RND	0.014*	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.009*	0.012*	0.012*	0.023	0.006*	0.008*	0.008*	0.014*
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.019	0.012*	0.016	0.011*	0.001	0.008*	0.003	0.002
		TNE	0.014*	0.012*	0.016	0.009*	0.01*	0.013*	0.008*	0.007*
		Z	0.011*	0.009*	0.015*	0.013*	0.013*	0.01*	0.009*	0.01*
		RND	0.021	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.022	0.014*	0.029	0.036	0.001	0.017	0.014*	0.022
(3 , 27)	6.93	TEQ	0.038	0.02	0.018	0.019	0.002	0.003	0.007*	0.006*
		TNE	0.028	0.02	0.016	0.017	0.009*	0.011*	0.015*	0.013*
		Z	0.013*	0.011*	0.009*	0.014*	0.015*	0.005*	0.004	0.004
		RND	0.034	0	0	0	0	0	0	0
		MWU	0.032	0.032	0.056	0.079	0.002	0.028	0.047	0.054

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.005,0.015]

รูปที่ 4.19 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.19 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 และ 6.93

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และความแปรปรวนเท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และความแปรปรวนเท่ากับ 2.49 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และความแปรปรวนเท่ากับ 0.69 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ยกเว้นค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 3.03 และ 6.93

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้น

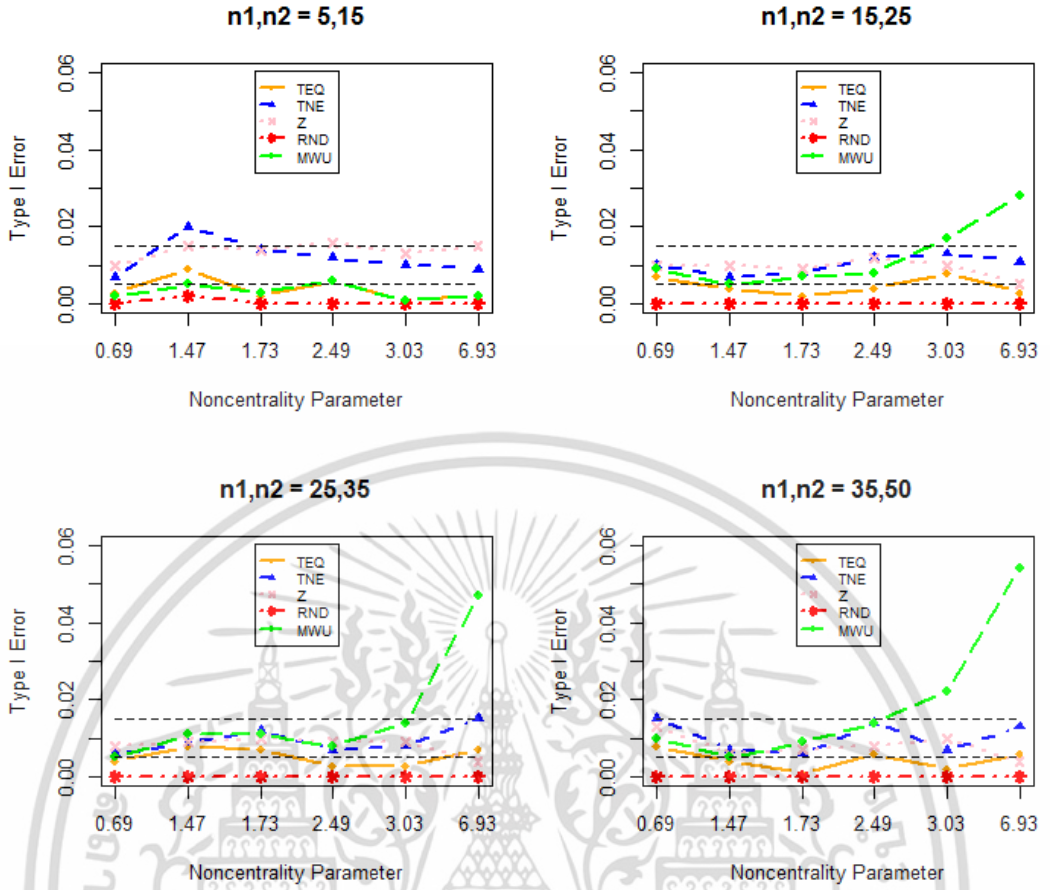
กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.73 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 1.47 1.73 2.49 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.005,0.015]

รูปที่ 4.20 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.20 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 1.73 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 2.49 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 2.49 และ 3.03

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 และ 3.03

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 2.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 0.69 1.73 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

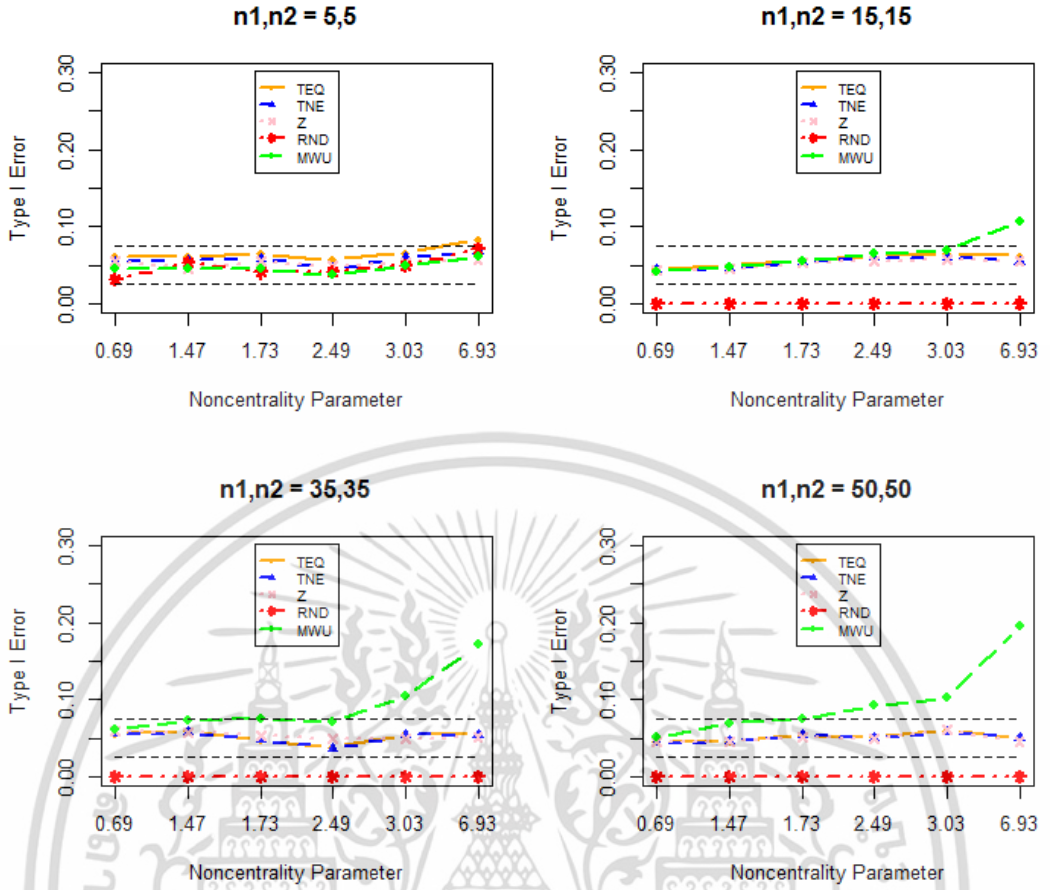
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.21 และ 4.22

ตารางที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.061*	0.045*	0.056*	0.045*	0.025*	0.038*	0.038*	0.039*
		TNE	0.055*	0.044*	0.056*	0.044*	0.042*	0.058*	0.045*	0.05*
		Z	0.055*	0.043*	0.06*	0.045*	0.046*	0.058*	0.037*	0.047*
		RND	0.032*	0	0	0	0.002	0	0	0
		MWU	0.045*	0.042*	0.062*	0.051*	0.028*	0.046*	0.032*	0.044*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.061*	0.05*	0.06*	0.046*	0.024	0.022	0.044*	0.031*
		TNE	0.057*	0.047*	0.058*	0.046*	0.056*	0.044*	0.055*	0.043*
		Z	0.045*	0.045*	0.058*	0.046*	0.058*	0.04*	0.046*	0.044*
		RND	0.053*	0	0	0	0.011	0	0	0
		MWU	0.045*	0.048*	0.074*	0.07*	0.028*	0.039*	0.062*	0.049*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.065*	0.057*	0.048*	0.054*	0.014	0.023	0.037*	0.034*
		TNE	0.059*	0.054*	0.048*	0.054*	0.049*	0.054*	0.049*	0.05*
		Z	0.055*	0.053*	0.054*	0.052*	0.042*	0.054*	0.041*	0.045*
		RND	0.041*	0	0	0	0.002	0	0	0
		MWU	0.046*	0.056*	0.075*	0.075*	0.024	0.041*	0.051*	0.059*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.057*	0.062*	0.038*	0.052*	0.017	0.028*	0.028*	0.034*
		TNE	0.046*	0.06*	0.037*	0.051*	0.06*	0.067*	0.039*	0.048*
		Z	0.049*	0.056*	0.049*	0.05*	0.063*	0.063*	0.047*	0.052*
		RND	0.042*	0	0	0	0.007	0	0	0
		MWU	0.037*	0.065*	0.071*	0.092	0.022	0.057*	0.062*	0.066*
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.066*	0.065*	0.055*	0.06*	0.008	0.035*	0.03*	0.03*
		TNE	0.061*	0.06*	0.055*	0.059*	0.051*	0.056*	0.047*	0.048*
		Z	0.054*	0.057*	0.05*	0.061*	0.055*	0.045*	0.047*	0.049*
		RND	0.05*	0	0	0	0.001	0	0	0
		MWU	0.05*	0.07*	0.104	0.103	0.019	0.064*	0.067*	0.102
(3 , 27)	6.93	TEQ	0.084	0.062*	0.056*	0.051*	0.013	0.025*	0.039*	0.028*
		TNE	0.068*	0.054*	0.054*	0.051*	0.056*	0.05*	0.059*	0.047*
		Z	0.058*	0.056*	0.051*	0.045*	0.064*	0.05*	0.05*	0.057*
		RND	0.071*	0.001	0	0	0.003	0	0	0
		MWU	0.061*	0.107	0.171	0.195	0.028*	0.088	0.145	0.208

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.025,0.075]

รูปที่ 4.21 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.21 พบว่าสถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

สถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

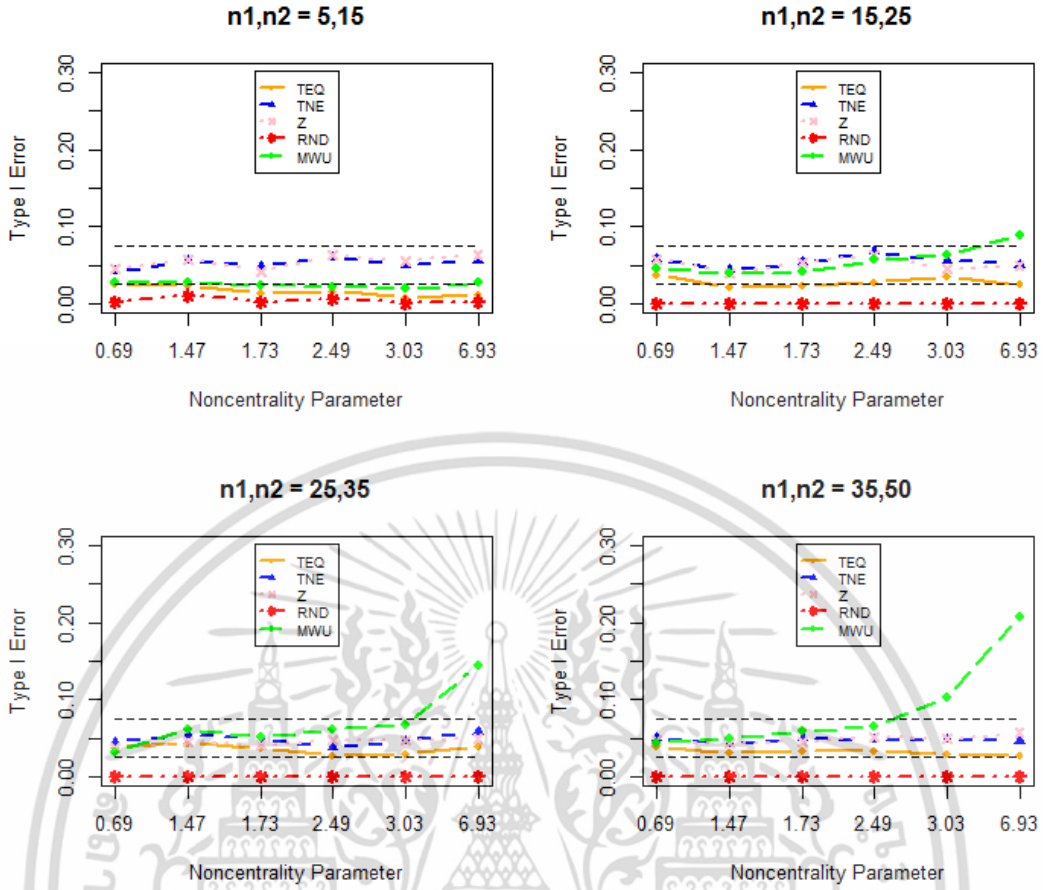
สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 2.49 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.025,0.075]

รูปที่ 4.22 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.22 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 2.49 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในบางสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.73 2.49 และ 3.03

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

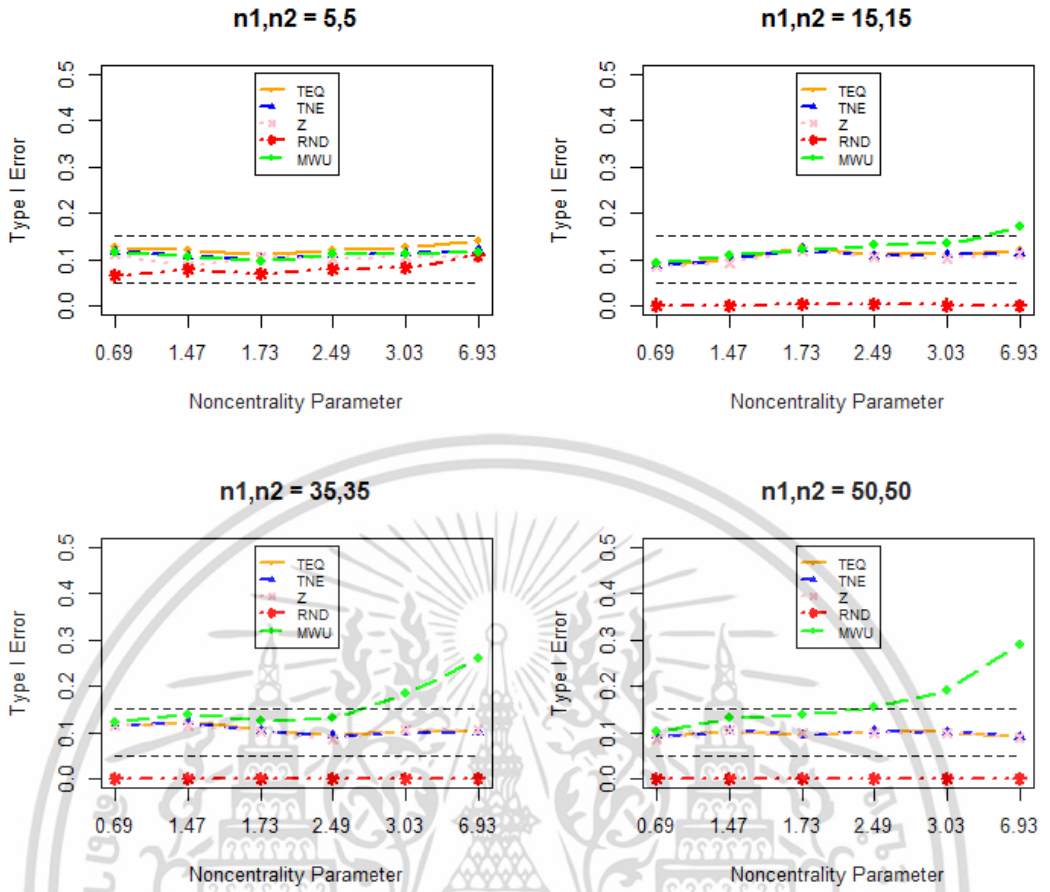
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.23 และ 4.24

ตารางที่ 4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.127*	0.088*	0.114*	0.092*	0.061*	0.086*	0.077*	0.085*
		TNE	0.117*	0.088*	0.114*	0.092*	0.102*	0.115*	0.082*	0.095*
		Z	0.111*	0.086*	0.117*	0.087*	0.096*	0.121*	0.081*	0.098*
		RND	0.065*	0.002	0	0	0.014	0.001	0	0
		MWU	0.114*	0.093*	0.123*	0.102*	0.079*	0.089*	0.074*	0.087*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.121*	0.103*	0.124*	0.104*	0.047	0.056*	0.08*	0.063*
		TNE	0.107*	0.102*	0.123*	0.104*	0.101*	0.089*	0.098*	0.087*
		Z	0.086*	0.093*	0.115*	0.104*	0.108*	0.09*	0.099*	0.095*
		RND	0.078*	0	0	0	0.016*	0	0	0
		MWU	0.106*	0.11*	0.14*	0.131*	0.062*	0.09*	0.099*	0.107*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.109*	0.127*	0.104*	0.096*	0.044	0.064*	0.07*	0.082*
		TNE	0.1*	0.123*	0.103*	0.094*	0.096*	0.099*	0.099*	0.107*
		Z	0.105*	0.12*	0.103*	0.099*	0.094*	0.096*	0.099*	0.111*
		RND	0.069*	0.003	0	0	0.01	0	0	0
		MWU	0.097*	0.121*	0.125*	0.14*	0.066*	0.093*	0.11*	0.112*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.122*	0.111*	0.094*	0.104*	0.038	0.077*	0.059*	0.065*
		TNE	0.111*	0.107*	0.093*	0.103*	0.108*	0.123*	0.087*	0.093*
		Z	0.103*	0.107*	0.087*	0.098*	0.111*	0.116*	0.09*	0.103*
		RND	0.08*	0.003	0	0	0.013	0.001	0	0
		MWU	0.113*	0.131*	0.131*	0.154	0.067*	0.114*	0.11*	0.124*
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.127*	0.111*	0.102*	0.102*	0.03	0.065*	0.07*	0.069*
		TNE	0.114*	0.111*	0.099*	0.1*	0.101*	0.108*	0.098*	0.114*
		Z	0.105*	0.103*	0.105*	0.099*	0.108*	0.097*	0.103*	0.108*
		RND	0.083*	0.002	0	0	0.003	0	0	0
		MWU	0.111*	0.134*	0.183	0.192	0.064*	0.121*	0.125*	0.189
(3 , 27)	6.93	TEQ	0.141*	0.121*	0.103*	0.092*	0.029	0.05*	0.069*	0.064*
		TNE	0.121*	0.112*	0.101*	0.089*	0.114*	0.104*	0.103*	0.097*
		Z	0.105*	0.111*	0.104*	0.09*	0.11*	0.11*	0.096*	0.1*
		RND	0.11*	0.001	0	0	0.011	0	0	0
		MWU	0.115*	0.17	0.26	0.289	0.07*	0.157	0.225	0.291

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.05,0.15]

รูปที่ 4.23 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.23 พบว่าสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) เท่านั้น

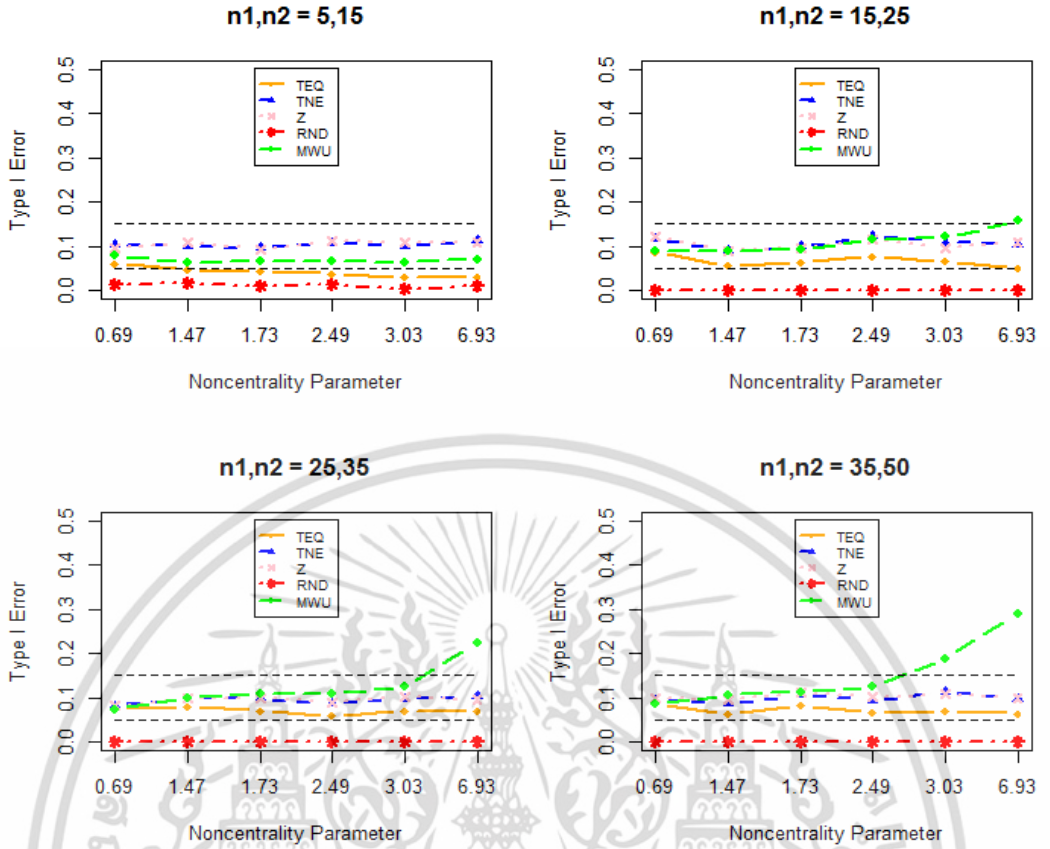
สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 2.49 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นกรรมสิทธิ์ของ ... ให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(- - - - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ Bradley [0.05,0.15]

รูปที่ 4.24 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.24 พบว่าสถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 1.47 1.73 2.49 3.03 และ 6.93

สถิติทดสอบที่ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบซี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแบบสุ่ม ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในทุกๆ สถานการณ์

สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้น

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 6.93

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เท่ากับ 3.03 และ 6.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

การสรุปผลกำลังการทดสอบของสถิติทดสอบจะแสดงในกรณีที่สถิติทดสอบสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น

4.2.1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.13 และ รูปที่ 4.25 และ 4.26

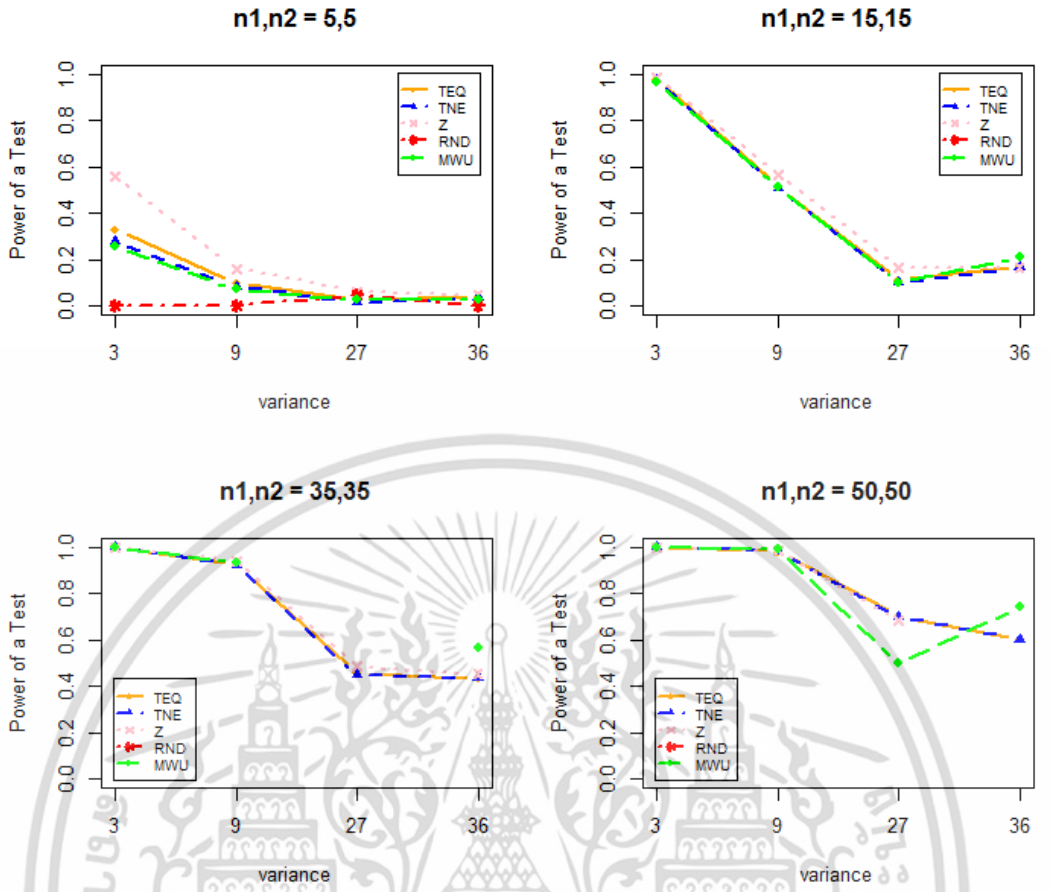
ตารางที่ 4.13 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.331	0.979	0.999	1*	0.691	0.988	1*	1*
	TNE	0.277	0.978	0.999	1*	0.538	0.988	1*	1*
	Z	0.559*	0.987*	1*	1*	0.774*	0.994*	1*	1*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.254	0.965	0.999	1*	0.586	0.987	1*	1*
9	TEQ	0.101	0.515	0.925	0.983	0.235	0.663	0.865	0.973
	TNE	0.084	0.51	0.925	0.983	0.244	0.646	0.861	0.966
	Z	0.16*	0.569*	0.941*	0.987	0.287*	0.716*	0.892*	0.978*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.07	0.513	0.936	0.99*	0.201	0.656	0.861	0.975
27	TEQ	0.029	0.113	0.458	0.703*	0.139*	0.271*	0.446*	0.6*
	TNE	0.015	0.102	0.447	0.7	0.015	0.124	0.3	0.47
	Z	0.062*	0.167*	0.486*	0.687	0.076	0.215	0.371	0.517
	RND	0.046	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.026	0.1	-	0.499	0.053	0.161	0.254	0.389
36	TEQ	0.039	0.173	0.435	0.604	0.047	0.224	0.346	0.521
	TNE	0.033	0.166	0.435	0.602	0.139*	0.26	0.356	0.523
	Z	0.048*	0.164	0.452	-	0.058	0.212	0.343	0.539
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.025	0.212*	0.564*	0.741*	-	0.274*	0.45*	0.637*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



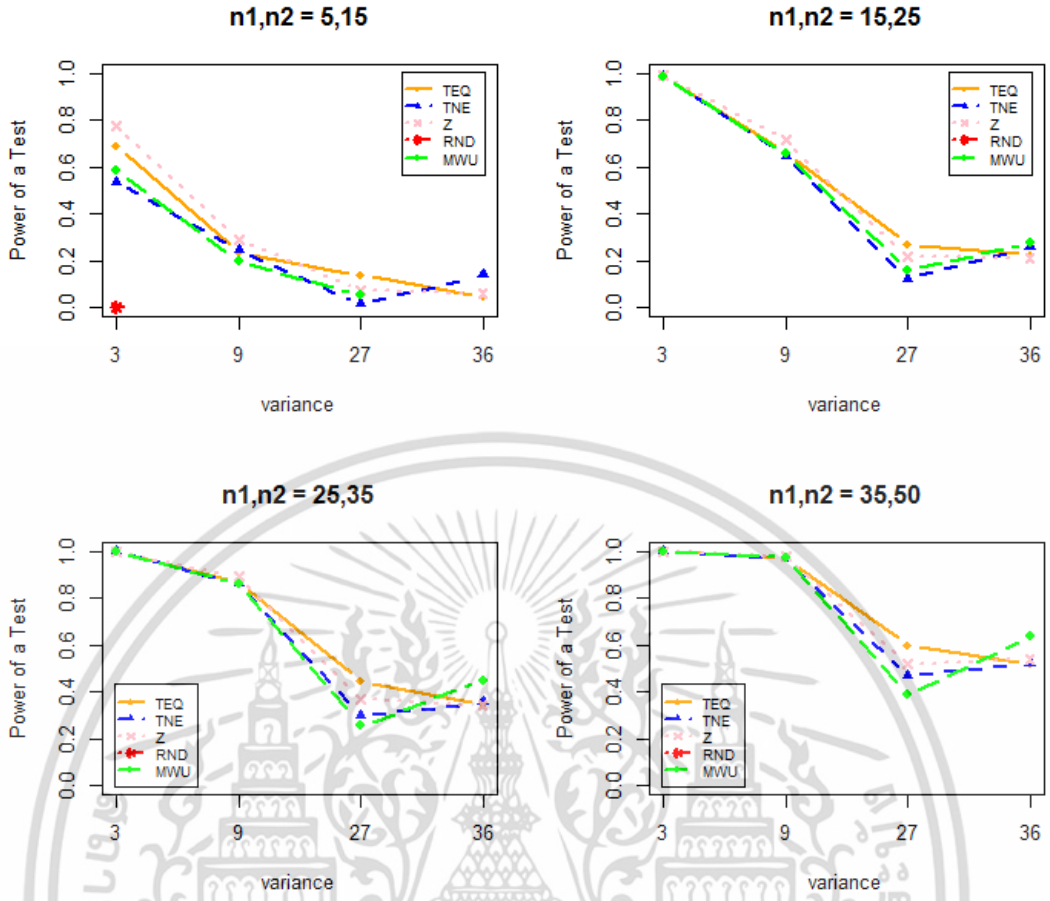
รูปที่ 4.25 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.25 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ในทุกค่าความแปรปรวน สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และ (35,35) ความแปรปรวนเป็น 3 9 และ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเท่ากับ 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.26 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.26 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 และ 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และ (35,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 27 และ 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.14 และ รูปที่ 4.27 และ 4.28

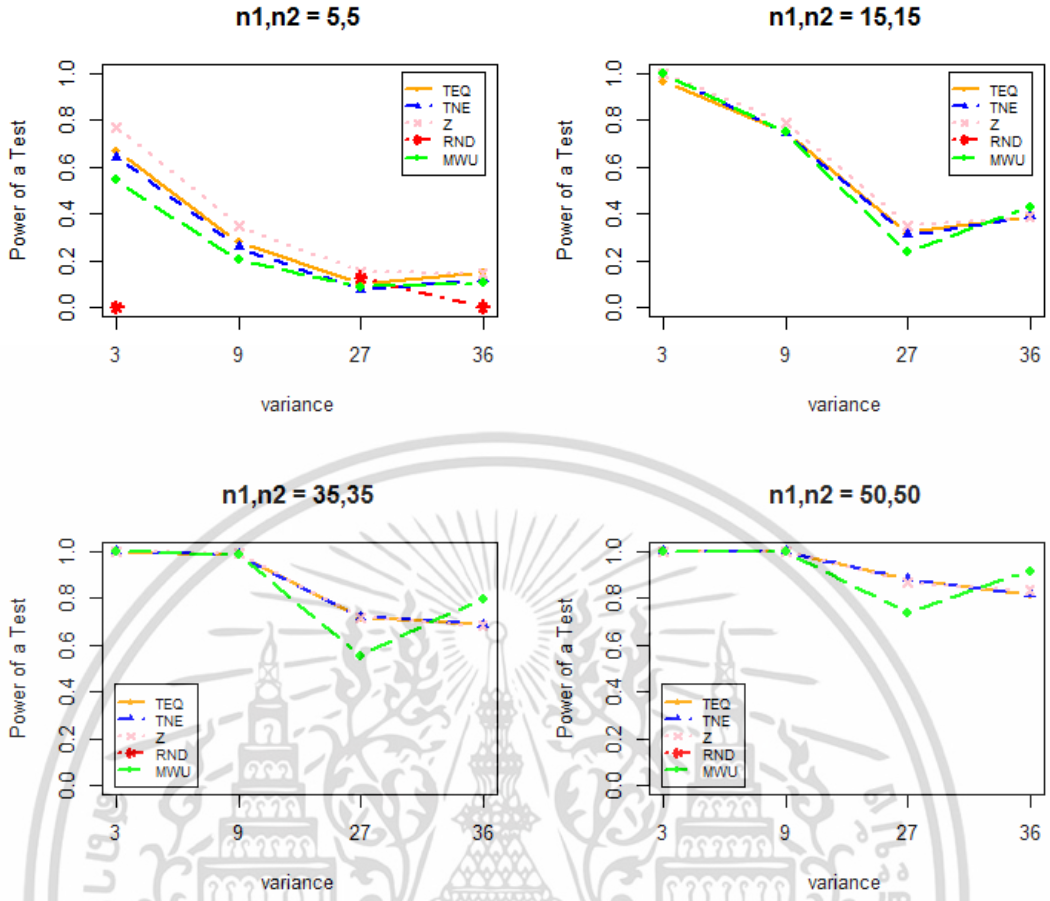
ตารางที่ 4.14 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.669	0.996	1*	1*	0.87	0.998	1*	1*
	TNE	0.64	0.996	1*	1*	0.779	0.997	1*	1*
	Z	0.768*	0.998*	1*	1*	0.906*	0.999*	1*	1*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.543	0.997	1*	1*	0.823	0.997	1*	1*
9	TEQ	0.281	0.748	0.986	0.999	0.471	0.839	0.953	0.995*
	TNE	0.257	0.747	0.986	0.999	0.429	0.825	0.953	0.993
	Z	0.346*	0.788*	0.99*	1*	0.512*	0.863*	0.968*	0.995*
	RND	-	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.202	0.748	0.987	0.999	0.429	0.83	0.956	0.994
27	TEQ	0.101	0.319	0.717	0.882*	0.304*	0.497*	0.706*	0.808*
	TNE	0.073	0.31	0.717	0.882*	0.093	0.352	0.628	0.756
	Z	0.154*	0.352*	0.718*	0.868	0.187	0.412	0.636	0.74
	RND	0.128	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.088	0.236	0.555	0.738	0.189	0.356	0.534	0.617
36	TEQ	0.151*	0.392	0.685	0.818	0.211	0.445	0.585	0.73
	TNE	0.122	0.39	0.685	0.817	0.28*	0.451	0.58	0.722
	Z	0.144	0.387	0.682	0.833	0.216	0.444	0.589	0.738
	RND	0.003	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.104	0.43*	0.798*	0.917*	0.222	0.509*	0.689*	0.83*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



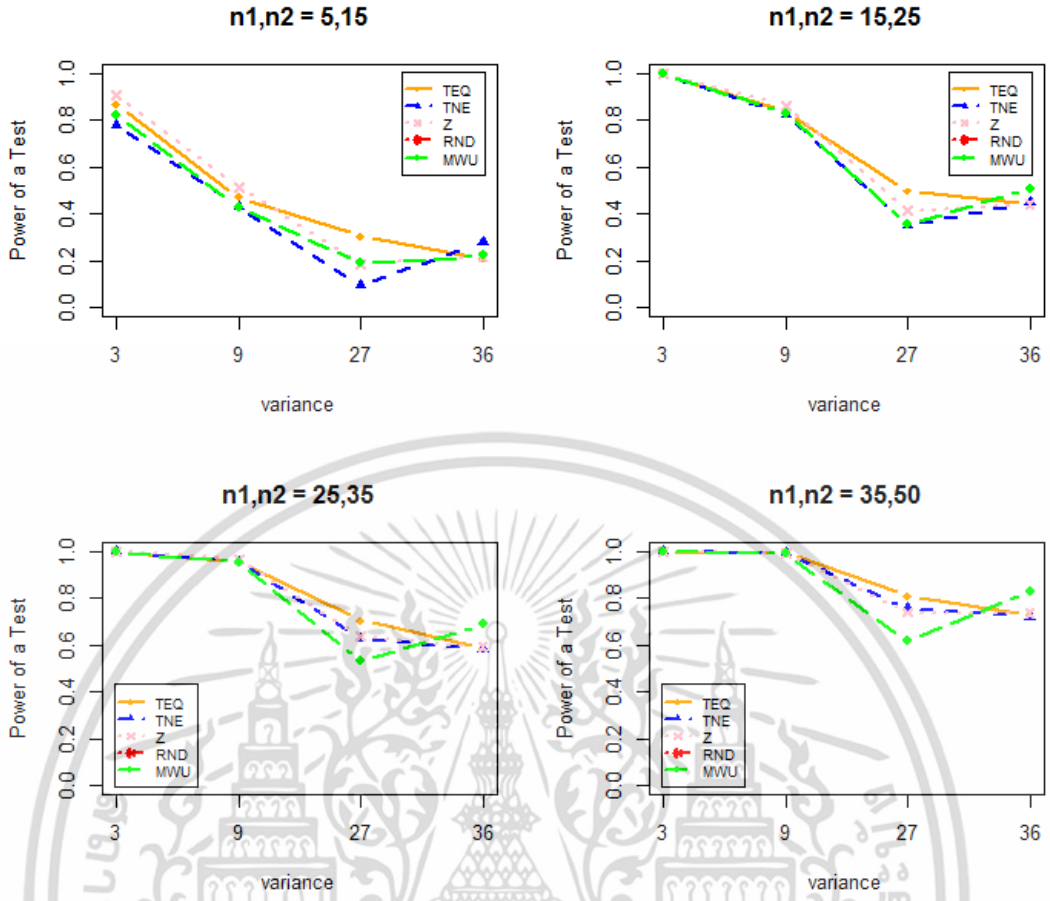
รูปที่ 4.27 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.27 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ความแปรปรวนเป็น 3 9 และ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) ความแปรปรวนเป็น 3 9 และ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และ (50,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 กับ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดส่วนกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู ทีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.28 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 และ 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 และ 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 กับ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 กับ 27 สถิติทดสอบทีในกรณีที่คามแปรปรวนเท่ากันและสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.15 และ รูปที่ 4.29 และ 4.30

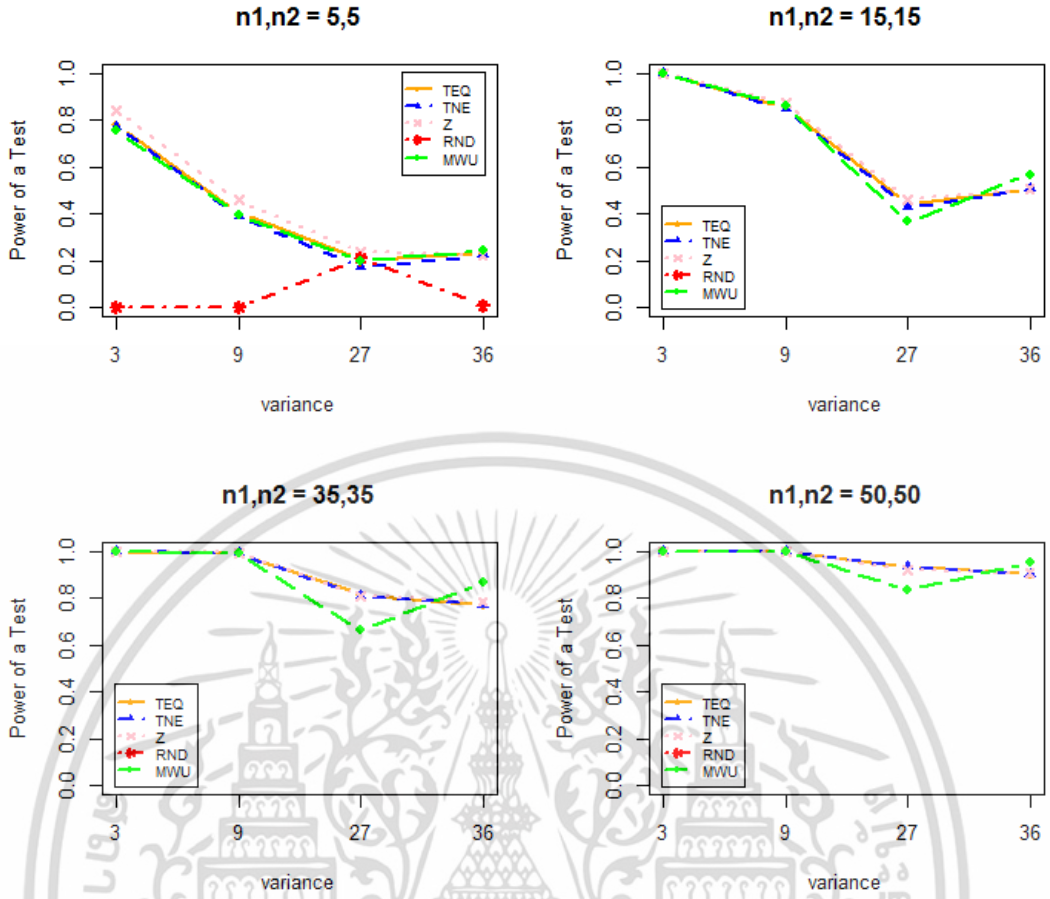
ตารางที่ 4.15 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.783	0.999	1*	1*	0.932	1*	1*	1*
	TNE	0.773	0.999	1*	1*	0.878	0.999	1*	1*
	Z	0.841*	1*	1*	1*	0.946*	1*	1*	1*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.755	1*	1*	1*	0.901	0.999	1*	1*
9	TEQ	0.404	0.852	0.993	1*	0.597	0.899	0.978	0.997
	TNE	0.389	0.85	0.993	1*	0.559	0.883	0.976	0.997
	Z	0.458*	0.873*	0.996*	1*	0.63*	0.923*	0.979*	0.997
	RND	0.001	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.395	0.86	0.992	1*	0.579	0.893	0.978	0.998*
27	TEQ	0.204	0.443	0.816*	0.934*	0.393*	0.628*	0.806*	0.886*
	TNE	0.172	0.43	0.814	0.933	0.183	0.519	0.764	0.854
	Z	0.236*	0.463*	0.81	0.922	0.281	0.53	0.755	0.82
	RND	0.208	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.197	0.366	0.665	0.834	0.281	0.471	0.645	0.73
36	TEQ	0.234	0.509	0.772	0.902	0.332	0.559	0.687	0.815
	TNE	0.224	0.507	0.772	0.902	0.37*	0.565	0.678	0.811
	Z	0.223	0.507	0.786	0.909	0.325	0.566	0.702	0.839
	RND	0.008	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.242*	0.569*	0.87*	0.955*	0.348	0.623*	0.785*	0.904*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

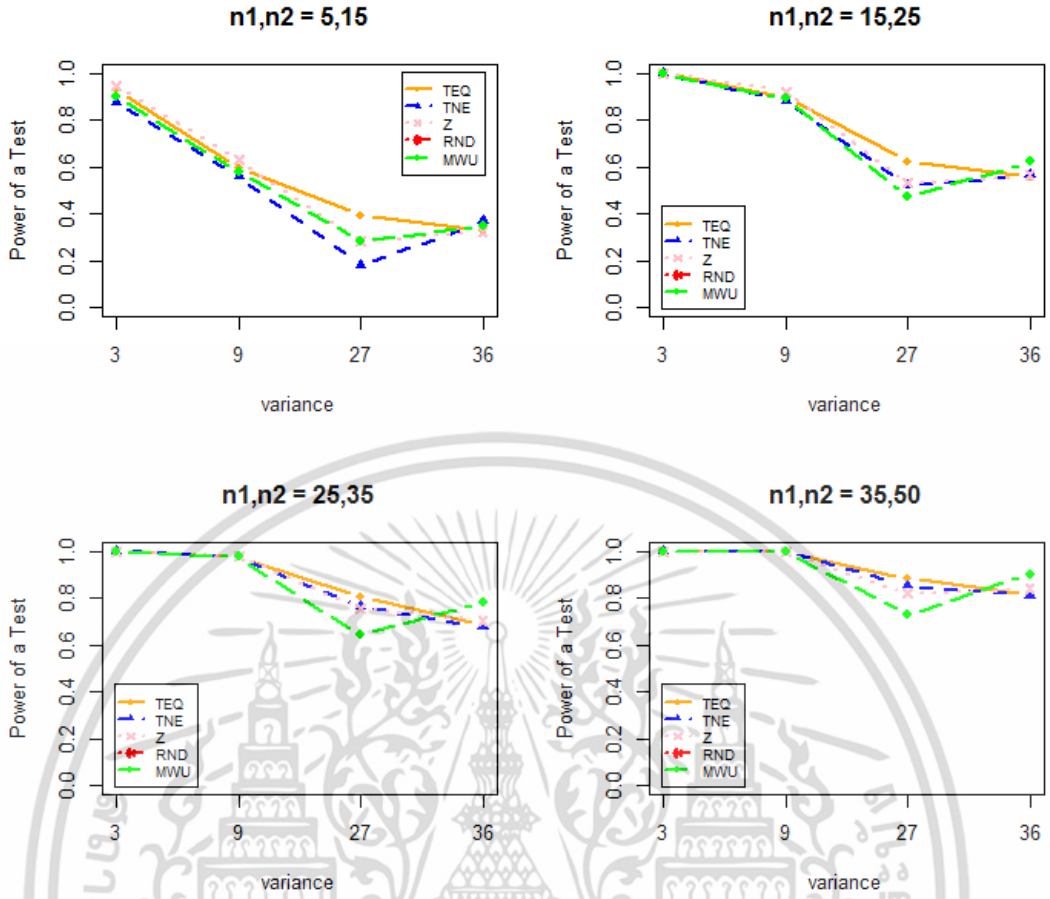
จากรูปที่ 4.29 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ความแปรปรวนเป็น 3 9 และ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 กับ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ 36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 กับ 36 สถิติทดสอบทีกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.30 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 กับ 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.16 และ รูปที่ 4.31 และ 4.32

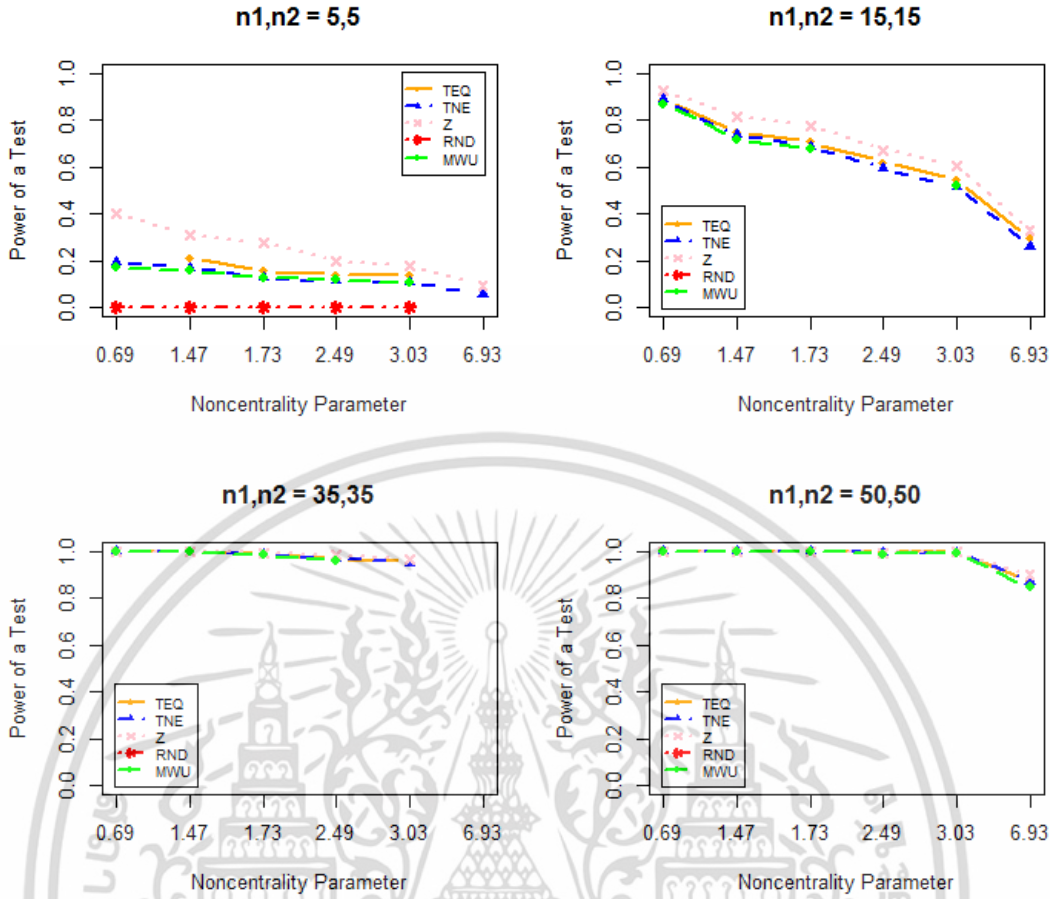
ตารางที่ 4.16 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	-	0.89	1*	1*	0.409	0.955	-	-
		TNE	0.192	0.887	1*	1*	0.483	0.966	0.998*	1*
		Z	0.401*	0.927*	1*	1*	0.692*	0.978*	0.998*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.169	0.87	0.999	1*	0.392	0.95	0.998*	1*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.212	0.747	0.998*	1*	-	0.844	0.983	-
		TNE	0.17	0.737	0.997	1*	0.441	0.915	0.997	1*
		Z	0.307*	0.815*	0.998*	1*	0.594*	0.94*	0.999*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.159	0.718	0.997	1*	-	0.855	0.985	1*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.158	0.708	0.991	1*	-	-	-	0.996
		TNE	0.125	0.689	0.99	1*	0.409	0.906	0.988*	0.999*
		Z	0.274*	0.779*	0.996*	1*	0.553*	0.935*	-	0.999*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.127	0.679	0.987	1*	-	0.838	0.966	0.998
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.14	0.621	0.972	0.997*	-	0.686	0.927	0.991
		TNE	0.113	0.594	0.97	0.996	0.363	0.82	0.954	0.997
		Z	0.197*	0.674*	0.985*	0.996	0.492*	0.863*	0.973*	0.996*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.117	-	0.962	0.989	-	0.732	0.93	0.986
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.139	0.545	0.955	0.997	-	0.629	-	-
		TNE	0.107	0.517	0.952	0.997	0.343	-	0.933	-
		Z	0.181*	0.604*	0.967*	0.998*	0.453*	0.814*	0.951*	0.995*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.107	0.523	-	0.996	-	0.668	0.881	-
(3 , 27)	6.93	TEQ	-	0.296	-	0.874	-	-	-	-
		TNE	0.054	0.261	-	0.872	0.209	0.481	0.658	-
		Z	0.093*	0.328*	-	0.902*	0.272*	0.538*	0.703*	0.876*
		RND	-	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	-	-	-	0.846	-	0.365	0.567	0.784

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.31 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และ (15,15) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

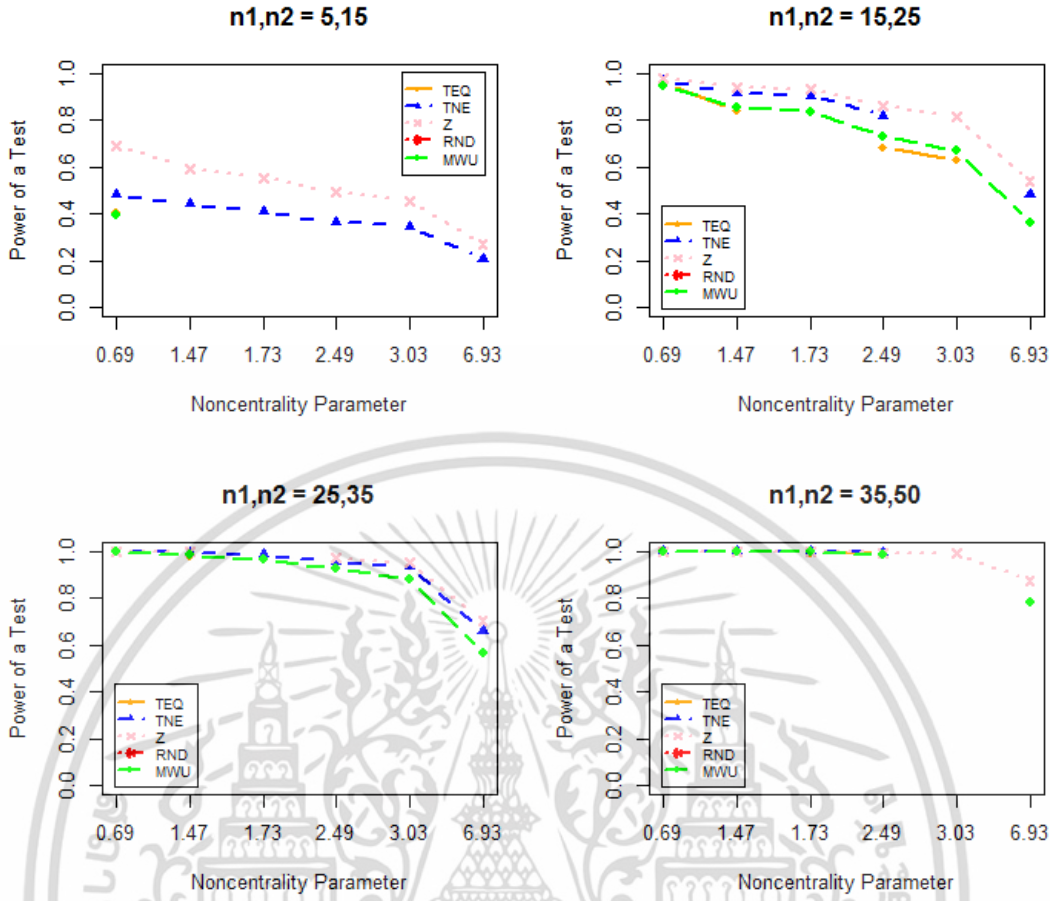
ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 2.49 และ 3.03 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 และ 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 และ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.32 พบว่าขนาดตัวอย่าง (5,15) และ (15,25) ในทุกค่าความแปรปรวน สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 สถิติทดสอบที ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ 1.47 กับ 1.73 สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 3.03 และ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 กับ 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 3.03 และ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.17 และ รูปที่ 4.33 และ 4.34

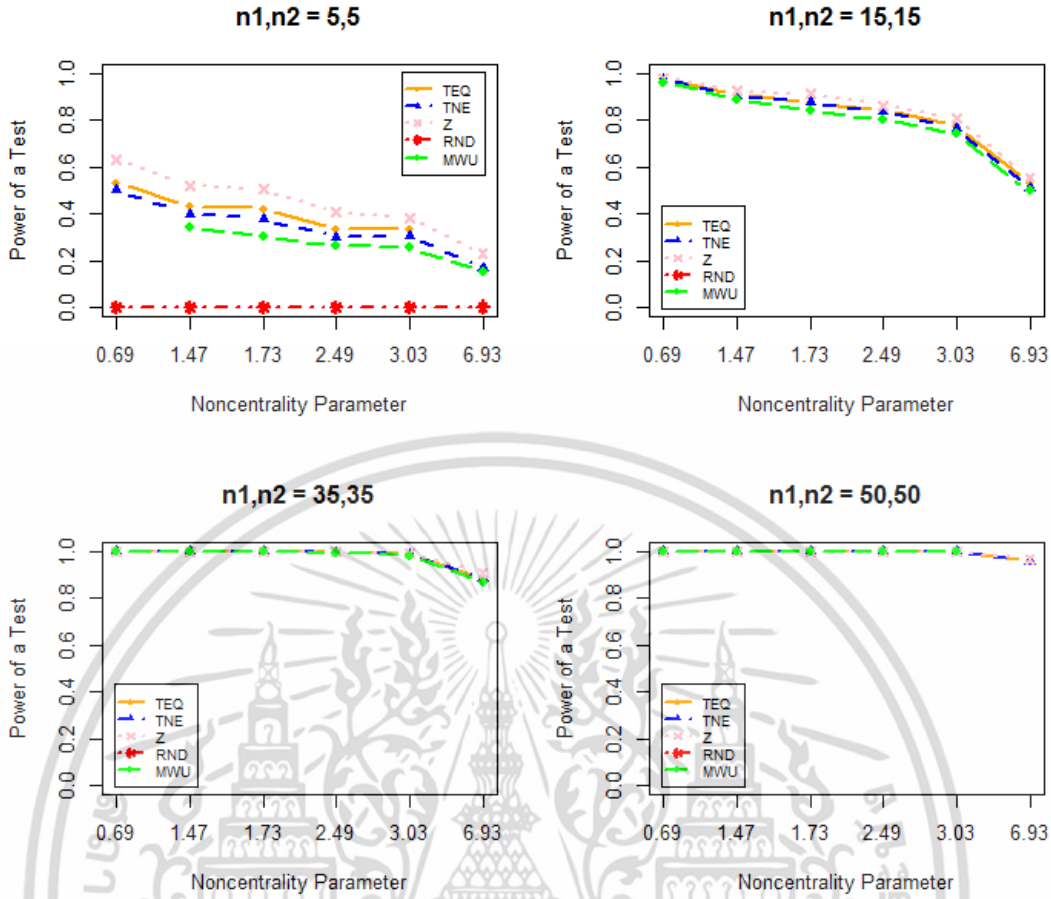
ตารางที่ 4.17 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.533	0.977	1*	1*	-	0.995	1*	1*
		TNE	0.5	0.977	1*	1*	0.77	0.996	1*	1*
		Z	0.634*	0.983*	1*	1*	0.864*	0.997*	1*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	-	0.963	1*	1*	0.698	0.99	1*	1*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.432	0.91	0.999*	1*	-	0.963	1*	1*
		TNE	0.395	0.905	0.999*	1*	0.712	0.98	1*	1*
		Z	0.522*	0.926*	0.999*	1*	0.802*	0.987*	1*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.341	0.888	0.998	1*	-	0.966	1*	1*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.424	0.877	0.999	1*	-	0.958	0.999	1*
		TNE	0.376	0.875	0.999	1*	0.713	0.974	1*	1*
		Z	0.504*	0.911*	0.999	1*	0.777*	0.981*	1*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.305	0.844	1*	1*	-	0.954	0.999	1*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.337	0.843	0.997*	1*	-	0.9	0.99	0.998
		TNE	0.301	0.838	0.997*	1*	0.647	0.943	0.993*	0.999*
		Z	0.407*	0.864*	0.997*	1*	0.715*	0.949*	0.993*	0.998
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.262	0.804	0.994	1*	-	0.907	0.978	0.997
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.333	0.776	0.99	1*	-	0.853	0.977	-
		TNE	0.304	0.765	0.989	1*	0.619	0.921*	0.99	1*
		Z	0.384*	0.808*	0.991*	1*	0.682*	-	0.992*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.254	0.743	0.982	0.999	-	0.856	0.972	0.996
(3 , 27)	6.93	TEQ	-	0.532	0.886	0.959	-	-	0.809	0.923
		TNE	0.17	0.512	0.883	0.958	0.441	0.726	0.884	0.963
		Z	0.228*	0.556*	0.908*	0.964*	0.486*	0.748*	0.894*	0.97*
		RND	0.003	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.155	0.497	0.87	-	-	0.613	0.805	0.914

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.33 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และ (15,15) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 กับ 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

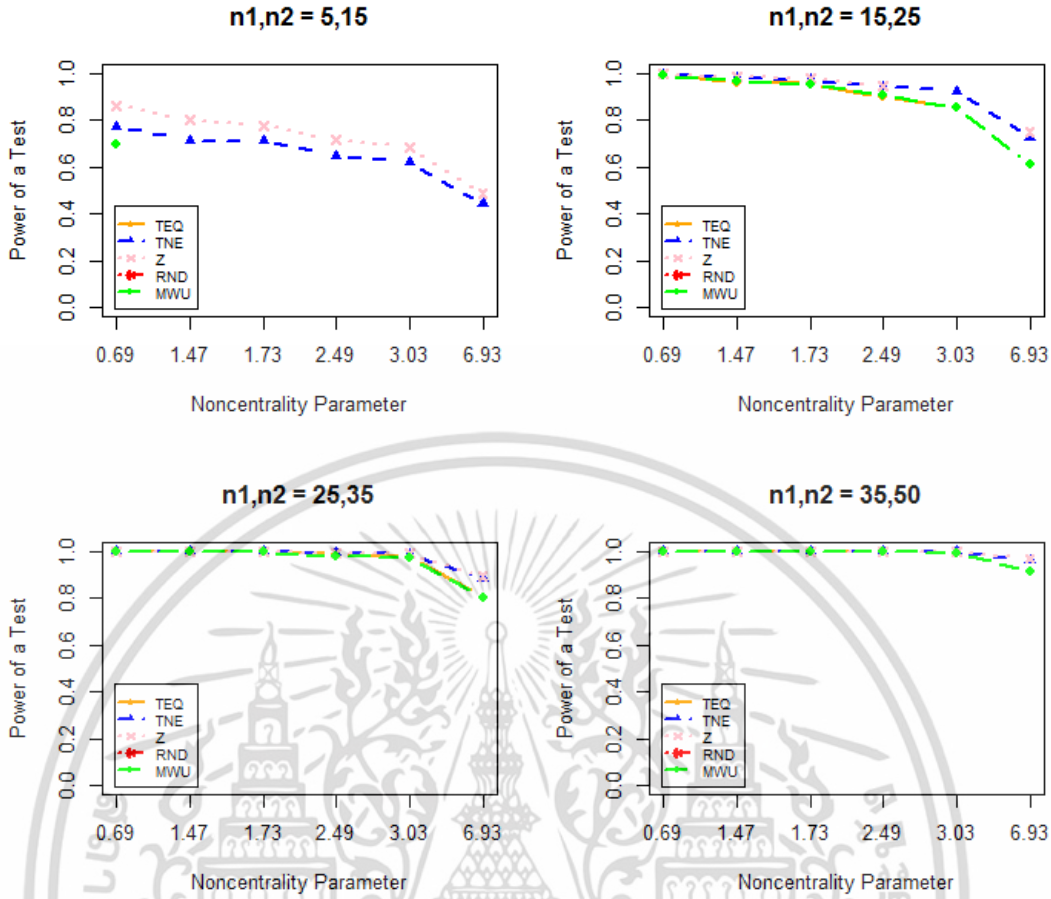
ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 กับ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 1.73 และ 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.34 พบว่าขนาดตัวอย่าง (5,15) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ในเกือบทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ยกเว้น 3.03 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 กับ 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 กับ 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากันและสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 กับ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 และ1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.18 และ รูปที่ 4.35 และ 4.36

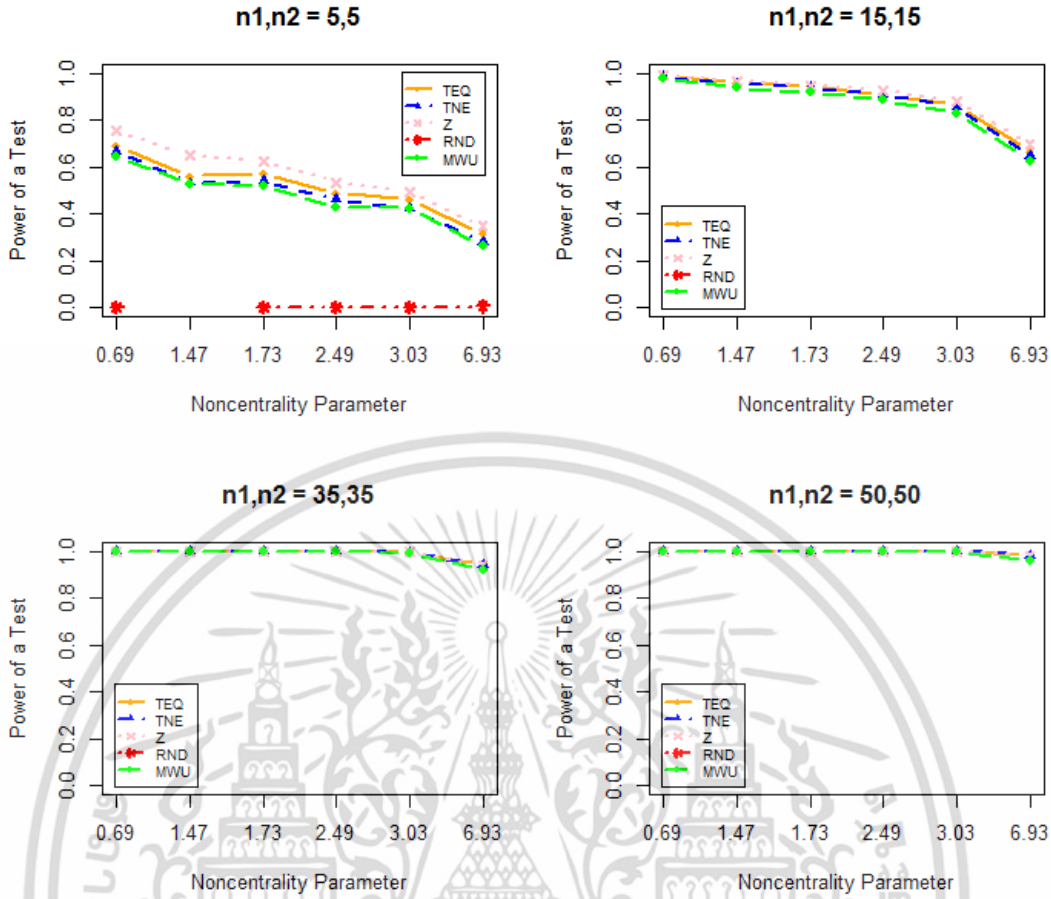
ตารางที่ 4.18 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.691	0.988	1*	1*	0.848	0.998	1*	1*
		TNE	0.669	0.988	1*	1*	0.879	0.998	1*	1*
		Z	0.754*	0.992*	1*	1*	0.933*	1*	1*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.647	0.982	1*	1*	0.843	0.997	1*	1*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.562	0.962	0.999	1*	-	0.985	1*	1*
		TNE	0.532	0.958	0.999	1*	0.839	0.989	1*	1*
		Z	0.65*	0.968*	1*	1*	0.871*	0.995*	1*	1*
		RND	-	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.527	0.938	0.999	1*	0.761	0.985	1*	1*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.57	0.944	1*	1*	-	-	1*	1*
		TNE	0.543	0.942	1*	1*	0.825	0.986	1*	1*
		Z	0.627*	0.949*	1*	1*	0.867*	0.989*	1*	1*
		RND	0.002	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.522	0.921	1*	1*	0.727	0.976	1*	1*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.49	0.912	0.999*	1*	-	0.954	0.994	0.999*
		TNE	0.46	0.908	0.999*	1*	0.77	0.972	0.996	0.999*
		Z	0.536*	0.93*	0.999*	1*	0.814*	0.975*	0.997*	0.999*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.428	0.887	0.998	1*	0.643	0.947	0.991	0.998
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.461	0.864	0.997	1*	-	0.924	0.995	1*
		TNE	0.425	0.859	0.997	1*	0.756	0.954	1*	1*
		Z	0.495*	0.882*	0.998*	1*	0.788*	0.96*	0.998	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.424	0.831	0.99	1*	-	0.927	0.99	0.999
(3 , 27)	6.93	TEQ	0.314	0.667	0.942	0.98*	-	0.717	0.902	0.97
		TNE	0.279	0.649	0.94	0.98*	0.556	0.823	0.938	0.982
		Z	0.347*	0.695*	0.943*	0.98*	0.6*	0.843*	0.949*	0.984*
		RND	0.005	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.261	0.628	0.923	0.963	-	0.734	0.883	0.967

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.35 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) และ (15,15) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 กับ 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

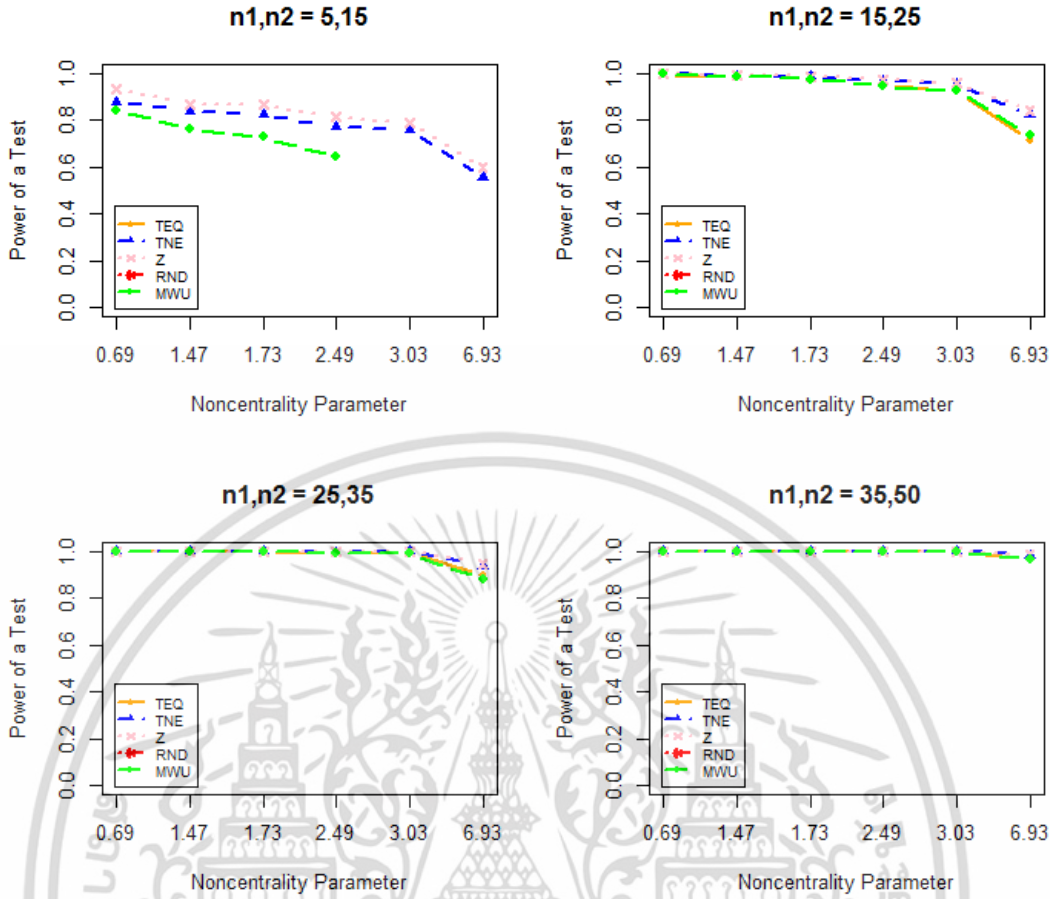
ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 3.03 และ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ยกเว้น 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.36 พบว่าขนาดตัวอย่าง (5,15) กับ (15,25) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 และ 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 กับ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 และ1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 กับ 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันและสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.19 และ รูปที่ 4.37 และ 4.38

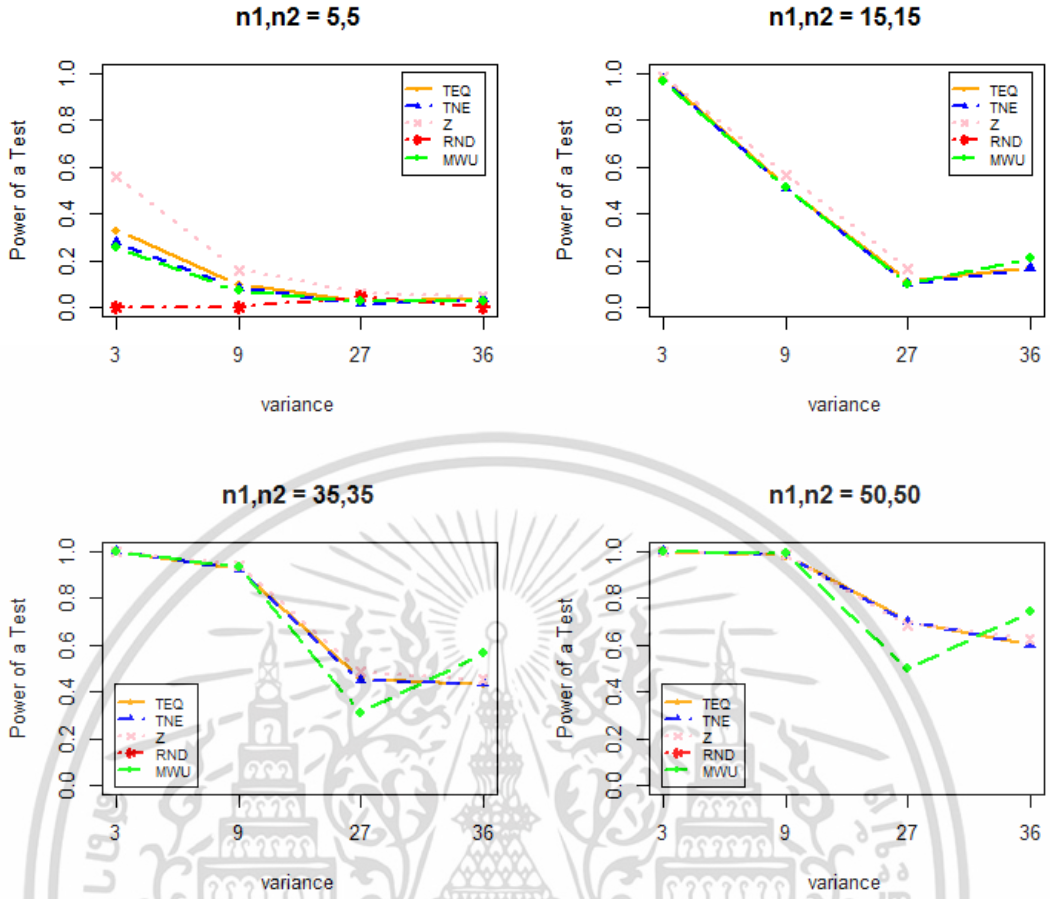
ตารางที่ 4.19 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.331	0.979	0.999	1*	0.691	0.988	-	1*
	TNE	0.277	0.978	0.999	1*	-	0.988	-	1*
	Z	0.559*	0.987*	1*	1*	0.774*	0.994*	1*	1*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.254	0.965	0.999	1*	0.586	0.987	1*	1*
9	TEQ	0.101	0.515	0.925	0.983	0.235	0.663	0.865	0.973
	TNE	0.084	0.51	0.925	0.983	0.244	0.646	0.861	0.966
	Z	0.16*	0.569*	0.941*	0.987	0.287*	0.716*	0.892*	0.978*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.07	0.513	0.936	0.99*	0.201	0.656	0.861	-
27	TEQ	0.029	0.113	0.458	0.703*	0.139*	0.271*	0.446*	0.6*
	TNE	0.015	0.102	0.447	0.7	-	0.124	0.3	0.47
	Z	0.062*	0.167*	0.486*	0.687	0.076	0.215	0.371	0.517
	RND	0.046	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.026	0.1	0.31	0.499	-	0.161	0.254	0.389
36	TEQ	0.039	0.173	0.435	0.604	0.047	0.224	0.346	0.521
	TNE	0.033	0.166	0.435	0.602	0.139*	0.26	0.356	0.523
	Z	0.048*	-	0.452	0.626	0.058	0.212	0.343	0.539
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.025	0.212*	0.564*	0.741*	0.081	0.274*	0.45*	0.637*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



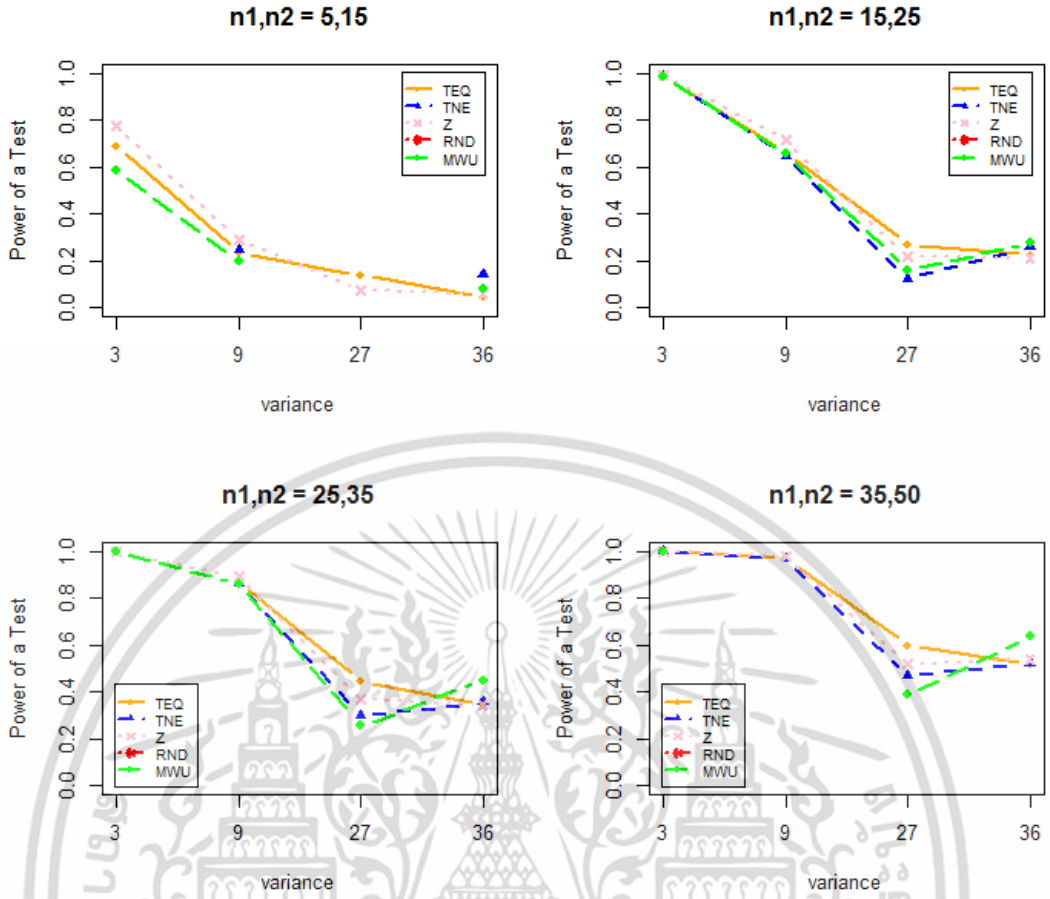
รูปที่ 4.37 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.37 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ในทุกค่าความแปรปรวน สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และ (35,35) ความแปรปรวนเป็น 3 9 และ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเท่ากับ 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน มีค่ากำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 9 กับ 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.38 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ในทุกค่าความแปรปรวน สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ความแปรปรวนเป็น 3 9 และ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเท่ากับ 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์ – วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ 36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ 36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.20 และ รูปที่ 4.39 และ 4.40

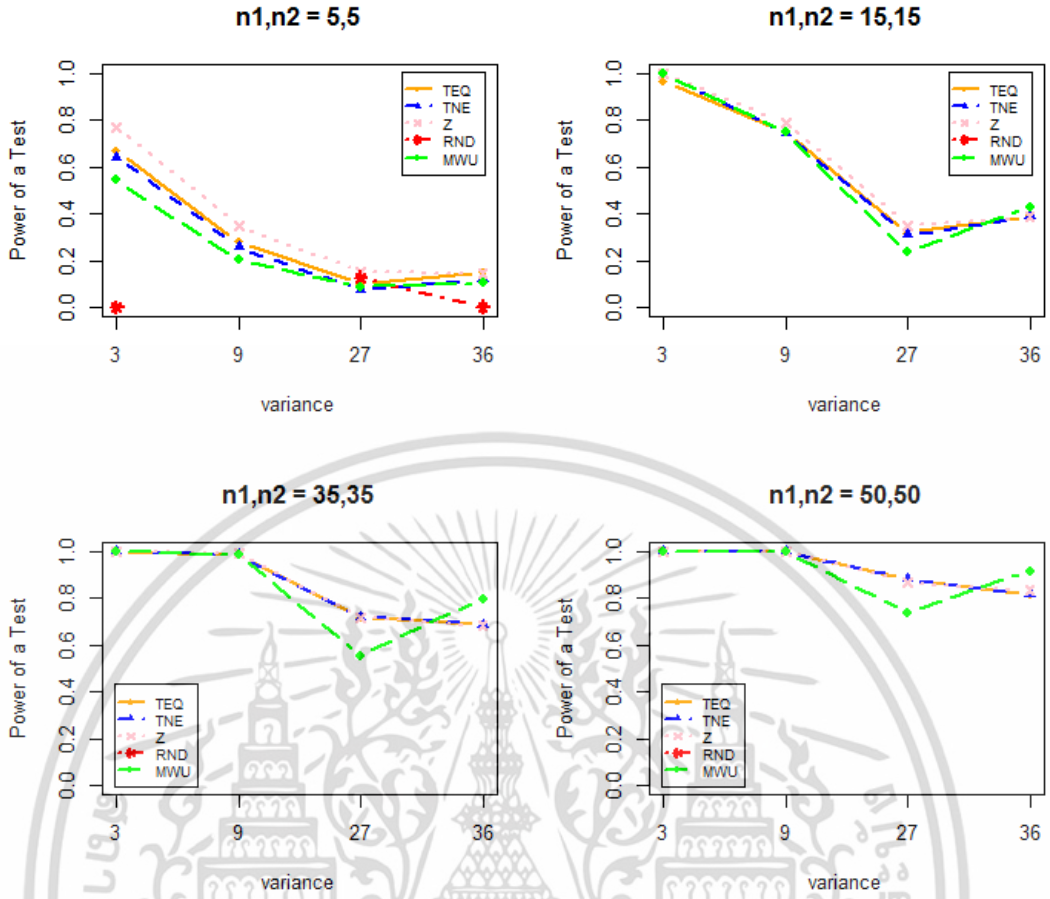
ตารางที่ 4.20 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.669	0.996	1*	1*	0.87	0.998	1*	1*
	TNE	0.64	0.996	1*	1*	0.779	0.997	1*	1*
	Z	0.768*	0.998*	1*	1*	0.906*	0.999*	1*	1*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.543	0.997	1*	1*	0.823	0.997	1*	1*
9	TEQ	0.281	0.748	0.986	0.999	0.471	0.839	0.953	0.995*
	TNE	0.257	0.747	0.986	0.999	0.429	0.825	0.953	0.993
	Z	0.346*	0.788*	0.99*	1*	0.512*	0.863*	0.968*	0.995*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.202	0.748	0.987	0.999	0.429	0.83	0.956	0.994
27	TEQ	0.101	0.319	0.717	0.882*	0.304*	0.497*	0.706*	0.808*
	TNE	0.073	0.31	0.717	0.882*	0.093	0.352	0.628	0.756
	Z	0.154*	0.352*	0.718*	0.868	0.187	0.412	0.636	0.74
	RND	0.128	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.088	0.236	0.555	0.738	0.189	0.356	0.534	0.617
36	TEQ	0.151*	0.392	0.685	0.818	0.211	0.445	0.585	0.73
	TNE	0.122	0.39	0.685	0.817	0.28*	0.451	0.58	0.722
	Z	0.144	0.387	0.682	0.833	0.216	0.444	0.589	0.738
	RND	0.003	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.104	0.43*	0.798*	0.917*	0.222	0.509*	0.689*	0.83*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

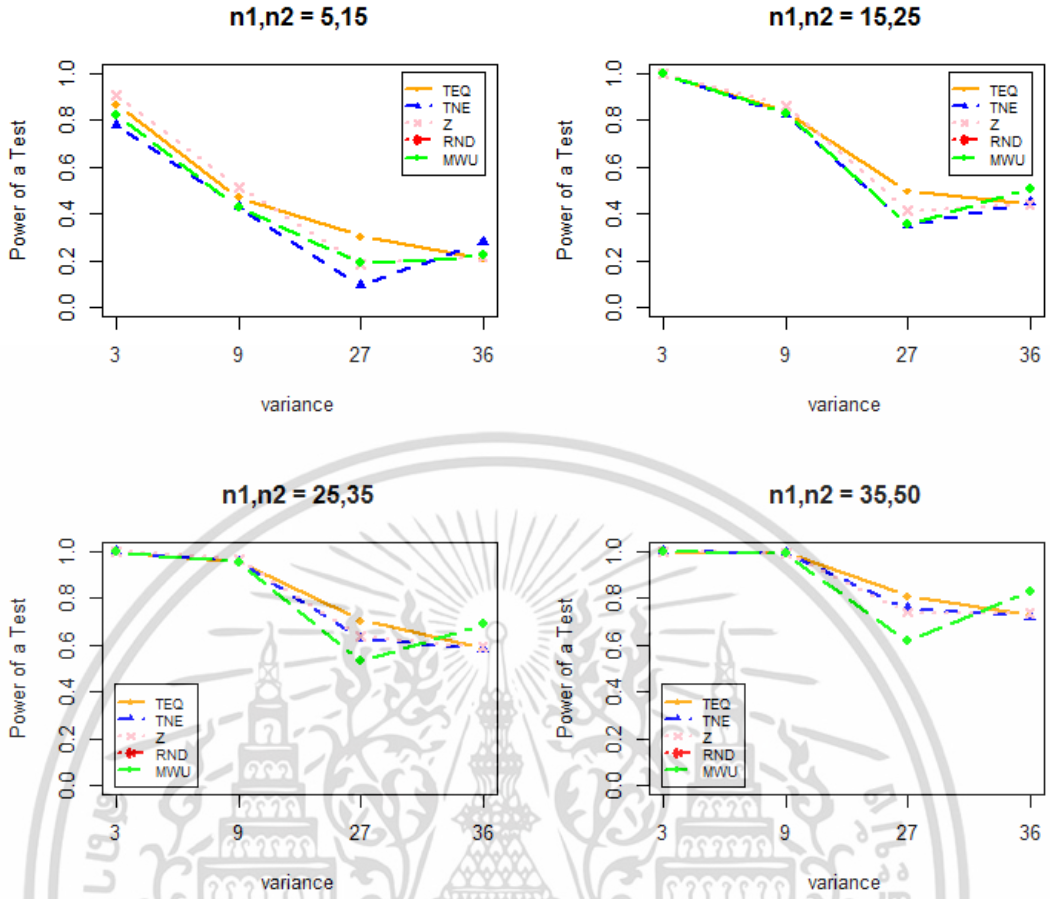
จากรูปที่ 4.38 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ในทุกค่าความแปรปรวน สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) ความแปรปรวนเป็น 3 9 และ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเท่ากับ 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีที่ความแปรปรวนเป็น 27 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.40 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ในทุกค่าความแปรปรวนยกเว้น 36 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ความแปรปรวนเป็น 3 9 และ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเท่ากับ 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ 36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 27 และ 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.21 และ รูปที่ 4.41 และ 4.42

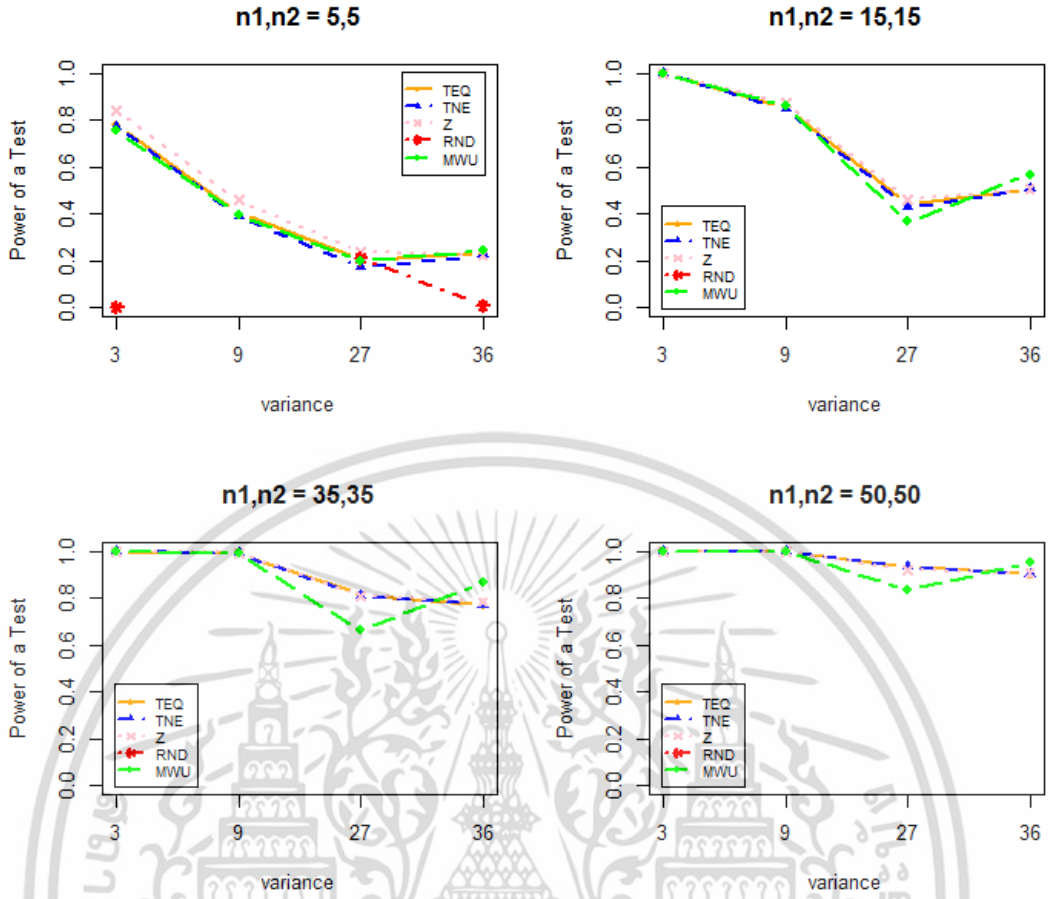
ตารางที่ 4.21 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
3	TEQ	0.783	0.999	1*	1*	0.932	1*	1*	1*
	TNE	0.773	0.999	1*	1*	0.878	0.999	1*	1*
	Z	0.841*	1*	1*	1*	0.946*	1*	1*	1*
	RND	0	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.755	1*	1*	1*	0.901	0.999	1*	1*
9	TEQ	0.404	0.852	0.993	1*	0.597	0.899	0.978	0.997
	TNE	0.389	0.85	0.993	1*	0.559	0.883	0.976	0.997
	Z	0.458*	0.873*	0.996*	1*	0.63*	0.923*	0.979*	0.997
	RND	-	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.395	0.86	0.992	1*	0.579	0.893	0.978	0.998*
27	TEQ	0.204	0.443	0.816*	0.934*	0.393*	0.628*	0.806*	0.886*
	TNE	0.172	0.43	0.814	0.933	0.183	0.519	0.764	0.854
	Z	0.236*	0.463*	0.81	0.922	0.281	0.53	0.755	0.82
	RND	0.208	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.197	0.366	0.665	0.834	0.281	0.471	0.645	0.73
36	TEQ	0.234	0.509	0.772	0.902	0.332	0.559	0.687	0.815
	TNE	0.224	0.507	0.772	0.902	0.37	0.565	0.678	0.811
	Z	0.223	0.507	0.786	0.909	0.325	0.566	0.702	0.839
	RND	0.008	-	-	-	-	-	-	-
	MWU	0.242*	0.569*	0.87*	0.955*	0.348*	0.623*	0.785*	0.904*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

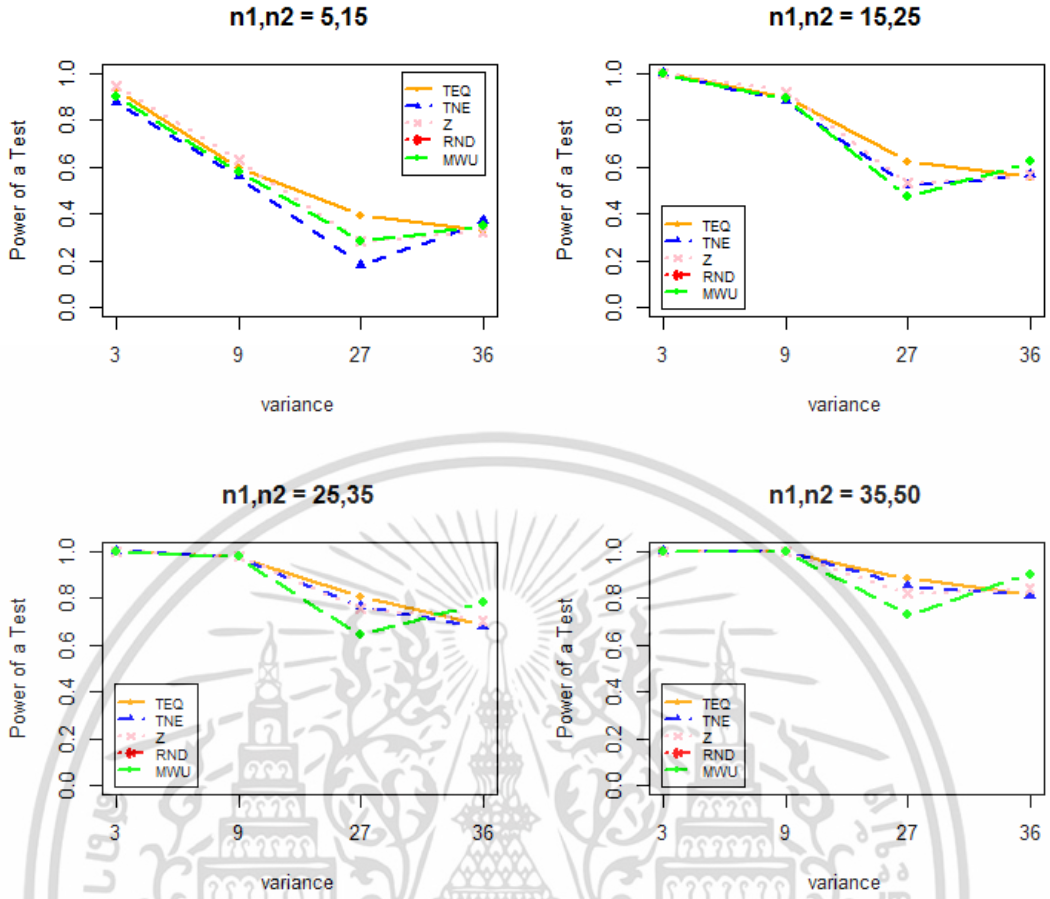
จากรูปที่ 4.41 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ในทุกค่าความแปรปรวนยกเว้น 36 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยูมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) ความแปรปรวนเป็น 3สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยูมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเท่ากับ 9 กับ 27 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์ – วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ 36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์ – วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 27 และ 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์ – วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.42 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ความแปรปรวนเป็น 3 กับ 9 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 27 กับ 36 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเท่ากับ 9 27 และ 36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์ – วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 27 และ 36 สถิติทดสอบซี สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์ – วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) ความแปรปรวนเป็น 3 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อความแปรปรวนเป็น 9 กับ 36 สถิติทดสอบแมนท์ – วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 27 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.22 และ รูปที่ 4.43 และ 4.44

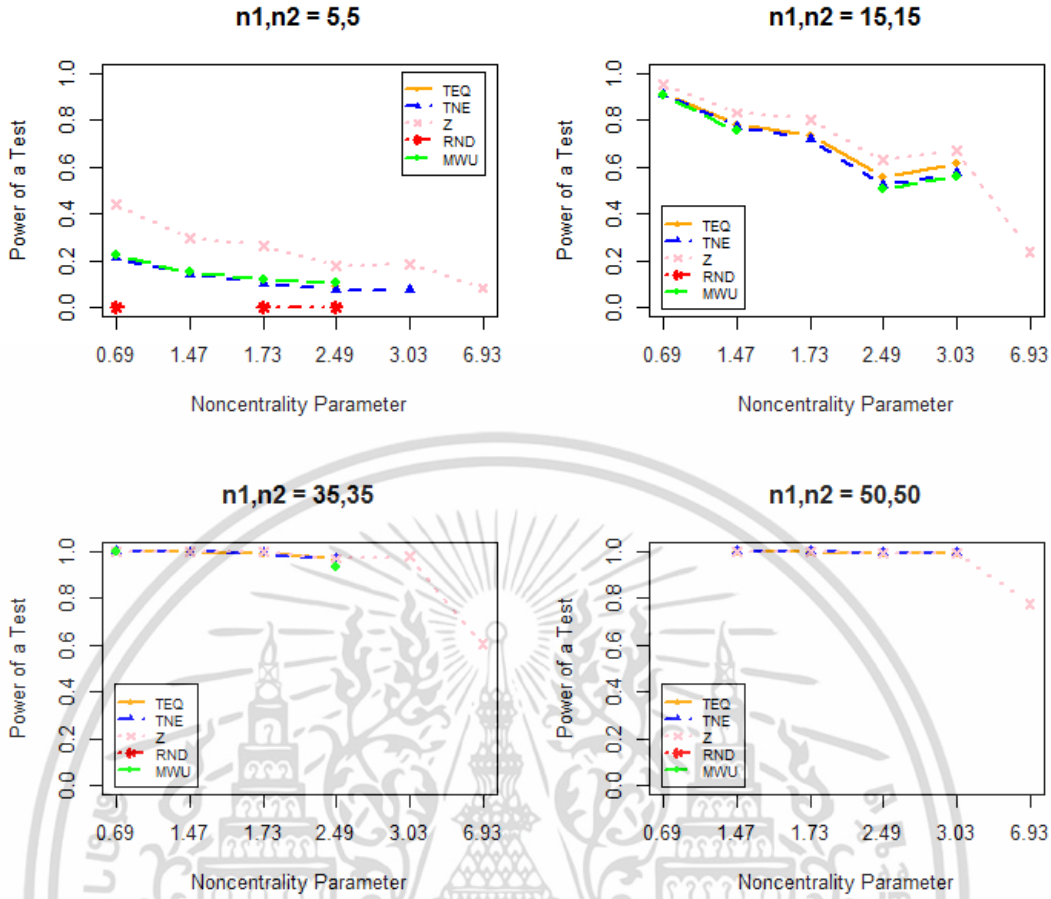
ตารางที่ 4.22 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	-	0.916	1*	-	-	0.962	-	1*
		TNE	0.21	0.912	1*	-	0.512	0.964	1*	1*
		Z	0.438*	0.952*	1*	-	0.717*	0.986*	1*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.221	0.907	1*	-	-	0.962	0.999	1*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	-	0.784	0.997*	1*	0.245	-	0.989	-
		TNE	0.144	0.774	0.997*	1*	-	0.924	0.994	1*
		Z	0.296*	0.832*	0.997*	1*	0.61*	0.953*	0.996*	1*
		RND	-	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.15	0.756	-	-	0.289	0.863	0.985	1*
(3 , 9)	1.73	TEQ	-	0.736	0.996	1*	-	-	0.977	-
		TNE	0.104	0.72	0.994	1*	0.436	0.891	0.983*	1*
		Z	0.262*	0.802*	0.997*	1*	0.547*	0.916*	0.983*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.121	-	-	-	-	0.816	0.964	0.997
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.094	0.559	0.968	0.993*	0.074	-	-	0.984
		TNE	0.074	0.524	0.966	0.993*	0.305*	0.788	0.937	0.992*
		Z	0.178*	0.629*	0.97*	0.993*	-	0.829*	0.939*	0.992*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.103	0.506	0.931	-	0.132	0.654	0.874	0.969
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	-	0.617	-	0.994	-	0.66	-	-
		TNE	0.073	0.574	-	0.994	0.359	0.805	0.96*	0.996*
		Z	0.188*	0.67*	0.977*	0.995*	0.467*	0.829*	0.96*	0.995
		RND	-	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	-	0.562	-	-	-	-	0.894	-
(3 , 27)	6.93	TEQ	-	-	-	-	-	-	0.366	0.582
		TNE	-	-	-	-	0.107	0.307	0.537*	0.756*
		Z	0.083*	0.239*	0.604*	0.778*	0.18*	0.372*	-	-
		RND	-	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.43 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.43 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) กับ (15,15) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

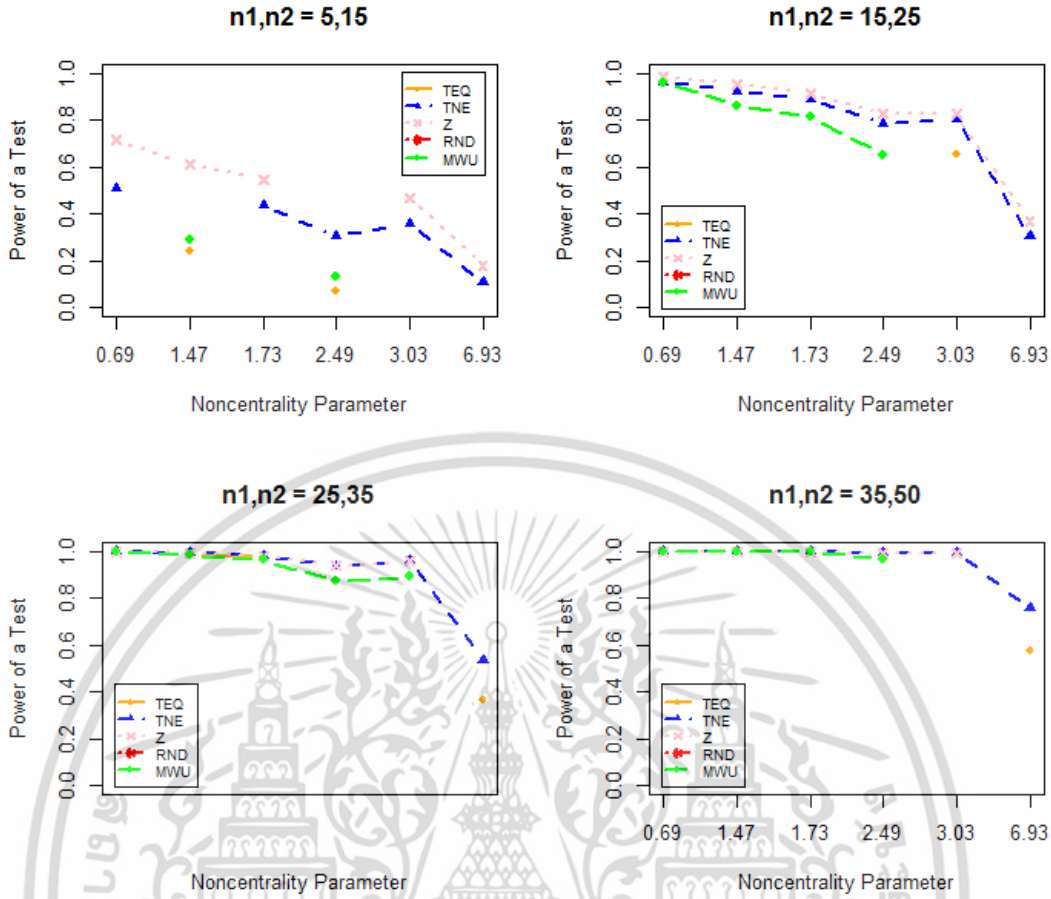
ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 2.49 3.03 และ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 1.73 และ 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 กับ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.44 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.44 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ในเกือบทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ยกเว้น 2.49 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.73 และ 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47, 2.49 และ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 กับ 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 กับ 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.23 และ รูปที่ 4.45 และ 4.46

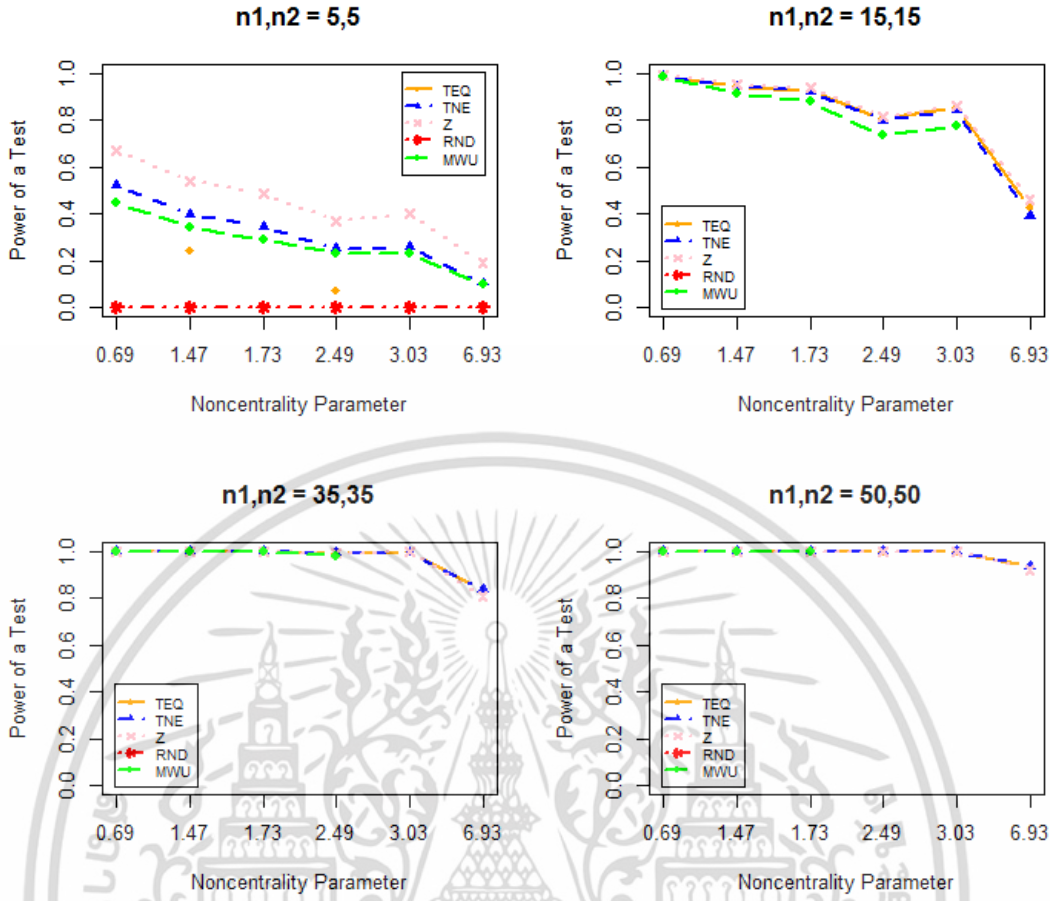
ตารางที่ 4.23 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.565	0.99*	1*	1*	0.766	0.998	1*	1*
		TNE	0.52	0.99*	1*	1*	0.801	0.997	1*	1*
		Z	0.674*	0.99*	1*	1*	0.894*	0.999*	1*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.446	0.984	1*	1*	0.757	0.997	1*	1*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.447	0.946	0.999*	1*	-	-	0.999	1*
		TNE	0.396	0.944	0.999*	1*	0.744	0.988	1*	1*
		Z	0.542*	0.951*	0.999*	1*	0.815*	0.991*	1*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.344	0.914	0.999*	1*	0.613	0.966	0.997	1*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.388	0.927	1*	1*	-	-	0.996	1*
		TNE	0.344	0.92	1*	1*	0.696	0.975	0.999*	1*
		Z	0.486*	0.938*	1*	1*	0.777*	0.978*	1	1*
		RND	0.001	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.29	0.879	0.999	1*	-	0.939	0.994	1*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.3	0.806	0.993*	0.999*	-	0.889	0.979	0.998
		TNE	0.252	0.801	0.993*	0.999*	0.611	0.935*	0.988*	1*
		Z	0.369*	0.814*	0.991	0.998	0.683*	0.93	0.985	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.233	0.734	0.98	-	-	0.862	0.961	0.995
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.312*	0.853	0.998*	1*	-	0.891	0.993	0.999*
		TNE	0.261	0.842	0.998*	1*	0.652	0.944	0.998*	0.999*
		Z	0.4	0.861*	0.998*	1*	0.707*	0.949*	0.996	0.999*
		RND	0.001	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.232	0.773	-	-	-	0.859	0.97	-
(3 , 27)	6.93	TEQ	-	0.427	0.838*	0.936*	-	0.415	0.687	0.868
		TNE	0.105	0.393	0.837	0.934	0.318	0.621	0.8*	0.927*
		Z	0.192*	0.458*	0.811	0.921	0.359*	0.627*	0.792	0.918
		RND	0.002	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.098	-	-	-	0.084	-	-	-

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.45 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ในเกือบทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ยกเว้น 3.03 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซีมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 นอกจากสถิติทดสอบซีแล้วยังมีสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ เป็น 0.69 กับ 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 กับ 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

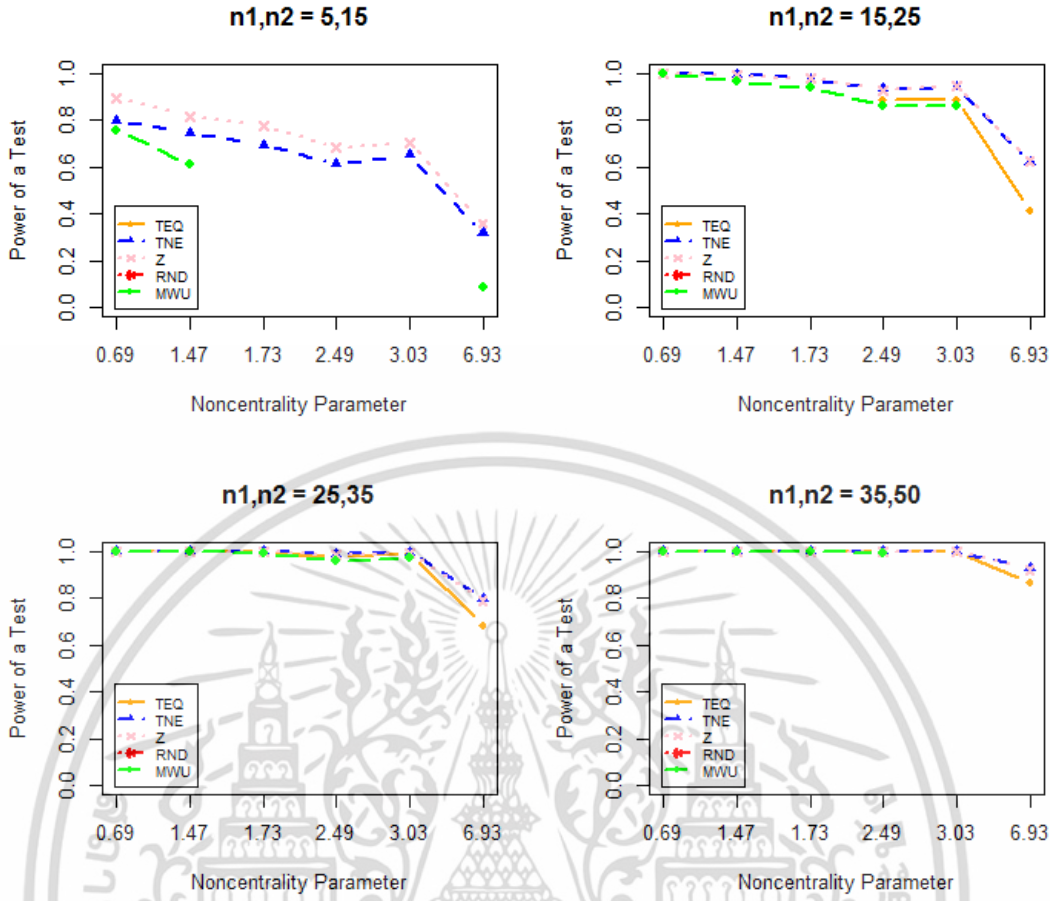
กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (50,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 และ 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.46 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.46 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) ในเกือบทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ยกเว้น 2.49 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 2.49 3.03 และ 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 และ 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน และไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.24 และ รูปที่ 4.47 และ 4.48

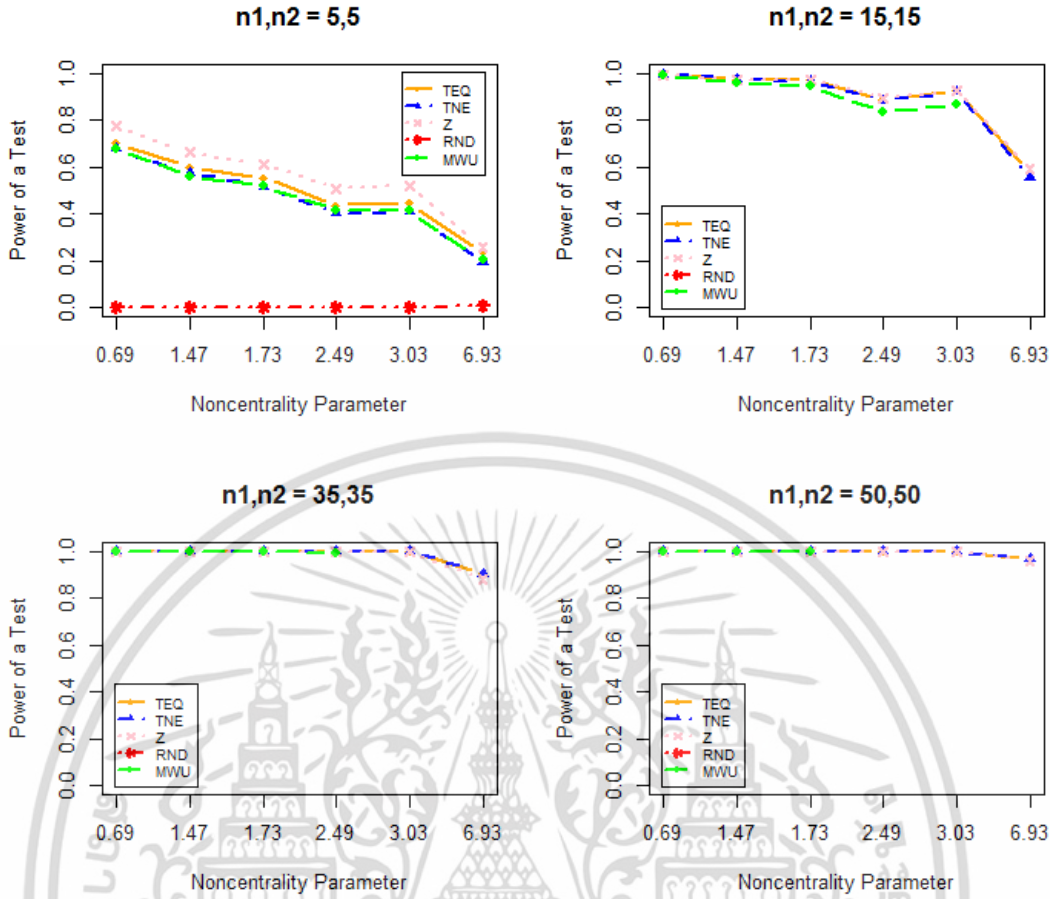
ตารางที่ 4.24 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน	ϕ	สถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2)							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
(3 , 5.4)	0.69	TEQ	0.702	0.996*	1*	1*	0.892	0.999*	1*	1*
		TNE	0.677	0.995	1*	1*	0.897	0.999*	1*	1*
		Z	0.773*	0.994	1*	1*	0.943*	0.999*	1*	1*
		RND	0	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.679	0.993	1*	1*	0.869	0.999*	1*	1*
(3 , 8.1)	1.47	TEQ	0.6	0.976*	1*	1*	-	0.994	1*	1*
		TNE	0.572	0.976*	1*	1*	0.832	0.996*	1*	1*
		Z	0.662*	0.973	1*	1*	0.882*	0.995	1*	1*
		RND	0	-	-	-	0	-	-	-
		MWU	0.56	0.96	0.999	1*	0.779	0.989	1*	1*
(3 , 9)	1.73	TEQ	0.555	0.971*	1*	1*	-	0.981	1*	1*
		TNE	0.516	0.968	1*	1*	0.803	0.988*	1*	1*
		Z	0.613*	0.971*	1*	1*	0.855*	0.988*	1*	1*
		RND	0.001	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.519	0.945	1*	1*	0.72	0.971	0.997	1*
(3 , 11.65)	2.49	TEQ	0.437	0.891	0.999*	1*	-	0.945	0.993	1*
		TNE	0.402	0.886	0.999*	1*	0.743	0.964	0.993	1*
		Z	0.509*	0.893*	0.997	1*	0.785*	0.966*	0.994*	1*
		RND	0.001	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.416	0.838	0.991	-	0.586	0.925	0.982	0.998
(3 , 13.5)	3.03	TEQ	0.447	0.925	1*	1*	-	0.955	0.998*	1*
		TNE	0.41	0.922	0.999	1*	0.788	0.977	0.998*	1*
		Z	0.519*	0.93*	0.999	1*	0.808*	0.978*	0.998*	1*
		RND	0.002	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.412	0.867	-	-	0.609	0.934	0.994	-
(3 , 27)	6.93	TEQ	0.235	0.577	0.909*	0.97*	-	0.605	0.828	0.94
		TNE	0.192	0.558	0.904	0.97*	0.45	0.744	0.893*	0.964*
		Z	0.258*	0.59*	0.881	0.962	0.477*	0.747*	0.877	0.953
		RND	0.008	-	-	-	-	-	-	-
		MWU	0.202	-	-	-	0.207	-	-	-

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.47 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,5) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,15) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 สถิติทดสอบที ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 3.03 และ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 กับ 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

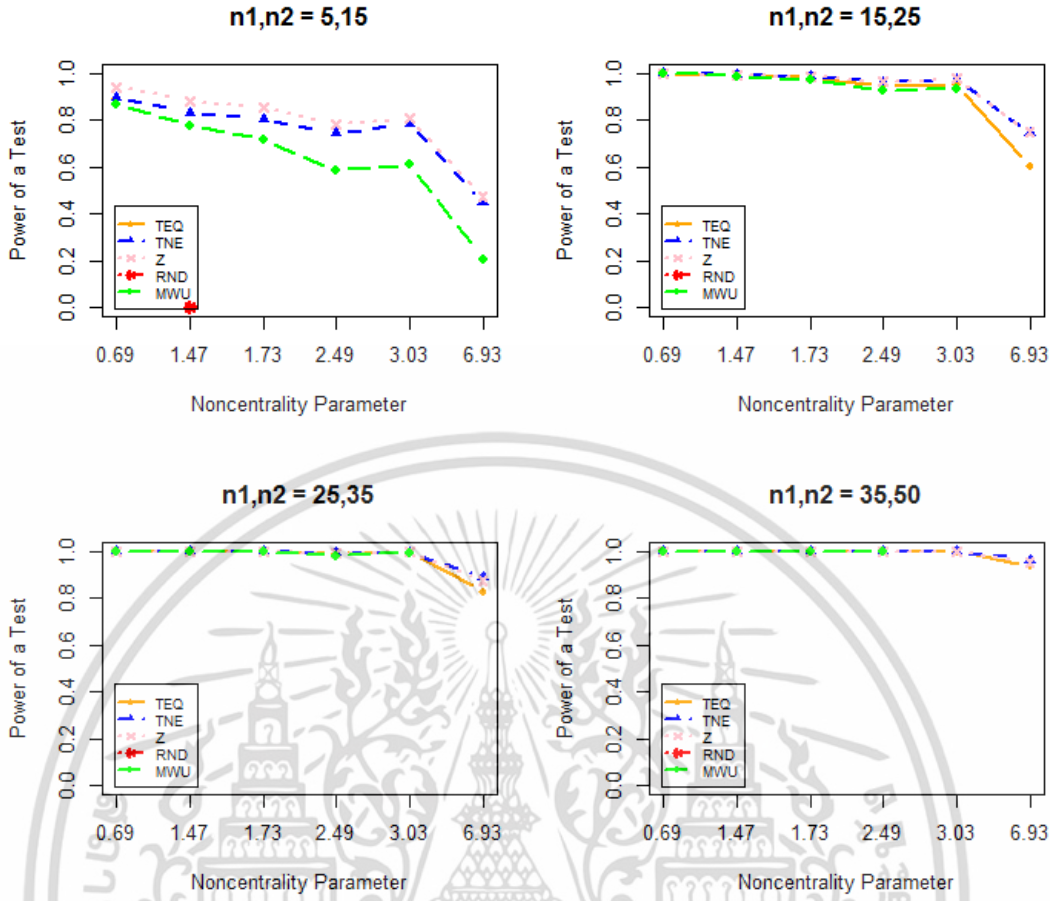
ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 3.03 กับ 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.48 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จากรูปที่ 4.48 พบว่ากรณีที่ขนาดตัวอย่าง (5,15) ในทุกค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (15,25) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49, 3.03 และ 6.93 สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (25,35) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 กับ 1.47 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 1.73 กับ 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 กับ 6.93 สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดตามลำดับ

กรณีที่ขนาดตัวอย่าง (35,50) และค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 0.69 1.47 และ 1.73 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน สถิติทดสอบซี และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 2.49 กับ 3.03 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์เป็น 6.93 สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1และการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 สถิติทดสอบ คือ สถิติทดสอบซี (Z-test statistic) สถิติทดสอบที (t-test statistic) สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The RandomiZation Test) และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test)

5.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

5.1.1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 5.1 และ 5.2 รูปที่ 5.1-5.7

5.1.2 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 5.3 และ 5.4 รูปที่ 5.8-5.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 สถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ	ความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
0.01	3	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	9	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	27	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	36	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
0.05	3	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	9	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	27	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	36	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
0.1	3	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	9	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	27	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	36	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z, MWU	TEQ,TNE, Z, MWU

หมายเหตุ

TEQ หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน (t-equal test statistic)

TNE หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน (t-non equal test statistic)

Z หมายถึง สถิติทดสอบซี (Z-test statistic)

RND หมายถึง สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test)

MWU หมายถึง สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

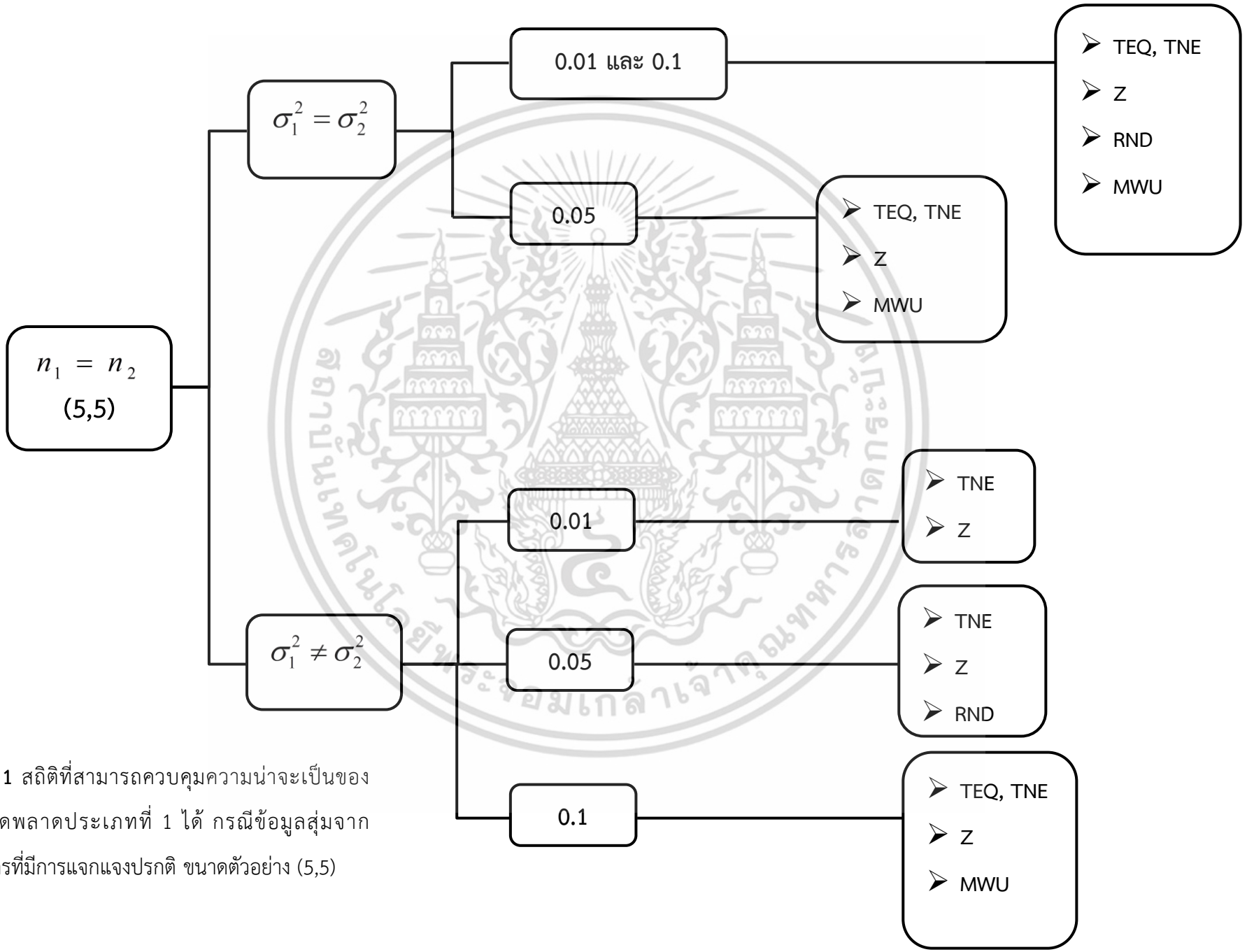
ตารางที่ 5.2 สถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ	ความแปรปรวน	ϕ	ขนาดตัวอย่าง							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
0.01	(3 , 5.4)	0.69	TNE,Z, RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z,M WU	TNE,Z,M WU
	(3 , 8.1)	1.47	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z,M WU
	(3 , 9)	1.73	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TNE,Z, MWU	TNE, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 13.5)	3.03	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,Z, MWU	TNE,Z, MWU	Z
	(3 , 27)	6.93	TNE,Z	TEQ,TNE, Z	-	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TNE,Z, MWU	TNE,Z, MWU	Z,MWU
0.05	(3 , 5.4)	0.69	TEQ,TNE, Z,RND	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 13.5)	3.03	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,TNE, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, MWU
	(3 , 27)	6.93	TNE,Z, RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z	TNE,Z	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
0.1	(3 , 5.4)	0.69	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, MWU	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 13.5)	3.03	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 27)	6.93	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU

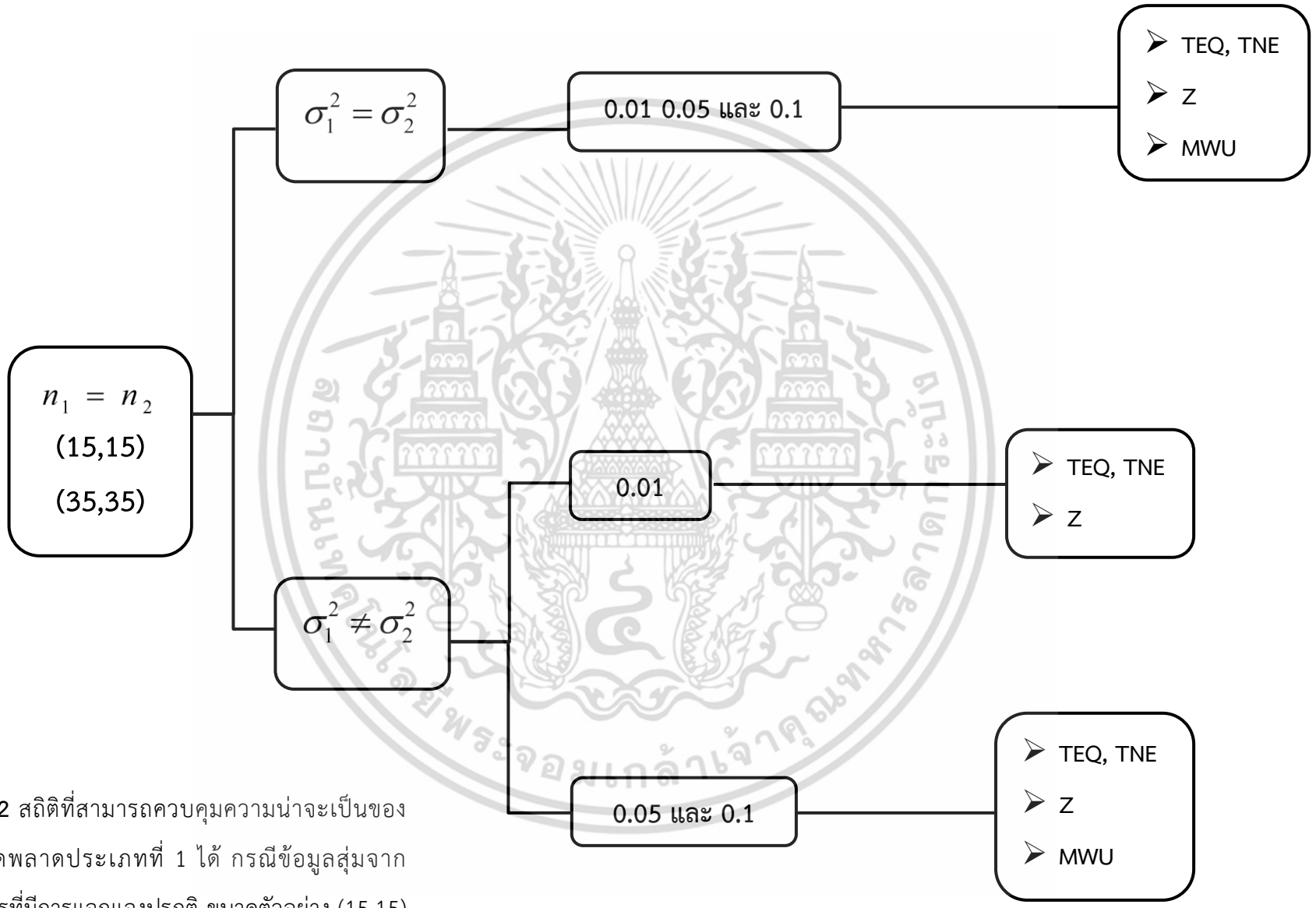
หมายเหตุ

- ไม่มีสถิติทดสอบตัวไหนที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

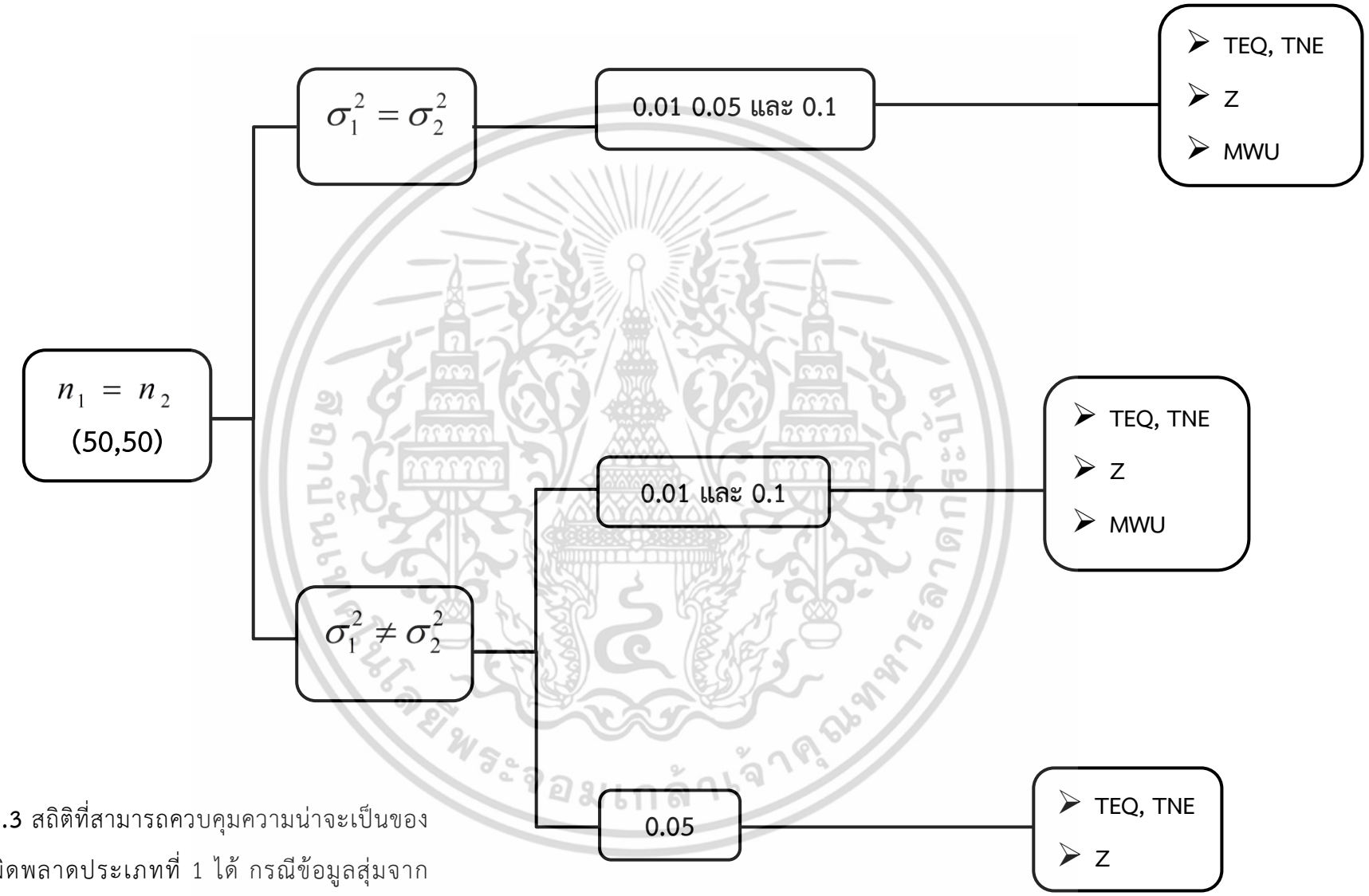
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



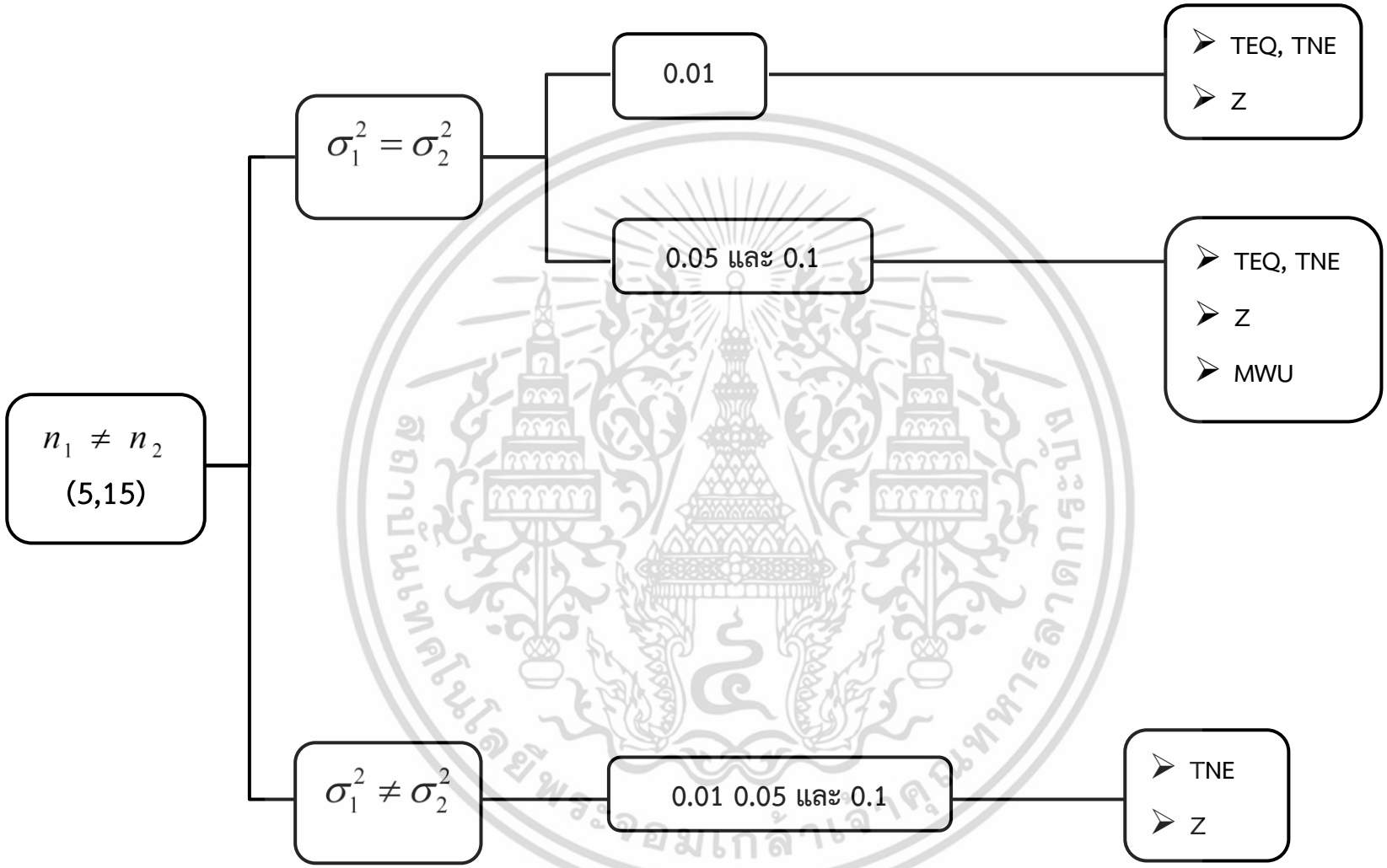
รูปที่ 5.1 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (5,5)



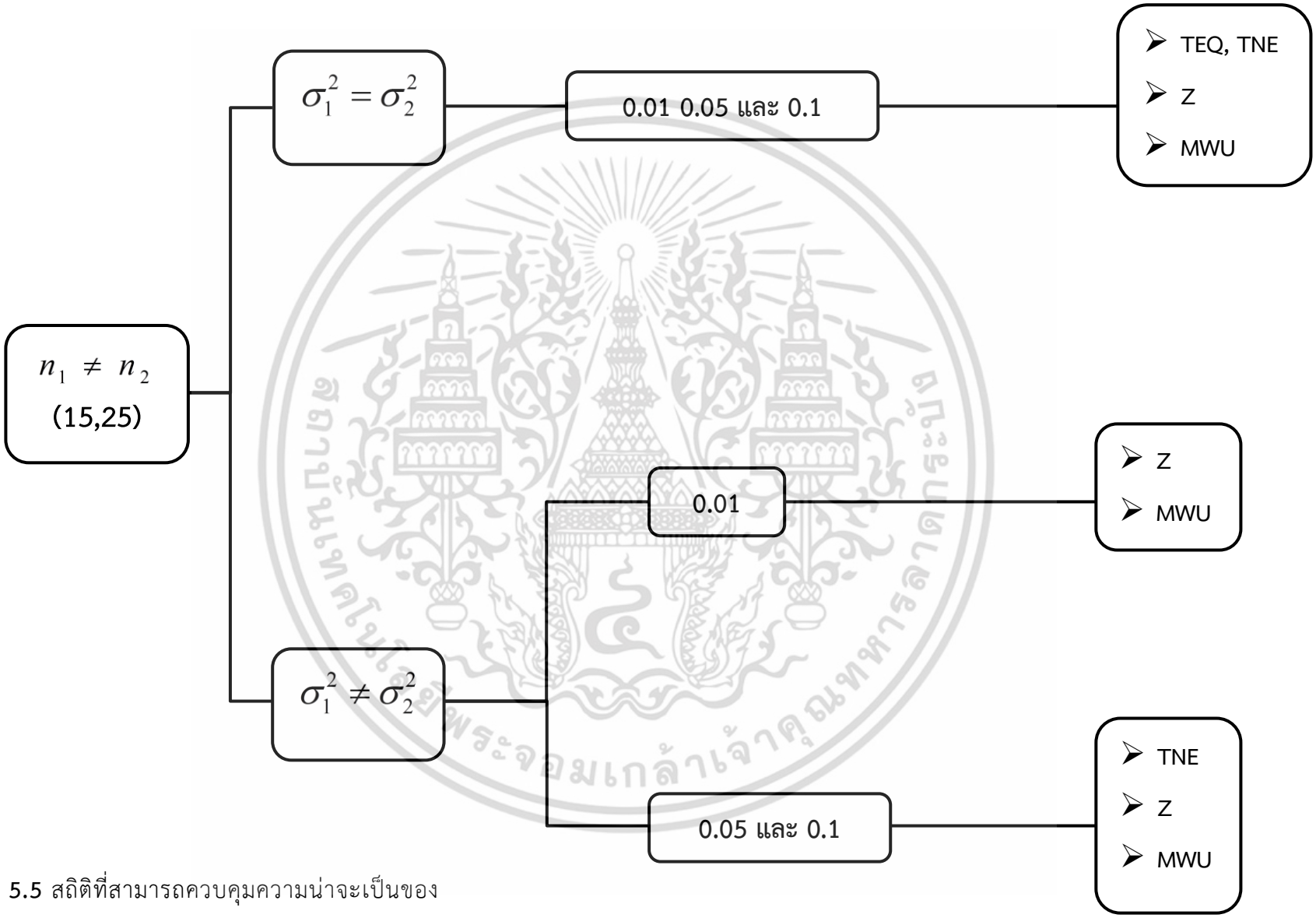
รูปที่ 5.2 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (15,15) และ(35,35)



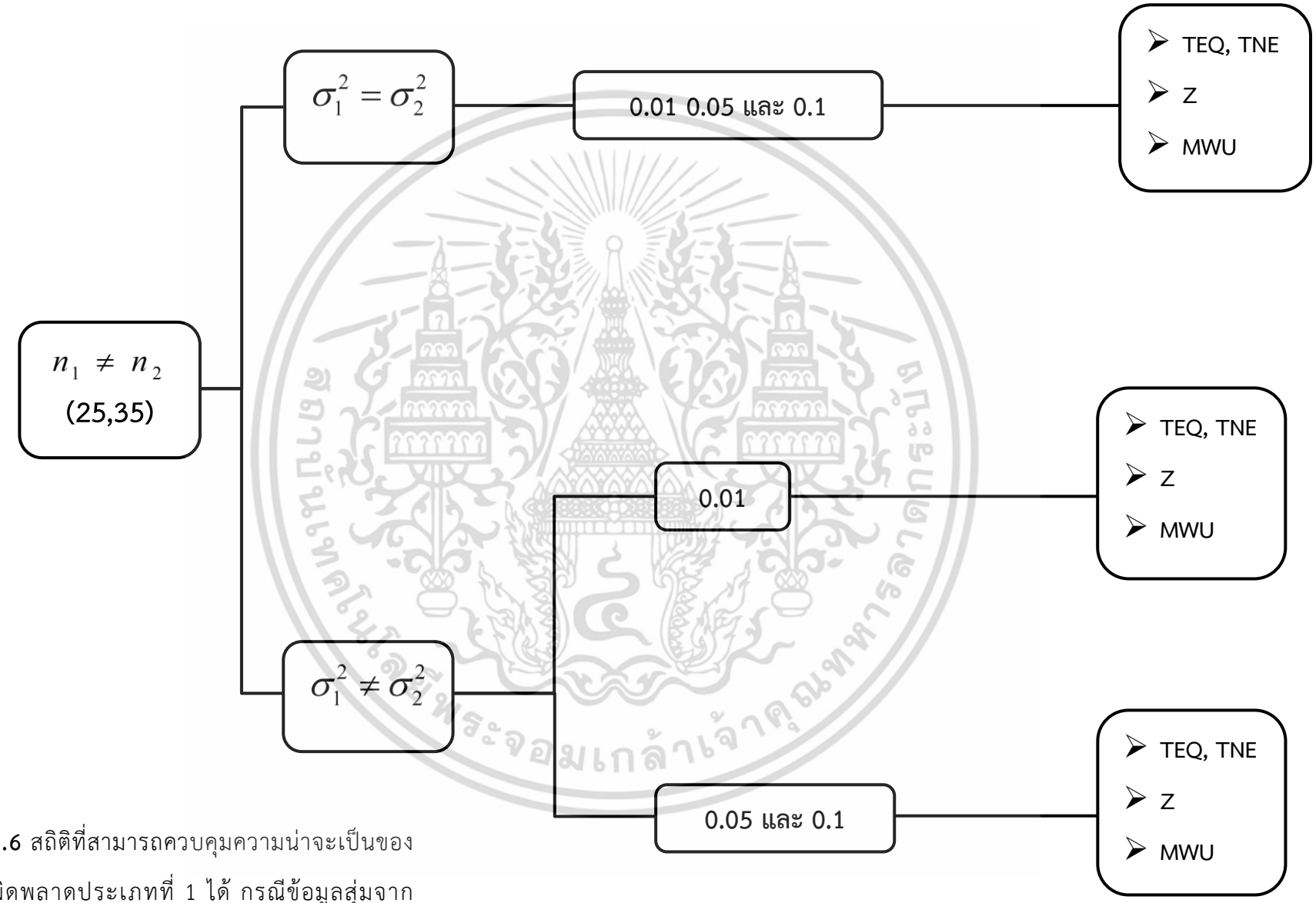
รูปที่ 5.3 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (50,50)



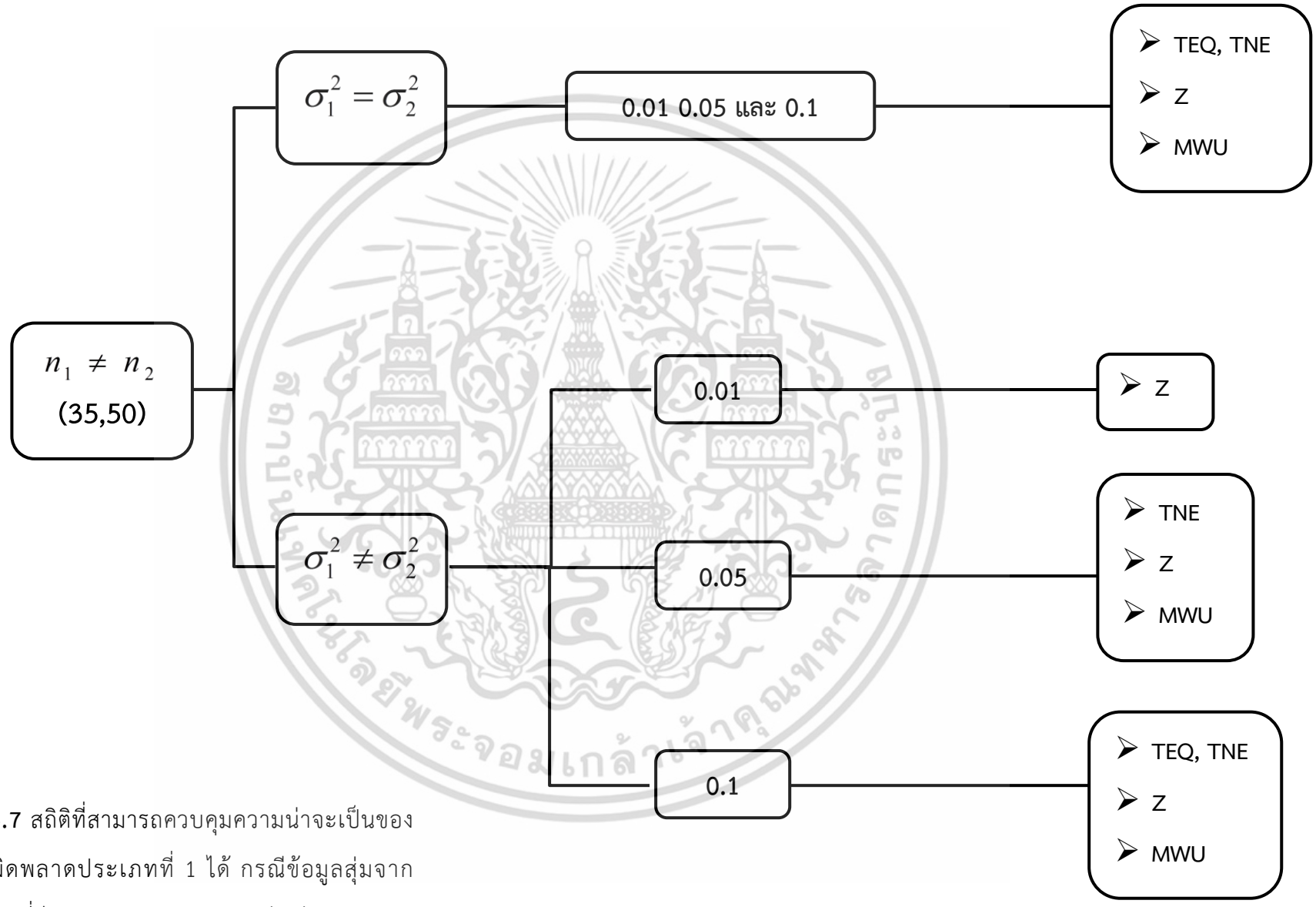
รูปที่ 5.4 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (5,15)



รูปที่ 5.5 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (15,25)



รูปที่ 5.6 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (25,35)



รูปที่ 5.7 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (35,50)

ตารางที่ 5.3 สถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ	ความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
0.01	3	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	9	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z
	27	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	36	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
0.05	3	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	9	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	27	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	36	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
0.1	3	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	9	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	27	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	36	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU

หมายเหตุ

TEQ หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน (t-equal test statistic)

TNE หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน (t-non equal test statistic)

Z หมายถึง สถิติทดสอบซี (Z-test statistic)

RND หมายถึง สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test)

MWU หมายถึง สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

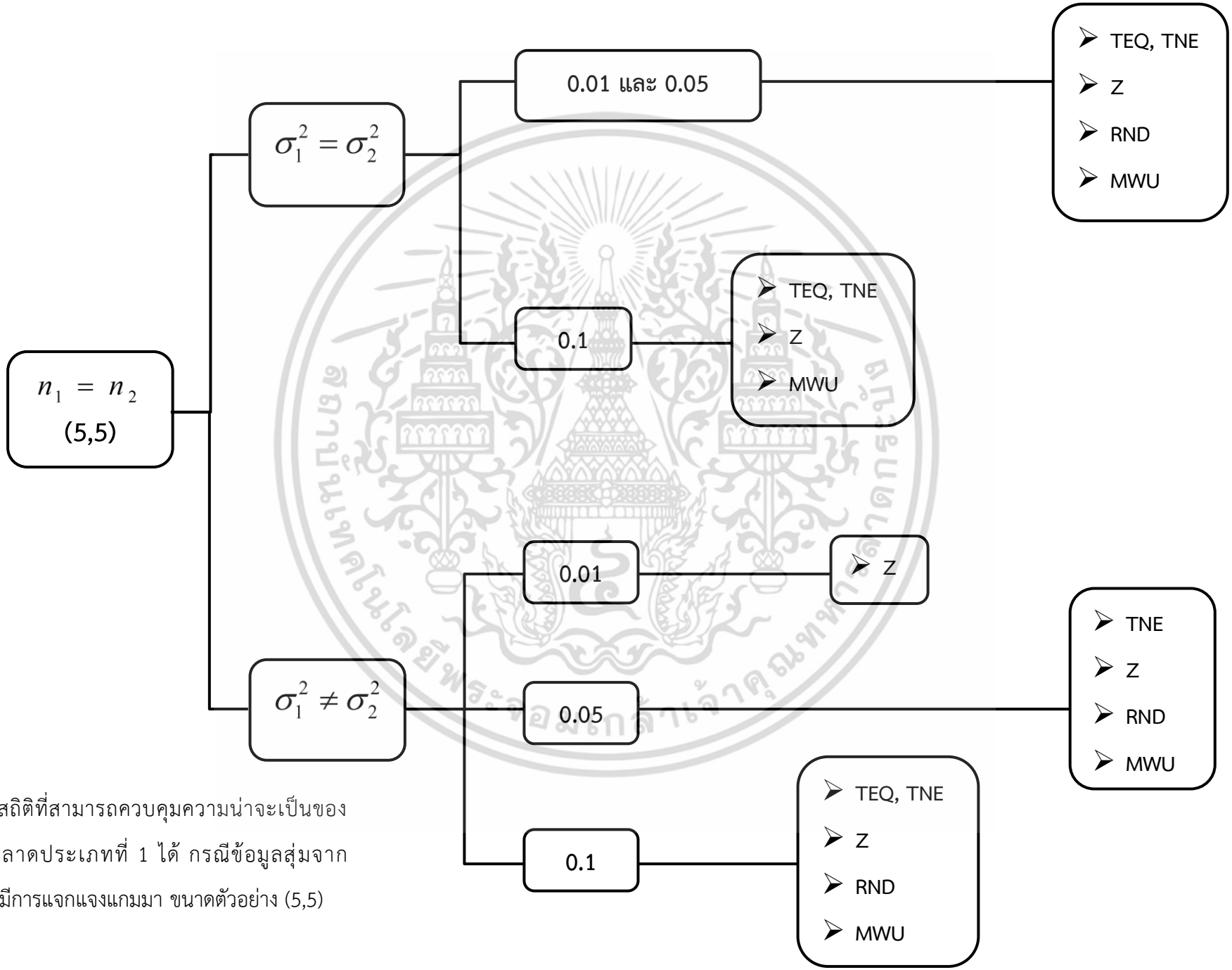
ตารางที่ 5.4 สถิติที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ	ความแปรปรวน	ϕ	ขนาดตัวอย่าง							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
0.01	(3 , 5.4)	0.69	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	-	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z,M WU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TEQ,Z, MWU	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, MWU
	(3 , 9)	1.73	TNE,Z, RND, MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TNE,Z	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, MWU
	(3 , 11.65)	2.49	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, MWU	TNE,Z, MWU	TNE,Z,M WU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 13.5)	3.03	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	Z	TEQ,TNE, Z	TNE,Z	TEQ,TNE, Z	TNE,Z,M WU	TNE,Z
	(3 , 27)	6.93	Z	Z	Z	Z	TNE,Z	TNE,Z	TEQ,TNE	TEQ,TNE
0.05	(3 , 5.4)	0.69	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z,M WU	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 13.5)	3.03	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TNE,Z	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z
	(3 , 27)	6.93	TNE,Z, RND, MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z
0.1	(3 , 5.4)	0.69	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU
	(3 , 13.5)	3.03	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z,MWU	TEQ,TNE, Z
	(3 , 27)	6.93	TEQ,TNE, Z,RND, MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TNE,Z, MWU	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z	TEQ,TNE, Z

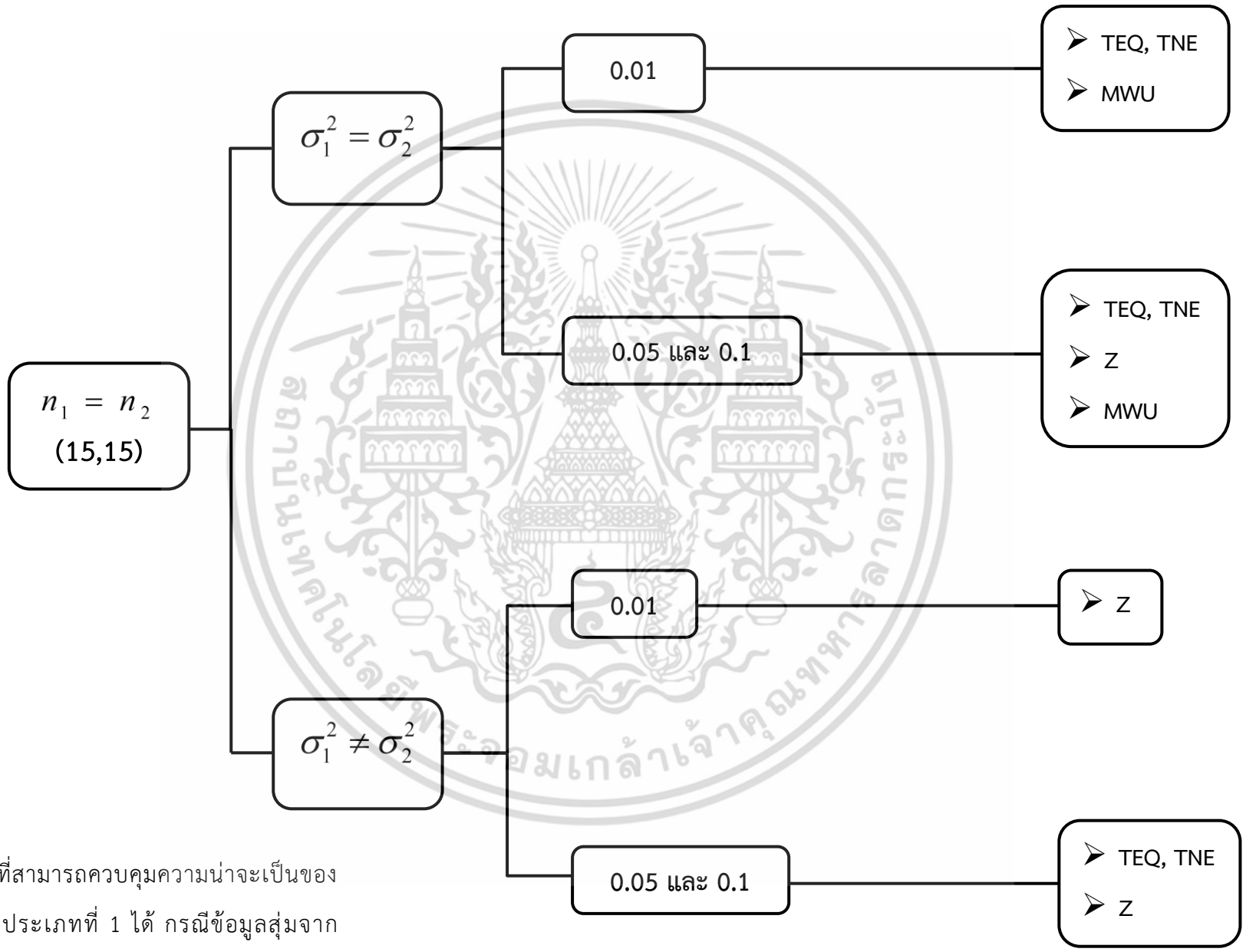
หมายเหตุ

- ไม่มีสถิติทดสอบตัวไหนที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

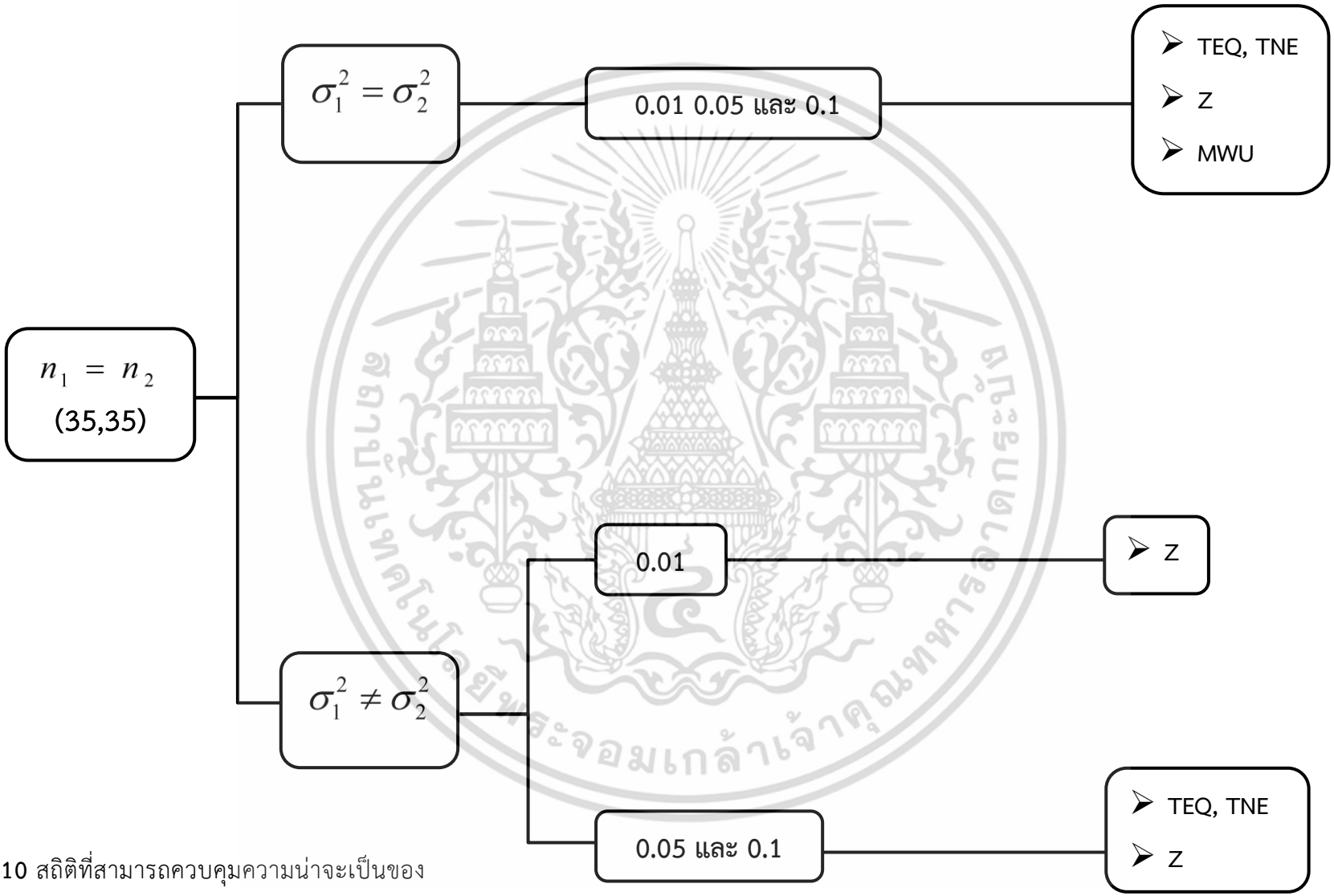
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



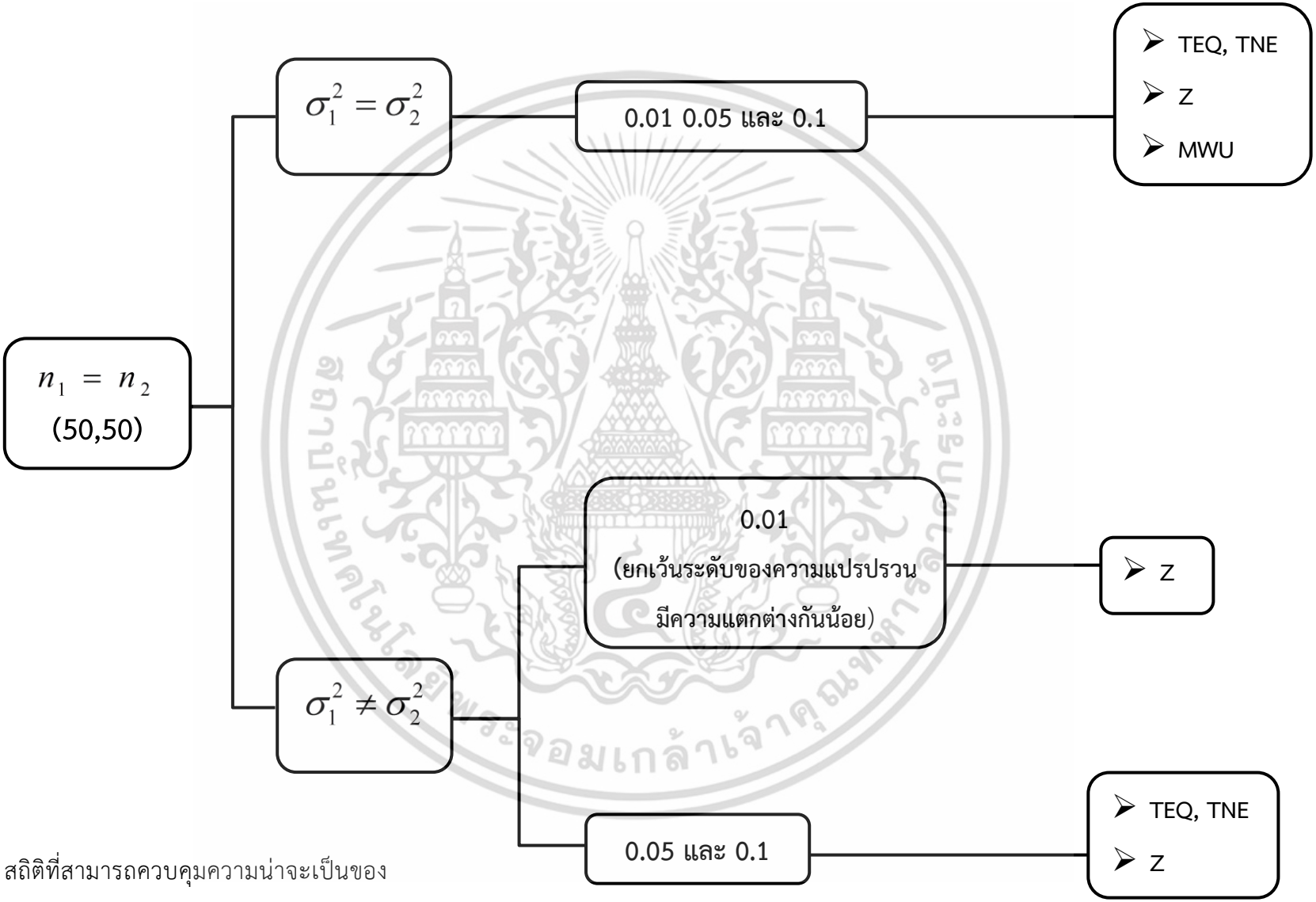
รูปที่ 5.8 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (5,5)



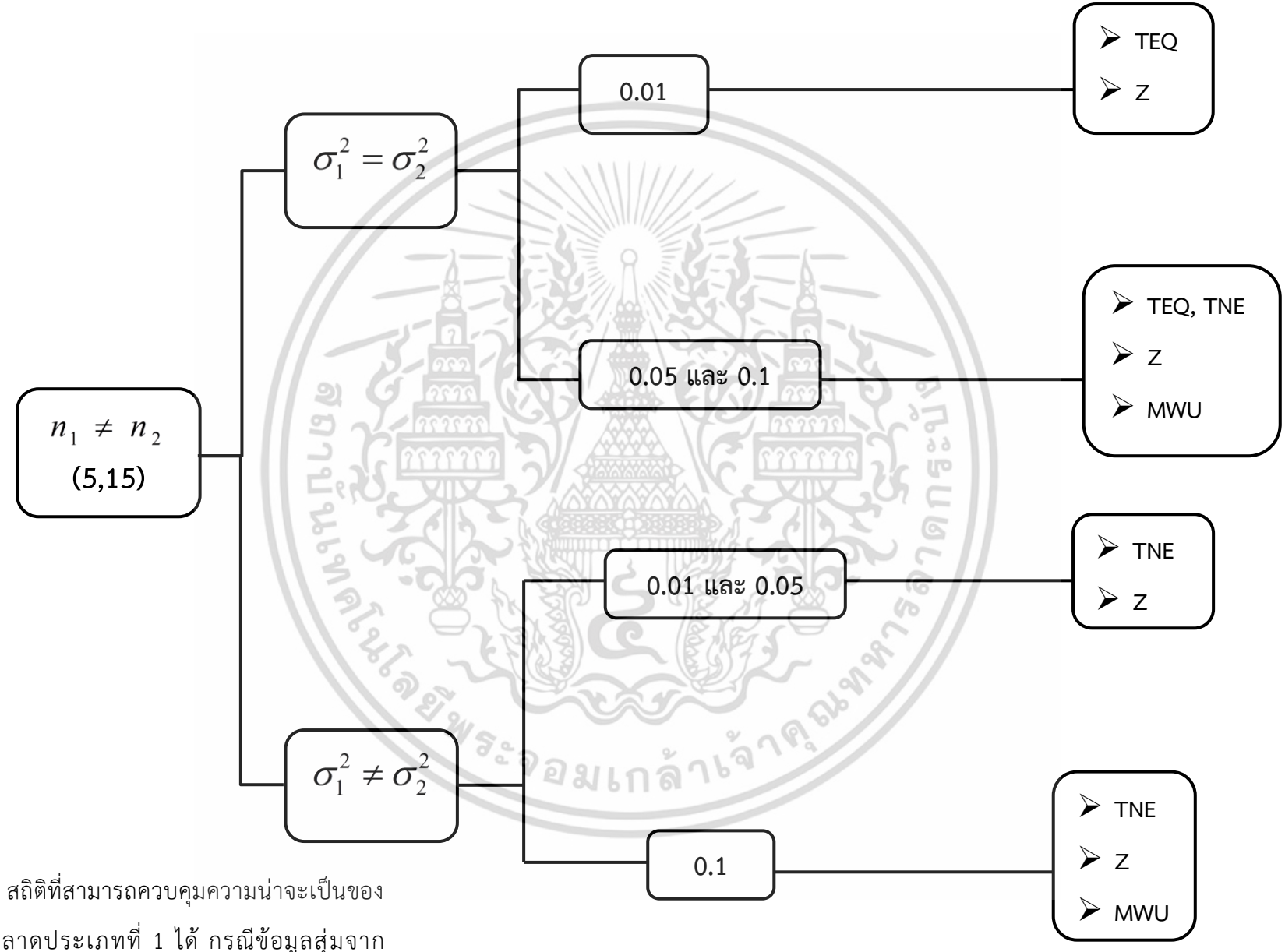
รูปที่ 5.9 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (15,15)



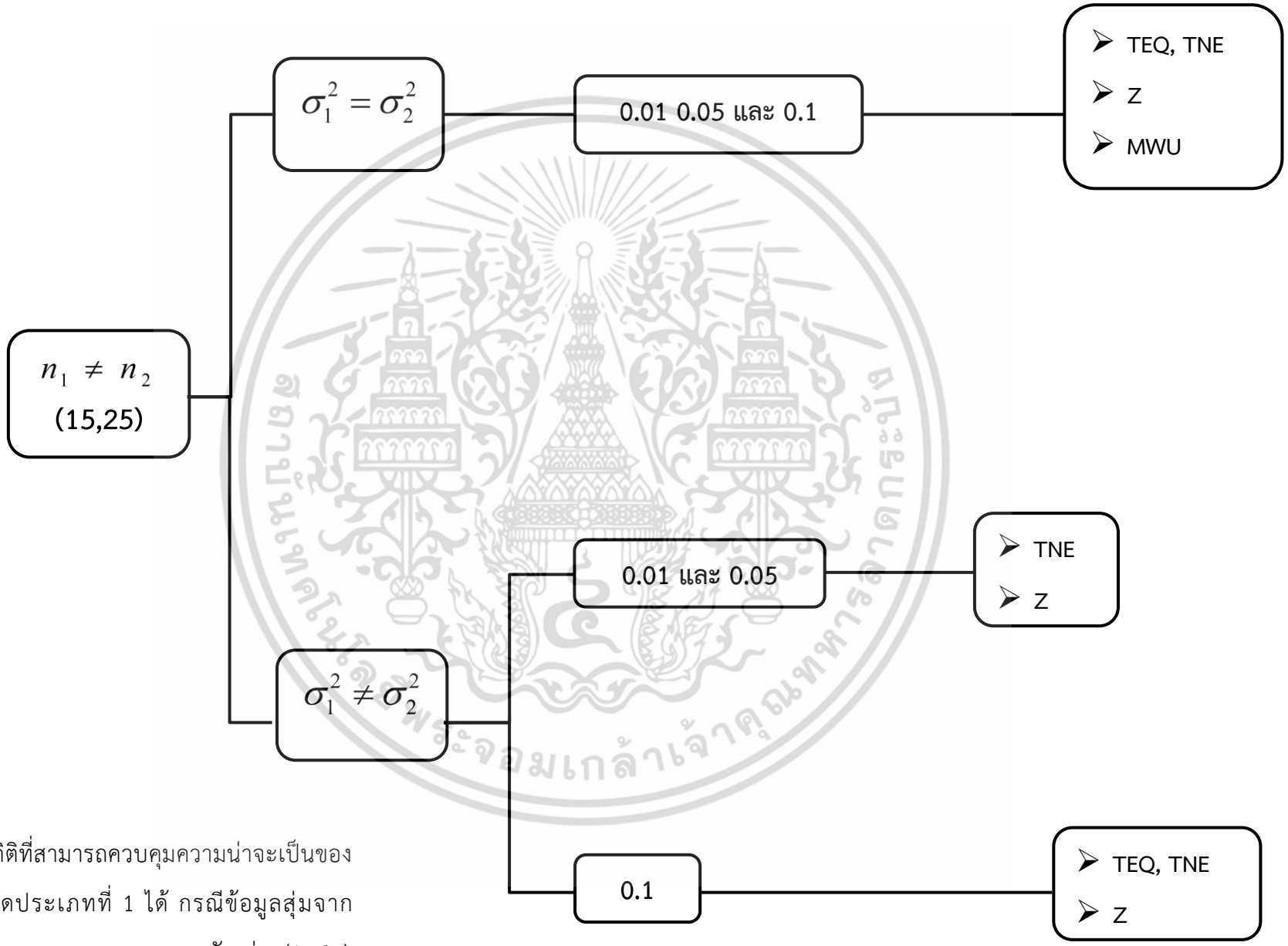
รูปที่ 5.10 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,35)



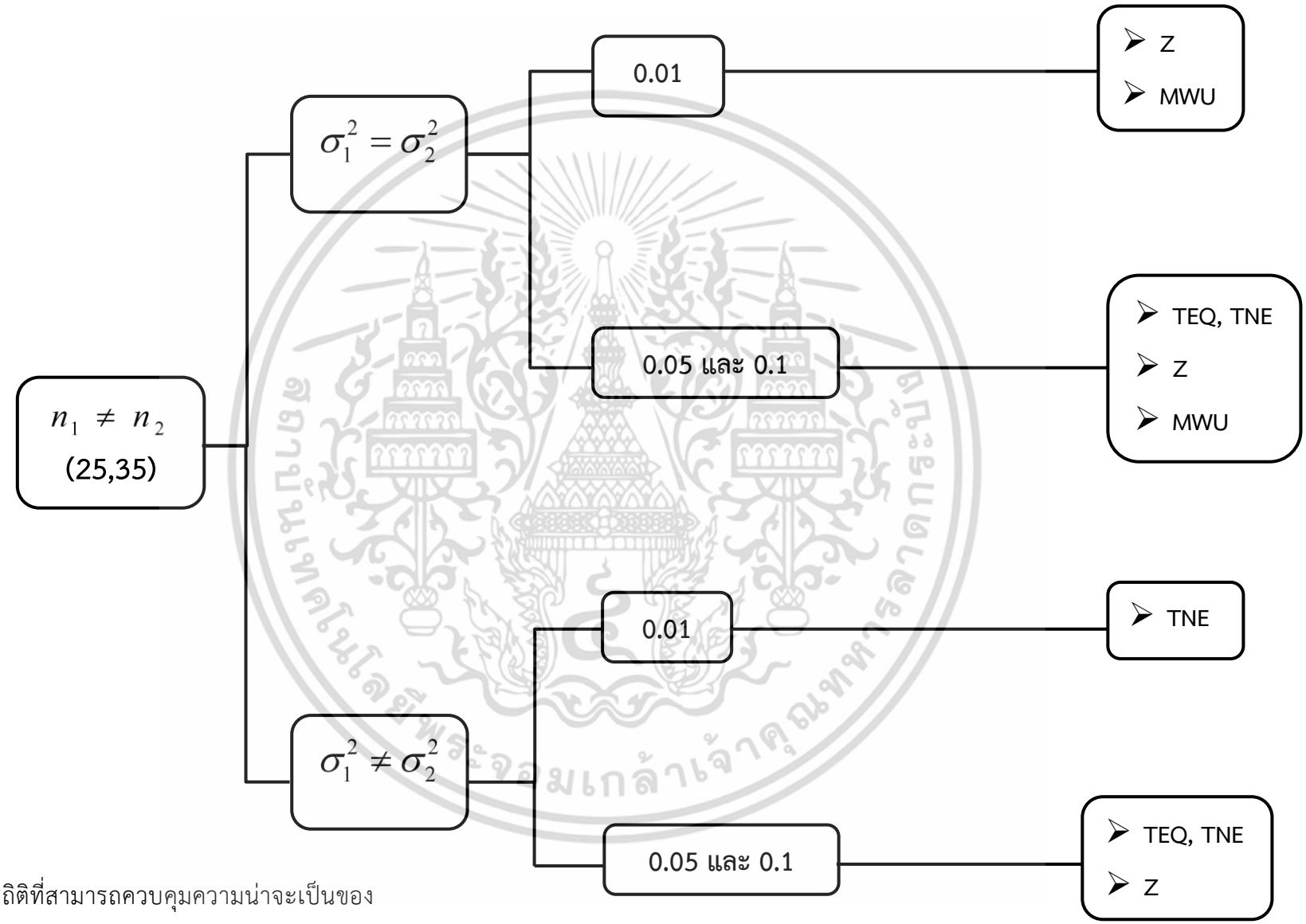
รูปที่ 5.11 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (50,50)



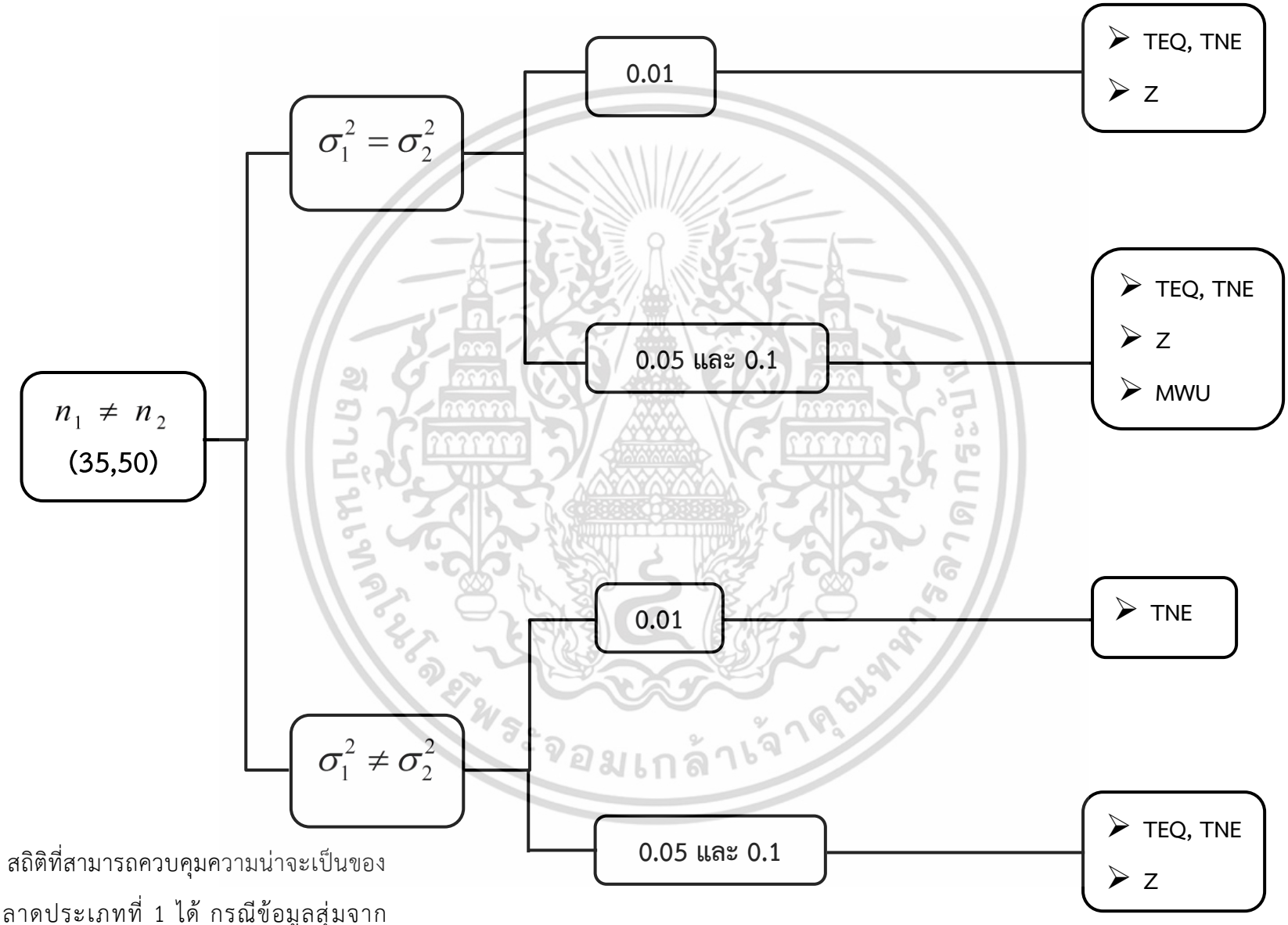
รูปที่ 5.12 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (5,15)



รูปที่ 5.13 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (15,25)



รูปที่ 5.14 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (25,35)



รูปที่ 5.15 สถิติที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,50)

5.2 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

5.2.1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

จากผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบสูงที่สุด สรุปผลได้ดังตารางที่ 5.5 และ 5.6 รูปที่ 5.16-5.23

5.2.2 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา

จากผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบสูงที่สุด สรุปผลได้ดังตารางที่ 5.7 และ 5.8 รูปที่ 5.24-5.31

ตารางที่ 5.5 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ	ความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
0.01	3	Z	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	9	Z	Z	Z	MWU	Z	Z	Z	Z
	27	Z	Z	Z	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ
	36	Z	MWU	MWU	MWU	TNE	MWU	MWU	MWU
0.05	3	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	9	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	TEQ,Z
	27	Z	Z	Z	TEQ,TNE	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ
	36	TEQ	MWU	MWU	MWU	TNE	MWU	MWU	MWU
0.1	3	Z	Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	TEQ,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	9	Z	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	Z	MWU
	27	Z	Z	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ
	36	MWU	MWU	MWU	MWU	TNE	MWU	MWU	MWU

หมายเหตุ

TEQ หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน (t-equal test statistic)

TNE หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน (t-non equal test statistic)

Z หมายถึง สถิติทดสอบซี (Z-test statistic)

RND หมายถึง สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test)

MWU หมายถึง สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ	ความแปรปรวน	ϕ	ขนาดตัวอย่าง							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
0.01	(3 , 5.4)	0.69	Z	Z	TEQ,TNE,Z	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TNE,Z,MWU	TNE,Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	Z	Z	TEQ,Z	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	Z	TNE,Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	Z	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TNE	TNE,Z
	(3 , 11.65)	2.49	Z	Z	Z	TEQ	Z	Z	Z	Z
	(3 , 13.5)	3.03	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
	(3 , 27)	6.93	Z	Z	-	Z	Z	Z	Z	Z
0.05	(3 , 5.4)	0.69	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	TEQ,TNE,Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	Z	Z	TEQ,TNE,Z	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	TEQ,TNE,Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	Z	Z	MWU	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TNE,Z	TEQ,TNE,Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	Z	Z	TEQ,TNE,Z	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TNE,Z	TNE
	(3 , 13.5)	3.03	Z	Z	Z	TEQ,TNE,Z	Z	TNE	Z	TNE,Z
	(3 , 27)	6.93	Z	Z	Z	,Z	Z	Z	Z	Z
0.1	(3 , 5.4)	0.69	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	TEQ,TNE,Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	Z	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	TEQ,TNE,Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	TEQ,TNE,Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	Z	Z	TEQ,TNE,Z	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	Z	TEQ,TNE,Z
	(3 , 13.5)	3.03	Z	Z	Z	TEQ,TNE,Z,MWU	Z	Z	TNE	TEQ,TNE,Z
	(3 , 27)	6.93	Z	Z	Z	TEQ,TNE,Z	Z	Z	Z	Z

หมายเหตุ

- ไม่มีสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

TEQ หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน (t-test statistic แบบ Pooled variance)

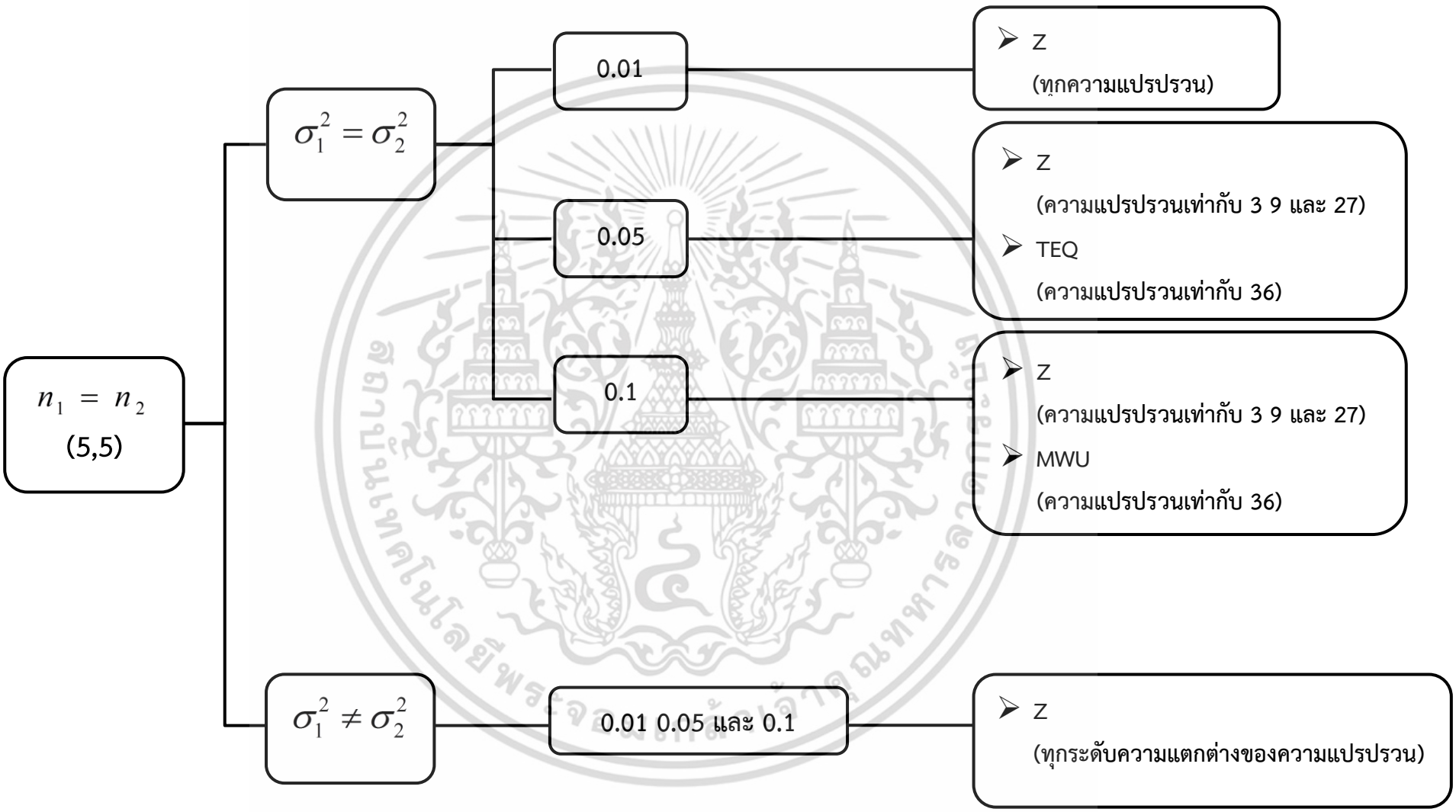
TNE หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน (t-test statistic แบบ Separated variance)

Z หมายถึง สถิติทดสอบซี (Z-test statistic)

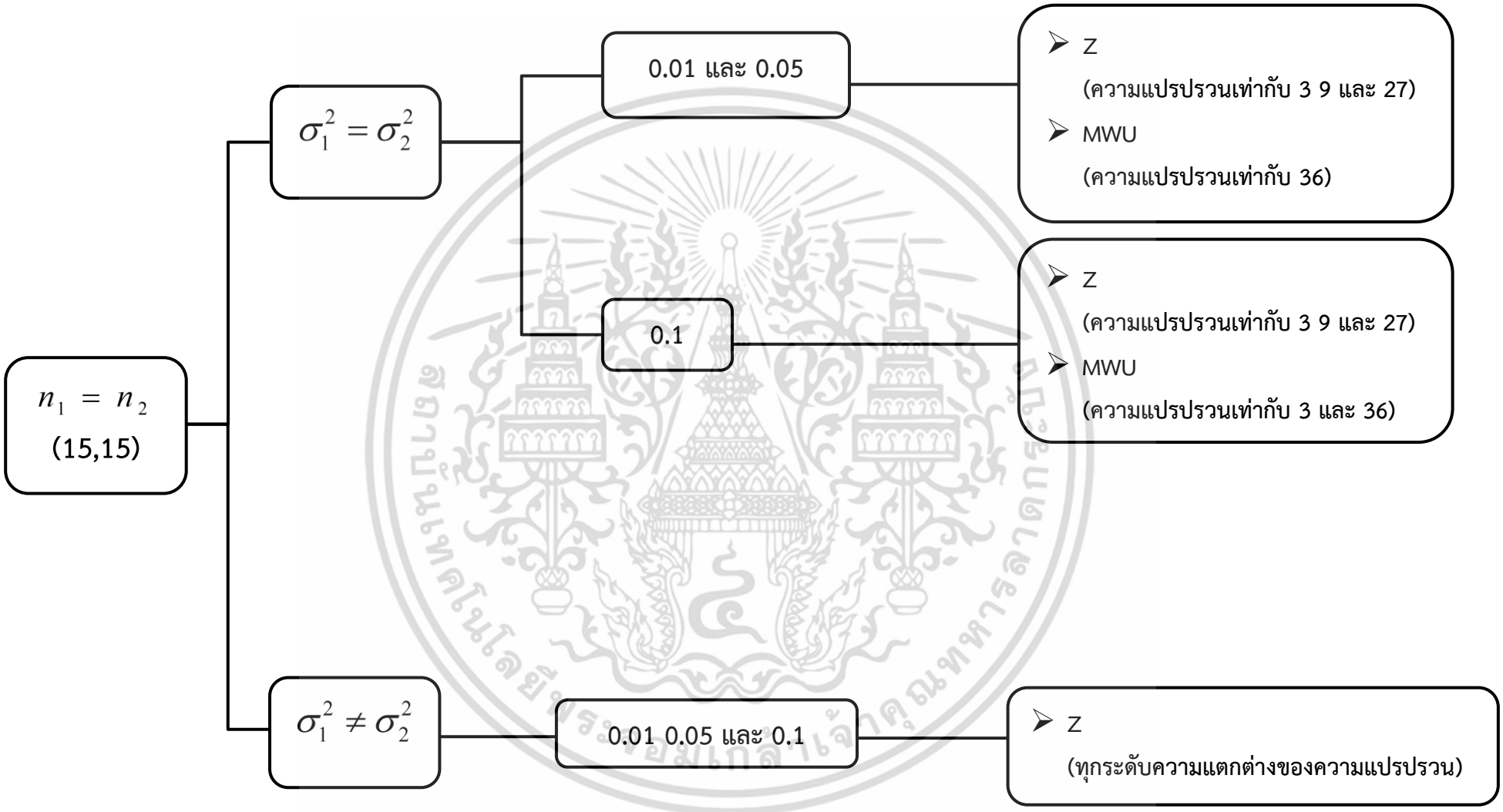
RND หมายถึง สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test)

MWU หมายถึง สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test)

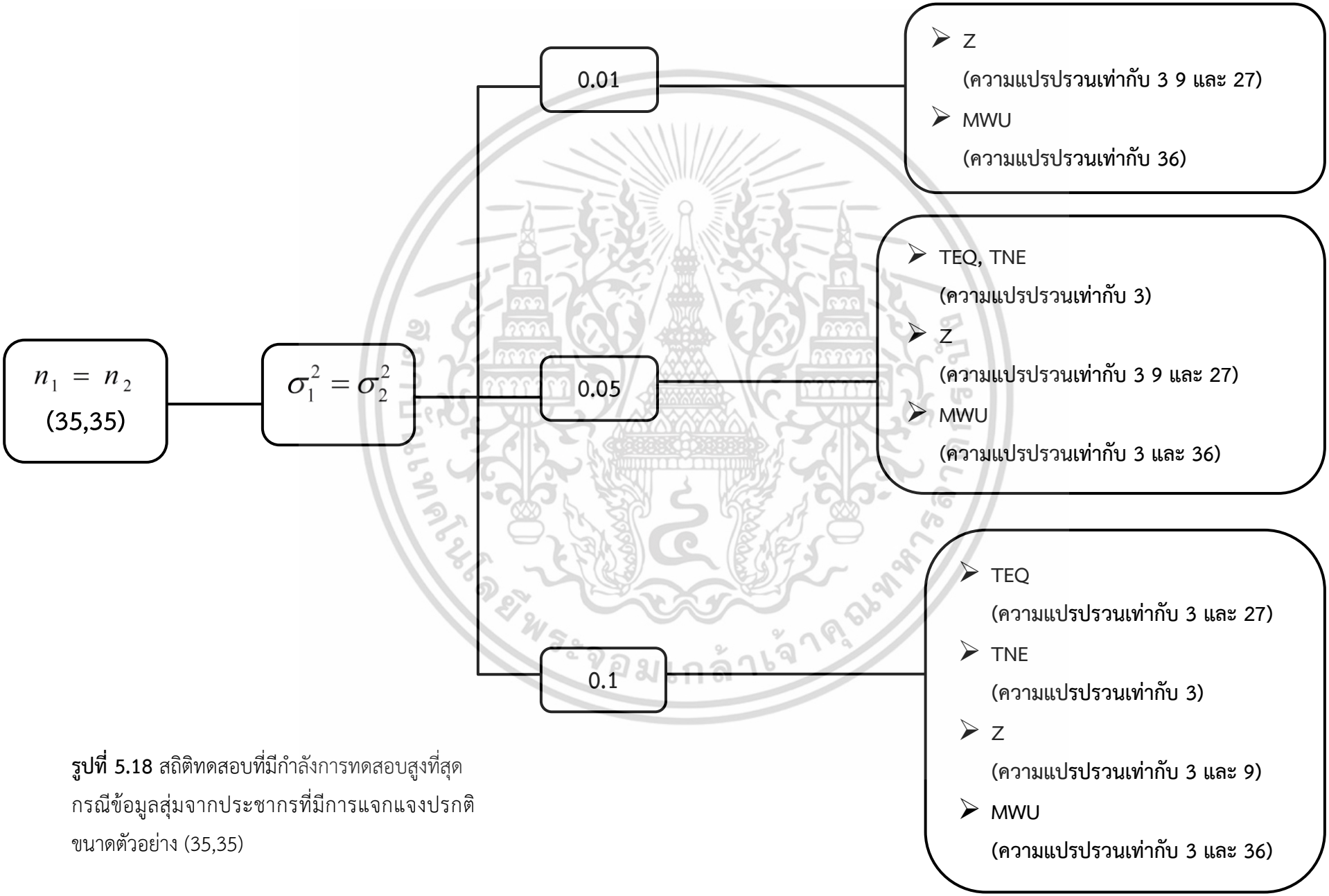
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



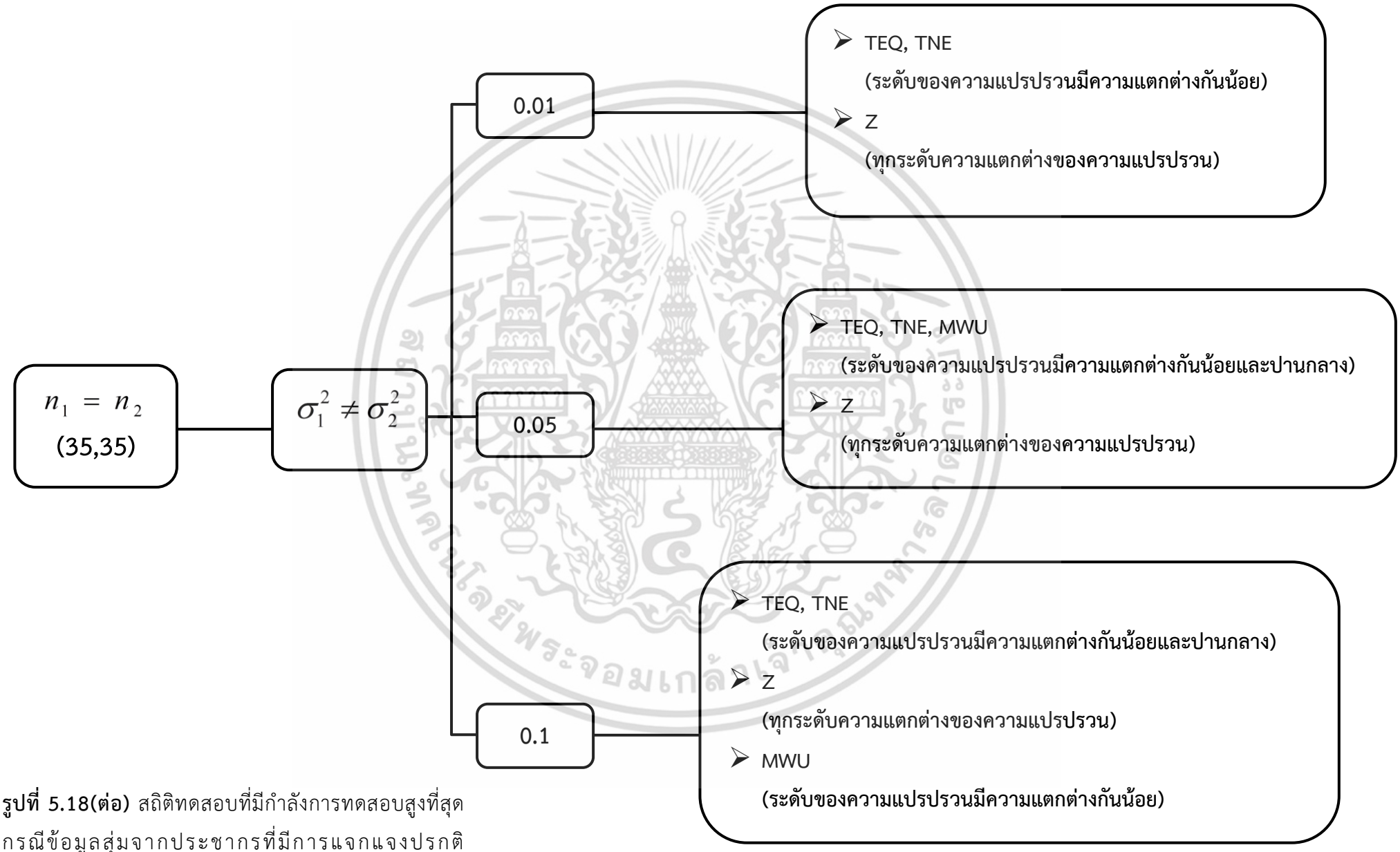
รูปที่ 5.16 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด
กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ
ขนาดตัวอย่าง (5,5)



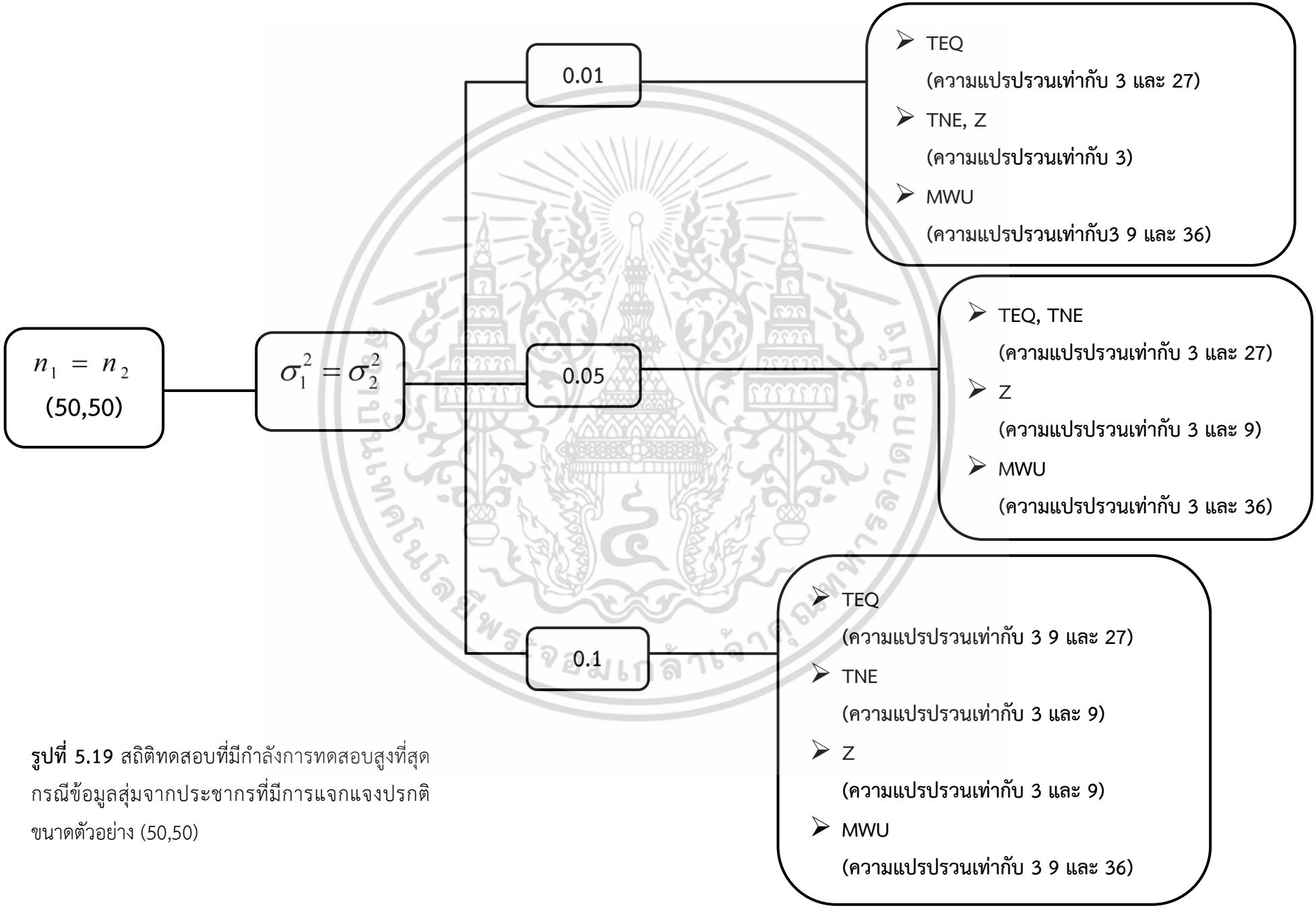
รูปที่ 5.17 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด
กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ
ขนาดตัวอย่าง (15,15)



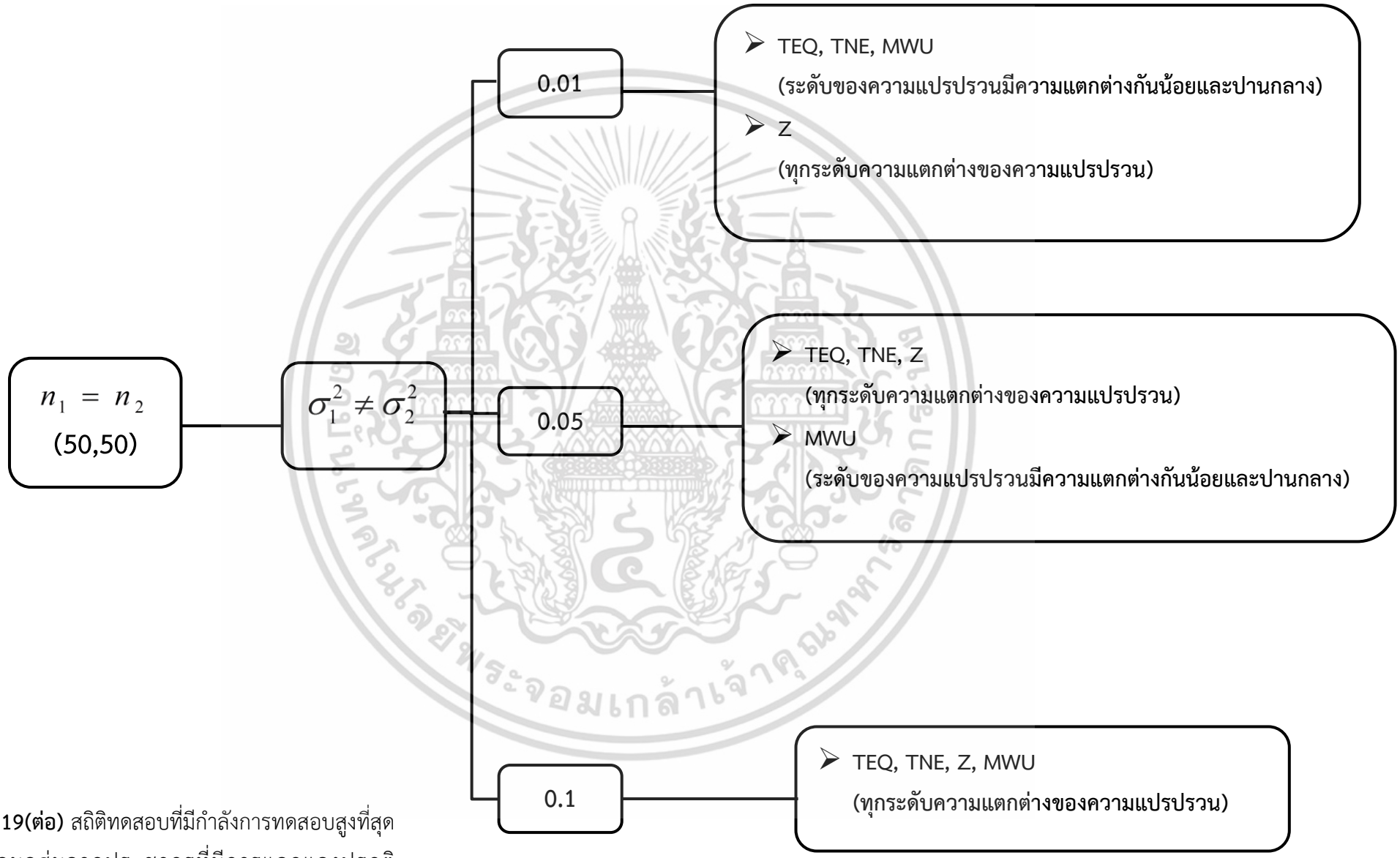
รูปที่ 5.18 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (35,35)



รูปที่ 5.18(ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (35,35)

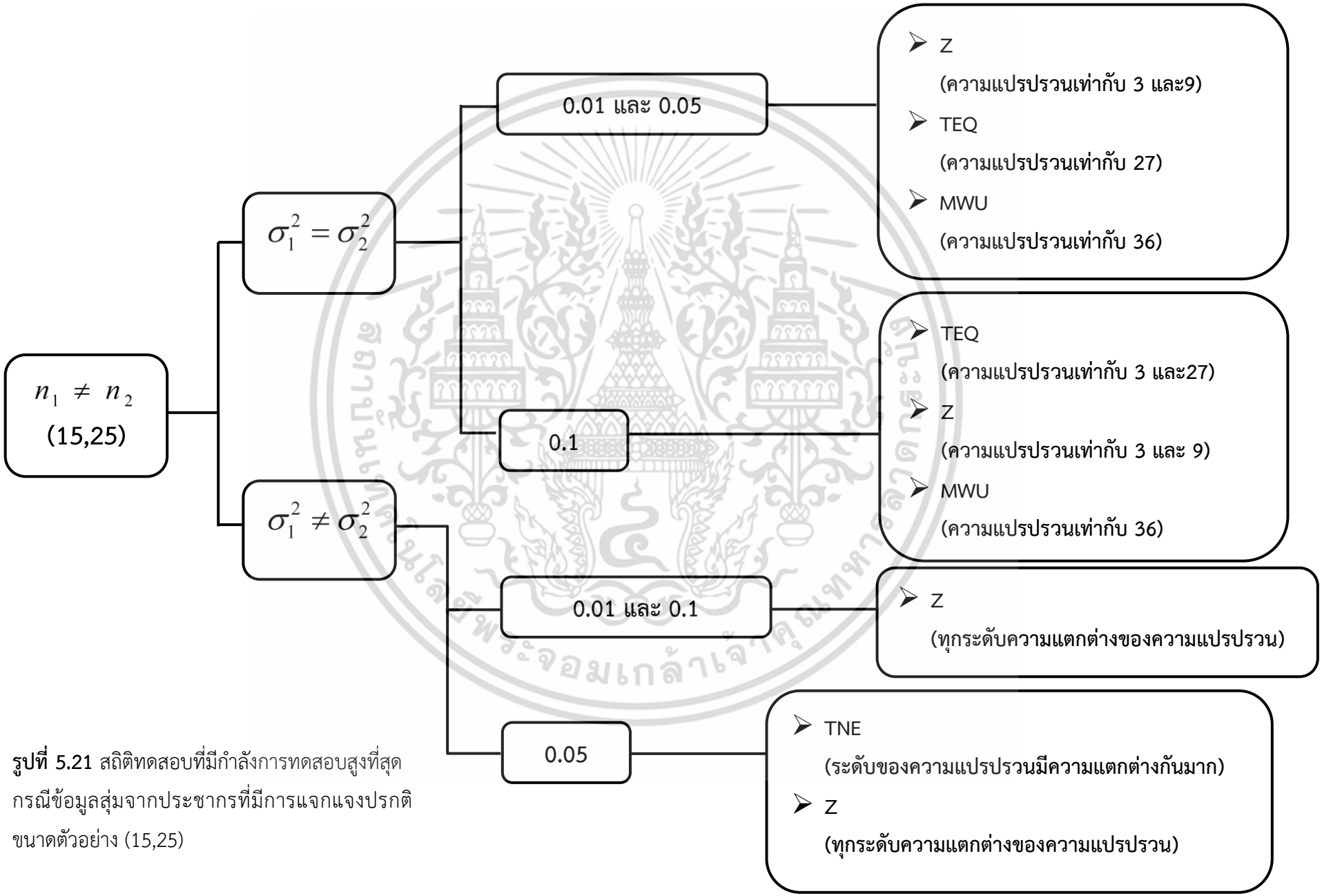


รูปที่ 5.19 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (50,50)



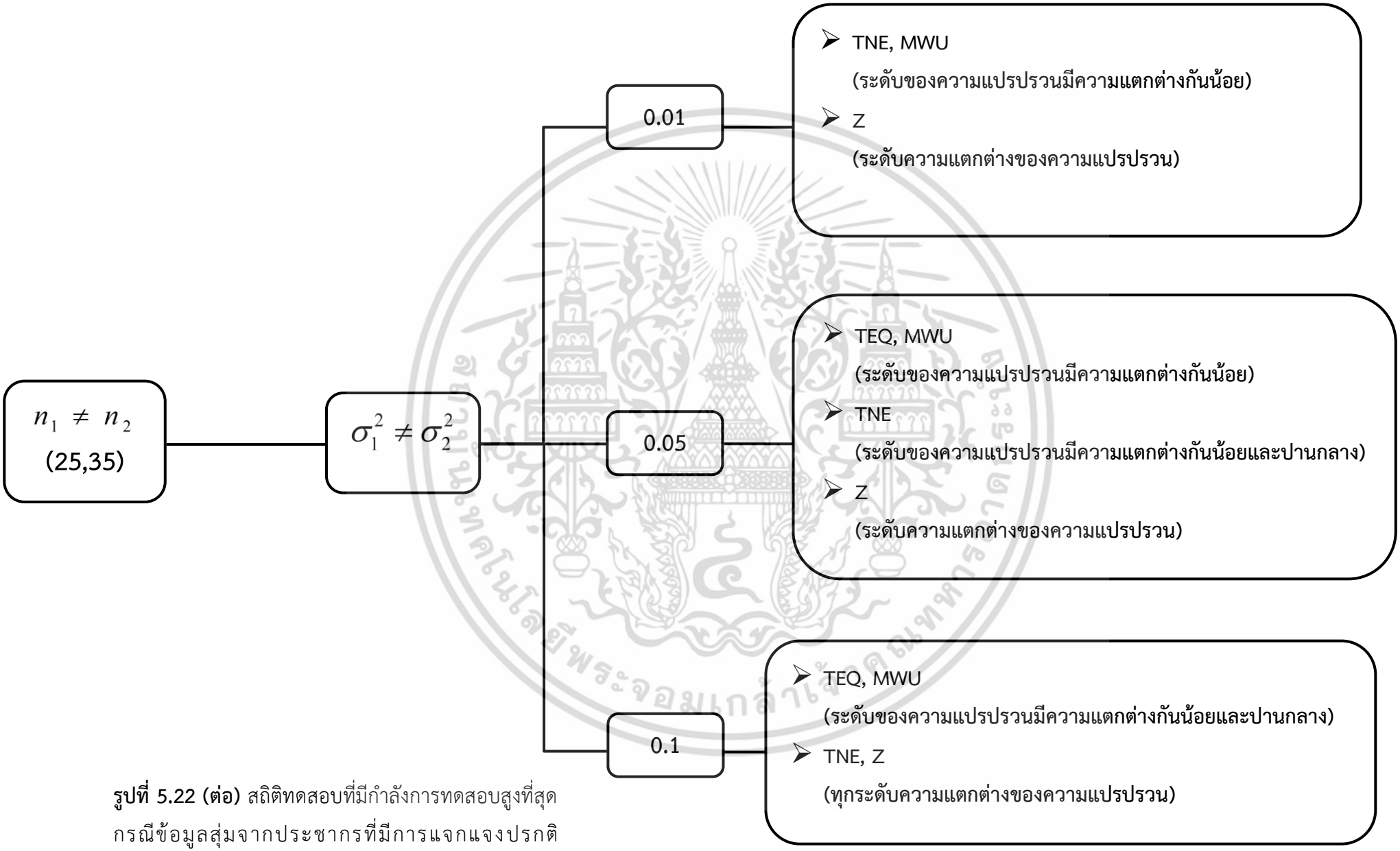
รูปที่ 5.19(ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (50,50)

รูปที่ 5.20 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (5,15)

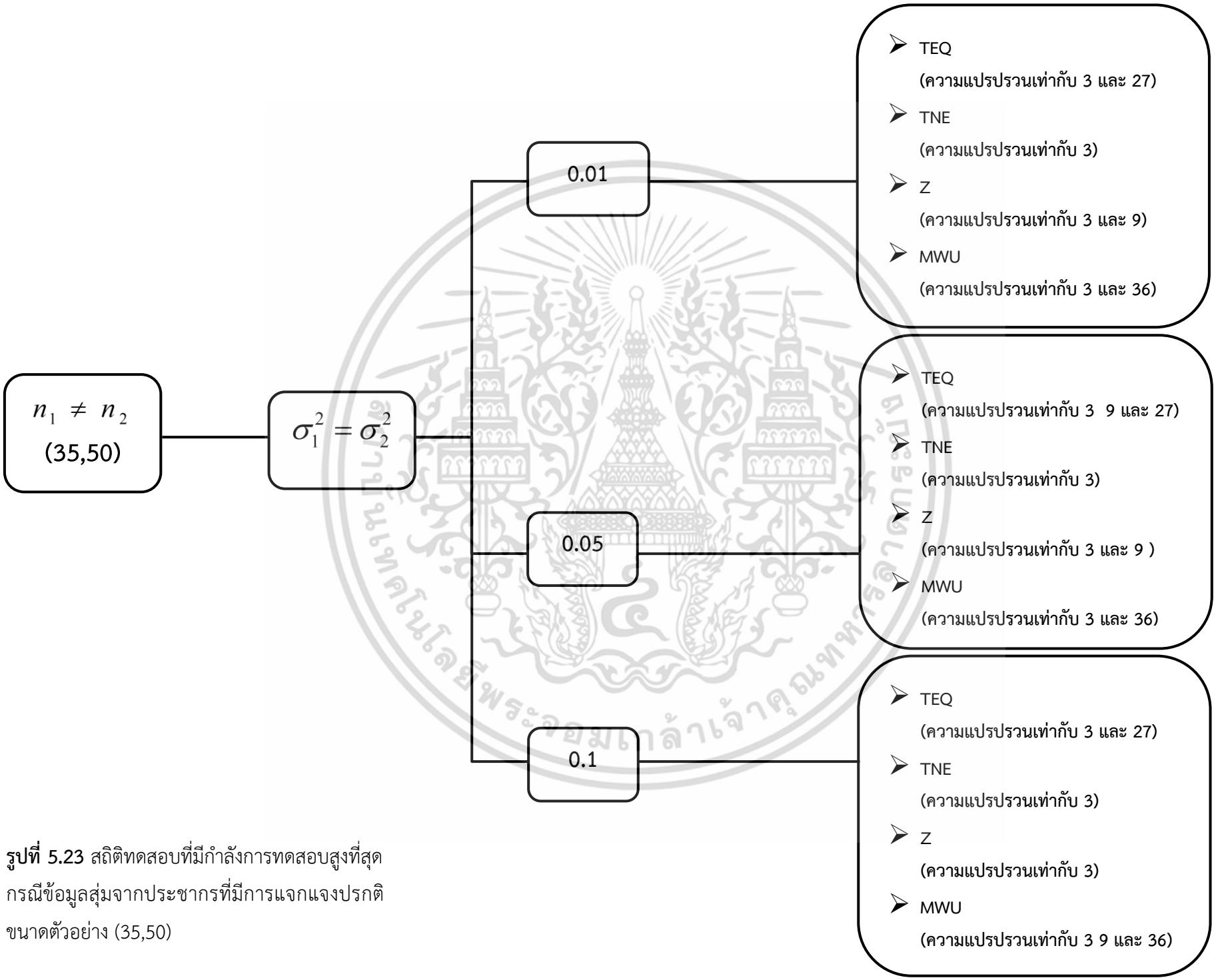


รูปที่ 5.21 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (15,25)

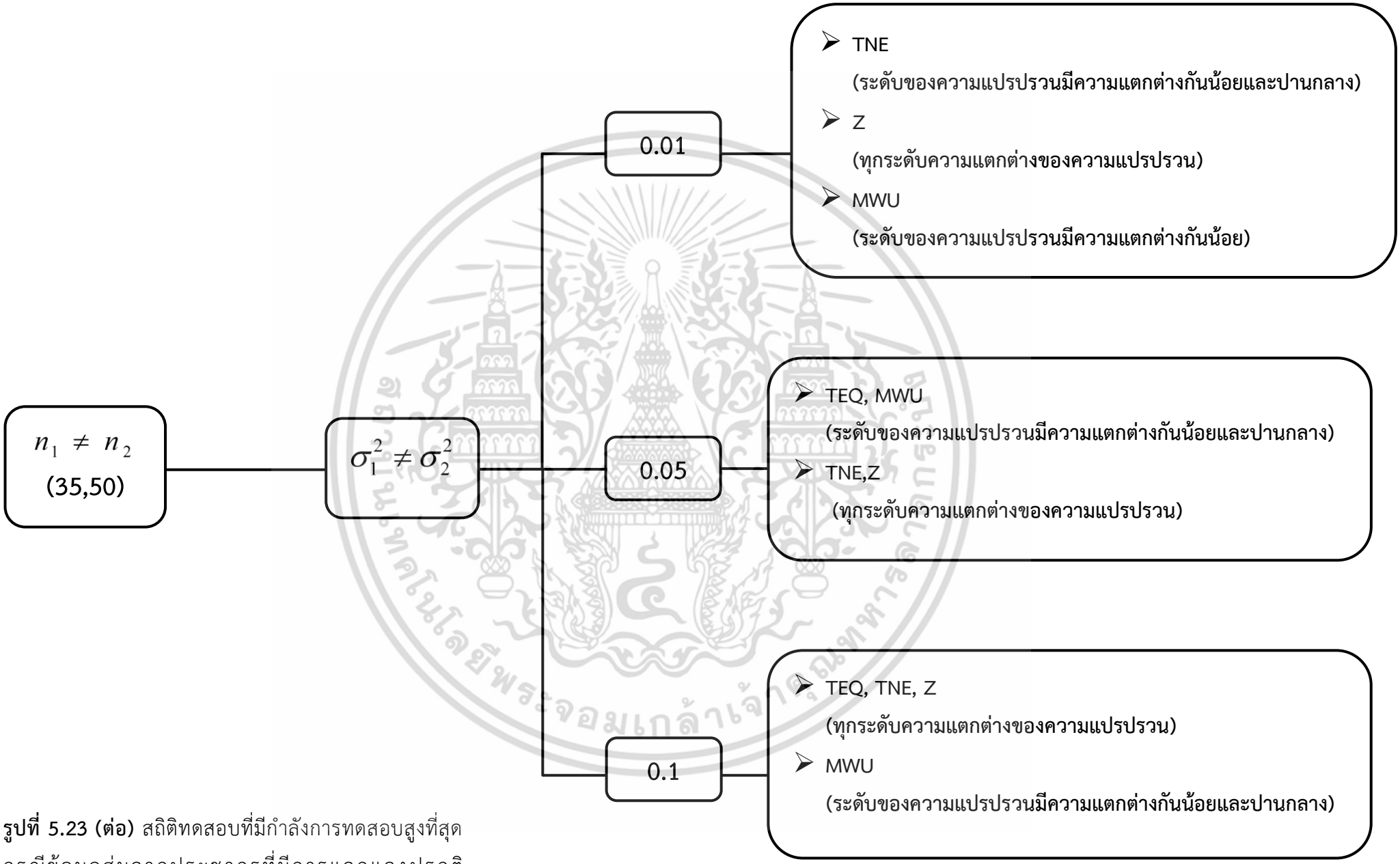
รูปที่ 5.22 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (25,35)



รูปที่ 5.22 (ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (25,35)



รูปที่ 5.23 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (35,50)



รูปที่ 5.23 (ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (35,50)

ตารางที่ 5.7 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ	ความแปรปรวน	ขนาดตัวอย่าง							
		เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
		(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
0.01	3	Z	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	9	Z	Z	Z	MWU	Z	Z	Z	Z
	27	Z	Z	Z	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ
	36	Z	MWU	MWU	MWU	TNE	MWU	MWU	MWU
0.05	3	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	9	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	TEQ,Z
	27	Z	Z	Z	TEQ,TNE	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ
	36	TEQ	MWU	MWU	MWU	TNE	MWU	MWU	MWU
0.1	3	Z	Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	TEQ,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	9	Z	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	Z	MWU
	27	Z	Z	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ	TEQ
	36	MWU	MWU	MWU	MWU	MWU	MWU	MWU	MWU

หมายเหตุ

TEQ หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน (t-test statistic แบบ Pooled variance)

TNE หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน (t-test statistic แบบ Separated variance)

Z หมายถึง สถิติทดสอบซี (Z-test statistic)

RND หมายถึง สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test)

MWU หมายถึง สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ	ความแปรปรวน	ϕ	ขนาดตัวอย่าง							
			เท่ากัน				ไม่เท่ากัน			
			(5,5)	(15,15)	(35,35)	(50,50)	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,50)
0.01	(3 , 5.4)	0.69	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	-	Z	Z	TNE,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	Z	Z	TEQ,TNE ,Z	TEQ,TNE ,Z	Z	Z	Z	TNE,Z,M WU
	(3 , 9)	1.73	Z	Z	Z	TEQ,TNE ,Z	Z	Z	TNE,Z	TNE,Z
	(3 , 11.65)	2.49	Z	Z	Z	TEQ,TNE ,Z	TNE	Z	Z	TNE,Z
	(3 , 13.5)	3.03	Z	Z	Z	Z	Z	Z	TNE,Z	TNE
	(3 , 27)	6.93	Z	Z	Z	Z	Z	Z	TNE	TNE
0.05	(3 , 5.4)	0.69	Z	TEQ, TNE,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	TEQ, TNE,Z, MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	Z	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	TNE,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	Z	Z	TEQ,TNE ,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	Z	TNE,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	Z	Z	TEQ,TNE	TEQ,TNE	Z	TNE	TNE	TNE,Z
	(3 , 13.5)	3.03	TEQ	Z	TEQ,TNE ,Z	TEQ,TNE ,Z	Z	Z	TNE	TEQ,TNE ,Z
	(3 , 27)	6.93	Z	Z	TEQ	TEQ	Z	Z	TNE	TNE
0.1	(3 , 5.4)	0.69	Z	TEQ	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ, TNE,Z, MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	(3 , 8.1)	1.47	Z	TEQ,TN E	TEQ,TNE ,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	TNE	TEQ, TNE,Z, MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU
	(3 , 9)	1.73	Z	TEQ,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU	TEQ,TNE ,Z,MWU	Z	TNE,Z	TEQ, TNE,Z	TEQ,TNE ,Z,MWU
	(3 , 11.65)	2.49	Z	Z	TEQ,TNE	TEQ,TNE ,Z	Z	Z	Z	TEQ,TNE ,Z
	(3 , 13.5)	3.03	Z	Z	TEQ	TEQ,TNE ,Z	Z	Z	TEQ, TNE,Z	TEQ,TNE ,Z
	(3 , 27)	6.93	Z	Z	TEQ	TEQ,TNE	Z	Z	TNE	TNE

หมายเหตุ

- ไม่มีสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

TEQ หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน (t-test statistic แบบ Pooled variance)

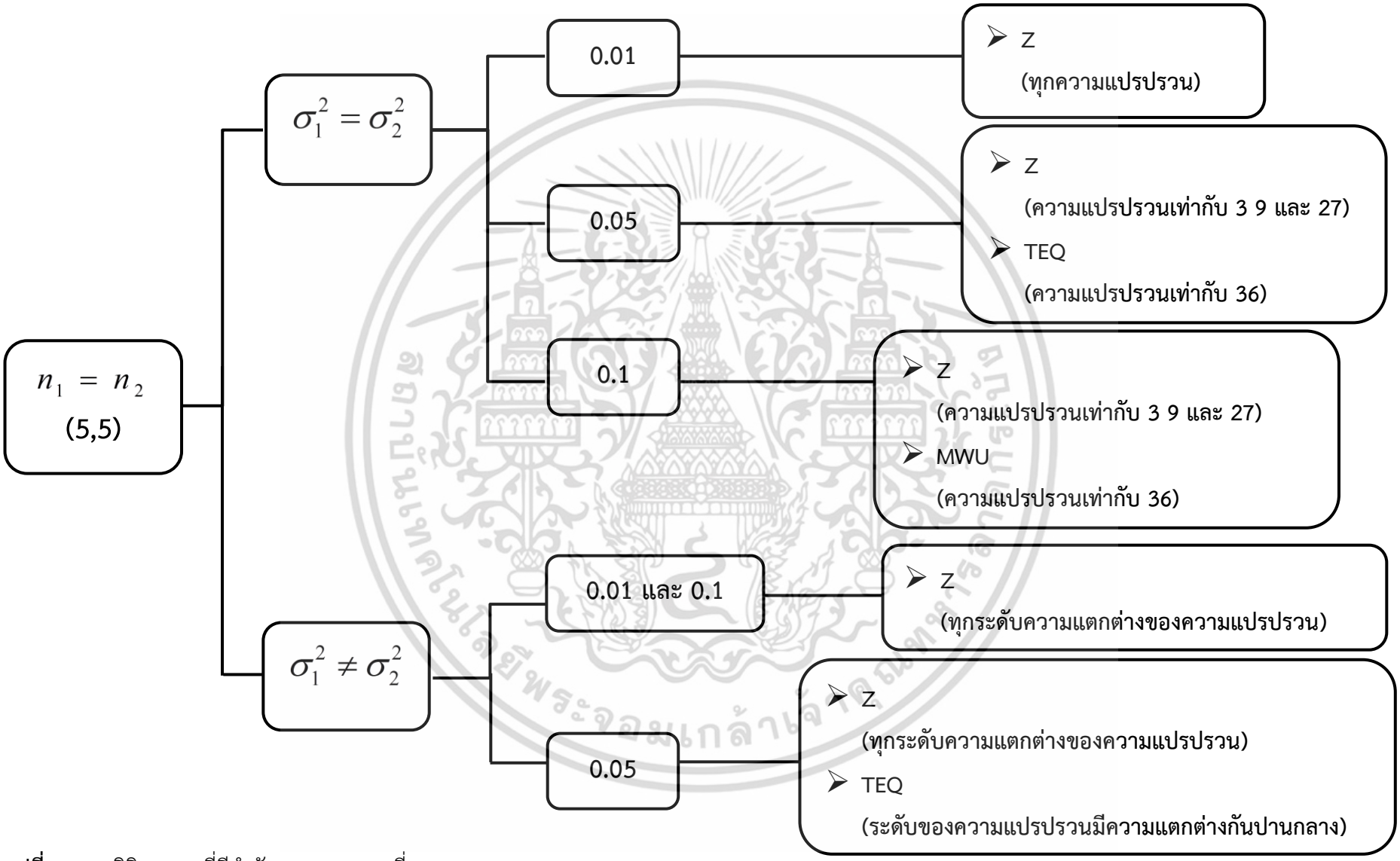
TNE หมายถึง สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน (t-test statistic แบบ Separated variance)

Z หมายถึง สถิติทดสอบซี (Z-test statistic)

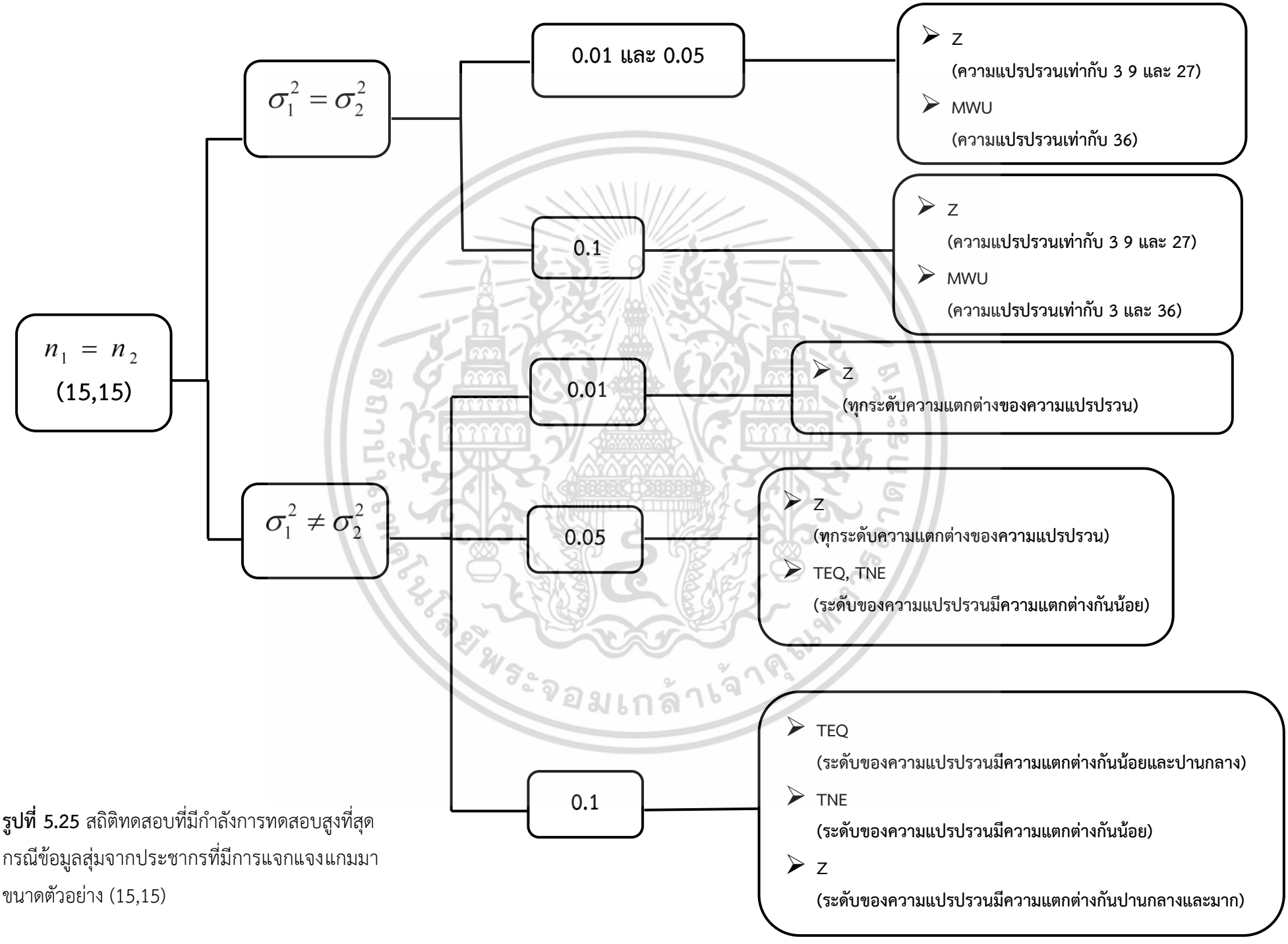
RND หมายถึง สถิติทดสอบแบบสุ่ม (The Randomization Test)

MWU หมายถึง สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู (Mann – Whitney U Test)

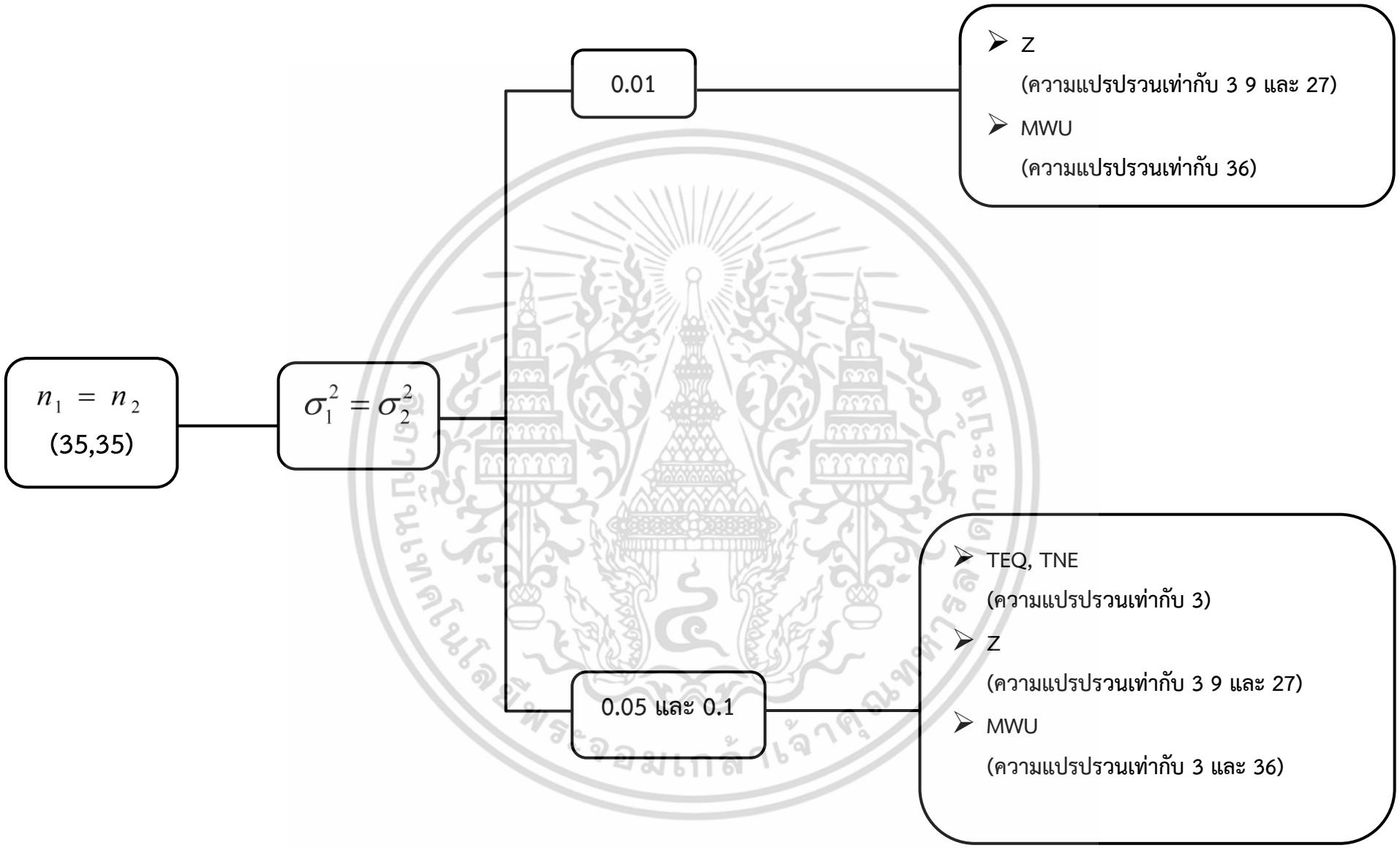
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



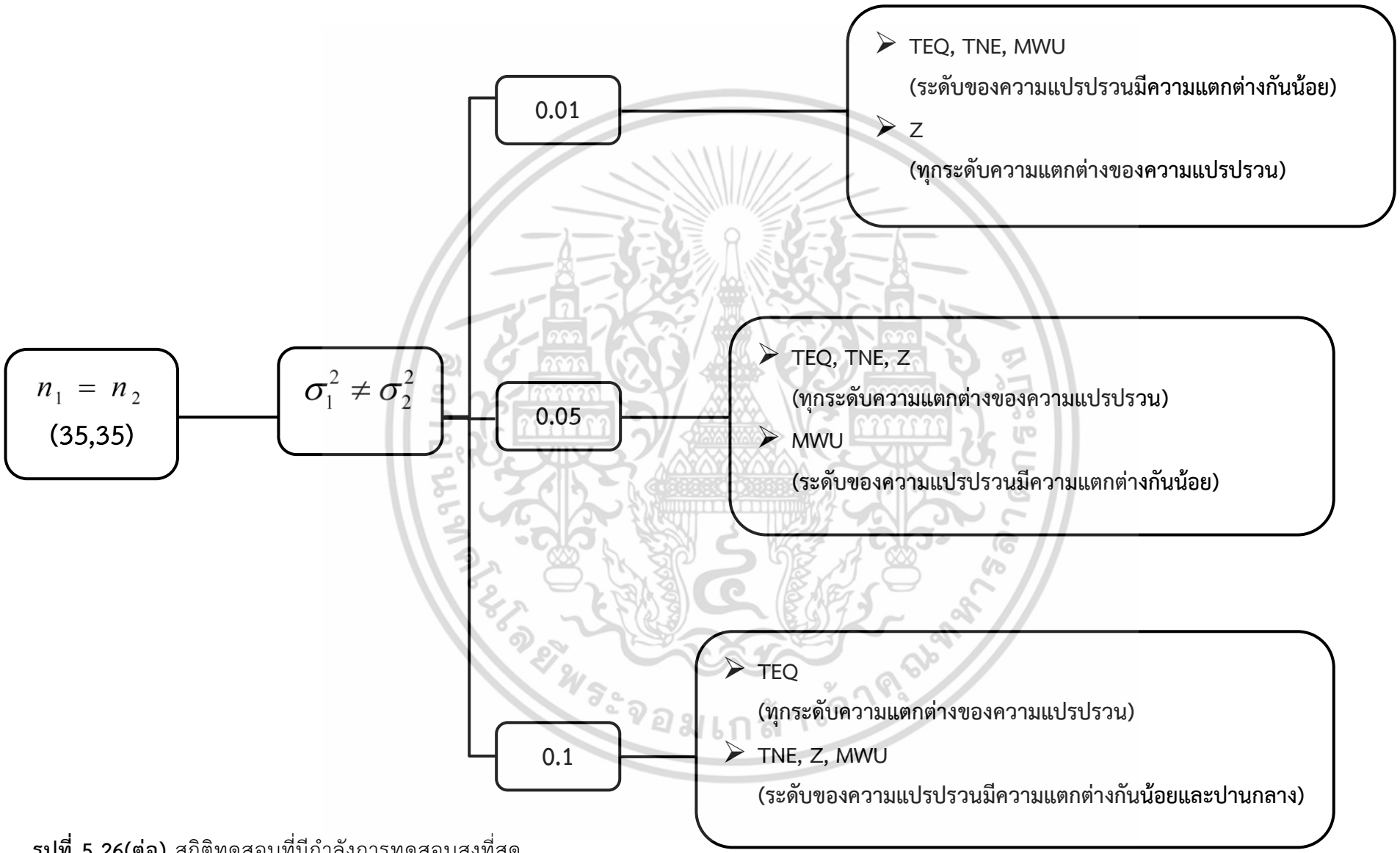
รูปที่ 5.24 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (5,5)



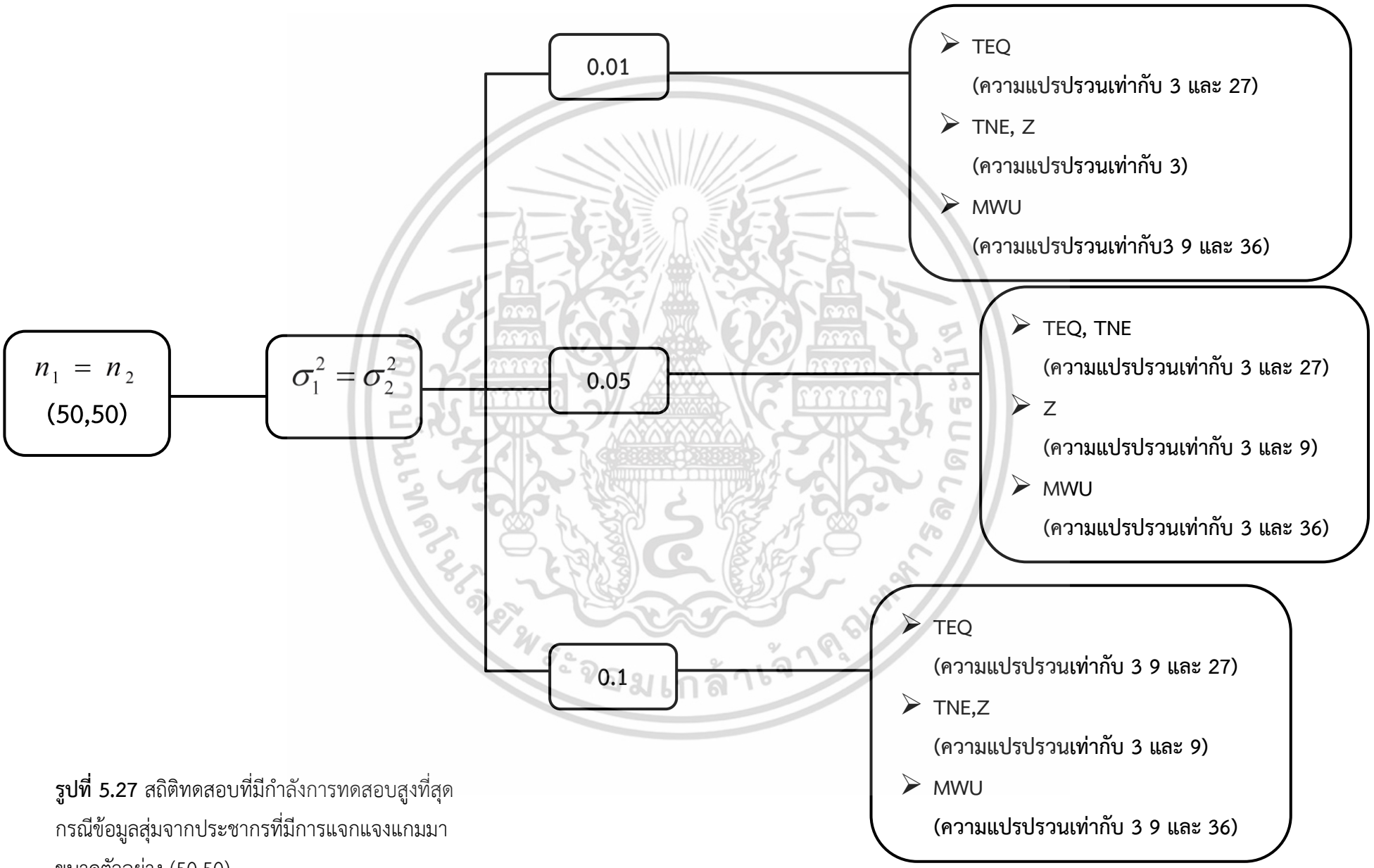
รูปที่ 5.25 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (15,15)



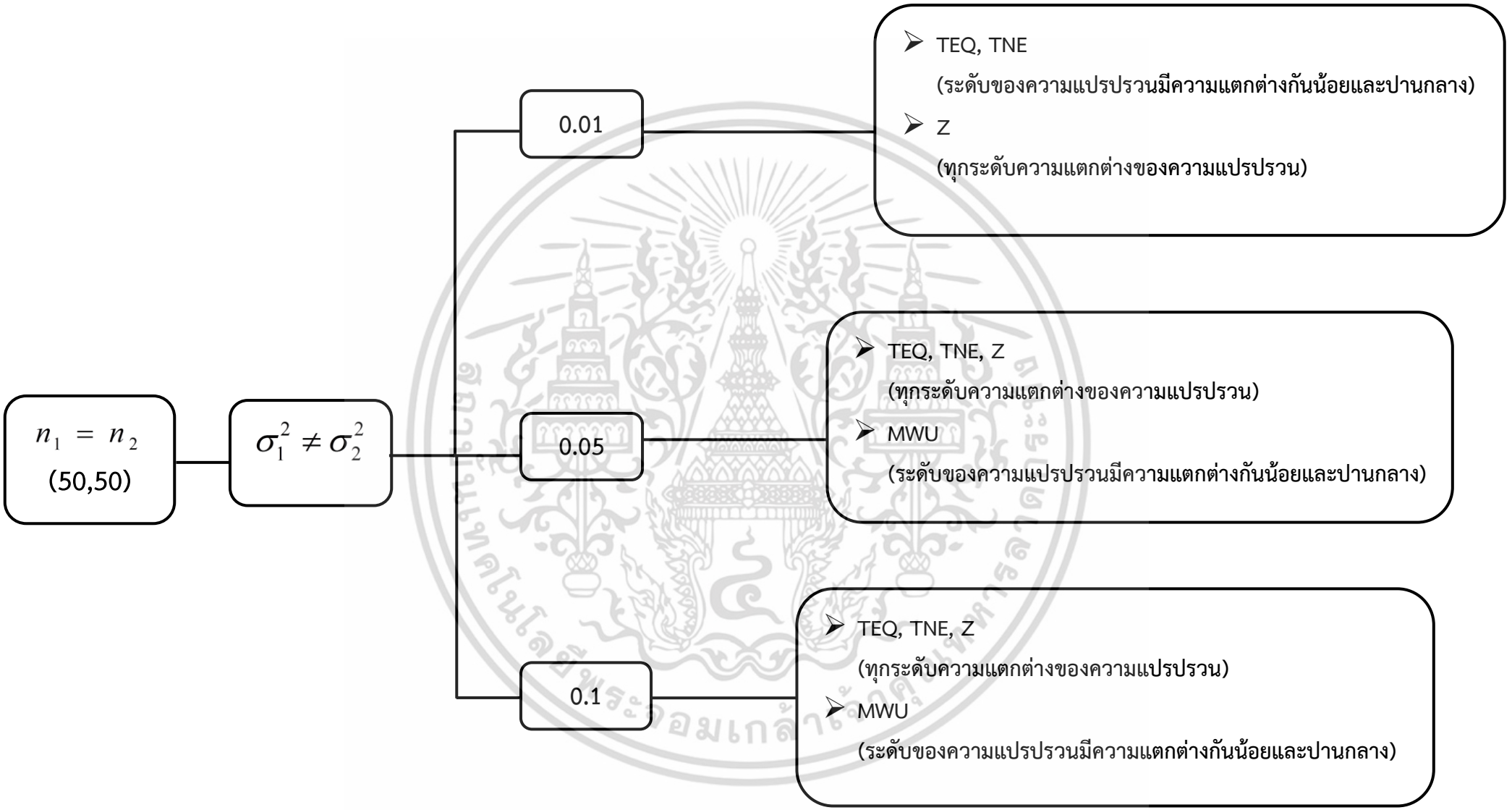
รูปที่ 5.26 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,35)



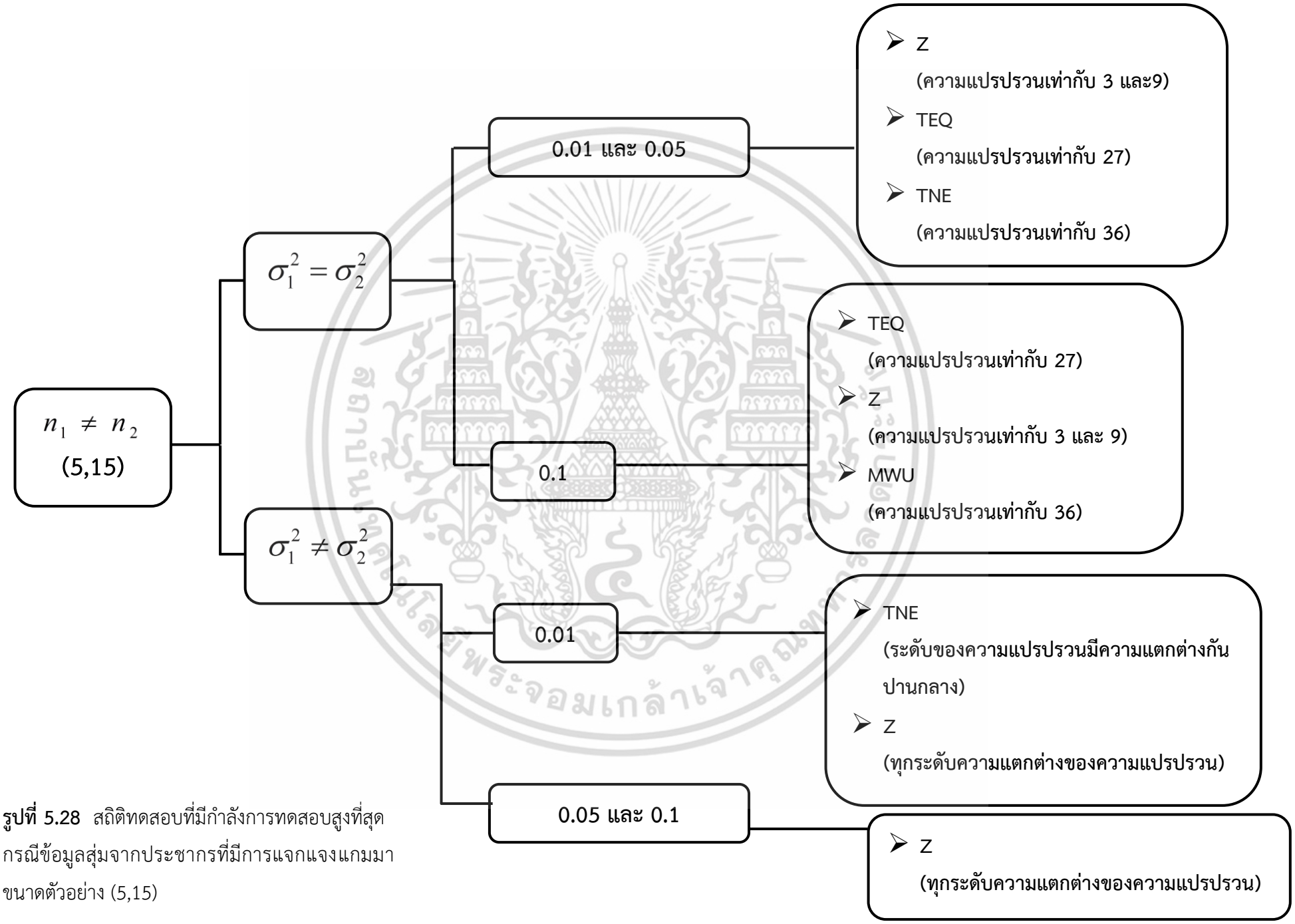
รูปที่ 5.26(ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,35)



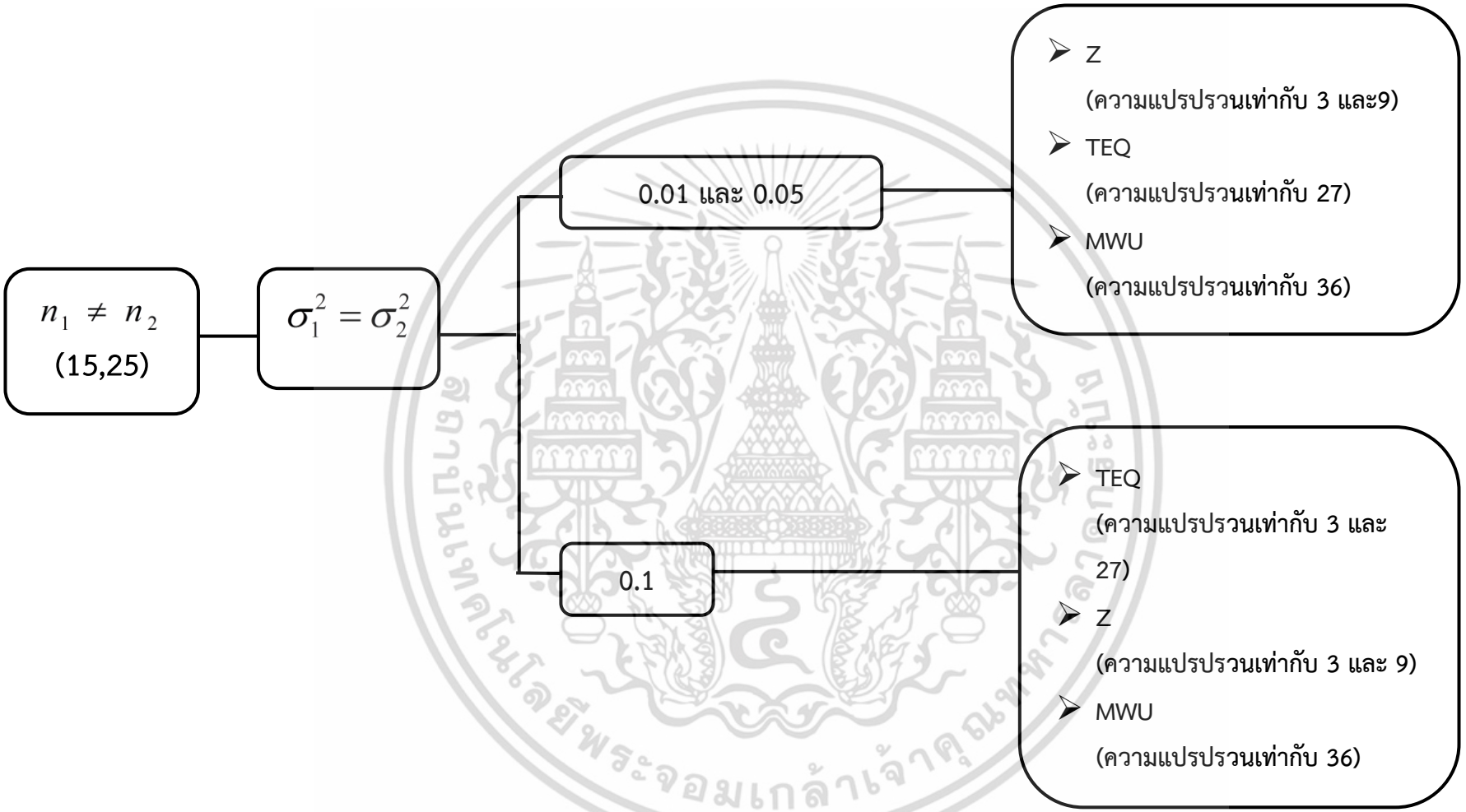
รูปที่ 5.27 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (50,50)



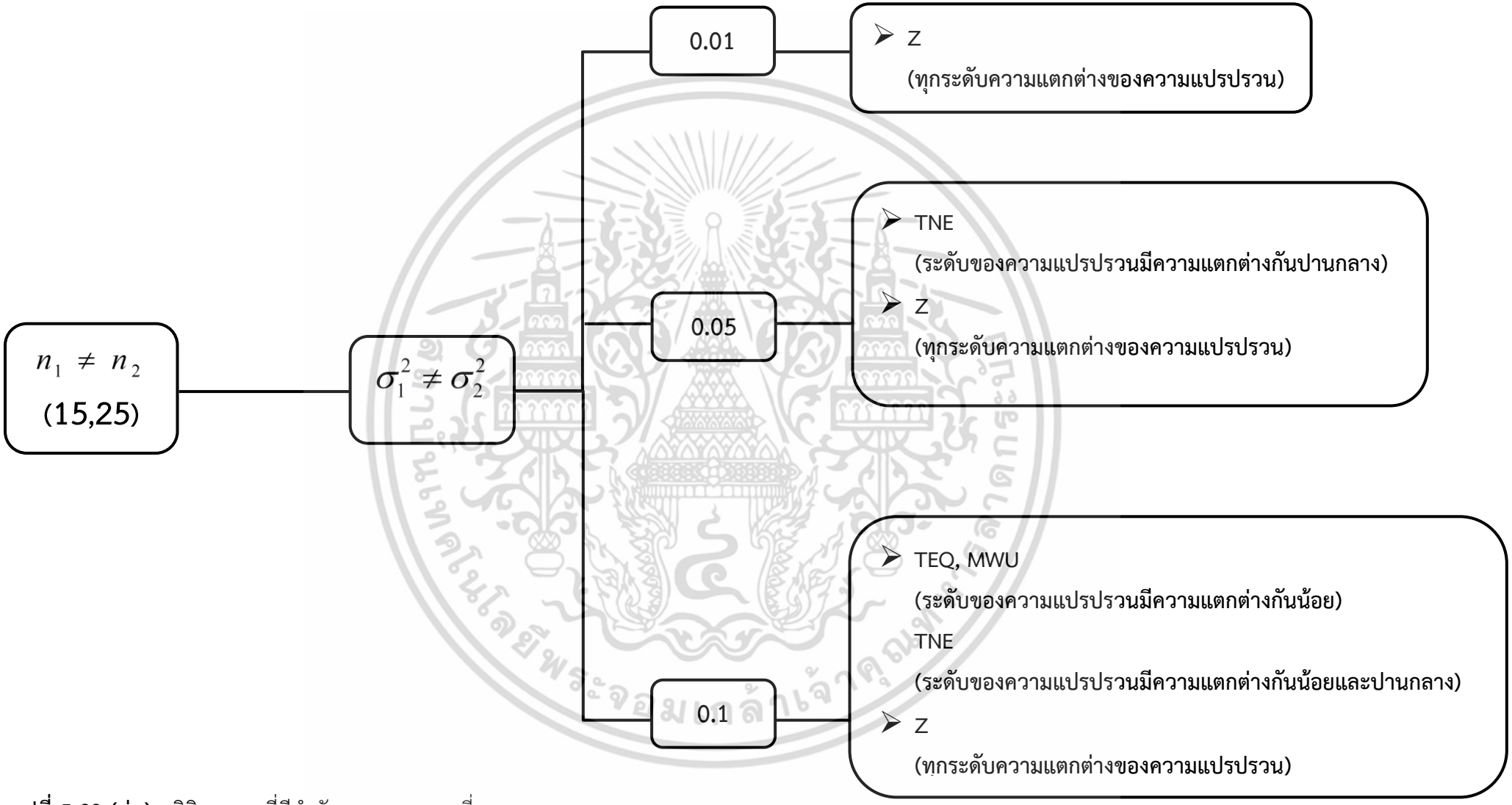
รูปที่ 5.27(ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (50,50)



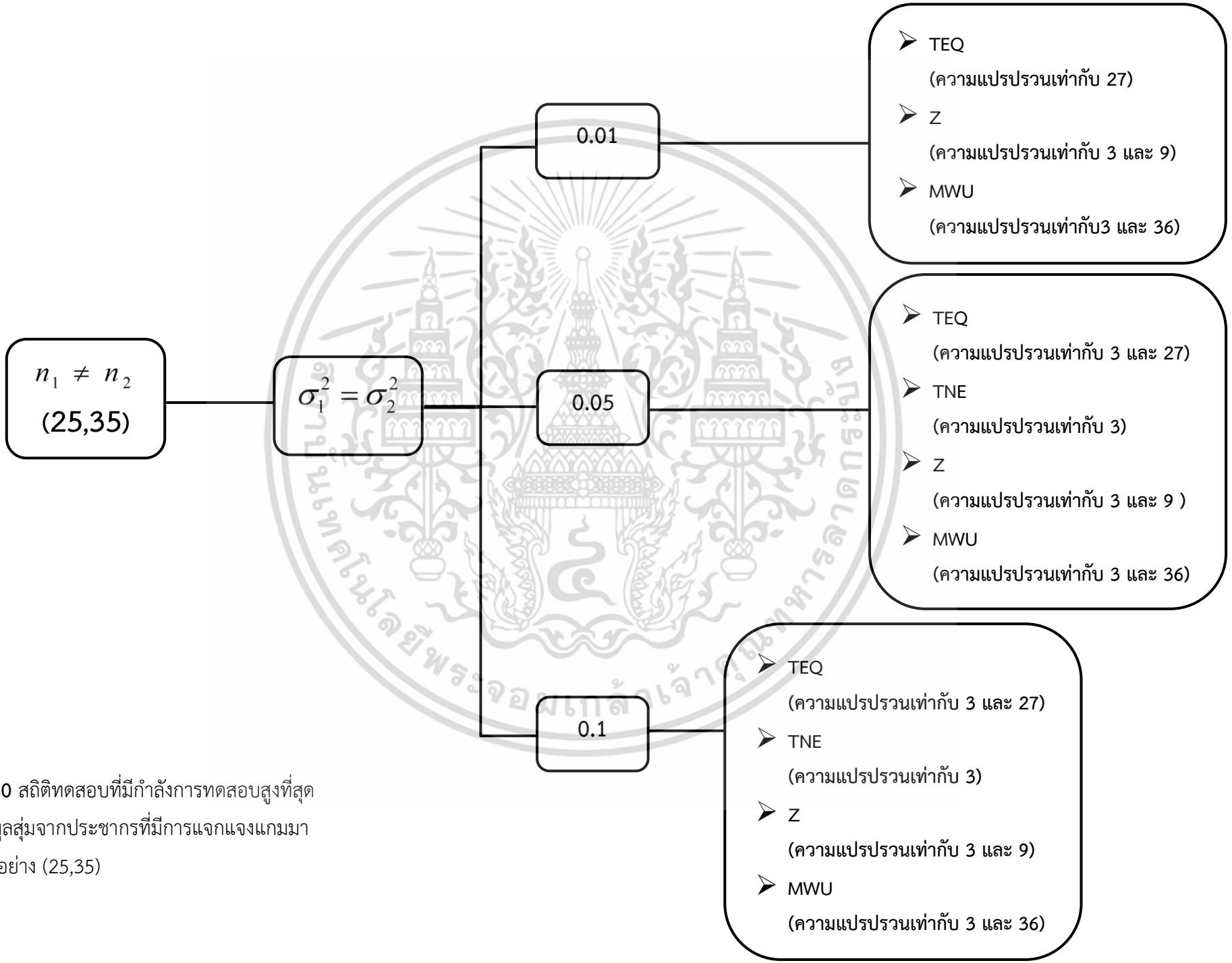
รูปที่ 5.28 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาขนาดตัวอย่าง (5,15)



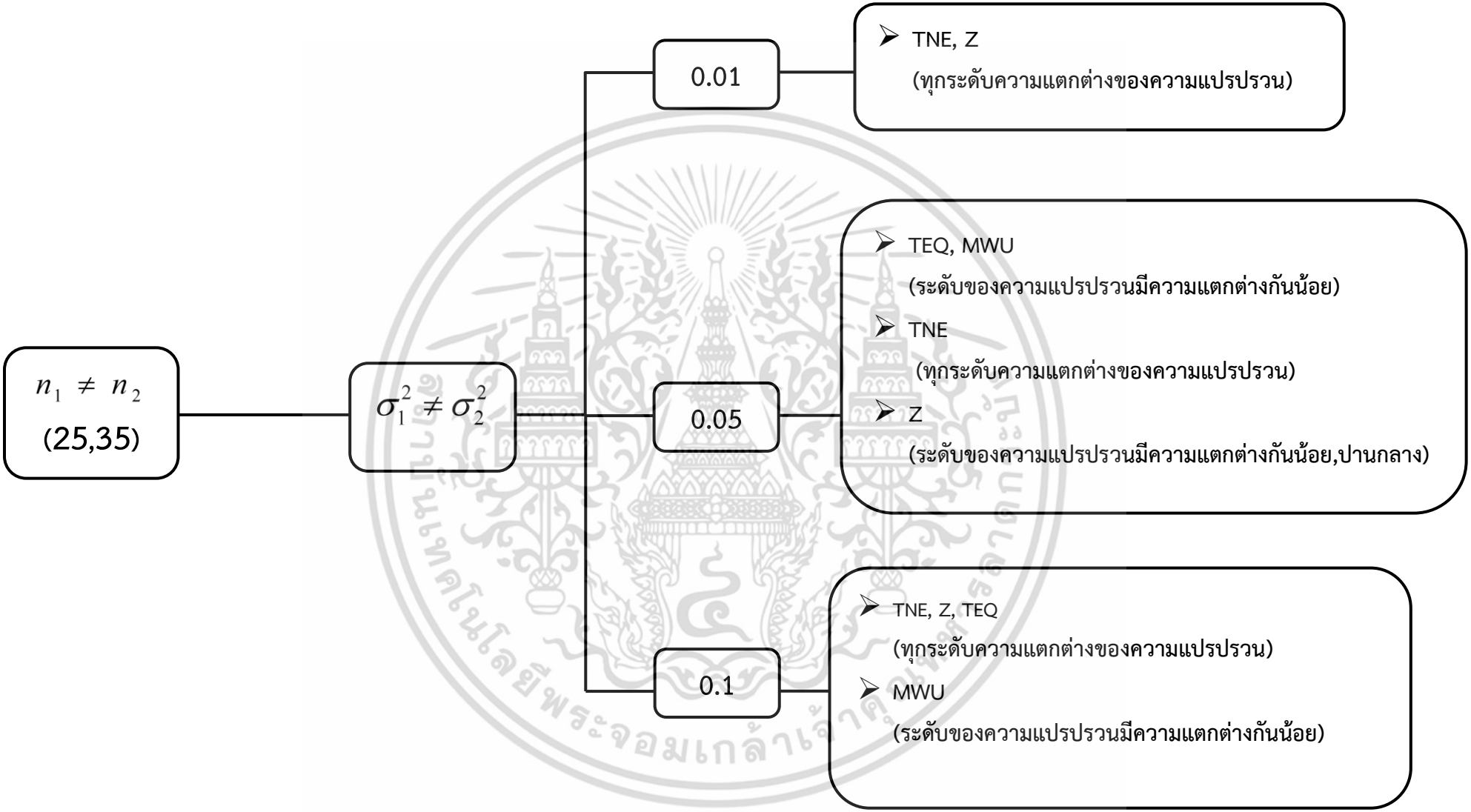
รูปที่ 5.29 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดกรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาขนาดตัวอย่าง (15,25)



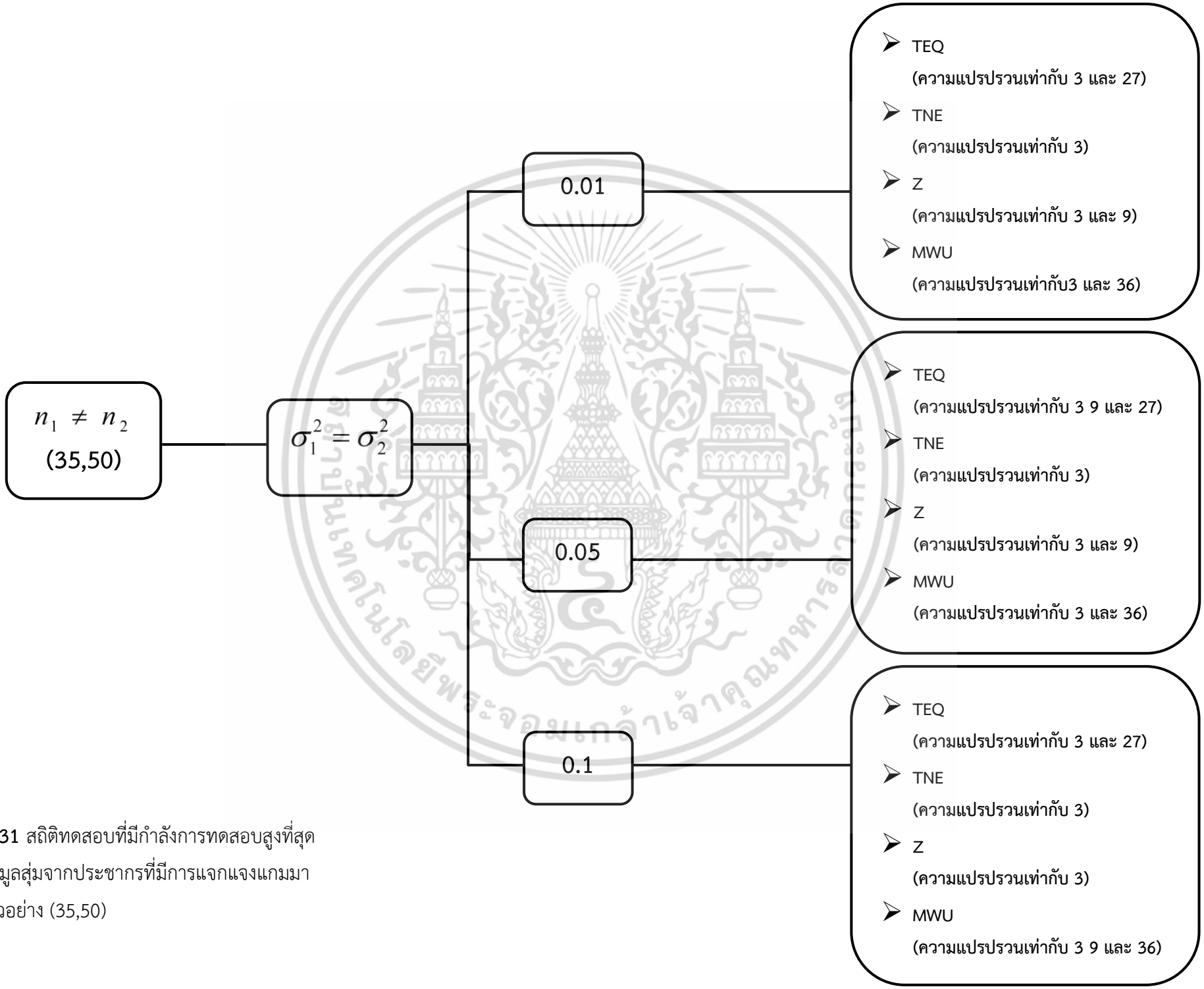
รูปที่ 5.29 (ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (15,25)



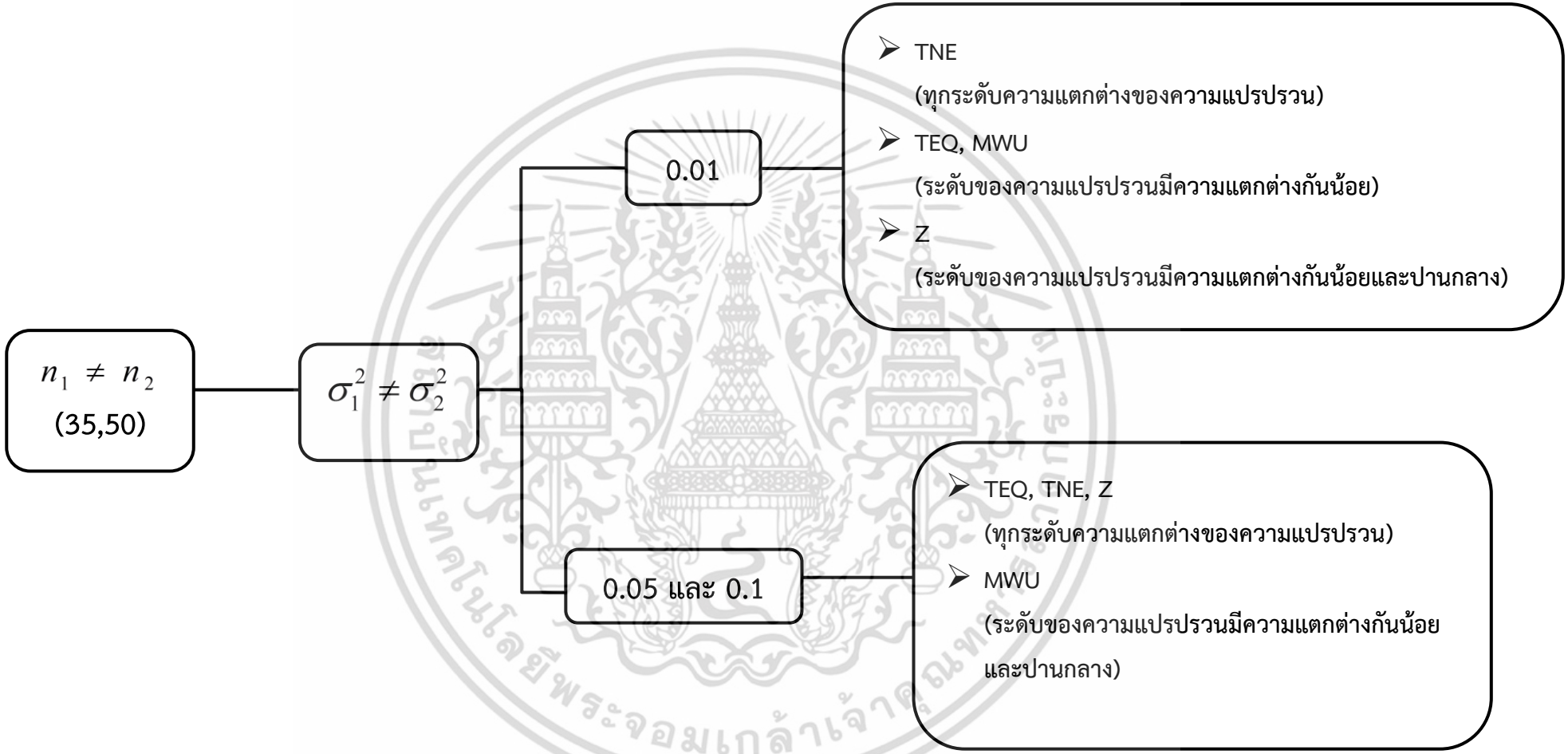
รูปที่ 5.30 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (25,35)



รูปที่ 5.30 (ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (25,35)



รูปที่ 5.31 สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,50)



รูปที่ 5.31 (ต่อ) สถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ขนาดตัวอย่าง (35,50)

5.3 อภิปรายผล

จากผลตารางและผังข้างต้นพบว่า กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติและแกมมา เมื่อความแปรปรวนเท่ากันและขนาดตัวอย่างเท่ากัน

- สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เกิน 27 และขนาดตัวอย่างไม่เกิน (35,35)
- สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36
- สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน จะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดก็ต่อเมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่และระดับนัยสำคัญมาก

เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน

- สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เกิน 9
- สถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36
- สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด มีในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 3และขนาดตัวอย่างมาก และในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 36 และขนาดตัวอย่างน้อย
- สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน จะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด มีในกรณีที่ความแปรปรวนเป็น 27 ทุกขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญ

กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติและแกมมา เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากันและขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันพบว่า

- สถิติทดสอบซี มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกความแปรปรวน
- สถิติทดสอบทีในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน และสถิติทดสอบแมนท์-วิทนี ยู มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

การวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในการเลือกสถิติทดสอบที่เหมาะสมสำหรับทดสอบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันในกรณีค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

5.4.2 ด้านการศึกษาวิจัย

1. ศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันในกรณีค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ของประชากรอื่นๆ ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติและการแจกแจงแกมมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงอื่นๆ หรือมีการแจกแจงต่างกันในแต่ละประชากร

3. ศึกษาในกรณีที่ประชากรมากกว่า 2 ประชากร

4. ศึกษาในกรณีขนาดตัวอย่างอื่นๆ นอกเหนือจากที่ได้ศึกษาไปในงานวิจัยนี้ ทั้งขนาดตัวอย่างเท่ากัน และไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นฤพล วงศ์เจริญสันติและคณะ. 2556. **การเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดและวิธีของเบส์ของการแจกแจงปัวซง** ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สาขาวิชาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กษิภัท โชติกรวรกุลและคณะ. 2557. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนในกรณี 2 ปะชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์** ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สาขาวิชาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กฤตพล ธีรธนิตนันท์และคณะ. 2558. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณในกรณีความแปรปรวนเท่ากันสำหรับ 3 ประชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์** ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สาขาวิชาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อโนทัย ตรีวานิช. 2539. **ทฤษฎีการอนุมานทางสถิติ** ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สุวิมล ติรกานันท์. 2553. **สถิตินันพาราเมตริก** พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อมรรัตน์ แมกไม้รักษา. 2550. **สถิติไม่อิงพารามิเตอร์** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชูใจ คูหารัตนไชย. 2556. **สถิติเบื้องต้น** ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อุมาพร จันทศร. 2541. **สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์** สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มนตรี สังข์ทอง. 2556. **การศึกษาประสิทธิภาพของสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์** มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มนตรี สังข์ทอง. 2557. **การศึกษาความแกร่งและอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์** มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Bradley, J. V. **Robustness?**. *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, Vol 31, Issue 2, November 1978, pages 144–152.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1
ในกรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

****

```
set.seed(25)
 m=1000; n1= c(5,15,35,50,5,15,25,35);n2 =
c(5,15,35,50,15,25,35,50);mu1=c(9,9,9,9);mu2=c(9,9,9,9);var1=c(3,9,2
7,36);var2=c(3,9,27,36)
 alpha = 0.01
 z.alpha =2.576
 for(j in 1:length(mu1))
 {
 for(g in 1:length(n1))
 {
 temp1=rep(0,m)
 temp2=rep(0,m)
 temp3=rep(0,m)
 temp4=rep(0,m)
 temp5=rep(0,m)
 t1=c()
 t2=c()
 z1=c()
 d.ran=c()
 w1=c()
 for(k in 1:m)
 {
 x1 = rnorm(n1[g],mu1[j],sqrt(var1[j]))
 x2 = rnorm(n2[g],mu2[j],sqrt(var2[j]))
 t.equal = t.test (x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired =
FALSE,var.equal = TRUE)
 t1[k]=t.equal$p.value
 if(t1[k]<alpha){temp1[k]=1}
 t.unequal = t.test (x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired
= FALSE,var.equal = FALSE)
 t2[k]=t.unequal$p.value
 if(t2[k]<alpha){temp2[k]=1}
 z.test= (mean(x1)-mean(x2))/sqrt((var1[j]/n1[g])+(var2[j]/n2[g]))
 z1[k]=z.test
 if(abs(z1[k])>z.alpha){temp3[k]=1}
 randTest=rep(0,10000)
 x=c(x1,x2)
 for(i in 1:10000)
 {
 y=sample(x)
 randTest[i]=mean(y[1:n1])-mean(y[(n1+1):(n1+n2)])
 }
 d.mean=mean(x1)-mean(x2)
 d.ran[k]=sum(abs(randTest)>d.mean)/10000
 if(d.ran[k]<alpha){temp4[k]=1}
 w.test=wilcox.test(x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired =
FALSE)
 w1[k]=w.test$p.value
if(w1[k]<alpha){temp5[k]=1}
}
cat(alpha,'\t',n1[g],'\t',n2[g],'\t',mean(temp1),'\t',mean(temp2),'\
t',mean(temp3),'\t',mean(temp4),'\t',mean(temp5),'\n')
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับคำนวณกำลังการทดสอบ

ในกรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

****

```
set.seed(25)
 m=1000; n1= c(5,15,35,50,5,15,25,35);n2 =
c(5,15,35,50,15,25,35,50);mu1=c(9,9,9,9);mu2=c(12,12,12,12);var1=c(3
,9,27,36);var2=c(3,9,27,36)
 alpha = 0.05
 z.alpha =1.96
 for(j in 1:length(mu1))
 {
 for(g in 1:length(n1))
 {
 temp1=rep(0,m)
 temp2=rep(0,m)
 temp3=rep(0,m)
 temp4=rep(0,m)
 temp5=rep(0,m)
 t1=c()
 t2=c()
 z1=c()
 d.ran=c()
 w1=c()
 for(k in 1:m)
 {
 x1 = rnorm(n1[g],mu1[j],sqrt(var1[j]))
 x2 = rnorm(n2[g],mu2[j],sqrt(var2[j]))
 t.equal = t.test (x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired =
FALSE,var.equal = TRUE)
 t1[k]=t.equal$p.value
 if(t1[k]<alpha){temp1[k]=1}
 t.unequal = t.test (x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired
= FALSE,var.equal = FALSE)
 t2[k]=t.unequal$p.value
 if(t2[k]<alpha){temp2[k]=1}
 z.test= (mean(x1)-mean(x2))/sqrt((var1[j]/n1[g])+(var2[j]/n2[g]))
 z1[k]=z.test
 if(abs(z1[k])>z.alpha){temp3[k]=1}
 randTest=rep(0,10000)
 x=c(x1,x2)
 for(i in 1:10000)
 {
 y=sample(x)
 randTest[i]=mean(y[1:n1])-mean(y[(n1+1):(n1+n2)])
 }
 d.mean=mean(x1)-mean(x2)
 d.ran[k]=sum(abs(randTest)>d.mean)/10000
 if(d.ran[k]<alpha){temp4[k]=1}
 w.test=wilcox.test(x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired =
FALSE)
 w1[k]=w.test$p.value
if(w1[k]<alpha){temp5[k]=1}
}
cat(alpha,'\t',n1[g],'\t',n2[g],'\t',mean(temp1),'\t',mean(temp2),'\
t',mean(temp3),'\t',mean(temp4),'\t',mean(temp5),'\n')
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1
ในกรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

****

```
set.seed(25)
 m=1000; n1= c(5,15,35,50,5,15,25,35);n2 =
c(5,15,35,50,15,25,35,50);Alpha1=c(27,9,3,2);Alpha2=c(27,9,3,2);Beta
1=c(1/3,1,3,17/4);Beta2=c(1/3,1,3,17/4)
 alpha = 0.05
 z.alpha =1.96

 for(j in 1:length(Alpha1))
 {
 for(g in 1:length(n1))
 {
 temp1=rep(0,m)
 temp2=rep(0,m)
 temp3=rep(0,m)
 temp4=rep(0,m)
 temp5=rep(0,m)
 t1=c()
 t2=c()
 z1=c()
 d.ran=c()
 w1=c()
 for(k in 1:m)
 {
 x1 = rgamma(n1[g],Alpha1[j],1/(Beta1[j]))
 x2 = rgamma(n2[g],Alpha2[j],1/(Beta2[j]))
 t.equal = t.test (x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired =
FALSE,var.equal = TRUE)
 t1[k]=t.equal$p.value
 if(t1[k]<alpha){temp1[k]=1}
 t.unequal = t.test (x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired
= FALSE,var.equal = FALSE)
 t2[k]=t.unequal$p.value
 if(t2[k]<alpha){temp2[k]=1}
 z.test= (mean(x1)-
mean(x2))/sqrt(((Alpha1[j]*Beta1[j]*Beta1[j])/n1[g])+((Alpha2[j]*Bet
a2[j]*Beta2[j])/n2[g]))
 z1[k]=z.test
 if(abs(z1[k])>z.alpha){temp3[k]=1}
 randTest=rep(0,10000)
 x=c(x1,x2)
 for(i in 1:10000)
 {
 y=sample(x)
 randTest[i]=mean(y[1:n1])-mean(y[(n1+1):(n1+n2)])
 }
 d.mean=mean(x1)-mean(x2)
 d.ran[k]=sum(abs(randTest)>d.mean)/10000
 if(d.ran[k]<alpha){temp4[k]=1}
 w.test=wilcox.test(x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired =
FALSE)
 w1[k]=w.test$p.value
if(w1[k]<alpha){temp5[k]=1}
}
cat(alpha,'\t',n1[g],'\t',n2[g],'\t',mean(temp1),'\t',mean(temp2),'\
t',mean(temp3),'\t',mean(temp4),'\t',mean(temp5),'\n')
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับคำนวณกำลังการทดสอบ

ในกรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

****

```
set.seed(25)
 m=1000; n1= c(5,15,35,50,5,15,25,35);n2 =
c(5,15,35,50,15,25,35,50);Alpha1=c(27,9,3,2);Alpha2=c(48,16,5,4);Bet
a1=c(1/3,1,3,17/4);Beta2=c(1/4,3/4,58/45,3)
 alpha = 0.05
 z.alpha =1.96

 for(j in 1:length(Alpha1))
 {
 for(g in 1:length(n1))
 {
 temp1=rep(0,m)
 temp2=rep(0,m)
 temp3=rep(0,m)
 temp4=rep(0,m)
 temp5=rep(0,m)
 t1=c()
 t2=c()
 z1=c()
 d.ran=c()
 w1=c()
 for(k in 1:m)
 {
 x1 = rgamma(n1[g],Alpha1[j],1/(Beta1[j]))
 x2 = rgamma(n2[g],Alpha2[j],1/(Beta2[j]))
 t.equal = t.test (x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired =
FALSE,var.equal = TRUE)
 t1[k]=t.equal$p.value
 if(t1[k]<alpha){temp1[k]=1}
 t.unequal = t.test (x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired
= FALSE,var.equal = FALSE)
 t2[k]=t.unequal$p.value
 if(t2[k]<alpha){temp2[k]=1}
 z.test= (mean(x1)-
mean(x2))/sqrt(((Alpha1[j]*Beta1[j]*Beta1[j])/n1[g])+((Alpha2[j]*Bet
a2[j]*Beta2[j])/n2[g]))
 z1[k]=z.test
 if(abs(z1[k])>z.alpha){temp3[k]=1}
 randTest=rep(0,10000)
 x=c(x1,x2)
 for(i in 1:10000)
 {
 y=sample(x)
 randTest[i]=mean(y[1:n1])-mean(y[(n1+1):(n1+n2)])
 }
 d.mean=mean(x1)-mean(x2)
 d.ran[k]=sum(abs(randTest)>d.mean)/10000
 if(d.ran[k]<alpha){temp4[k]=1}
 w.test=wilcox.test(x1,x2,alternative = c("two.sided"),mu=0,paired =
FALSE)
 w1[k]=w.test$p.value
if(w1[k]<alpha){temp5[k]=1}
}
cat(alpha,'\t',n1[g],'\t',n2[g],'\t',mean(temp1),'\t',mean(temp2),'\
t',mean(temp3),'\t',mean(temp4),'\t',mean(temp5),'\n')
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
**********************************************************************************************
```

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับสร้างกราฟการแจกแจงความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ

```
**********************************************************************************************
x=seq(-6,24,length.out=10000)

plot(x,dnorm(x,9,sqrt(3)),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.
25),ylab="Density",main="Normal Probability Density Function")

lines(x,dnorm(x,9,sqrt(9)),lty=3,col="black",lwd=5,type="l")

lines(x,dnorm(x,9,sqrt(27)),lty=4,col = 451,lwd=5,type="l")

lines(x,dnorm(x,9,sqrt(36)),lty=5,col = 672,lwd=5,type="l")

labels=c("N(9,3)","N(9,9)","N(9,27)","N(9,36)")

colors=c("red","black",451,672)

A=c(1,2,3,4)

legend("topright",inset=0.05,labels,lwd=3,lty=A,col=colors)
**********************************************************************************************
```

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับสร้างกราฟการแจกแจงความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา

```
**********************************************************************************************

x=seq(0,25,length.out = 10000)
plot(x,dgamma(x,27,3/1),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.25
),ylab="Density",main="Gamma Probability Density Function")
lines(x,dgamma(x,9,1/1),lty = 2,col = "blue",lwd = 4,type = "l")
lines(x,dgamma(x,3,1/3),lty = 3,col = "black",lwd = 5,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,4/17),lty = 4,col = 451,lwd = 5,type = "l")

labels = c("Gamma(27,1/3)","Gamma(9,1)","Gamma(3,3)" ,
"Gamma(2,17/4)")
colors = c("red","blue","black",451)
A = c(1,2,3,4)
legend("topright",inset = 0.05,labels,lwd = 3,lty = A,col = colors)

**********************************************************************************************
```

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับสร้างกราฟเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

```
**********************************************************************************************

BradleyUpper = rep(0.075,4)
BradleyLower = rep(0.025,4)
TEQ1 = c(0.042,0.045,0.051,0.054)
TNE1 = c(0.04,0.044,0.045,0.047)
Z1   = c(0.045,0.047,0.037,0.058)
RAD1 = c(0.027,0.023,0.03,0.027)
MWU1 = c(0.026,0.034,0.034,0.029)

TEQ2 = c(0.056,0.057,0.049,0.056)
TNE2 = c(0.056,0.056,0.049,0.056)
Z2   = c(0.05,0.051,0.054,0.048)
RAD2 = c(0.001,0,0,0)
MWU2 = c(0.053,0.045,0.043,0.056)

TEQ3 = c(0.045,0.05,0.056,0.056)
TNE3 = c(0.045,0.05,0.056,0.056)
Z3   = c(0.051,0.054,0.053,0.057)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RAD3 = c(0,0,0,0)
MWU3 = c(0.054,0.059,0.067,0.055)

TEQ4 = c(0.062,0.055,0.051,0.064)
TNE4 = c(0.062,0.055,0.051,0.064)
Z4   = c(0.06,0.051,0.053,0.063)
RAD4 = c(0,0,0,0)
MWU4 = c(0.057,0.056,0.051,0.057)
y    = c('3','9','27','36')
x    = seq(1,4)

par(mfrow = c(2,2))

plot(x,TEQ1,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "orange",xaxt =
"n",ylim = c(0,0.2),main = "n1,n2 = 5,5",xlab = "variance",ylab =
"Type I Error",pch = 18,cex = 1)
lines(x,TNE1,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue" ,pch = 17,cex =
1)
lines(x,Z1,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "pink" ,pch = 4,cex = 1)
lines(x,RAD1,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red" ,pch = 8,cex =
1)
lines(x,MWU1,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green" ,pch = 16,cex
= 1)
lines(x,BradleyUpper,type = "l",lwd = 1,lty = 2)
lines(x,BradleyLower,type = "l",lwd = 1,lty = 2)
axis(1, at = 1:4, labels = y)
labels = c("TEQ","TNE","Z","RND","MWU")
lwdd   = c(2,2,2,2.9,2)
ltyy   = c(1,2,3,4,5)
colors = c("orange","blue","pink","red","green")
pchh   = c(18,17,4,8,16)
legend("top",inset = 0.03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col =
colors,pch = pchh,cex = 0.7)
plot(x,TEQ2,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "orange",xaxt =
"n",ylim = c(0,0.2),main = "n1,n2 = 15,15",xlab = "variance",ylab =
"Type I Error",pch = 18,cex = 1)
lines(x,TNE2,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue" ,pch = 17,cex =
1)
lines(x,Z2,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "pink" ,pch = 4,cex = 1)
lines(x,RAD2,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red" ,pch = 8,cex =
1)
lines(x,MWU2,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green" ,pch = 16,cex
= 1)
lines(x,BradleyUpper,type = "l",lwd = 1,lty = 2)
lines(x,BradleyLower,type = "l",lwd = 1,lty = 2)
axis(1, at = 1:4, labels = y)
labels = c("TEQ","TNE","Z","RND","MWU")
lwdd   = c(2,2,2,2.9,2)
ltyy   = c(1,2,3,4,5)
colors = c("orange","blue","pink","red","green")
pchh   = c(18,17,4,8,16)
legend("top",inset = 0.03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col =
colors,pch = pchh,cex = 0.7)
plot(x,TEQ3,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "orange",xaxt =
"n",ylim = c(0,0.2),main = "n1,n2 = 35,35",xlab = "variance",ylab =
"Type I Error",pch = 18,cex = 1)
lines(x,TNE3,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue" ,pch = 17,cex =
1)
lines(x,Z3,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "pink" ,pch = 4,cex = 1)
lines(x,RAD3,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red" ,pch = 8,cex =
1)
lines(x,MWU3,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green" ,pch = 16,cex
= 1)
lines(x,BradleyUpper,type = "l",lwd = 1,lty = 2)
lines(x,BradleyLower,type = "l",lwd = 1,lty = 2)
axis(1, at = 1:4, labels = y)
labels = c("TEQ","TNE","Z","RND","MWU")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lwdd   = c(2,2,2,2.9,2)
ltyy   = c(1,2,3,4,5)
colors = c("orange","blue","pink","red","green")
pchh   = c(18,17,4,8,16)
legend("top",inset = 0.03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col =
colors,pch = pchh,cex = 0.7)
plot(x,TEQ4,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "orange",xaxt =
"n",ylim = c(0,0.2),main = "n1,n2 = 50,50",xlab = "variance",ylab =
"Type I Error",pch = 18,cex = 1)
lines(x,TNE4,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue" ,pch = 17,cex =
1)
lines(x,Z4,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "pink" ,pch = 4,cex = 1)
lines(x,RAD4,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red" ,pch = 8,cex =
1)
lines(x,MWU4,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green" ,pch = 16,cex
= 1)
lines(x,BradleyUpper,type = "l",lwd = 1,lty = 2)
lines(x,BradleyLower,type = "l",lwd = 1,lty = 2)
axis(1, at = 1:4, labels = y)
labels = c("TEQ","TNE","Z","RND","MWU")
lwdd   = c(2,2,2,2.9,2)
ltyy   = c(1,2,3,4,5)
colors = c("orange","blue","pink","red","green")
pchh   = c(18,17,4,8,16)
legend("top",inset = 0.03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col =
colors,pch = pchh,cex = 0.7)
```

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับสร้างกราฟเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

****

```
TEQ1 = c(0.669,0.281,0.101,0.151)
TNE1 = c(0.64,0.257,0.073,0.122)
Z1   =c(0.768,0.346,0.154,0.144)
RAD1 = c(0,NA,0.128,0.003)
MWU1 =c(0.543,0.202,0.088,0.104)

TEQ2 = c(0.966,0.748,0.319,0.392)
TNE2 = c(0.996,0.747,0.31,0.39)
Z2   = c(0.998,0.788,0.352,0.387)
RAD2 = c(NA,NA,NA,NA)
MWU2 =c(0.997,0.748,0.236,0.43)

TEQ3 = c(1,0.986,0.717,0.685)
TNE3 = c(1,0.986,0.717,0.685)
Z3   = c(1,0.99,0.718,0.682)
RAD3 = c(NA,NA,NA,NA)
MWU3 = c(1,0.987,0.555,0.798)

TEQ4 = c(1,0.999,0.882,0.818)
TNE4 = c(1,0.999,0.882,0.817)
Z4   = c(1,1,0.868,0.833)
RAD4 = c(NA,NA,NA,NA)
MWU4 = c(1,0.999,0.738,0.917)
y    = c('3','9','27','36')
x    = seq(1,4)

par(mfrow = c(2,2))

plot(x,TEQ1,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "orange",xaxt =
"n",ylim = c(0,1),main = "n1,n2 = 5,5",xlab = "variance",ylab =
"Power of a Test",pch = 18,cex = 1)
lines(x,TNE1,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue" ,pch = 17,cex =
1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lines(x,Z1,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "pink" ,pch = 4,cex = 1)
lines(x,RAD1,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red" ,pch = 8,cex =
1)
lines(x,MWU1,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green" ,pch = 16,cex
= 1)
axis(1, at = 1:4, labels = y)
labels = c(“TEQ”,”TNE”,”Z”,”RND”,”MWU”)
lwdd   = c(2,2,2,2.9,2)
ltyy   = c(1,2,3,4,5)
colors = c("orange","blue","pink","red","green")
pchh   = c(18,17,4,8,16)
legend("topright",inset = 0.03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col =
colors,pch = pchh,cex = 0.7)
plot(x,TEQ2,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "orange",xaxt =
"n",ylim = c(0,1),main = "n1,n2 = 15,15",xlab = "variance",ylab =
"Power of a Test",pch = 18,cex = 1)
lines(x,TNE2,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue" ,pch = 17,cex =
1)
lines(x,Z2,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "pink" ,pch = 4,cex = 1)
lines(x,RAD2,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red" ,pch = 8,cex =
1)
lines(x,MWU2,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green" ,pch = 16,cex
= 1)
axis(1, at = 1:4, labels = y)
labels = c(“TEQ”,”TNE”,”Z”,”RND”,”MWU”)
lwdd   = c(2,2,2,2.9,2)
ltyy   = c(1,2,3,4,5)
colors = c("orange","blue","pink","red","green")
pchh   = c(18,17,4,8,16)
legend("topright",inset = 0.03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col =
colors,pch = pchh,cex = 0.7)
plot(x,TEQ3,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "orange",xaxt =
"n",ylim = c(0,1),main = "n1,n2 = 35,35",xlab = "variance",ylab =
"Power of a Test",pch = 18,cex = 1)
lines(x,TNE3,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue" ,pch = 17,cex =
1)
lines(x,Z3,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "pink" ,pch = 4,cex = 1)
lines(x,RAD3,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red" ,pch = 8,cex =
1)
lines(x,MWU3,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green" ,pch = 16,cex
= 1)
axis(1, at = 1:4, labels = y)
labels = c(“TEQ”,”TNE”,”Z”,”RND”,”MWU”)
lwdd   = c(2,2,2,2.9,2)
ltyy   = c(1,2,3,4,5)
colors = c("orange","blue","pink","red","green")
pchh   = c(18,17,4,8,16)
legend("bottomleft",inset = 0.03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col =
colors,pch = pchh,cex = 0.7)
plot(x,TEQ4,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "orange",xaxt =
"n",ylim = c(0,1),main = "n1,n2 = 50,50",xlab = "variance",ylab =
"Power of a Test",pch = 18,cex = 1)
lines(x,TNE4,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue" ,pch = 17,cex =
1)
lines(x,Z4,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "pink" ,pch = 4,cex = 1)
lines(x,RAD4,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red" ,pch = 8,cex =
1)
lines(x,MWU4,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green" ,pch = 16,cex
= 1)
axis(1, at = 1:4, labels = y)
labels = c(“TEQ”,”TNE”,”Z”,”RND”,”MWU”)
lwdd   = c(2,2,2,2.9,2)
ltyy   = c(1,2,3,4,5)
colors = c("orange","blue","pink","red","green")
pchh   = c(18,17,4,8,16)
legend("bottomleft",inset = 0.03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col =
colors,pch = pchh,cex = 0.7)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1 ตารางการแจกแจงที

t Table

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
one-tail	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
two-tails	1.00	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	Confidence Level										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ตารางการแจกแจงซี

Standard Normal Probabilities

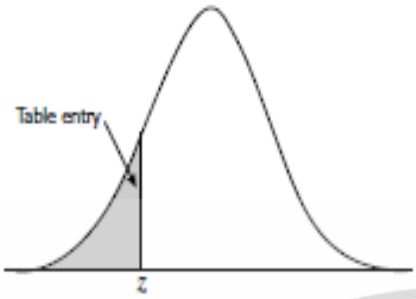


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
−3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
−3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
−3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
−3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
−3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
−2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
−2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
−2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
−2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
−2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
−2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
−2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
−2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
−2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
−2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
−1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
−1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
−1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
−1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
−1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
−1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
−1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
−1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
−1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
−1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
−0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
−0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
−0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
−0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
−0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
−0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
−0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
−0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
−0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
−0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ตารางการแจกแจงซี (ต่อ)

Standard Normal Probabilities

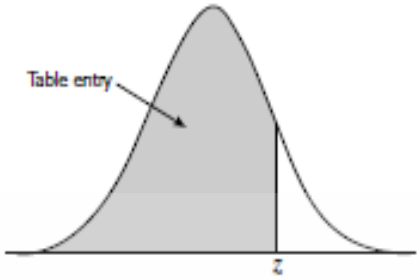


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.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	.9955	.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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้