การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน

นายรักษ์ติพงษ์ จงมีชัยชนะ

นายวิชาวินย์ อุชุเสถียรพันธุ์

นายสอภิญญา หิรัญพิศ

นายอนุสรณ์ จุลพล

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISON OF THE PERFORMANCES OF THREE NONPARAMETRIC TEST STATISTICS IN TESTING THE MEDIANS OF THREE CORRELATED POPULATIONS

Raktipong Jongmeechichana

Wichawin Uchusatienpun

Sopinya Hirunpid

Anusorn Joonlapol

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)

DEPARTMENT OF STATISTICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน
COMPARISON OF THE PERFORMANCES OF THREE NONPARAMETRIC TEST STATISTICS IN TESTING THE MEDIANS OF THREE CORRELATED POPULATIONS

ชื่อนักศึกษา	นายรักษ์ติพงษ์	จงมีชัยชนะ	รหัสนักศึกษา 57051160
	นายวิชาวินย์	อุชุเสถียรพันธุ์	รหัสนักศึกษา 57051169
	นายสอภิญญา	หิรัญพิศ	รหัสนักศึกษา 57051181
	นายอนุสรณ์	จุลพล	รหัสนักศึกษา 57051192

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2560
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร ประธานกรรมการ	
ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์ กรรมการ	
รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน		
ชื่อนักศึกษา	นายรักษ์ติพงษ์	จงมีชัยชนะ	รหัสนักศึกษา 57051160
	นายวิชาวินย์	อุชุเสถียรพันธุ์	รหัสนักศึกษา 57051169
	นายสอภิญญา	หิรัญพิศ	รหัสนักศึกษา 57051181
	นายอนุสรณ์	จุลพล	รหัสนักศึกษา 57051192
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง		

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน ซึ่งมีตัวสถิติทดสอบที่ใช้ศึกษา 3 ตัวสถิติทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอล์มอล-สกอร์ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 และ 0.05 เมื่อประชากรทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงเหมือนกัน ได้แก่ การแจกแจงปรกติหลายตัวแปร และการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร กำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากัน คือ (15,15,15), (30,30,30) และ (50,50,50) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2, 0.5 และ 0.8 และทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์จำนวน 1,000 ครั้ง

ผลจากการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ พบว่า ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนและตัวสถิติทดสอบเควดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดใกล้เคียงกันในทุกกรณี โดยเฉพาะในกรณีที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และพบว่าตัวสถิติทดสอบเควดจะให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดเกือบทุกกรณี รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ยกเว้นกรณีที่ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีระดับนัยสำคัญ 0.05 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าค่อนข้างมาก ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนจะให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้น้อยที่สุด และกำลังการทดสอบต่ำที่สุดในทุกกรณี

คำสำคัญ : ประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กำลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	COMPARISON OF THE PERFORMANCES OF THREE NONPARAMETRIC TEST STATISTICS IN TESTING THE MEDIANS OF THREE CORRELATED POPULATIONS		
Students	Raktipong	Jongmeechichana	Student ID 57051160
	Wichawin	Uchusatienpun	Student ID 57051169
	Sopinya	Hirunpid	Student ID 57051181
	Anusorn	Julapol	Student ID 57051192
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic year	2017		
Advisor	Assistant Professor Saichon Sinsomboonthong		

Abstract

The objective of this project was to evaluate the performances of three non-parametric test statistics: Friedman Test, Quade Test and Van der Waerden Normal-Scores Test that were used to compare the medians of three correlated populations. The evaluation was in terms of the test statistics' ability to control the probability of type I error and the power of test at significance levels of 0.01 and 0.05. The three correlated populations had the same distribution, either normal or gamma distribution. The sizes of the samples from the three populations were set to be the: (15,15,15), (30,30,30) and (50,50,50). The correlation coefficients were set to be 0.2, 0.5, and 0.8. Simulated data were run through the statistical software R, 1000 times for each combination of these setting values.

From the results of the runs, it was found that Friedman Test statistics and Quade Test statistics provided the highest control capability of probability of type I error for all cases of two levels of significance, especially the level of significance of 0.05, it was found that Quade Test statistics provided the highest power of a test for almost all cases. The second best was Friedman Test statistics. For the case of three correlated populations with the level of significance of 0.05 and the highest correlation coefficients, Friedman Test statistics provided the highest power of a test. On the other hand, Van der Waerden Normal-Scores Test statistics provided the lowest control capability of probability of type I error as well as the lowest power of a test in all cases.

Keyword: Correlated Populations, Probability of Type I Error, Power of a Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมีความถูกต้องในเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ และหนังสืออ้างอิง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจทานแก้ไขความถูกต้อง ตลอดจนติดตามผลงานทุกขั้นตอนของการดำเนินงานในการทำปัญหาพิเศษนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์ และ ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร คณะกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำข้อบกพร่อง ทำให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คุณอัจฉรา แผ้วบาง และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้จัดทำปัญหาพิเศษที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการทำงานมาโดยตลอดจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นายรักษ์ติพงษ์ จงมีชัยชนะ
นายวิชาวินย์ อุชุเสถียรพันธุ์
นายสอภิญญา หิรัญพิศ
นายอนุสรณ์ จุลพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... จ
สารบัญรูป ..... ฌ
คำย่อ/ สัญลักษณ์และคำอธิบาย ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.4 คำจำกัดความในการวิจัย 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 ตัวสถิติที่ใช้ในการวิจัย 6
2.1.1 ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน 6
2.1.2 ตัวสถิติทดสอบเควด 7
2.1.3 ตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอล์มอล-สกอร์ 9
2.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 10
2.1.4.1 การแจกแจงปรกติหลายตัวแปร 10
2.1.4.2 การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร 11
2.2 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ 12
2.3 ตัวอย่างการคำนวณตัวสถิติทดสอบ 14
2.3.1 วิธีทดสอบของตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน 15
2.3.2 วิธีทดสอบของตัวสถิติทดสอบเควด 17
2.3.3 วิธีทดสอบของตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอล์มอล-สกอร์ 21
2.4 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดี่ยว 23
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 31
3.1 การวางแผนการวิจัย 31
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย 42
3.3 ขั้นตอนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย 45
บทที่ 4 ผลการวิจัย 47
4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน 4
4.1.2 ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน 54
4.1.3 ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน 65
4.1.4 ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน 71
4.2 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ 82
4.2.1 ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน 82
4.2.2 ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน 88
4.2.3 ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน 99
4.2.4 ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน 105
4.3 สรุปผลการทดลอง 116
4.3.1 สรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ 116
4.3.2 สรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 117
4.3.3 สรุปการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ 117
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 119
5.1 สรุปผลการวิจัย 119
5.2 อภิปรายผล 121
5.3 ข้อเสนอแนะ 122
บรรณานุกรม 123
ภาคผนวก 124
ภาคผนวก ก 125
ภาคผนวก ข 144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่มาใช้ในการศึกษา 32

3.2 ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับ
การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) 32

3.3 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับ
การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) 33

3.4 ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับ
การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) 35

3.5 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับ
การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) 36

3.6 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับ
การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) 37

3.7 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับ
การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) 38

3.8 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับ
การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) 40

3.9 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับ
การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) 41

4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม
มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน
เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 48

4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม
มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน
เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 49

4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม
มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน
เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 54

4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม
มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน
เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 55

4.5 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 62

4.6 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 64
4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม
มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน
เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 65
4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม
มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน
เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 66
4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม
มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน
เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 71
4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม
มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน
เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 72
4.12 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 79
4.13 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 80
4.14 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 81
4.15 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 82
4.16 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 83
4.17 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 88
4.18 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 89
4.19 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบ
ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.20 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบ
ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5..... 97
4.21 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบ
ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8..... 98
4.22 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01..... 99
4.23 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05..... 100
4.24 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01..... 105
4.25 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05..... 106
4.26 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบ
ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2..... 113
4.27 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบ
ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5..... 114
4.28 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบ
ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8..... 115
4.29 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1
ได้ดีที่สุด 3 ลำดับ และตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด 3 ลำดับ..... 116
4.30 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของ
ความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในกรณีต่างๆ..... 117
4.31 ตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีต่างๆ..... 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 50
4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 52
4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 56
4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 59
4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 67
4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 69
4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 73
4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 76
4.9 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 84
4.10 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 86
4.11 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 90
4.12 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 93
4.13 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.14 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05..... 103
4.15 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01..... 107
4.16 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05..... 110

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/ สัญลักษณ์และคำอธิบาย

คำย่อ/ สัญลักษณ์	คำอธิบาย
1. F	ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน
2. Q	ตัวสถิติทดสอบเควด
3. W	ตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอล์มอล-สกอร์
4. B	มีค่าในช่วงตามเกณฑ์ของ Bradley
5. - - - - - -	เกณฑ์ของ Bradley
6. ···*···	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน
7. – –•– –	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบเควด
8. —•—	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอล์มอล-สกอร์
9. *	กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น
10. -	กำลังการทดสอบสูงที่ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley
11. r	ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
12. MN	การแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
13. MG	การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics) ได้ถูกแนะนำให้ใช้แทนตัวสถิติที่อิงพารามิเตอร์ (Parametric Statistics) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1930 เป็นต้นมาและกำลังเป็นที่น่าสนใจของนักสถิติหลายคน ในปัจจุบันจะพบว่ามีบทความเกี่ยวกับตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์มากมายในวารสารทางสถิติเนื่องจากการนำไปใช้ง่ายกว่าตัวสถิติที่ใช้พารามิเตอร์เพราะไม่จำเป็นต้องมีข้อกำหนดเบื้องต้นที่กวดขันหรือเข้มแข็ง (Stringent Assumption)

ตัวอย่างหลายกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (K Related Samples) เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีมากกว่า 2 กลุ่ม ซึ่งทุกกลุ่มจะมีลักษณะที่เหมือนกันหรือเป็นข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วขนาดของกลุ่มตัวอย่างของแต่ละชุดจะเท่ากัน แต่ทำการทดลองซ้ำหลายครั้ง ภายใต้เงื่อนไขและระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ในการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์พบว่า เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบเอฟจะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด แต่ถ้าความคลาดเคลื่อนไม่ได้มีการแจกแจงปรกติ พบว่าตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์และไอแมนมีกำลังในการทดสอบสูงที่สุด ยกเว้นการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลที่พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์น้อย (เกษร วัฒนาชัยวณิช, 2532) ในการเปรียบเทียบตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ในการตรวจสอบอิทธิพลทรีทเมนต์ในแผนการทดลองชนิดบล็อกสุ่มสมบูรณ์ที่มีการวัดซ้ำ จะพบว่าถ้าจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 และค่าสังเกตภายในแต่ละบล็อกมีความสัมพันธ์กันน้อย ตัวสถิติทดสอบเควดจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด แต่ถ้าจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 และค่าสังเกตภายในแต่ละบล็อกมีความสัมพันธ์กันมาก ตัวสถิติทดสอบการแปลงให้เป็นอันดับจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.0 ตัวสถิติทดสอบเควดจะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2, 0.5 และ 0.8 ตัวสถิติทดสอบการแปลงให้เป็นอันดับจะมีกำลังการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบสูงที่สุด (ศิริลักษณ์ ไพศาลสิงห์, 2546) ในการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์โดยใช้ตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์และตัวสถิติทดสอบที่อิงพารามิเตอร์จะพบว่าตัวสถิติทดสอบเอฟจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และเมื่อขนาดของทรีทเมนต์และจำนวนบล็อกมีขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ จะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด แต่เมื่อจำนวน ทรีทเมนต์และจำนวนบล็อกเพิ่มขึ้น ตัวสถิติทดสอบเอฟจะมีกำลังการทดสอบใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี คือ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเทอรี่-โฮฟฟ์ดิง นอร์มอล-สกอร์ และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ เมื่อความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์มากและความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติและโลจิสติก (สุพัตรา ชะมะบูรณ์, 2546) ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์สำหรับการวิเคราะห์แผนแบบทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์พบว่า ตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และในกรณีจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 10% ตัวสถิติทดสอบมีเดียน อไลน์ แรงค์ มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 30% และ 50% ตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ จะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด แต่ในกรณีที่ทรีทเมนต์เท่ากับ 5 และ 7 ที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 10% และ 30% ตัวสถิติทดสอบมีเดียน อไลน์ แรงค์ จะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (แสงรวี วิฑูรย์พันธุ์, 2551) ดังนั้นในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จึงสนใจทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน (Friedman) ตัวสถิติทดสอบเควด (Quade) และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ (Van der Waerden Normal-Scores Test) เพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และเปรียบเทียบกำลังการทดสอบระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน โดยจะใช้โปรแกรมอาร์ (R) ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน ด้วยตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอล์มอล-สกอร์

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอล์มอล-สกอร์ เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution) และการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร (Multivariate Gamma Distribution) กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 3 กลุ่ม สัมพันธ์กันและศึกษาในกรณีที่ขนาดตัวอย่างสุ่มจากประชากรเท่ากัน กำหนดให้ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) มีจำนวนเท่ากับ (15,15,15), (30,30,30) และ (50,50,50) หน่วยตัวอย่างตามลำดับโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 0.2, 0.5 และ 0.8 กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 และ 0.05 การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จำลองตามสถานการณ์ต่างๆ โดยทำซ้ำ 1000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ของการจำลองด้วยโปรแกรมอาร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยมีค่าฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าเป็นของแต่ละรูปแบบเป็นดังนี้

1.3.1 การแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น คือ (น้อมจิต กิตติโชติพานิชย์. 2558)

$$f(\underline{x};\underline{\mu},\Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{k}{2}}|\Sigma|^{\frac{1}{2}}} \exp\{-\frac{1}{2}(\underline{x}-\underline{\mu})'\Sigma^{-1}(\underline{x}-\underline{\mu})\} \; ; -\infty < \underline{x} < \infty, -\infty < \underline{\mu} < \infty, \Sigma > 0$$

โดยที่ k เป็นจำนวนทรีทเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\underline{x}$ เป็นเวกเตอร์ตัวแปรสุ่ม

$\underline{\mu}$ เป็นเวกเตอร์ค่าเฉลี่ย

$\sum$ เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

1.3.2 การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น คือ (Mathai, A. M. 1992)

$$f(\underline{x};\underline{\alpha},\underline{\beta}) = \frac{1}{(\Gamma(\underline{\alpha})\underline{\beta}^{\underline{\alpha}})^k}\prod \underline{x}^{\underline{\alpha}-1}\exp\{-\frac{1}{\underline{\beta}}\sum \underline{x}\} \; ; \; \underline{x} > 0, \; \underline{\alpha} > 0 \; , \; \underline{\beta} > 0$$

โดยที่ k เป็นจำนวนทรีทเมนต์

$\underline{\alpha}$ เป็นจำนวนครั้งของการเกิดสิ่งที่สนใจ

$\underline{\beta}$ เป็นระยะเวลาเฉลี่ยต่อครั้ง

กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนสำหรับการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง $\varnothing$ (Noncentrality Parameter) เป็นเกณฑ์โดยคำนวณจากสูตร

$$\varnothing = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{3}(\sigma_i^2 - \bar{\sigma}^2)^2}{\sigma_1^2}}$$

เมื่อ σ_1^2 เป็นค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำสุด

σ_i^2 เป็นค่าความแปรปรวนของประชากรที่ i โดย i = 1, 2, 3

$\bar{\sigma}^2$ เป็นค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม

1.4 คำจำกัดความในการวิจัย

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of type I error) หรือ α คือ ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis; H_0) เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังการทดสอบ (Power of a test) หรือ $1-\beta$ คือ ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นเท็จ

ตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ คือ ตัวสถิติอนุมานที่ใช้เมื่อข้อกำหนดเบื้องต้นของการอนุมานแบบอิงพารามิเตอร์ไม่เป็นไปตามความต้องการและเป็นวิธีที่ไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะการแจกแจงของประชากรซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ของประชากร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน ได้อย่างเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อพบว่าข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์โดยวัดประสิทธิภาพจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติซึ่งจะต้องหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยใช้การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานหรือค่ากลางระหว่าง 3 ประชากรที่มีความสัมพันธ์กันในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของตัวสถิติทดสอบ คุณสมบัติการแจกแจงที่ใช้ในการศึกษา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ตัวอย่างการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ตัวสถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน (Marascuilo and McSweeney, 1977: 357-361)

ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน เป็นตัวสถิติที่ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของประชากรข้อมูลที่นำมาทดสอบจะต้องถูกจัดให้อยู่ในตารางแจกแจงสองทาง (Two-way Table) โดยมีแถว (Row) เป็นบล็อกและสดมภ์ (Column) เป็นทรีทเมนต์โดยรายละเอียดของการทดสอบเป็นดังนี้

สมมติฐาน

H_0: ไม่มีความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของทรีทเมนต์

H_1: มีความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของทรีทเมนต์

ขั้นตอนในการทดสอบ

ให้ X_{ij} เป็นค่าสังเกตที่ได้จากหน่วยทดลองที่ได้รับจากบล็อกที่ i ทรีทเมนต์ที่ j

$i = 1, 2, ..., n , j = 1, 2, ..., k$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. จัดอันดับ (rank) ข้อมูลภายในบล็อกแต่ละบล็อกแยกจากกัน
2. หาผลรวมของอันดับในแต่ละทรีทเมนต์
3. คำนวณตัวสถิติทดสอบ

$$\lambda_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^{k} R_j^2 - 3n(k+1)$$

โดยที่ n คือ จำนวนบล็อก

k คือ จำนวนทรีทเมนต์

และ R_j คือ ผลรวมของอันดับในทรีทเมนต์ที่ k

เกณฑ์ในการตัดสินใจ

จะใช้ตารางไคกำลังสองและจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อค่าตัวสถิติฟรีดแมนที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการเปิดตารางไคกำลังสองที่ระดับองศาความเป็นอิสระเท่ากับ k-1 หรือจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อค่า p-value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ α ที่กำหนด

ข้อกำหนดเบื้องต้น (Conover, 1971: 266 และ Bradley, 1968: 125)

1. ค่าสังเกตภายในแต่ละบล็อกต้องมีค่าไม่ซ้ำกัน
2. บล็อกแต่ละบล็อกมีความเป็นอิสระต่อกัน

2.1.2 ตัวสถิติทดสอบของเควด (เกษร วัฒนาชัยวณิช, 2532)

(Quade, D. 1979.) ได้ศึกษาและสร้างตัวสถิติทดสอบนี้ขึ้นเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของทรีทเมนต์ในการวิเคราะห์แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ซึ่งในการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเควดนี้นอกจากจะพิจารณาถึงการจัดอันดับข้อมูลภายในแต่ละบล็อกตามวิธีการทดสอบของตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนแล้วตัวสถิติทดสอบเควดยังได้พิจารณาถึงการจัดอันดับข้อมูลในระหว่างบล็อกอีกด้วย สำหรับรายละเอียดของการทดสอบเป็นดังนี้

สมมติฐาน

H_0: ไม่มีความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของทรีทเมนต์

H_1: มีความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของทรีทเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการทดสอบ

ให้ X_{ij} เป็นค่าสังเกตจากหน่วยทดลองในบล็อกที่ i ได้รับทรีทเมนต์ที่ j ; i = 1, 2, ..., n , j = 1, 2, ..., k

1. จัดอันดับ X_{ij} ภายในบล็อกแต่ละบล็อกแยกจากกันให้เป็น $R(X_{ij})$ ถ้าอันดับเท่ากันให้ใช้ค่าเฉลี่ยอันดับ

2. หาพิสัยตัวอย่าง (Sample Rang) ในแต่ละบล็อกโดยพิสัยตัวอย่าง (R) = ค่าสูงสุด (X_{ij}) – ค่าต่ำสุด(X_{ij})

3. จัดอันดับพิสัยตัวอย่างให้เป็น Q_i ถ้าอันดับเท่ากันให้ใช้ค่าเฉลี่ยอันดับ

4. คำนวณ $S_{ij} = Q_i\{R(x_{ij})-\frac{(k+1)}{2}\}$

5. คำนวณ $S_j = \sum_{i=1}^{n} S_{ij}$

6. คำนวณ $A = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} S_{ij}^2$ เรียกว่า ผลบวกกำลังสองของทั้งหมด (Total Sum of Squares)

7. คำนวณ $B = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{k} S_j^2$ เรียกว่า ผลบวกกำลังสองของทรีทเมนต์ (Treatment Sum of Squares)

8. คำนวณตัวสถิติทดสอบ

$$F_Q = \frac{(n-1)B}{A-B}$$

เกณฑ์การตัดสินใจ

จะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อค่าตัวสถิติทดสอบ F_Q ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการเปิดตารางเอฟที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ (k-1) และ (k-1)(n-1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดนนอร์มอล-สกอร์ (สุพัตรา ชะมะบูรณ์, 2546)

แวน เดอแวร์เดน เป็นผู้สร้างตัวสถิติทดสอบนี้ขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1953 โดยใช้ค่าคะแนนปรกติผกผัน (inverse-normal scores) (Z_{ij}) แทนค่าที่ได้จากการสังเกตโดยมีรายละเอียดของการทดสอบดังนี้

สมมติฐาน

H_0: ไม่มีความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของทรีทเมนต์

H_1: มีความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของทรีทเมนต์

ขั้นตอนในการทดสอบ

ให้ X_{ij} เป็นค่าสังเกตที่ได้จากหน่วยทดลองที่ได้รับจากบล็อกที่ i และทรีทเมนต์ที่ j

i = 1, 2, ..., n , j = 1, 2, ..., k

1. แปลงคะแนนให้เป็นคะแนนปรกติผกผัน (Z_{ij}) โดย r_{i1} , r_{i2}, r_{i3},..., r_{ij} เป็นค่าอันดับของคะแนนที่ได้มาจากการสังเกตและให้ P_{ij} เป็นเปอร์เซ็นไทล์แรงค์ (percentile rank) ซึ่งสัมพันธ์กับค่าสังเกตที่เป็นปรกติ (normalized observation) ในบล็อกที่ i และทรีทเมนต์ที่ j จะได้ว่า

$$P_{ij} = r_{ij} /k + 1 = \emptyset(Z_{ij})$$

เมื่อ k แทนจำนวนทรีทเมนต์แล้ว

$$Z_{ij} = \emptyset^{-1}(p_{ij})$$

$$= \emptyset^{-1}[r_{ij} /k + 1]$$

ซึ่งเราอาจจะคำนวณค่าของ Z_{ij} ได้โดยใช้สูตรนี้หรือเปิดค่า Z_{ij} จากตารางที่ได้คำนวณค่า Z_{ij} เมื่อทราบค่า P_{ij} (Marascuilo and McSweeney, 1977: 484 - 485) หรือเมื่อทราบค่า r_{ij} สามารถคำนวณค่า Z_{ij} ได้

2. หาผลรวมของค่า Z_{ij} ในแต่ละทรีทเมนต์ (T_j)

3. คำนวณ $$\sigma^2 = \frac{1}{nk}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} z_{ij}^2$$

เมื่อ Z_{ij} แทนคะแนนมาตรฐานในบล็อกที่ i และทรีทเมนต์ที่ j

และ k แทนจำนวนทรีทเมนต์

4. คำนวณตัวสถิติทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lambda^2 = \frac{k\text{-}1}{k}\sum_{j=1}^{k}\frac{T_j^2}{n\sigma^2}$$

เกณฑ์ในการตัดสินใจ จะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อค่าตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการเปิดตารางไคกำลังสองที่ระดับองศาความเป็นอิสระเท่ากับ k-1 หรือจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อค่า p-value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ α ที่กำหนด

ข้อกำหนดเบื้องต้น (Bradley, 1968: 150)

1. ข้อมูลจะต้องมีความเป็นอิสระและได้จากการสุ่มจากประชากร
2. ค่าสังเกตภายในแต่ละบล็อกต้องมีค่าไม่ซ้ำกัน

2.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) (น้อมจิต กิตติโชติพานิชย์, 2558)

สหสัมพันธ์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ตัวอย่างการศึกษาความสัมพันธ์ เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงกับน้ำหนัก ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษากับรายได้ เป็นต้น ในการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีมากน้อยเพียงใดนั้นจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) เป็นค่าที่วัดความสัมพันธ์ ซึ่งโดยวิธีการทางสถิติมีอยู่หลายวิธี การใช้ตัวสถิติตัวใดขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวแปรหรือระดับของการวัดในตัวแปรนั้น

$$\rho_{XY} = \frac{Cov(X,Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X\sigma_Y}$$

ทฤษฎีที่ 2.1 ให้ X และ Y เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระกัน ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0 ถ้า X และ Y มีการแจกแจงแบบทวิปรกติ (bivariatenormaldistribution) แล้ว X และ Y เป็นอิสระกัน จะได้ $\rho = 0$ เพราะว่า $Cov(X,Y) = \sigma_{XY} = \rho\sigma_X\sigma_Y$ ดังนั้น $\rho = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X\sigma_Y}$ ซึ่งก็คือสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y ถ้า $\rho = 0$ แล้ว $f(x,y) = f(x)f(y)$

การแจกแจงปรกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution)

นิยามที่ 2.1 ให้ $X_1, \ldots, X_k$ เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ซึ่งใช้สัญลักษณ์ว่า $\underline{X} \sim MN(\underline{\mu}, \Sigma)$ ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f(\underline{x};\underline{\mu},\Sigma)=\frac{1}{(2\pi)^{\frac{k}{2}}\left|\Sigma\right|^{\frac{1}{2}}}\exp\{-\frac{1}{2}(\underline{x}-\underline{\mu})'\Sigma^{-1}(\underline{x}-\underline{\mu})\}\ ;\ -\infty<\underline{x}<\infty,-\infty<\underline{\mu}<\infty,\ \Sigma>0$$

$$\underline{X}=\begin{bmatrix}X_1\\X_2\\\vdots\\X_k\end{bmatrix}\quad \text{และ}\quad \underline{\mu}=\begin{bmatrix}\mu_1\\\mu_2\\\vdots\\\mu_k\end{bmatrix}$$

$$\Sigma=\begin{bmatrix}\sigma^2_{x_1} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \cdots & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_k}\\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & \sigma^2_{x_2} & \cdots & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_k}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \rho\sigma_{x_k}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_k}\sigma_{x_2} & \cdots & \sigma^2_{x_k}\end{bmatrix}$$

$-1\le\rho_{x_ix_j}\le 1$, i = 1, 2, ..., n , j = 1, 2, ..., k

โดยที่ k เป็นจำนวนทรีทเมนต์

การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร (Multivariate Gamma Distribution)

นิยามที่ 2.2 ให้ $X_1, \ldots, X_k$ เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ซึ่งใช้สัญลักษณ์ว่า $\underline{X}\sim MG(\underline{\alpha},\underline{\beta})$ ถ้า (Mathai, A. M. 1992)

$$f(\underline{x};\underline{\alpha},\underline{\beta})=\frac{1}{(\Gamma(\underline{\alpha})\underline{\beta}^{\underline{\alpha}})^k}\prod\underline{x}^{\underline{\alpha}-1}\exp\{-\frac{1}{\underline{\beta}}\sum\underline{x}\}\ ;\ \underline{x}>0,\ \underline{\alpha}>0\ ,\ \underline{\beta}>0$$

$$\underline{X}=\begin{bmatrix}X_1\\X_2\\\vdots\\X_k\end{bmatrix},\ \underline{\alpha}=\begin{bmatrix}\alpha_1\\\alpha_2\\\vdots\\\alpha_k\end{bmatrix}\quad \text{และ}\quad \underline{\beta}=\begin{bmatrix}\beta_1\\\beta_2\\\vdots\\\beta_k\end{bmatrix}$$

$$\rho=\begin{bmatrix}1 & \rho_{x_1x_2} & \cdots & \rho_{x_1x_k}\\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \cdots & \rho_{x_2x_k}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \rho_{x_kx_1} & \rho_{x_kx_2} & \cdots & 1\end{bmatrix}$$

$-1\le\rho_{x_ix_j}\le 1$, i = 1, 2, ..., n , j = 1, 2, ..., k

โดยที่ k เป็นจำนวนทรีทเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ สาเหตุที่ค่า ρ ในแถวทแยงมีค่าเท่ากับ 1 เพราะเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวมันเอง

2.2 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานว่างและการสรุปผล

สมมติฐานว่าง (H_0)	การสรุปผล	
	ยอมรับ (H_0)	ปฏิเสธ (H_0)
จริง	ความน่าจะเป็น $= 1-\alpha$	ความผิดพลาดแบบที่ 1 ความน่าจะเป็น $= \alpha$
เท็จ	ความผิดพลาดแบบที่ 2 ความน่าจะเป็น $= \beta$	กำลังการทดสอบ $= 1-\beta$

ระดับนัยสำคัญ (Level of significance) หมายถึงโอกาสที่จะตัดสินใจผิดพลาดโดยธรรมชาติกรณีความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I error) นั้นระดับความรุนแรงจะมากกว่ากรณีความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II error) เช่นกรณีที่ศาลตัดสินให้ผู้บริสุทธิ์เป็นผู้มีความผิดจะถือว่าไม่น่าให้เกิดบ่อยๆแต่ถ้าตัดสินว่าผู้กระทำความผิดไม่ต้องได้รับโทษอันเนื่องมาจากหลักฐานยังไม่เพียงพอยังมีความรุนแรงน้อยกว่าในวิชาสถิติจึงมีความจำเป็นที่จะต้องลดระดับความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดให้ต่ำที่สุดหรืออีกนัยหนึ่งก็คือจะต้องให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจให้น้อยที่สุดซึ่งเรียกว่าระดับนัยสำคัญ

กรณีความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I error) ใช้สัญลักษณ์ α (Alpha) โดยทั่วไปจะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.01 ถึง 0.1 หรือให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ 1% ถึง 10% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.90 ถึง 0.99 หรือ 90% ถึง 99%

กรณีความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II error) ใช้สัญลักษณ์ β (Beta) โดยทั่วไปจะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.1 ถึง 0.3 หรือให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดแบบที่ 2 ได้ 10% ถึง 30% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.70 ถึง 0.90 หรือ 70% ถึง 90%

แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการเลือกค่านัยสำคัญทั้งสองนี้เท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรง ถ้าหากมีการตัดสินใจผิดพลาดไม่ได้มีสูตรตายตัวหรือข้อกำหนดตายตัวขึ้นอยู่กับสถานการณ์

เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1

เกณฑ์ของ Bradley (1978) กำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่เกิดจากการทดลองเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ "τ" ซึ่งถ้าค่าของ $\mu \pm 2\sigma$ ตกอยู่ในช่วง $[0.5\alpha, 1.5\alpha]$ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับนัยสำคัญ α จะถือว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้แต่ถ้าค่า τ ตกอยู่นอกช่วงที่กำหนดจะถือว่าไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่1 ได้หรือเขียนช่วงที่กำหนดแต่ละระดับนัยสำคัญได้ดังนี้ (Bradley J. V. 1978)

ระดับนัยสำคัญ (α)	ช่วงที่กำหนด $[0.5\alpha, 1.5\alpha]$
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 ของการทดลองตกอยู่นอกเหนือจากช่วงที่กำหนดหรือการทดลองนั้นไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ตัวอย่างการคำนวณตัวสถิติทดสอบ (เกษร วัฒนาชัยวณิช, 2532)

ตัวอย่างที่ 2.1 การคำนวณหาค่าตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี

จากการทดสอบความยากง่ายของข้อสอบวิชาทดสอบความถนัดทางการแพทย์กับนักเรียนที่สุ่มมา 10 คน ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 10 คนนี้สอบข้อสอบ 3 ชุด แต่ละชุดคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการทดสอบปรากฏดังนี้

นักเรียนคนที่	ข้อสอบชุดที่		
	1	2	3
1	70	90	80
2	20	60	50
3	70	30	50
4	80	50	60
5	90	20	70
6	30	60	20
7	60	40	10
8	90	10	60
9	80	50	40
10	70	60	50

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0: M_1 = M_2 = M_3$

$H_1: M_i \neq M_j$ โดยที่ $i \neq j$ อย่างน้อย 1 คู่ i = 1, 2, 3 , j = 1, 2, 3

หรือ H_o: ไม่มีความแตกต่างของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด

H_1: มีความแตกต่างของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์อย่างน้อย 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 1 วิธีทดสอบของตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน

การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

1. จัดอันดับข้อมูลในแต่ละบล็อก (นักเรียน) แยกจากกันจาก 1 ถึง 10 บล็อก

2. หาผลรวมของอันดับในแต่ละทรีทเมนท์ (ข้อสอบ) จะได้ตารางดังต่อไปนี้

นักเรียนคนที่	ข้อสอบชุดที่					
	1		2		3	
	คะแนน	อันดับ	คะแนน	อันดับ	คะแนน	อันดับ
1	70	1	90	3	80	2
2	20	1	60	3	50	2
3	70	3	30	1	50	2
4	80	3	50	1	60	2
5	90	3	20	1	70	2
6	30	2	60	3	10	1
7	60	3	40	2	10	1
8	90	3	10	1	60	2
9	80	3	50	2	40	1
10	70	3	60	2	50	1
รวม	$R_1 = 25$		$R_2 = 19$		$R_3 = 16$	

3. คำนวณตัวสถิติทดสอบ

$$\lambda_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)}\sum_{j=1}^{k} R_j^2 - 3n(k+1)$$

$$= \frac{12}{10(3)(3+1)}(25^2+19^2+16^2) - 3(10)(3+1) = 4.2$$

4. หาค่าวิกฤตจากตารางไคกำลังสองที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ 2 ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ $\chi^2_{0.05,2} = 5.99$ จะพบว่า $\lambda_r^2 < \chi^2_{0.05,2}$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานว่าง H_0 ดังนั้น ไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือพิจารณาจากค่าพี (p-value)

p-value = $P(\lambda_r^2 > 4.2)$

= มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 และ 0.50 $> \alpha(= 0.05)$

จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$

ดังนั้น ไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด

การคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
> big<-
+      matrix(c(70,90,80,
+               20,60,50,
+               70,30,50,
+               80,50,60,
+               90,20,70,
+               30,60,10,
+               60,40,10,
+               90,10,60,
+               80,50,40,
+               70,60,50),
+             nrow = 10,
+             byrow = TRUE,
+             dimnames = list(1 : 10))
> friedman.test(big)

        Friedman rank sum test

data:  big
Friedman chi-squared = 4.2, df = 2, p-value = 0.1225
```

รูปที่ 2.1 การคำนวณตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนโดยใช้โปรแกรมอาร์

ดังนั้น Friedman chi-squared = 4.2 และ p-value = 0.1225 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$ ดังนั้น ไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด ซึ่งให้ผลตรงกับวิธีคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2 วิธีทดสอบของตัวสถิติทดสอบเควด

การคำนวณโดยใช่เครื่องคิดเลข

1. จัดอันดับข้อมูลภายในบล็อกแต่ละบล็อกแยกจากกัน 1 ถึง 10 บล็อกให้เป็น $R(X_{ij})$ จะได้ดังตาราง

นักเรียนคนที่	ข้อสอบชุดที่					
	1		2		3	
	คะแนน	$R(X_{ij})$	คะแนน	$R(X_{ij})$	คะแนน	$R(X_{ij})$
1	70	1	90	3	80	2
2	20	1	60	3	50	2
3	70	3	30	1	50	2
4	80	3	50	1	60	2
5	90	3	20	1	70	2
6	30	2	60	3	10	1
7	60	3	40	2	10	1
8	90	3	10	1	60	2
9	80	3	50	2	40	1
10	70	3	60	2	50	1

2. หาพิสัยตัวอย่างในแต่ละบล็อก โดยที่

พิสัยตัวอย่าง = ค่าสูงสุด (X_{ij}) – ค่าต่ำสุด (X_{ij})

พิสัยตัวอย่างในบล็อกที่ 1 = 90 – 70 = 20

พิสัยตัวอย่างในบล็อกที่ 2 = 60 – 20 = 40

ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งครบ 10 บล็อก

3. จัดอันดับพิสัยตัวอย่างให้เป็น Q_i

4. คำนวณ $$S_{ij} = Q_i\{R(x_{ij}) - \frac{(k+1)}{2}\}$$

$$S_{1,1} = 1.5[1 - \frac{(3+1)}{2}] = -1.5$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_{1,2} = 1.5[3-\frac{(3+1)}{2}] = 1.5$$

$$S_{1,3} = 1.5[2-\frac{(3+1)}{2}] = 0$$

ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนถึง $S_{10,3}$

จะได้ $$S_{10,3} = 1.5[1-\frac{(3+1)}{2}] = -1.5$$

5. คำนวณ

$$S_1 = -1.5 - 5.5 + 5.5 + \ldots + 1.5 = 35.5$$

$$S_2 = 1.5 + 5.5 - 5.5 + \ldots + 1.5 = -15$$

$$S_3 = 0 + 0 + 0 + \ldots - 1.5 = -20.5$$

จากขั้นที่ 3, 4 และ 5 แสดงได้ดังตาราง

นักเรียนคนที่	พิสัยตัวอย่าง	Q_i	S_{ij}		
			1	2	3
1	20	1.5	-1.5	1.5	0
2	40	5.5	-5.5	5.5	0
3	40	5.5	5.5	-5.5	0
4	30	3	3	-3	0
5	70	9	9	-9	0
6	40	5.5	0	5.5	-5.5
7	50	8	8	0	-8
8	80	10	10	-10	0
9	40	5.5	5.5	0	-5.5
10	20	1.5	1.5	0	-1.5
S_j =			35.5	-15	-20.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คำนวณผลบวกกำลังสองของทั้งหมด

$$A = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} S_{ij}^2$$

$$= (-1.5)^2 + (1.5)^2 + (0)^2 + \ldots + (-1.5)^2 = 759$$

7. คำนวณผลบวกกำลังสองของทรีทเมนต์

$$B = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{k} S_j^2$$

$$= \frac{1}{10}\left[(35.5)^2 + (15)^2 + (-20.5)^2\right] = 190.55$$

8. คำนวณตัวสถิติทดสอบ

$$F_Q = \frac{(n\text{-}1)B}{A\text{-}B} = \frac{(10-1)190.55}{759-190.55} = \frac{1714.95}{568.45} = 3.0169$$

9. หาค่าวิกฤตจากตาราง F ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ 2 และ 18 ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้

$F_{0.05;2,18} = 3.55$ จะพบว่า $F_Q < F_{0.05;2,18}$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานว่าง H_0 ดังนั้นไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด

หรือพิจารณาจากค่าพี (p-value)

p-value = $P(F_Q > 3.0169)$

= มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 และ 0.10 $> \alpha(= 0.05)$

จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$

ดังนั้น ไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวนโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
> y <- matrix(c(70, 90, 80,
+               20, 60, 50,
+               70, 30, 50,
+               80, 50, 60,
+               90, 20, 70,
+               30, 60, 20,
+               60, 40, 10,
+               90, 10, 60,
+               80, 50, 40,
+               70, 60 ,50),
+             nrow = 10, byrow = TRUE,
+             dimnames =
+                 list(Student = as.character(1:10),
+                      Exam = LETTERS[1:3]))
        Quade test

data:  y
Quade F = 3.0169, num df = 2, denom df = 18, p-value = 0.07414
```

รูปที่ 2.2 การคำนวณตัวสถิติทดสอบเควดโดยใช้โปรแกรมอาร์

ดังนั้น Quade F = 3.0169 และ p-value = 0.07414 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$ ดังนั้น ไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด ซึ่งให้ผลตรงกับวิธีคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 3 วิธีทดสอบของตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์

การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

1. จัดอันดับข้อมูลในแต่ละบล็อกแยกจากกัน 1 ถึง 10 บล็อกและเปิดตาราง Normal Scores ในภาคผนวก เพื่อคำนวณค่า Z_{ij}

2. หาผลรวมของ Z_{ij} ในแต่ละทรีทเมนต์ (T_j) จะได้ตารางดังนี้

นักเรียนคนที่	ข้อสอบชุดที่					
	ลำดับ			Inverse-Normal Scores (Z_{ij})		
	1	2	3	1	2	3
1	1	3	2	-0.67	0.67	0
2	1	3	2	-0.67	0.67	0
3	3	1	2	0.67	-0.67	0
4	3	1	2	0.67	-0.67	0
5	3	1	2	0.67	-0.67	0
6	2	3	1	0	0.67	-0.67
7	3	2	1	0.67	0	-0.67
8	3	1	2	0.67	-0.67	0
9	3	2	1	0.67	0	-0.67
10	3	2	1	0.67	0	-0.67
รวม				3.35	-0.67	-2.68

3. คำนวณ

$$\sigma^2 = \frac{1}{nk}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} z_{ij}^2$$

$$= \frac{1}{10\times 3}\left[(-0.67)^2+(0.67)^2+(0)^2+\ldots+(-0.67)^2\right] = 0.29926$$

4. คำนวณตัวสถิติทดสอบ

$$\lambda^2 = \frac{k\text{-}1}{k}\sum_{j=1}^{k}\frac{T_j^2}{n\sigma^2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{3-1}{3}\left[\frac{(3.35)^2+(-0.67)^2+(-2.68)^2}{10(0.29926)}\right] = 4.20$$

5. หาค่าวิกฤตจากตารางไคกำลังสองที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ 2 ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ $\chi^2_{0.05,2} = 5.99$ พบว่าตัวสถิติที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานว่าง H_0 ดังนั้น ไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด

หรือพิจารณาจากค่าพี (p-value)

p-value = $P(\lambda^2 > 4.20)$

= มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 และ 0.20 $> \alpha(= 0.05)$

จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$

ดังนั้น ไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด

การคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
> big<-
+     matrix(c(70,90,80,
+              20,60,50,
+              70,30,50,
+              80,50,60,
+              90,20,70,
+              30,60,10,
+              60,40,10,
+              90,10,60,
+              80,50,40,
+              70,60,50),
+            nrow = 10,
+            byrow = TRUE,
+            dimnames = list(1 : 10))
> big
   [,1] [,2] [,3]
1    70   90   80
2    20   60   50
3    70   30   50
4    80   50   60
5    90   20   70
6    30   60   10
7    60   40   10
8    90   10   60
9    80   50   40
10   70   60   50
> melt(big)
   Var1 Var2 value
1     1    1    70
2     2    1    20
3     3    1    70
4     4    1    80
5     5    1    90
6     6    1    30
7     7    1    60
8     8    1    90
9     9    1    80
10   10    1    70
11    1    2    90
12    2    2    60
13    3    2    30
14    4    2    50
15    5    2    20
16    6    2    60
17    7    2    40
18    8    2    10
19    9    2    50
20   10    2    60
21    1    3    80
22    2    3    50
23    3    3    50
24    4    3    60
25    5    3    70
26    6    3    10
27    7    3    10
28    8    3    60
29    9    3    40
30   10    3    50
> out<-with(melt(big),waerden.test(value,Var2,alpha=0.05,group=TRUE))
> print(out)
$statistics
     Chisq Df    p.chisq  t.value       MSD
  4.951077  2 0.08411768 2.051831 0.7708296

$parameters
     test name.t ntr alpha
  Waerden   Var2   3  0.05
```

รูปที่ 2.3 การคำนวณตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์โดยใช้โปรแกรมอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น Chi-squared = 4.951077 และ p-value = 0.08411768 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัธยฐานของข้อสอบวิชาความถนัดทางการแพทย์ทั้ง 3 ชุด ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับวิธีคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

2.4 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดี่ยว (Simple Linear Correlation Analysis)

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ เป็นเทคนิคใช้อธิบายขนาด (Degree) ของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรคู่หนึ่ง ให้ ρ เป็นสัญลักษณ์แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร และ r แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่าง (วราพร เหลือสินทรัพย์, 2553)

$$r = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_{xx} SS_{yy}}}$$

โดย

$$SS_{xx} = \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n}$$

$$SS_{yy} = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} Y_i)^2}{n}$$

และ

$$SS_{xy} = \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}$$

สมบัติของค่า r

1. ค่าของ r มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1
2. r มีค่า + ชี้ให้เห็นว่าตัวแปรทั้ง 2 ตัวมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน
3. r มีค่า – ชี้ให้เห็นว่าตัวแปรทั้ง 2 ตัวมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม

หมายเหตุ

1. ค่า r ไม่ได้ชี้ให้เห็นว่าตัวแปรสุ่มไหนเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่า r มีค่าบวกหรือลบมากไม่ได้ชี้ว่าตัวแปร X เป็นสาเหตุทำให้ตัวแปร Y เปลี่ยนแปลงไป แต่จะเป็นการแสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง

การทดสอบสมมติฐานของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ)

แบ่งได้ 2 กรณี

กรณีที่ 1 ทดสอบว่า $\rho = 0$

สมมติฐาน

$H_0: \rho = 0$ หรือ $H_0: \rho = 0$ หรือ $H_0: \rho = 0$

$H_1: \rho \neq 0$ $H_1: \rho > 0$ $H_1: \rho < 0$

ระดับนัยสำคัญ α

อาณาเขตวิกฤต ปฏิเสธ H_0 ถ้า

$|t_{cal}| > t_{\frac{\alpha}{2},n-2}$ หรือ $t_{cal} > t_{\alpha,n-2}$ หรือ $t_{cal} < -t_{\alpha,n-2}$

คำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ

$$t_{cal} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

สรุปผล

กรณีที่ 2 ทดสอบว่า $\rho = \rho_0 (\rho_0 \neq 0)$

สมมติฐาน

$H_0: \rho = \rho_0$ หรือ $H_0: \rho = \rho_0$ หรือ $H_0: \rho = \rho_0$

$H_1: \rho \neq \rho_0$ $H_1: \rho > \rho_0$ $H_1: \rho < \rho_0$

ระดับนัยสำคัญ α

อาณาเขตวิกฤตปฏิเสธ H_0 ถ้า

$|z_{cal}| > z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $z_{cal} > z_{\alpha}$ หรือ $z_{cal} < z_{\alpha}$

คำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ

$$z_{cal} = \frac{\sqrt{n-3}}{2}\left[\ln\frac{1+r}{1-r} - \ln\frac{1+\rho_0}{1-\rho_0}\right]$$

สรุปผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2.2 ค่าข้อมูลที่สุ่มได้จากโปรแกรมมีดังนี้

X	Y	Z
5.137101	5.019743	5.350681
5.005348	6.195270	7.089254
6.023716	7.087453	6.164132
6.236931	5.201995	5.079419
7.093184	6.097681	7.207031
7.451973	7.206234	6.095063
8.183215	9.009954	9.287901
8.553920	9.23972	8.147005
9.753126	8.119324	9.092541
9.112873	8.301976	8.393815

การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

จับคู่ข้อมูล X กับ Y

$$SS_{xx} = \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n} = 550.775415 - \frac{(72.551387)^2}{10} = 24.405039$$

$$SS_{yy} = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} Y_i)^2}{n} = 527.441023 - \frac{(71.263602)^2}{10} = 19.590926$$

$$SS_{xy} = \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} = 534.650699 - \frac{(72.551387)(71.263602)}{10} = 17.629637$$

$$r = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_{xx} SS_{yy}}} = \frac{17.551387}{\sqrt{(24.405039)(19.590926)}} = 0.806263$$

จับคู่ข้อมูล X กับ Z

$$SS_{xx} = \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n} = 550.775415 - \frac{(72.551387)^2}{10} = 24.405039$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SS_{zz} = \sum_{i=1}^{n} Z_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} Z_i)^2}{n} = 537.544555 - \frac{(71.906833)^2}{10} = 20.485292$$

$$SS_{xz} = \sum_{i=1}^{n} X_i Z_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Z_i}{n} = 539.189312 - \frac{(72.551387)(71.906833)}{10} = 17.495265$$

$$r = \frac{SS_{xz}}{\sqrt{SS_{xx} SS_{zz}}} = \frac{17.495265}{\sqrt{(24.405039)(20.485292)}} = 0.782456$$

จับคู่ข้อมูล Y กับ Z

$$SS_{yy} = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} Y_i)^2}{n} = 527.441023 - \frac{(71.263602)^2}{10} = 19.590926$$

$$SS_{zz} = \sum_{i=1}^{n} Z_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} Z_i)^2}{n} = 537.544555 - \frac{(71.906833)^2}{10} = 20.485292$$

$$SS_{yz} = \sum_{i=1}^{n} Y_i Z_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i \sum_{i=1}^{n} Z_i}{n} = 529.471016 - \frac{(71.263602)(71.906833)}{10} = 17.037023$$

$$r = \frac{SS_{yz}}{\sqrt{SS_{yy} SS_{zz}}} = \frac{17.037023}{\sqrt{(19.590926)(20.485292)}} = 0.850443$$

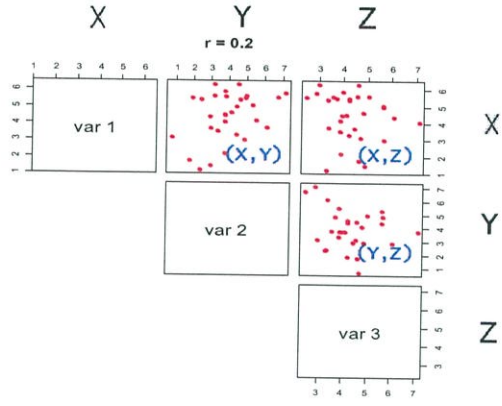
การคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
> X
 [1] 5.137101 5.005348 6.023716 6.236931 7.093184 7.451973 8.183215 8.553920 9.753126
[10] 9.112873
> Y
 [1] 5.019743 6.195270 7.087453 5.201995 6.097681 7.206234 9.009954 9.239720 8.119324
[10] 8.301976
> Z
 [1] 5.350681 7.089254 6.164132 5.079419 7.207031 6.095063 9.287901 8.147005 9.092541
[10] 8.393815
> cor(X,Y)
[1] 0.8013762
> cor(X,Z)
[1] 0.7824559
> cor(Y,Z)
[1] 0.8424352
```

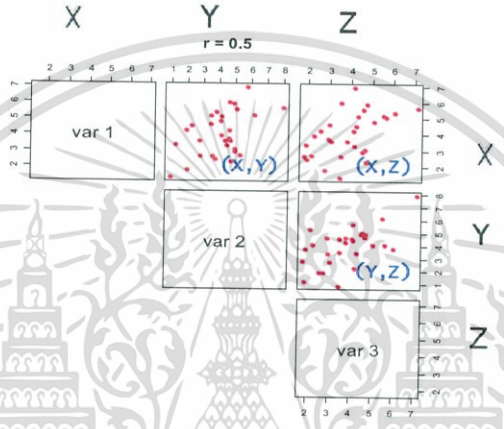
รูปที่ 2.4 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรมอาร์

ดังนั้น r_{xy}=0.8013762 , r_{xz}= 0.7824559 , r_{yz}= 0.8424352 ซึ่งใกล้เคียงกับวิธีคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

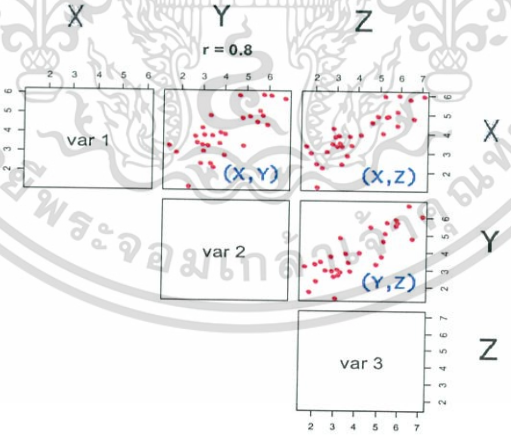
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2



รูปที่ 2.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.5



รูปที่ 2.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.8

โดยที่ (X,Y) คือค่า X ที่มีความสัมพันธ์กับค่า Y (X,Z) คือค่า X ที่มีความสัมพันธ์กับค่า Z และ (Y,Z) คือค่า Y ที่มีความสัมพันธ์กับค่า Z ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2, 0.5 และ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกษร วัฒนาชัยวณิช (2532) ศึกษาเรื่องการทดสอบตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกของการทดสอบ 4 วิธี ได้แก่ การทดสอบตัวสถิติที่อิงพารามิเตอร์ คือ วิธีทดสอบเอฟ และการทดสอบตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ 3 วิธี คือ วิธีทดสอบของฟรีดแมน วิธีทดสอบของเควด วิธีทดสอบของโคโนเวอร์และไอแมน โดยพิจารณาจากค่ากำลังการทดสอบของแต่ละวิธีเมื่อสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ซึ่งจะศึกษากำลังการทดสอบและความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบทั้ง 4 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ และศึกษาเปรียบเทียบเฉพาะการทดสอบของตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงไม่ปรกติ เช่น การแจกโลจิสติก ดับเบิลเลขชี้กำลัง ลอกนอร์มอล และปรกติปลอมปน สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล และกระทำซ้ำๆ กัน 1,000 ครั้ง ในแต่และสถานการณ์

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ วิธีทดสอบเอฟมีค่ากำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาเป็นวิธีของโคโนเวอร์และไอแมน วิธีของเควดและวิธีของฟรีดแมน แต่เมื่อบล็อกมีจำนวนมากและความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์มาก วิธีทดสอบเอฟและวิธีทดสอบตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี มีค่ากำลังการทดสอบเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันเป็นส่วนมาก สำหรับกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงไม่ปรกติ พบว่าวิธีทดสอบของโคโนเวอร์และไอแมนมีค่ากำลังการทดสอบสูงที่สุด ยกเว้นการแจกแจงลอกนอร์มอล ซึ่งพบว่าวิธีทดสอบของฟรีดแมนให้ค่ากำลังการทดสอบสูงกว่าวิธีของโคโนเวอร์และไอแมนเป็นส่วนมาก เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์น้อย

ศิริลักษณ์ ไพศาลสิงห์ (2546) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับการตรวจสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์ในแผนแบบการทดลองชนิดบล็อกสมบูรณ์ที่มีการวัดซ้ำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ในการตรวจสอบอิทธิพลทรีทเมนต์ในแผนแบบการทดลองชนิดบล็อกสุ่มสมบูรณ์ที่มีการวัดซ้ำ ซึ่งตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการศึกษามี 3 วิธีด้วยกัน คือ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควดและตัวสถิติทดสอบแปลงให้เป็นอันดับ ภายใต้ตัวแบบ $X_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$ โดยกำหนดสมมติฐานทางเลือกคือ $H_1: X_{ij} = \mu + \beta_i + \theta_n\tau_j + \varepsilon_{ij} (\theta_n = n^{-\frac{1}{2}})$ โดยที่ ε_{ij} และ β_i เป็นอิสระต่อกันและมีการแจกแจงปรกติเหมือนกันที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 เมื่อค่าสังเกตภายในบล็อกมีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.0, 0.2, 0.5 และ 0.8 จำนวนบล็อกที่ใช้ในการศึกษาคือ 15, 30 และ 50 จำนวนทรีทเมนต์ที่ใช้ในการศึกษาคือ 3 และ 5 โดยเกณฑ์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบพิจารณาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้จำลองด้วยโปรแกรม Minitab กระทำซ้ำกัน 1,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ผลการวิจัยพบว่าโดยส่วนใหญ่ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 และจำนวนบล็อกมีขนาดเล็กและค่าสังเกตภายในแต่ละบล็อกมีความสัมพันธ์กันไม่มากนักโดยส่วนใหญ่ตัวสถิติทดสอบเควดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 และค่าสังเกตภายในแต่ละบล็อกมีความสัมพันธ์กันน้อยโดยส่วนใหญ่ตัวสถิติทดสอบการแปลงให้เป็นอันดับสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 และค่าสังเกตภายในแต่ละบล็อกมีความสัมพันธ์กันมากเมื่อสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.0 ผลจากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบเควดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2, 0.5 และ 0.8 โดยส่วนใหญ่พบว่าตัวสถิติทดสอบแปลงให้เป็นอันดับมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ถ้า $\sum_{j=1}^{k}\tau_j^2$ มีขนาดเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่ากำลังการทดสอบเพิ่มขึ้นทุกกรณีศึกษา หากกำหนดให้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จำนวนทรีทเมนต์และ τ มีค่าคงที่แล้ว การเพิ่มจำนวนบล็อกจาก 15 เป็น 30 หรือ 50 จะทำให้กำลังการทดสอบจะลดลง

สุพัตรา ชะมะบูรณ์ (2546) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน และตัวสถิติทดสอบนอร์มอล-สกอร์ สำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสบบูรณ์ โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ โดยใช้ตัวสถิติทดสอบที่อิงพารามิเตอร์ คือตัวสถิติทดสอบเอฟ และใช้ตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ คือ ตัวสถิติทดสอบเทอรี่-โฮฟฟ์ดิง นอร์มอล-สกอร์ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน และตัวสถิติทดสอบนอร์มอล-สกอร์ โดยศึกษาค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติและโลจิสติก สำหรับข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล กระทำซ้ำ 10,000 ครั้งในแต่ละกรณี ผลการวิจัยพบว่า ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบเอฟสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นตัวสถิติทดสอบนอร์มอล-สกอร์ (ตัวสถิติทดสอบเทอรี่-โฮฟฟ์ดิง นอร์มอล-สกอร์ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์) และตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนตามลำดับ แต่เมื่อจำนวนบล็อกเพิ่มขึ้น (BL>4) ตัวสถิติทดสอบที่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบเอฟ ทั้งในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติและโลจิสติก กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบนอร์มอล-สกอร์ (ตัวสถิติทดสอบเทอรี่-โฮฟฟ์ดิง นอร์มอล-สกอร์ มีกำลังการทดสอบใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์) มีค่ามากกว่ากำลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตัวสถิติทดสอบเอฟ ส่วนตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ จึงไม่ได้นำมาทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ เมื่อขนาดของการทดลองมีขนาดเล็ก (TR=3 และ BL=4) แต่เมื่อจำนวนทรีทเมนต์และจำนวนบล็อกเพิ่มขึ้น (TR=4,5 และ BL=7,10) ตัวสถิติทดสอบเอฟมีกำลังการทดสอบใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี เมื่อความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์มากและความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติและโลจิสติก

แสงรวี วิฑูรย์พันธุ์ (2551) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับแผนแบบทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์ สำหรับการวิเคราะห์แผนแบบทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบ Friedman ตัวสถิติทดสอบ Van der Waerden Normal-Scores และตัวสถิติทดสอบ Median Aligned Rank โดยประสิทธิภาพวัดจากค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ การศึกษาครั้งนี้ได้จำลองข้อมูลโดยใช้ตัวแบบ $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$ เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบแลมดาตูกีร์ ณ ระดับความเบ้ 0.0, 0.2, 0.6, 1.0, 1.4 และ 1.8 แต่ละระดับความเบ้มีความโค้ง 3 ระดับ คือ น้อย ปานกลาง และมาก ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเป็น 10%, 30% และ 50% ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม R โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล กระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด ผลการวิจัยพบว่า ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีโดยตัวสถิติทดสอบ Van der Waerden Normal-Scores สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นตัวสถิติทดสอบ Median Aligned Rank และตัวสถิติทดสอบ Friedman ตามลำดับ และกำลังการทดสอบ พบว่า กรณีจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 10% ตัวสถิติทดสอบ Median Aligned Rank มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 30% และ 50% ตัวสถิติที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบ Van der Waerden Normal-Scores ในกรณีจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 และ 7 ที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 10% และ 30% ตัวสถิติที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบ Median Aligned Rank ส่วนที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 50% ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี มีกำลังการทดสอบใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ โดยมีการแจกแจงที่เหมือนกัน คือ การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรเมื่อข้อมูลภายในบล็อกมีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.2, 0.5 และ 0.8 โดยเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และเปรียบเทียบกำลังการทดสอบระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน โดยจะใช้โปรแกรมอาร์ ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวางแผนการวิจัย

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ในการศึกษาเปรียบเทียบดังนี้

3.1.1 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 3 ประชากร ที่มีความสัมพันธ์กัน

3.1.2 ศึกษาในกรณีที่ตัวอย่างเท่ากัน คือ (15,15,15) , (30,30,30) และ (50,50,50)

3.1.3 กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) เป็น 0.2, 0.5 และ 0.8

3.1.4 กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนสำหรับการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง $\emptyset$ (Noncentrality Parameter) เป็นเกณฑ์โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ σ_1^2 เป็นค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำสุด

σ_i^2 เป็นค่าความแปรปรวนของประชากรที่ i โดย i = 1, 2, 3

$\bar{\sigma}^2$ เป็นค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่มาใช้ในการศึกษา

ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ความแปรปรวนของแต่ละประชากร	Ø
มีความแตกต่างกันน้อย	(0.25,0.5,1)	0.76
$(0 < Ø < 1.5)$	(0.5,1,2)	1.08
มีความแตกต่างกันปานกลาง	(1,2,4)	1.53
$(1.5 < Ø < 3.0)$	(2,4,8)	2.16
มีความแตกต่างกันมาก	(2,8,16)	4.96
$(Ø > 3)$	(1,8,16)	7.51

3.1.5 การกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \sigma^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (μ, σ^2)			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3	(μ_1, μ_2, μ_3)	$(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$
1	(4,0.25)	(4,0.25)	(4,0.25)	(4,4,4)	(0.25,0.25,0.25)
2	(4,0.5)	(4,0.5)	(4,0.5)	(4,4,4)	(0.5,0.5,0.5)
3	(4,1)	(4,1)	(4,1)	(4,4,4)	(1,1,1)
4	(4,2)	(4,2)	(4,2)	(4,4,4)	(2,2,2)

$$(X_1, X_2, X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.25,0.25))$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 0.25 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 0.25 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 0.25 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,0.5,0.5))$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 0.5 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 0.5 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 0.5 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,1,1))$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 1 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 1 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,2,2))$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 2 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 2 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 2 \end{pmatrix}$$

ตารางที่ 3.3 ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \sigma^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์(μ, σ^2)			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	
	ประชากรที่ 1	ประชากที่ 2	ประชากที่ 3	(μ_1, μ_2, μ_3)	$(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$	Ø
1	(4,1/4)	(4,1/2)	(4,1)	(4,4,4)	(0.25,0.5,1)	0.76
2	(4,1/2)	(4,1)	(4,2)	(4,4,4)	(0.5,1,2)	1.08
3	(4,1)	(4,2)	(4,4)	(4,4,4)	(1,2,4)	1.53
4	(4,2)	(4,4)	(4,8)	(4,4,4)	(2,4,8)	2.16
5	(4,2)	(4,8)	(4,16)	(4,4,4)	(2,8,16)	4.96
6	(4,1)	(4,8)	(4,16)	(4,4,4)	(1,8,16)	7.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.5,1)); \emptyset = 0.76$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 0.25 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 0.5 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,1,2)); \emptyset = 1.08$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 0.5 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 1 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 2 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,2,4)); \emptyset = 1.53$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 1 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 2 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 4 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,4,8)); \emptyset = 2.16$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 2 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 4 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 8 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,8,16)); \emptyset = 4.96$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 2 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 8 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 16 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,8,16)); \emptyset = 7.51$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 1 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 8 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 16 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$ และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (α, β)			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3	(μ_1, μ_2, μ_3)	$(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$
1	(64,1/4)	(64,1/4)	(64,1/4)	(4,4,4)	(0.25,0.25,0.25)
2	(32,1/8)	(32,1/8)	(32,1/8)	(4,4,4)	(0.5,0.5,0.5)
3	(16,1/4)	(16,1/4)	(16,1/4)	(4,44)	(1,1,1)
4	(8,1/2)	(8,1/2)	(8,1/2)	(4,4,4)	(2,2,2)

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,64,64),(1/4,1/4,1/4))$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 64 \\ 64 \\ 64 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/4 \\ 1/4 \\ 1/4 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,32,32),(1/8,1/8,1/8))$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 32 \\ 32 \\ 32 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/8 \\ 1/8 \\ 1/8 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,16,16),(1/4,1/4,1/4))$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 16 \\ 16 \\ 16 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/4 \\ 1/4 \\ 1/4 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,8,8),(1/2,1/2,1/2))$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 8 \\ 8 \\ 8 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$ และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (α, β)			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	$\emptyset$
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3	(μ_1, μ_2, μ_3)	$(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$	
1	(64,1/16)	(32,1/8)	(16,1/4)	(4,4,4)	(0.25,0.5,1)	0.76
2	(32,1/8)	(16,1/4)	(8,1/2)	(4,4,4)	(0.5,1,2)	1.08
3	(16,1/4)	(8,1/2)	(1,4)	(4,4,4)	(1,2,4)	1.53
4	(8,1/2)	(4,1)	(2,2)	(4,4,4)	(2,4,8)	2.16
5	(8,1/2)	(2,2)	(1,4)	(4,4,4)	(2,8,16)	4.96
6	(16,1/4)	(2,2)	(1,4)	(4,4,4)	(1,8,16)	7.51

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\left((64,32,16),(1/16,1/8,1/4)\right); \emptyset = 0.76$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 64 \\ 32 \\ 16 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/16 \\ 1/8 \\ 1/4 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\left((32,16,8),(1/8,1/4,1/2)\right); \emptyset = 1.08$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 32 \\ 16 \\ 8 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/8 \\ 1/4 \\ 1/2 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\left((16,8,1),(1/4,1/2,4)\right); \emptyset = 1.53$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 16 \\ 8 \\ 1 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/4 \\ 1/2 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((8,4,2),(1/2,1,2)\big); \emptyset = 2.16$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 8 \\ 4 \\ 2 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((8,2,1),(1/2,2,4)\big); \emptyset = 4.96$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 8 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/2 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((16,2,1),(1/4,2,4)\big); \emptyset = 7.51$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 16 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}, \ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/4 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

3.1.6 การกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ

ตารางที่ 3.6 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบของการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \sigma^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์(μ, σ^2)			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3	(μ_1, μ_2, μ_3)	$(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$
1	(4,0.25)	(6,0.25)	(8,0.25)	(4,6,8)	(0.25,0.25,0.25)
2	(4,0.5)	(6,0.5)	(8,0.5)	(4,6,8)	(0.5,0.5,0.5)
3	(4,1)	(6,1)	(8,1)	(4,6,8)	(1,1,1)
4	(4,2)	(6,2)	(8,2)	(4,6,8)	(2,2,2)

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN\big((4,6,8),(0.25,0.25,0.25)\big)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 0.25 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 0.25 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 0.25 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN\big((4,6,8),(0.5,0.5,0.5)\big)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix},\ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 0.5 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 0.5 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 0.5 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN\big((4,6,8),(1,1,1)\big)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix},\ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 1 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 1 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN\big((4,6,8),(2,2,2)\big)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix},\ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 2 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 2 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 2 \end{pmatrix}$$

ตารางที่ 3.7 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบของการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรที่ค่าพารามิเตอร์ (μ, σ^2) โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \sigma^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์(μ, σ^2)			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	ø
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3	(μ_1, μ_2, μ_3)	$(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$	
1	(4,1/2)	(6,1)	(8,1/4)	(4,6,8)	(0.5,1,0.25)	0.76
2	(4,1/2)	(6,1)	(8,2)	(4,6,8)	(0.5,1,2)	1.08
3	(4,1)	(6,4)	(8,2)	(4,6,8)	(1,4,2)	1.53
4	(4,8)	(6,4)	(8,2)	(4,6,8)	(8,4,2)	2.16
5	(4,8)	(6,2)	(8,16)	(4,6,8)	(8,2,16)	4.96
6	(4,8)	(6,1)	(8,16)	(4,8,12)	(8,1,16)	7.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,0.25)); \emptyset = 0.76$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 0.5 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 1 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 0.25 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,2)); \emptyset = 1.08$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 0.5 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 1 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 2 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(1,4,2)); \emptyset = 1.53$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 1 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 4 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 2 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,4,2)); \emptyset = 2.16$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 8 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 4 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 2 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,2,16)); \emptyset = 4.96$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 8 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 2 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 16 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,1,16)); \emptyset = 7.51$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \ \underline{\mu} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ และ } \Sigma = \begin{pmatrix} 8 & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_2} & \rho\sigma_{x_1}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_1} & 1 & \rho\sigma_{x_2}\sigma_{x_3} \\ \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_1} & \rho\sigma_{x_3}\sigma_{x_2} & 16 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบของการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$ และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์(α, β)			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3	(μ_1, μ_2, μ_3)	$(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$
1	(64,1/4)	(144,1/24)	(256,1/32)	(4,6,8)	(0.25,0.25,0.25)
2	(32,1/8)	(72,1/12)	(128,1/16)	(4,6,8)	(0.5,0.5,0.5)
3	(16,1/4)	(36,1/6)	(64,1/8)	(4,6,8)	(1,1,1)
4	(8,1/2)	(18,1/3)	(32,1/4)	(4,6,8)	(2,2,2)

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((64,144,256),(1/4,1/24,1/32)\big)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix},\ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 64 \\ 144 \\ 256 \end{bmatrix},\ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/4 \\ 1/24 \\ 1/32 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((32,72,128),(1/8,1/12,1/16)\big)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix},\ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 32 \\ 72 \\ 128 \end{bmatrix},\ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/8 \\ 1/12 \\ 1/16 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((16,36,64),(1/4,1/6,1/8)\big)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix},\ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 16 \\ 36 \\ 64 \end{bmatrix},\ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/4 \\ 1/6 \\ 1/8 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((8,18,32),(1/2,1/3,1/4)\big)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix},\ \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 8 \\ 18 \\ 32 \end{bmatrix},\ \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/2 \\ 1/3 \\ 1/4 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบของการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรที่มีค่าพารามิเตอร์ (α, β) โดยมีค่าเฉลี่ย $E(X) = \alpha\beta$ และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \alpha\beta^2$

สถานการณ์	พารามิเตอร์(α, β)			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	Ø
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3	(μ_1, μ_2, μ_3)	$(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$	
1	(32,1/8)	(36,1/6)	(256,1/32)	(4,6,8)	(0.5,1,0.25)	0.76
2	(32,1/8)	(36,1/6)	(32,1/4)	(4,6,8)	(0.5,1,2)	1.08
3	(16,1/4)	(18,1/3)	(16,1/2)	(4,6,8)	(1,2,4)	1.53
4	(2,2)	(18,1/3)	(16,1/2)	(4,6,8)	(8,2,4)	2.16
5	(2,2)	(18,1/3)	(4,2)	(4,6,8)	(8,2,16)	4.96
6	(2,2)	(36,1/6)	(4,2)	(4,6,8)	(8,1,16)	7.51

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((32,36,256),(1/8,1/6,1/32)\big);\ \emptyset = 0.76$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 32 \\ 36 \\ 256 \end{bmatrix} \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/8 \\ 1/6 \\ 1/32 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((32,36,32),(1/8,1/6,1/4)\big);\ \emptyset = 1.08$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 32 \\ 36 \\ 32 \end{bmatrix} \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/8 \\ 1/6 \\ 1/4 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((16,18,16),(1/4,1/3,1/2)\big);\ \emptyset = 1.53$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 16 \\ 18 \\ 16 \end{bmatrix} \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 1/4 \\ 1/3 \\ 1/2 \end{bmatrix} \text{ และ } \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((2,18,16),(2,1/3,1/2)\big);\ \emptyset = 2.16$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 2 \\ 18 \\ 16 \end{bmatrix} \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1/3 \\ 1/2 \end{bmatrix} \text{ และ } \quad \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((2,18,4),(2,1/3,2)\big);\ \emptyset = 4.96$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 2 \\ 18 \\ 4 \end{bmatrix} \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1/3 \\ 2 \end{bmatrix} \text{ และ } \quad \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG\big((2,36,4),(2,1/6,2)\big);\ \emptyset = 7.51$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad \underline{\alpha} = \begin{bmatrix} 2 \\ 36 \\ 4 \end{bmatrix} \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1/6 \\ 2 \end{bmatrix} \text{ และ } \quad \rho = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{x_1x_2} & \rho_{x_1x_3} \\ \rho_{x_2x_1} & 1 & \rho_{x_2x_3} \\ \rho_{x_3x_1} & \rho_{x_3x_2} & 1 \end{pmatrix}$$

3.2 วิธีการดำเนินวิจัย

3.2.1 จำลองข้อมูลและสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยโปรแกรมอาร์ โดยกำหนดให้ข้อมูลมีค่าเฉลี่ยเท่ากันทั้ง 3 กลุ่ม กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2, 0.5 และ 0.8 โดยมีการแจกแจงค่าเฉลี่ยความแปรปรวนและขนาดตัวอย่างเป็นไปตามขอบเขตของการวิจัย

3.2.2 ทำการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ 3 กลุ่ม สัมพันธ์กันทั้ง 3 ตัวสถิติทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด ตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอล์มอล-สกอร์ นำค่าตัวสถิติทดสอบที่คำนวณได้ไปคำนวณค่าพี (p–value) และเปรียบเทียบค่าพีกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด เพื่อสรุปว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ แล้วบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง เนื่องจากข้อมูลที่นำมาทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม เป็นข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยของประชากรไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะใช้เกณฑ์ในการนับการปฏิเสธสมมติฐานว่างคือถ้าพบว่าในการทดสอบครั้งใดมีการปฏิเสธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานว่างเกิดขึ้นไม่ว่ากี่สมมติฐานก็ตาม ผู้วิจัยจะถือว่าผลการทดสอบในครั้งนั้นเป็นการปฏิเสธสมมติฐานว่างและบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง ทำซ้ำจนครบ 1,000 ครั้ง

3.2.3 หาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างหารด้วย 1,000 ได้สูตรดังนี้

$$\text{ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1} = \frac{\text{จำนวนครั้งของการปฏิเสธ } H_0 \text{ เมื่อ } H_0 \text{เป็นจริง}}{1000}$$

3.2.4 ทำการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแต่ละตัวสถิติทดสอบกับเกณฑ์ของ Bradley โดยถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 อยู่ในช่วง $[0.5\alpha, 1.5\alpha]$ สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ α นั่นคือถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 อยู่ในช่วง $[0.005, 0.015]$ สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และอยู่ในช่วง $[0.025, 0.075]$ สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะสรุปว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ (เกษร วัฒนาชัยวณิช, 2532)

3.2.5 จำลองข้อมูลและสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยโปรแกรมอาร์โดยกำหนดให้ข้อมูลมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันทั้ง 3 กลุ่ม กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2, 0.5 และ 0.8 โดยมีการแจกแจง ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและขนาดตัวอย่างเป็นไปตามขอบเขตของการวิจัย

3.2.6 ทำการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ 3 กลุ่ม สัมพันธ์กันทั้ง 3 ตัวสถิติทดสอบ นำค่าตัวสถิติทดสอบที่คำนวณได้ไปคำนวณค่าพี (p–value) และเปรียบเทียบค่าพีกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด เพื่อสรุปว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ แล้วบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง เนื่องจากข้อมูลที่นำมาทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม เป็นข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยของประชากรแตกต่างกัน ดังนั้นเกณฑ์การนับการปฏิเสธสมมติฐานว่างคือถ้าพบว่าในการทดสอบครั้งใดมีการปฏิเสธสมมติฐานว่างเกิดขึ้นครบทุกสมมติฐาน ผู้วิจัยจะถือว่าผลการทดสอบในครั้งนั้นเป็นการปฏิเสธสมมติฐานว่างและบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง ทำซ้ำจนครบ 1,000 ครั้ง

3.2.7 หากำลังการทดสอบโดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างหารด้วย 1,000 ได้สูตรดังนี้

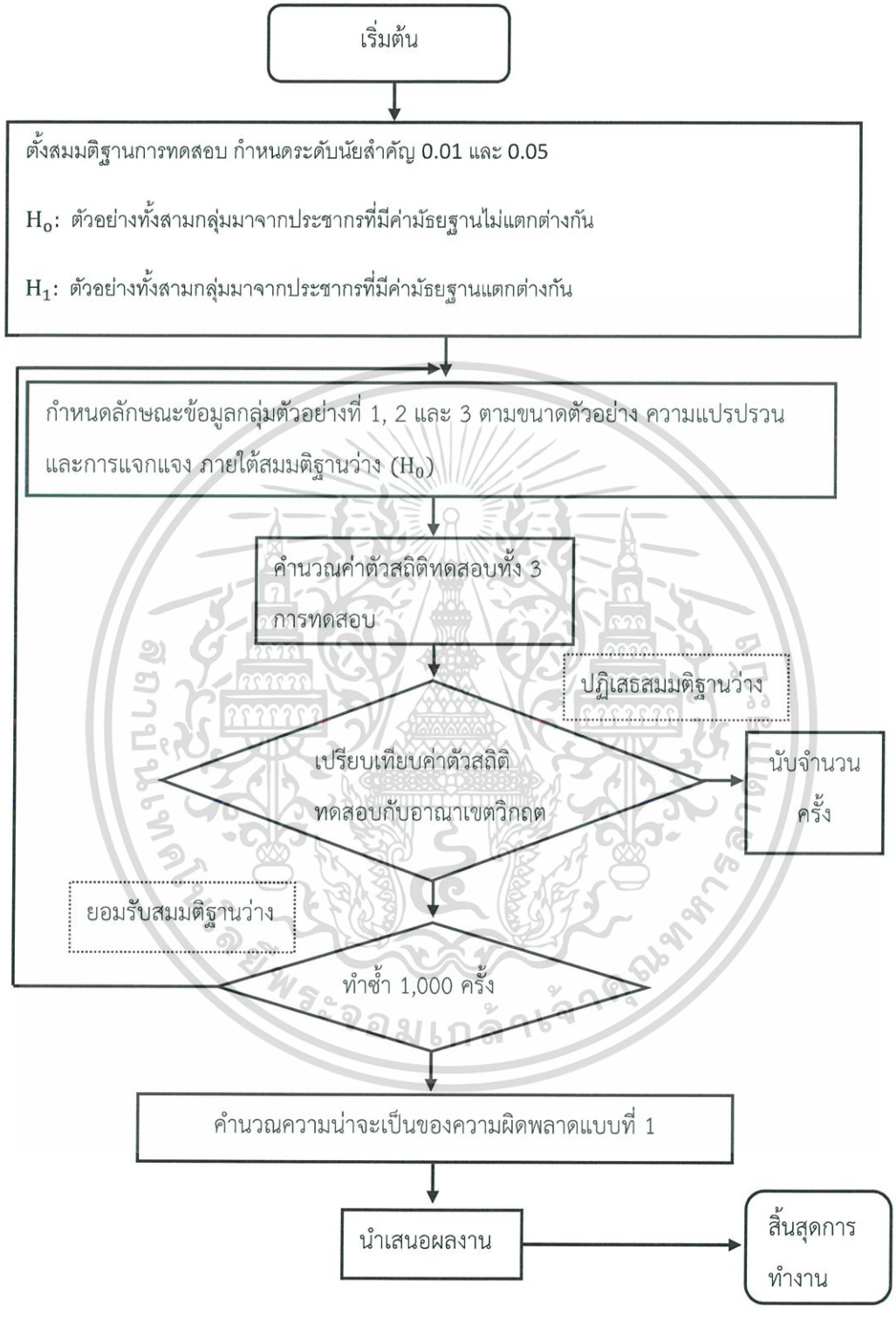
$$\text{กำลังการทดสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งของการปฏิเสธ } H_0 \text{ เมื่อ } H_0 \text{ไม่จริง}}{1000}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 ทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบโดยตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดจะเป็นตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด

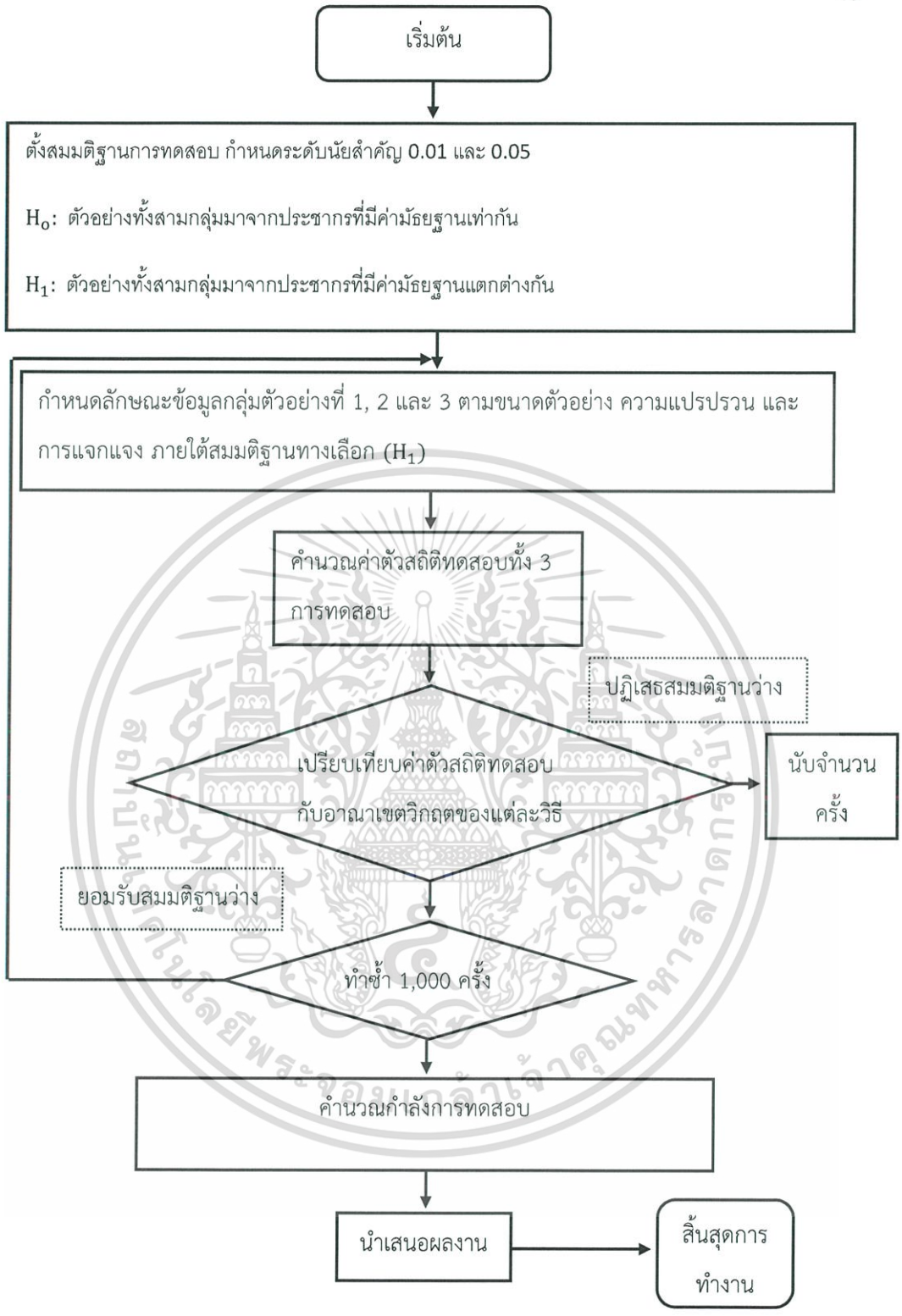
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการคำนวณกำลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

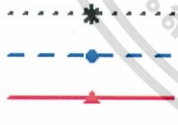
บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทำปัญหาพิเศษนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลองเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสามารถ สรุปได้เป็น 2 ส่วน คือ ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ

การกำหนดสัญลักษณ์แทนตัวสถิติทดสอบ ดังนี้

F	หมายถึง ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน
Q	หมายถึง ตัวสถิติทดสอบเควด
W	หมายถึง ตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์
MN	หมายถึง การแจกแจงปรกติหลายตัวแปร
MG	หมายถึง การแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร
n	หมายถึง ขนาดตัวอย่าง
r	หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์



4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแต่ละตัวสถิติทดสอบจะใช้ข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากันทั้ง 3 กลุ่ม ขนาดตัวอย่าง การแจกแจงของประชากร พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และระดับนัยสำคัญตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในหัวข้อขอบเขตของการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน และความแปรปรวนเท่ากัน

ตารางที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.25,0.25))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.005[B]	0.009[B]	0.002	0.007[B]	0.011[B]	0.000	0.007[B]	0.007[B]	0.000
(30,30,30)	0.010[B]	0.012[B]	0.003	0.008[B]	0.005[B]	0.000	0.009[B]	0.007[B]	0.000
(50,50,50)	0.008[B]	0.011[B]	0.001	0.011[B]	0.009[B]	0.000	0.013[B]	0.007[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,0.5,0.5))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.008[B]	0.009[B]	0.001	0.007[B]	0.018	0.000	0.008[B]	0.010[B]	0.000
(30,30,30)	0.015[B]	0.009[B]	0.005[B]	0.005[B]	0.006[B]	0.000	0.012[B]	0.016	0.000
(50,50,50)	0.009[B]	0.009[B]	0.005[B]	0.007[B]	0.009[B]	0.000	0.012[B]	0.013[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,1,1))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.006[B]	0.014[B]	0.004	0.008[B]	0.013[B]	0.000	0.008[B]	0.011[B]	0.000
(30,30,30)	0.013[B]	0.008[B]	0.000	0.009[B]	0.011[B]	0.000	0.016	0.011[B]	0.000
(50,50,50)	0.011[B]	0.013[B]	0.005[B]	0.009[B]	0.011[B]	0.000	0.011[B]	0.012[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,2,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.007[B]	0.007[B]	0.002	0.006[B]	0.012[B]	0.000	0.005[B]	0.005[B]	0.000
(30,30,30)	0.005[B]	0.007[B]	0.002	0.009[B]	0.015[B]	0.001	0.007[B]	0.012[B]	0.000
(50,50,50)	0.009[B]	0.009[B]	0.004	0.009[B]	0.006[B]	0.000	0.007[B]	0.012[B]	0.000

หมายเหตุ B หมายถึง มีค่าในช่วงตามเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

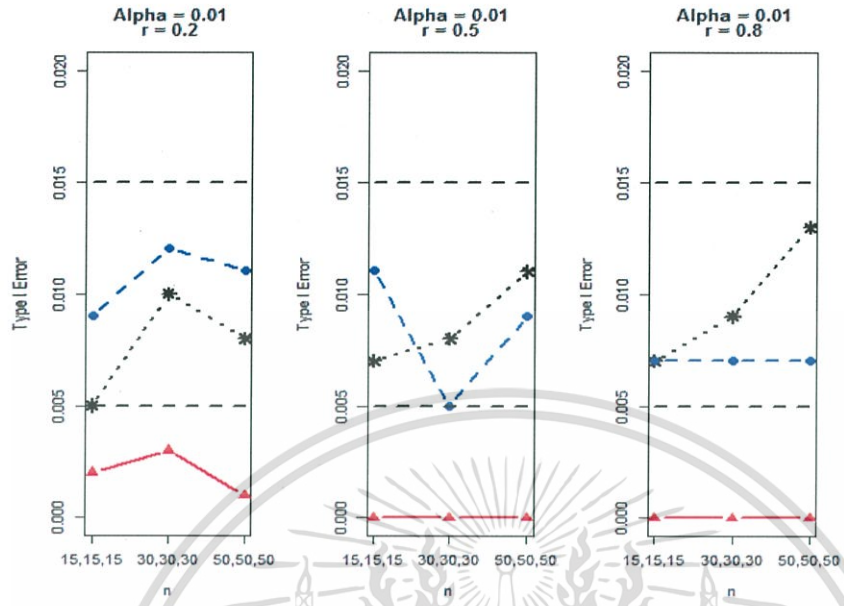
ตารางที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.25,0.25))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.047[B]	0.055[B]	0.016	0.046[B]	0.045[B]	0.006	0.048[B]	0.051[B]	0.000
(30,30,30)	0.062[B]	0.055[B]	0.029[B]	0.047[B]	0.049[B]	0.002	0.058[B]	0.042[B]	0.000
(50,50,50)	0.053[B]	0.057[B]	0.024	0.037[B]	0.039[B]	0.002	0.050[B]	0.034[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,0.5,0.5))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.047[B]	0.058[B]	0.021	0.052[B]	0.053[B]	0.006	0.041[B]	0.044[B]	0.000
(30,30,30)	0.059[B]	0.043[B]	0.027[B]	0.041[B]	0.044[B]	0.003	0.077[B]	0.063[B]	0.000
(50,50,50)	0.047[B]	0.047[B]	0.025[B]	0.044[B]	0.051[B]	0.004	0.052[B]	0.050[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,1,1))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.048[B]	0.059[B]	0.036[B]	0.050[B]	0.044[B]	0.004	0.036[B]	0.036[B]	0.000
(30,30,30)	0.053[B]	0.054[B]	0.021	0.052[B]	0.048[B]	0.005	0.049[B]	0.055[B]	0.000
(50,50,50)	0.054[B]	0.059[B]	0.030[B]	0.047[B]	0.050[B]	0.007	0.055[B]	0.056[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,2,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.043[B]	0.050[B]	0.025[B]	0.048[B]	0.059[B]	0.006	0.047[B]	0.046[B]	0.000
(30,30,30)	0.049[B]	0.047[B]	0.021	0.059[B]	0.049[B]	0.007	0.050[B]	0.046[B]	0.000
(50,50,50)	0.045[B]	0.047[B]	0.019	0.054[B]	0.055[B]	0.001	0.041[B]	0.041[B]	0.000

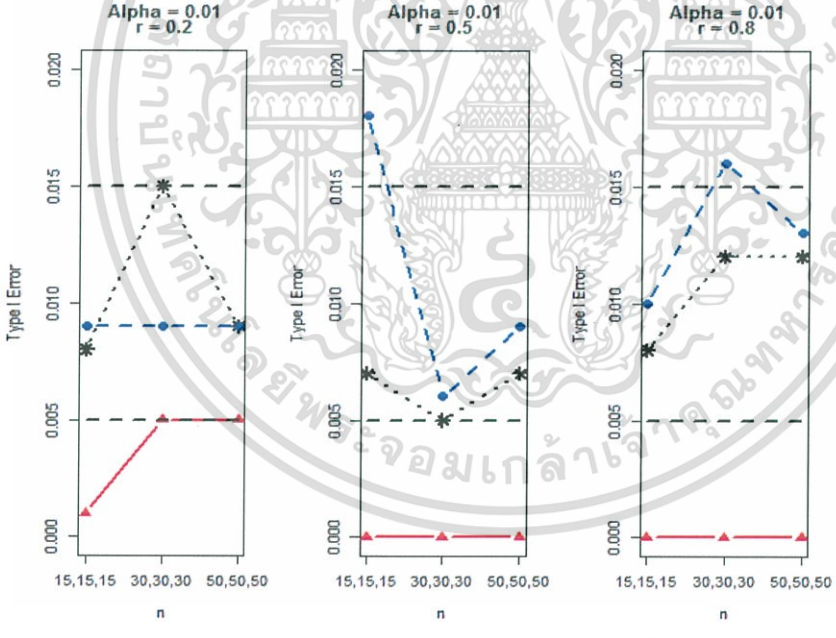
หมายเหตุ B หมายถึง มีค่าในช่วงตามเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.25,0.25))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,0.5,0.5))$$

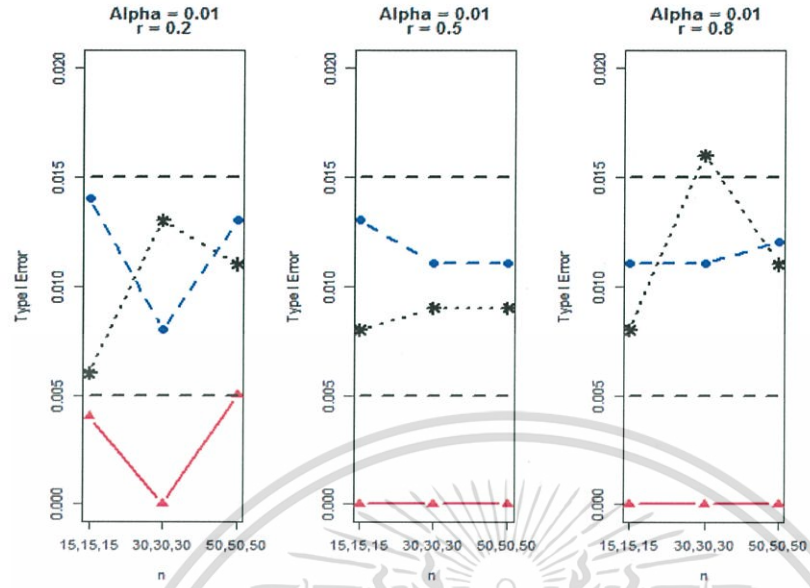


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

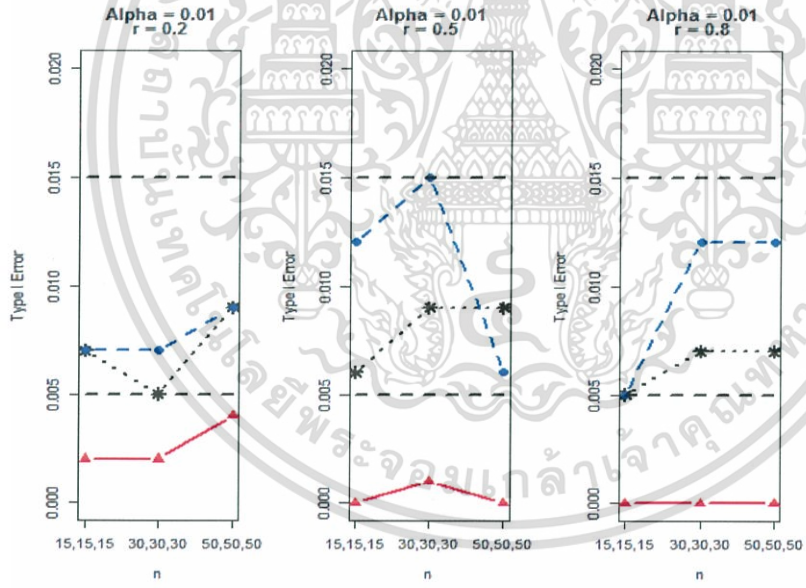
รูปที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,1,1))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,2,2))$$

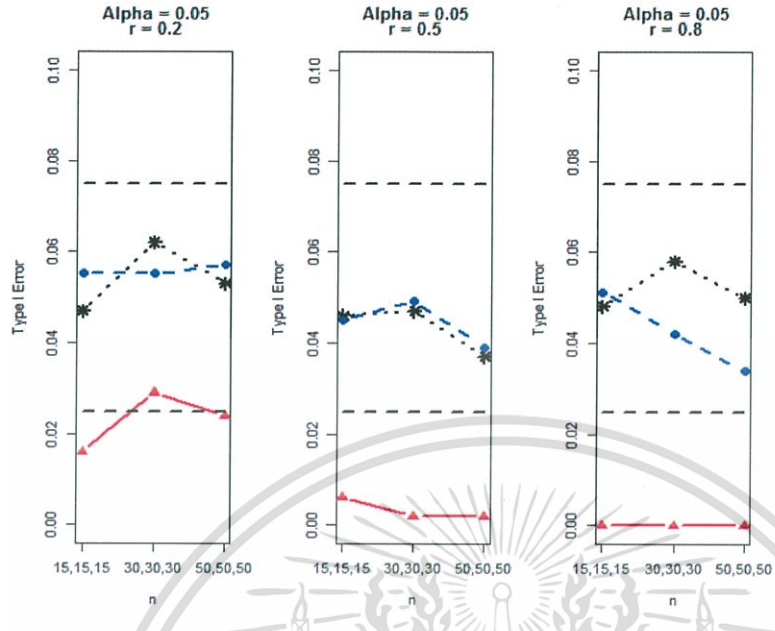


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

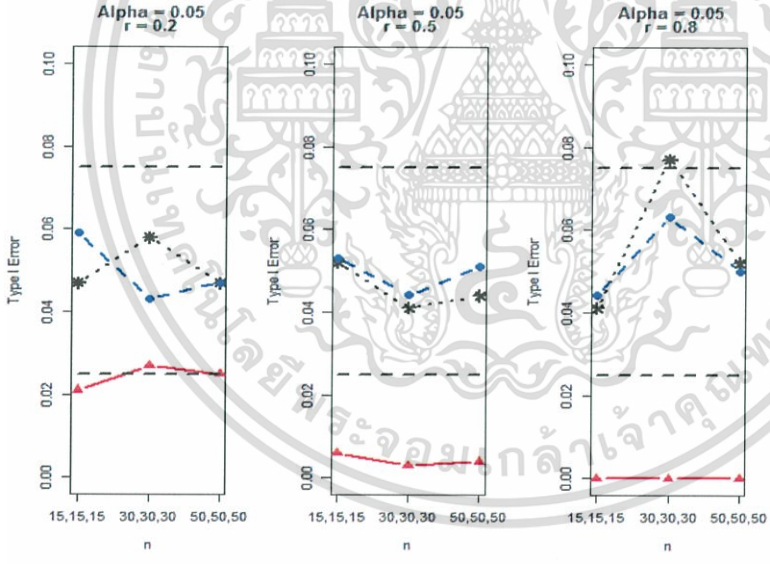
รูปที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.25,0.25))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,0.5,0.5))$$

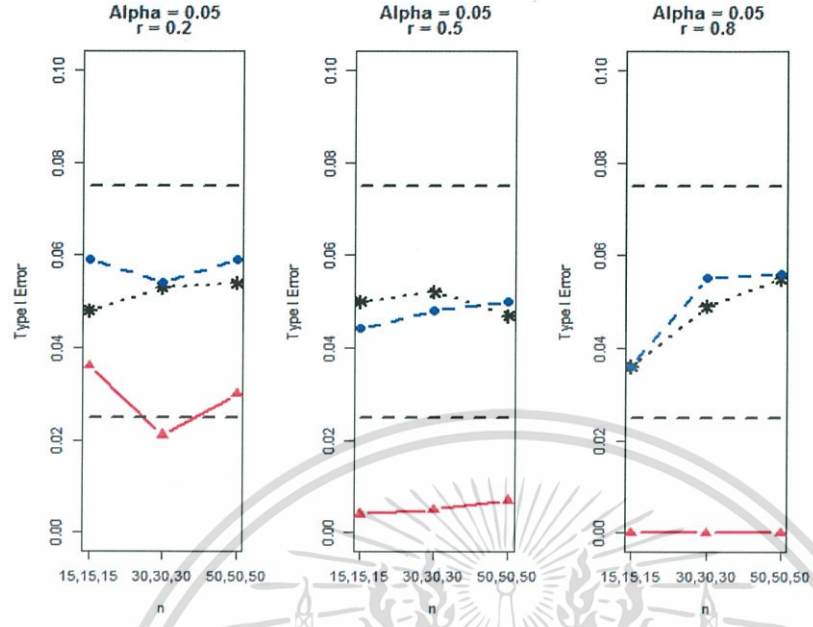


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

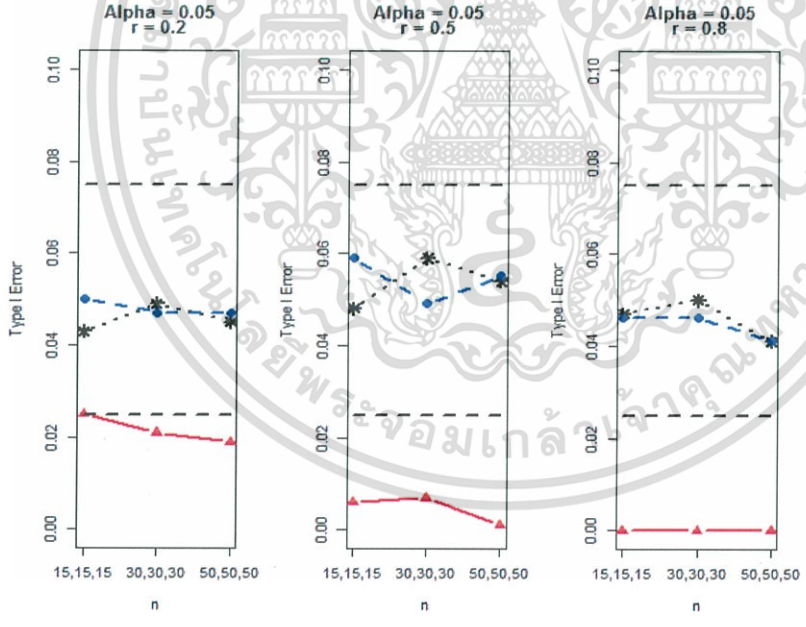
รูปที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,1,1))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,2,2))$$



หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

รูปที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.5,1))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.010^B	0.011^B	0.005^B	0.006^B	0.014^B	0.000	0.007^B	0.016	0.000
(30,30,30)	0.013^B	0.012^B	0.005^B	0.008^B	0.010^B	0.001	0.009^B	0.014^B	0.000
(50,50,50)	0.012^B	0.007^B	0.001	0.008^B	0.009^B	0.000	0.011^B	0.020	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,1,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.015^B	0.020	0.016	0.006	0.010^B	0.000	0.009^B	0.018	0.000
(30,30,30)	0.004	0.013^B	0.007^B	0.009	0.009^B	0.001	0.016	0.013^B	0.000
(50,50,50)	0.010^B	0.011^B	0.006^B	0.011	0.015^B	0.001	0.008^B	0.009^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,2,4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.007^B	0.015^B	0.003	0.007^B	0.015^B	0.000	0.007^B	0.012^B	0.000
(30,30,30)	0.007^B	0.011^B	0.003	0.011^B	0.011^B	0.001	0.013^B	0.011^B	0.000
(50,50,50)	0.015^B	0.012^B	0.004	0.006^B	0.010^B	0.001	0.010^B	0.014^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,4,8))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.004	0.020	0.005^B	0.007^B	0.018	0.003	0.008^B	0.016	0.000
(30,30,30)	0.011^B	0.015^B	0.007^B	0.012^B	0.013^B	0.001	0.007^B	0.009^B	0.000
(50,50,50)	0.012^B	0.019	0.008^B	0.010^B	0.018	0.000	0.007^B	0.014^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,8,16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.004	0.014^B	0.006^B	0.004	0.018	0.001	0.012^B	0.018	0.000
(30,30,30)	0.011^B	0.014^B	0.006^B	0.009^B	0.013^B	0.002	0.010^B	0.015^B	0.000
(50,50,50)	0.008^B	0.012^B	0.004	0.017	0.020	0.000	0.010^B	0.017	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,8,16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.009^B	0.018	0.010^B	0.009^B	0.012^B	0.001	0.009^B	0.014^B	0.000
(30,30,30)	0.008^B	0.013^B	0.003	0.012^B	0.015^B	0.002	0.014^B	0.014^B	0.001
(50,50,50)	0.014^B	0.020	0.010^B	0.004	0.008^B	0.000	0.013^B	0.016	0.000

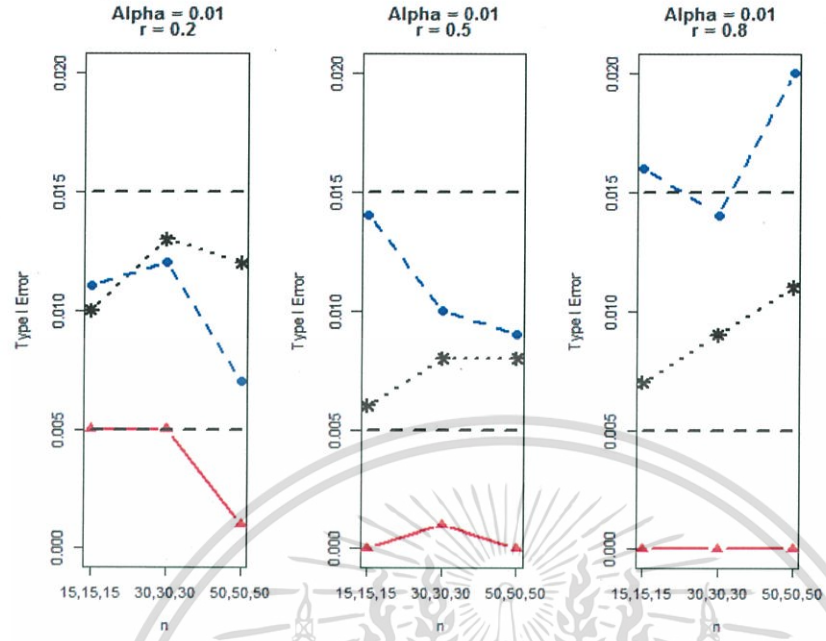
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05

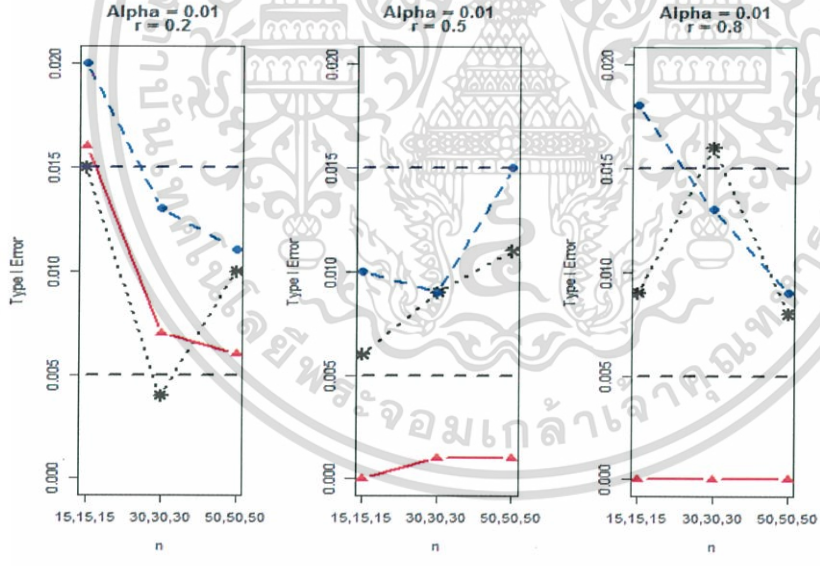
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.5,1))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.039^B	0.045^B	0.026^B	0.051^B	0.065^B	0.009	0.050^B	0.071^B	0.001
(30,30,30)	0.056^B	0.066^B	0.029^B	0.054^B	0.055^B	0.007	0.045^B	0.056^B	0.001
(50,50,50)	0.053^B	0.054^B	0.022	0.039^B	0.058^B	0.007	0.055^B	0.058^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,1,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.048^B	0.061^B	0.036^B	0.051^B	0.053^B	0.003	0.046^B	0.056^B	0.001
(30,30,30)	0.059^B	0.054^B	0.030^B	0.057^B	0.047^B	0.005	0.055^B	0.053^B	0.001
(50,50,50)	0.053^B	0.048^B	0.025^B	0.046^B	0.048^B	0.006	0.040^B	0.053^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,2,4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.042^B	0.055^B	0.031^B	0.041^B	0.049^B	0.007	0.045^B	0.054^B	0.001
(30,30,30)	0.046^B	0.051^B	0.024	0.051^B	0.057^B	0.010	0.047^B	0.049^B	0.000
(50,50,50)	0.051^B	0.050^B	0.022	0.039^B	0.044^B	0.003	0.051^B	0.051^B	0.001
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,4,8))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.052^B	0.056^B	0.038^B	0.043^B	0.062^B	0.011	0.049^B	0.058^B	0.000
(30,30,30)	0.062^B	0.056^B	0.028^B	0.065^B	0.059^B	0.011	0.050^B	0.051^B	0.002
(50,50,50)	0.057^B	0.068^B	0.034^B	0.059^B	0.068^B	0.006	0.056^B	0.056^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,8,16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.048^B	0.056^B	0.036^B	0.044^B	0.047^B	0.010	0.047^B	0.061^B	0.003
(30,30,30)	0.058^B	0.058^B	0.033^B	0.055^B	0.044^B	0.005	0.061^B	0.056^B	0.003
(50,50,50)	0.052^B	0.054^B	0.026^B	0.056^B	0.064^B	0.012	0.060^B	0.056^B	0.001
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,8,16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.048^B	0.058^B	0.034^B	0.047^B	0.062^B	0.013	0.060^B	0.074^B	0.006
(30,30,30)	0.049^B	0.053^B	0.031^B	0.067^B	0.074^B	0.019	0.057^B	0.057^B	0.004
(50,50,50)	0.051^B	0.055^B	0.036^B	0.046^B	0.049^B	0.007	0.046^B	0.061^B	0.002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.5,1))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,1,2))$$

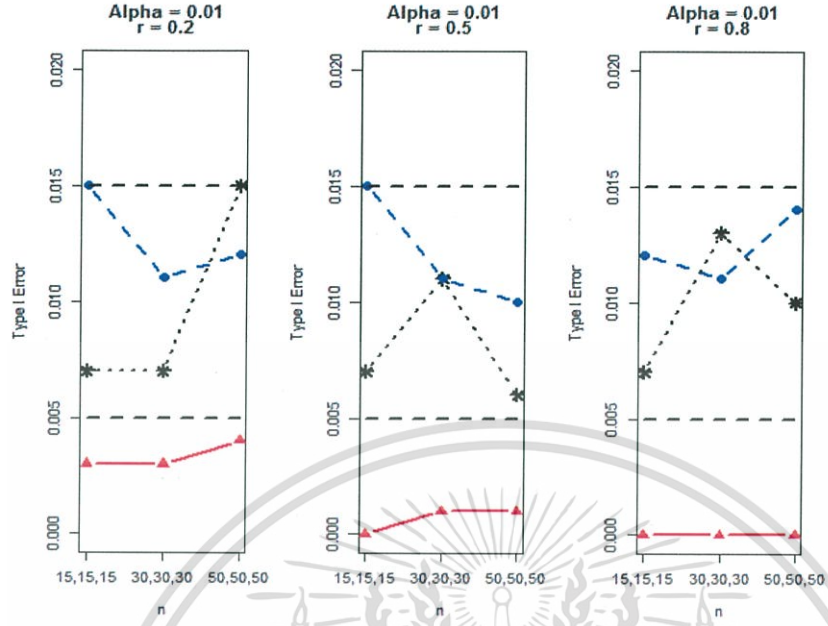


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

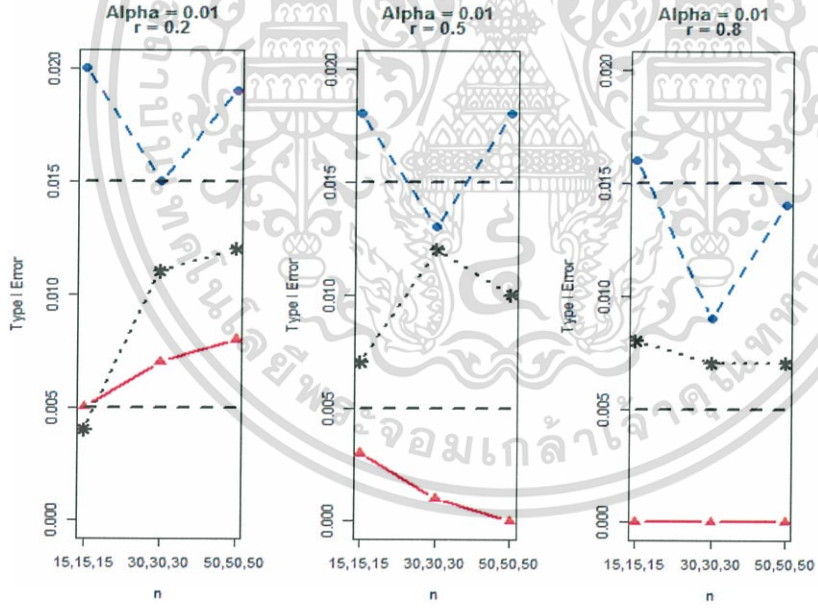
รูปที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,2,4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,4,8))$$

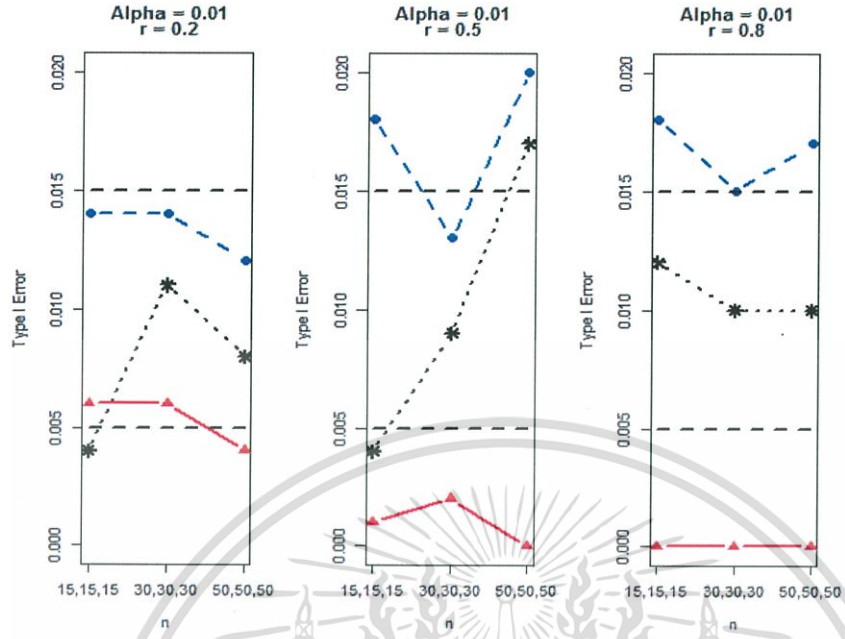


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

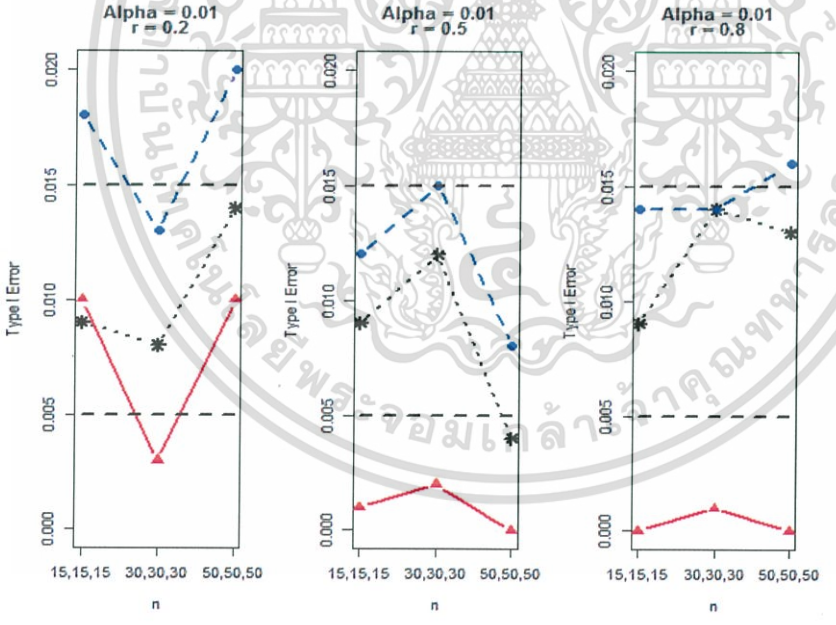
รูปที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,8,16))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,8,16))$$

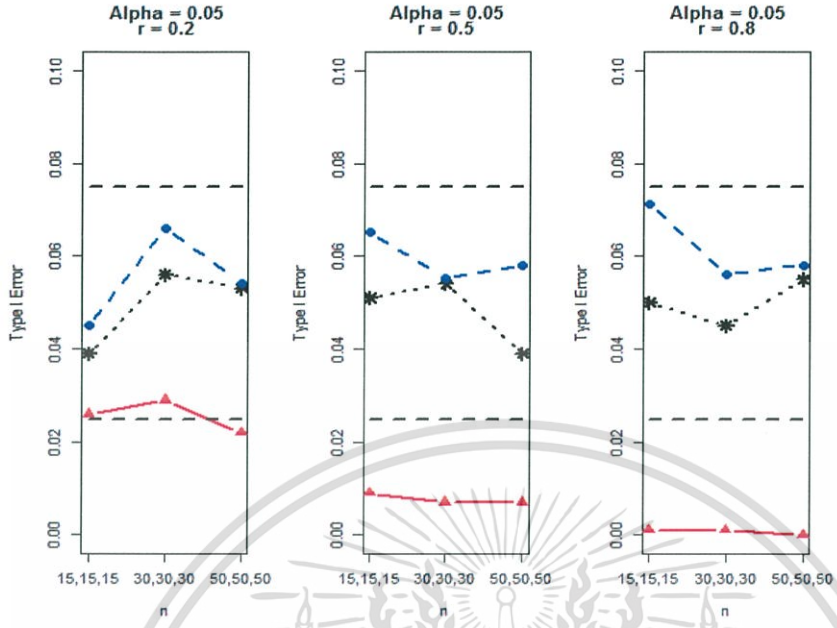


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

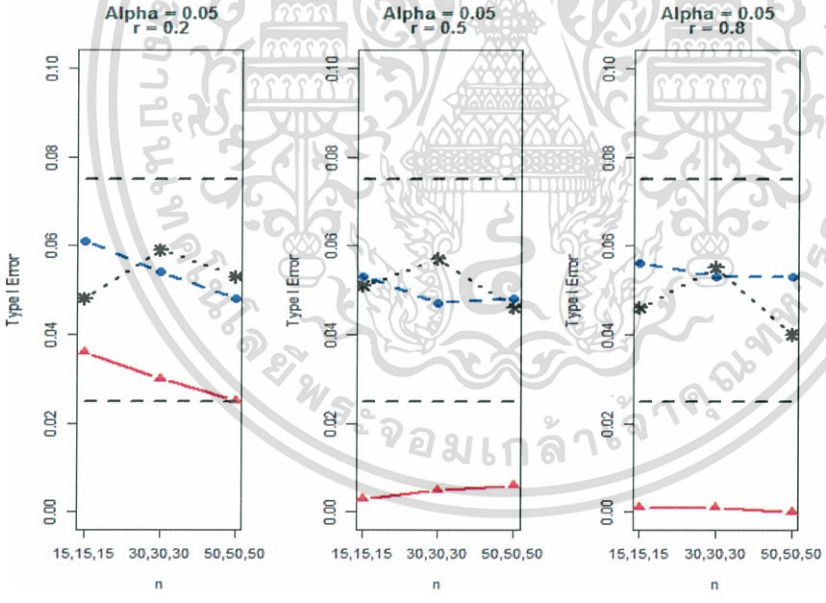
รูปที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.25,0.5,1))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(0.5,1,2))$$

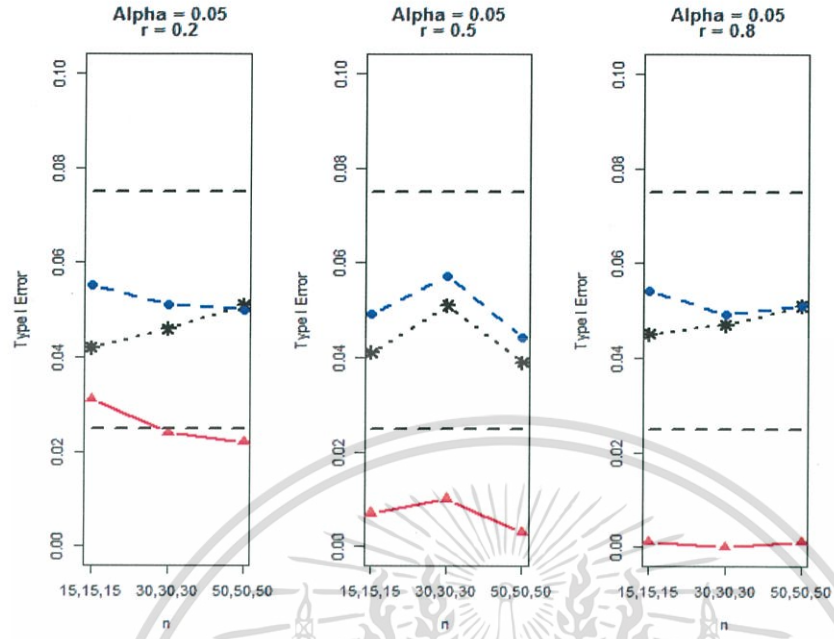


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

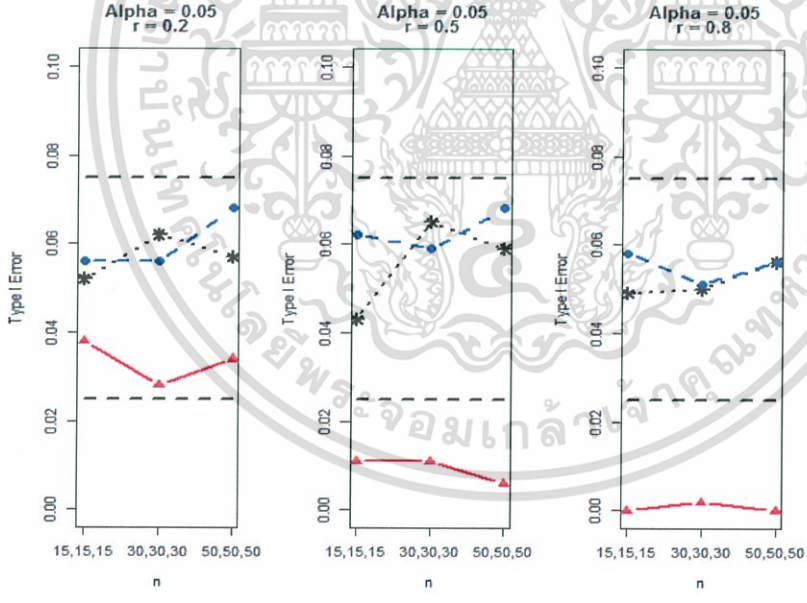
รูปที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,2,4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,4,8))$$

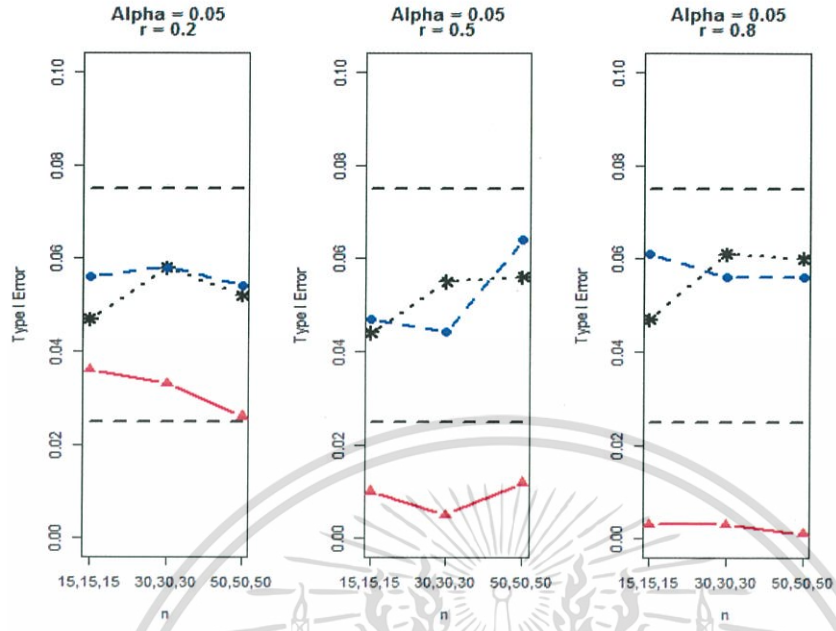


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

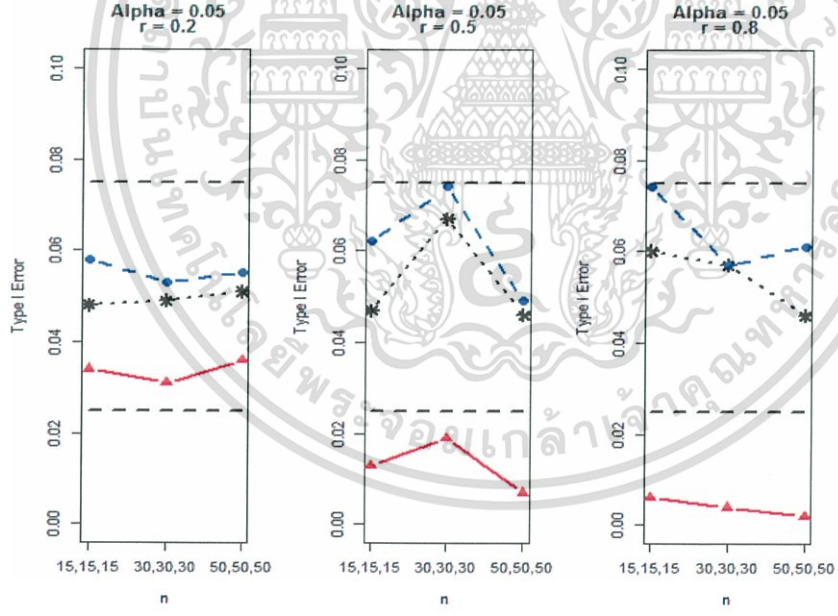
รูปที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(2,8,16))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,4,4),(1,8,16))$$



หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

รูปที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2, 0.5 และ 0.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	**27 ((27/30)×100 = 90)**	**30 (100)**
Q	25 (83.33)	**30 (100)**
W	14 (46.67)	21 (70)

หมายเหตุ ค่าร้อยละเกิดจากสัดส่วนระหว่างจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ต่อจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ทั้งหมดในแต่ละระดับนัยสำคัญ

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 F สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 27 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 90 รองลงมาคือ Q มี 25 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 83.33 และ W มี 14 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 46.67 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F และ Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 30 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ W มี 21 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 70

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ F มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F และ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	24 (80)	**30 (100)**
Q	**25 (83.33)**	**30 (100)**
W	0 (0)	0 (0)

หมายเหตุ ค่าร้อยละเกิดจากสัดส่วนระหว่างจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ต่อจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ทั้งหมดในแต่ละระดับนัยสำคัญ

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 25 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 83.33 รองลงมาคือ F มี 24 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 80 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F และ Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 30 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ F และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F และ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	**28 (93.33)**	**30 (100)**
Q	22 (73.33)	**30 (100)**
W	0 (0)	0 (0)

หมายเหตุ ค่าร้อยละเกิดจากสัดส่วนระหว่างจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ต่อจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ทั้งหมดในแต่ละระดับนัยสำคัญ

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 F สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 28 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 93.33 รองลงมาคือ Q มี 22 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 73.33 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F และ Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 30 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ F มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F และ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน และความแปรปรวนเท่ากัน

ตารางที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,64,64),(1/4,1/4,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.005[B]	0.012[B]	0.002	0.005[B]	0.006[B]	0.000	0.002	0.008[B]	0.000
(30,30,30)	0.011[B]	0.014[B]	0.002	0.005[B]	0.005[B]	0.000	0.009[B]	0.008[B]	0.000
(50,50,50)	0.012[B]	0.010[B]	0.003	0.017	0.013[B]	0.000	0.007[B]	0.008[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,32,32),(1/8,1/8,1/8))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.010[B]	0.008[B]	0.002	0.006[B]	0.009[B]	0.000	0.005[B]	0.004	0.000
(30,30,30)	0.012[B]	0.012[B]	0.007[B]	0.013[B]	0.017	0.000	0.010[B]	0.008[B]	0.000
(50,50,50)	0.011[B]	0.011[B]	0.007[B]	0.011[B]	0.012[B]	0.000	0.011[B]	0.010[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,16,16),(1/4,1/4,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.008[B]	0.008[B]	0.004	0.006[B]	0.010[B]	0.000	0.012[B]	0.015[B]	0.000
(30,30,30)	0.009[B]	0.009[B]	0.004	0.007[B]	0.011[B]	0.000	0.003	0.008[B]	0.000
(50,50,50)	0.009[B]	0.015[B]	0.004	0.017	0.012[B]	0.000	0.016	0.010[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,8,8),(1/2,1/2,1/2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.010[B]	0.010[B]	0.005[B]	0.010[B]	0.012[B]	0.001	0.010[B]	0.006[B]	0.000
(30,30,30)	0.002	0.009[B]	0.002	0.007[B]	0.009[B]	0.000	0.007[B]	0.006[B]	0.000
(50,50,50)	0.011[B]	0.013[B]	0.004	0.017	0.009[B]	0.000	0.012[B]	0.009[B]	0.000

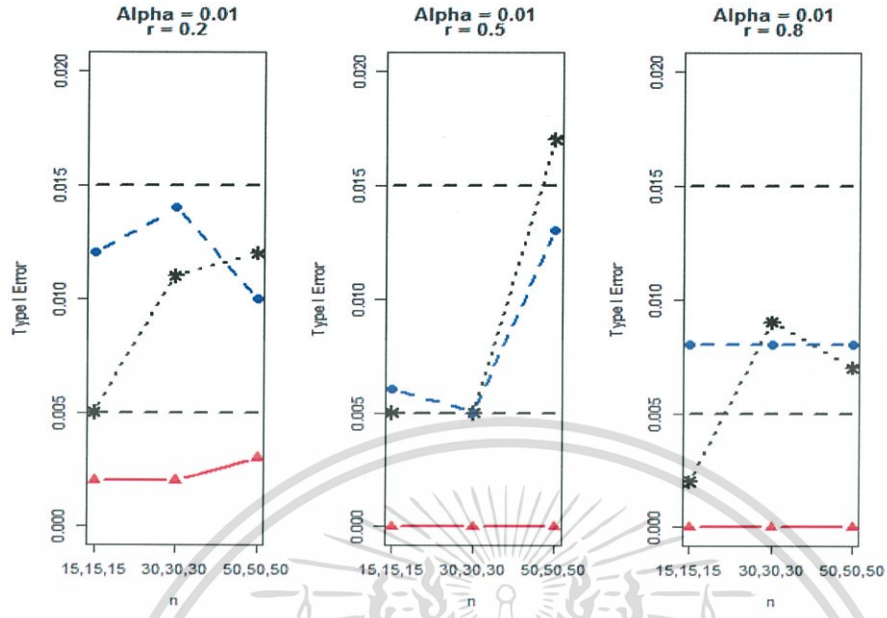
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05

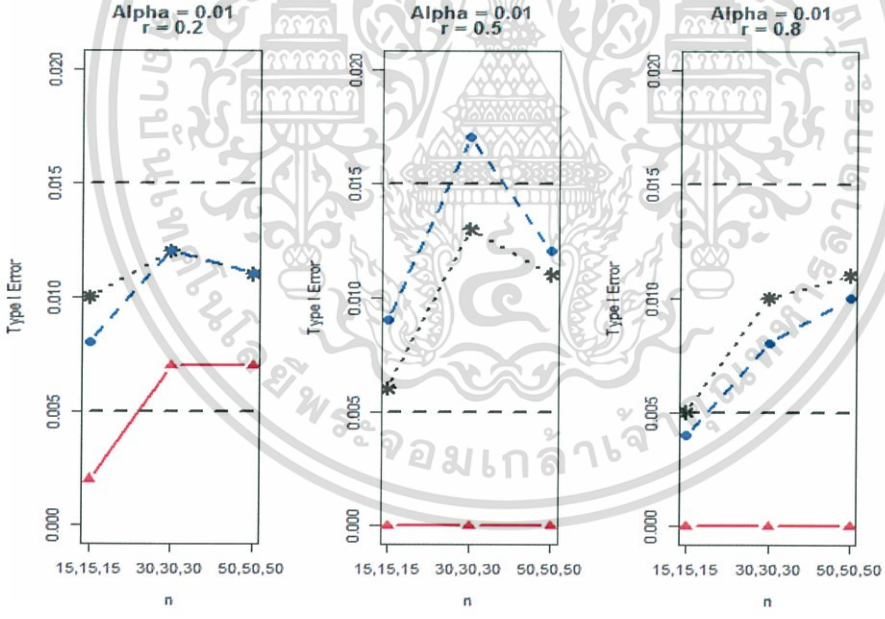
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,64,64),(1/4,1/4,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.048^B	0.045^B	0.024	0.044^B	0.052^B	0.003	0.035^B	0.041^B	0.000
(30,30,30)	0.061^B	0.054^B	0.033^B	0.046^B	0.042^B	0.002	0.054^B	0.049^B	0.000
(50,50,50)	0.040^B	0.046^B	0.024	0.052^B	0.049^B	0.007	0.052^B	0.048^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,32,32),(1/8,1/8,1/8))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.039^B	0.042^B	0.022	0.047^B	0.052^B	0.001	0.043^B	0.029^B	0.000
(30,30,30)	0.047^B	0.054^B	0.027^B	0.054^B	0.050^B	0.006	0.069^B	0.054^B	0.000
(50,50,50)	0.043^B	0.044^B	0.020	0.056^B	0.061^B	0.004	0.053^B	0.047^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,16,16),(1/4,1/4,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.049^B	0.044^B	0.027^B	0.047^B	0.062^B	0.005	0.059^B	0.067^B	0.000
(30,30,30)	0.050^B	0.050^B	0.018	0.051^B	0.056^B	0.004	0.051^B	0.039^B	0.000
(50,50,50)	0.052^B	0.044^B	0.034^B	0.062^B	0.055^B	0.001	0.045^B	0.057^B	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,8,8),(1/2,1/2,1/2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.057^B	0.056^B	0.019	0.049^B	0.048^B	0.008	0.058^B	0.055^B	0.000
(30,30,30)	0.044^B	0.055^B	0.024	0.068^B	0.061^B	0.003	0.052^B	0.045^B	0.000
(50,50,50)	0.062^B	0.060^B	0.028^B	0.057^B	0.055^B	0.001	0.053^B	0.058^B	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,64,64),(1/4,1/4,1/4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,32,32),(1/8,1/8,1/8))$$

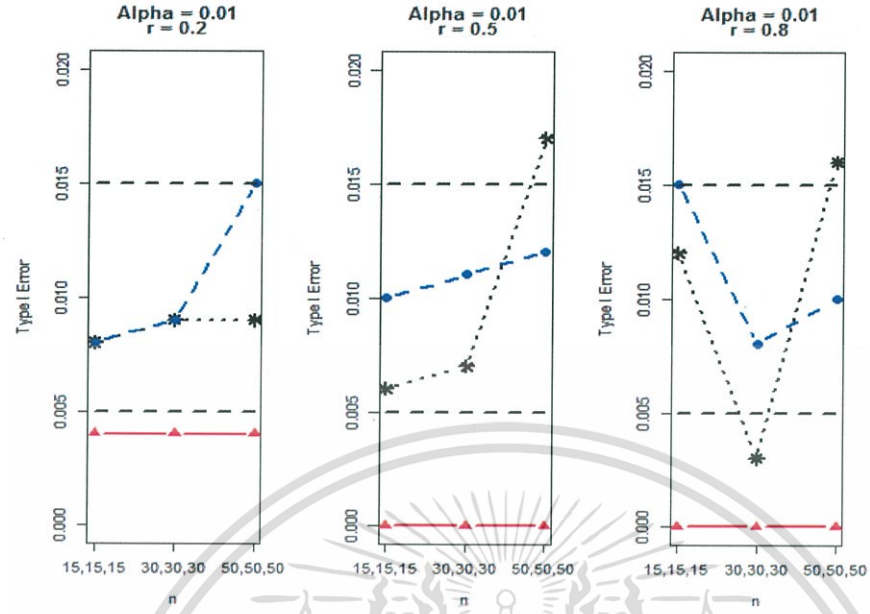


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

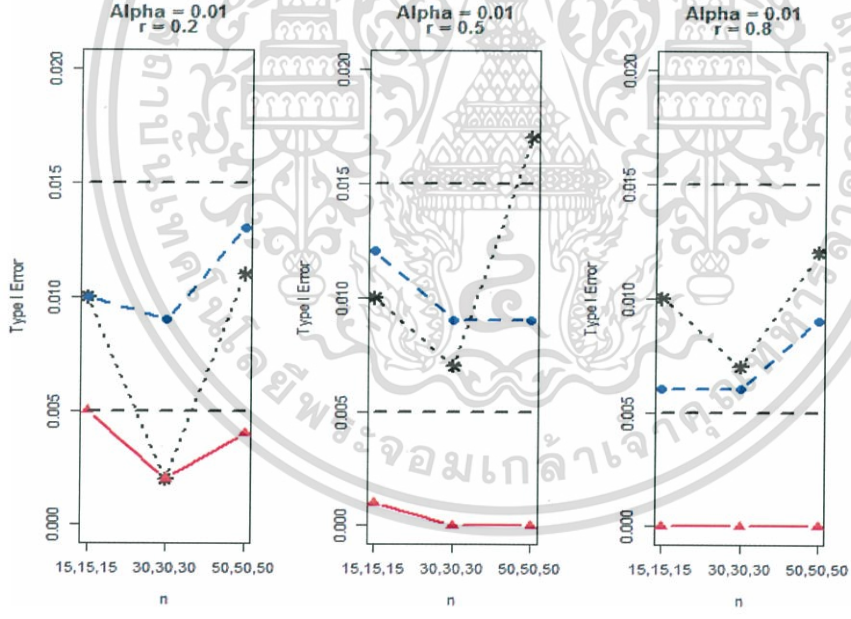
รูปที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรมีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,16,16),(1/4,1/4,1/4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,8,8),(1/2,1/2,1/2))$$

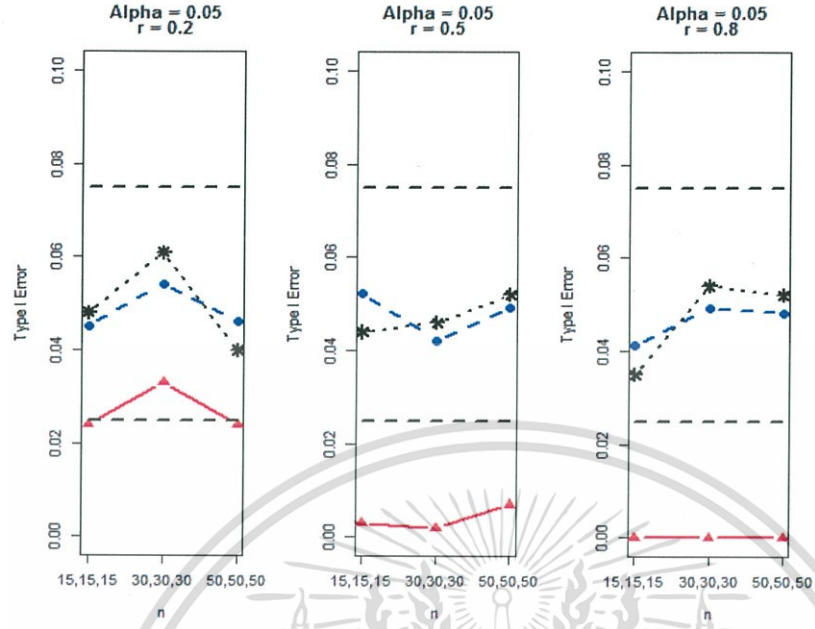


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

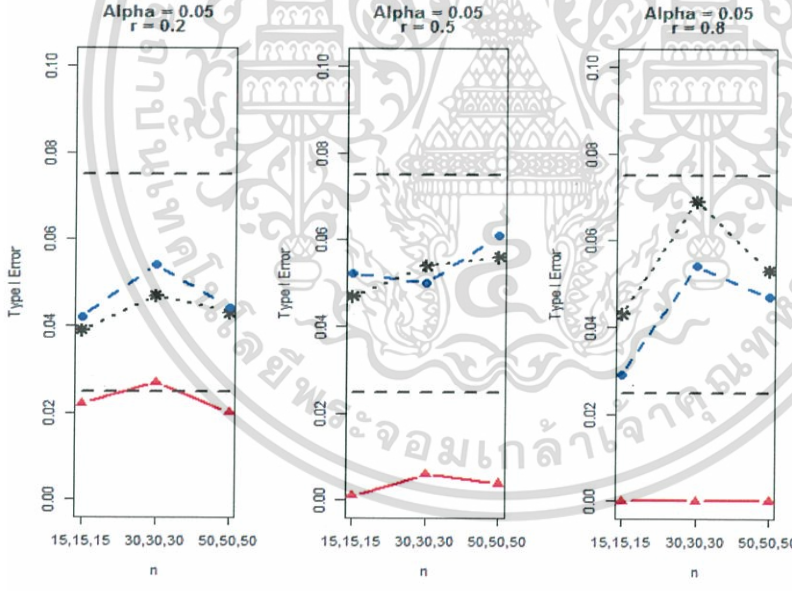
รูปที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรมีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,64,64),(1/4,1/4,1/4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,32,32),(1/8,1/8,1/8))$$

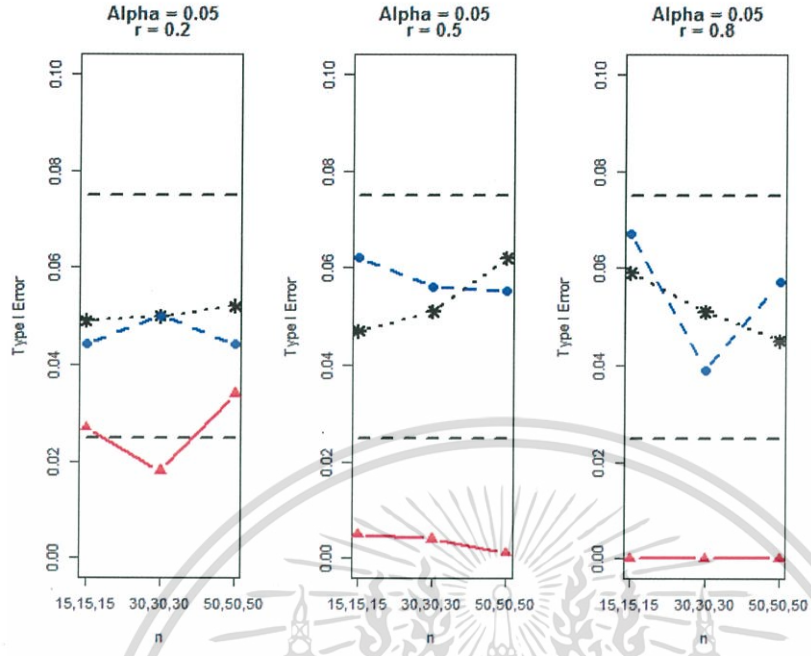


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

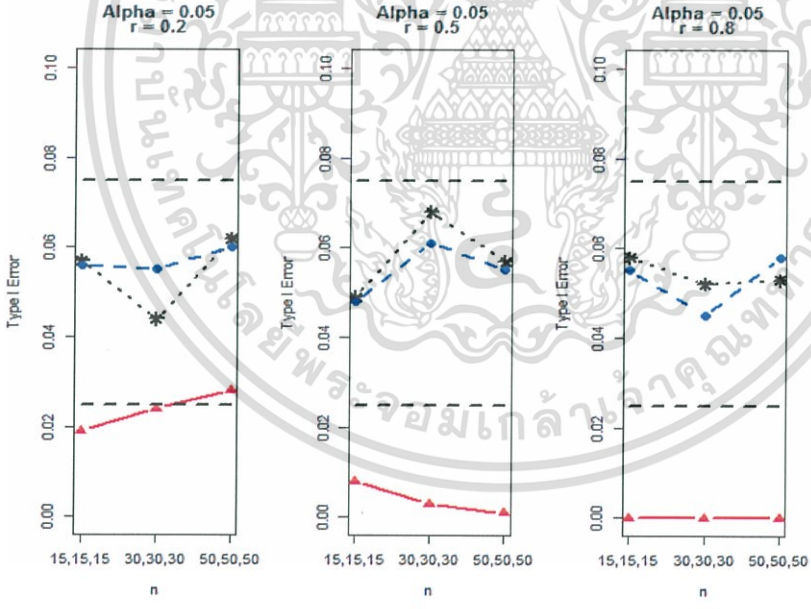
รูปที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,16,16),(1/4,1/4,1/4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,8,8),(1/2,1/2,1/2))$$



หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

รูปที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,32,16),(1/16,1/8,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.006[B]	0.009[B]	0.000	0.007[B]	0.012[B]	0.000	0.007[B]	0.005[B]	0.000
(30,30,30)	0.010[B]	0.017	0.004	0.008[B]	0.007[B]	0.000	0.006[B]	0.010[B]	0.000
(50,50,50)	0.010[B]	0.014[B]	0.010[B]	0.006[B]	0.007[B]	0.000	0.007[B]	0.011[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,16,8),(1/8,1/4,1/2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.006[B]	0.010[B]	0.001	0.005[B]	0.003	0.000	0.005[B]	0.011[B]	0.000
(30,30,30)	0.013[B]	0.017	0.006[B]	0.012[B]	0.007[B]	0.000	0.008[B]	0.009[B]	0.000
(50,50,50)	0.011[B]	0.011[B]	0.004	0.007[B]	0.007[B]	0.000	0.006[B]	0.015[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,8,1),(1/4,1/2,4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.006[B]	0.013[B]	0.004	0.013[B]	0.012[B]	0.000	0.006[B]	0.014[B]	0.000
(30,30,30)	0.008[B]	0.006[B]	0.000	0.011[B]	0.015[B]	0.002	0.011[B]	0.014[B]	0.000
(50,50,50)	0.009[B]	0.012[B]	0.003	0.007[B]	0.008[B]	0.000	0.008[B]	0.010[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,4,2),(1/2,1,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.013[B]	0.012[B]	0.004	0.011[B]	0.014[B]	0.002	0.005[B]	0.010[B]	0.000
(30,30,30)	0.010[B]	0.010[B]	0.004	0.008[B]	0.012[B]	0.000	0.013[B]	0.014[B]	0.000
(50,50,50)	0.011[B]	0.009[B]	0.002	0.012[B]	0.011[B]	0.000	0.010[B]	0.012[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,2,1),(1/2,2,4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.006[B]	0.010[B]	0.000	0.006[B]	0.011[B]	0.000	0.004	0.005[B]	0.000
(30,30,30)	0.008[B]	0.004	0.001	0.011[B]	0.009[B]	0.000	0.008[B]	0.007[B]	0.000
(50,50,50)	0.009[B]	0.011[B]	0.001	0.008[B]	0.012[B]	0.000	0.004	0.008[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,2,1),(1/4,2,4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.008[B]	0.009[B]	0.003	0.005[B]	0.004	0.000	0.010[B]	0.016	0.000
(30,30,30)	0.012[B]	0.006[B]	0.004	0.012	0.008[B]	0.000	0.012[B]	0.014[B]	0.000
(50,50,50)	0.011[B]	0.012[B]	0.006[B]	0.005[B]	0.010	0.000	0.011[B]	0.009[B]	0.000

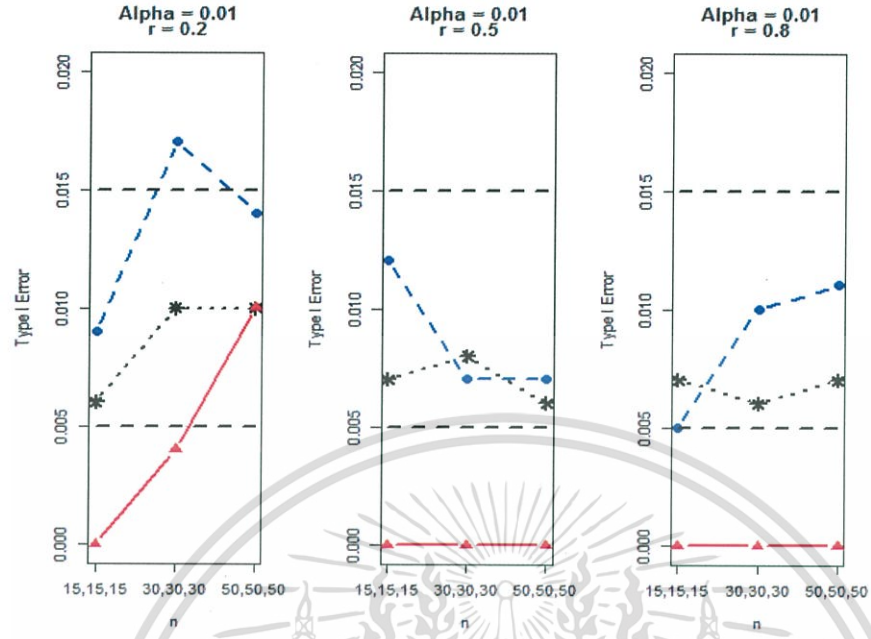
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05

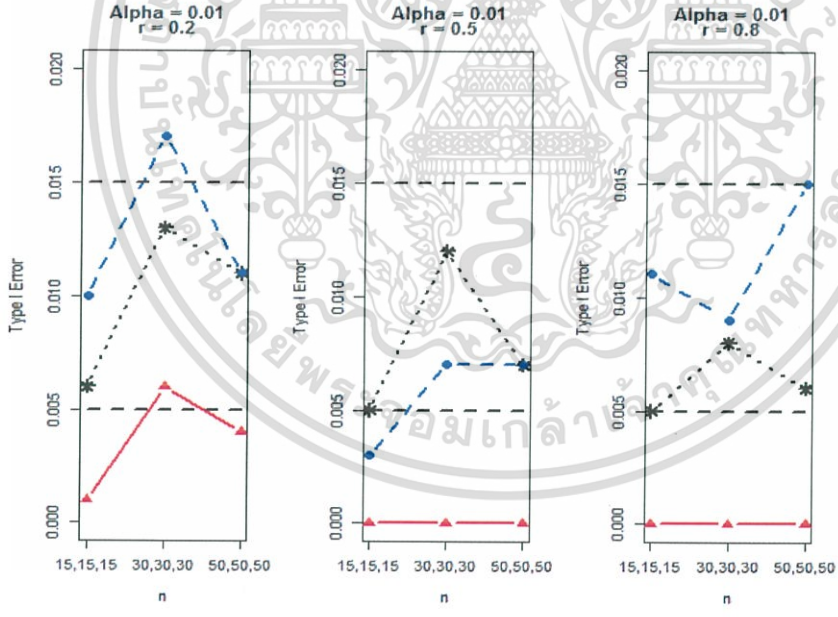
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,32,16),(1/16,1/8,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.049[B]	0.054[B]	0.026[B]	0.044[B]	0.048[B]	0.007	0.036[B]	0.043[B]	0.000
(30,30,30)	0.067[B]	0.059[B]	0.027[B]	0.054[B]	0.038[B]	0.007	0.050[B]	0.047[B]	0.000
(50,50,50)	0.050[B]	0.059[B]	0.034[B]	0.044[B]	0.050[B]	0.003	0.047[B]	0.053[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,16,8),(1/8,1/4,1/2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.047[B]	0.053[B]	0.020	0.043[B]	0.027[B]	0.003	0.049[B]	0.053[B]	0.000
(30,30,30)	0.054[B]	0.053[B]	0.026[B]	0.057[B]	0.040[B]	0.004	0.050[B]	0.046[B]	0.000
(50,50,50)	0.056[B]	0.058[B]	0.029[B]	0.041[B]	0.040[B]	0.004	0.049[B]	0.048[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,8,1),(1/4,1/2,4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.040[B]	0.054[B]	0.019	0.043[B]	0.049[B]	0.000	0.045[B]	0.051[B]	0.000
(30,30,30)	0.055[B]	0.050[B]	0.025[B]	0.056[B]	0.058[B]	0.008	0.055[B]	0.050[B]	0.000
(50,50,50)	0.060[B]	0.061[B]	0.029[B]	0.047[B]	0.057[B]	0.002	0.041[B]	0.053[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,4,2),(1/2,1,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.053[B]	0.057[B]	0.030[B]	0.053[B]	0.049[B]	0.006	0.045[B]	0.050[B]	0.000
(30,30,30)	0.064[B]	0.048[B]	0.023	0.049[B]	0.048[B]	0.003	0.051[B]	0.057[B]	0.000
(50,50,50)	0.058[B]	0.059[B]	0.026[B]	0.050[B]	0.054[B]	0.003	0.044[B]	0.056[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,2,1),(1/2,2,4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.042[B]	0.048[B]	0.016	0.049[B]	0.054[B]	0.009	0.034[B]	0.042[B]	0.000
(30,30,30)	0.053[B]	0.048[B]	0.022	0.051[B]	0.051[B]	0.002	0.045[B]	0.043[B]	0.000
(50,50,50)	0.042[B]	0.048[B]	0.019	0.050[B]	0.053[B]	0.001	0.047[B]	0.046[B]	0.000
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,2,1),(1/4,2,4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.046[B]	0.046[B]	0.028[B]	0.040[B]	0.039[B]	0.004	0.052[B]	0.051[B]	0.000
(30,30,30)	0.049[B]	0.049[B]	0.016	0.059[B]	0.053[B]	0.005	0.047[B]	0.050[B]	0.000
(50,50,50)	0.044[B]	0.053[B]	0.024	0.037[B]	0.040[B]	0.002	0.055[B]	0.052[B]	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,32,16),(1/16,1/8,1/4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,16,8),(1/8,1/4,1/2))$$

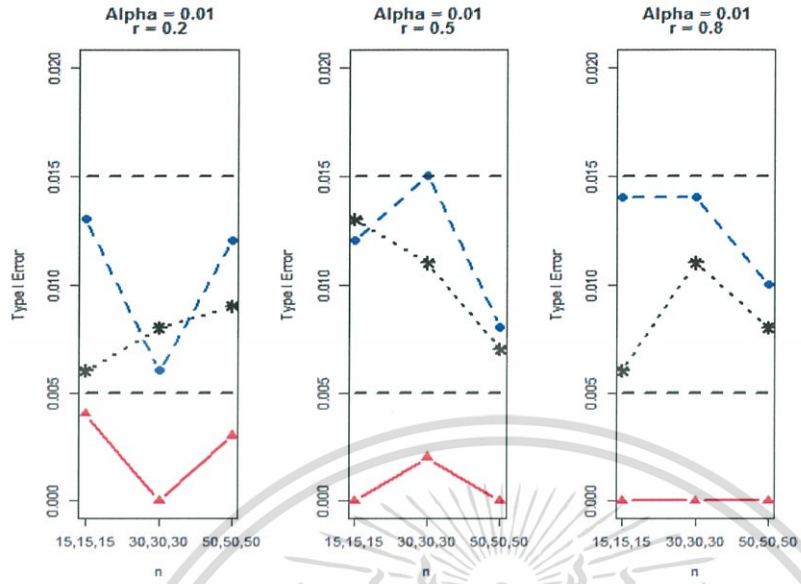


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

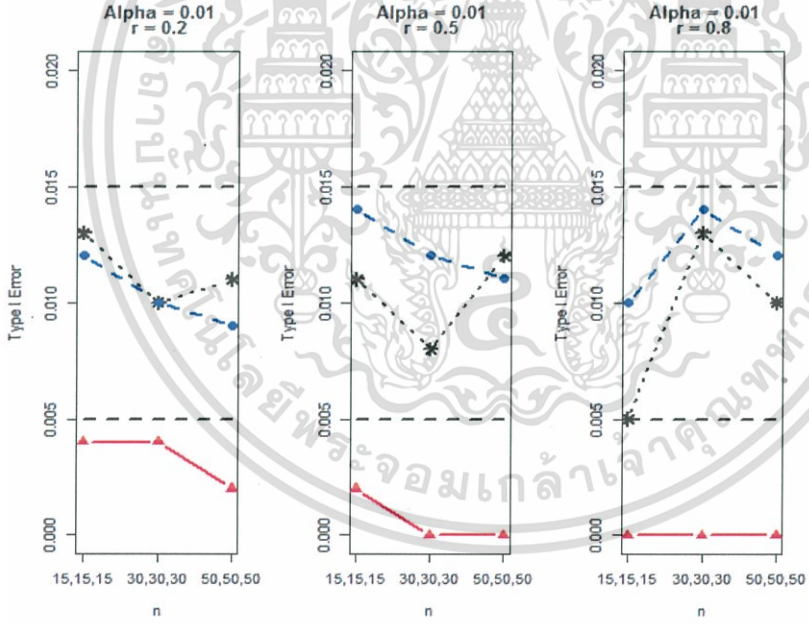
รูปที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,8,1),(1/4,1/2,4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,4,2),(1/2,1,2))$$

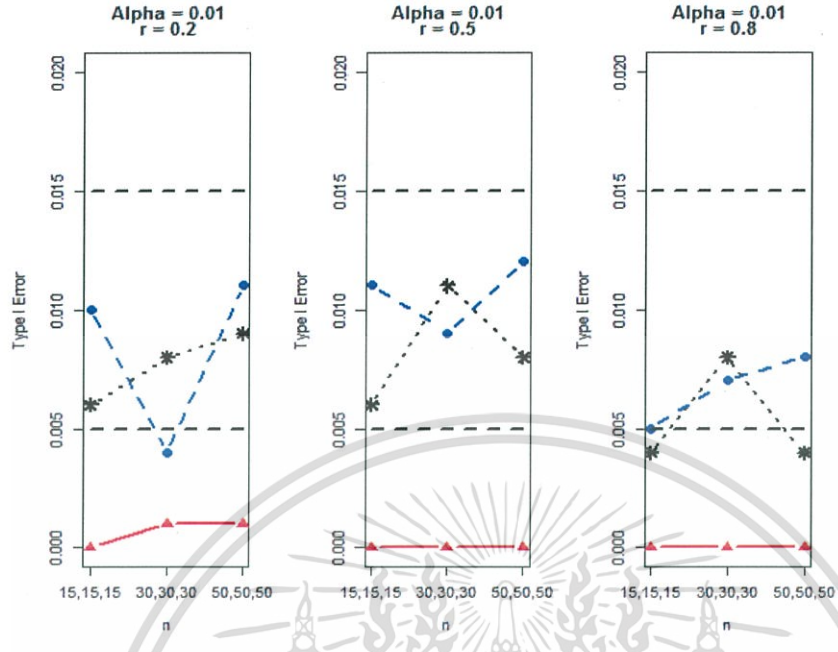


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

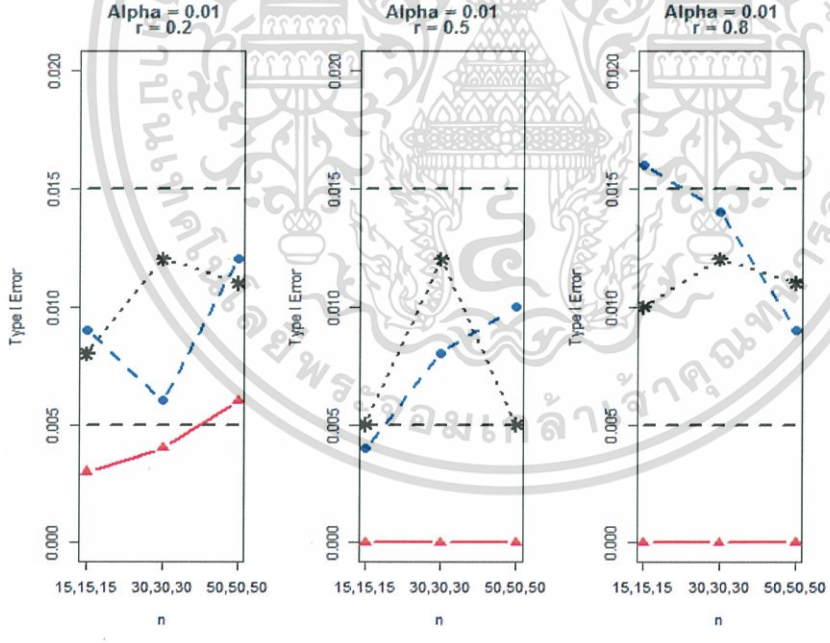
รูปที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,2,1),(1/2,2,4))$



$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,2,1),(1/4,2,4))$

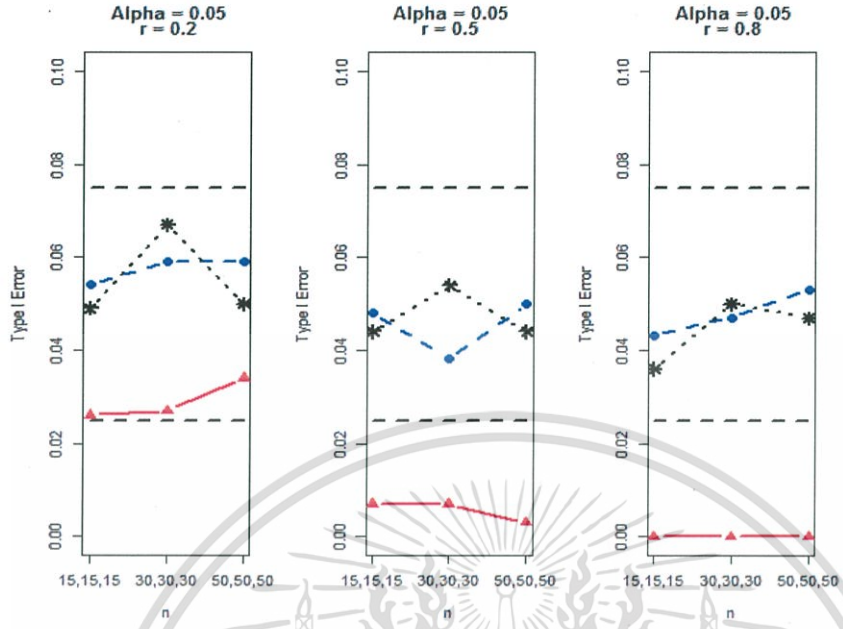


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

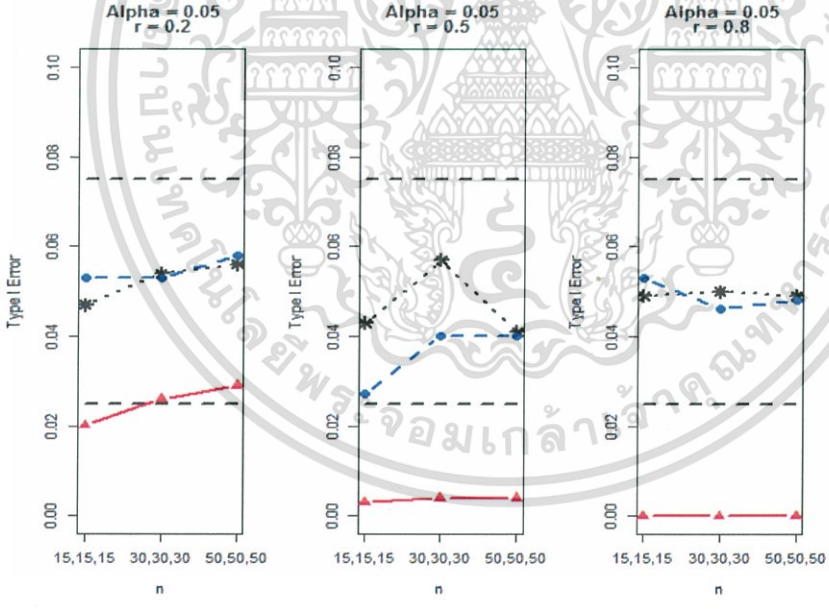
รูปที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,32,16),(1/16,1/8,1/4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,16,8),(1/8,1/4,1/2))$$

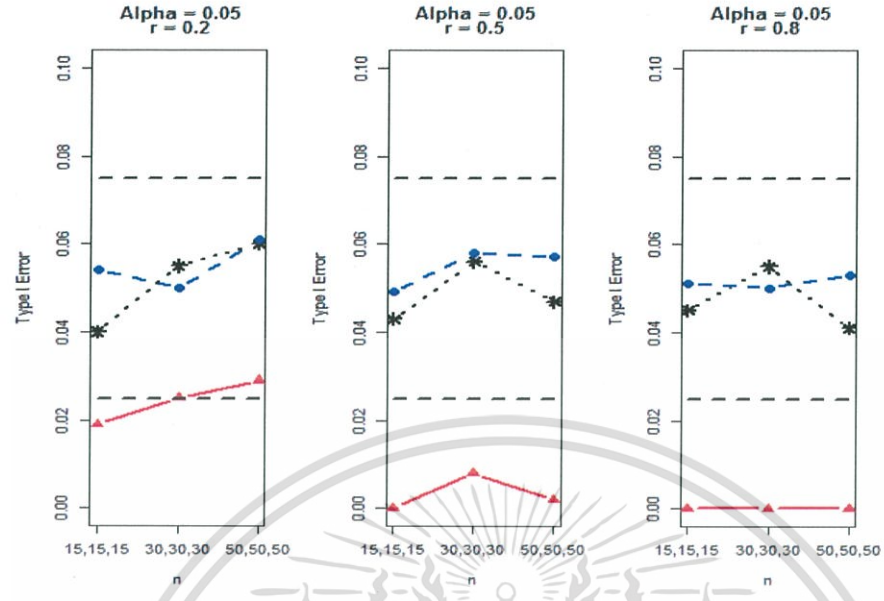


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

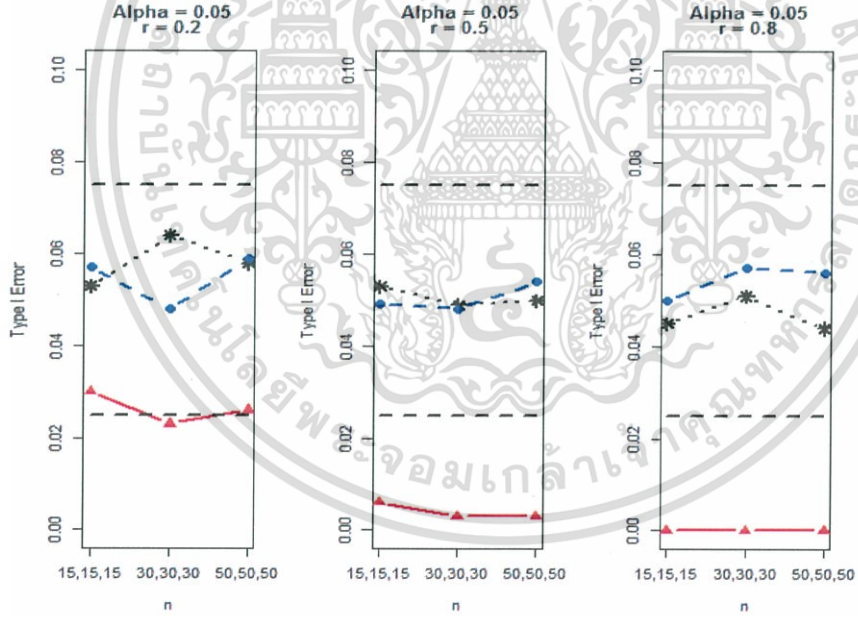
รูปที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,8,1),(1/4,1/2,4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,4,2),(1/2,1,2))$$

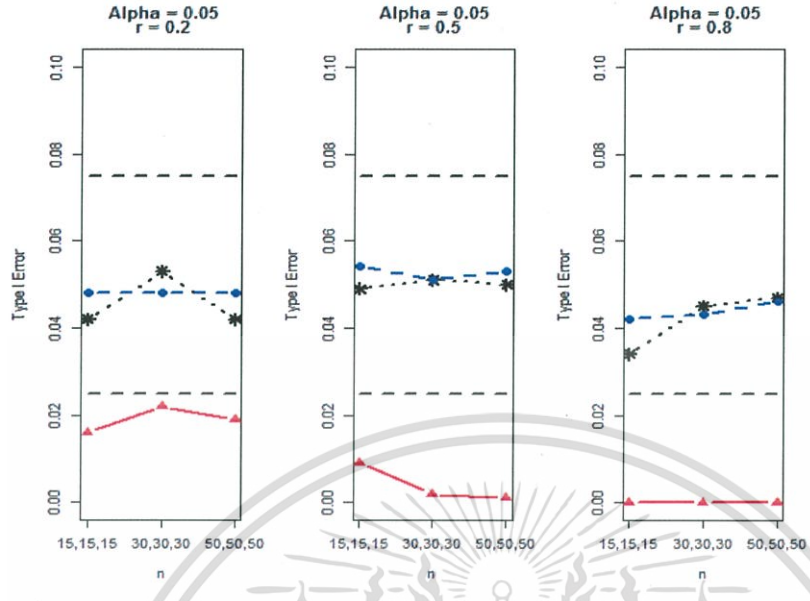


หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

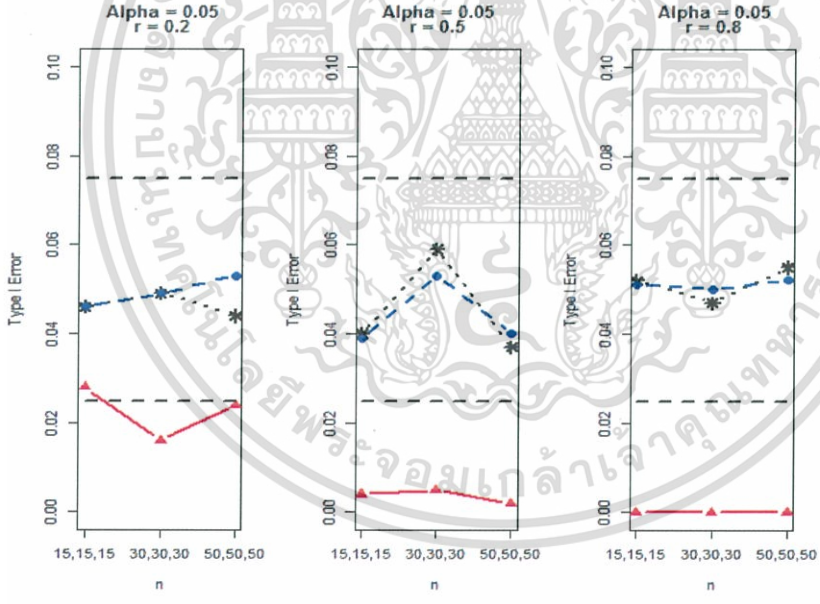
รูปที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,2,1),(1/2,2,4))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,2,1),(1/4,2,4))$$



หมายเหตุ (- - - - - -) หมายถึง เกณฑ์ของ Bradley

รูปที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	**29 (29/30×100=90.67)**	**30 (100)**
Q	27 (90)	**30 (100)**
W	6 (20)	13 (43.33)

หมายเหตุ ค่าร้อยละเกิดจากสัดส่วนระหว่างจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ต่อจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ทั้งหมดในแต่ละระดับนัยสำคัญ

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 F สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 29 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 90.67 รองลงมาคือ Q มี 27 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 90 และ W มี 6 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 20 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F และ Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 30 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ W มี 13 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 43.33

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ F มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F และ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	**26 (86.67)**	**30 (100)**
Q	**26 (86.67)**	**30 (100)**
W	0 (0)	0 (0)

หมายเหตุ ค่าร้อยละเกิดจากสัดส่วนระหว่างจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ต่อจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ทั้งหมดในแต่ละระดับนัยสำคัญ

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 F และ Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 26 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 86.67 รองลงมาคือ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F และ Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 30 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F และ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 จำนวน (ร้อยละ) ของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	25 (83.33)	**30 (100)**
Q	**28 (93.33)**	**30 (100)**
W	0 (0)	0 (0)

หมายเหตุ ค่าร้อยละเกิดจากสัดส่วนระหว่างจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์ของ Bradley ต่อจำนวนครั้งของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ทั้งหมดในแต่ละระดับนัยสำคัญ

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 28 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 93.33 รองลงมาคือ F มี 25 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 83.33 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F และ Q สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด มี 30 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ F และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F และ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

การคำนวณกำลังการทดสอบของแต่ละตัวสถิติทดสอบจะใช้ข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันทั้ง 3 กลุ่ม ขนาดตัวอย่าง การแจกแจงของประชากร พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และระดับนัยสำคัญ ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในหัวข้อขอบเขตของการวิจัยโดยผลการเปรียบเทียบศึกษาเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน

ตารางที่ 4.15 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.25,0.25,0.25))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,0.5,0.5))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	-	1*	-	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(1,1,1))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(2,2,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05

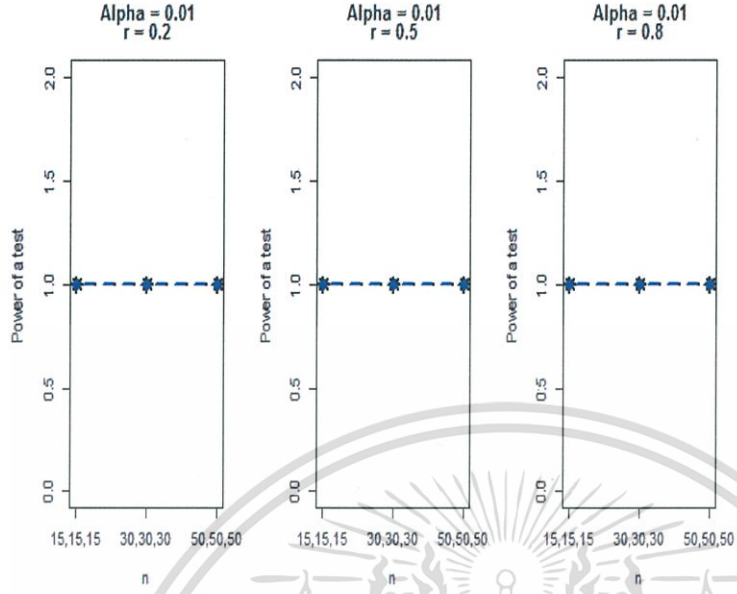
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.25,0.25,0.25))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,0.5,0.5))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(1,1,1))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(2,2,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-

หมายเหตุ (*) หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

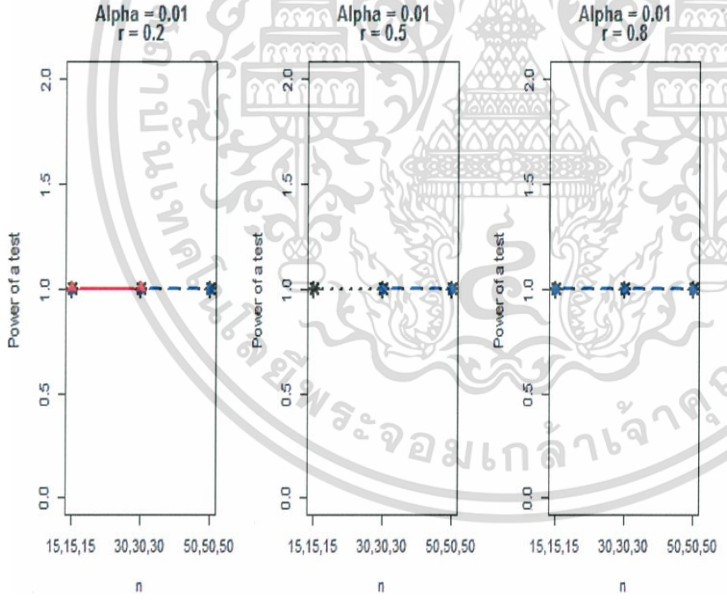
(-) หมายถึง กำลังการทดสอบที่ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.25,0.25,0.25))$$



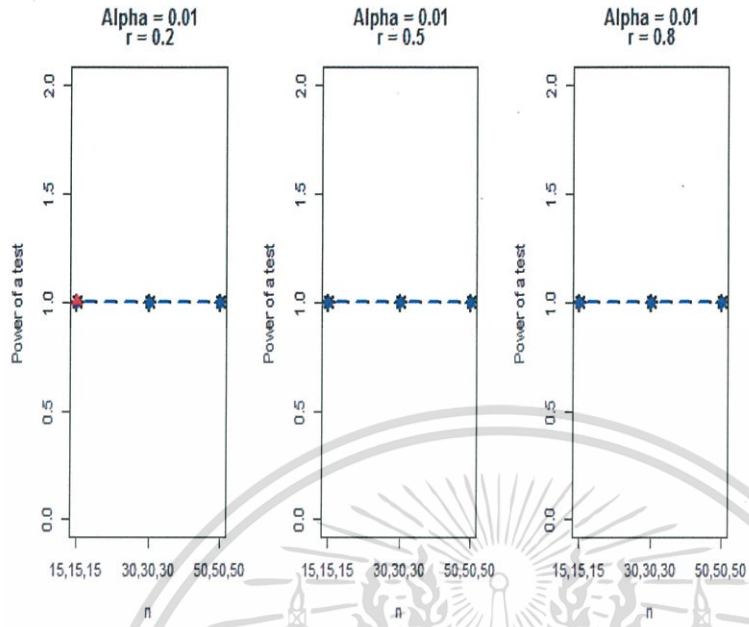
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,0.5,0.5))$$



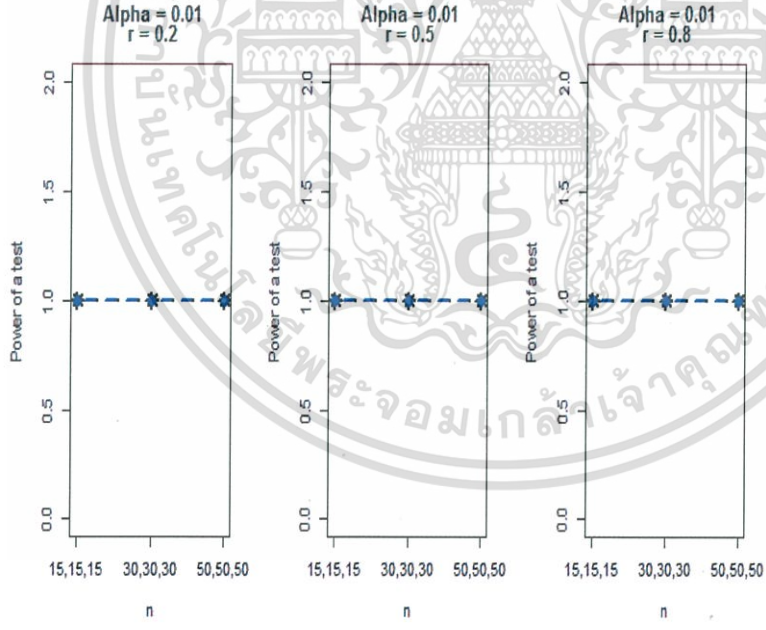
รูปที่ 4.9 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1, X_2, X_3) \sim MN((4,6,8),(1,1,1))$$



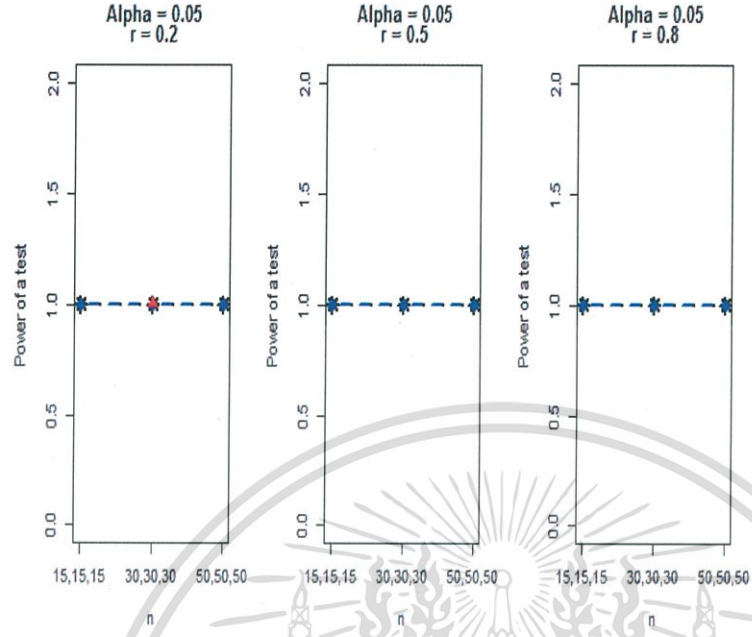
$$(X_1, X_2, X_3) \sim MN((4,6,8),(2,2,2))$$



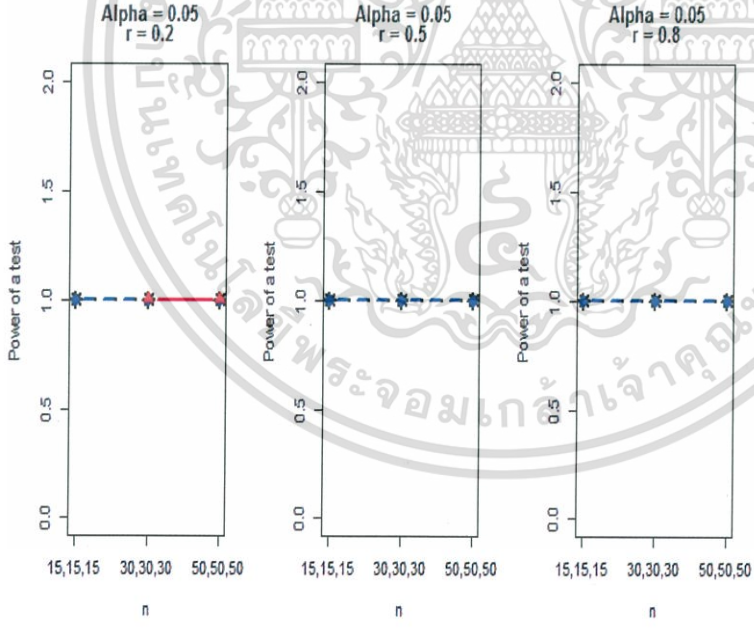
รูปที่ 4.9 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.25,0.25,0.25))$$



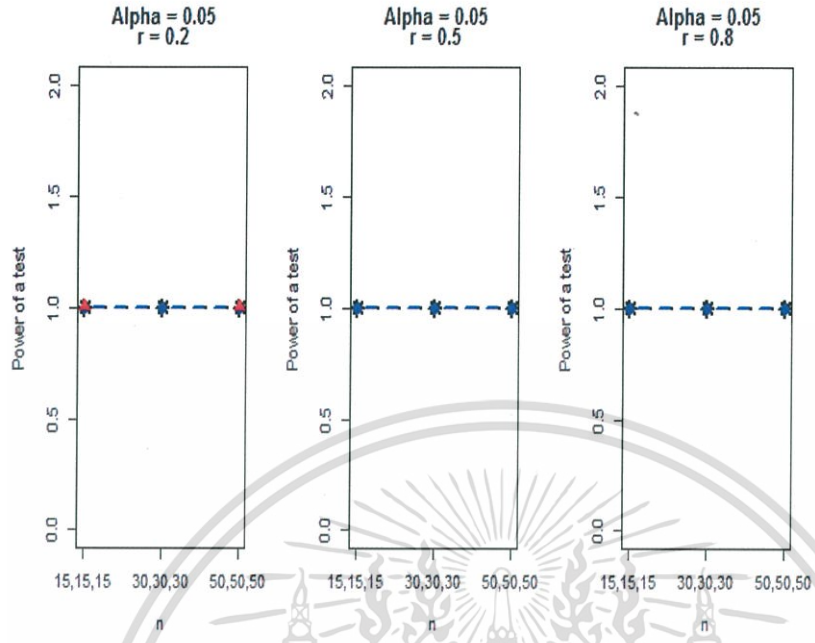
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,0.5,0.5))$$



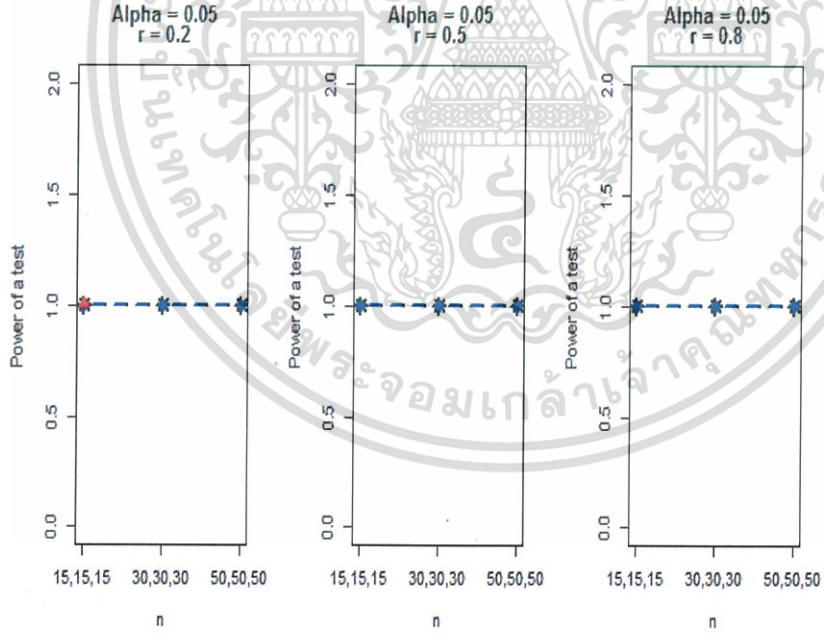
รูปที่ 4.10 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(1,1,1))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(2,2,2))$$



รูปที่ 4.10 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.17 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,0.25))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	-	-
(30,30,30)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	-	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	-	-	-	1*	-	1*	-	-
(30,30,30)	1*	1*	1*	-	1*	-	-	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	-	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(1,4,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,4,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	-	-	0.945*	0.980*	-	-	1*	-	-
(30,30,30)	0.999	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	-	1*	1*	-	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,2,16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	-	0.721*	0.644	-	-	-	0.983*	-	-
(30,30,30)	0.930	0.984*	0.980	0.994	0.999*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	0.996	0.999*	0.999*	-	-	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,1,16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.547	-	0.640*	0.744	0.860	-	0.971*	0.957	-
(30,30,30)	0.930	0.979*	-	0.994	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	0.997	-	1*	1*	1*	-	1*	1*	-

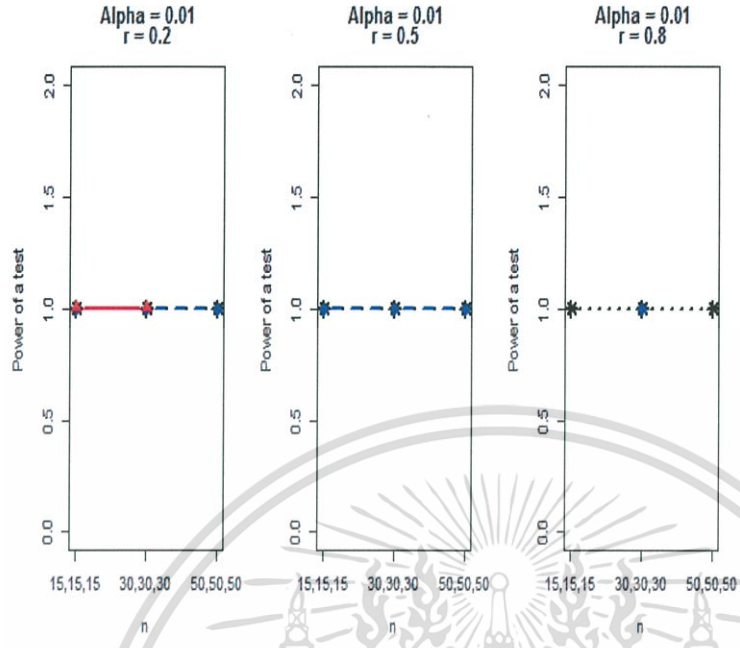
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05

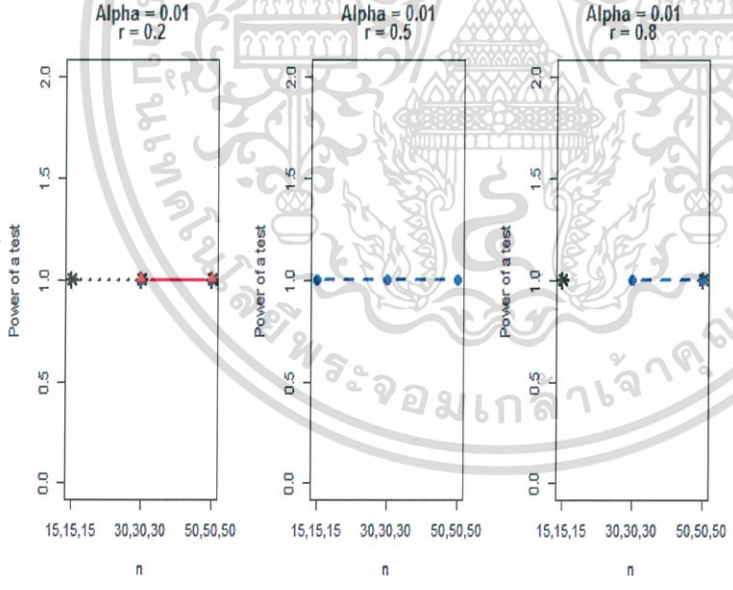
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,0.25))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(1,4,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	-	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,4,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.984	0.996*	0.994	0.998	1*	-	1*	1*	-
(30,30,30)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,2,16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.798	0.872*	0.849	0.927	0.972*	-	0.999*	0.997	-
(30,30,30)	0.988	0.997*	0.994	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,1,16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.792	0.890*	0.862	0.909	0.963*	-	0.990	0.996*	-
(30,30,30)	0.975	0.997*	0.994	1*	1*	-	1*	1*	-
(50,50,50)	1*	1*	1*	1*	1*	-	1*	1*	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,0.25))$$



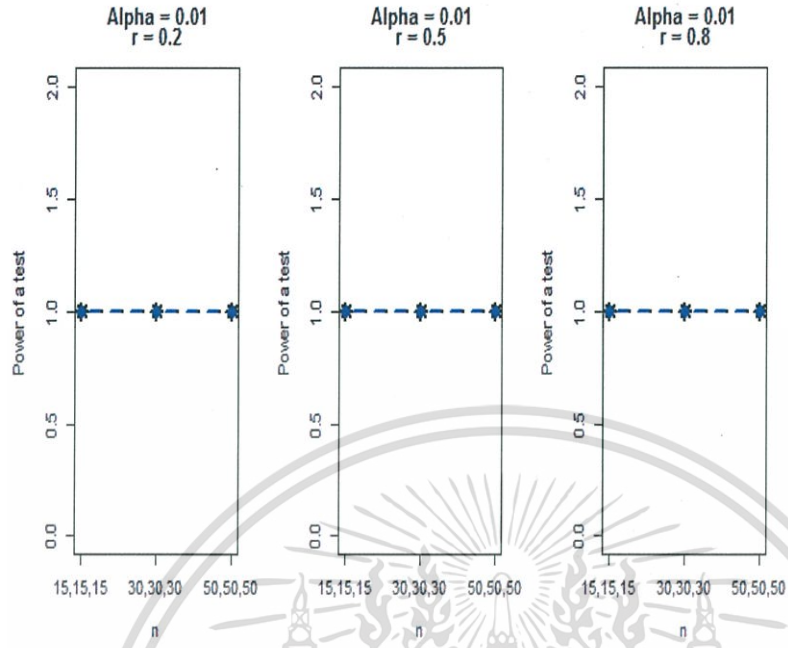
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,2))$$



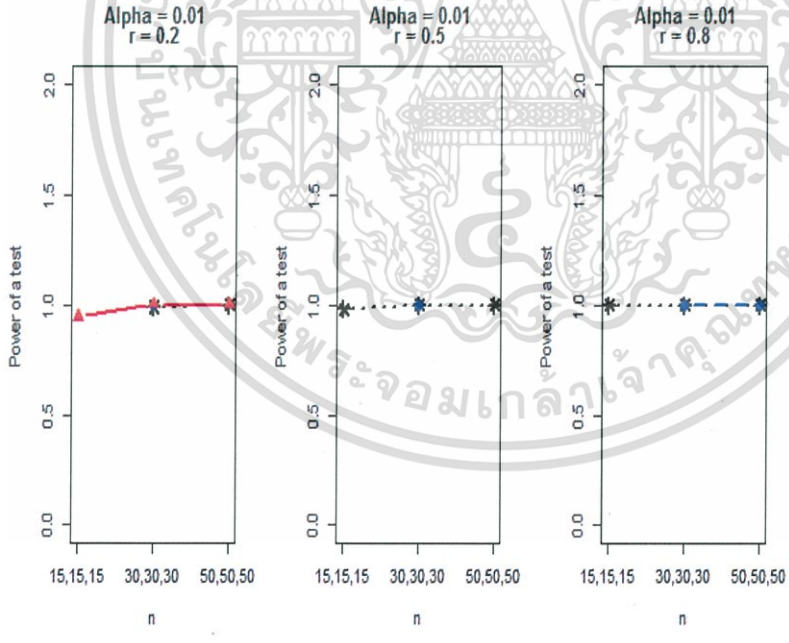
รูปที่ 4.11 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(1,4,2))$



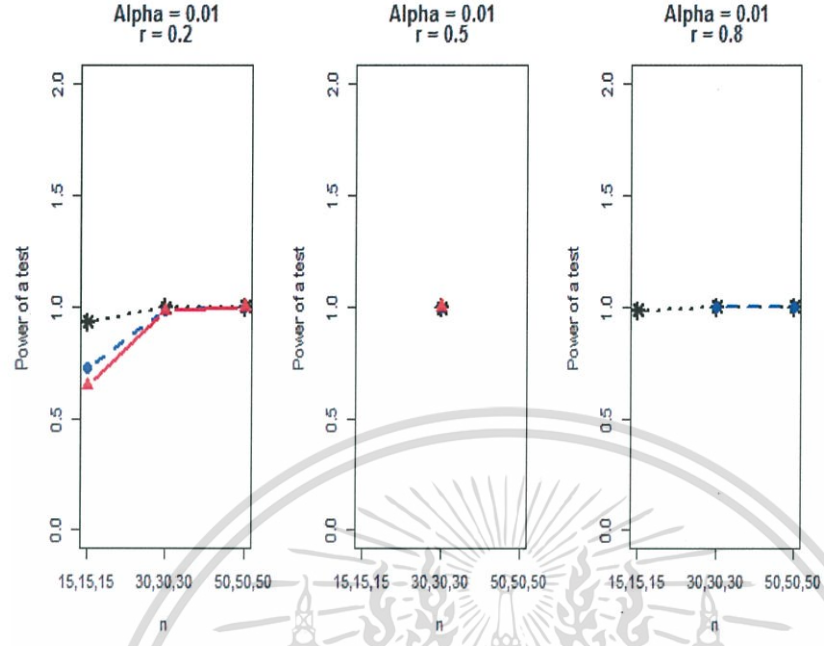
$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,4,2))$



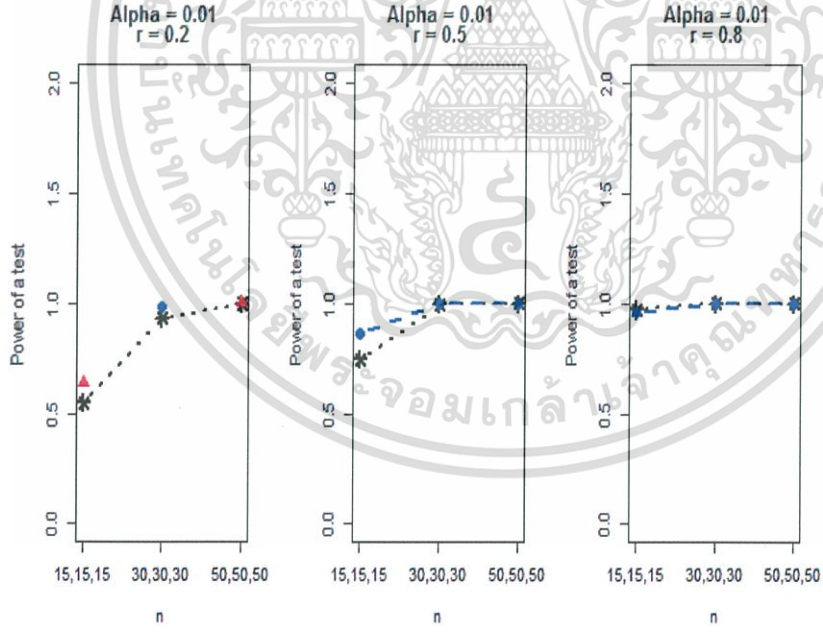
รูปที่ 4.11 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1, X_2, X_3) \sim MN((4,6,8),(8,2,16))$$



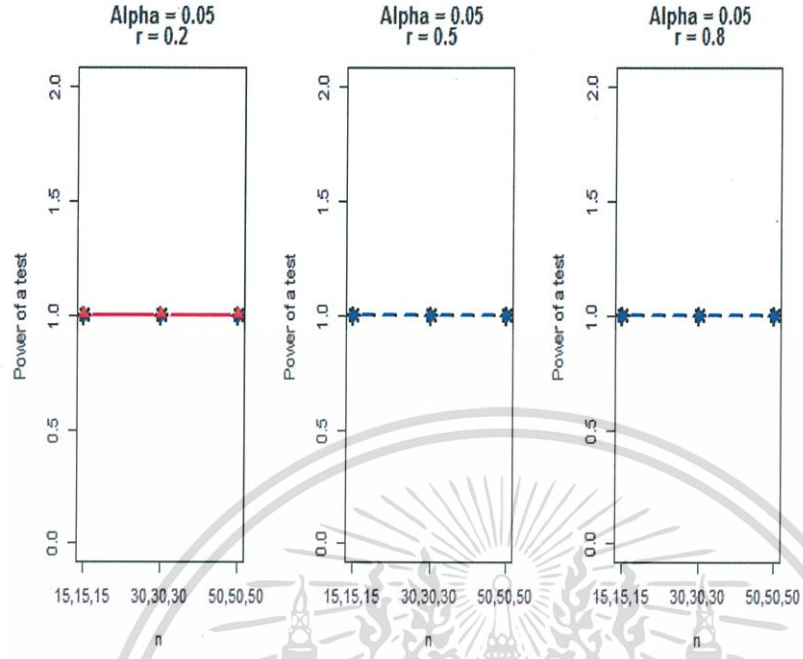
$$(X_1, X_2, X_3) \sim MN((4,6,8),(8,1,16))$$



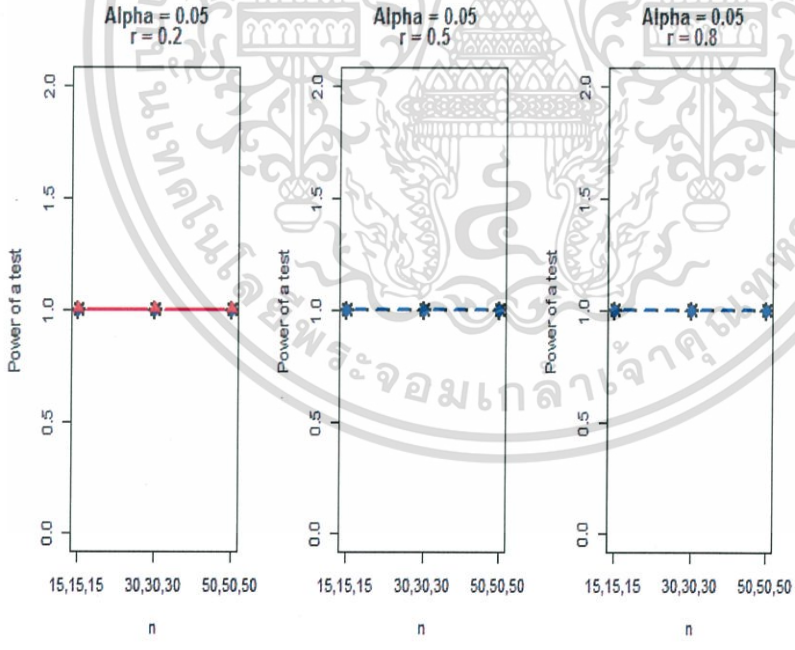
รูปที่ 4.11 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,0.25))$$



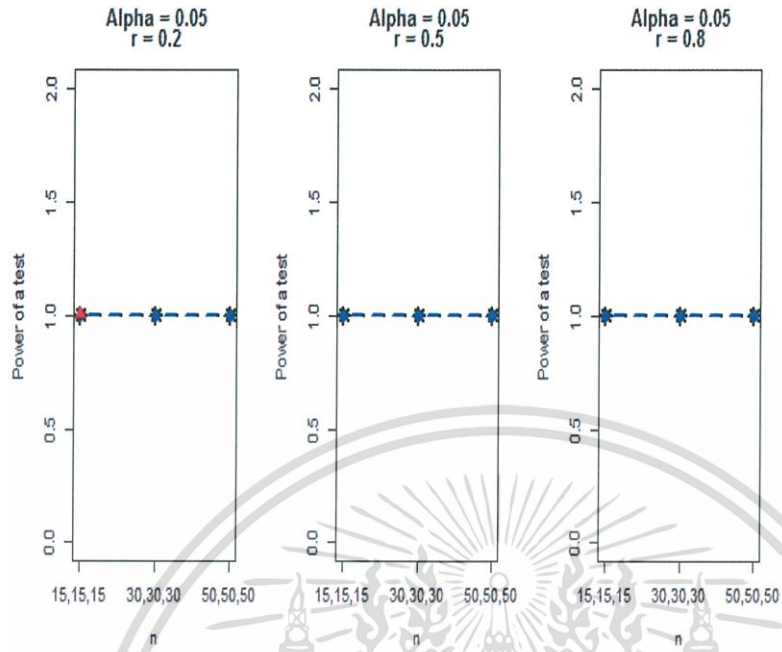
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(0.5,1,2))$$



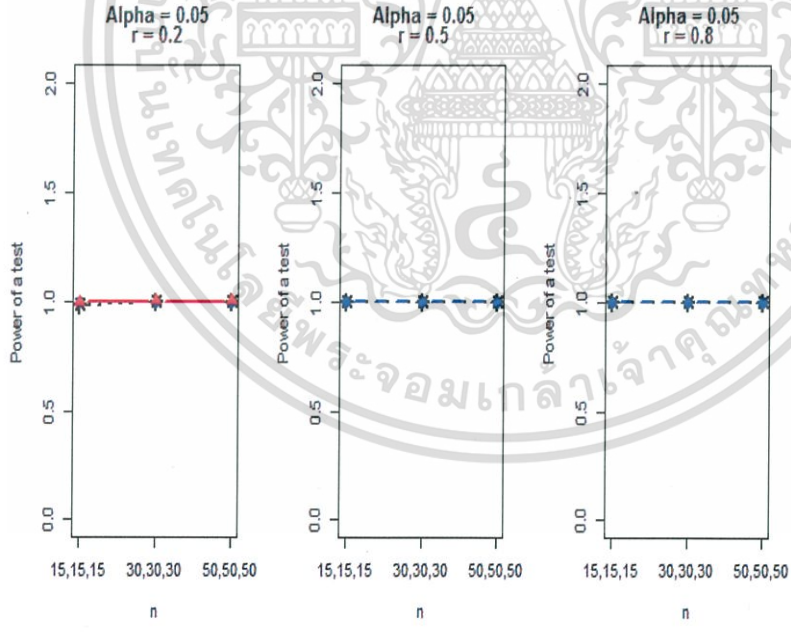
รูปที่ 4.12 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(X_1, X_2, X_3) \sim MN((4,6,8),(1,4,2))$



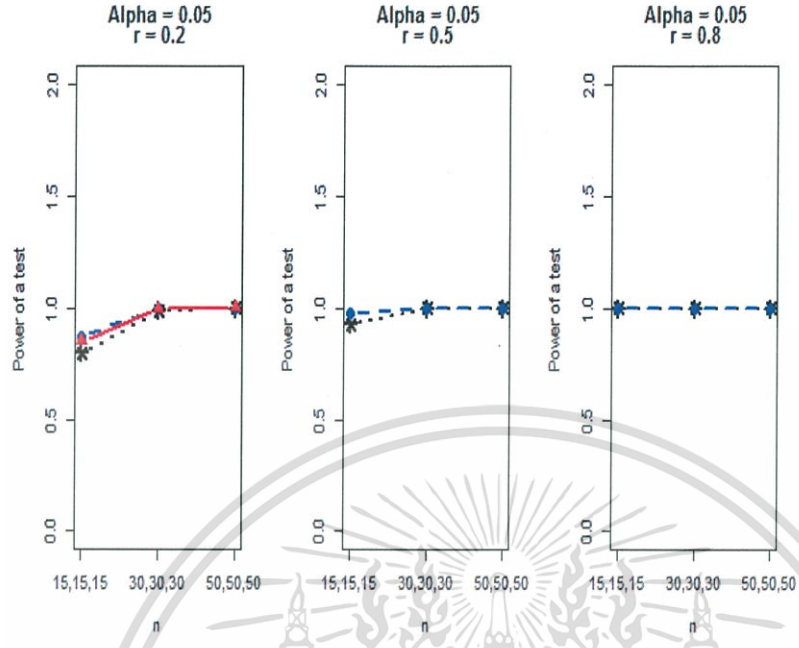
$(X_1, X_2, X_3) \sim MN((4,6,8),(8,4,2))$



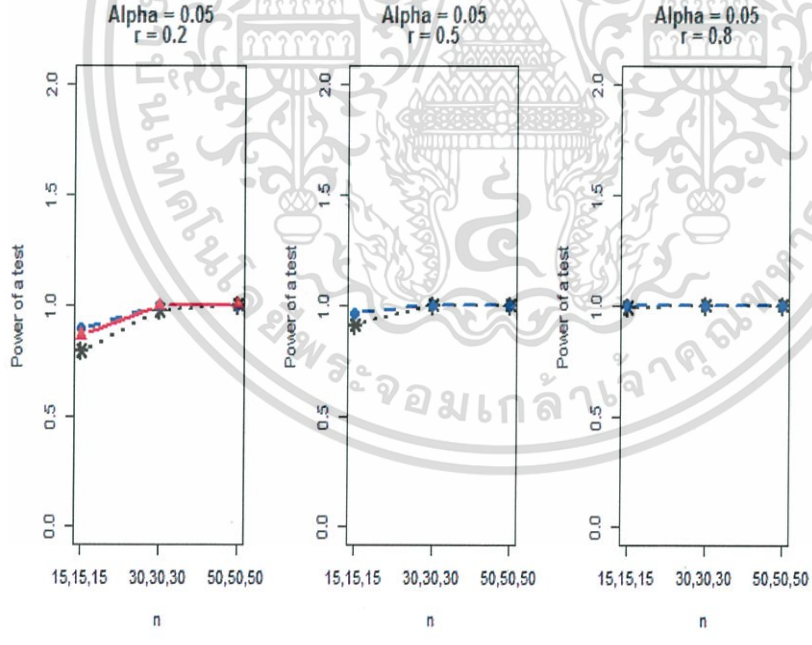
รูปที่ 4.12 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,2,16))$



$(X_1,X_2,X_3) \sim MN((4,6,8),(8,1,16))$



รูปที่ 4.12 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	22 (22/30×100=73.33)	25 (83.33)
Q	**28 (93.33)**	**30 (100)**
W	11 (36.67)	17 (56.67)

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 28 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 93.33 รองลงมาคือ F มี 22 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 73.33 และ W มี 11 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 36.67 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 30 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ F มี 25 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 83.33 และ W มี 17 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 56.67

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	22 (73.33)	27 (90)
Q	**24 (80)**	**30 (100)**
W	0 (0)	0 (0)

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 24 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาคือ F มี 22 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 73.33 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 30 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ F มี 27 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 90 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	**29 (96.67)**	**29 (96.67)**
Q	24 (80)	**29 (96.67)**
W	0 (0)	0 (0)

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า F ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 29 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 96.67 รองลงมาคือ Q มี 24 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 80 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F และ Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 29 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 96.67รองลงมา W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ F ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F และ Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน

ตารางที่ 4.22 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,144,256),(1/4,1/24,1/32))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.004	0.011*	-	0.007	0.012*	-	-	0.011*	-
(30,30,30)	0.010*	0.007	-	0.009*	0.008	-	0.011*	0.010	-
(50,50,50)	0.010	0.015*	-	-	0.007*	-	0.010*	0.008	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,72,128),(1/8,1/12,1/16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.011*	0.011*	-	0.009	0.014*	-	0.004*	-	-
(30,30,30)	0.010	0.015*	0.009	0.004*	-	-	0.004	0.005*	-
(50,50,50)	0.012	0.013*	0.007	0.008*	0.007	-	0.009	0.014*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,36,64),(1/4,1/6,1/8))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.006	0.007*	-	0.003	0.012*	-	0.003	0.008*	-
(30,30,30)	0.008*	0.008*	-	0.005	0.009*	-	-	0.013*	-
(50,50,50)	0.008*	0.007	-	-	0.013*	-	-	0.012*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,18,32),(1/2,1/3,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.007	0.012*	0.002	0.009	0.013*	-	0.007	0.010*	-
(30,30,30)	-	0.008*	-	0.007	0.011*	-	0.009*	0.009*	-
(50,50,50)	0.006	0.011*	-	-	0.012*	-	0.009	0.012*	-

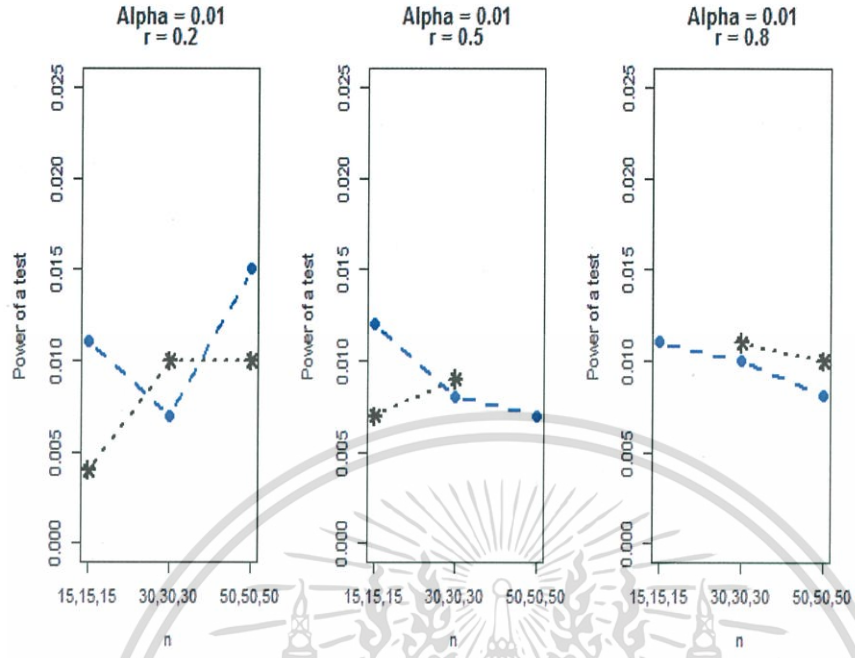
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05

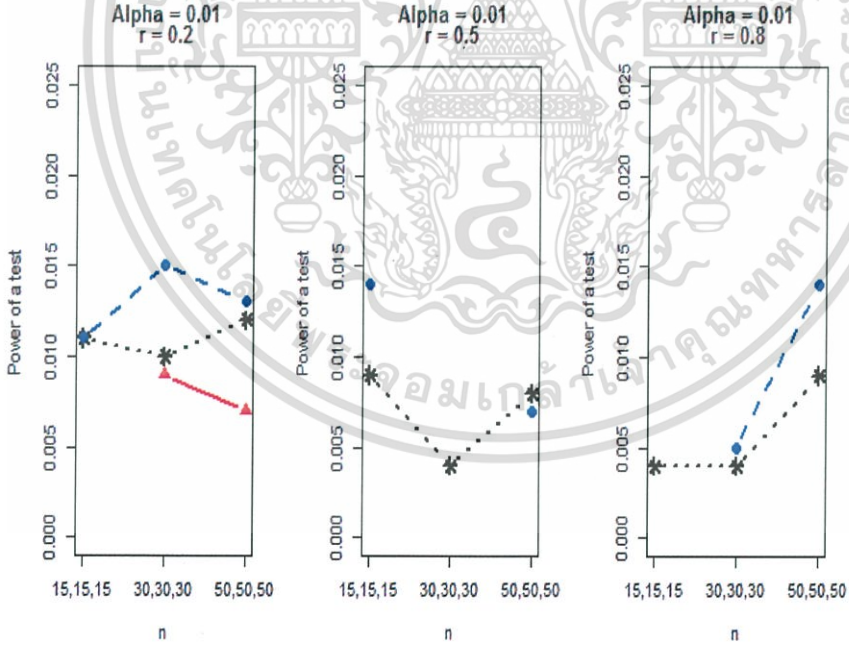
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,144,256),(1/4,1/24,1/32))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.050*	0.049	-	0.050*	0.044	-	0.055*	0.052	-
(30,30,30)	0.059*	0.051	-	0.052*	0.052*	-	0.054*	0.050	-
(50,50,50)	0.050	0.062*	-	0.045	0.051*	-	0.056*	0.054	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,72,128),(1/8,1/12,1/16))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.053*	0.049	-	0.047	0.061*	-	0.037	0.047*	-
(30,30,30)	0.048	0.053*	0.027	0.050	0.053*	-	0.054*	0.042	-
(50,50,50)	0.055*	0.044	-	0.048	0.054*	-	0.060*	0.060*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,36,64),(1/4,1/6,1/8))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.039	0.046*	0.026	0.035	0.047*	-	0.034	0.036*	-
(30,30,30)	0.046*	0.039	-	0.060	0.061*	-	0.054*	0.050	-
(50,50,50)	0.048	0.062*	0.029	0.058*	0.057	-	0.053*	0.049	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,18,32),(1/2,1/3,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.047	0.059*	-	0.044*	0.040	-	0.051	0.055*	-
(30,30,30)	0.062	0.065*	-	0.062*	0.054	-	0.067*	0.053	-
(50,50,50)	0.052	0.054*	0.022	0.039*	0.038	-	0.047	0.051*	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,144,256),(1/4,1/24,1/32))$$



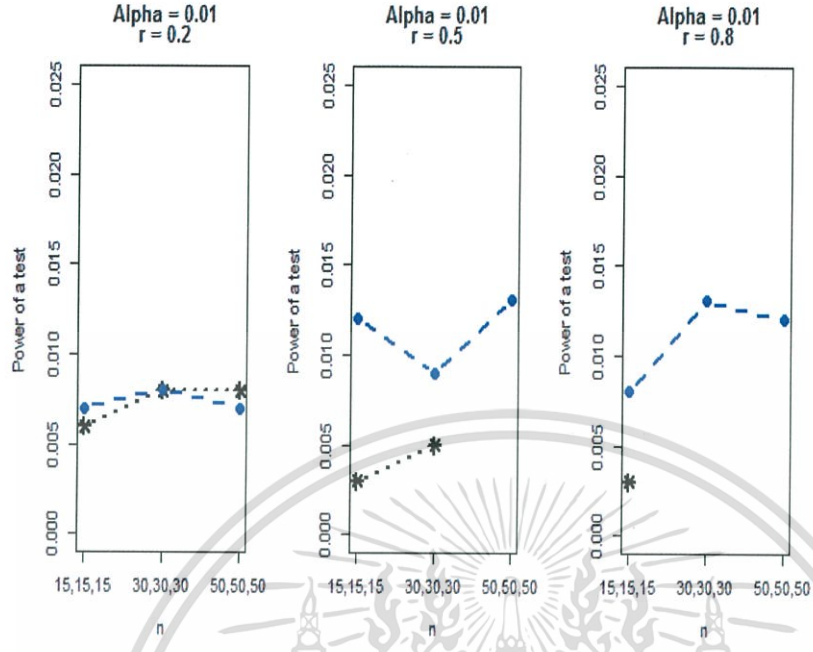
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,72,128),(1/8,1/12,1/16))$$



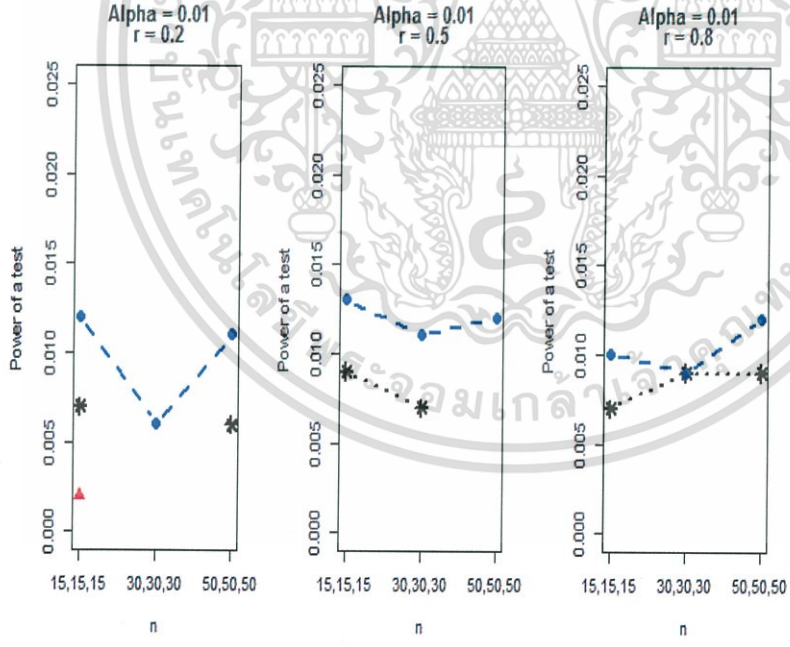
รูปที่ 4.13 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,36,64),(1/4,1/6,1/8))$$



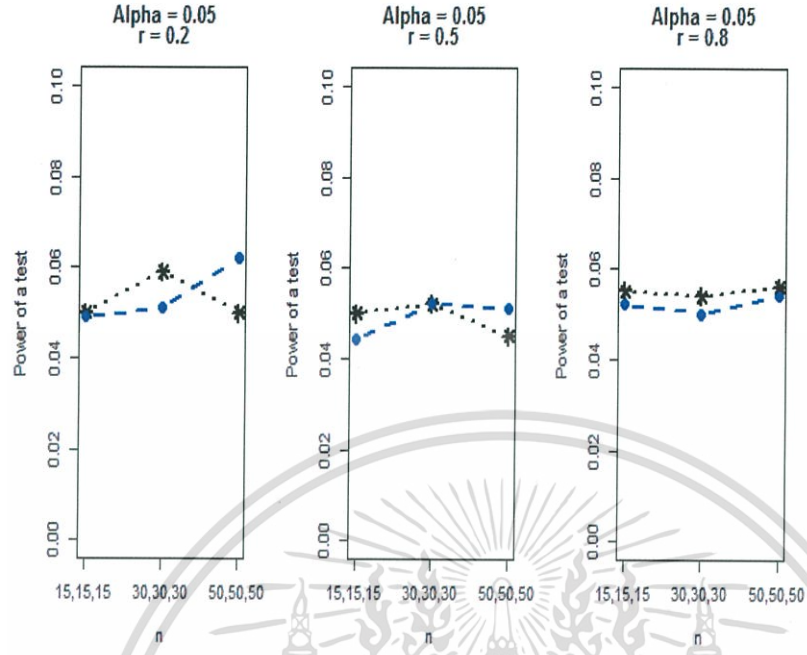
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,18,32),(1/2,1/3,1/4))$$



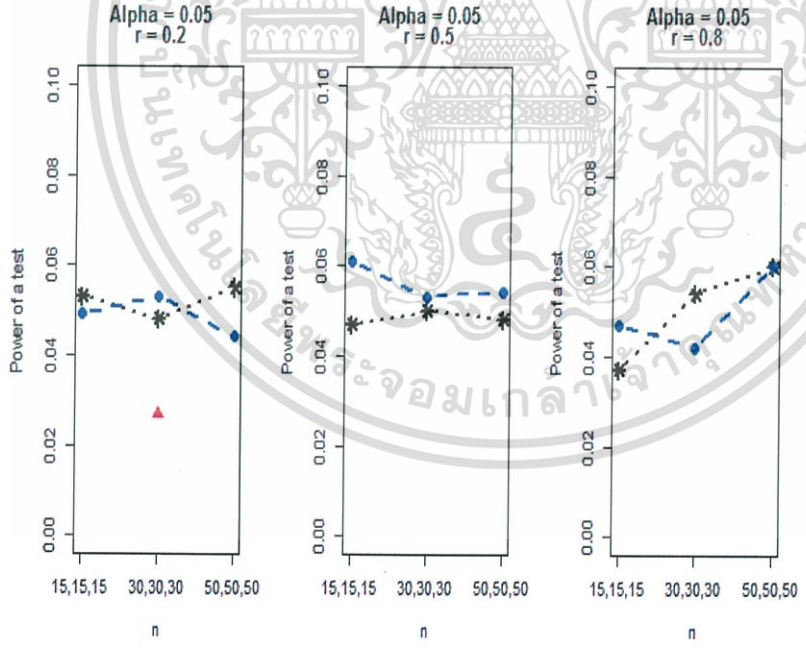
รูปที่ 4.13 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((64,144,256),(1/4,1/24,1/32))$$



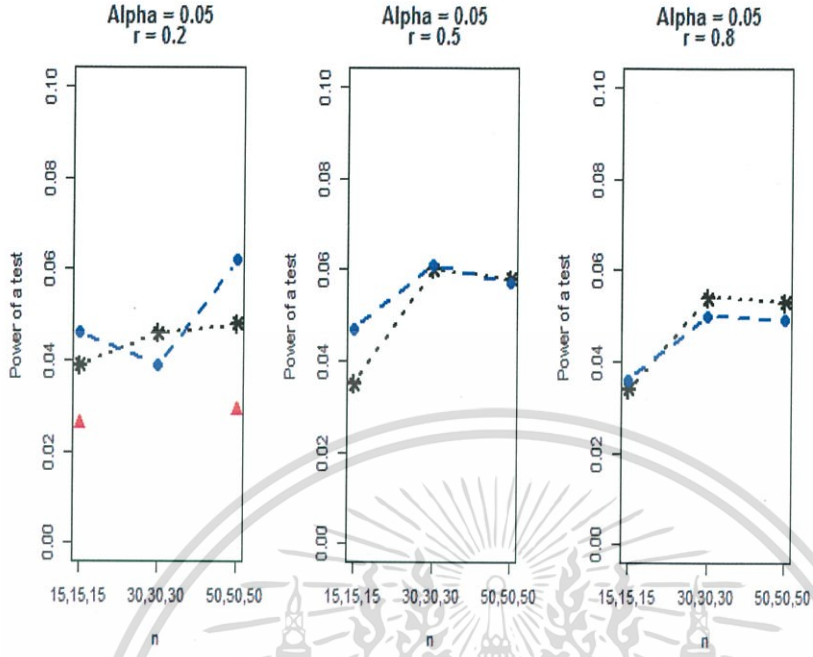
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,72,128),(1/8,1/12,1/16))$$



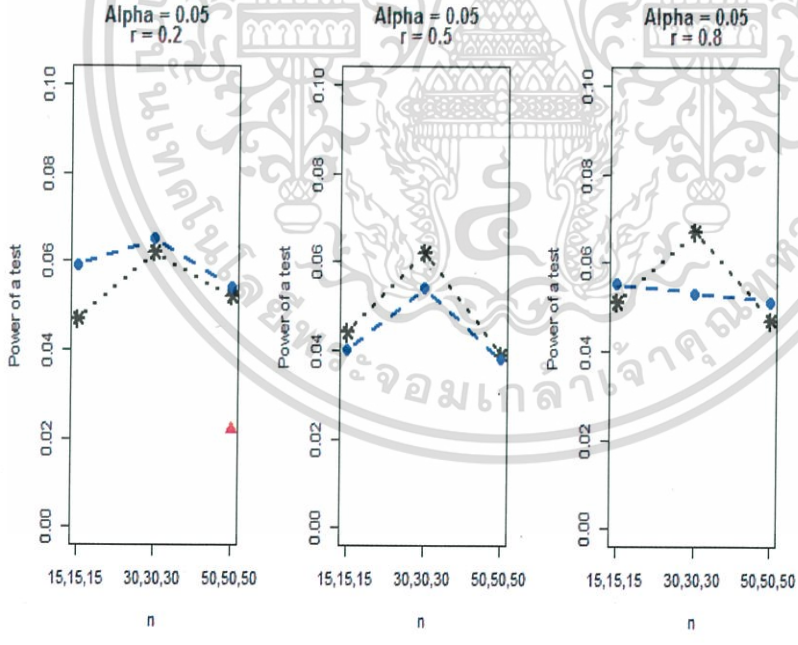
รูปที่ 4.14 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,36,64),(1/4,1/6,1/8))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((8,18,32),(1/2,1/3,1/4))$$



รูปที่ 4.14 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.24 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.01

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,36,256),(1/8,1/6,1/32))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.013*	0.012	-	0.011	0.015*	-	0.008*	0.008*	-
(30,30,30)	0.007*	-	-	0.010*	0.009	-	0.009	0.011*	-
(50,50,50)	0.010*	0.008	0.005	0.011*	0.009	-	0.009*	0.009*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,36,32),(1/8,1/6,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.004	0.009*	-	0.007*	-	-	0.011*	0.011*	-
(30,30,30)	0.011*	-	0.007	0.014	0.015*	-	0.009	0.012*	-
(50,50,50)	0.009	0.013*	-	0.005	0.007*	-	0.005	0.008*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,18,16),(1/4,1/3,1/2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.005	0.008*	-	0.006	0.018*	-	0.008	0.014*	-
(30,30,30)	0.003	0.011*	-	0.013	0.019*	-	0.011	0.015*	-
(50,50,50)	0.007	0.017*	-	0.002	0.008*	-	0.008	0.009*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,18,16),(2,1/3,1/2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.005	0.013*	-	0.005	0.010*	-	0.007*	0.006	-
(30,30,30)	0.016*	0.013	-	0.007	0.008*	-	0.010*	0.007	-
(50,50,50)	0.015*	0.007	-	0.011*	0.011*	-	0.010	0.013*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,18,4),(2,1/3,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.011*	0.007	-	0.007	0.015*	-	-	0.011*	-
(30,30,30)	0.013*	-	-	0.014*	0.013	-	0.012*	0.012*	-
(50,50,50)	0.003	0.009*	-	0.009*	0.009*	-	-	0.014*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,36,4),(2,1/6,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.009	0.010*	-	0.003*	-	-	0.008*	-	-
(30,30,30)	0.006*	0.004	-	-	0.015*	-	0.007	0.008*	-
(50,50,50)	0.005	0.009*	0.005	0.010*	-	-	0.012*	0.012*	-

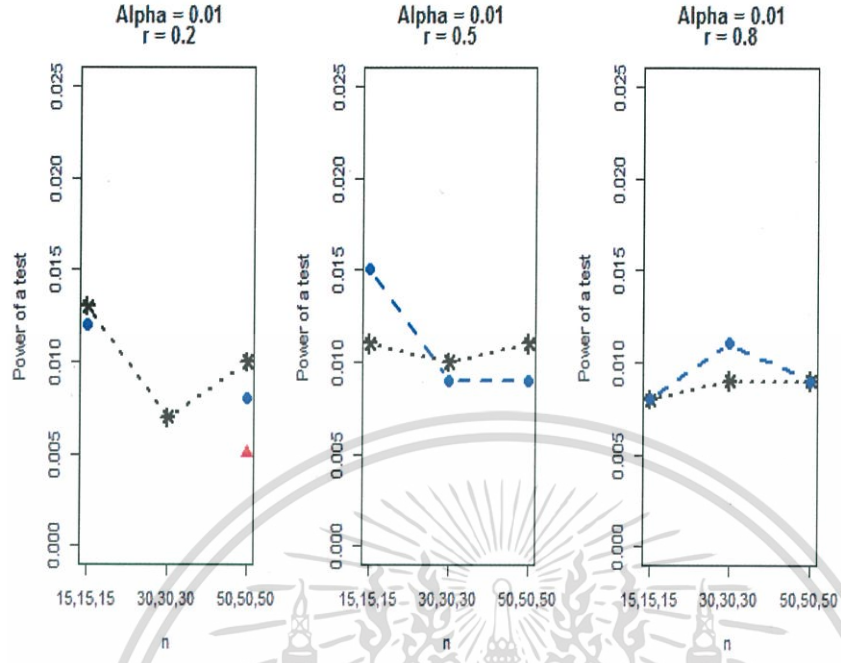
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 กำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05

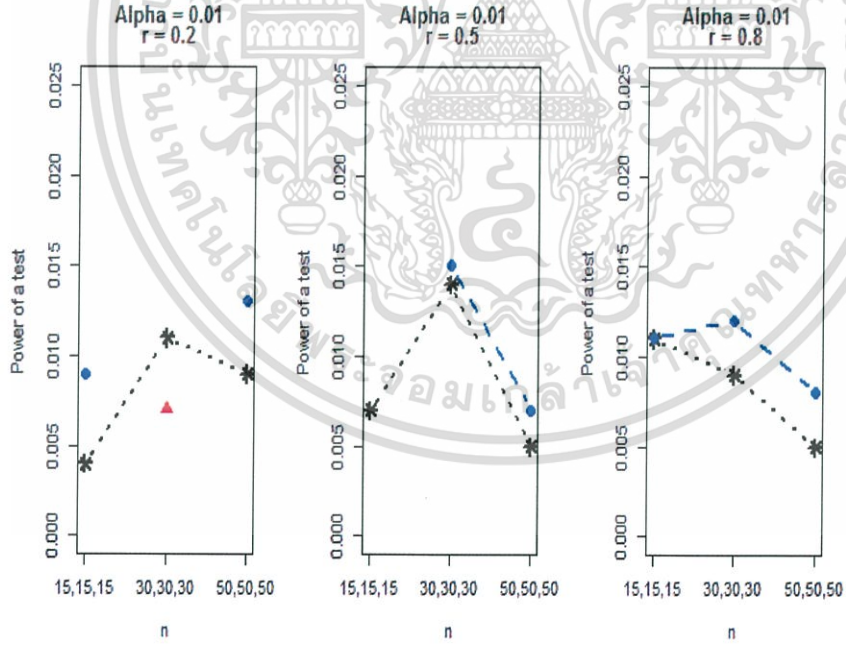
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,36,256),(1/8,1/6,1/32))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.045	0.054*	0.026	0.045*	0.044	-	0.051*	0.051*	-
(30,30,30)	0.060*	0.059	0.030	0.051*	0.034	-	0.056	0.058*	-
(50,50,50)	0.048*	0.048*	0.021	0.042	0.051*	-	0.045*	0.036	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,36,32),(1/8,1/6,1/4))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.050*	0.046	-	0.042*	0.040	-	0.049*	0.046	-
(30,30,30)	0.056	0.062*	0.028	0.066*	0.043	-	0.072*	0.055	-
(50,50,50)	0.046	0.052*	0.028	0.050*	0.046	-	0.040*	0.040*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,18,16),(1/4,1/3,1/2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.057*	0.053	-	0.047	0.057*	-	0.043	0.044*	-
(30,30,30)	0.050*	0.042	0.025	0.060*	0.049	-	0.055	0.061*	-
(50,50,50)	0.065*	0.058	0.028	0.044	0.056*	-	0.047	0.064*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,18,16),(2,1/3,1/2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.050	0.054*	0.019	0.042	0.050*	-	0.046	0.050*	-
(30,30,30)	0.070*	0.055	-	0.049*	0.041	-	0.042*	0.038	-
(50,50,50)	0.058*	0.057	0.019	0.052*	0.052*	-	0.047	0.051*	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,18,4),(2,1/3,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.050	0.057*	-	0.052	0.055*	-	0.052	0.054*	-
(30,30,30)	0.063*	0.047	-	0.051	0.057*	-	0.049*	0.045	-
(50,50,50)	0.036	0.046*	-	0.042	0.047*	-	0.060*	0.058	-
ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,36,4),(2,1/6,2))$								
	r = 0.2			r = 0.5			r = 0.8		
	F	Q	W	F	Q	W	F	Q	W
(15,15,15)	0.045	0.065*	0.030	0.045*	0.042	-	0.050	0.053*	-
(30,30,30)	0.037	0.042*	-	0.068*	0.067	-	0.051*	0.051*	-
(50,50,50)	0.041	0.048*	-	0.049*	0.047	-	0.044*	0.042	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,36,256),(1/8,1/6,1/32))$$



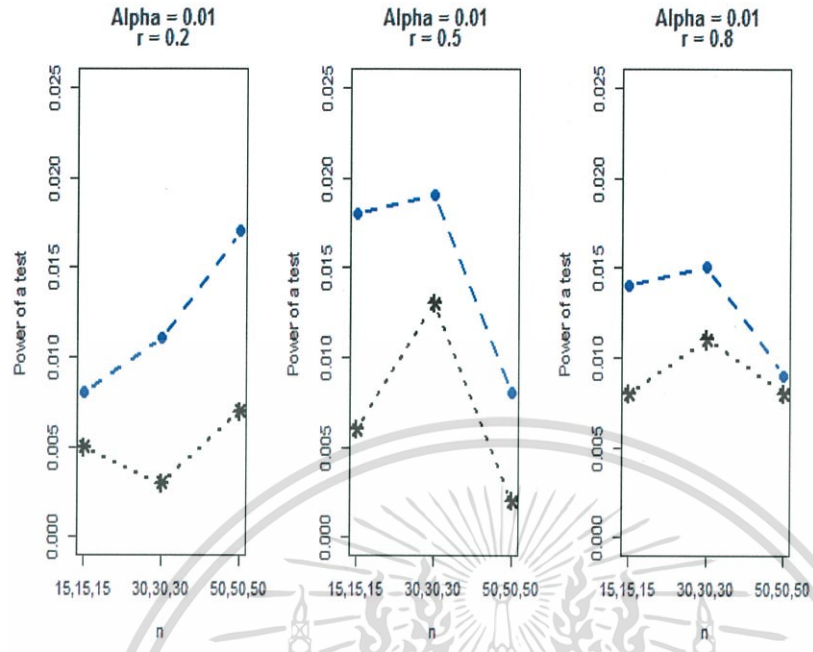
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,36,32),(1/8,1/6,1/4))$$



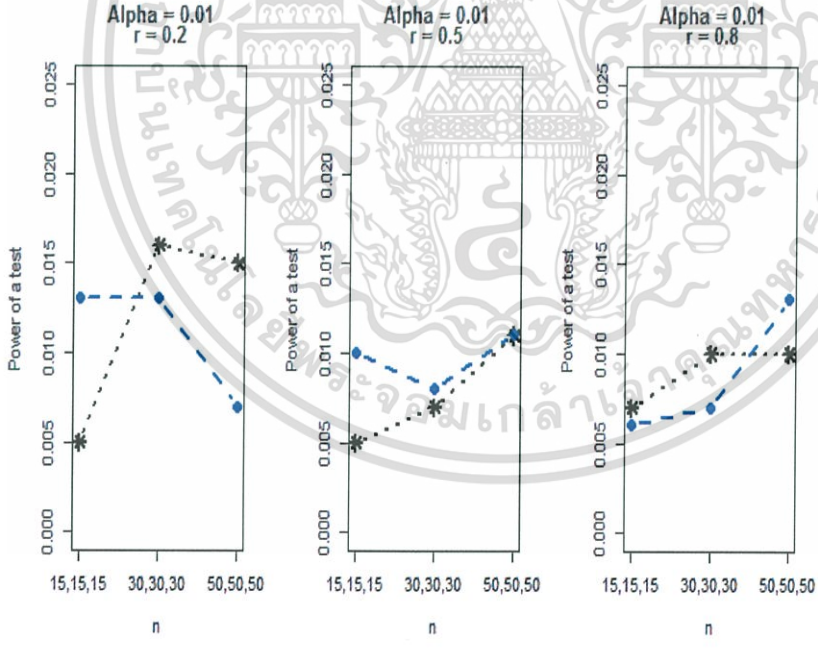
รูปที่ 4.15 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,18,16),(1/4,1/3,1/2))$$



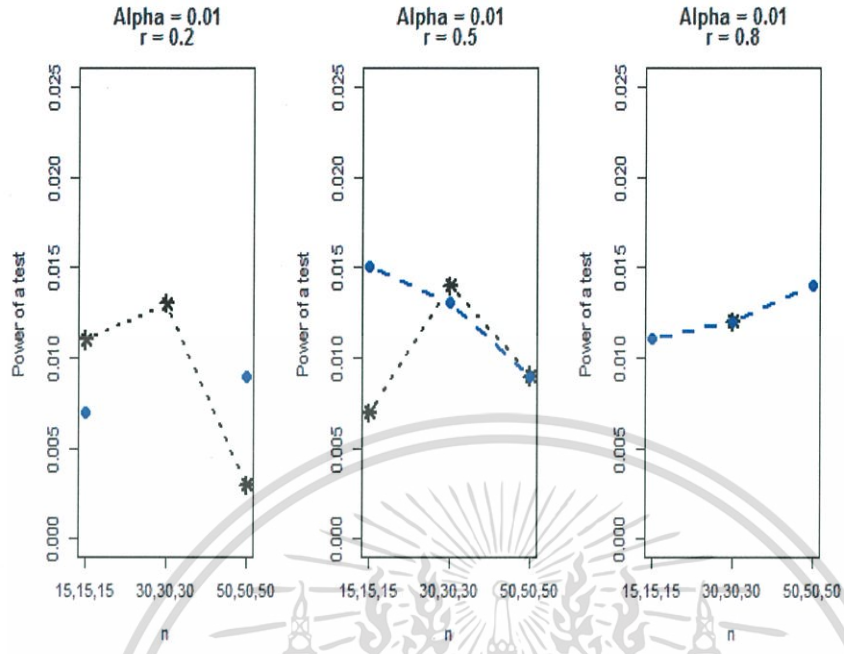
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,18,16),(2,1/3,1/2))$$



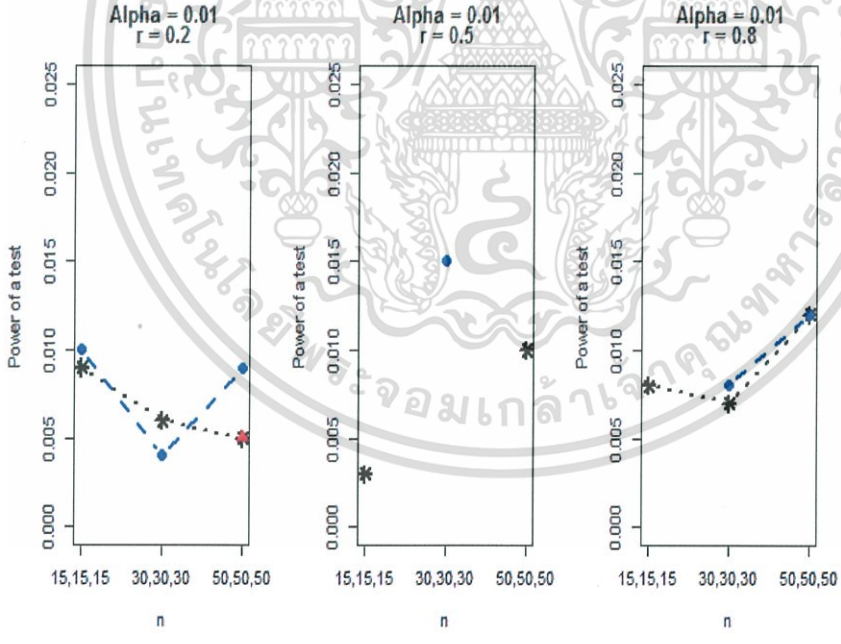
รูปที่ 4.15 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,18,4),(2,1/3,2))$$



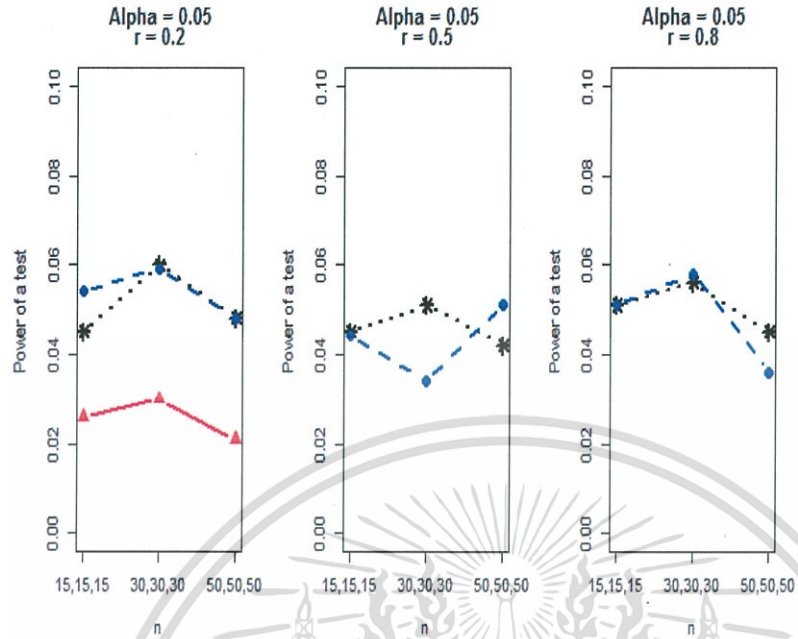
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,36,4),(2,1/6,2))$$



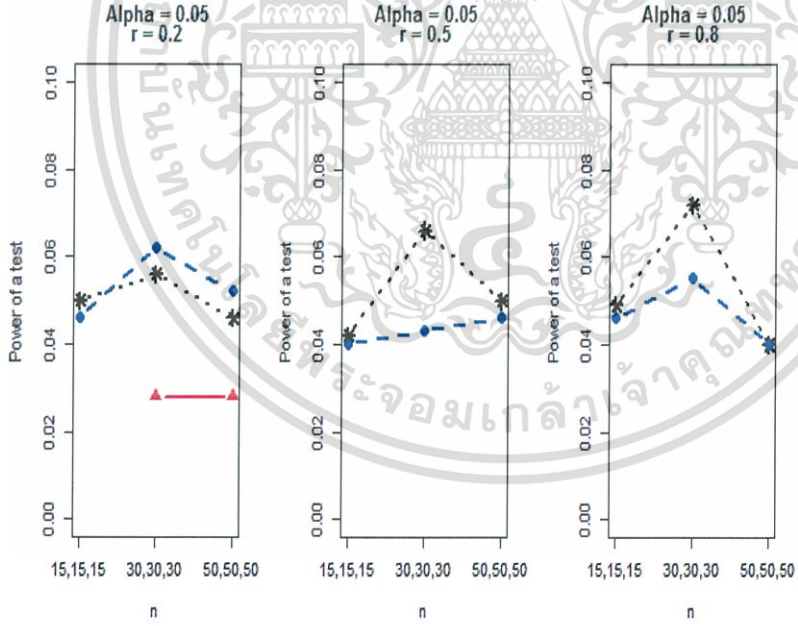
รูปที่ 4.15 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,36,256),(1/8,1/6,1/32))$$



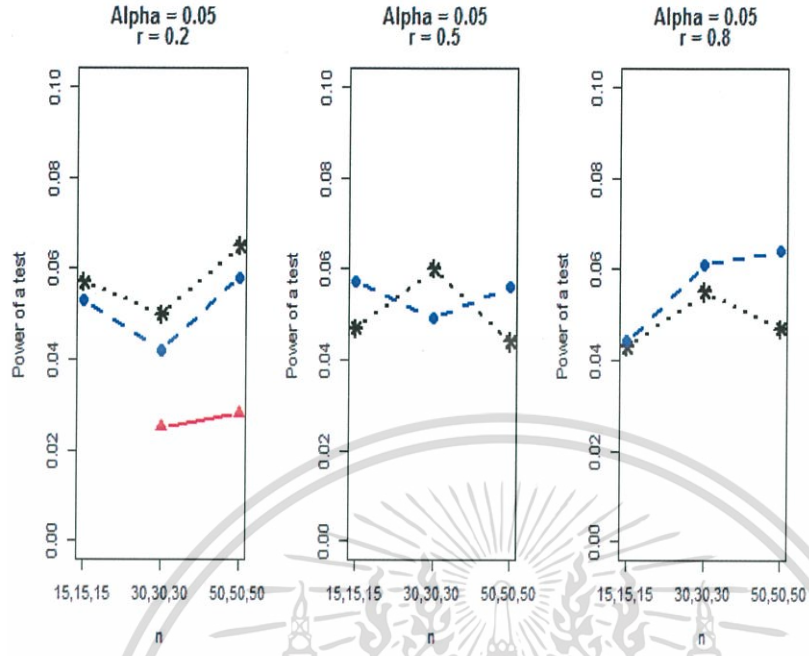
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((32,36,32),(1/8,1/6,1/4))$$



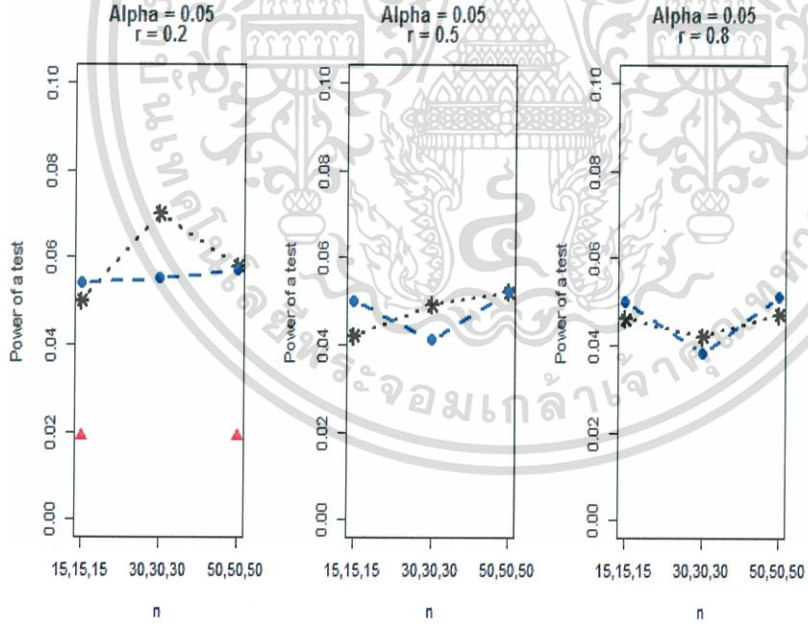
รูปที่ 4.16 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((16,18,16),(1/4,1/3,1/2))$$



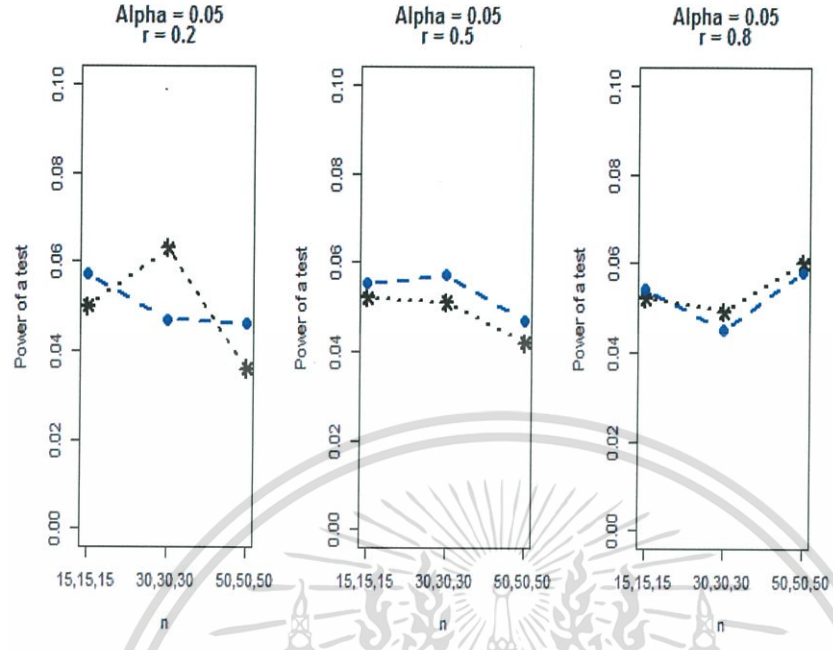
$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,18,16),(2,1/3,1/2))$$



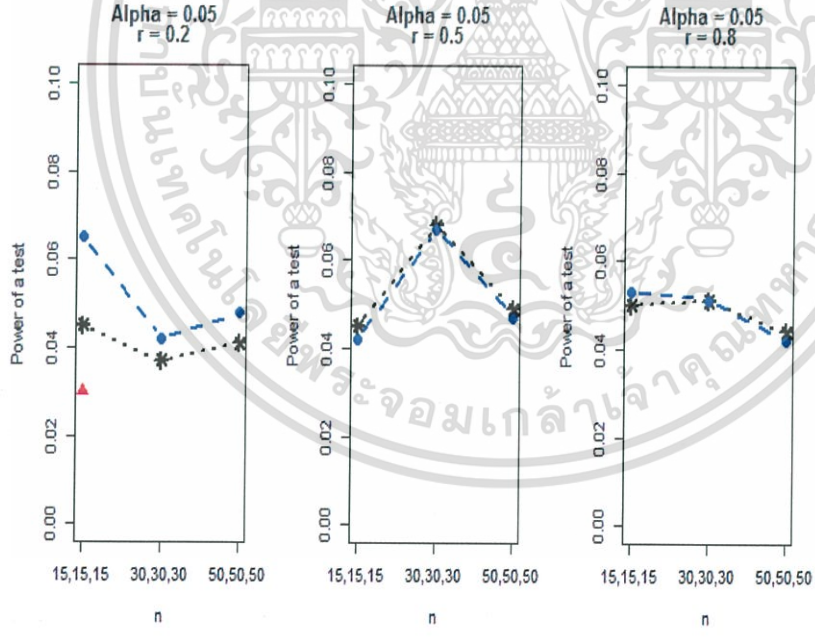
รูปที่ 4.16 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,18,4),(2,1/3,2))$$



$$(X_1,X_2,X_3) \sim MG((2,36,4),(2,1/6,2))$$



รูปที่ 4.16 กำลังการทดสอบกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	13 (13/30×100=43.33)	14 (46.67)
Q	**19 (63.33)**	**17 (56.67)**
W	0 (0)	0 (0)

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 19 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 63.33 รองลงมาคือ F มี 13 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 43.33 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 17 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 56.67 รองลงมาคือ F มี 14 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 46.67 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	10 (33.33)	**17 (56.67)**
Q	**22 (73.33)**	15 (50)
W	0 (0)	0 (0)

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 22 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 73.33 รองลงมาคือ F มี 10 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 33.33 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 17 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 56.67 รองลงมาคือ Q มี 15 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 50 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 จำนวน (ร้อยละ) ของกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8

ระดับนัยสำคัญ / ตัวสถิติทดสอบ	0.01	0.05
F	12(40)	**18(60)**
Q	**24(80)**	16(53.33)
W	0(0)	0(0)

ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 24 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาคือ F มี 12 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 40 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า F ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด มี 18 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ Q มี 16 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 53.33 และ W มี 0 ครั้ง จากทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0

สรุปได้ว่า ในกรณีข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ Q ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวสถิติทดสอบ F ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุปผลการทดลอง

4.3.1 สรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

เมื่อพิจารณาตัวสถิติทดสอบที่สามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด 3 ลำดับ และตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด 3 ลำดับ สำหรับข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงเหมือนกัน สามารถสรุปผลดังนี้

ตารางที่ 4.29 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด 3 ลำดับ และตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด 3 ลำดับ

ระดับนัยสำคัญ	กรณีต่างๆ	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1			กำลังการทดสอบ		
		ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์			ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		
		0.2	0.5	0.8	0.2	0.5	0.8
0.01	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร	1. F 2. Q 3. W	1. Q 2. F 3. W	1. F 2. Q 3. W	1. Q 2. F 3. W	1. Q 2. F 3. W	1. Q 2. F 3. W
	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร	1. F 2. Q 3. W	1. F,Q 2. W	1. Q 2. F 3. W	1. Q 2. F 3. W	1. Q 2. F 3. W	1. Q 2. F 3. W
0.05	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร	1. F,Q 2. W	1. F,Q 2. W	1. F,Q 2. W	1. Q 2. F 3. W	1. Q 2. F 3. W	1. F,Q 2. W
	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร	1. F,Q 2. W	1. F,Q 2. W	1. F,Q 2. W	1. Q 2. F 3. W	1. F 2. Q 3. W	1. F 2. Q 3. W

จากตารางที่ 4.29 พบว่า ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนและตัวสถิติทดสอบเควดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ใกล้เคียงกัน และตัวสถิติทดสอบเควดให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ส่วนตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบได้ไม่ค่อยจะดี เมื่อเทียบกับอีก 2 ตัวสถิติทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ ตัวสถิติทดสอบเควดในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน

4.3.2 สรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

จากการศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ ในกรณีต่างๆ ได้ผลสรุปดังนี้

ตารางที่ 4.30 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุดในกรณีต่างๆ

ระดับนัยสำคัญ	กรณีต่างๆ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		
		0.2	0.5	0.8
0.01	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร	F	Q	F
	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร	F	F,Q	Q
0.05	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร	F,Q	F,Q	F,Q
	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร	F,Q	F,Q	F,Q

จากตารางที่ 4.30 พบว่าตัวสถิติทดสอบ F และ Q มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ใกล้เคียงกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

4.3.3 สรุปผลการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

จากการศึกษากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ ในกรณีต่างๆ ได้ผลสรุปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 ตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีต่างๆ

ระดับนัยสำคัญ	กรณีต่างๆ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		
		0.2	0.5	0.8
0.01	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร	Q	Q	Q
	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร	Q	Q	Q
0.05	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร	Q	Q	F,Q
	ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร	Q	F	F

จากตารางที่ 4.31 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Q มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 รองลงมา คือ ตัวสถิติทดสอบ F แต่เฉพาะในการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปรเท่านั้น ตัวสถิติทดสอบ Q ถึงแม้จะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดใน 3 ตัวสถิติทดสอบ แต่ยังคงมีกำลังการทดสอบต่ำ คือ มีค่าประมาณไม่เกิน 0.1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ตัวสถิติทดสอบเควด และตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ สำหรับข้อมูลคู่หรือการทดสอบเรียงสับเปลี่ยน ระดับนัยสำคัญ คือ 0.01 และ 0.05 ขนาดตัวอย่างเท่ากัน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 0.2, 0.5 และ 0.8 ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้จากการสร้างแบบจำลองซึ่งกระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยใช้ข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากันทั้งสามกลุ่ม มีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันตามรูปแบบการศึกษาสามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

ระดับนัยสำคัญ 0.01

1. ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด แต่ที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.5 พบว่าตัวสถิติทดสอบเควดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2. ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2 พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบเควดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

ระดับนัยสำคัญ 0.05

1. ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2, 0.5 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนและตัวสถิติทดสอบเควดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2, 0.5 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนและตัวสถิติทดสอบเควดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

ดังนั้น เมื่อใช้ข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากันทั้งสามกลุ่ม มีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2, 0.5 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน และตัวสถิติทดสอบเควดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ใกล้เคียงกัน ยกเว้นในกรณีที่ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2 และ 0.8 และในกรณีที่ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด แต่ถ้าข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.8 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบเควดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบโดยใช้ข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันทั้งสามกลุ่ม มีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันตามรูปแบบการศึกษาสามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

ระดับนัยสำคัญ 0.01

1. ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2, 0.5 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบเควดให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2, 0.5 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบเควดให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

ระดับนัยสำคัญ 0.05

1. ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2 และ 0.5 พบว่าตัวสถิติทดสอบเควดให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2 พบว่าตัวสถิติทดสอบเควดให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด แต่ที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.5 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

ดังนั้น เมื่อใช้ข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันทั้งสามกลุ่ม มีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2, 0.5 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบเควดให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.5 และ 0.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการอภิปราย

เมื่อข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ (15,15,15), (30,30,30) และ (50,50,50) การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรและการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2, 0.5 และ 0.8 จากปัญหาพิเศษเล่มนี้ พบว่าตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน ในกรณีที่ข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.5 และ 0.8 จะให้กำลังการทดสอบที่สูงที่สุด ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของเกษร (2532) ในการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ที่กล่าวว่า ถ้าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนจะให้กำลังการทดสอบที่สูง โดยเฉพาะเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมนจะให้กำลังการทดสอบที่สูงสุด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนตัวสถิติทดสอบเควดนั้นจะให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.2 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริลักษณ์ (2546) ในการเปรียบเทียบตัวสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ในการตรวจสอบอิทธิพลทรีทเมนต์ในแผนการทดลองชนิดบล็อกสุ่มสมบูรณ์ที่มีการวัดซ้ำ ที่กล่าวไว้ว่า ตัวสถิติทดสอบเควด สามารถควบคุมความน่าจะเป็นความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ในกรณีที่จำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 และค่าสังเกตภายในแต่ละบล็อกมีความสัมพันธ์กันน้อย และเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.0 ตัวสถิติทดสอบเควดจะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และในปัญหาพิเศษเล่มนี้ยังพบอีกว่าตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้น้อยที่สุด และกำลังการทดสอบต่ำที่สุดในทุกกรณี ซึ่งให้ผลขัดแย้งกับงานวิจัยของแสงรวี (2551) เรื่องในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์สำหรับการวิเคราะห์แผนแบบทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ที่กล่าวไว้ว่าตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันเท่ากับ 30% และ 50% ตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอล-สกอร์ จะมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบที่ไม่อิงพารามิเตอร์ระหว่างค่ามัธยฐานของประชากร 3 กลุ่ม สัมพันธ์กัน ด้วยตัวสถิติทดสอบอื่นๆ เช่น ตัวสถิติทดสอบการแปลงให้เป็นอันดับ และตัวสถิติทดสอบเทอรี่-โฮฟฟ์ดิง นอร์มอล-สกอร์ เป็นต้น

2. ควรศึกษาในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงอื่นๆ เช่น การแจกแจงเบ้ซ้าย การแจกแจงที่มีความโด่งน้อยและความโด่งมาก ยกตัวอย่างเช่น การแจกแจงลอกนอร์มอล การแจกแจงปรกติปลอมปน และ การแจกแจงโลจิสติก เป็นต้น

3. การศึกษานี้มีลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างประชากร 3 กลุ่ม เป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางบวกเท่านั้น ดังนั้นจึงควรศึกษาในกรณีลักษณะของความสัมพันธ์ที่เป็นไปในทิศทางลบ เช่น -0.2, -0.5 และ -0.8

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษร วัฒนาชัยวณิช. 2532. **การทดสอบแบบนอนพาราเมตริกสำหรับการวิเคราะห์แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

น้อมจิต กิตติโชติพานิชย์. 2558. **สถิติคณิตศาสตร์ 1**. ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วราพร เหลือสินทรัพย์. 2553. **การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์.** ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศิริลักษณ์ ไพศาลสิงห์. 2546. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์สำหรับการตรวจสอบอิทธิพลสิ่งทดลองในแผนแบบการทดลองชนิดบล็อกสมบูรณ์ที่มีการวัดซ้ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุพัตรา ชะมะบูรณ์. 2546. **การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบสำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แสงรวี วิฑูรย์พันธุ์. 2511. **การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบแบบนอนพาราเมตริกสำหรับแผนแบบทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

Conover, W.J. 1971. **Practical Nonparametric Statistics.** New York: John Wiley and Sons.

Marascuilo, L.A. and Mcsweeney, M. 1997. **Nonparametric and Distribution-Free Methods for the Social Science.** California : Brooks Cole.

Mathai, A. M. 1992. **A Form of Multivariate Gamma Distribution.** Department of Mathematical and Statistical, McGill University, Montreal, Canada H3A 2K6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับคำนวณความน่าจะเป็นความผิดพลาดประเภทที่ 1 ในกรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปรกติหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

****

```
M=1000
N=1
O=1
alpha=0.01
alpha2=0.05
p<- 3
n <- 50
mu <- c(4,6,8)
rho <- 0.8
sd <- c(sqrt(8), sqrt(1),sqrt (16))
Sigma <- matrix(c(sd[1]*sd[1],     rho*sd[2]*sd[1], rho*sd[3]*sd[1],
                  rho*sd[1]*sd[2], sd[2]*sd[2],     rho*sd[3]*sd[2],
                  rho*sd[1]*sd[3], rho*sd[2]*sd[3], sd[3]*sd[3]), nrow=p, ncol=p,
byrow=TRUE)
COUNT<-array(rep(0,1*1*3),dim=c(1,3,1))
COUNT2 <- array(rep(0,1*3*1),dim=c(1,3,1))
for(j in 1:N)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (k in 1:O)
{
 for (l in 1:M)
 {
  X1= X <- mvrnorm(n,mu, Sigma)
  F=friedman.test(X1)
  pvalueF=F$p.value
  if(pvalueF<=alpha)
   COUNT[j,1,k]=COUNT[j,1,k]+1
  if(pvalueF<=alpha2)
   COUNT2[j,1,k]=COUNT2[j,1,k]+1
  Q= quade.test(X1)
  pvalueQ=Q$p.value
  if(pvalueQ<=alpha)
   COUNT[j,2,k]=COUNT[j,2,k]+1
  if(pvalueQ<=alpha2)
   COUNT2[j,2,k]=COUNT2[j,2,k]+1
  w=melt(X1)
  WANDEN<-with(w,waerden.test(value,Var2,group=TRUE))
  pvalueWANDEN= pvalueWANDEN=WANDEN$statistics$p.chisq
  if(pvalueWANDEN<=alpha)
   COUNT[j,3,k]=COUNT[j,3,k]+1
  if(pvalueWANDEN<=alpha2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        COUNT2[j,3,k]=COUNT2[j,3,k]+1
    }
  }
}
COUNT[1,,]=COUNT[1,,]/M
COUNT[1,,]
COUNT2[1,,]=COUNT2[1,,]/M
COUNT2[1,,]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับคำนวณกำลังการทดสอบในกรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปรกติหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

```
**********************************************************************************************
M=1000
N=1
O=1
alpha=0.01
alpha2=0.05
p<- 3
n <- 50
mu <- c(4,6,8)
rho <- 0.8
sd <- c(sqrt(8), sqrt(1),sqrt (16))
Sigma <- matrix(c(sd[1]*sd[1],     rho*sd[2]*sd[1], rho*sd[3]*sd[1],
                  rho*sd[1]*sd[2], sd[2]*sd[2],     rho*sd[3]*sd[2],
                  rho*sd[1]*sd[3], rho*sd[2]*sd[3], sd[3]*sd[3]), nrow=p, ncol=p,
byrow=TRUE)
COUNT<-array(rep(0,1*1*3),dim=c(1,3,1))
COUNT2 <- array(rep(0,1*3*1),dim=c(1,3,1))
for(j in 1:N)
{
 for (k in 1:O)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 for (l in 1:M)
 {
  X1= X <- mvrnorm(n,mu, Sigma)
  F=friedman.test(X1)
  pvalueF=F$p.value
  if(pvalueF<=alpha)
    COUNT[j,1,k]=COUNT[j,1,k]+1
  if(pvalueF<=alpha2)
    COUNT2[j,1,k]=COUNT2[j,1,k]+1
  Q= quade.test(X1)
  pvalueQ=Q$p.value
  if(pvalueQ<=alpha)
    COUNT[j,2,k]=COUNT[j,2,k]+1
  if(pvalueQ<=alpha2)
    COUNT2[j,2,k]=COUNT2[j,2,k]+1
  w=melt(X1)
  WANDEN<-with(w,waerden.test(value,Var2,group=TRUE))
  pvalueWANDEN= pvalueWANDEN=WANDEN$statistics$p.chisq
  if(pvalueWANDEN<=alpha)
    COUNT[j,3,k]=COUNT[j,3,k]+1
  if(pvalueWANDEN<=alpha2)
    COUNT2[j,3,k]=COUNT2[j,3,k]+1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
  }
}
COUNT[1,,]=COUNT[1,,]/M
COUNT[1,,]
COUNT2[1,,]=COUNT2[1,,]/M
COUNT2[1,,]
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับคำนวณความน่าจะเป็นความผิดพลาดประเภทที่ 1 ในกรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

```
**********************************************************************************************
M=1000
N=1
O=1
alpha=0.01
alpha2=0.05
rho <- matrix(c(1, 0.8, 0.8, 0.8, 1, 0.8, 0.8, 0.8, 1), ncol=3)
COUNT <- array(rep(0,1*3*1),dim=c(1,3,1))
COUNT2 <- array(rep(0,1*3*1),dim=c(1,3,1))
for(j in 1:N)
{
 for(k in 1:O)
 {
  for(l in 1:M)
  {
   X2=x<-rmvgamma(50, shape = c(2,36,4)[k], rate = c(2,1/6,2)[k], rho)
   Fr = friedman.test(x)
   pvalueFr= Fr$p.value
   if(pvalueFr<=alpha)
    COUNT[j,1,k]=COUNT[j,1,k]+1
   if(pvalueFr<=alpha2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        COUNT2[j,1,k]=COUNT2[j,1,k]+1
      Q = quade.test(x)
      pvalueQ= Q$p.value
      if(pvalueQ<=alpha)
        COUNT[j,2,k]=COUNT[j,2,k]+1
      if(pvalueQ<=alpha2)
        COUNT2[j,2,k]=COUNT2[j,2,k]+1
      W1=melt(X2)
      WD<-with(W1,waerden.test(value,Var2,group=TRUE))
      pvalueWD=WD$statistics$p.chisq
      if(pvalueWD<=alpha)
        COUNT[j,3,k]=COUNT[j,3,k]+1
      if(pvalueWD<=alpha2)
        COUNT2[j,3,k]=COUNT2[j,3,k]+1
    }
  }
}
COUNT[1,,]=COUNT[1,,]/M
COUNT[1,,]
COUNT2[1,,]=COUNT2[1,,]/M
COUNT2[1,,]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับคำนวณกำลังการทดสอบในกรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

```
**********************************************************************************************
M=1000
N=1
O=1
alpha=0.01
alpha2=0.05
rho <- matrix(c(1, 0.8, 0.8, 0.8, 1, 0.8, 0.8, 0.8, 1), ncol=3)
COUNT <- array(rep(0,1*3*1),dim=c(1,3,1))
COUNT2 <- array(rep(0,1*3*1),dim=c(1,3,1))
for(j in 1:N)
{
 for(k in 1:O)
 {
  for(l in 1:M)
  {
   X2=x<-rmvgamma(50, shape = c(2,36,4)[k], rate = c(2,1/6,2)[k], rho)
   Fr = friedman.test(x)
   pvalueFr= Fr$p.value
   if(pvalueFr<=alpha)
    COUNT[j,1,k]=COUNT[j,1,k]+1
   if(pvalueFr<=alpha2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      COUNT2[j,1,k]=COUNT2[j,1,k]+1
    Q = quade.test(x)
    pvalueQ= Q$p.value
    if(pvalueQ<=alpha)
      COUNT[j,2,k]=COUNT[j,2,k]+1
    if(pvalueQ<=alpha2)
      COUNT2[j,2,k]=COUNT2[j,2,k]+1
    W1=melt(X2)
    WD<-with(W1,waerden.test(value,Var2,group=TRUE))
    pvalueWD=WD$statistics$p.chisq
    if(pvalueWD<=alpha)
      COUNT[j,3,k]=COUNT[j,3,k]+1
    if(pvalueWD<=alpha2)
      COUNT2[j,3,k]=COUNT2[j,3,k]+1
  }
 }
}
COUNT[1,,]=COUNT[1,,]/M
COUNT[1,,]
COUNT2[1,,]=COUNT2[1,,]/M
COUNT2[1,,]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับสร้างกราฟเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และความน่าจะเป็นความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของข้อมูลสุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงแบปรกติหลายตัวแปรและการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

****

```
BradleyUpper1 = rep(0.015,3) #ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

BradleyLower1 = rep(0.005,3)

BradleyUpper2 = rep(0.015,3)

BradleyLower2 = rep(0.005,3)

BradleyUpper3 = rep(0.015,3)

BradleyLower3 = rep(0.005,3)

F1 = c(0.005 ,0.011,0.012)

Q1 = c(0.012 ,0.014,0.010)

W1 = c(0.002,0.002,0.003)

F2 = c(0.005,0.005,0.017)

Q2 = c(0.006 ,0.005,0.013)

W2 = c(0.000,0.000,0.000)

F3 = c(0.002,0.009,0.007)

Q3 = c(0.008,0.008,0.008)

W3 = c(0.000,0.000,0.000)


y = c('15,15,15','30,30,30','50,50,50')

x = seq(1,3)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
par(mfrow=c(1,3))

plot(x, F1,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim =c(0,0.030),main =
c("Alpha = 0.01","r = 0.2"), xlab = "n",ylab = "Type I Error",pch = 8,cex=1.5)

lines(x,Q1,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex=1.5)

lines(x, W1,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex=1.5)

lines(x,BradleyUpper1,type = "l",lwd = 2,lty = 2)

lines(x,BradleyLower1,type = "l",lwd = 2,lty = 2)

axis(1, at = 1:3, labels = y)

labels = c("F","Q","W")

lwdd=c(2,2,2.9,2.9,2,2)

ltyy=c(3,2,1,4,5,6)

colors = c("black","blue","red")

pchh = c(8,16,17,18,4,15)

legend("top",inset = .04,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.5)

plot(x, F2,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim =c(0,0.030),main =
c("Alpha = 0.01","r = 0.5"),xlab = "n",ylab = "Type I Error",pch = 8,cex=1.5)

lines(x,Q2,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex=1.5)

lines(x, W2,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex=1.5)

lines(x,BradleyUpper2,type = "l",lwd = 2,lty = 2)

lines(x,BradleyLower2,type = "l",lwd = 2,lty = 2)

axis(1, at = 1:3, labels = y)

labels = c("F","Q","W")

lwdd=c(2,2,2.9,2.9,2,2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ltyy=c(3,2,1,4,5,6)

colors = c("black","blue","red")

pchh = c(8,16,17,18,4,15)

legend("top",inset = .04,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.5)

plot(x, F3,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim = c(0,0.030),main=
c("Alpha = 0.01","r = 0.8"),xlab = "n",ylab = "Type I Error",pch = 8,cex=1.5)

lines(x,Q3,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex=1.5)

lines(x, W3,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex=1.5)

lines(x,BradleyUpper3,type = "l",lwd = 2,lty = 2)

lines(x,BradleyLower3,type = "l",lwd = 2,lty = 2)

axis(1, at = 1:3, labels = y)

labels = c("F","Q","W")

lwdd=c(2,2,2.9,2.9,2,2)

ltyy=c(3,2,1,4,5,6)

colors = c("black","blue","red")

pchh = c(8,16,17,18,4,15)

legend("top",inset = .04,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.5)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับสร้างกราฟเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และกำลังการทดสอบของข้อมูลสุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงแบบปรกติหลายตัวแปรและการแจกแจงแกมมาหลายตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

```
**********************************************************************************************
F1 = c(1,1,1)

Q1 = c(1,1,1)

W1 = c(1,1,1)

F2 = c(1,1,1)

Q2 = c(1,1,1)

W2 = c(1,1,1)

F3 = c(1,1,1)

Q3 = c(1,1,1)

W3 = c(1,1,1)

y = c('15,15,15','30,30,30','50,50,50')

x = seq(1,3)

par(mfrow=c(1,3))

plot(x, F1,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim =c(0,1.5),main =
c("Alpha = 0.05","r = 0.2"), xlab = "n",ylab = "Power of a test",pch = 8,cex=1.5)

lines(x,Q1,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex=1.5)

lines(x, W1,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "red",pch = 17,cex=1.5)

axis(1, at = 1:3, labels = y)

labels = c("F","Q","W")

lwdd=c(2,2,2.9,2.9,2,2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ltyy=c(3,2,1,4,5,6)

colors = c("black","blue","red")

pchh = c(8,16,17,18,4,15)

legend("top",inset = .04,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.5)

plot(x, F2,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim =c(0,1.5),main =
c("Alpha = 0.05","r = 0.5"),xlab = "n",ylab = " Power of a test ",pch = 8,cex=1.5)

lines(x,Q2,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex=1.5)

lines(x, W2,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "red",pch = 17,cex=1.5)

axis(1, at = 1:3, labels = y)

labels = c("F","Q","W")

lwdd=c(2,2,2.9,2.9,2,2)

ltyy=c(3,2,1,4,5,6)

colors = c("black","blue","red")

pchh = c(8,16,17,18,4,15)

legend("top",inset = .04,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.5)

plot(x, F3,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim = c(0,1.5),main=
c("Alpha = 0.05","r = 0.8"),xlab = "n",ylab = " Power of a test ",pch = 8,cex=1.5)

lines(x,Q3,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex=1.5)

lines(x, W3,type = "b",lty = 1,lwd = 2,col = "red",pch = 17,cex=1.5)

axis(1, at = 1:3, labels = y)

labels = c("F","Q","W")

lwdd=c(2,2,2.9,2.9,2,2)

ltyy=c(3,2,1,4,5,6)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
colors = c("black","blue","red")

pchh = c(8,16,17,18,4,15)

legend("top",inset = .04,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.5)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน

****

```
Library(statas)

x<-

matrix(c(70,90,80,

20,60,50,

70,30,50,

80,50,60,

90,20,70,

30,60,10,

60,40,10,

90,10,60,

80,50,40,

70,60,50),

nrow = 10,

byrow = TRUE,

dimnames = list(1 : 10))

friedman.test(x)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับตัวสถิติทดสอบเควด

****

```
Library(statas)

x <- matrix(c(70, 90, 80,
              20, 60, 50,
              70, 30, 50,
              80, 50, 60,
              90, 20, 70,
              30, 60, 20,
              60, 40, 10,
              90, 10, 60,
              80, 50, 40,
              70, 60 ,50),
            nrow = 10, byrow = TRUE,
            dimnames =
             list(Student = as.character(1:10),
                  Exam = LETTERS[1:3]))
quade.test(y)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

คำสั่งโปรแกรมอาร์ สำหรับตัวสถิติทดสอบแวน เดอแวร์เดน นอร์มอลสกอร์

****

```
library(agricolae)

x<-

matrix(c(70,90,80,

20,60,50,

70,30,50,

80,50,60,

90,20,70,

30,60,10,

60,40,10,

90,10,60,

80,50,40,

70,60,50),

library(reshape2)

melt(x)

> waerden<-with(melt(x),waerden.test(value,Var2,alpha=0.01,group=TRUE))

> print(waerden)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางค่าวิกฤตของการแจกแจงไคกำลังสอง (Chi-squared)

	Tail probability p										
df	.25	.20	.15	.10	.05	.025	.02	.01	.005	.0025	.001
1	1.32	1.64	2.07	2.71	3.84	5.02	5.41	6.63	7.88	9.14	10.83
2	2.77	3.22	3.79	4.61	5.99	7.38	7.82	9.21	10.60	11.98	13.82
3	4.11	4.64	5.32	6.25	7.81	9.35	9.84	11.34	12.84	14.32	16.27
4	5.39	5.99	6.74	7.78	9.49	11.14	11.67	13.28	14.86	16.42	18.47
5	6.63	7.29	8.12	9.24	11.07	12.83	13.39	15.09	16.75	18.39	20.51
6	7.84	8.56	9.45	10.64	12.59	14.45	15.03	16.81	18.55	20.25	22.46
7	9.04	9.80	10.75	12.02	14.07	16.01	16.62	18.48	20.28	22.04	24.32
8	10.22	11.03	12.03	13.36	15.51	17.53	18.17	20.09	21.95	23.77	26.12
9	11.39	12.24	13.29	14.68	16.92	19.02	19.68	21.67	23.59	25.46	27.88
10	12.55	13.44	14.53	15.99	18.31	20.48	21.16	23.21	25.19	27.11	29.59
11	13.70	14.63	15.77	17.28	19.68	21.92	22.62	24.72	26.76	28.73	31.26
12	14.85	15.81	16.99	18.55	21.03	23.34	24.05	26.22	28.30	30.32	32.91
13	15.98	16.98	18.20	19.81	22.36	24.74	25.47	27.69	29.82	31.88	34.53
14	17.12	18.15	19.41	21.06	23.68	26.12	26.87	29.14	31.32	33.43	36.12
15	18.25	19.31	20.60	22.31	25.00	27.49	28.26	30.58	32.80	34.95	37.70
16	19.37	20.47	21.79	23.54	26.30	28.85	29.63	32.00	34.27	36.46	39.25
17	20.49	21.61	22.98	24.77	27.59	30.19	31.00	33.41	35.72	37.95	40.79
18	21.60	22.76	24.16	25.99	28.87	31.53	32.35	34.81	37.16	39.42	42.31
19	22.72	23.90	25.33	27.20	30.14	32.85	33.69	36.19	38.58	40.88	43.82
20	23.83	25.04	26.50	28.41	31.41	34.17	35.02	37.57	40.00	42.34	45.31
21	24.93	26.17	27.66	29.62	32.67	35.48	36.34	38.93	41.40	43.78	46.80
22	26.04	27.30	28.82	30.81	33.92	36.78	37.66	40.29	42.80	45.20	48.27
23	27.14	28.43	29.98	32.01	35.17	38.08	38.97	41.64	44.18	46.62	49.73
24	28.24	29.55	31.13	33.20	36.42	39.36	40.27	42.98	45.56	48.03	51.18
25	29.34	30.68	32.28	34.38	37.65	40.65	41.57	44.31	46.93	49.44	52.62
26	30.43	31.79	33.43	35.56	38.89	41.92	42.86	45.64	48.29	50.83	54.05
27	31.53	32.91	34.57	36.74	40.11	43.19	44.14	46.96	49.64	52.22	55.48
28	32.62	34.03	35.71	37.92	41.34	44.46	45.42	48.28	50.99	53.59	56.89
29	33.71	35.14	36.85	39.09	42.56	45.72	46.69	49.59	52.34	54.97	58.30
30	34.80	36.25	37.99	40.26	43.77	46.98	47.96	50.89	53.67	56.33	59.70
40	45.62	47.27	49.24	51.81	55.76	59.34	60.44	63.69	66.77	69.70	73.40
50	56.33	58.16	60.35	63.17	67.50	71.42	72.61	76.15	79.49	82.66	86.66
60	66.98	68.97	71.34	74.40	79.08	83.30	84.58	88.38	91.95	95.34	99.61
80	88.13	90.41	93.11	96.58	101.9	106.6	108.1	112.3	116.3	120.1	124.8
100	109.1	111.7	114.7	118.5	124.3	129.6	131.1	135.8	140.2	144.3	149.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางค่าวิกฤตของการแจกแจง F เมื่อกำหนดองศาความอิสระ v_1, v_2 และค่า **α =0.05**

v_2	v_1								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคะแนนปกติผกผันสำหรับตัวสถิติทดสอบแวน เดอ แวร์เดน เมื่อ n ตั้งแต่ 1-10

i	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0	-0.44	-0.67	-0.82	-0.98	-1.07	-1.15	-1.22	-1.28	-1.34
2			0.44	0	-0.25	-0.44	-0.57	-0.67	-0.76	-0.84	-0.91
3				0.67	0.25	0	-0.18	-0.32	-0.43	-0.52	-0.6
4					0.82	0.44	0.18	0	-0.14	-0.25	-0.35
5						0.98	0.57	0.32	0.14	0	-0.11
6								0.67	0.43	0.25	0.11
7										0.52	0.35

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้