การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล

COMPARISON OF EFFICIENCY FOR PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF BALANCED INCOMPLETE BLOCK DESIGNS

ธวัชชัย แตงทอง

THAWATCHAI TAENGTHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

KMITL-2019-SC-M-050-053

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล

COMPARISON OF EFFICIENCY FOR PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF BALANCED INCOMPLETE BLOCK DESIGNS

ธวัชชัย แตงทอง

THAWATCHAI TAENGTHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

KMITL-2019-SC-M-050-053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISON OF EFFICIENCY FOR PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF BALANCED INCOMPLETE BLOCK DESIGNS

THAWATCHAI TAENGTHONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN STATISTICS AND BUSINESS ANALYTICS

DEPARTMENT OF STATISTICS FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2019

KMITL-2019-SC-M-050-053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล

ชื่อนักศึกษา นายธวัชชัย แตงทอง

รหัสประจำตัว 60605081

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ)

ภาควิชา สถิติ

พ.ศ. 2562

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สายชล สินสมบูรณ์ทอง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล ซึ่งมีตัวสถิติทดสอบที่ศึกษา 6 การทดสอบ แบ่งเป็นตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ 3 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ 3 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ โดยศึกษาจากการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา ซึ่งในการสร้างแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลจะกำหนดจำนวนทรีตเมนต์เท่ากับ 3, 4, 5, 6 และ 7 ทรีตเมนต์ จำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4, 5, 6 และ 7 บล็อก และระดับนัยสำคัญ 2 ระดับ คือ 0.05 และ 0.10

ผลการวิจัยเมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา พบว่า ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

คำสำคัญ : แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล การเปรียบเทียบพหุคูณ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กำลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Comparison of Efficiency for Parametric and Nonparametric Tests in Multiple Comparisons of Balanced Incomplete Block Designs

Student Name Thawatchai Taengthong

Student ID 60605081

Degree Master of Science (Statistics and Business Analytics)

Department Statistics

Year 2562

Thesis Advisor Associate Professor Saichon Sinsomboonthong

Abstract

The objective of this research was to multi-compare the efficiency of control of probability of type I error and power of a test between parametric and nonparametric tests of balanced incomplete block designs. The 3 parametric statistical tests were Duncan's New Multiple Range, Waller–Duncan Fisher's Least Significant Difference, and the 3 non-parametric statistical tests were Conover, Durbin and Skillings-Mack were studied. In all cases, we used randomized data with a normal distribution, gamma distribution and beta distribution for calculating the probability of type I error and the power of a test. In which creating balanced incomplete block designs will determine the number of treatments were equal to 3, 4, 5, 6 and 7 treatments and the number of blocks were equal to 3, 4, 5, 6 and 7 blocks. Two significance levels were used: 0.05 and 0.10.

The results for probability of type I error and the power of a test revealed that, for the parametric statistical tests, the Waller–Duncan were the best efficiency. For the non-parametric statistical tests, the Durbin were the best efficiency.

Keywords : Balanced Incomplete Block Designs, Multiple Comparisons, Probability of Type I Error, Power of a Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมีความถูกต้องในเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ สายชล สินสมบูรณ์ทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา เป็นผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่าง ๆ และหนังสืออ้างอิง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจทานแก้ไขความถูกต้อง ตลอดจนติดตามผลงานทุกขั้นตอนของการดำเนินงานในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงของกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาภรณ์ สินสมบูรณ์ทอง ผู้ซึ่งเป็นประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และ ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์ ผู้ซึ่งเป็นกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติม ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่มอบทุนการศึกษาในการศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เพื่อเพิ่มพูนความรู้ และนำความรู้ที่ได้มาดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติ สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการทำงานมาโดยตลอดจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นายธวัชชัย แตงทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
คำย่อ/สัญลักษณ์	ธ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	5
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	5
1.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา	7
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล	9
2.1.1 ตัวแบบ	10
2.1.2 ข้อกำหนดเบื้องต้น	10
2.1.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน	11
2.2 การเปรียบเทียบพหุคูณ	15
2.2.1 ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย	16
2.2.2 ตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย	19
2.3 การแจกแจงที่ใช้ในการวิจัย	21
2.3.1 การแจกแจงปรกติ	21
2.3.2 การแจกแจงแกมมา	24
2.3.3 การแจกแจงบีตา	25
2.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1	27
2.5 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทดสอบ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.1 เกณฑ์ของค็อกแครน (Cochran, 1954)	28
2.5.2 เกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley, 1978)	28
2.6 กำลังการทดสอบ	29
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	34
3.1 การวางแผนการวิจัย	34
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย	71
3.3 ขั้นตอนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย	74
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	76
4.1 ผลการวิจัย	76
4.1.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1	77
4.1.1.1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ	77
4.1.1.2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา	91
4.1.1.3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา	105
4.1.1.4 สรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1	119
4.1.2 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ	122
4.1.2.1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ	122
4.1.2.2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา	132
4.1.2.3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา	142
4.1.2.4 สรุปผลกำลังการทดสอบ	152
4.2 อภิปรายผล	155
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	156
5.1 สรุปผลการวิจัย	156
5.2 ข้อเสนอแนะ	159
บรรณานุกรม	160
ภาคผนวก	164
ภาคผนวก ก	165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข	182
ภาคผนวก ค	190
ประวัติผู้เขียน	211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีปรับค่าบล็อก 12

2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีปรับค่าทรีตเมนต์ 14

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริงของสมมุติฐานว่างและการสรุปผล 27

3.1 แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล 9 แผน ที่ใช้ในงานวิจัย 35

3.2 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 โดยที่ $b=3$, $t=3$, $k=2$, $r=2$ และ $\lambda=1$ 36

3.3 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 โดยที่ $b=4$, $t=4$, $k=3$, $r=3$ และ $\lambda=2$ 36

3.4 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 โดยที่ $b=5$, $t=5$, $k=4$, $r=4$ และ $\lambda=3$ 36

3.5 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 โดยที่ $b=6$, $t=3$, $k=2$, $r=4$ และ $\lambda=2$ 36

3.6 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 โดยที่ $b=6$, $t=4$, $k=2$, $r=3$ และ $\lambda=1$ 37

3.7 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 โดยที่ $b=6$, $t=6$, $k=5$, $r=5$ และ $\lambda=4$ 37

3.8 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 โดยที่ $b=7$, $t=7$, $k=3$, $r=3$ และ $\lambda=1$ 37

3.9 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 โดยที่ $b=7$, $t=7$, $k=4$, $r=4$ และ $\lambda=2$ 37

3.10 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 โดยที่ $b=7$, $t=7$, $k=6$, $r=6$ และ $\lambda=5$ 38

3.11 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 38

3.12 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 2 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

3.13 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 1 43
3.14 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 2 46
3.15 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 1 49
3.16 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 2 51
3.17 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 3 54
3.18 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 4 56
3.19 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 3 59
3.20 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 4 61
3.21 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 3 64
3.22 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 4 67
3.23 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีที่ข้อมูลถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากันของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน 100 – 1,000 รอบ ของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว 69
4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 77
4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 81
4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 82
4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 83
4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 84
4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 87
4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 88
4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 89
4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 90
4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 91
4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 94
4.13 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 95
4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 96
4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 97
4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 101
4.18 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 102
4.19 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 103
4.20 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 104
4.21 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 105
4.22 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 108
4.23 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 109
4.24 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 110
4.25 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 111
4.26 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 112
4.27 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 115
4.28 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 116
4.29 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 117
4.30 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.31 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงปรกติ 119
4.32 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงแกมมา 120
4.33 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงบีตา 121
4.34 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 122
4.35 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 123
4.36 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 124
4.37 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 125
4.38 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 126
4.39 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 127
4.40 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 128
4.41 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 129
4.42 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 130
4.43 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 131
4.44 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.45 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 133
4.46 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 134
4.47 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 135
4.48 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 136
4.49 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 137
4.50 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 138
4.51 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 139
4.52 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 140
4.53 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 141
4.54 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 142
4.55 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 143
4.56 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 144
4.57 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 145
4.58 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.59 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 147
4.60 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 148
4.61 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 149
4.62 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 150
4.63 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 151
4.64 กำลังการทดสอบสูงสุดของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงปรกติ 152
4.65 กำลังการทดสอบสูงสุดของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงแกมมา 153
4.66 กำลังการทดสอบสูงสุดของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงบีตา 154
ข.1 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 183
ข.2 ค่าวิกฤตพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน 186
ข.3 การแจกแจงที 188
ข.4 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับพิสัยของตัวแปร $N(0,1)$ ที่เป็นอิสระกัน ตัว : k = 2(1)20(2)40 (10)100 189
ค.1 การวางแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลสำหรับการทดลองของคะตะไลท์ สำหรับการคำนวณของตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ 191
ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน 193
ค.3 ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลของตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ ของดันแคน 197
ค.4 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน 198
ค.5 ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลของตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์- ดันแคน 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ค.6 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน 200

ค.7 ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลของตัวสถิติทดสอบ
โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ 202

ค.8 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด
ของฟิชเชอร์ 203

ค. 9 การวางแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลสำหรับการทดลองของคะตะไลท์
สำหรับการคำนวณของตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ 204

ค.10 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ 205

ค.11 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน 208

ค. 12 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ 210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน 22

2.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน 23

2.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน 23

2.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)

เป็น (4, 8), (8, 4), (16, 2), (2, 16), (6, 5.3333), (12, 2.6667) และ (14, 2.2857) 25

2.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)

เป็น (2, 3), (3, 4.5), (4, 6), (5, 7.5), (6, 9), (7, 10.5) และ (8, 12) 27

3.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

เป็น (4, 12), (4, 12), (4, 12), (4, 12), (4, 12), (4, 12) และ (4, 12) 39

3.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

เป็น (8, 24), (8, 24), (8, 24), (8, 24), (8, 24), (8, 24) และ (8, 24) 39

3.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

เป็น (16, 48), (16, 48), (16, 48), (16, 48), (16, 48), (16, 48) และ (16, 48) 40

3.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

เป็น (32, 96), (32, 96), (32, 96), (32, 96), (32, 96), (32, 96) และ (32, 96) 40

3.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

เป็น (4, 12), (4, 24), (4, 48), (4, 96), (4, 192), (4, 384) และ (4, 768) 41

3.6 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

เป็น (8, 12), (8, 24), (8, 48), (8, 96), (8, 192), (8, 384) และ (8, 768) 42

3.7 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

เป็น (16, 12), (16, 24), (16, 48), (16, 96), (16, 192), (16, 384) และ (16, 768) 42

3.8 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

เป็น (32, 12), (32, 24), (32, 48), (32, 96), (32, 192), (32, 384) และ (32, 768) 43

3.9 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)

เป็น (4, 4), (4, 4), (4, 4), (4, 4), (4, 4), (4, 4) และ (4, 4) 44

3.10 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)

เป็น (4, 8), (4, 8), (4, 8), (4, 8), (4, 8), (4, 8) และ (4, 8) 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.11 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (8, 8), (8, 8), (8, 8), (8, 8), (8, 8), (8, 8) และ (8, 8) 45
3.12 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (8, 16), (8, 16), (8, 16), (8, 16), (8, 16), (8, 16) และ (8, 16) 45
3.13 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (4, 4), (8, 2), (16, 1), (1, 16), (2, 8), (40, 0.4) และ (36, 0.4444) 46
3.14 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (4, 8), (8, 4), (16, 2), (2, 16), (6, 5.3333), (12, 2.6667) และ (14, 2.2857) 47
3.15 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (8, 8), (16, 4), (4, 16), (2, 32), (32, 2), (12, 5.3333) และ (24, 2.6667) 47
3.16 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (8, 16), (64, 2), (32, 4), (16, 8), (48, 2.6667), (24, 5.3333) และ (56, 2.2857) 48
3.17 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (8, 12), (8, 12), (8, 12), (8, 12), (8, 12), (8, 12) และ (8, 12) 49
3.18 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (10, 6), (10, 6), (10, 6), (10, 6), (10, 6), (10, 6) และ (10, 6) 50
3.19 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (2, 8), (2, 8), (2, 8), (2, 8), (2, 8), (2, 8) และ (2, 8) 50
3.20 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (9, 8), (9, 8), (9, 8), (9, 8), (9, 8), (9, 8) และ (9, 8) 51
3.21 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (2, 3), (3, 4.5), (4, 6), (5, 7.5), (6, 9), (7, 10.5) และ (8, 12) 52
3.22 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (2, 1.2), (4, 2.4), (6, 3.6), (8, 4.8), (10, 6), (12, 7.2) และ (14, 8.4) 52
3.23 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (6, 24), (4, 16), (8, 32), (10, 40), (12, 48), (14, 56) และ (16, 64) 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.24 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (3, 2.6667), (5, 4.4444), (7, 6.5556), (9, 8), (11, 9.7778), (13, 11.5556) และ (15, 13.333) 53

3.25 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 12), (6, 12), (8, 12), (10, 12), (12, 12), (14, 12) และ (16, 12) 54

3.26 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 24), (6, 24), (8, 24), (10, 24), (12, 24), (14, 24) และ (16, 24) 55

3.27 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 48), (6, 48), (8, 48), (10, 48), (12, 48), (14, 48) และ (16, 48) 55

3.28 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 96), (6, 96), (8, 96), (10, 96), (12, 96), (14, 96) และ (16, 96) 56

3.29 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3, 12), (5, 24), (7, 48), (9, 96), (11, 192), (13, 384) และ (15, 768) 57

3.30 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 12), (6, 24), (8, 48), (10, 96), (12, 192), (14, 384) และ (16, 768) 57

3.31 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (5, 12), (7, 24), (9, 48), (11, 96), (13, 192), (15, 384) และ (17, 768) 58

3.32 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (6,12), (8,24), (10,48), (12,96), (14,192), (16,384) และ (18,768) 58

3.33 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 4), (16, 2), (1, 8), (25, 1.6), (36, 1.3333), (49, 1.1429) และ (9, 2.6667) 59

3.34 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 8), (64, 2), (16, 4), (36, 2.6667), (100, 1.6), (196, 1.1429) และ (324, 0.8889) 60

3.35 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 8), (32, 4), (2, 16), (288, 1.3333), (72, 2.6667), (200, 1.6) และ (392, 1.1429) 60

3.36 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 16), (128, 4), (32, 8), (512, 2), (288, 2.6667), (2, 32) และ (800, 1.6) 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.37 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (4, 4), (18, 1.3333), (1, 4), (16, 4), (8, 4), (10, 0.8) และ (4, 1.3333) 62
3.38 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 8),
(162, 0.8889), (4, 4), (72, 2.6667), (96, 1.3333), (48, 1.3333) และ (896, 0.2857) 62
3.39 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)
เป็น (8, 8), (1, 16), (144, 2.6667), (128, 4), (8, 4), (48, 2.6667) และ (384, 0.6667) 63
3.40 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (288, 2.6667),
(16, 4), (72, 2.6667), (144, 2.6667), (48, 2.6667), (96, 2.6667) และ (896, 0.5714) 63
3.41 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 9.58),
(3, 10.88), (1, 7.35), (4, 11.69), (5, 12.14), (6, 12.33) และ (7, 12.29) 65
3.42 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 8.33),
(3, 9.36), (1, 3.47), (4, 9.89), (5, 10.08), (6, 10) และ (7, 9.67) 65
3.43 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 8),
(3, 8.96), (1, 6.27), (4, 9.44), (5, 9.56), (6, 9.41) และ (7, 9) 66
3.44 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 8.3),
(3, 9.3), (1, 6.42), (4, 9.85), (5, 10), (6, 9.96) และ (7, 9.62) 66
3.45 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (1, 2.92),
(3, 4.5), (3, 6.11), (4, 7.66), (6, 9), (1, 6.76) และ (4, 11.69) 67
3.46 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (1, 2.06),
(1, 3.5), (3, 6.03), (4, 8.05), (7, 9.67), (5, 11.93) และ (5, 13.61) 68
3.47 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (5, 22.69),
(5, 17.03), (4, 25.25), (4, 28.97), (7, 40.18), (7, 44.29) และ (6, 45.29) 68
3.48 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (1, 3.01),
(3, 5.54), (4, 7.79), (5, 10), (6, 12.33), (5, 13.94) และ (5, 15.63) 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.49 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำนวนรอบที่ผ่าน การทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน 100 – 1,000 รอบ ของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว 70
3.50 เกณฑ์ของค็อกแครน และเกณฑ์ของแบรดลีย์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 73
3.51 แผนผังแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย 75
4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 78
4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 79
4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 85
4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 86
4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 92
4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 93
4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากร ที่มีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 100

4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 106

4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 107

4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 113

4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

1.	DUN	คือ	ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน
2.	WD	คือ	ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน
3.	LSD	คือ	ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์
4.	CNV	คือ	ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์
5.	DUB	คือ	ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน
6.	SKM	คือ	ตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์
7.	B	คือ	ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))
8.	*	คือ	กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น
9.	-	คือ	ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้
10.		คือ	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน
11.		คือ	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน
12.		คือ	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์
13.		คือ	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์
14.		คือ	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน
15.		คือ	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์
16.		คือ	เกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวิจัยหรือการทำการทดลองในบางครั้งไม่สามารถใช้แผนแบบบล็อกเชิงสุ่มได้ เนื่องจากในแผนแบบบล็อกเชิงสุ่มในแต่ละบล็อกต้องมีครบทุกทรีตเมนต์ ดังนั้นกรณีที่มีทรีตเมนต์จำนวนมาก ๆ ซึ่งพบเสมอในงานทดลองบางประเภท ทำให้ต้องใช้บล็อกขนาดใหญ่มากเกินไป จากความเป็นจริงโอกาสที่จะเลือกใช้บล็อกขนาดใหญ่และมีความสม่ำเสมอกันทั้งหมดเป็นไปได้น้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนมาก ๆ หรืองานทดลองบางประเภทมีขีดจำกัดของขนาดของบล็อกต่ำมาก จึงกล่าวได้ว่าขนาดของบล็อกมีขีดจำกัดทำให้ไม่สามารถที่จะใช้แผนแบบบล็อกเชิงสุ่มได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากหลักเกณฑ์การจัดบล็อกในแต่ละบล็อกจะต้องมีความสม่ำเสมอกัน เป็นเหตุให้ผู้ทดลองจำเป็นที่จะต้องใช้แผนแบบการทดลองซึ่งแต่ละบล็อกมีไม่ครบทุกทรีตเมนต์ เพื่อให้ขนาดการทดลองเหมาะสม แผนแบบการทดลองประเภทนี้เรียกว่าแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล (Balanced Incomplete block designs) (สุรพล, 2537)

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลในการอนุมานเชิงสถิติเกี่ยวกับประชากรโดยเฉพาะการทดสอบสมมุติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากร ได้แก่ การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป นิยมใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) โดยใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F test) ภายใต้ข้อกำหนดเบื้องต้น (Assumptions) คือ ข้อมูลแต่ละประชากรสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ข้อมูลแต่ละประชากรสุ่มมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน และข้อมูลแต่ละประชากรสุ่มมาจากประชากรที่เป็นอิสระกัน ถ้าในการทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวเกิดการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) คือ มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เราจะต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไปเพื่อหาว่ามีค่าเฉลี่ยของประชากรคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ซึ่งเรียกตัวสถิติทดสอบที่เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้นนี้ว่าตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ (สายชล, 2558)

แต่ในทางปฏิบัติในบางครั้งข้อมูลอาจจะไม่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดเบื้องต้น กล่าวคือ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์อาจมีลักษณะการแจกแจงของประชากรที่ไม่ใช่การแจกแจงปรกติ ซึ่งในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล จะนิยมใช้ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน (Friedman test) ตัวสถิติทดสอบเควด (Quade test) และตัวสถิติทดสอบการแปลงให้เป็นอันดับ (Rank transformation) ซึ่งถ้าการทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวเกิดการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) คือ มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างของค่ามัธยฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เราจะต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไปเพื่อหาว่ามีค่ามัธยฐานของประชากรคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ซึ่งเรียกตัวสถิติทดสอบที่เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้นนี้ว่า ตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ (สายชล, 2552 ; Pohlert, 2016)

หลังจากทำการทดสอบพบว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เราจึงต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไปเพื่อหาว่าทรีตเมนต์ของประชากรคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ซึ่งตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบก็มีให้เลือกใช้หลายการทดสอบ และมีให้เลือกใช้ทั้งในส่วนของตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบดูความเหมาะสมว่าตัวสถิติทดสอบใดที่จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการนำมาทดสอบในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบสำหรับงานวิจัยในด้านอื่น ๆ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการศึกษาตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่จะใช้ทำการทดลองในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทั้งตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ โดยทำการศึกษาและรวบรวมองค์ความรู้จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยซึ่งมีหลักเกณฑ์การพิจารณาในการนำตัวสถิติทดสอบมาใช้ในงานวิจัย ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน (Duncan’s New Multiple Range Test : DMRT or Duncan) เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของปุณยนุช (2550) ที่กล่าวว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกกรณี ผลงานวิจัยของธนพงศ์ และคณะ (2559) กล่าวว่า เมื่อตัวอย่างถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกกรณี ผลงานวิจัยของบุญชม (2538) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนมีโอกาสพบนัยสำคัญมากที่สุด ผลการวิจัยของ Li (1997) และ Kemp (1973) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนมีกำลังการทดสอบสูงสุด ผลงานวิจัยของ Carmer and Swanson (1973) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนเป็นวิธีการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลงานวิจัยของ Boardman and Moffitt (1971) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนมีความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยของ Ozkaya and Ercan (2012) กล่าวว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ผลงานวิจัยของ Bernhardson (1975) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนมีความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย และผลงานวิจัยของ Francisco and Carlos (2016) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความแปรปรวนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test) เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของปุณยนุช (2550) ที่กล่าวว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกกรณี และงานวิจัยของ Armando. *et al.* (2008) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกกรณี

ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของปุณยนุช (2550) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณี ผลการวิจัยของนิภาพร (2552) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์มีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณี ผลงานวิจัยของวิไลลักษณ์ (2522) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์เป็นวิธีที่ให้ผลสรุปหรือผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือมากที่สุด ผลงานวิจัยของ Li (1997) และ Kemp (1973) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ผลงานวิจัยของ Carmer and Swanson (1973) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์เป็นวิธีการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลงานวิจัยของ Boardman and Moffitt (1971) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์มีความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย ผลงานวิจัยของ Carmer and Walker (1985) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์เป็นวิธีที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของผิดพลาดแบบที่ 1 มีกำลังการทดสอบและมีความเหมาะสมสำหรับงานวิจัยมากที่สุด ผลการวิจัยของ Ozkaya and Ercan (2012) กล่าวว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ผลงานวิจัยของ Bernhardson (1975) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์มีความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย และงานวิจัยของ Anthony (2012), David (2012) และ Douglas (2019) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test) เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของธนพงศ์ และคณะ (2559) ที่กล่าวว่า เมื่อตัวอย่างถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์มีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน (Durbin Test) และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ (Skillings-Mack Test) ในการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนั้นผู้วิจัยยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่นำตัวสถิติทดสอบสองตัวนี้เข้ามาทำการเปรียบเทียบกับตัวสถิติทดสอบตัวอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำตัวสถิติทดสอบทั้งสองตัวนี้เข้ามาทำการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบร่วมกับตัวสถิติทดสอบตัวอื่น ๆ ที่ใช้งานวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในทุกสถานการณ์ในลักษณะของการจำลองข้อมูลในแบบต่าง ๆ ตามที่ได้ศึกษาจากงานวิจัยมีตัวสถิติทดสอบ 4 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ เข้ามาทำการทดสอบด้วย เนื่องจากตัวสถิติทดสอบ 2 การทดสอบนี้โดยทั่วไปแล้วมักพบในสื่อการสอน หรือมีการนำไปใช้ในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะไม่ตรงตามข้อกำหนดของตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์

ส่วนในการเลือกลักษณะของการจำลองข้อมูลของประชากรที่ใช้ในงานวิจัยก็เป็นสิ่งสำคัญ โดยลักษณะของประชากรที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัยนี้คือ การแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา เนื่องจากการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตาเป็นพื้นฐานของการเรียนในวิชาสถิติ นอกจากนี้การแจกแจงทั้ง 3 การแจกแจงยังเป็นที่นิยมสำหรับนำมาใช้ในการทดสอบการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ โดยเฉพาะการแจกแจงบีตานั้น ผู้วิจัยมีความคิดว่ามีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ เนื่องจากมีช่วงของค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งถ้าพบว่าตัวสถิติทดสอบตัวใดสามารถบอกถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคู่ทรีตเมนต์ได้ ก็แสดงว่าตัวสถิติทดสอบนั้นมีประสิทธิภาพในการทดสอบ และในส่วนของการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบสำหรับการจำลองข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมอาร์ (R) เนื่องจากโปรแกรมอาร์เป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลากหลาย และสามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย นอกจากนี้โปรแกรมอาร์ยังสามารถดาวน์โหลดชุดคำสั่ง (Package) มาติดตั้งเพิ่มเติมในโปรแกรมได้ตามความต้องการในการวิเคราะห์ข้อมูล

ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจการศึกษาการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะประชากรใกล้เคียงกับงานวิจัย นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล

1.2.2 เพื่อหาตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมสำหรับทดสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบประกอบด้วย 2 ประเภท ดังนี้

1.3.1.1 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์ ได้แก่

1. ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DMRT or Duncan Test)
2. ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test)
3. ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD)

1.3.1.2 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณไม่อิงพารามิเตอร์ ได้แก่

1. ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test)
2. ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน (Durbin Test)
3. ตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ (Skillings-Mack Test)

1.3.2 กำหนดจำนวนทรีตเมนต์ (t) ที่ศึกษาคือ 3, 4, 5, 6 และ 7

1.3.3 กำหนดจำนวนบล็อก (b) ที่ศึกษาคือ 3, 4, 5, 6 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4 กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) คือ 0.05 และ 0.10

1.3.5 กำหนดจำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อก (k) ที่ศึกษาคือ $k \le t-1$

1.3.6 จำลองข้อมูลตามการแจกแจงที่นำมาศึกษา คือ การแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา

1.3.7 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะกำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละประชากร สำหรับการแจกแจงแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา ซึ่งในแต่ละการแจกแจงจะแบ่งเป็น 2 สถานการณ์

1.3.7.1 กรณีที่ 1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2. สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.7.2 กรณีที่ 2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2. สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.7.3 กรณีที่ 3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2. สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.8 การคำนวณกำลังการทดสอบ จะกำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละประชากร สำหรับการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา ซึ่งในแต่ละการแจกแจงจะแบ่งเป็น 2 สถานการณ์

1.3.8.1 กรณีที่ 1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2. สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.8.2 กรณีที่ 2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2. สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.8.3 กรณีที่ 3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2. สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

1.4.1 ขั้นตอนที่ 1 ของการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการจำลองข้อมูล (Simulation) ให้มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา โดยกำหนดสถานการณ์ 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 1 ข้อมูลที่ถูกจำลองขึ้นจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ 2 ข้อมูลที่ถูกจำลองขึ้นจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนต่างกัน และดำเนินการทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ เพื่อหาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α) ของตัวสถิติทดสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley, 1978)

1.4.2 ขั้นตอนที่ 2 ของการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการจำลองข้อมูลให้มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา โดยกำหนดสถานการณ์ 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 3 ข้อมูลที่ถูกจำลองขึ้นจะมีค่าเฉลี่ยต่างกันและความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ 4 ข้อมูลที่ถูกจำลองขึ้นจะมีค่าเฉลี่ยต่างกันและความแปรปรวนต่างกัน และดำเนินการทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ เพื่อหากำลังการทดสอบ $(1-\beta)$ ของตัวสถิติทดสอบโดยจะพิจารณากำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of Type I Error) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่เกิดจากการปฏิเสธสมมุติฐานว่างเมื่อสมมุติฐานว่างเป็นจริง (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

1.5.2 กำลังการทดสอบ (Power of a Test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่เกิดจากการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง เมื่อสมมุติฐานว่างไม่เป็นจริง (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

1.5.3 ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ค่าวัดระดับคุณภาพเชิงเปรียบเทียบภายใต้เกณฑ์ที่พิจารณา เช่น ถ้าใช้เกณฑ์ความเที่ยงของตัวประมาณ ตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า คือ ตัวประมาณที่มีความแปรปรวนต่ำกว่า (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558) สำหรับงานวิจัยนี้เกณฑ์ในการตัดสินใจว่าตัวสถิติทดสอบใดดีที่สุด วัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ของแบรดลีย์ และพิจารณาเปรียบเทียบจากกำลังการทดสอบที่มีค่าสูงสุด

1.5.4 เกณฑ์การทดสอบของแบรดลีย์ (Test Criteria of Bradley) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วงและระดับนัยสำคัญที่กำหนด จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ (Bradley, 1978)

1.5.5 ทรีตเมนต์ (Treatment) คือ สิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้นที่กำหนดให้กับหน่วยทดลองเพื่อสังเกตผลหรือใช้เปรียบเทียบผลระหว่างกัน หรือเป็นระดับของปัจจัยที่สนใจศึกษา หรืออาจหมายถึงหมู่ทรีตเมนต์ที่เกิดจากปัจจัยหลายอย่างที่ต้องการศึกษาก็ได้ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

1.5.6 บล็อก (Block) คือ กลุ่มของหน่วยทดลองในแผนแบบการทดลอง โดยปรกติมักจัดให้หน่วยทดลองในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะไม่แตกต่างกันในตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรที่สนใจศึกษา (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

1.5.7 แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล (Balanced Incomplete Block Design) คือ แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์ที่มีจำนวนหน่วยทดลองเท่ากันในทุกบล็อก และมีจำนวนคู่ของทรีตเมนต์ที่ปรากฏในบล็อกเดียวกันเกิดขึ้นในจำนวนครั้งที่เท่ากันในการทดลอง (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณเมื่อใช้แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล

1.6.2 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ อาทิ เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล ตัวสถิติทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ และรายละเอียดของการแจกแจงของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งสามารถจำแนกตามหัวข้อได้ดังนี้

2.1 แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลเป็นการทดลองที่ใช้ในกรณีที่หน่วยทดลองภายในบล็อกหนึ่ง ๆ มีจำนวนน้อยกว่าจำนวนทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะกำหนดเงื่อนไขสำหรับการทดลองเพื่อให้สามารถทำการทดลองโดยใช้ทรีตเมนต์เพียงบางส่วนในบล็อกหนึ่ง ๆ ได้ (สายชล, 2558)

การเลือกใช้แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์เนื่องจากมีความเที่ยงตรง (Accuracy) มากกว่าแผนแบบบล็อกเชิงสุ่ม โดยเฉพาะกรณีที่มีทรีตเมนต์มาก ๆ เมื่อทรีตเมนต์มากขึ้น ข้อได้เปรียบนี้ยิ่งเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วความเที่ยงตรงสูงกว่าแผนแบบบล็อกเชิงสุ่ม 25% ซึ่งหมายความว่าในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์ทำ 4 ซ้ำ ให้ผลเที่ยงตรงพอ ๆ กับทำ 5 ซ้ำในแผนแบบบล็อกเชิงสุ่ม ดังนั้นจะเห็นว่ามีผลดีหากมีวัสดุในการทดลองน้อย ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการทดลองมีจำกัด (สุรพล, 2537)

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์นั้นมีหลายประเภท เช่น แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลบางส่วน แผนแบบจัตุรัสยูเดน แผนแบบแลตทิซ เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอการทดสอบในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดของแผนแบบการทดลองดังนี้

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล (Balanced Incomplete Block Designs : BIB Designs) หมายถึง แผนแบบการทดลองที่มีการจัดให้ทรีตเมนต์แต่ละคู่ปรากฏร่วมกันในบล็อกเป็นจำนวนครั้งเท่ากัน มีหลักเกณฑ์พิจารณาดังนี้ (สุรพล, 2537)

1. ในแต่ละบล็อกจะประกอบด้วยจำนวนหน่วยทดลองเท่ากัน
2. ทรีตเมนต์แต่ละทรีตเมนต์จะปรากฏในการทดลองเป็นจำนวนครั้งเท่ากัน (หรือซ้ำเท่ากัน)
3. ทรีตเมนต์แต่ละคู่ปรากฏร่วมกันในบล็อกเป็นจำนวนครั้งเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์ที่นิยมใช้ในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล เสนอโดย Yates (1936) ดังนี้

t คือ จำนวนทรีตเมนต์

k คือ จำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อก ซึ่ง $k \leq (t-1)$ เสมอ

r คือ จำนวนซ้ำ

b คือ จำนวนบล็อก

λ คือ จำนวนครั้งที่ทรีตเมนต์แต่ละคู่ปรากฏร่วมกันในบล็อก

หมายเหตุ : ค่าของสัญลักษณ์เหล่านี้ต้องเป็นเลขจำนวนเต็มเสมอ (สุรพล, 2537)

2.1.1 ตัวแบบ (Model)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, \ldots, t \quad j = 1, 2, \ldots, b \qquad (2.1)$$

โดยที่ Y_{ij} คือ ค่าสังเกตสำหรับทรีตเมนต์ที่ i ในบล็อกที่ j

μ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

τ_i คือ อิทธิพลของทรีตเมนต์ที่ i ซึ่งถือว่าเป็นค่าคงที่

β_j คือ อิทธิพลของบล็อกที่ j ซึ่งถือว่าเป็นค่าคงที่ หรือค่าสุ่มก็ได้

ε_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม ซึ่งถือว่าเป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 0 และความแปรปรวน σ^2 หรือ $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$

2.1.2 ข้อกำหนดเบื้องต้น (Assumption)

1. ตัวแบบเป็นเชิงบวก (Additive model) นั่นคือ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (No Interaction) ระหว่างทรีตเมนต์และบล็อก

2. ถ้าทรีตเมนต์และบล็อกมีอิทธิพลเป็นค่าคงที่ จะได้ว่า $\sum_{i=1}^{t} \tau_i = 0$ และ $\sum_{j=1}^{b} \beta_j = 0$ แต่ถ้าทรีตเมนต์และบล็อกมีอิทธิพลเป็นค่าสุ่ม จะได้ว่า τ_i เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ_τ^2 หรือ $\tau_i \sim NID(0, \sigma_\tau^2)$ และ β_j เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ_β^2 หรือ $\beta_j \sim NID(0, \sigma_\beta^2)$

3. ε_{ij} เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 หรือ $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล ความแปรผันทั้งหมดอาจจะแยกออกได้เป็น (สายชล, 2558)

SST คือ ผลบวกกำลังสองของยอดรวม (Total sum of squares)

$SSTr$ คือ ผลบวกกำลังสองของทรีตเมนต์ หรือผลบวกกำลังสองระหว่างทรีตเมนต์ (Between treatment of squares)

SSB คือ ผลบวกกำลังสองของบล็อก หรือผลบวกกำลังสองระหว่างบล็อก (Between block sum of squares)

SSE คือ ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน หรือผลบวกกำลังสองภายในทรีตเมนต์ (Error sum of squares or Within treatment sum of squares)

องศาเสรีของยอดรวมของทรีตเมนต์ ของบล็อกและของความคลาดเคลื่อน คือ

df ของยอดรวม = df ของทรีตเมนต์ + df ของบล็อก + df ของความคลาดเคลื่อน

$n-1 = t-1 + b-1 + n-t-b-1$

การทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล จะมีการทดสอบอิทธิพลของบล็อกและการทดสอบอิทธิพลของทรีตเมนต์ โดยจะมีรายละเอียดดังนี้ (สายชล, 2558)

1. การทดสอบอิทธิพลของบล็อก

ถ้าต้องการที่จะทดสอบอิทธิพลของบล็อก จึงแยกผลบวกกำลังสองของยอดรวมออกเป็นดังนี้

$$SST = SSTr + SSB(adjusted) + SSE \quad (2.2)$$

ผลบวกกำลังสองของทรีตเมนต์ คือ

$$SSTr = \sum_{i=1}^{t} \frac{y_{i\bullet}^2}{r} - \frac{y_{..}^2}{n} \quad (2.3)$$

โดยที่ $y_{i\bullet}$ เป็นยอดรวมในทรีตเมนต์ที่ i

ผลบวกกำลังสองของบล็อกที่ปรับค่าแล้ว คือ

$$SSB(adjusted) = \frac{r\sum_{j=1}^{b}(Q'_j)^2}{\lambda b} \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Q'_j เป็นยอดรวมของทรีตเมนต์ที่ j หลังจากปรับค่าเนื่องจากบล็อกแล้ว

$$Q'_j = y_{\bullet j} - \frac{1}{r}\sum_{i=1}^{t} n_{ij} y_{i\bullet} \quad ; \quad j = 1, 2, ..., b \qquad (2.5)$$

เมื่อ $n_{ij} = \begin{cases} 1 & ; \text{ ถ้าทรีตเมนต์ที่ } i \text{ ปรากฏในบล็อกที่ } j \\ 0 & ; \text{ ถ้าทรีตเมนต์ที่ } i \text{ ไม่ปรากฏในบล็อกที่ } j \end{cases}$

$\frac{1}{r}\sum_{i=1}^{t} n_{ij} y_{i\bullet}$ แทน ค่าเฉลี่ยของยอดรวมของบล็อกที่มีทรีตเมนต์ที่ j

$\sum_{j=1}^{b} Q'_j = 0$

สำหรับผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน จะหาได้จากผลต่างระหว่างผลบวกกำลังสองของยอดรวมลบด้วยผลบวกกำลังสองของทรีตเมนต์และผลบวกกำลังสองของบล็อกที่ปรับค่าแล้ว นั่นคือ

$$SSE = SST - SSTr - SSB(adjusted) \qquad (2.6)$$

ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีปรับค่าบล็อก

แหล่งความแปรปรวน	องศาเสรี	ผลบวกกำลังสอง	ค่ากำลังสองเฉลี่ย	F
ทรีตเมนต์	$t-1$	$SSTr$		
บล็อก (ปรับค่า)	$b-1$	$SSB(adjusted)$	$MSB = \frac{SSB(adj)}{b-1}$	$\frac{MSB(adj)}{MSE}$
ความคลาดเคลื่อน	$n-t-b+1$	SSE	$MSE = \frac{SSE}{n-t-b+1}$	
ยอดรวม	$n-1$	SST		

สำหรับการทดสอบสมมุติฐานของอิทธิพลของบล็อก นั่นคือ

$H_0 : \mu_{\bullet 1} = \mu_{\bullet 2} = ... = \mu_{\bullet b}$

$H_0 : \mu_{\bullet j} = \mu_{\bullet j'}$ อย่างน้อย 1 ค่า $j \neq j'$

หรือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_b = 0$ หรือ $H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$ สำหรับบางค่าของ $j = 1, 2, ..., b$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบสมมุติฐาน H_0 นั้น ตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบคือตัวสถิติทดสอบเอฟ โดยที่องศาเสรีของ F เท่ากับ $b-1$ และ $n-t-b+1$ และอาณาเขตวิกฤตของ F คือ พื้นที่ปลายด้านขวาของการแจกแจงเอฟ โดยมีองศาเสรี $b-1$ และ $n-t-b+1$ และจะปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{\alpha;\, b-1,\, n-t-b+1}$ โดยเปิดตารางที่ ข.1 จากภาคผนวก ข

2. การทดสอบอิทธิพลของทรีตเมนต์

$$SST = SSTr(adjusted) + SSB + SSE \tag{2.7}$$

โดยที่ผลบวกกำลังสองของยอดรวม คือ

$$SST = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{b} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{n} \tag{2.8}$$

ผลบวกกำลังสองของบล็อก คือ

$$SSB = \sum_{j=1}^{b} \frac{y_{\bullet j}^2}{k} - \frac{y_{..}^2}{n} \tag{2.9}$$

โดยที่ $y_{\bullet j}$ เป็นยอดรวมในบล็อกที่ j

ส่วนผลบวกกำลังสองของทรีตเมนต์เป็นการปรับค่าเพื่อแยกทรีตเมนต์ออกจากอิทธิพลของบล็อก การปรับค่านี้เนื่องจากแต่ละทรีตเมนต์มีชุดที่แตกต่างกันของ r บล็อก ดังนั้นความแตกต่างระหว่างยอดรวมของทรีตเมนต์ที่ไม่ได้ปรับค่า $y_{1\bullet}, y_{2\bullet}, ..., y_{a\bullet}$ เป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างบล็อกด้วย

ผลบวกกำลังสองของทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้ว คือ

$$SSTr(adjusted) = \frac{k\sum_{i=1}^{t} Q_i^2}{\lambda t} \tag{2.10}$$

โดยที่ Q_i เป็นยอดรวมของทรีตเมนต์ที่ i หลังจากปรับค่าเนื่องจากบล็อกแล้ว

$$Q_i = y_{i\bullet} - \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{b} n_{ij} y_{\bullet j} \qquad ;i = 1, 2, ..., t \tag{2.11}$$

เมื่อ n_{ij} =

$$\begin{cases} 1 & ; \text{ ถ้าทรีตเมนต์ที่ } i \text{ ปรากฏในบล็อกที่ } j \\ 0 & ; \text{ ถ้าทรีตเมนต์ที่ } i \text{ ไม่ปรากฏในบล็อกที่ } j \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\frac{1}{k}\sum_{j=1}^{b} n_{ij} y_{\bullet j}$ เป็นค่าเฉลี่ยของยอดรวมของบล็อกที่มีทรีตเมนต์ที่ i

$\sum_{i=1}^{t} Q_i$ = 0

สำหรับผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน จะหาได้จากผลต่างระหว่างผลบวกกำลังสองของยอดรวมลบด้วยผลบวกกำลังสองของบล็อกและผลบวกกำลังสองของทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้ว นั่นคือ

$$SSE = SST - SSB - SSTr(adjusted) \quad (2.12)$$

ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีปรับค่าทรีตเมนต์

แหล่งความแปรปรวน	องศาเสรี	ผลบวกกำลังสอง	ค่ากำลังสองเฉลี่ย	F
ทรีตเมนต์ (ปรับค่า)	$t-1$	$SSTr(adjusted)$	$MSTr = \frac{SSTr(adj)}{t-1}$	$\frac{MSTr(adj)}{MSE}$
บล็อก	$b-1$	SSB		
ความคลาดเคลื่อน	$n-t-b+1$	SSE	$MSE = \frac{SSE}{n-t-b+1}$	
ยอดรวม	$n-1$	SST		

สำหรับการทดสอบสมมุติฐานของอิทธิพลของทรีตเมนต์ นั่นคือ

$H_0 : \mu_{1\bullet} = \mu_{2\bullet} = ... \mu_{t\bullet}$

$H_1 : \mu_{i\bullet} \neq \mu_{i'\bullet}$ อย่างน้อย 1 ค่าของ $i \neq i'$

หรือ $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_t = 0$ หรือ $H_0 : \tau_i = 0$

$H_1 : \tau_i \neq 0$ สำหรับบางค่าของ i = 1, 2, ..., t

ในการทดสอบสมมุติฐาน $H_0 : \tau_i = 0$ สำหรับทุกค่าของ i นั้น ตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบคือตัวสถิติทดสอบเอฟ โดยที่องศาเสรีของ F เท่ากับ $t-1$ และ $n-t-b+1$ และอาณาเขตวิกฤตของ F คือ พื้นที่ปลายด้านขวาของการแจกแจงเอฟ โดยมีองศาเสรี $t-1$ และ $n-t-b+1$ และจะปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{\alpha;\, t-1,\, n-t-b+1}$ โดยเปิดตารางที่ ข.1 จากภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเปรียบเทียบพหุคูณ

ความหมายของการเปรียบเทียบพหุคูณนั้นมีหลายท่านได้ให้นิยามความหมายของการเปรียบเทียบพหุคูณไว้มากมาย และสำหรับงานวิจัยนี้จะขอนำเสนอคำนิยามของการเปรียบเทียบพหุคูณบางท่าน ดังนี้

กัลยา (2539) กล่าวว่า การเปรียบเทียบพหุคูณเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหลาย ๆ คู่ ในเวลาเดียวกันก็ต่อเมื่อปฏิเสธสมมุติฐานว่างแล้ว

สมจิต (2529) กล่าวว่า การเปรียบเทียบพหุคูณเป็นการเปรียบเทียบระหว่างทรีตเมนต์ต่าง ๆ เพื่อหาว่าทรีตเมนต์ใดบ้างที่ส่งผลให้สมมุติฐานว่างถูกปฏิเสธ

ระวีวรรณ (2540) กล่าวว่า การเปรียบเทียบพหุคูณอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม

Glass and Staley (1970) กล่าวว่า การเปรียบเทียบพหุคูณเป็นวิธีการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยเพื่อปฏิเสธสมมุติฐานว่าง

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่าการเปรียบเทียบพหุคูณ คือ การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่สามกลุ่มขึ้นไป เพื่อพิจารณาว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มใดบ้างที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเปรียบเทียบพหุคูณของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล

ถ้าปัจจัยเป็นแบบคงที่ การเปรียบเทียบพหุคูณใช้เปรียบเทียบคู่ของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้วทั้งหมด ดังนั้นตัวประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดของอิทธิพลทรีตเมนต์ในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล (สายชล, 2558) คือ

$$\hat{\tau}_i = \frac{kQ_i}{\lambda t} \quad ; \quad i = 1, 2, ..., t \tag{2.13}$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้ว คือ

$$S = \sqrt{\frac{kMSE}{\lambda t}} \tag{2.14}$$

การเปรียบเทียบพหุคูณนั้นจะทำการทดสอบก็ต่อเมื่อการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ แล้วจึงจะทำการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณเพื่อตรวจสอบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มใดบ้างที่มีความแตกต่างกัน โดยตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคุณนั้นก็มีอยู่หลายตัวสถิติทดสอบ ซึ่งตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถจำแนกตามข้อหัวได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย

การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์มีหลายวิธีด้วยกัน แต่ในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเสนอตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ 3 การทดสอบ ดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test)

การทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนเสนอโดยดันแคนในปี 1955 นิยมใช้ในกรณีที่มีทรีตเมนต์จำนวนมากและต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ทั้งหมดในคราวเดียวกัน หรือไม่จำเป็นต้องมีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนทรีตเมนต์ในการทดลองแต่อย่างใด ค่าวิกฤตที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมีหลายคู่ ซึ่งจะใช้วิกฤตของพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้ (สายชล, 2558)

1. จัดเรียงค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์จากน้อยไปหามาก
2. ตัวสถิติทดสอบคือ

$$\begin{aligned} LSR_{\alpha} &= \frac{r_{\alpha}(p,\upsilon)}{\sqrt{2}}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)} \\ &= r_{\alpha(p,\upsilon)}\sqrt{\frac{MSE}{2}\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)} \;;\; n_i \neq n_j \\ &= r_{\alpha(p,\upsilon)}\sqrt{\frac{MSE}{n}} \;;\; n_i = n_j \end{aligned} \qquad (2.15)$$

เมื่อ $r_{\alpha(p,\upsilon)}$ คือค่าวิกฤตของพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนที่ระดับนัยสำคัญ α โดยที่ p คือจำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ +1 และมีองศาเสรีของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ υ โดยเปิดตารางที่ ข.2 จากภาคผนวก ข

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i, n_j คือ จำนวนซ้ำของทรีตเมนต์ที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบ ตามลำดับ

3. เปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยต่ำสุดกับค่า LSR ถ้าผลต่างนั้นมีค่ามากกว่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ถ้าผลต่างนั้นยังมีค่ามากกว่า LSR ให้ทำต่อไปเรื่อย ๆ คือเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยถัดขึ้นมาจากการเปรียบเทียบครั้งก่อน จะหยุดการเปรียบเทียบก็ต่อเมื่อผลต่างนั้นมีค่าน้อยกว่า LSR และสรุปว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดที่อยู่ในช่วงนั้นไม่มีความความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยอื่น ๆ หมดแล้ว ก็ให้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรองสูงสุดกับค่าเฉลี่ยอื่น ๆ ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ

6. จัดกลุ่มค่าเฉลี่ยตามความแตกต่างโดยใช้การขีดเส้นใต้ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกัน

ข้อจำกัดในการใช้ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน

1. นิยมใช้ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนในกรณีที่มีทรีตเมนต์จำนวนมากและต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ทั้งหมดในคราวเดียว

2. ไม่ควรใช้ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนสำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ทั้งหมดทุกคู่ ถ้าจำนวนทรีตเมนต์ในการทดลองนั้นน้อยกว่า 5 ทรีตเมนต์ (สายชล, 2558)

2. ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller-Duncan Test)

ตัวสถิติทดสอบนี้พัฒนามาจาก Baysian Approach และเป็นตัวสถิติเชิงพิสัย (Range Test) หรือตัวสถิติเปรียบเทียบหลายขั้นตอน (Step-down Test) ดังได้กล่าวมาแล้ว และเหมาะสำหรับการทดสอบการเปรียบเทียบดังต่อไปนี้ (สุพัฒน์, 2560)

1. เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน $n_1 = n_2$ หรือไม่เท่ากัน $n_1 \neq n_2$ ก็ได้

2. ผู้วิจัยต้องการกำหนดอัตราส่วนความสัมพันธ์ของความเสียหาย (Relative Seriousness) ระหว่างความคลาดเคลื่อนของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I Error) กับความคลาดเคลื่อนของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II Error) เองแทนที่จะกำหนดเป็นระดับนัยสำคัญ กล่าวคือ ถ้ากำหนดให้ k = 50, 100 และ 500 เมื่อ k คืออัตราส่วน ผลที่ได้จะเทียบเท่าระดับ α = 0.10, 0.05 และ 0.01 โดยประมาณ

กรณีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน (SAS Institute Inc, 1999)

ตัวสถิติทดสอบคือ $$WD = t_{\alpha,v}\sqrt{\frac{2MSE}{n}} \quad (2.16)$$

กรณีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ตัวสถิติทดสอบคือ $$WD = t_{\alpha,v}\sqrt{\frac{2MSE}{n_h}} \quad ; \; n_h = \frac{k}{\sum_{1\le i\le k} n_i^{-1}} \quad (2.17)$$

จะปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 เมื่อ $\bar{X}_i - \bar{X}_j \geq WD$

ค่า $t_{\alpha,v}$ เปิดจากตารางที่ ข.6 จากภาคผนวก ข

โดยที่ $\bar{X}_i$ คือ ค่าเฉลี่ยในกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\bar{X}_j$ คือ ค่าเฉลี่ยในกลุ่มตัวอย่างที่ j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) (สายชล, 2558)

ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์คู่ใดคู่หนึ่ง ถ้ามีค่าเฉลี่ยหลายคู่มักใช้เปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ที่อยู่ติดกันทีละคู่ เมื่อค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ทั้งหมดถูกจัดเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$LSD_{\alpha} = t_{\frac{\alpha}{2},\upsilon}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)} \quad ; n_i \neq n_j \qquad (2.18)$$

$$= t_{\frac{\alpha}{2},\upsilon}\sqrt{\frac{2MSE}{n}} \quad ; n_i = n_j \qquad (2.19)$$

เมื่อ $t_{\frac{\alpha}{2},\upsilon}$ คือ ค่าที่เปิดจากตาราง t โดยเปิดตารางที่ ข.3 จากภาคผนวก ข ที่ระดับนัยสำคัญ $\frac{\alpha}{2}$ และ v โดยใช้องศาเสรีของความคลาดเคลื่อน v การทดสอบนี้เป็นการทดสอบแบบสองหาง

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i, n_j คือ จำนวนซ้ำของทรีตเมนต์ที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบ ตามลำดับ

ในการใช้ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์จะต้องใช้อย่างระมัดระวัง เนื่องจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อจำนวนจำนวนทรีตเมนต์ในการทดลองมีเพียง 2 ทรีตเมนต์เท่านั้น แต่ถ้าจำนวนทรีตเมนต์ในการทดลองเพิ่มมากขึ้น และทุกๆ คู่ของทรีตเมนต์จะต้องได้รับการทดสอบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ด้วยแล้ว ความถูกต้องของการทดสอบจะลดน้อยลง

หลักเกณฑ์ในการใช้ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

1. ใช้ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์เมื่อค่า F ในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนมีความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า F ในตารางสถิติ

2. ไม่ควรใช้ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ทั้งหมดทุกคู่ ถ้าจำนวนทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลองนั้นมากกว่า 5 ทรีตเมนต์ (หรือมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 10 คู่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์สำหรับการทดลองที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า (Planned comparisons) ว่าต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ไหน โดยเฉพาะมีทรีตเมนต์ควบคุม (Control treatment) รวมอยู่ด้วย เรามักเปรียบเทียบทรีตเมนต์ต่าง ๆ กับทรีตเมนต์ควบคุม โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง

2.2.2 ตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย

การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์มีหลายวิธีด้วยกัน แต่ในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเสนอตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ 3 การทดสอบ ดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test)

Conover (1999) เสนอตัวสถิติทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณ หลังจากที่การวิเคราะห์ความแปรปรวนพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนี้ (Pohlert, 2015)

$$\left|R_{\mu}-R_{v}\right| > t_{\frac{\alpha}{2};(b-1)(k-1)}\sqrt{\frac{2k\left(1-\frac{\chi_R}{b(k-1)}\right)\left(\sum_{i=1}^{b}\sum_{j=1}^{k}R_{ij}^2-\frac{bk(k+1)^2}{4}\right)}{(k-1)(b-1)}} \quad (2.20)$$

โดยที่ $\chi_R = \left(\frac{12}{bk(k+1)}\sum_{i=1}^{b}R_{i\bullet}^2\right)-3b(k+1)$

เมื่อ χ_R คือ ตัวสถิติทดสอบฟรีดแมน

b คือ จำนวนบล็อก

k คือ จำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อก

2. ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน (Durbin Test)

ภายหลังจากการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนหากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะสามารถทำการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน จากสมการดังนี้ (Pohlert, 2015)

$$\left|R_{\mu}-R_{v}\right| \geq t_{\alpha/2,bk-b-t+1}\sqrt{\frac{(A-C)2r}{bk-b-t+1}\left(1-\frac{\hat{\chi}^2}{b\times(k-1)}\right)} \quad (2.21)$$

โดยที่ $A = \sum_{i=1}^{b}\sum_{j=1}^{k}R_{ij}^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C = \frac{bk(k+1)^2}{4}$$

$$\hat{\chi}^2 = \frac{(t-1)\left(\sum_{i=1}^{b} R_{i\bullet}^2 - rC\right)}{A-C}$$

โดยที่ t คือ จำนวนทรีตเมนต์

b คือ จำนวนบล็อก

k คือ จำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อก

r คือ จำนวนซ้ำ

3. ตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ (Skillings-Mack Test)

ตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ เป็นการเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ของทุกทรีตเมนต์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล โดยจะใช้หลังจากที่ปฏิเสธ H_o จากการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีสมมุติฐานที่ต้องการทดสอบคือ $H_o : M_i = M_j$ เทียบกับ $H_o : M_i \neq M_j$ เมื่อ $1 \le i \le j \le t$ (สายชล, 2558)

วิธีการทดสอบ

1. ให้ $R_1,...,R_t$ เป็นผลบวกของค่าลำดับที่ภายในบล็อกของทรีตเมนต์ที่ $1,...,t$ ตามลำดับ

2. หาค่าสัมบูรณ์ของผลต่าง $|R_u - R_v|$; $1 \le u \le v \le t$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$|R_u - R_v| = \sqrt{\frac{(k+1)(rk-r+\lambda)}{12}}\, q_\alpha \qquad (2.22)$$

โดยที่ k คือ จำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อก

r คือ จำนวนซ้ำ

λ คือ จำนวนครั้งที่ทรีตเมนต์แต่ละคู่ปรากฏร่วมกันในบล็อก

q_α คือ เปอร์เซ็นต์ไทล์บนที่ α สำหรับการแจกแจงพิสัยของตัวแปร $N(0,1)$ จำนวน t ตัว ค่าของ q_α สำหรับ α = 0.0001, 0.0005, 0.001, 0.005, 0.01, 0.025, 0.05, 0.10, 0.20 และ t = 2(1)20(2)40(10)100 เปิดตารางที่ ข.4 จากภาคผนวก ข

3. ค่าสังเกตซ้ำ (Ties)

ถ้ามีค่าสังเกต X ซ้ำกันบ้างภายในบล็อก ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าลำดับที่ในกลุ่มที่เท่ากันในการหา $R_1,...,R_t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การแจกแจงที่ใช้ในการวิจัย

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง และการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง โดยการจำลองลักษณะของประชากรในสถานการณ์แบบต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มต่อเนื่องเท่านั้น ซึ่งการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มต่อเนื่องมีรูปแบบของการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มอยู่หลายประเภท แต่รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่ใช้ในวิจัยนี้ ได้แก่ การแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา ซึ่งมีรายละเอียดของการแจกแจง ดังนี้

2.3.1 การแจกแจงปรกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงปรกติเป็นการแจกแจงต่อเนื่องที่มีความสำคัญมากทั้งในทางสถิติประยุกต์และใช้ประโยชน์ในการประมาณค่าประชากรและการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ อับราฮัมเดอร์มัวร์ (Abraham De Moire, ค.ศ.1667-1754) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสเป็นผู้ค้นพบการแจกแจงปรกติเมื่อปี ค.ศ. 1773 โดยสร้างการแจกแจงปรกติขึ้นมาเป็นรูปที่จำกัด (Limit) รูปหนึ่งของการแจกแจงทวินาม แต่ไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ต่อมาปิแอร์ลาปลาส (Pierre Laplace, 1749-1827) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสกับคาร์ลเกาส์ (Carl Gauss, 1777-1855) นักคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ชาวเยอรมันได้ค้นพบการแจกแจงปรกติโดยไม่ทราบผลงานของอับราฮัมเดอร์มัวร์มาก่อนซึ่งพบว่าการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดทางวิทยาศาสตร์กายภาพสามารถประมาณได้ใกล้เคียงโดยใช้เส้นโค้งปรกติ ซึ่งเขาเรียกว่า เส้นโค้งปรกติของค่าความคลาดเคลื่อน (Normal curve of error) และถือเป็นกฎของความน่าจะเป็น (Laws of chance) ผลงานของลาปลาสและเกาส์เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง การแจกแจงปรกติสามารถอธิบายการแจกแจงของตัวแปรต่างๆ ในทางชีววิทยา จิตวิทยาและทางการศึกษาเพื่อเป็นเกียรติแก่บุคคลทั้งสอง บางทีเรียกการแจกแจงปรกติว่า การแจกแจงของลาปลาส (Laplacian distribution) หรือการแจกแจงของเกาส์ (Gaussian distribution) (ศุภรัตน์, 2559)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 เขียนได้ว่า $N(x;\mu,\sigma^2)$ โดยมี μ แทนค่าเฉลี่ย และ σ^2 แทนค่าความแปรปรวน สามารถเขียนเป็นฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นได้ดังนี้

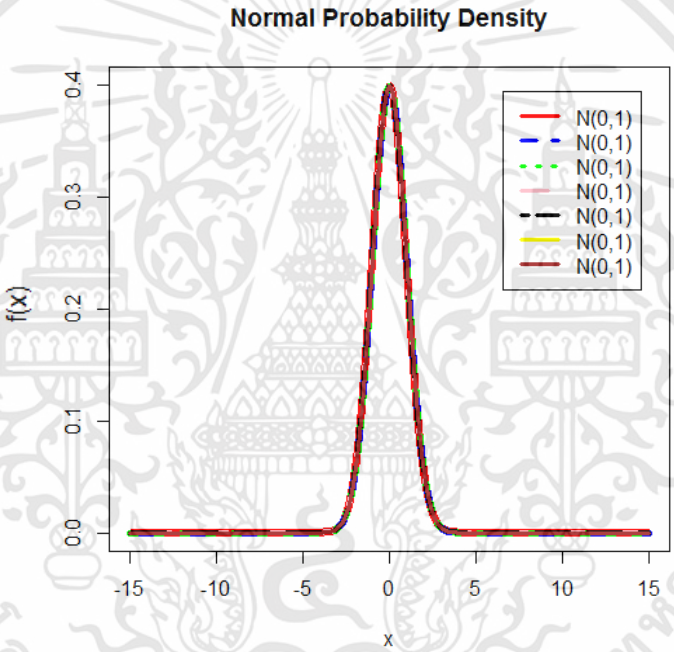
$$f(x;\mu,\sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.23)$$

เมื่อ $\sigma^2 > 0, -\infty < \mu < \infty, -\infty < x < \infty, \pi \approx 3.14159..$ และ $e \approx 2.71828...$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าอินทิกรัลของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติเพื่อให้ได้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐานไม่สามารถทำได้ง่ายๆ จึงได้มีการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐานแทนโดยใช้ในการหาค่าความน่าจะเป็นในรูปของตาราง ซึ่งตารางดังกล่าวจะเป็นตารางเมื่อค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 นั่นคือ การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนเป็นอย่างอื่นจึงมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนให้เส้นเป็นโค้งปรกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 ทำได้โดยให้ $Z=\frac{X-\mu}{\sigma}$ ซึ่งจะทำให้การแจกแจงปรกติ $N\left(x;\mu,\sigma^2\right)$ เป็นการแจกแจงปรกติมาตรฐาน $N(Z;0,1)$

ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ย $\mu=0$ และความแปรปรวน $\sigma^2=1$ แสดงดังรูปที่ 2.1



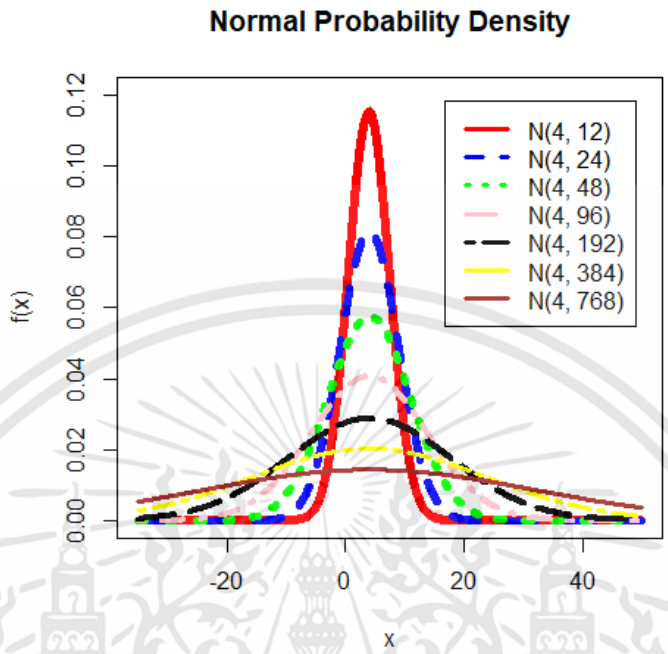
รูปที่ 2.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน

สมบัติของเส้นโค้งปรกติ

1. ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยม อยู่ที่ $X=\mu$ (ตำแหน่งที่เส้นโค้งปรกติอยู่สูงที่สุด)
2. เส้นโค้งปรกติมีลักษณะสมมาตรกับแกนตั้งที่ลากผ่าน μ
3. เส้นโค้งปรกติมีจุดเปลี่ยนเว้า ที่ $X=\mu\pm\sigma$
4. ปลายเส้นโค้งปรกติเข้าใกล้แกน X เมื่อ X มีค่าห่างจาก μ ออกไปทุกที่แต่จะไม่สัมผัสแกน X
5. พื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ใต้เส้นโค้งปรกติและอยู่เหนือแกน X มีค่าเป็น 1
6. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มแบบปรกติ X คือ μ และความแปรปรวน คือ σ^2

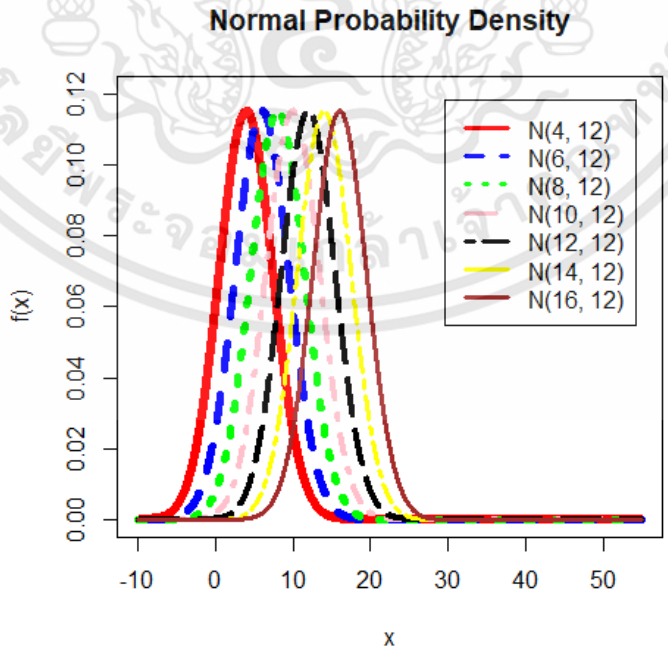
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่มีความแปรปรวนไม่เท่ากันแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ในทางตรงกันข้ามของความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่มีความแปรปรวนเท่ากันแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution)

การแจกแจงแกมมาเป็นส่วนขยายจากการแจกแจงเลขชี้กำลัง เนื่องจากตัวแปรสุ่มเลขชี้กำลังแสดงถึงระยะเวลาของการรอคอยจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจเป็นครั้งแรก แต่ตัวแปรสุ่มแกมมาแสดงถึงระยะเวลาของการรอคอยจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจครบ α ครั้ง ตัวแปรสุ่มทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในลักษณะรูปทั่วไปและรูปเฉพาะของกันและกัน กล่าวคือตัวแปรสุ่มเลขชี้กำลังเป็นรูปเฉพาะของตัวแปรสุ่มแกมมา ส่วนตัวแปรสุ่มแกมมาจะเป็นรูปทั่วไปของตัวแปรสุ่มแบบเลขชี้กำลัง (สายชล, 2555)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ α และ β แล้ว ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นคือ

$$f(x;\alpha,\beta) = \begin{cases} \dfrac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^{\alpha}} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} & x>0\,,\ \alpha>0, \beta>0 \\ 0 & x \text{ เป็นค่าอื่น ๆ} \end{cases} \quad (2.24)$$

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

เมื่อ X คือ ระยะเวลาของการรอคอยจนเกิดสิ่งที่สนใจหรือความสำเร็จครบ α ครั้ง

α คือ จำนวนครั้งของการเกิดสิ่งที่สนใจหรือความสำเร็จ

β คือ ระยะเวลาของการรอคอยโดยเฉลี่ยต่อหน่วยของเหตุการณ์

โดยที่กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นแกมมาจะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ α และ β ซึ่ง α คือพารามิเตอร์ที่แสดงรูปร่าง (Shape Parameter) ส่วน β คือพารามิเตอร์ที่แสดงสเกล (Scale Parameter)

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ α และ β แล้ว ตัวแปรสุ่ม X จะมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

$$E(X) = \alpha\beta$$

$$Var(X) = \alpha\beta^2$$

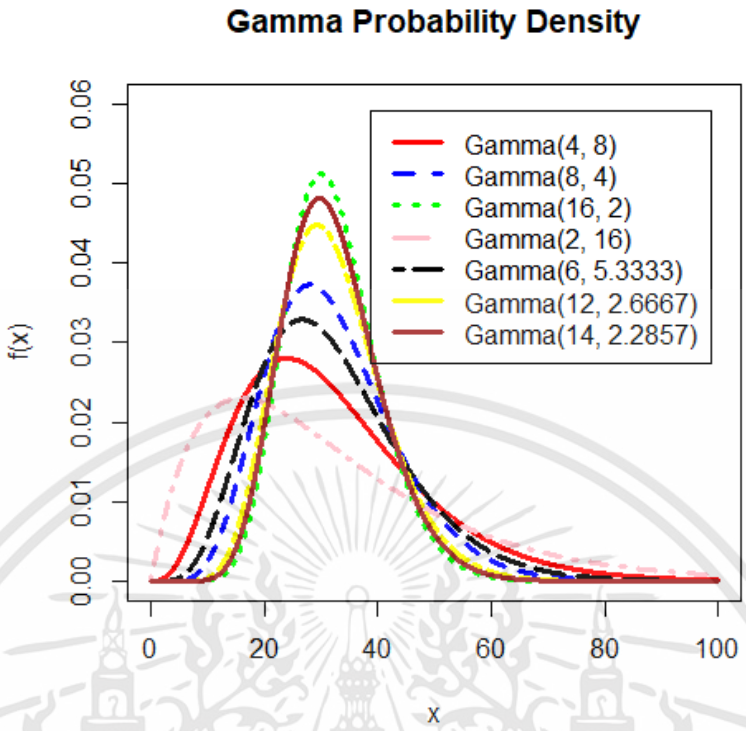
โดยกรณีพิเศษสำหรับการแจกแจงแกมมา มีดังนี้

1. ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยค่าพารามิเตอร์ $\alpha=1$ และ β แล้ว ตัแปรสุ่ม X จะมี**การแจกแจงเลขชี้กำลัง (Exponential Distribution)** ด้วยค่าพารามิเตอร์ β หรือ $X \sim Exponential(\beta)$

2. ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยค่าพารามิเตอร์ α และ $\beta=2$ แล้ว ตัวแปรสุ่ม X จะมี**การแจกแจงไคกำลังสอง (Chi-Squared Distribution)** ด้วยองศาเสรี $\nu=2\alpha$ หรือ $X \sim \chi^2_{2\alpha}$

ตัวอย่างกราฟแสดงความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ในแบบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 8), (8, 4), (16, 2), (2, 16), (6, 5.3333), (12, 2.6667) และ (14, 2.2857)

2.3.3 การแจกแจงบีตา (Beta Distribution)

แฟมมิลี่ของฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องที่มีค่าอยู่ในช่วง (0,1) เป็นแฟมมิลี่ของการแจกแจงแบบบีตา (สายชล, 2555)

นิยามที่ 2.1 ตัวแปรสุ่ม X จะมีการแจกแจงแบบบีตา ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น

$$f(x;\alpha,\beta) = \begin{cases} \dfrac{1}{B(\alpha,\beta)}x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} & ; \quad 0<x<1, \alpha>0, \beta>0 \\ 0 & ; \quad \text{มีค่าเป็นอย่างอื่น} \end{cases}$$

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงบีตา โดยมีพารามิเตอร์ α และ β เขียนแทนด้วย $X \sim Beta(\alpha,\beta)$

ฟังก์ชัน $\beta(\alpha,\beta)$ $= \int_0^1 x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}dx$

$$= \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta)}$$

เรียกว่า ฟังก์ชันบีตา (Beta function)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $f(x;\alpha,\beta)$ เป็นฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม X

ดังนั้น $$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{B(\alpha,\beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}dx$$

$$= \frac{1}{B(\alpha,\beta)} \int_{-\infty}^{\infty} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}dx$$

$$= \frac{1}{B(\alpha,\beta)} B(\alpha,\beta)$$

$$= 1$$

ข้อสังเกต

1. การแจกแจงแบบบีตาจะลดรูปลงเป็นการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) ถ้า $\alpha = \beta = 1$
2. ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบบีตา คือ

$$F(x;\alpha,\beta) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \le 0 \\ \int_0^x \frac{1}{B(\alpha,\beta)} t^{\alpha-1}(1-t)^{\beta-1}dt & ; \quad 0 < x < 1 \\ 1 & ; \quad x \ge 1 \end{cases}$$

บางครั้งอาจเรียกว่า ฟังก์ชันบีตาที่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Beta Function)

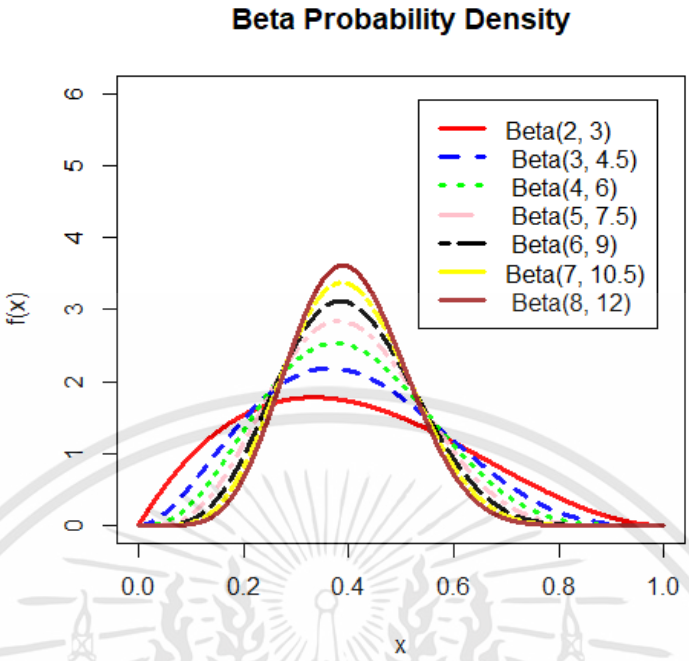
ทฤษฎีบท 2.1 ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบบีตาแล้ว X จะมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ดังนี้

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

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

ตัวอย่างกราฟแสดงความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตาที่มีค่าพารามิเตอร์ในแบบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 3), (3, 4.5), (4, 6), (5, 7.5), (6, 9), (7, 10.5) และ (8, 12)

2.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of Type I Error) หมายถึง ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง เมื่อสมมุติฐานว่างนั้นเป็นจริง เขียนแทนด้วย α

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 หมายถึง ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริงของสมมุติฐานว่างและการสรุปผล

สมมุติฐานว่าง (H_0)	การสรุปผล	
	ยอมรับ H_0	ปฏิเสธ H_0
เป็นจริง	**ตัดสินใจถูกต้อง** ความน่าจะเป็น $= 1-\alpha$	**ตัดสินใจผิดพลาด** ความน่าจะเป็น $= \alpha$
ไม่เป็นจริง	**ตัดสินใจผิดพลาด** ความน่าจะเป็น $= \beta$	**ตัดสินใจถูกต้อง** ความน่าจะเป็น $= 1-\beta$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทดสอบ

ประสิทธิภาพการทดสอบ หมายถึง เกณฑ์ในการตัดสินว่าวิธีทดสอบใดดีที่สุดในบรรดาวิธีทดสอบที่สนใจศึกษา โดยวัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (กษิภัท และคณะ, 2557)

เกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทดสอบที่ใช้ในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ที่นำมาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในงานวิจัยมี 2 เกณฑ์ ดังนี้

2.5.1 เกณฑ์ของค็อกแครน (Cochran, 1954)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.007,0.015)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.04,0.06)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.08,0.12)

จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

2.5.2 เกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley, 1978)

เกณฑ์ของแบรดลีย์ขึ้นอยู่กับระดับนัยสำคัญ α โดยสามารถคำนวณเกณฑ์ได้จาก $0.5\alpha < p < 1.5\alpha$ เมื่อ p คือ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.005,0.015)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.025,0.075)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.05,0.15)

จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ของแบรดลีย์ เป็นเกณฑ์สำหรับการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เท่านั้น เนื่องจากเกณฑ์ของแบรดลีย์ครอบคลุมช่วงของเกณฑ์ค็อกแครน

2.6 กำลังการทดสอบ

กำลังการทดสอบ (Power of a Test) หมายถึง ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมุติฐานว่างเมื่อสมมุติฐานว่างไม่เป็นจริง เขียนแทนด้วย $1-\beta$

กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณ คือ ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมุติฐานว่างเมื่อสมมุติฐานว่างผิดพลาด โดยตัวสถิติทดสอบที่นักวิจัยควรเลือกใช้ต้องเป็นตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในการสร้างหรือพิจารณาตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมจะพิจารณาจากตัวสถิติทดสอบที่ควบคุมให้ α ที่ยอมให้เกิดขึ้นได้มีค่ามากที่สุด และนั่นทำให้ β มีค่าน้อยที่สุด เพราะจะทำให้ $1-\beta$ มีค่ามากที่สุดนั่นเอง (มานะชัย, 2556)

กำลังการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณสำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (Kirk, 2013)

1. **กำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ (Any–Pair Power)** เสนอโดย Ramsey (1978) คือ ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมุติฐานว่างอย่างน้อยหนึ่งสมมุติฐานว่าง เมื่อสมมุติฐานว่างทั้งหมดไม่เป็นจริง

$$\text{Any–Pair} = \frac{\text{จำนวนการทดสอบที่ให้ผลสรุปถูกอย่างน้อยหนึ่งการเปรียบเทียบ}}{\text{จำนวนการทดสอบทั้งหมด}}$$

2. **กำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวม (All–Pair Power)** เสนอโดย Ramsey (1978) คือ ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมุติฐานว่างทุกสมมุติฐานว่าง เมื่อสมมุติฐานว่างทั้งหมดไม่เป็นจริง

$$\text{All–Pair} = \frac{\text{จำนวนการทดสอบที่ให้ผลสรุปถูกทุกการเปรียบเทียบ}}{\text{จำนวนการทดสอบทั้งหมด}}$$

3. **กำลังการทดสอบแบบต่อคู่การเปรียบเทียบ (Per–Pair Power)** เสนอโดย Einot และ Gabriel (1975) คือ ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมุติฐานว่างทุกสมมุติฐานว่าง เมื่อมีสมมุติฐานว่างหนึ่งสมมุติฐานไม่เป็นจริง กำลังการทดสอบนี้เป็นส่วนหนึ่งในกำลังการทดสอบแบบพีสับเซต (P–subset Power)

Kirk (2013) กล่าวว่า กำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ (Any–Pair Power) จะมีค่าสูงกว่ากำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวม (All–Pair Power) ส่วนกำลังการทดสอบแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อคู่การเปรียบเทียบ (Per–Pair Power) จะมีค่าอยู่ระหว่างกำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ และกำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวม ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะคำนวณกำลังการทดสอบ โดยใช้หลักการคำนวณแบบกำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ เท่านั้น

สำหรับการจำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบจะพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 $(\hat{\alpha})$ และกำลังการทดสอบ $(1-\hat{\beta})$ ซึ่งสำหรับการพิจารณาทั้งสองอย่างควบคู่กันนั้นในอันดับแรกจะดูที่ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ก่อนว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ หากอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดจึงเลือกตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดเป็นตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ โดยได้ทำการรวบรวมวรรณกรรมทั้งจากงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับงานวิจัย เพื่อนำมาสนับสนุนผลการทดลองของงานวิจัยที่จะทำศึกษาดังนี้

ปุณยนุช (2550) ศึกษาการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ 14 วิธี คือ LSD, Tukey's HSD, Bonferroni, Tukey's b, Sidak, Duncan, Scheffe's, Hochberg's GT2, R–E–G–WF, Gabriel, R–E–G–WQ, Waller–Duncan, SNK และ Dunnett พบว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี มี 2 วิธี คือ วิธี LSD และ Duncan เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี มี 3 วิธี คือ วิธี LSD, Waller Duncan และ Duncan เมื่อพิจารณาที่กำลังการทดสอบพบว่าวิธี LSD และ Waller–Duncan จะเป็น 2 วิธีที่มีค่าใกล้เคียงกันและมีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณี เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 ถึง 4 กลุ่ม และวิธี Gabriel เป็นวิธีที่มีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณีเมื่อมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 5 ถึง 8 กลุ่ม

นิภาพร (2552) ศึกษากำลังการทดสอบของการใช้ตัวสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 5 วิธี คือ วิธี Tukey-Kramer, Newman Keuls, Duncan, Scheffe และวิธี Fisher's LSD พบว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างขนาดเท่ากัน วิธี LSD มีกำลังการทดสอบสูงสุด

ธนพงศ์ และคณะ (2559) ศึกษาการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกเชิงสุ่ม จากผลการวิจัยเมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่าในกรณีการแจกแจงปรกติที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนมีความสามารถในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และเมื่อพิจารณากำลังการทดสอบจะพบว่าในกรณีการแจกแจงแกมมา ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และในกรณีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่าตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์มีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกสถานการณ์

บุญชม (2538) ศึกษาการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าแต่ละวิธีอาจให้ผลเหมือนกันหรือให้ผลแตกต่างกัน โดยวิธี Duncan จะพบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด และในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดเดียวกัน วิธี Duncan มีความน่าจะเป็นที่จะพบนัยสำคัญของความแตกต่างมากกว่าวิธีอื่น

วิไลลักษณ์ (2522) ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร โดยพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาด 3 ชนิด ได้แก่ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of Type I Error) ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2 (Probability of Type II Error) และความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 3 (Probability of Type III Error) ซึ่งผลจากการวิจัยสรุปได้ว่าในกรณีที่ผู้วิเคราะห์มีเวลาจำกัดและต้องการความรวดเร็วในการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรคู่ใด ๆ วิธี Least Significant Difference (LSD) เป็นวิธีที่ให้ผลสรุปหรือผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือ

Li (1997) ศึกษากำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ 7 วิธี จากผลการศึกษาพบว่า วิธี Fisher, LSD และวิธี Duncan’s multiple range test เป็นวิธีการทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด

Carmer and Swanson (1973) ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2 และอัตราการตัดสินใจที่ถูกต้องของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ จากผลการวิจัยพบว่าวิธี Least Significant Difference และวิธี Duncan's multiple range test มีความเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Boardman and Moffitt (1971) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์พหุคูณ 5 วิธี คือวิธี LSD, Tukey, Scheffe, Duncan และ SNK ด้วยกลุ่มตัวอย่างที่มีการแจกแจงปรกติ ขนาด 5, 10 และ 15 ในระดับการทดลองตั้งแต่ 2 ถึง 11 และทำการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง เปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของวิธี LSD และวิธี Duncan จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น

Kemp (1973) ศึกษาการเปรียบเทียบพหุคูณเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กับอัตราความผิดพลาดต่อการทดลองและศึกษาถึงความสัมพันธ์ของกำลังการทดสอบ จากการศึกษาพบว่าวิธี LSD และวิธี DMRE มีกำลังการทดสอบสูงสุด

Carmer and Walker (1985) ศึกษาวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณในการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ในงานวิจัยด้านการเกษตรเมื่อพิจารณาถึงความน่าจะเป็นของความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 1 กำลังการทดสอบ และอัตราการตัดสินใจที่ถูกต้อง พบว่าวิธี Least Significant Differences (LSD) จะเป็นวิธีที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของผิดพลาดแบบที่ 1 มีกำลังการทดสอบและมีความเหมาะสมสำหรับงานวิจัยมากที่สุด

Ozkaya and Ercan (2012) ศึกษาการทดสอบวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณโดยพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กำลังการทดสอบ และอัตราการเกิดความผิดพลาด ซึ่งทำการทดสอบภายใต้ข้อกำหนดเบื้องต้นคือความแปรปรวนเท่ากันสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน จากผลการศึกษาพบว่าวิธี LSD และวิธี Duncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

Bernhardson (1975) ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณโดยเปรียบเทียบ 5 วิธี คือ LSD, HsD, Scheffe, Newman-Keuls และ Duncan การวิจัยครั้งนี้ทำการวิจัยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างขนาด 15 และกระทำภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยการทดสอบเอฟ กำหนดพารามิเตอร์ $\mu = 50$ และ $\sigma = 15$ ภายใต้การแจกแจงปรกติโดยใช้เครื่องมือในโปรแกรม Gauss ผลการวิจัยพบว่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของวิธี LSD และวิธี Duncan จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้าทำการเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยการทดสอบเอฟ จะทำให้ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ลดลง เนื่องจากการทดสอบเอฟนั้นได้ป้องกันอัตราความผิดพลาดต่อการเปรียบเทียบ

Anthony (2012) ได้ทำการศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดสูงสุดในการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประชากร 3 กลุ่ม ของตัวสถิติทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

David (2012) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ โดยใช้การเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่า ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน

Douglas (2019) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ 3 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบบอนเฟอร์โรนี พบว่า ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เท่ากัน ส่วนตัวสถิติทดสอบบอนเฟอร์โรนีไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

Francisco and Carlos (2016) ได้ทำการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบเชิงพหุคูณที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเป็นข้อมูลของการวิจัยทางการเกษตร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน และตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความแปรปรวนมากที่สุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบสก็อตต์-คน็อตต์ และตัวสถิติทดสอบตูกี

Armando. *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณของแผนแบบบล็อกเชิงสุ่ม โดยทำการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทำซ้ำ 600 รอบ พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เรียงตามลำดับดังนี้คือ Waller-Duncan, Duncan, SNK, REGWF, REGWQ, Tukey, Bonferroni, Sidak, unilateral Dunnet , Sidak, Bonferroni 1, Bonferroni 2, Tukey 1 และ Tukey 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยสนใจศึกษาการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ เพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DMRT or Duncan) ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test) ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test) ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน (Durbin Test) และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ (Skillings-Mack Test)

การวิจัยดำเนินการศึกษาโดยการจำลองข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้โปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2 ในการดำเนินงานวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ

3.1 การวางแผนการวิจัย

การวิจัยได้ดำเนินการกำหนดสถานการณ์ในการศึกษาเปรียบเทียบ ดังนี้

3.1.1 กำหนดจำนวนทรีตเมนต์ (t) ที่ศึกษาคือ 3, 4, 5, 6 และ 7

3.1.2 กำหนดจำนวนบล็อก (b) ที่ศึกษาคือ 3, 4, 5, 6 และ 7

3.1.3 กำหนดระดับนัยสำคัญคือ 0.05 และ 0.10

3.1.4 กำหนดจำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อก (k) ที่ศึกษาคือ $k \le t-1$

3.1.5 สร้างแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์ตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล (Balanced Incomplete Block Design) โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

3.1.5.1 แต่ละบล็อกไม่สมบูรณ์จะประกอบด้วยจำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อกเท่ากัน (b)

3.1.5.2 ทรีตเมนต์แต่ละทรีตเมนต์จะปรากฏในการทดลองเป็นจำนวนครั้งเท่ากัน (r)

3.1.5.3 ไม่มีซ้ำของทรีตเมนต์ในบล็อกเดียวกัน ($rt = bk$)

3.1.5.4 ทุกทรีตเมนต์ต้องปรากฏร่วมกับทรีตเมนต์อื่น ๆ อย่างน้อย 1 ครั้ง

3.1.5.5 จำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของแต่ละคู่ของทรีตเมนต์ต้องเท่ากัน (λ) ($\lambda(t-1) = r(k-1)$ (ต้องเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น) (สุรพล, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล 9 แผน ที่ใช้ในงานวิจัย

แผนแบบการทดลอง	b	t	k	r	λ
แผน 1	3	3	2	2	1
แผน 2	4	4	3	3	2
แผน 3	5	5	4	4	3
แผน 4	6	3	2	4	2
แผน 5	6	4	2	3	1
แผน 6	6	6	5	5	4
แผน 7	7	7	3	3	1
แผน 8	7	7	4	4	2
แผน 9	7	7	6	6	5

หมายเหตุ : 1. สร้างแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลดำเนินการโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) ในโปรแกรม Microsoft Excel แสดงในภาคผนวก ก1

2. ตัวอย่างการคำนวณการสร้างแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ตามหลักเกณฑ์การพิจารณ์ข้อ 3.1.5 กำหนด b = 3, t = 3 ได้ดังนี้

จาก $k \leq t$-1 จะได้ว่า k จะมีค่าเท่ากับ 1 และ 2 เนื่องจาก k คือจำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อก ซึ่งจะไม่พิจารณาในกรณีที่จำนวนทรีตเมนต์ต่อบล็อกเท่ากับ 1 ดังนั้น k จึงมีค่าเท่ากับ 2

คำนวณหาจำนวนซ้ำของทรีตเมนต์ที่ปรากฏในการทดลอง (r) จากข้อกำหนดของการสร้างแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลที่กล่าวว่าไม่มีซ้ำของทรีตเมนต์ในบล็อกเดียวกันด้วยสูตร $rt = bk$ จะได้

$r(3)$ = (3)(2)

r = 2

คำนวณหาจำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของแต่ละคู่ของทรีตเมนต์ต้องเท่ากัน (λ) จากสูตร $\lambda(t\text{-}1) = r(k\text{-}1)$ จะได้

$\lambda(3\text{-}1)$ = 2(2-1)

$\lambda(2)$ = 2(1)

λ = 1

ดังนั้นแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 จะประกอบด้วย $b=3$, $t=3$, $k=2$, $r=2$ และ $\lambda=1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล 9 แผน ที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งใช้การจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลโดยโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2 แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 โดยที่ $b=3$, $t=3$, $k=2$, $r=2$ และ $\lambda=1$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 โดยที่ $b=4$, $t=4$, $k=3$, $r=3$ และ $\lambda=2$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 4
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4
บล็อก 4	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 1

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 โดยที่ $b=5$, $t=5$, $k=4$, $r=4$ และ $\lambda=3$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5
บล็อก 4	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 5
บล็อก 5	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 โดยที่ $b=6$, $t=3$, $k=2$, $r=4$ และ $\lambda=2$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2
บล็อก 4	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3
บล็อก 5	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3
บล็อก 6	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 โดยที่ $b=6$, $t=4$, $k=2$, $r=3$ และ $\lambda=1$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 4
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3
บล็อก 4	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 4
บล็อก 5	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3
บล็อก 6	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 โดยที่ $b=6$, $t=6$, $k=5$, $r=5$ และ $\lambda=4$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6
บล็อก 4	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 6
บล็อก 5	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6
บล็อก 6	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 โดยที่ $b=7$, $t=7$, $k=3$, $r=3$ และ $\lambda=1$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 6
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 4	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5
บล็อก 5	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 6	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 6
บล็อก 7	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 5

ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 โดยที่ $b=7$, $t=7$, $k=4$, $r=4$ และ $\lambda=2$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 6	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 4	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 5	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6
บล็อก 6	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 7	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 โดยที่ $b=7$, $t=7$, $k=6$, $r=6$ และ $\lambda=5$

บล็อก 1	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 2	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 3	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 4	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 6	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 5	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 6	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6	ทรีตเมนต์ 7
บล็อก 7	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4	ทรีตเมนต์ 5	ทรีตเมนต์ 6

3.1.6 กำหนดการจำลองข้อมูลที่สุ่มจากประชากรณ์ที่มีการแจกแจงปรกติ ด้วยค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) การแจกแจงแกมมา ด้วยค่าพารามิเตอร์ (α,β) และการแจกแจงบีตา ด้วยค่าพารามิเตอร์ (α,β)

3.1.7 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะกำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละประชากร สำหรับแต่ละการแจกแจงดังต่อไปนี้

3.1.7.1 กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และความแปรปรวนเท่ากัน โดยที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) สำหรับการแจกแจงปรกติ 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.11 และรูปที่ 3.1 - 3.4

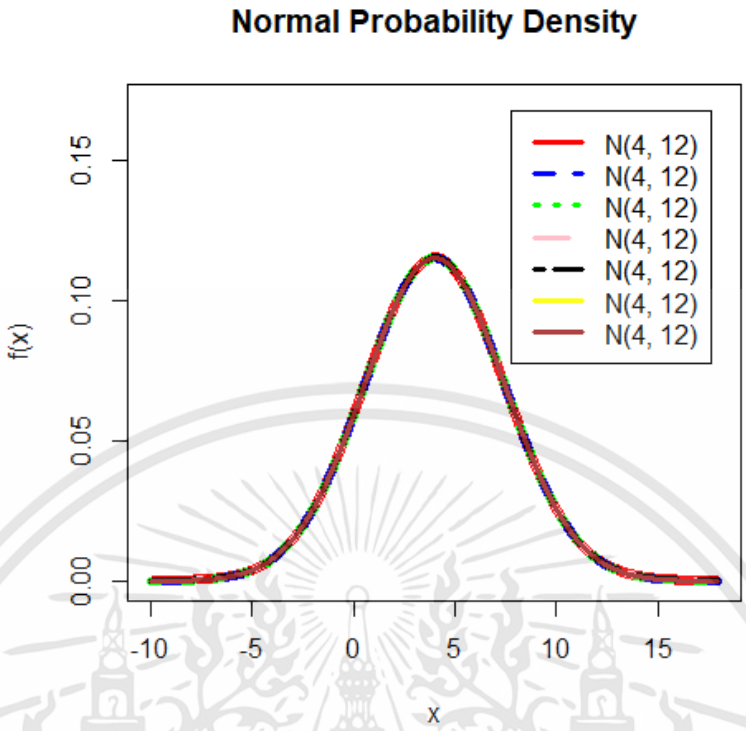
ตารางที่ 3.11 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1

แบบที่	**พารามิเตอร์ (μ,σ^2)**						
	บล็อก 1	**บล็อก 2**	**บล็อก 3**	**บล็อก 4**	**บล็อก 5**	**บล็อก 6**	**บล็อก 7**
1	(4, 12)	(4, 12)	(4, 12)	(4, 12)	(4, 12)	(4, 12)	(4, 12)
2	(8, 24)	(8, 24)	(8, 24)	(8, 24)	(8, 24)	(8, 24)	(8, 24)
3	(16, 48)	(16, 48)	(16, 48)	(16, 48)	(16, 48)	(16, 48)	(16, 48)
4	(32, 96)	(32, 96)	(32, 96)	(32, 96)	(32, 96)	(32, 96)	(32, 96)

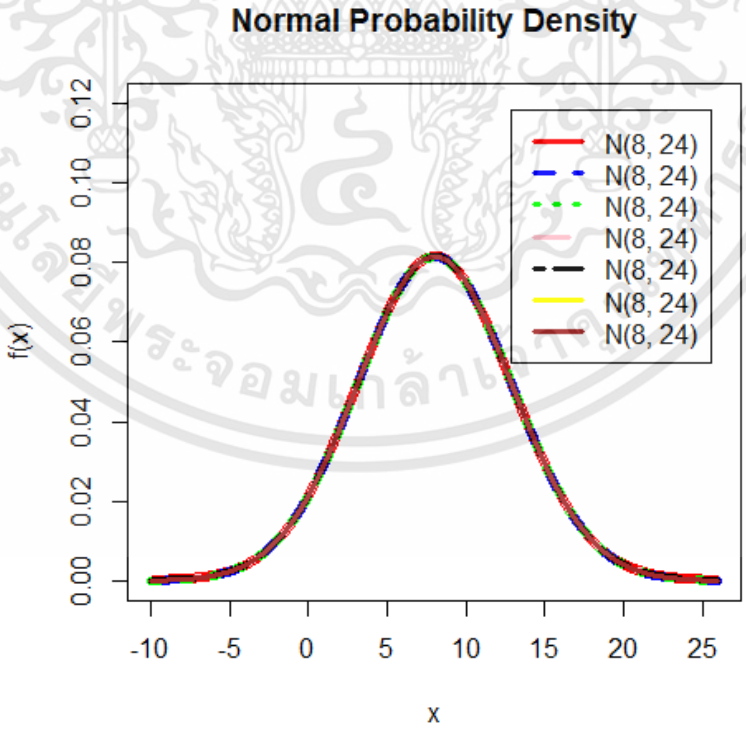
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง ค่าเฉลี่ย และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง ความแปรปรวน

เช่น (4, 12) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

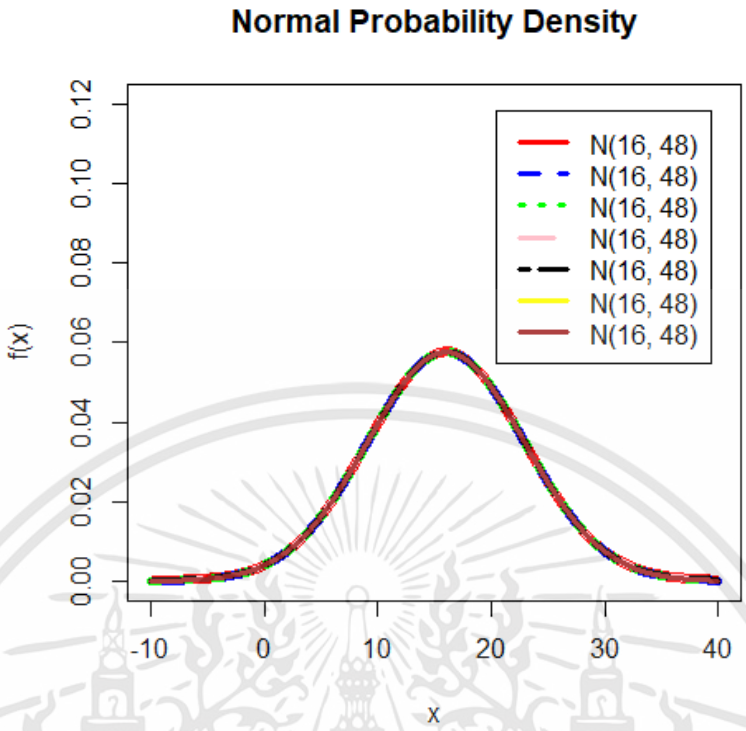


รูปที่ 3.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 12), (4, 12), (4, 12), (4, 12), (4, 12), (4, 12) และ (4, 12)

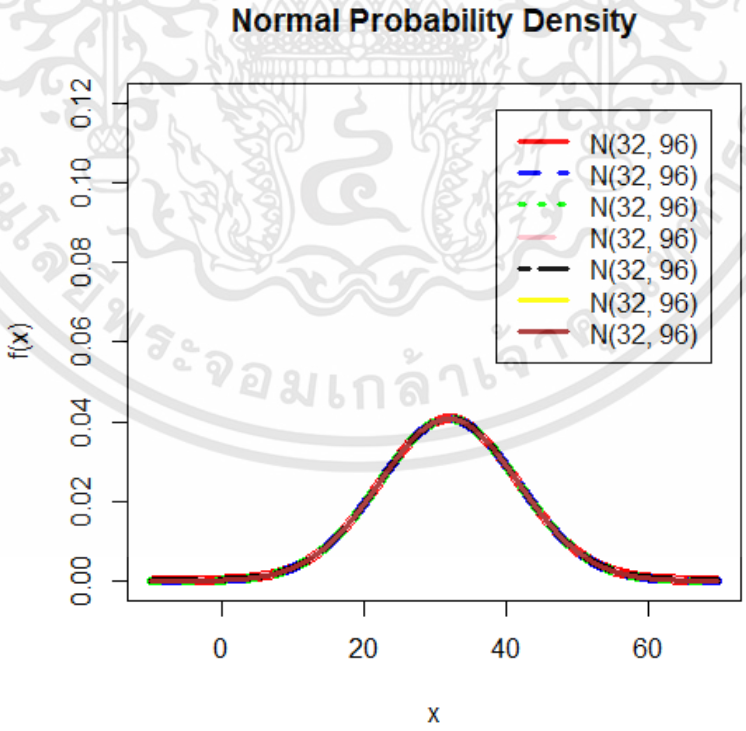


รูปที่ 3.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (8, 24), (8, 24), (8, 24), (8, 24), (8, 24), (8, 24) และ (8, 24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (16, 48), (16, 48), (16, 48), (16, 48), (16, 48), (16, 48) และ (16, 48)



รูปที่ 3.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (32, 96), (32, 96), (32, 96), (32, 96), (32, 96), (32, 96) และ (32, 96)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

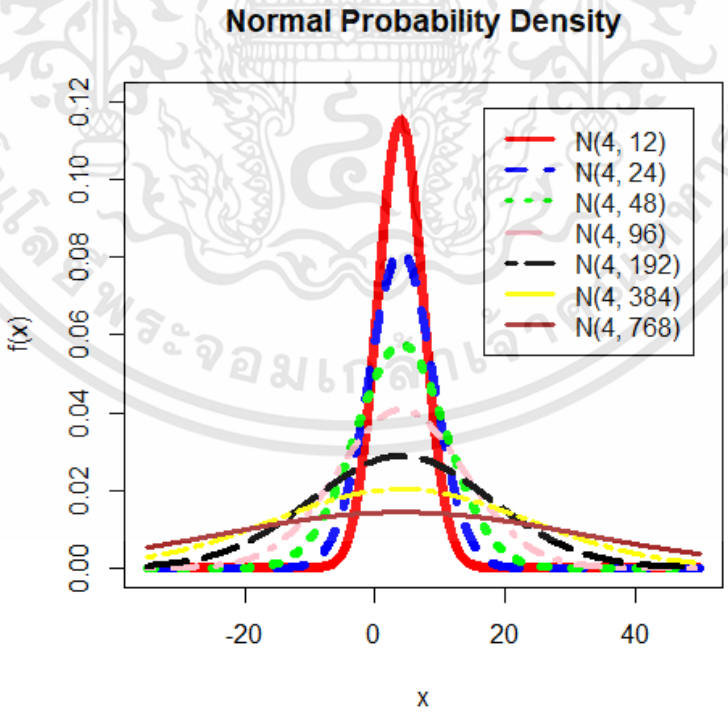
2. สถานการณ์ที่ 2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และความแปรปรวนต่างกัน โดยที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) สำหรับการแจกแจงปรกติ 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.12 และรูปที่ 3.5 - 3.8

ตารางที่ 3.12 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 2

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(4, 12)	(4, 24)	(4, 48)	(4, 96)	(4, 192)	(4, 384)	(4, 768)
2	(8, 12)	(8, 24)	(8, 48)	(8, 96)	(8, 192)	(8, 384)	(8, 768)
3	(16, 12)	(16, 24)	(16, 48)	(16, 96)	(16, 192)	(16, 384)	(16, 768)
4	(32, 12)	(32, 24)	(32, 48)	(32, 96)	(32, 192)	(32, 384)	(32, 768)

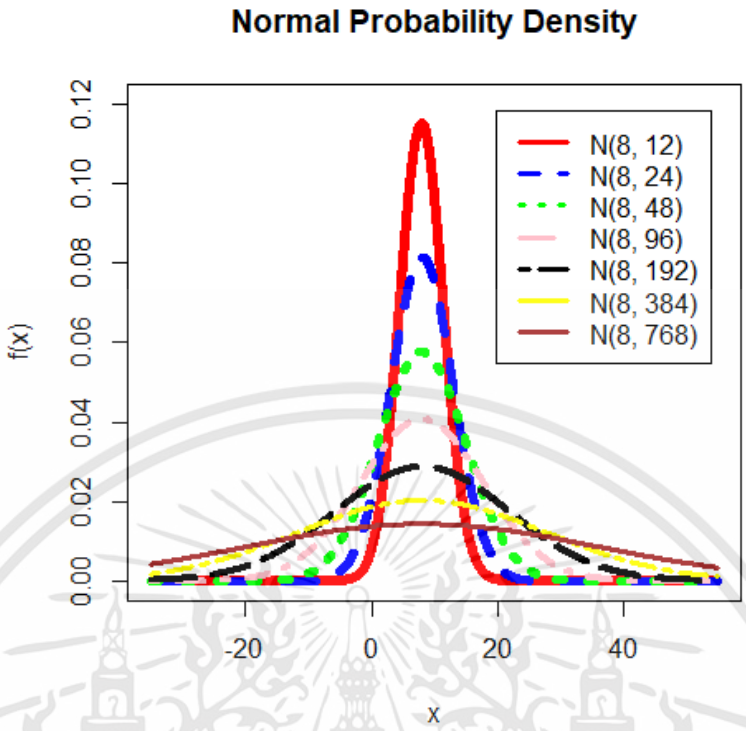
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง ค่าเฉลี่ย และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง ความแปรปรวน

เช่น (4, 12) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 12

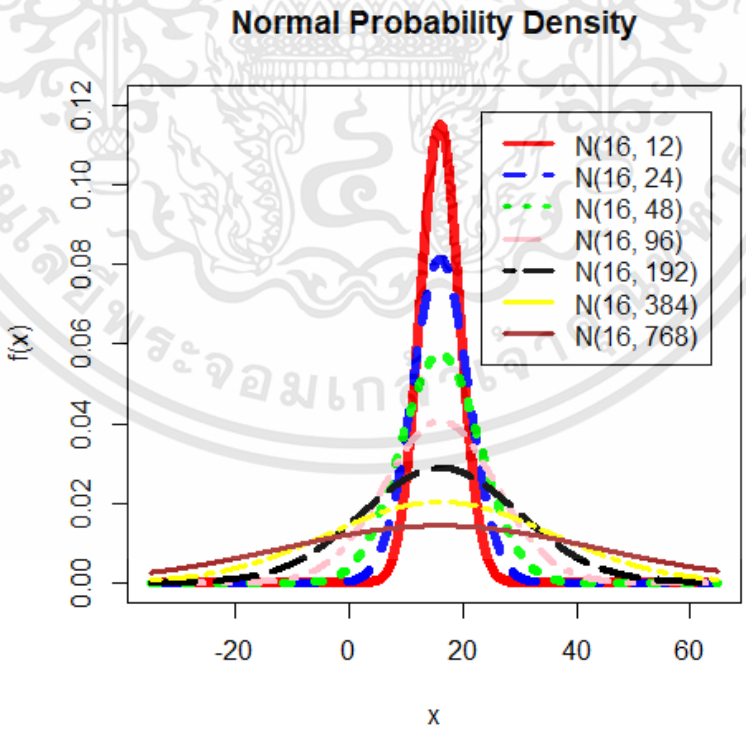


รูปที่ 3.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 12), (4, 24), (4, 48), (4, 96), (4, 192), (4, 384) และ (4, 768)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

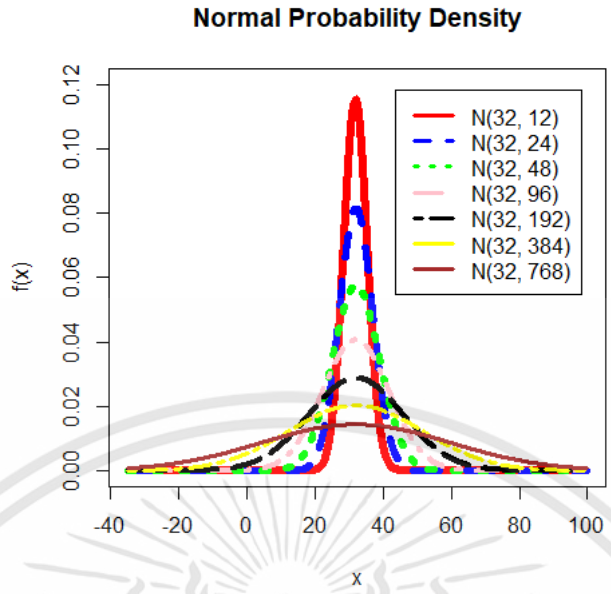


รูปที่ 3.6 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (8, 12), (8, 24), (8, 48), (8, 96), (8, 192), (8, 384) และ (8, 768)



รูปที่ 3.7 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (16, 12), (16, 24), (16, 48), (16, 96), (16, 192), (16, 384) และ (16, 768)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (32, 12), (32, 24), (32, 48), (32, 96), (32, 192), (32, 384) และ (32, 768)

3.1.7.2 กรณีประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) แบ่งเป็น สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และความแปรปรวนเท่ากัน โดยที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) สำหรับการแจกแจงแกมมา 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.13 และรูปที่ 3.9 - 3.12

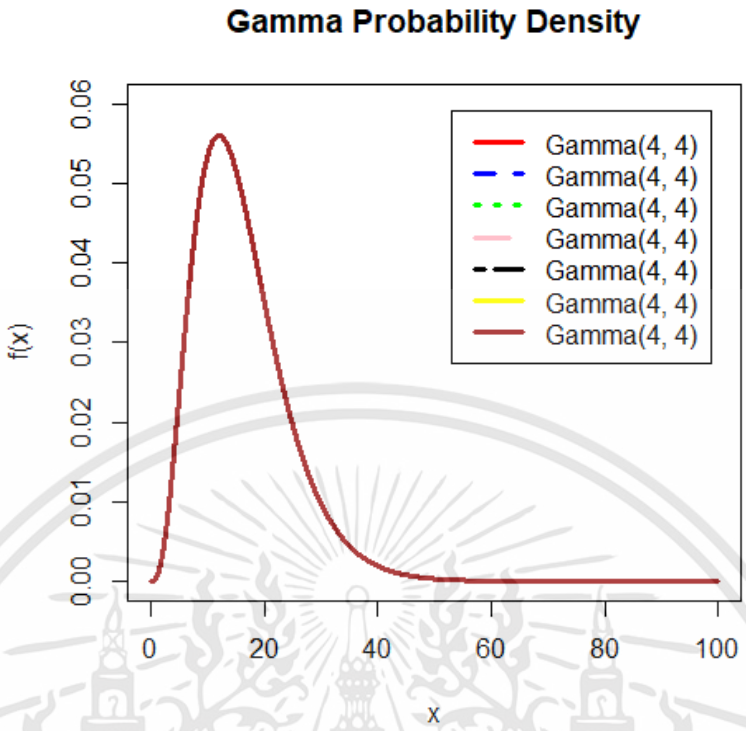
ตารางที่ 3.13 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 1

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(4, 4)	(4, 4)	(4, 4)	(4, 4)	(4, 4)	(4, 4)	(4, 4)
2	(4, 8)	(4, 8)	(4, 8)	(4, 8)	(4, 8)	(4, 8)	(4, 8)
3	(8, 8)	(8, 8)	(8, 8)	(8, 8)	(8, 8)	(8, 8)	(8, 8)
4	(8, 16)	(8, 16)	(8, 16)	(8, 16)	(8, 16)	(8, 16)	(8, 16)

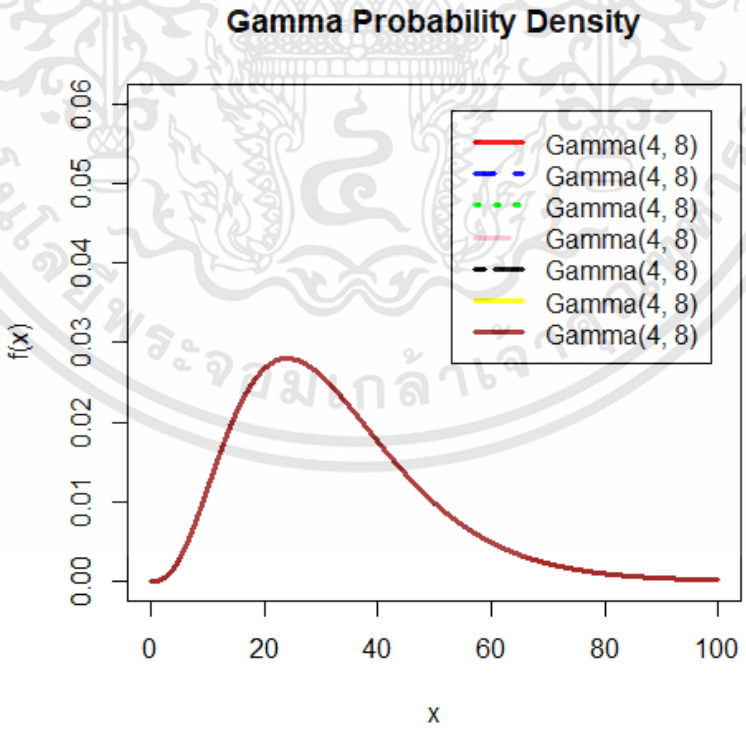
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง α และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง β

เช่น (4, 4) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแกมมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\alpha\beta$ = 4(4) = 16 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\alpha\beta^2$ = 4(4^2) = 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

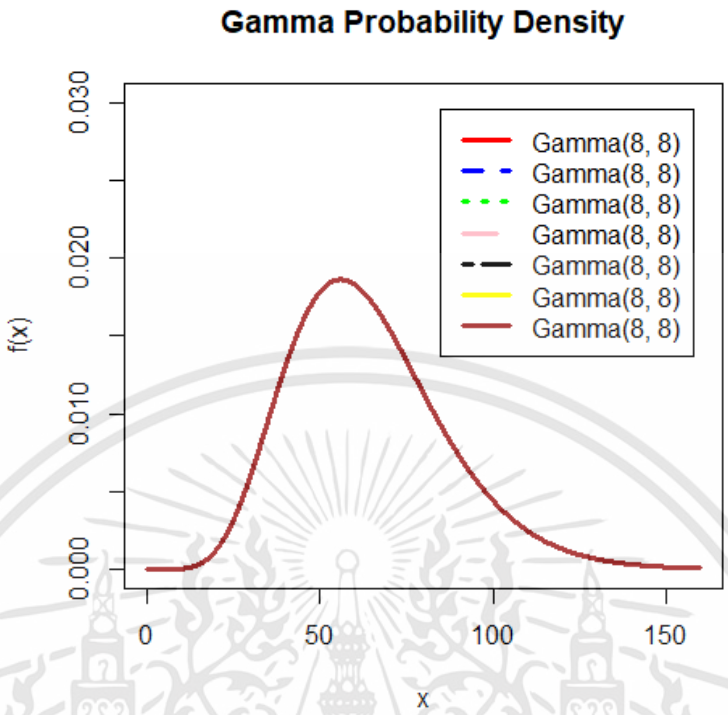


รูปที่ 3.9 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 4), (4, 4), (4, 4), (4, 4), (4, 4), (4, 4) และ (4, 4)

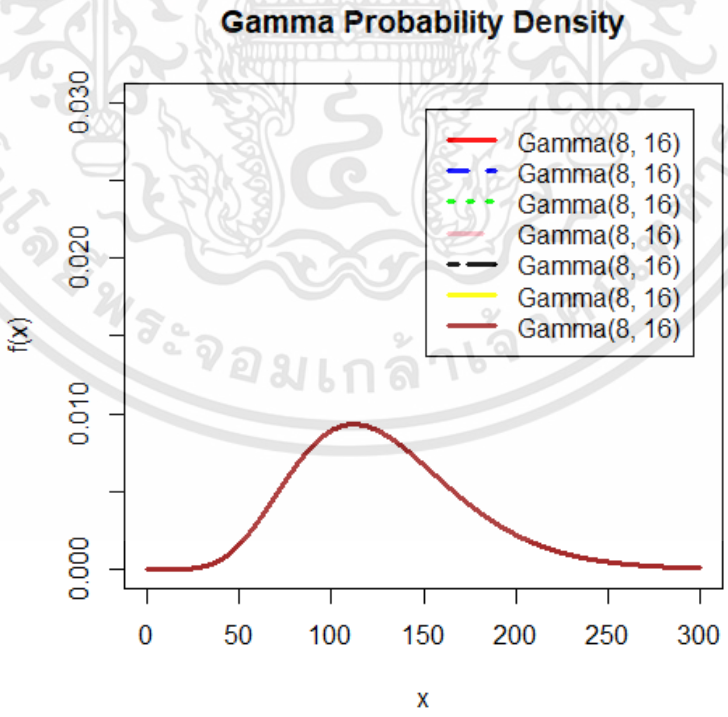


รูปที่ 3.10 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 8), (4, 8), (4, 8), (4, 8), (4, 8), (4, 8) และ (4, 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 8), (8, 8), (8, 8), (8, 8), (8, 8), (8, 8) และ (8, 8)



รูปที่ 3.12 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 16), (8, 16), (8, 16), (8, 16), (8, 16), (8, 16) และ (8, 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

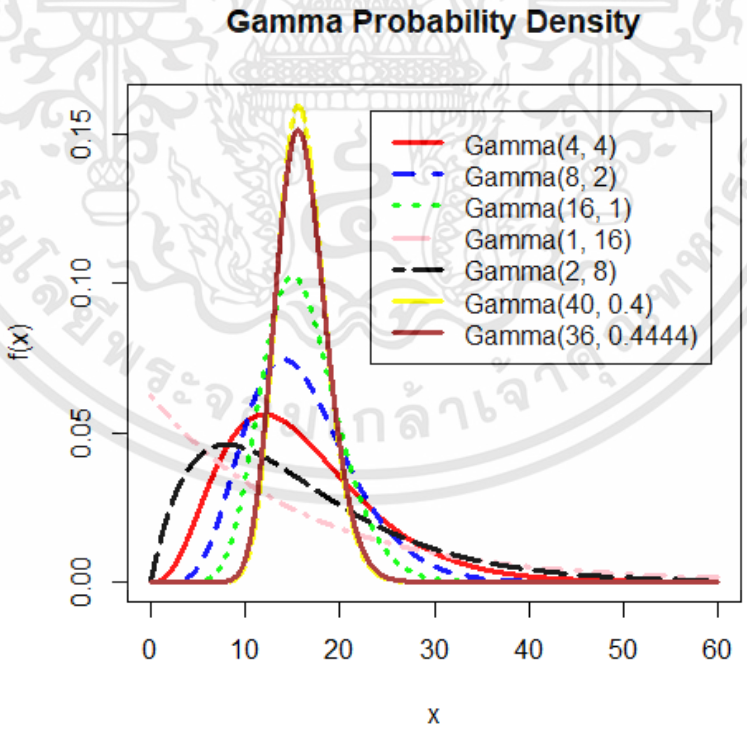
2. สถานการณ์ที่ 2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และความแปรปรวนต่างกัน โดยที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) สำหรับการแจกแจงแกมมา 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.14 และรูปที่ 3.13 - 3.16

ตารางที่ 3.14 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 2

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(4, 4)	(8, 2)	(16, 1)	(1, 16)	(2, 8)	(40, 0.4)	(36, 0.4444)
2	(4, 8)	(8, 4)	(16, 2)	(2, 16)	(6, 5.3333)	(12, 2.6667)	(14, 2.2857)
3	(8, 8)	(16, 4)	(4, 16)	(2, 32)	(32, 2)	(12, 5.3333)	(24, 2.6667)
4	(8, 16)	(64, 2)	(32, 4)	(16, 8)	(48, 2.6667)	(24, 5.3333)	(56, 2.2857)

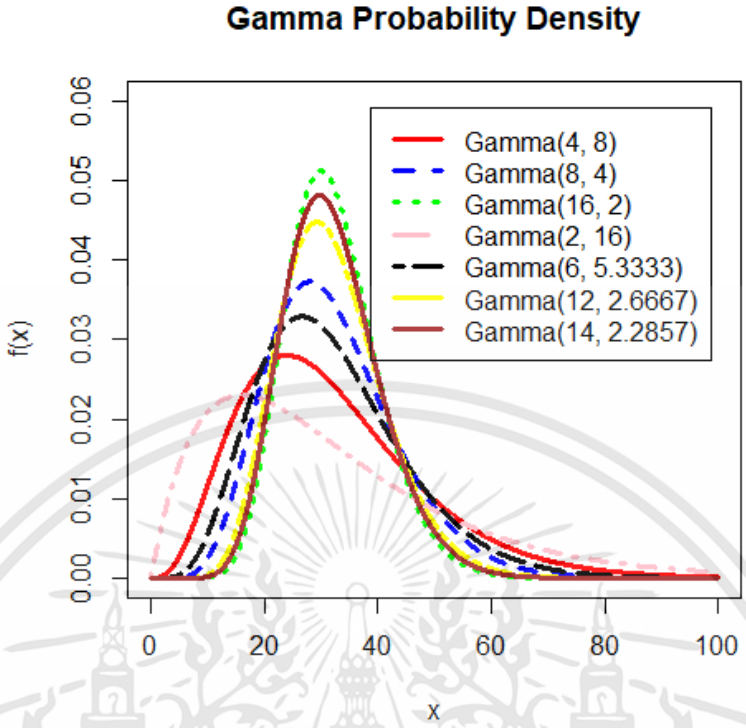
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง α และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง β

เช่น (4, 4) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแกมมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\alpha\beta$ = 4(4) = 16 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\alpha\beta^2$ = $4(4^2)$ = 64

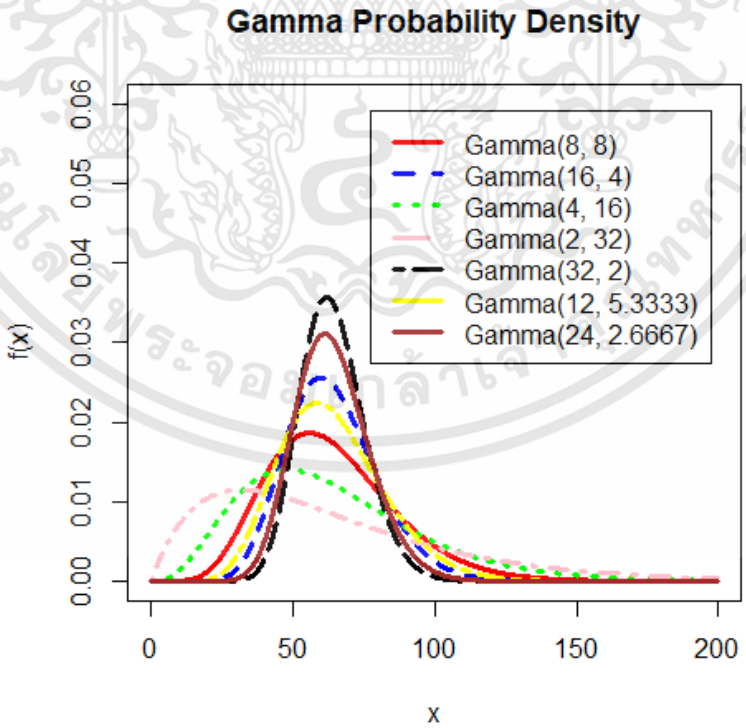


รูปที่ 3.13 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 4), (8, 2), (16, 1), (1, 16), (2, 8), (40, 0.4) และ (36, 0.4444)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

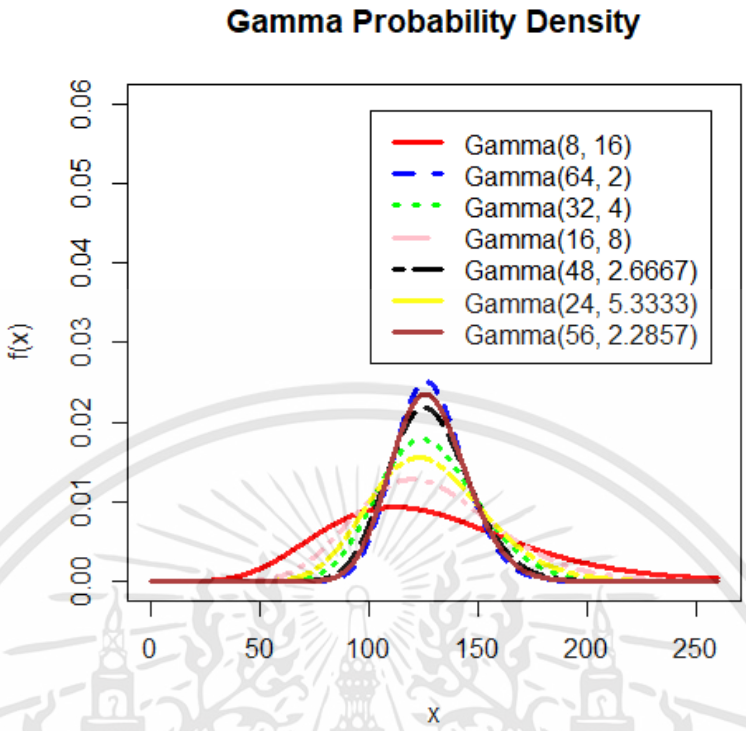


รูปที่ 3.14 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 8), (8, 4), (16, 2), (2, 16), (6, 5.3333), (12, 2.6667) และ (14, 2.2857)



รูปที่ 3.15 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 8), (16, 4), (4, 16), (2, 32), (32, 2), (12, 5.3333) และ (24, 2.6667)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 16), (64, 2), (32, 4), (16, 8), (48, 2.6667), (24, 5.3333) และ (56, 2.2857)

3.1.7.3 กรณีประชากรมีการแจกแจงบีตา กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) แบ่งเป็นสถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และความแปรปรวนเท่ากัน โดยที่ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) สำหรับการแจกแจงบีตา 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.15 และรูปที่ 3.17 - 3.20

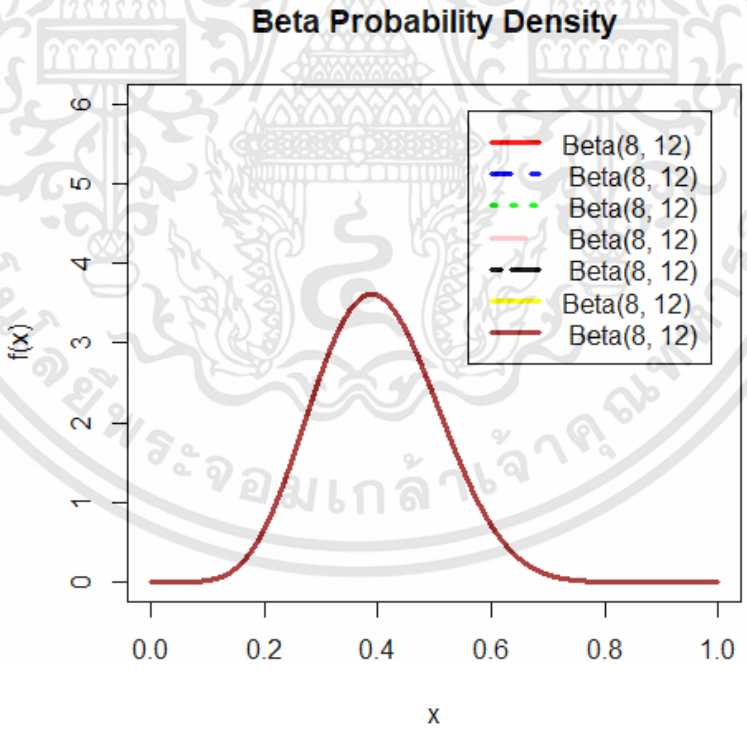
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 1

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(8, 12)	(8, 12)	(8, 12)	(8, 12)	(8, 12)	(8, 12)	(8, 12)
2	(10, 6)	(10, 6)	(10, 6)	(10, 6)	(10, 6)	(10, 6)	(10, 6)
3	(2, 8)	(2, 8)	(2, 8)	(2, 8)	(2, 8)	(2, 8)	(2, 8)
4	(9, 8)	(9, 8)	(9, 8)	(9, 8)	(9, 8)	(9, 8)	(9, 8)

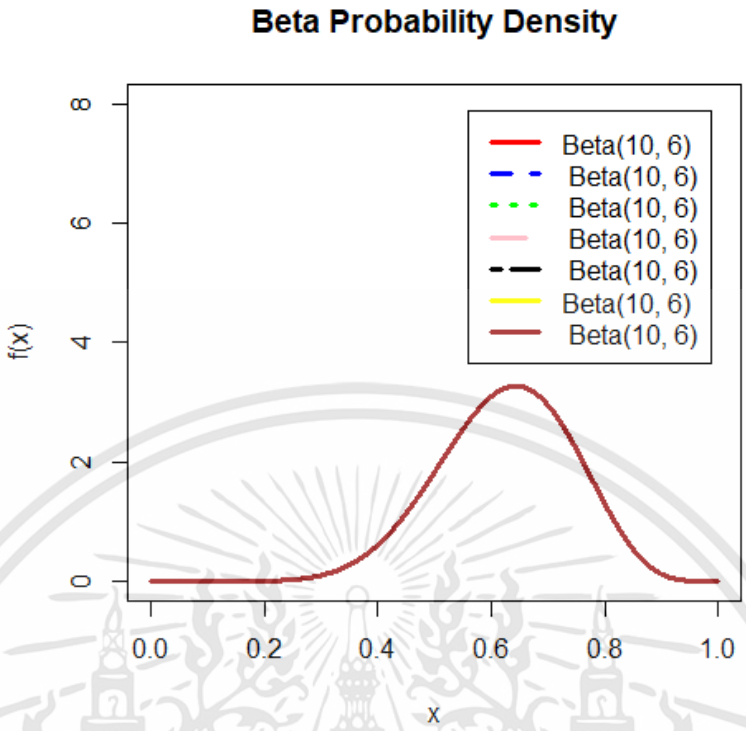
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง α และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง β

เช่น (8, 12) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงบีตา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$ = $\frac{8}{8+12}$ = 0.4 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)}$ = $\frac{8(12)}{(8+12)^2(8+12+1)}$ = 0.0114

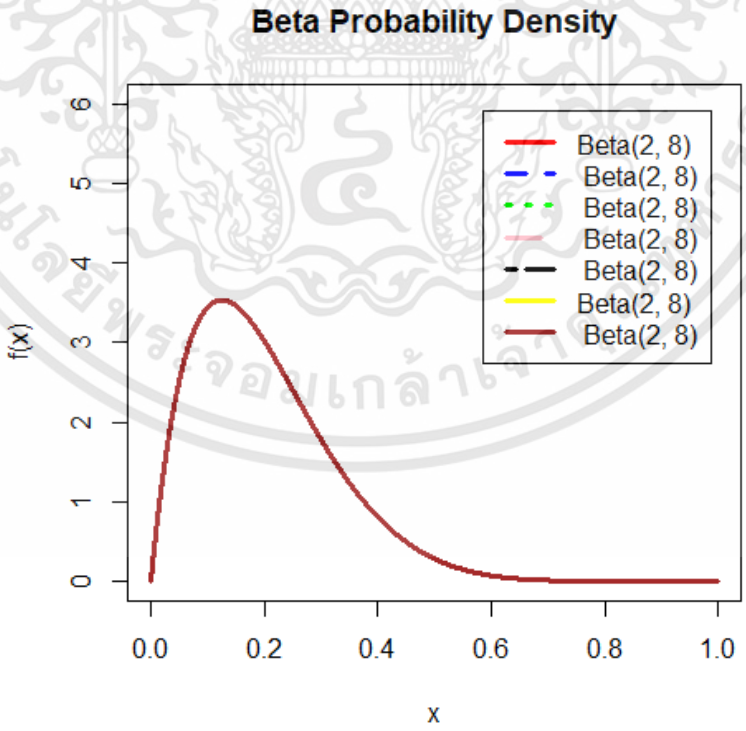


รูปที่ 3.17 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 12), (8, 12), (8, 12), (8, 12), (8, 12), (8, 12) และ (8, 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

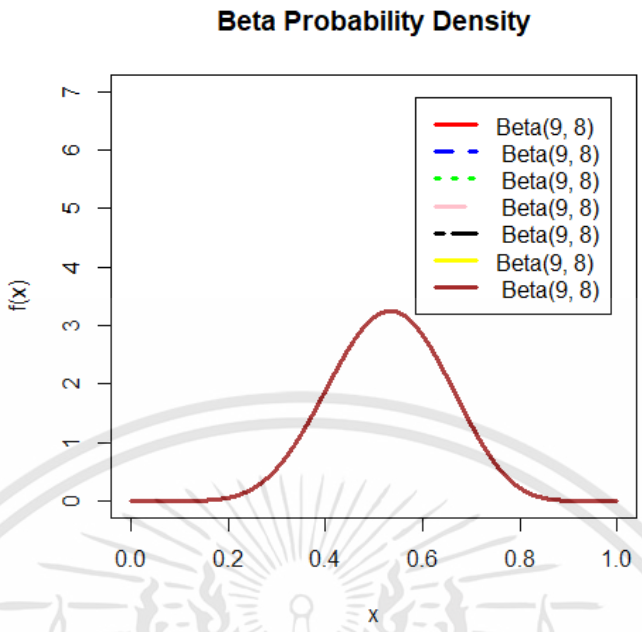


รูปที่ 3.18 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (10, 6), (10, 6), (10, 6), (10, 6), (10, 6), (10, 6) และ (10, 6)



รูปที่ 3.19 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 8), (2, 8), (2, 8), (2, 8), (2, 8), (2, 8) และ (2, 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (9, 8), (9, 8), (9, 8), (9, 8), (9, 8), (9, 8) และ (9, 8)

2. สถานการณ์ที่ 2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และความแปรปรวนต่างกัน โดยที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) สำหรับการแจกแจงบีตา 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.16 และรูปที่ 3.21 - 3.24

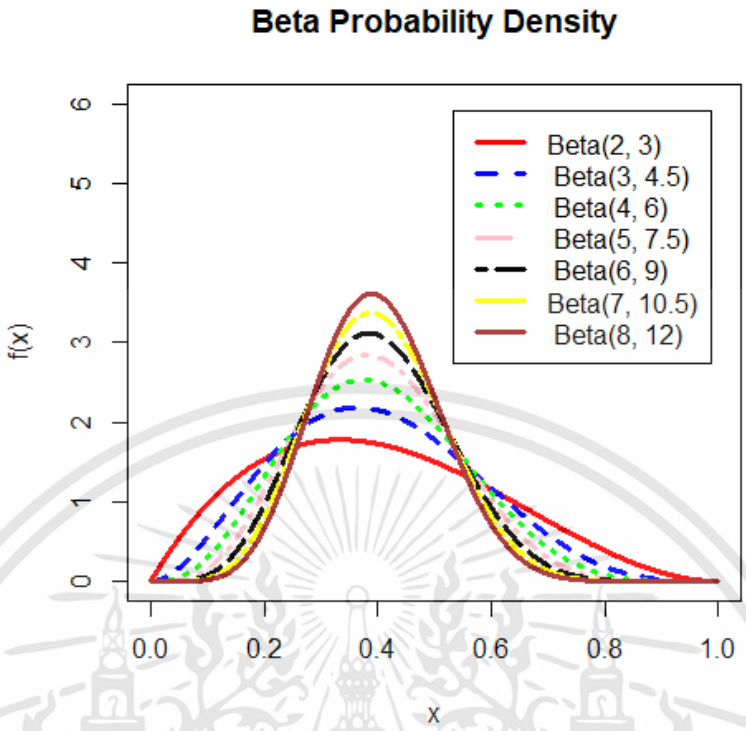
ตารางที่ 3.16 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 2

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(2, 3)	(3, 4.5)	(4, 6)	(5, 7.5)	(6, 9)	(7, 10.5)	(8, 12)
2	(2, 1.2)	(4, 2.4)	(6, 3.6)	(8, 4.8)	(10, 6)	(12, 7.2)	(14, 8.4)
3	(6, 24)	(4, 16)	(8, 32)	(10, 40)	(12, 48)	(14, 56)	(16, 64)
4	(3, 2.6667)	(5, 4.4444)	(7, 6.5556)	(9, 8)	(11, 9.7778)	(13, 11.5556)	(15, 13.3333)

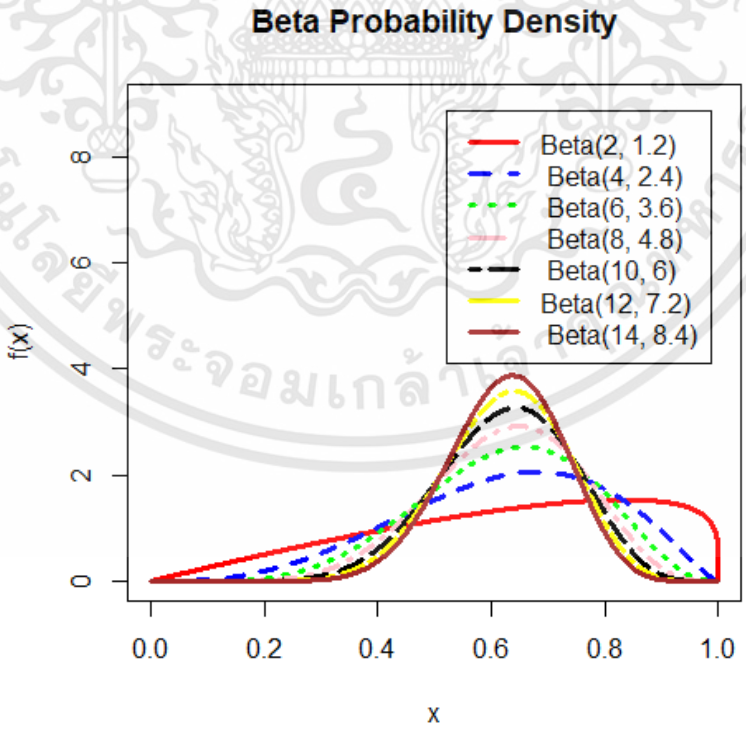
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง α และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง β

เช่น (2, 3) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงบีตา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$ = $\frac{2}{2+3}$ = 0.4 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)}$ = $\frac{2(3)}{(2+3)^2(2+3+1)}$ = 0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

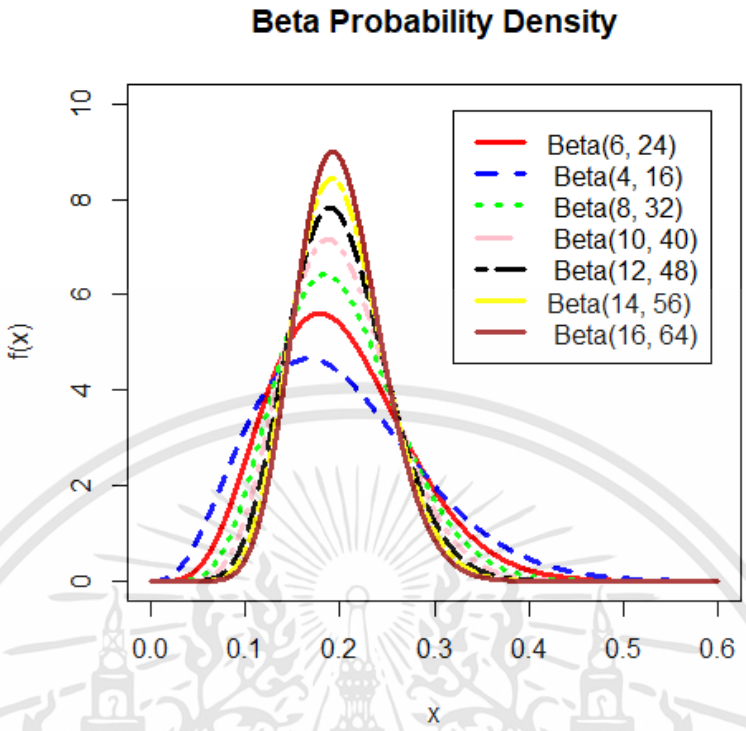


รูปที่ 3.21 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 3), (3, 4.5), (4, 6), (5, 7.5), (6, 9), (7, 10.5) และ (8, 12)

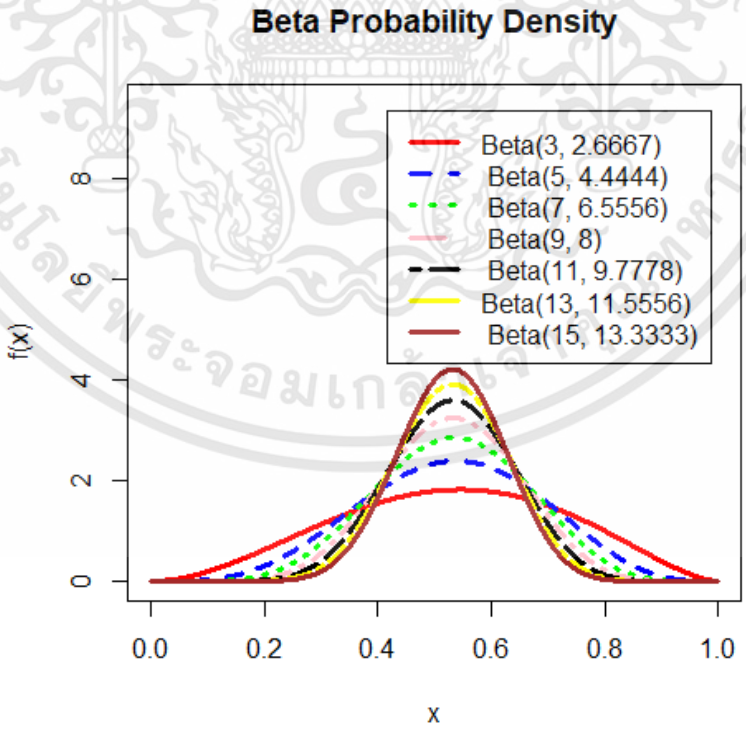


รูปที่ 3.22 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 1.2), (4, 2.4), (6, 3.6), (8, 4.8), (10, 6), (12, 7.2) และ (14, 8.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (6, 24), (4, 16), (8, 32), (10, 40), (12, 48), (14, 56) และ (16, 64)



รูปที่ 3.24 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (3, 2.6667), (5, 4.4444), (7, 6.5556), (9, 8), (11, 9.7778), (13, 11.5556) และ (15, 13.333)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 การคำนวณกำลังการทดสอบ จะกำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละประชากร สำหรับแต่ละการแจกแจงดังต่อไปนี้

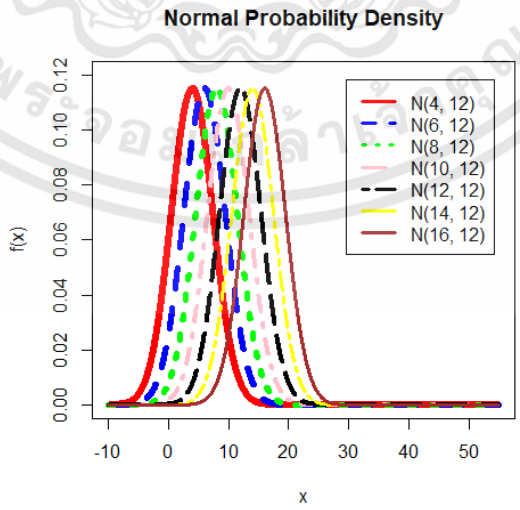
3.1.8.1 กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน และความแปรปรวนเท่ากัน โดยที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) สำหรับการแจกแจงปรกติ 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.17 และรูปที่ 3.25 - 3.28

ตารางที่ 3.17 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติในสถานการณ์ที่ 3

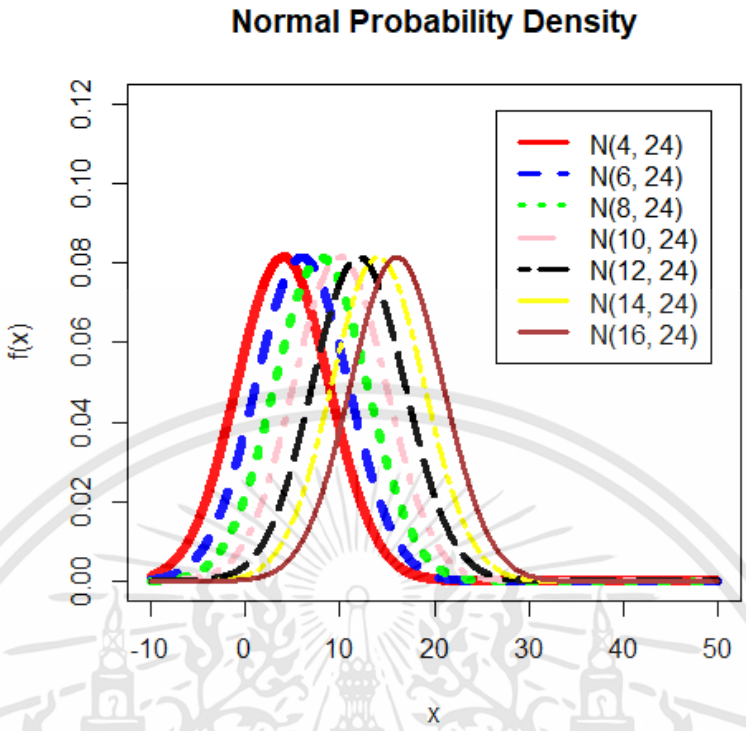
แบบที่	พารามิเตอร์(μ,σ^2)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(4, 12)	(6, 12)	(8, 12)	(10, 12)	(12, 12)	(14, 12)	(16, 12)
2	(4, 24)	(6, 24)	(8, 24)	(10, 24)	(12, 24)	(14, 24)	(16, 24)
3	(4, 48)	(6, 48)	(8, 48)	(10, 48)	(12, 48)	(14, 48)	(16, 48)
4	(4, 96)	(6, 96)	(8, 96)	(10, 96)	(12, 96)	(14, 96)	(16, 96)

โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง ค่าเฉลี่ย และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง ความแปรปรวน เช่น (4, 12) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 12

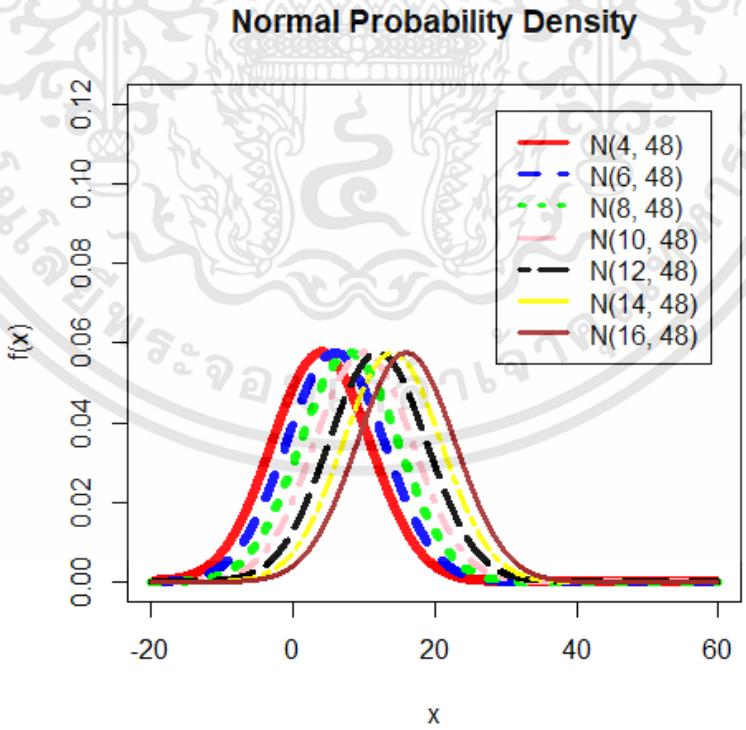


รูปที่ 3.25 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 12), (6, 12), (8, 12), (10, 12), (12, 12), (14, 12) และ (16, 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

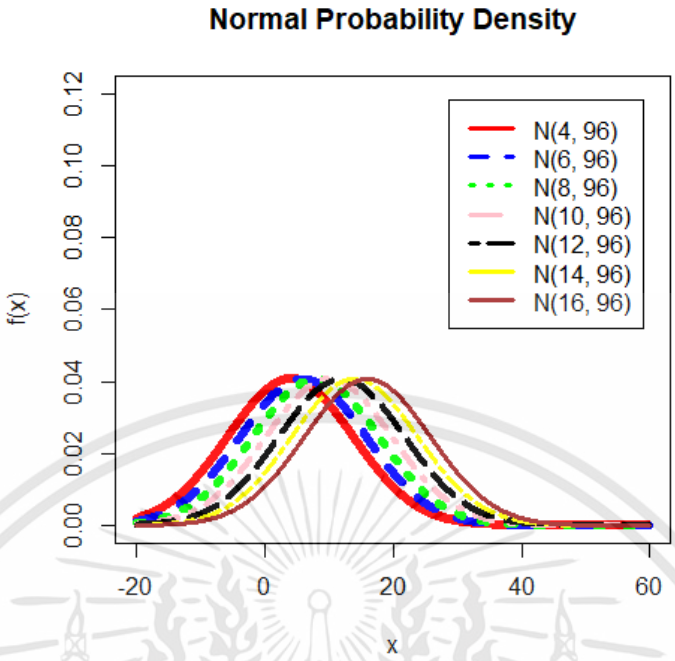


รูปที่ 3.26 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 24), (6, 24), (8, 24), (10, 24), (12, 24), (14, 24) และ (16, 24)



รูปที่ 3.27 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 48), (6, 48), (8, 48), (10, 48), (12, 48), (14, 48) และ (16, 48)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 96), (6, 96), (8, 96), (10, 96), (12, 96), (14, 96) และ (16, 96)

2. สถานการณ์ที่ 4 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน และความแปรปรวนต่างกัน โดยที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) สำหรับการแจกแจงปรกติ 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.18 และรูปที่ 3.29 - 3.32

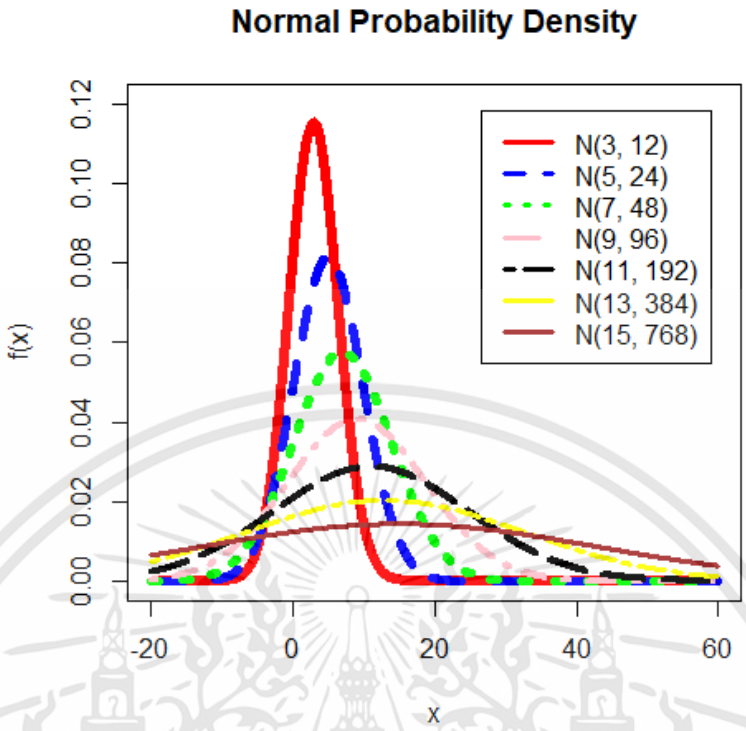
ตารางที่ 3.18 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติในสถานการณ์ที่ 4

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(3, 12)	(5, 24)	(7, 48)	(9, 96)	(11, 192)	(13, 384)	(15, 768)
2	(4, 12)	(6, 24)	(8, 48)	(10, 96)	(12, 192)	(14, 384)	(16, 768)
3	(5, 12)	(7, 24)	(9, 48)	(11, 96)	(13, 192)	(15, 384)	(17, 768)
4	(6, 12)	(8, 24)	(10, 48)	(12, 96)	(14, 192)	(16, 384)	(18, 768)

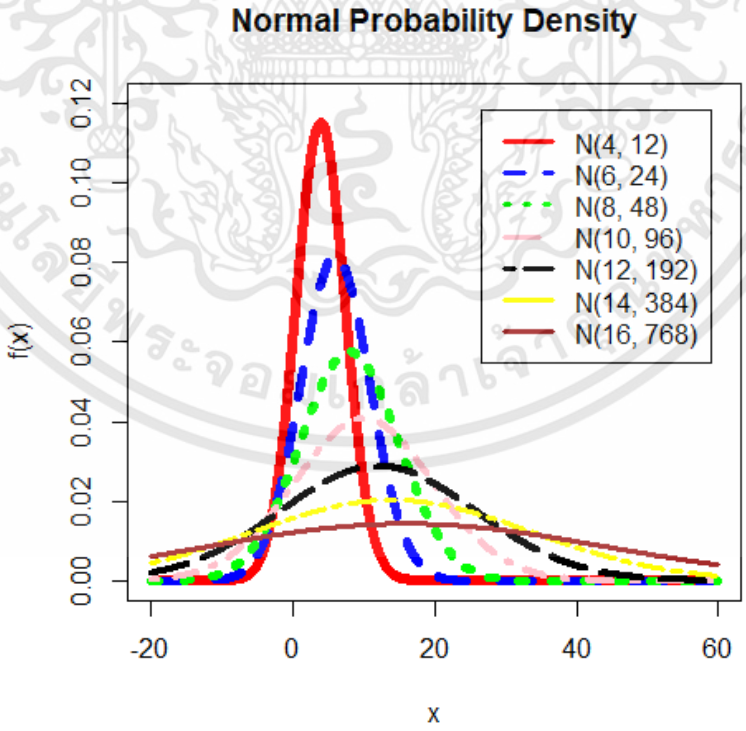
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง ค่าเฉลี่ย และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง ความแปรปรวน

เช่น (3, 12) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

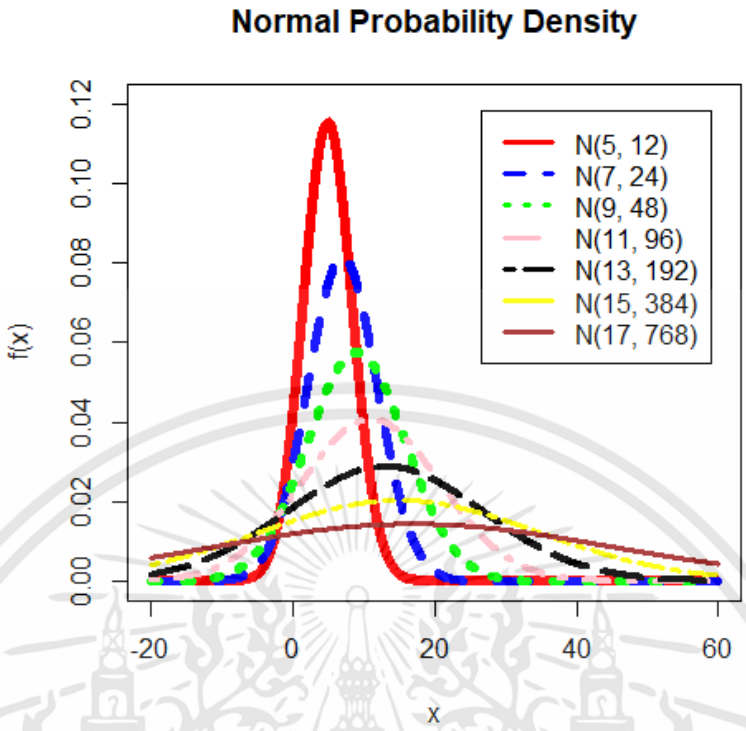


รูปที่ 3.29 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3, 12), (5, 24), (7, 48), (9, 96), (11, 192), (13, 384) และ (15, 768)

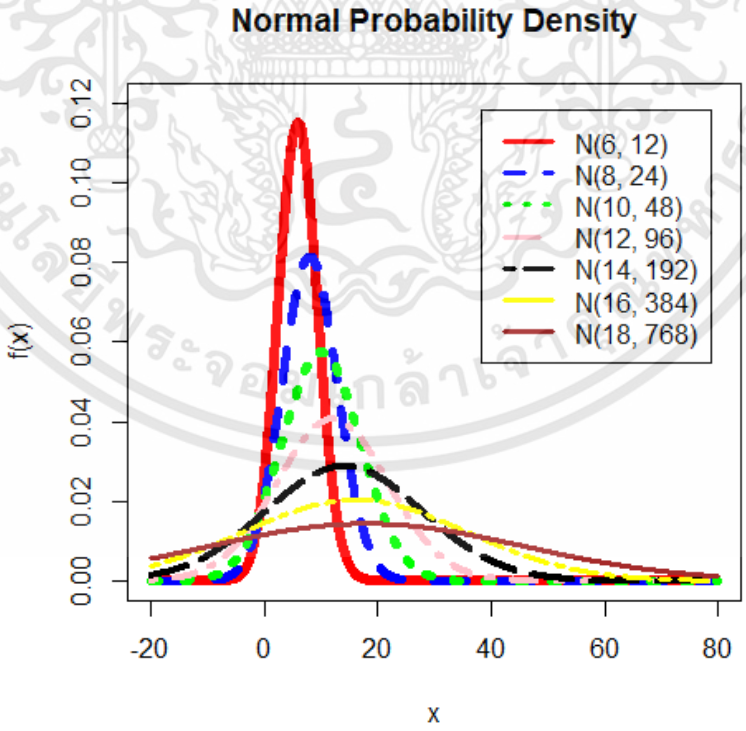


รูปที่ 3.30 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4, 12), (6, 24), (8, 48), (10, 96), (12, 192), (14, 384) และ (16, 768)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (5, 12), (7, 24), (9, 48), (11, 96), (13, 192), (15, 384) และ (17, 768)



รูปที่ 3.32 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (6,12), (8,24), (10,48), (12,96), (14,192), (16,384) และ (18,768)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8.2 กรณีประชากรมีการแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

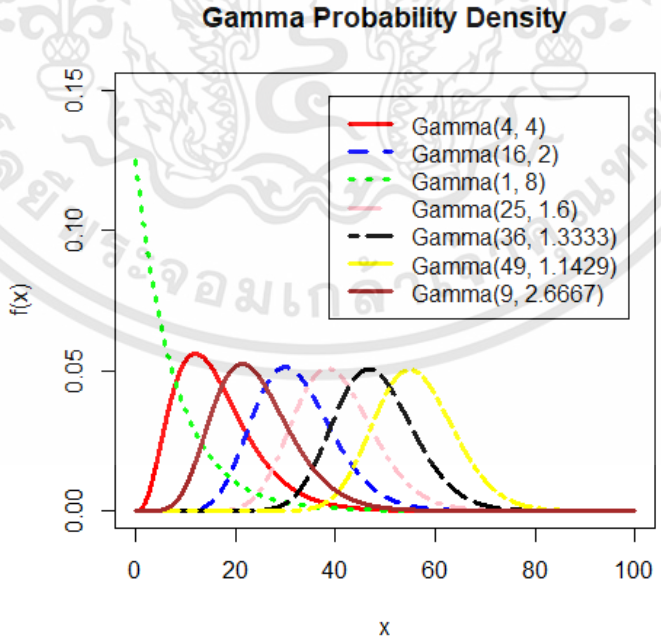
1. สถานการณ์ที่ 3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน และความแปรปรวนเท่ากัน โดยที่ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) สำหรับการแจกแจงแกมมา 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.19 และรูปที่ 3.33 - 3.36

ตารางที่ 3.19 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมาในสถานการณ์ที่ 3

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(4, 4)	(16, 2)	(1, 8)	(25, 1.6)	(36, 1.3333)	(49, 1.1429)	(9, 2.6667)
2	(4, 8)	(64, 2)	(16, 4)	(36, 2.6667)	(100, 1.6)	(196, 1.1429)	(324, 0.8889)
3	(8, 8)	(32, 4)	(2, 16)	(288, 1.3333)	(72, 2.6667)	(200, 1.6)	(392, 1.1429)
4	(8, 16)	(128, 4)	(32, 8)	(512, 2)	(288, 2.6667)	(2, 32)	(800, 1.6)

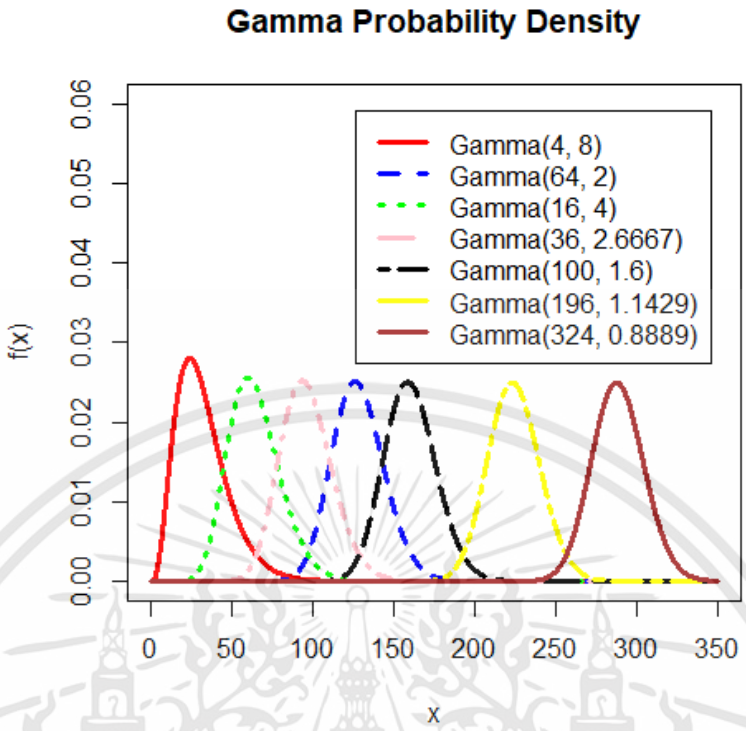
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง α และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง β

เช่น (4, 4) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแกมมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\alpha\beta$ = 4(4) = 16 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\alpha\beta^2$ = 4(4^2) = 64

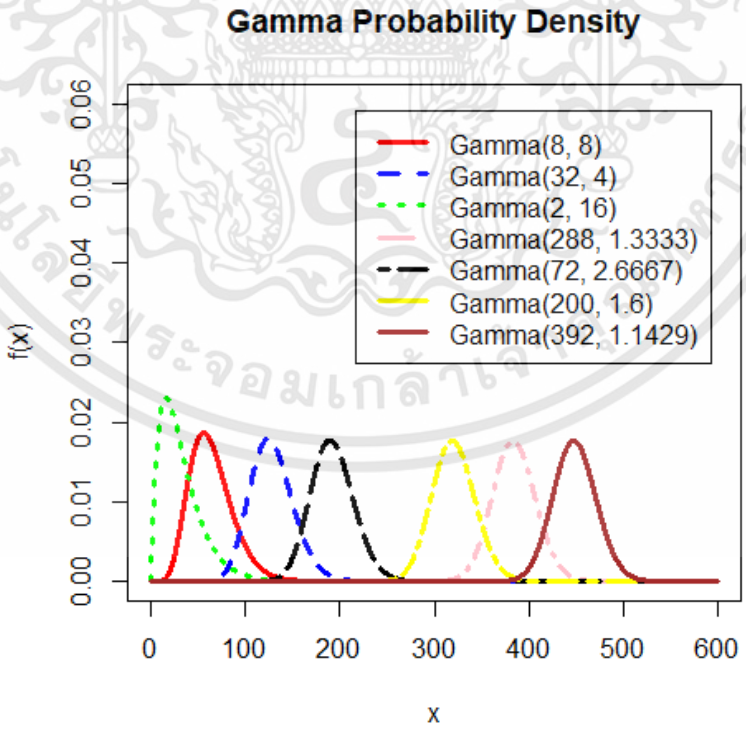


รูปที่ 3.33 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 4), (16, 2), (1, 8), (25, 1.6), (36, 1.3333), (49, 1.1429) และ (9, 2.6667)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

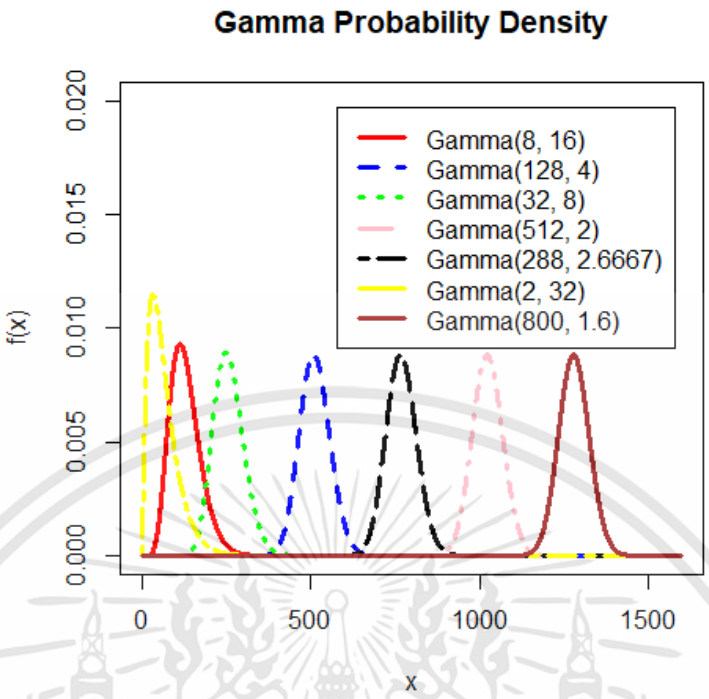


รูปที่ 3.34 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 8), (64, 2), (16, 4), (36, 2.6667), (100, 1.6), (196, 1.1429) และ (324, 0.8889)



รูปที่ 3.35 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 8), (32, 4), (2, 16), (288, 1.3333), (72, 2.6667), (200, 1.6) และ (392, 1.1429)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 16), (128, 4), (32, 8), (512, 2), (288, 2.6667), (2, 32) และ (800, 1.6)

2. สถานการณ์ที่ 4 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน และความแปรปรวนต่างกัน โดยที่ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) สำหรับการแจกแจงแกมมา 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.20 และรูปที่ 3.37 - 3.40

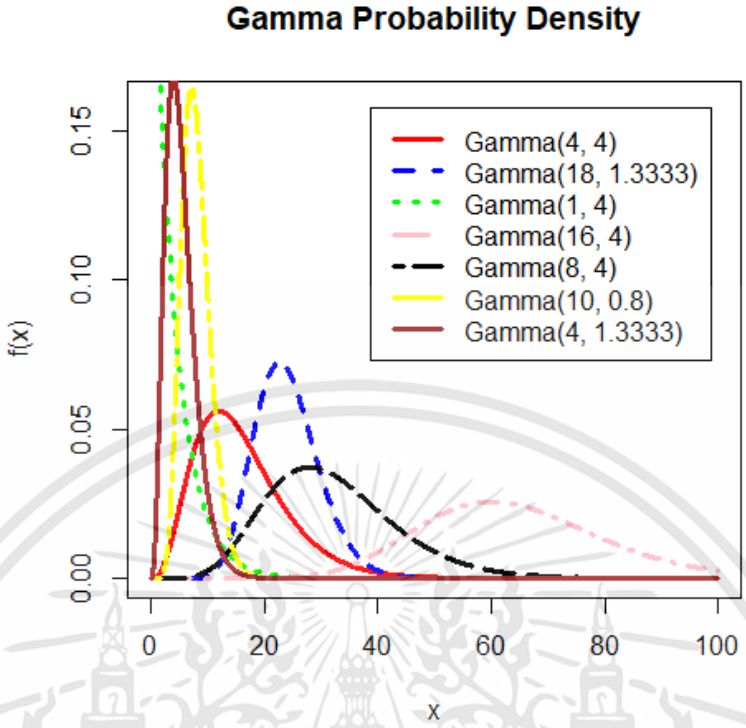
ตารางที่ 3.20 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมาในสถานการณ์ที่ 4

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(4, 4)	(18, 1.3333)	(1, 4)	(16, 4)	(8, 4)	(10, 0.8)	(4, 1.3333)
2	(4, 8)	(162, 0.8889)	(4, 4)	(72, 2.6667)	(96, 1.3333)	(48, 1.3333)	(896, 0.2857)
3	(8, 8)	(1, 16)	(144, 2.6667)	(128, 4)	(8, 4)	(48, 2.6667)	(384, 0.6667)
4	(288, 2.6667)	(16, 4)	(72, 2.6667)	(144, 2.6667)	(48, 2.6667)	(96, 2.6667)	(896, 0.5714)

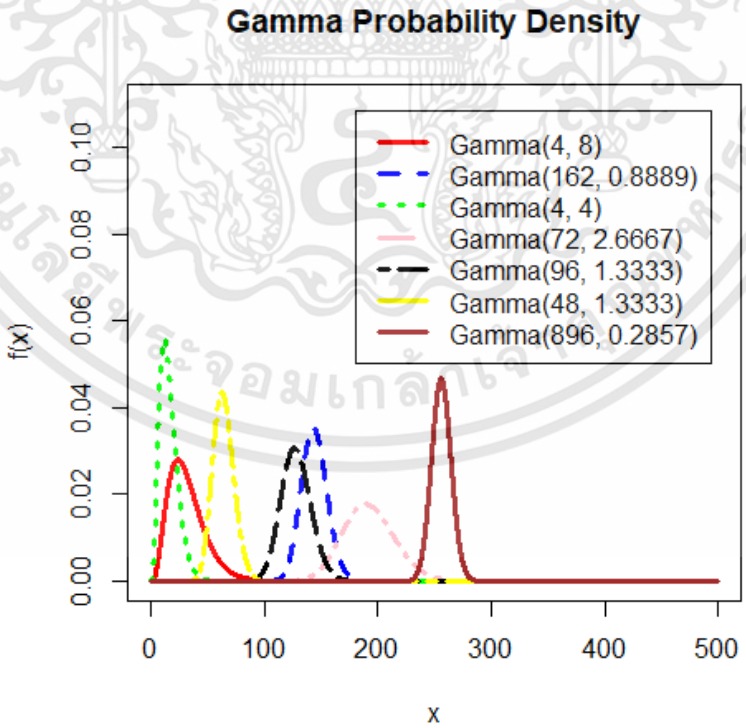
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง α และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง β

เช่น (4, 4) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแกมมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\alpha\beta$ = 4(4) = 16 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\alpha\beta^2$ = 4(4^2) = 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

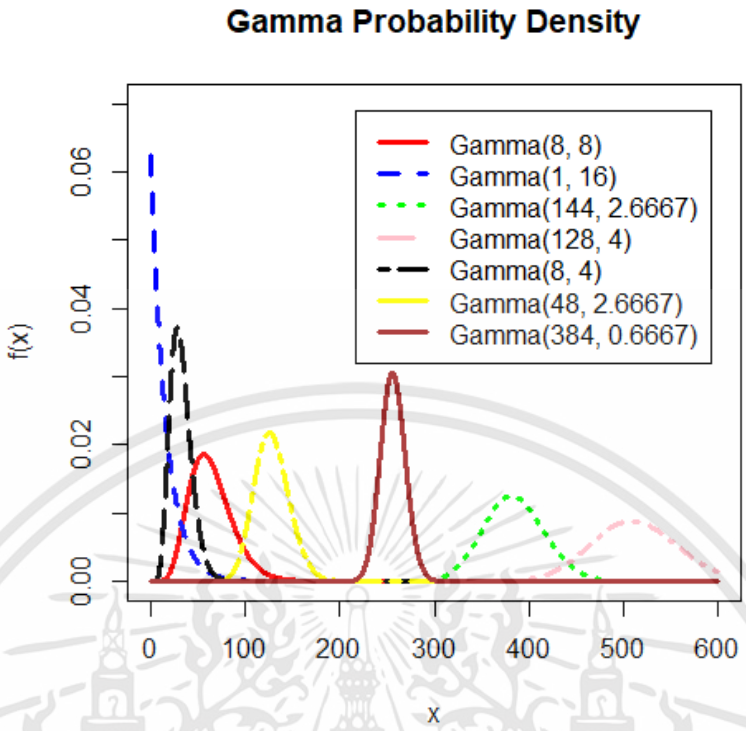


รูปที่ 3.37 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 4), (18, 1.3333), (1, 4), (16, 4), (8, 4), (10, 0.8) และ (4, 1.3333)

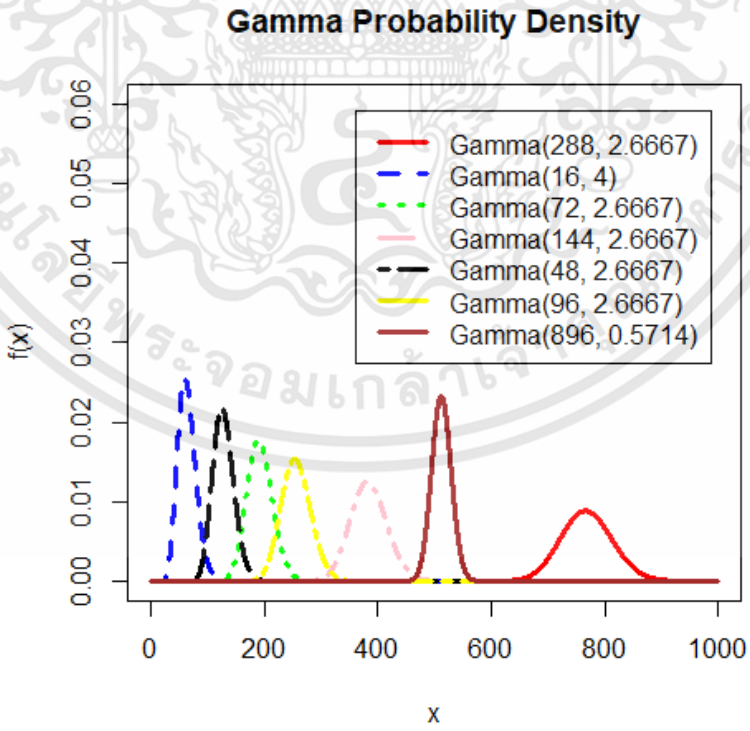


รูปที่ 3.38 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4, 8), (162, 0.8889), (4, 4), (72, 2.6667), (96, 1.3333), (48, 1.3333) และ (896, 0.2857)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (8, 8), (1, 16), (144, 2.6667), (128, 4), (8, 4), (48, 2.6667) และ (384, 0.6667)



รูปที่ 3.40 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (288, 2.6667), (16, 4), (72, 2.6667), (144, 2.6667), (48, 2.6667), (96, 2.6667) และ (896, 0.5714)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8.3 กรณีประชากรมีการแจกแจงบีตา กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน และความแปรปรวนเท่ากัน โดยที่ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) สำหรับการแจกแจงบีตา 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.21 และรูปที่ 3.41 - 3.44

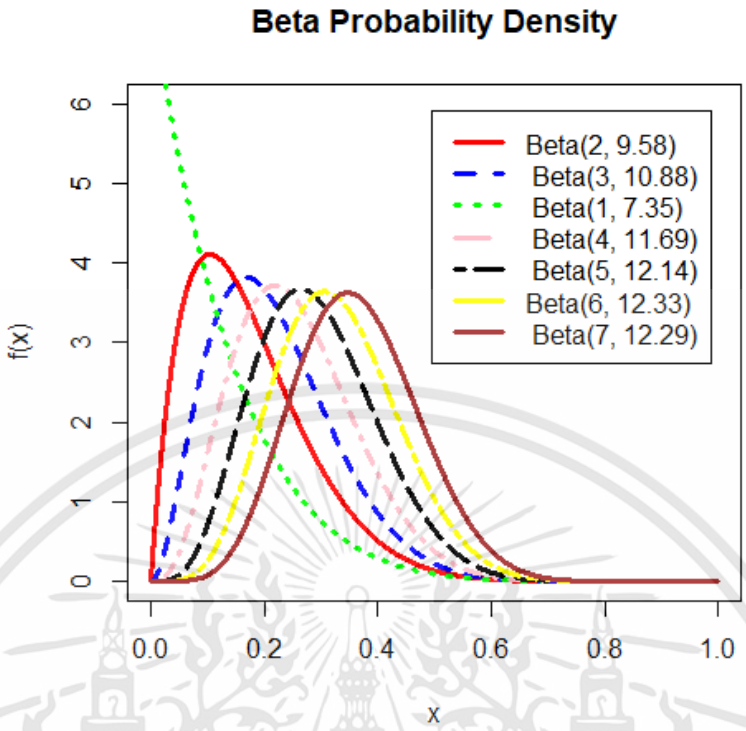
ตารางที่ 3.21 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 3

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(2, 9.58)	(3, 10.88)	(1, 7.35)	(4, 11.69)	(5, 12.14)	(6, 12.33)	(7, 12.29)
2	(2, 8.33)	(3, 9.36)	(1, 3.47)	(4, 9.89)	(5, 10.08)	(6, 10)	(7, 9.67)
3	(2, 8)	(3, 8.96)	(1, 6.27)	(4, 9.44)	(5, 9.56)	(6, 9.41)	(7, 9)
4	(2, 8.3)	(3, 9.3)	(1, 6.42)	(4, 9.85)	(5, 10)	(6, 9.96)	(7, 9.62)

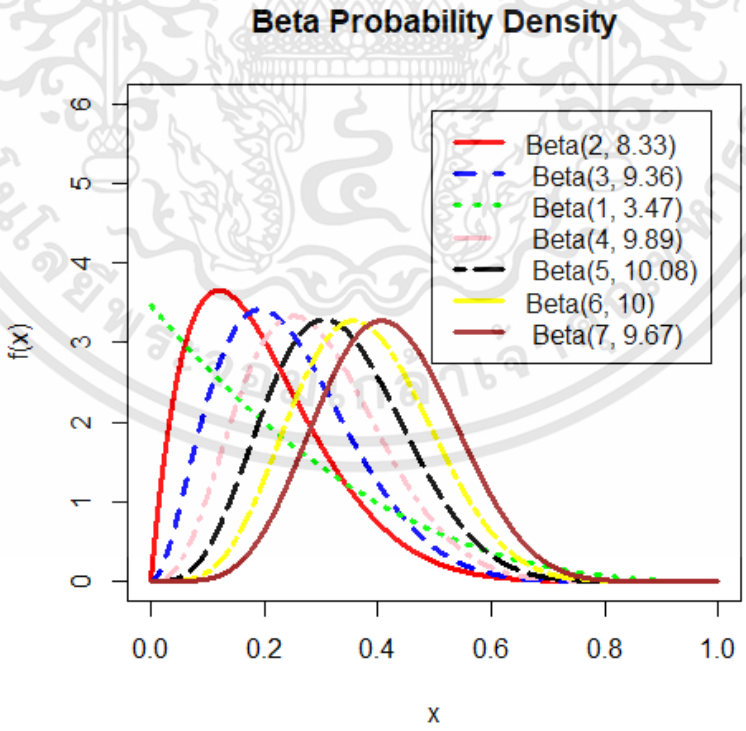
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง α และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง β

เช่น (2, 9.58) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงบีตา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\frac{\alpha}{\alpha+\beta} = \frac{2}{2+9.58} = 0.1727$ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)} = \frac{2(9.58)}{(2+9.58)^2(2+9.58+1)} = 0.0114$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

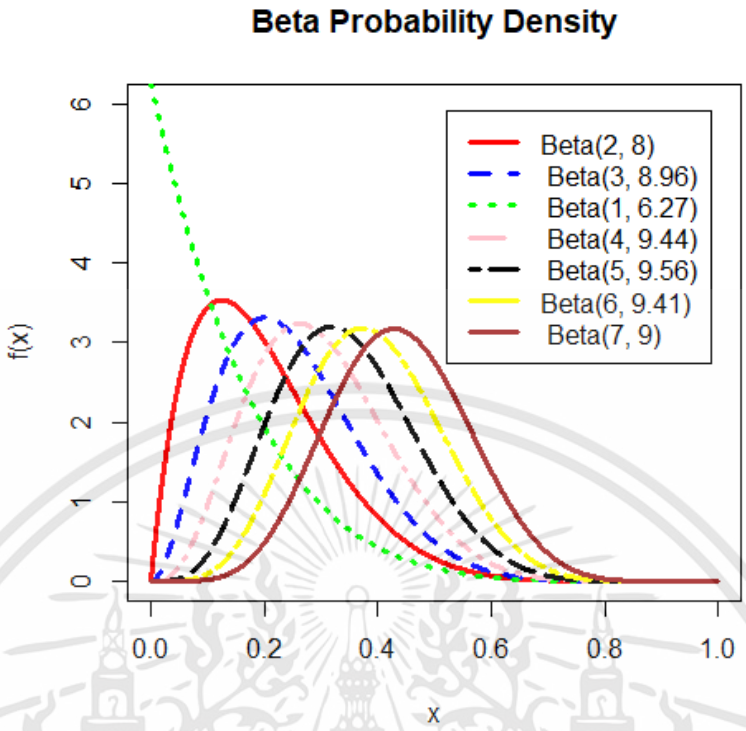


รูปที่ 3.41 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 9.58), (3, 10.88), (1, 7.35), (4, 11.69), (5, 12.14), (6, 12.33) และ (7, 12.29)

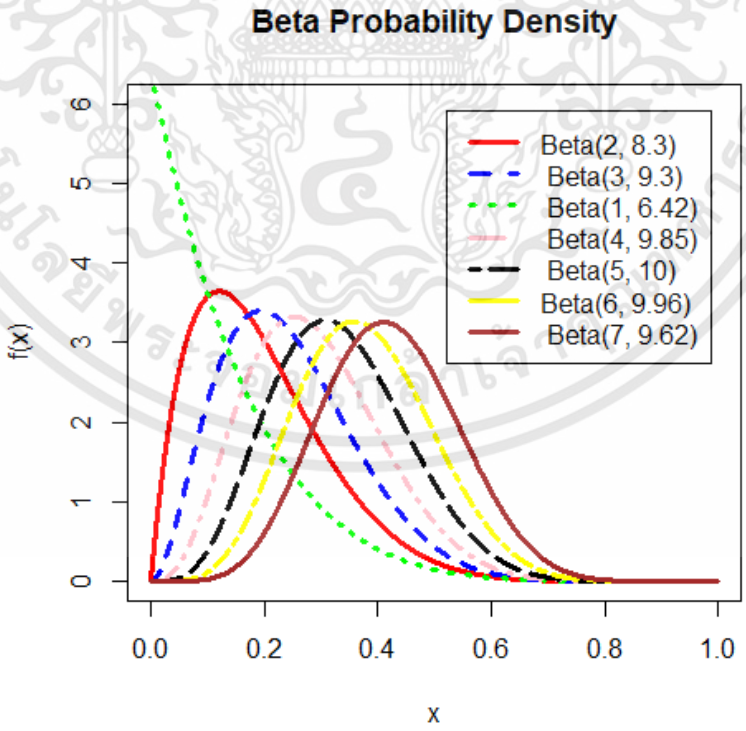


รูปที่ 3.42 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 8.33), (3, 9.36), (1, 3.47), (4, 9.89), (5, 10.08), (6, 10) และ (7, 9.67)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.43 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 8), (3, 8.96), (1, 6.27), (4, 9.44), (5, 9.56), (6, 9.41) และ (7, 9)



รูปที่ 3.44 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2, 8.3), (3, 9.3), (1, 6.42), (4, 9.85), (5, 10), (6, 9.96) และ (7, 9.62)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

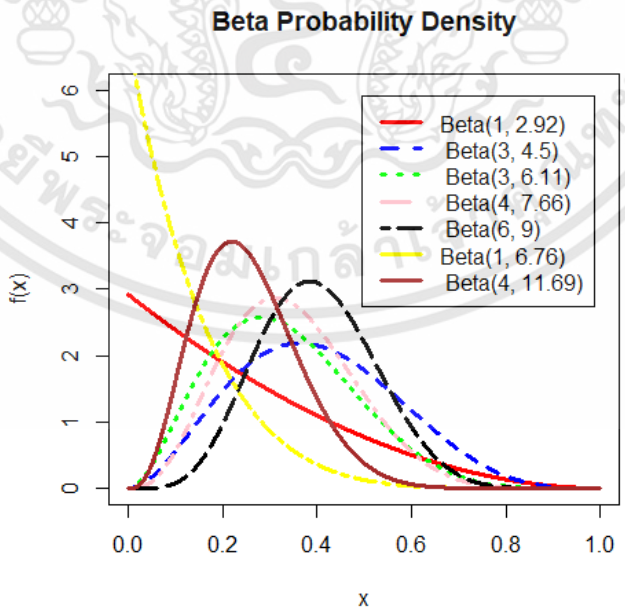
2. สถานการณ์ที่ 4 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน และความแปรปรวนต่างกัน โดยที่ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) สำหรับการแจกแจงบีตา 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.22 และรูปที่ 3.45 - 3.48

ตารางที่ 3.22 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 4

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(1, 2.92)	(3, 4.5)	(3, 6.11)	(4, 7.66)	(6, 9)	(1, 6.76)	(4, 11.69)
2	(1, 2.06)	(1, 3.5)	(3, 6.03)	(4, 8.05)	(7, 9.67)	(5, 11.93)	(5, 13.61)
3	(5, 22.69)	(5, 17.03)	(4, 25.25)	(4, 28.97)	(7, 40.18)	(7, 44.29)	(6, 45.29)
4	(1, 3.01)	(3, 5.54)	(4, 7.79)	(5, 10)	(6, 12.33)	(5, 13.94)	(5, 15.63)

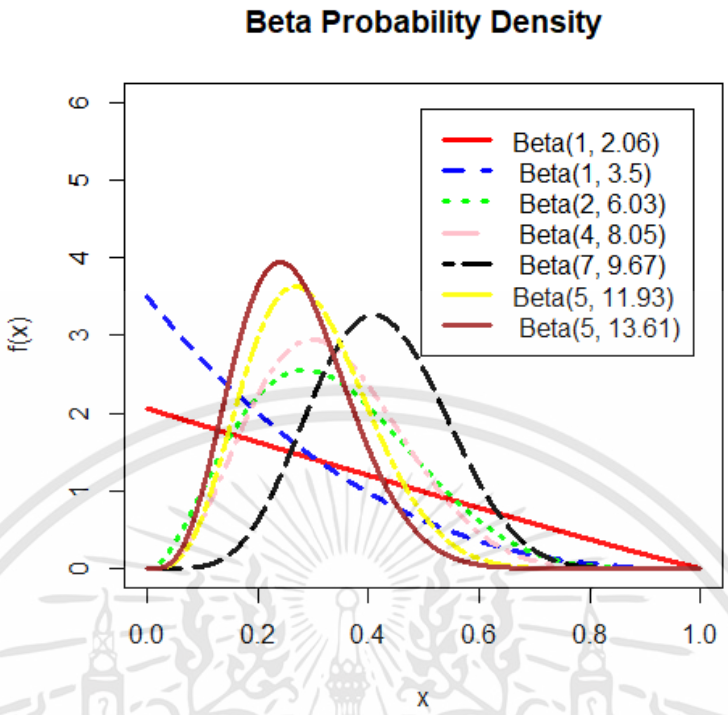
โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง α และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง β

เช่น (1, 2.92) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงบีตา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\frac{\alpha}{\alpha+\beta} = \frac{1}{1+2.92} = 0.2551$ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)} = \frac{1(2.92)}{(1+2.92)^2(1+2.92+1)} = 0.04$

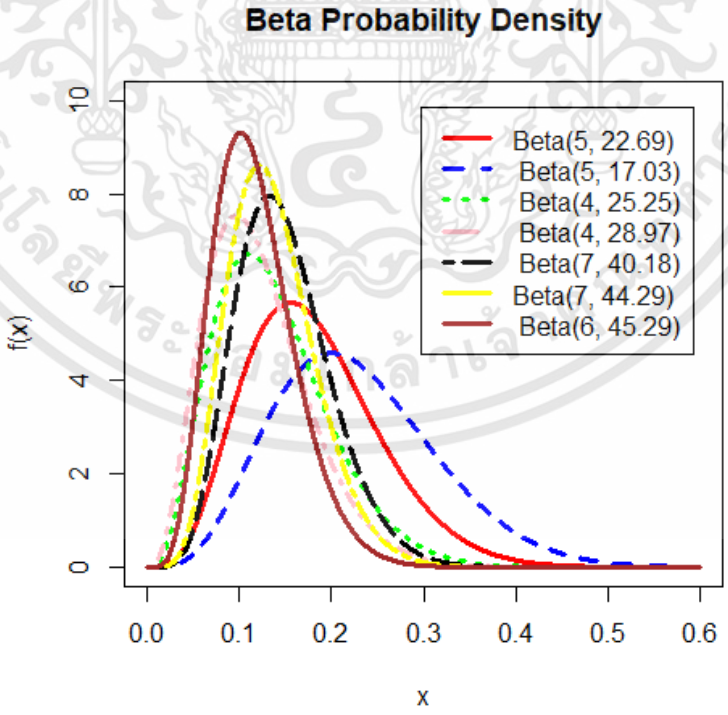


รูปที่ 3.45 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (1, 2.92), (3, 4.5), (3, 6.11), (4, 7.66), (6, 9), (1, 6.76) และ (4, 11.69)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

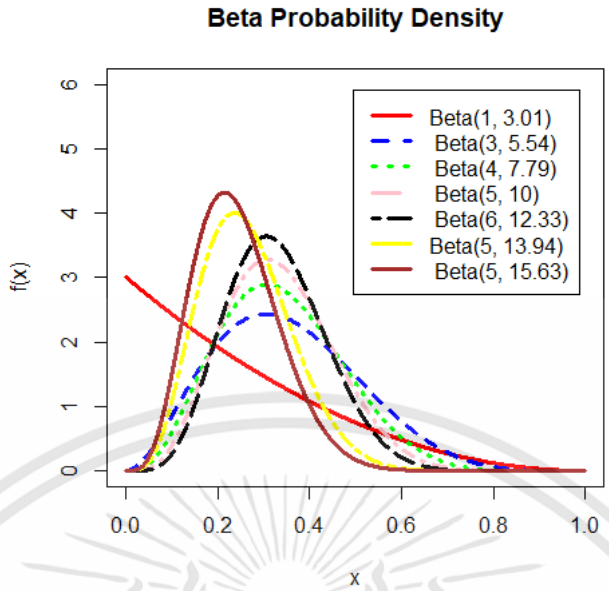


รูปที่ 3.46 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (1, 2.06), (1, 3.5), (3, 6.03), (4, 8.05), (7, 9.67), (5, 11.93) และ (5, 13.61)



รูปที่ 3.47 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (5, 22.69), (5, 17.03), (4, 25.25), (4, 28.97), (7, 40.18), (7, 44.29) และ (6, 45.29)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



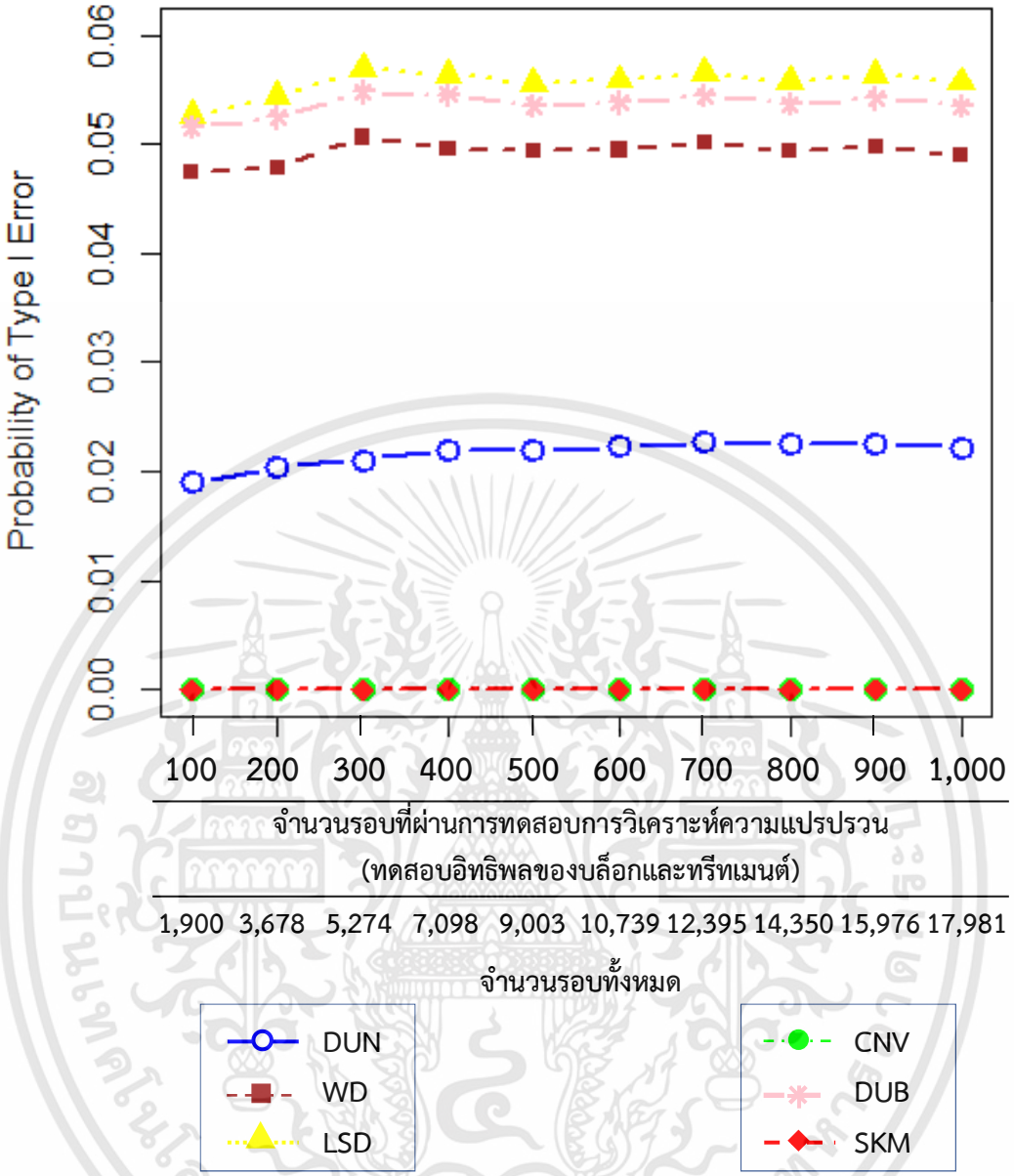
รูปที่ 3.48 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นบีตา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (1, 3.01), (3, 5.54), (4, 7.79), (5, 10), (6, 12.33), (5, 13.94) และ (5, 15.63)

3.1.9 หาจำนวนรอบที่ใช้ในงานวิจัยโดยจะพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีที่ข้อมูลถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากันของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ดังตารางที่ 3.23 ดังนี้

ตารางที่ 3.23 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีที่ข้อมูลถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากันของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน 100 – 1,000 รอบ ของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว

ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ทดสอบอิทธิพลของบล็อกและทรีตเมนต์)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	จำนวนรอบทั้งหมด									
	1,900	3,678	5,274	7,098	9,003	10,739	12,395	14,350	15,976	17,981
1. DUN	0.0189	0.0204	0.0210	0.0220	0.0219	0.0223	0.0227	0.0225	0.0226	0.0221
2. WD	0.0474	0.0479	0.0506	0.0496	0.0494	0.0494	0.0502	0.0493	0.0498	0.0489
3. LSD	0.0526	0.0544	0.0569	0.0564	0.0555	0.0559	0.0565	0.0557	0.0563	0.0556
4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5. DUB	0.0516	0.0525	0.0548	0.0545	0.0535	0.0538	0.0545	0.0537	0.0542	0.0535
6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.49 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากันของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน 100 – 1,000 รอบ ของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว

จากรูปที่ 3.49 จะพบว่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ จะเริ่มคงที่เมื่อจำนวนรอบทั้งหมดเท่ากับ 12,395 รอบ และจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนเท่ากับ 700 รอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดจำนวนรอบที่ใช้ในการวิจัยเท่ากับจำนวนที่ผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวนเท่ากับ 700 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 คำนวณข้อมูลแต่ละประชากรด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แล้วตรวจสอบว่าข้อมูลนั้นมีอิทธิพลของบล็อกหรือไม่ ถ้ามีอิทธิพลของบล็อกก็จะสามารถใช้ข้อมูลนั้นในงานวิจัย แต่ถ้าไม่มีอิทธิพลของบล็อกข้อมูลนั้นก็จะไม่ถูกนำมาทำการวิจัย

3.1.11 หลังจากตรวจสอบอิทธิพลของบล็อกแล้ว ผู้วิจัยก็จะทำการตรวจสอบอิทธิพลของทรีตเมนต์โดยตรวจสอบจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ถ้าตรวจสอบพบว่าข้อมูลนั้นมีอิทธิพลของทรีตเมนต์ ผู้วิจัยก็จะนำข้อมูลชุดนั้นไปทำการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพหุคูณต่อไป แต่ถ้าไม่มีอิทธิพลของทรีตเมนต์ ข้อมูลชุดนั้นก็จะไม่ถูกนำไปวิเคราะห์การเปรียบเทียบพหุคูณ

3.1.12 เมื่อทำการตรวจสอบอิทธิพลของบล็อกและอิทธิพลทรีตเมนต์แล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดว่าชุดข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบหรือกล่าวว่าชุดข้อมูลมีอิทธิพลของบล็อกและมีอิทธิพลของทรีตเมนต์จะต้องมีจำนวนชุดข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ 700 ชุด ก่อนนำไปทำการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพหุคูณ

3.1.13 คำนวณความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบตามเกณฑ์ของแบรดลีย์ในแต่ละสถานการณ์

3.1.14 คำนวณกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของแบรดลีย์ได้ในแต่ละสถานการณ์

3.1.15 เปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ โดยตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของแบรดลีย์ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดจะถือว่าเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะดำเนินงานตามขั้นตอนโดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 การคำนวณความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α)

3.2.1.1 จำลองข้อมูลในแต่ละขนาดจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา ให้มีพารามิเตอร์ตามที่ต้องการ โดยกำหนดค่าตัวสร้างเลขสุ่มเทียม (Seeding Number) เพื่อให้การสุ่มข้อมูลในครั้งต่อไปมีค่าเท่าเดิม ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าตัวสร้างเลขสุ่มเทียม เท่ากับ 10 โดยโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2

3.2.1.2 คำนวณตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ โดยใช้คำสั่งจากโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 สรุปผลการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง ในแต่ละระดับนัยสำคัญโดยการเปรียบเทียบค่าพี (p-value) กับระดับนัยสำคัญ (α)

3.2.1.4 ทำซ้ำข้อ 3.2.1.1 – 3.2.1.3 จนครบ 700 ครั้ง แล้วทำการหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยการนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) ดังนี้

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

ถ้าความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบสำหรับแต่ละสถานการณ์มีค่าอยู่ในช่วงที่ได้กำหนดไว้ในเกณฑ์ของการเปรียบเทียบ ได้แก่ เกณฑ์ของแบรดลีย์ จะถือว่าตัวสถิติทดสอบนั้นมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ โดยหลักเกณฑ์การพิจารณาเลือกใช้เกณฑ์ของแบรดลีย์จะพิจารณาดังนี้

เกณฑ์ของค็อกแครน

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.04, 0.06)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.08, 0.12)

จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

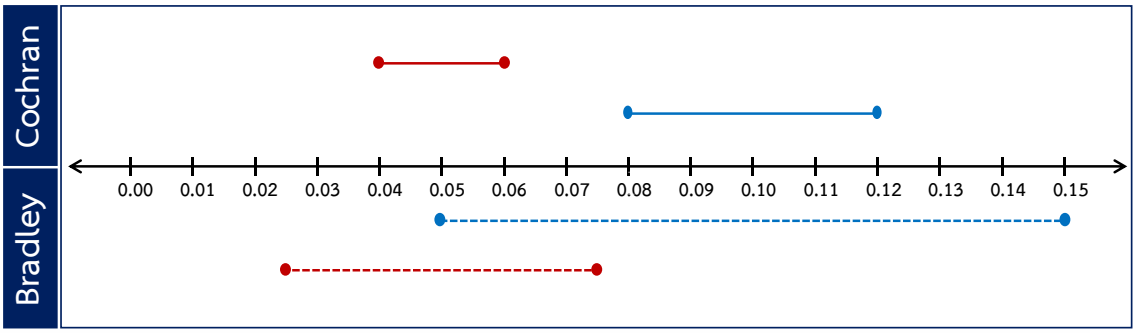
เกณฑ์ของแบรดลีย์

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.025, 0.075)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.05, 0.15)

จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 เกณฑ์ของค็อกแครน และเกณฑ์ของแบรดลีย์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10

หมายเหตุ : —— เกณฑ์ของค็อกแครน

------ เกณฑ์ของแบรดลีย์

—— การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

—— การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจากช่วงของเกณฑ์ของแบรดลีย์ครอบคลุมช่วงของเกณฑ์ของค็อกแครน ผู้วิจัยจึงนำเกณฑ์ของแบรดลีย์มาใช้ในงานวิจัยนี้

3.2.2 การคำนวณกำลังการทดสอบ $(1-\beta)$

3.2.2.1 จำลองข้อมูลในแต่ละขนาดจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา ให้มีพารามิเตอร์ตามที่ต้องการ โดยกำหนดค่าตัวสร้างเลขสุ่มเทียม (Seeding Number) เพื่อให้การสุ่มข้อมูลในครั้งต่อไปมีค่าเท่าเดิม ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าตัวสร้างเลขสุ่มเทียม เท่ากับ 10 ด้วยโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2

3.2.2.2 คำนวณตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ โดยใช้คำสั่งจากโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2

3.2.2.3 สรุปผลการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง ในแต่ละระดับนัยสำคัญในการเทียบ p-value กับระดับนัยสำคัญ (α)

3.2.2.4 ทำซ้ำข้อ 3.2.2.1 – 3.2.2.3 จบครบ 700 ครั้ง แล้วหากำลังการทดสอบโดยการนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) ดังนี้

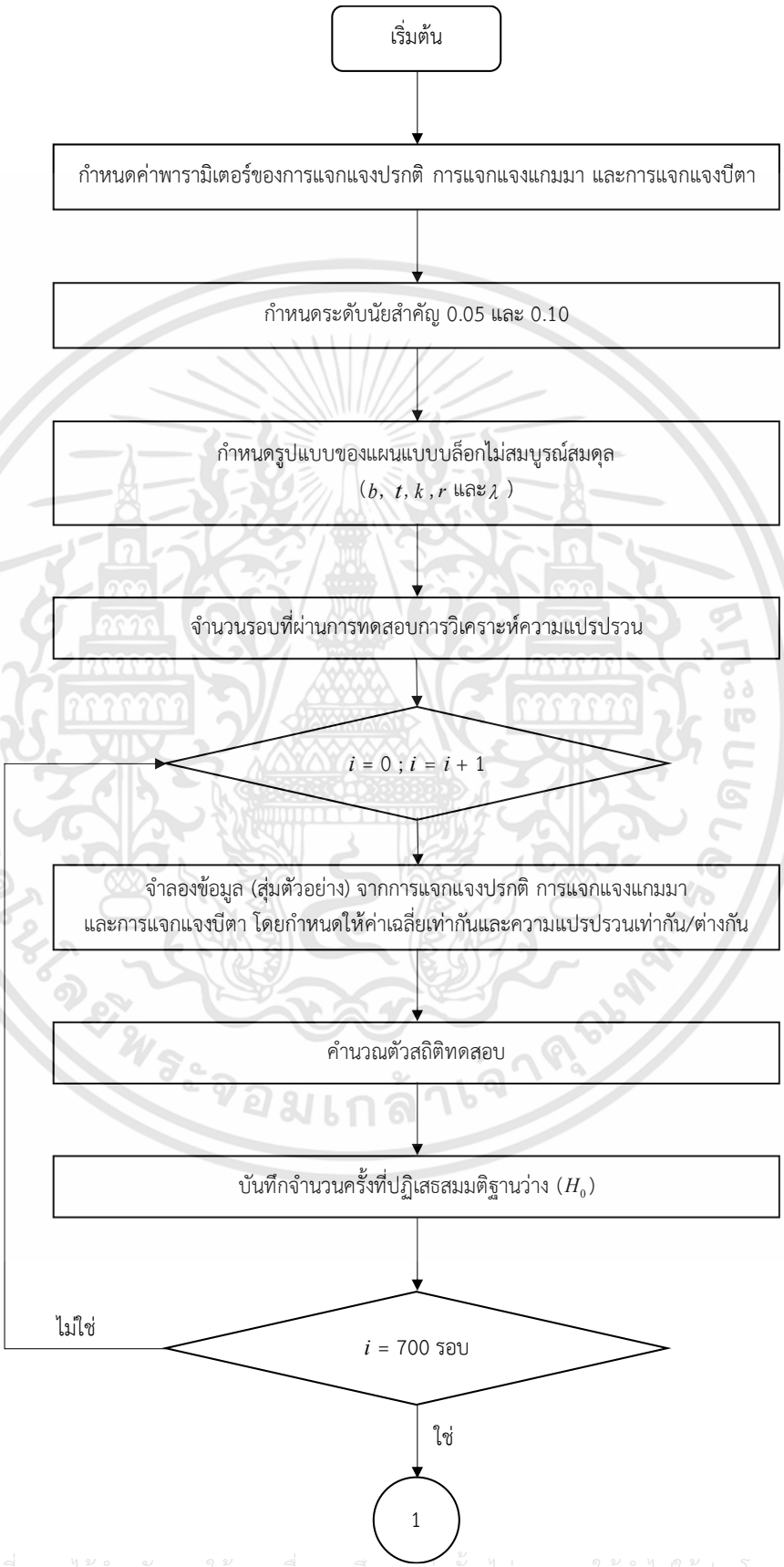
$$\text{กำลังการทดสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งของการปฏิเสธ } H_0 \text{ เมื่อ } H_0 \text{ ไม่จริง}}{\text{จำนวนรอบทั้งหมด}}$$

โดยหากำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น และทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ ถ้าพบว่าตัวสถิติทดสอบใดมีกำลังการทดสอบสูงสุดจะเป็นตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด

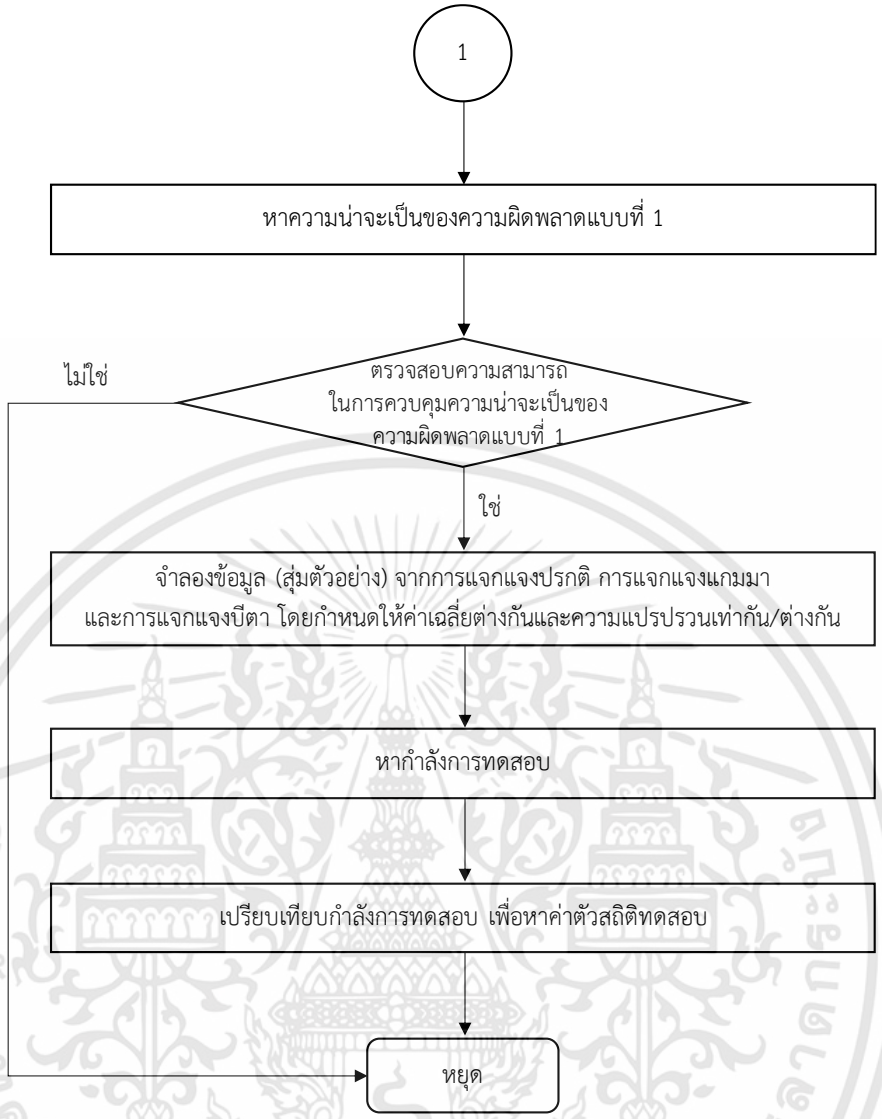
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังรูปที่ 3.51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.51 แผนผังแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DMRT or Duncan) ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test) ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test) ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน (Durbin Test) และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ (Skillings-Mack Test)

การนำเสนอผลการวิจัยจะแสดงการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลทั้ง 6 การทดสอบ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบในงานวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์ของของแบรดลีย์ (Bradley (1978)) ในการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 หลังจากนั้นจะทำการพิจารณาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น

โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนตัวสถิติทดสอบ ดังนี้

DUN	คือ	ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน
WD	คือ	ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน
LSD	คือ	ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์
‘ CNV	คือ	ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์
DUB	คือ	ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน
SKM	คือ	ตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

4.1.1.1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

4.1.1.1.1 สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน

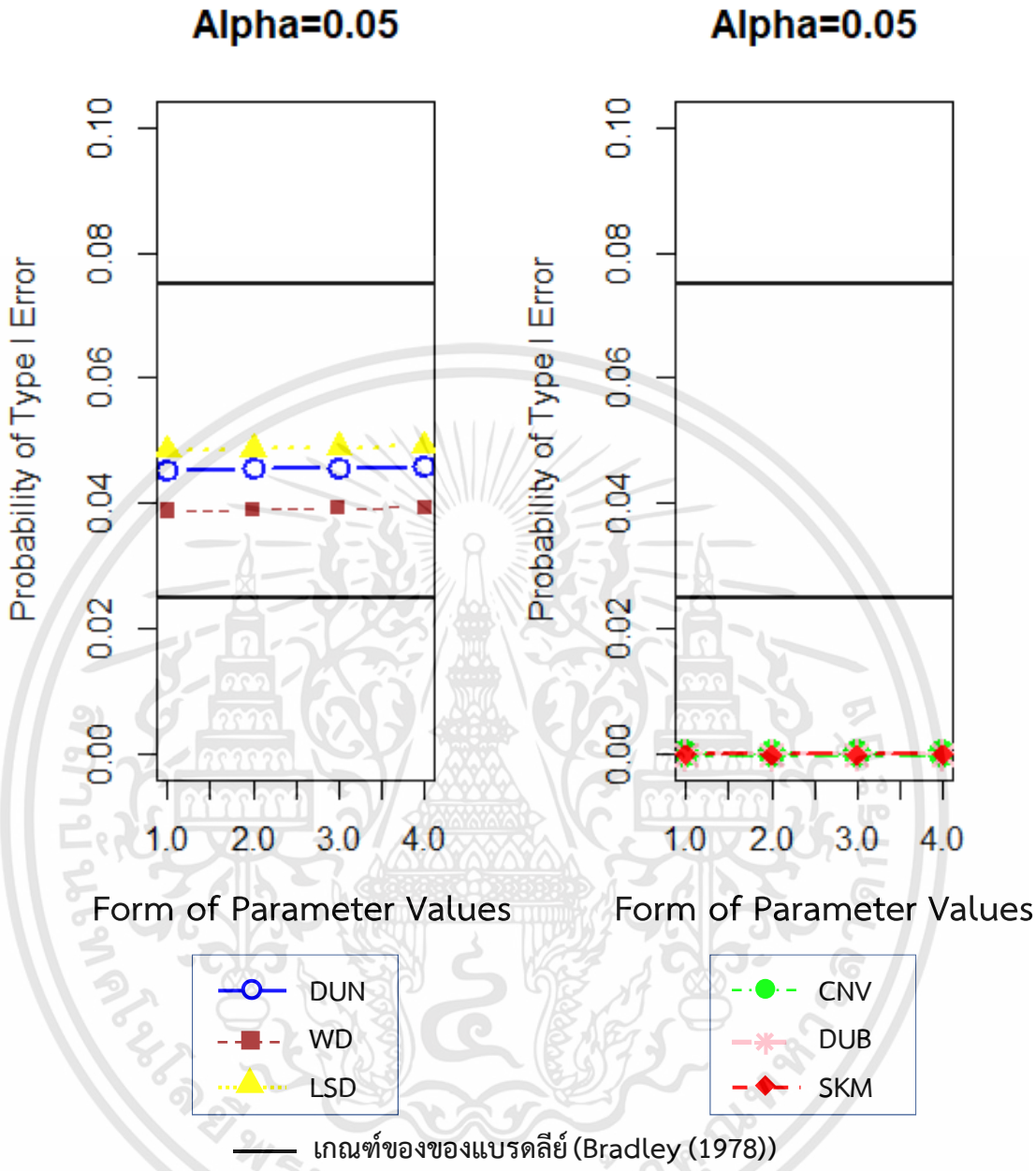
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.1 - 4.5 และรูปที่ 4.1 - 4.2

ตารางที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.0453[B]	0.0455[B]	0.0457[B]	0.0459[B]
		2. WD	0.0388[B]	0.0390[B]	0.0392[B]	0.0394[B]
		3. LSD	0.0485[B]	0.0487[B]	0.0489[B]	0.0491[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.1003[B]	0.1005[B]	0.1007[B]	0.1009[B]
		2. WD	0.0874[B]	0.0876[B]	0.0878[B]	0.0880[B]
		3. LSD	0.1133[B]	0.1135[B]	0.1137[B]	0.1139[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : B คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

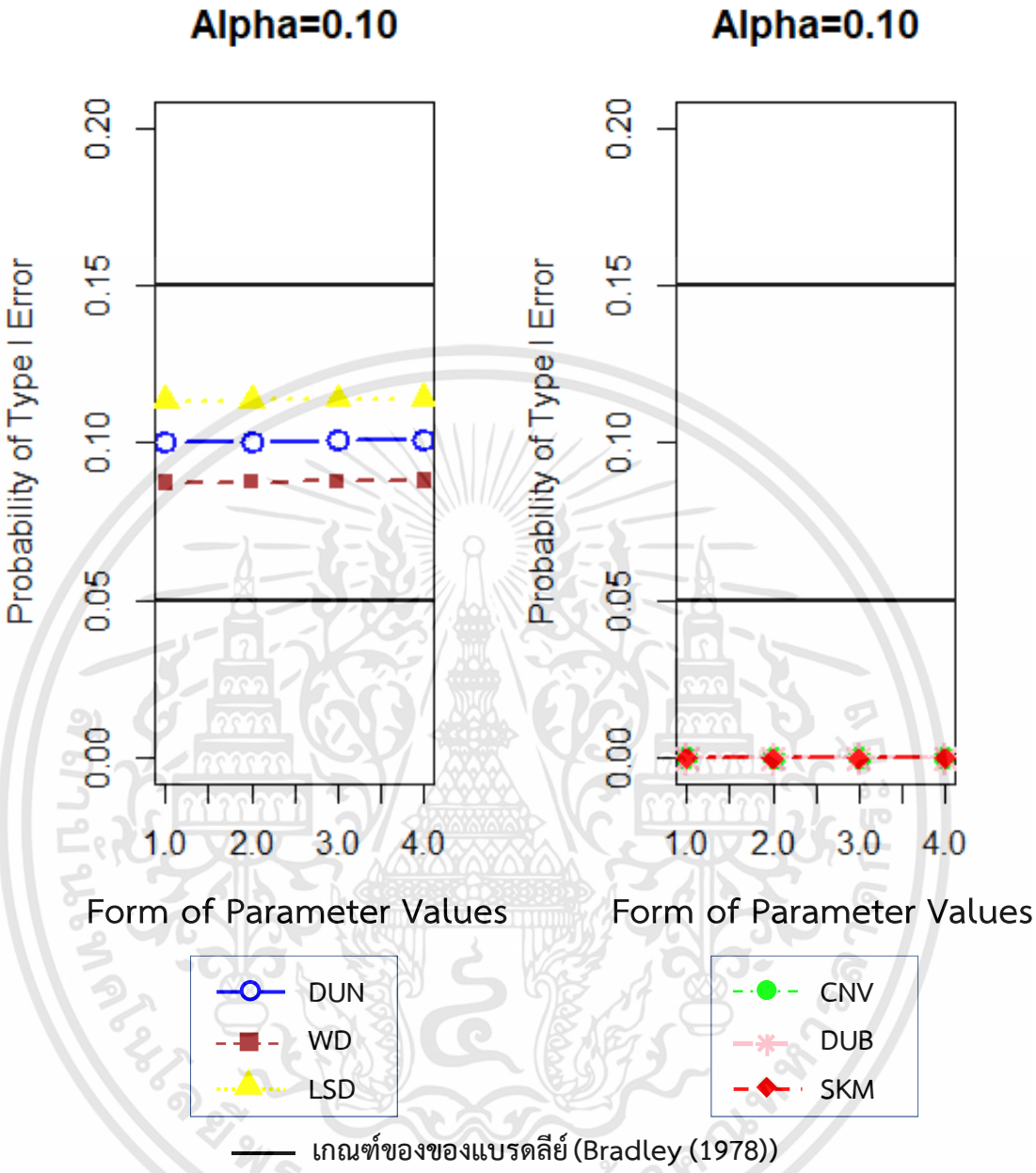
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.1 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.2 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	0.0002	0.0004	0.0006	0.0008
		2. WD	0.0428[B]	0.0430[B]	0.0432[B]	0.0434[B]
		3. LSD	0.0507[B]	0.0509[B]	0.0511[B]	0.0513[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0489[B]	0.0491[B]	0.0493[B]	0.0495[B]
		6. SKM	0.0179	0.0181	0.0183	0.0185
	0.10	1. DUN	0.0006	0.0008	0.0010	0.0012
		2. WD	0.0908[B]	0.0910[B]	0.0912[B]	0.0914[B]
		3. LSD	0.1049[B]	0.1051[B]	0.1053[B]	0.1055[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0957[B]	0.0959[B]	0.0961[B]	0.0963[B]
		6. SKM	0.0261	0.0263	0.0265	0.0267
แผน 3	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0447[B]	0.0449[B]	0.0451[B]	0.0453[B]
		3. LSD	0.0512[B]	0.0514[B]	0.0516[B]	0.0518[B]
		4. CNV	0.0071	0.0073	0.0075	0.0077
		5. DUB	0.0494[B]	0.0496[B]	0.0498[B]	0.0500[B]
		6. SKM	0.0189	0.0191	0.0193	0.0195
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0937[B]	0.0939[B]	0.0941[B]	0.0943[B]
		3. LSD	0.1036[B]	0.1038[B]	0.1040[B]	0.1042[B]
		4. CNV	0.0608[B]	0.0610[B]	0.0612[B]	0.0614[B]
		5. DUB	0.1006[B]	0.1008[B]	0.1010[B]	0.1012[B]
		6. SKM	0.0608[B]	0.0610[B]	0.0612[B]	0.0614[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.2 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	0.0012	0.0014	0.0016	0.0018
		2. WD	0.0081	0.0083	0.0085	0.0087
		3. LSD	0.0123	0.0125	0.0127	0.0129
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0084	0.0086	0.0088	0.009
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0025	0.0027	0.0029	0.0031
		2. WD	0.0167	0.0169	0.0171	0.0173
		3. LSD	0.0249	0.0251	0.0253	0.0255
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0142	0.0144	0.0146	0.0148
		6. SKM	0.0142	0.0144	0.0146	0.0148
แผน 5	0.05	1. DUN	0.0099	0.0101	0.0103	0.0105
		2. WD	0.0235	0.0237	0.0239	0.0241
		3. LSD	0.0268 ^{B}	0.0270^{B}	0.0272^{B}	0.0274^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0227	0.0229	0.0231	0.0233
		2. WD	0.0502^{B}	0.0504^{B}	0.0506^{B}	0.0508^{B}
		3. LSD	0.0565^{B}	0.0567^{B}	0.0569^{B}	0.0571^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0545^{B}	0.0547^{B}	0.0549^{B}	0.0551^{B}
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.3 พบว่าแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0450[B]	0.0452[B]	0.0454[B]	0.0456[B]
		3. LSD	0.0495[B]	0.0497[B]	0.0499[B]	0.0501[B]
		4. CNV	0.0264[B]	0.0266[B]	0.0268[B]	0.0270[B]
		5. DUB	0.0484[B]	0.0486[B]	0.0488[B]	0.0490[B]
		6. SKM	0.0228	0.0230	0.0232	0.0234
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0963[B]	0.0965[B]	0.0967[B]	0.0969[B]
		3. LSD	0.1035[B]	0.1037[B]	0.1039[B]	0.1041[B]
		4. CNV	0.0803[B]	0.0805[B]	0.0807[B]	0.0809[B]
		5. DUB	0.1023[B]	0.1025[B]	0.1027[B]	0.1029[B]
		6. SKM	0.0546[B]	0.0548[B]	0.0550[B]	0.0552[B]
แผน 7	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0494[B]	0.0496[B]	0.0498[B]	0.0500[B]
		3. LSD	0.0508[B]	0.0510[B]	0.0512[B]	0.0514[B]
		4. CNV	0.0024	0.0026	0.0028	0.0030
		5. DUB	0.0449[B]	0.0451[B]	0.0453[B]	0.0455[B]
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1044[B]	0.1046[B]	0.1048[B]	0.1050[B]
		3. LSD	0.1065[B]	0.1067[B]	0.1069[B]	0.1071[B]
		4. CNV	0.0392	0.0394	0.0396	0.0398
		5. DUB	0.0996[B]	0.0998[B]	0.1000[B]	0.1002[B]
		6. SKM	0.0427	0.0429	0.0431	0.0433

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.4 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0468[B]	0.0470[B]	0.0472[B]	0.0474[B]
		3. LSD	0.0489[B]	0.0491[B]	0.0493[B]	0.0495[B]
		4. CNV	0.0003	0.0005	0.0007	0.0009
		5. DUB	0.0470[B]	0.0472[B]	0.0474[B]	0.0476[B]
		6. SKM	0.0061	0.0063	0.0065	0.0067
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0946[B]	0.0948[B]	0.0950[B]	0.0952[B]
		3. LSD	0.0979[B]	0.0981[B]	0.0983[B]	0.0985[B]
		4. CNV	0.0079	0.0081	0.0083	0.0085
		5. DUB	0.0961[B]	0.0963[B]	0.0965[B]	0.0967[B]
		6. SKM	0.0305	0.0307	0.0309	0.0311
แผน 9	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0459[B]	0.0461[B]	0.0463[B]	0.0465[B]
		3. LSD	0.0489[B]	0.0491[B]	0.0493[B]	0.0495[B]
		4. CNV	0.0389[B]	0.0391[B]	0.0393[B]	0.0395[B]
		5. DUB	0.0486[B]	0.0488[B]	0.0490[B]	0.0492[B]
		6. SKM	0.0218	0.0220	0.0222	0.0224
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0921[B]	0.0923[B]	0.0925[B]	0.0927[B]
		3. LSD	0.0950[B]	0.0952[B]	0.0954[B]	0.0956[B]
		4. CNV	0.0889[B]	0.0891[B]	0.0893[B]	0.0895[B]
		5. DUB	0.0949[B]	0.0951[B]	0.0953[B]	0.0955[B]
		6. SKM	0.0439	0.0441	0.0443	0.0445

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.5 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.1.2 สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

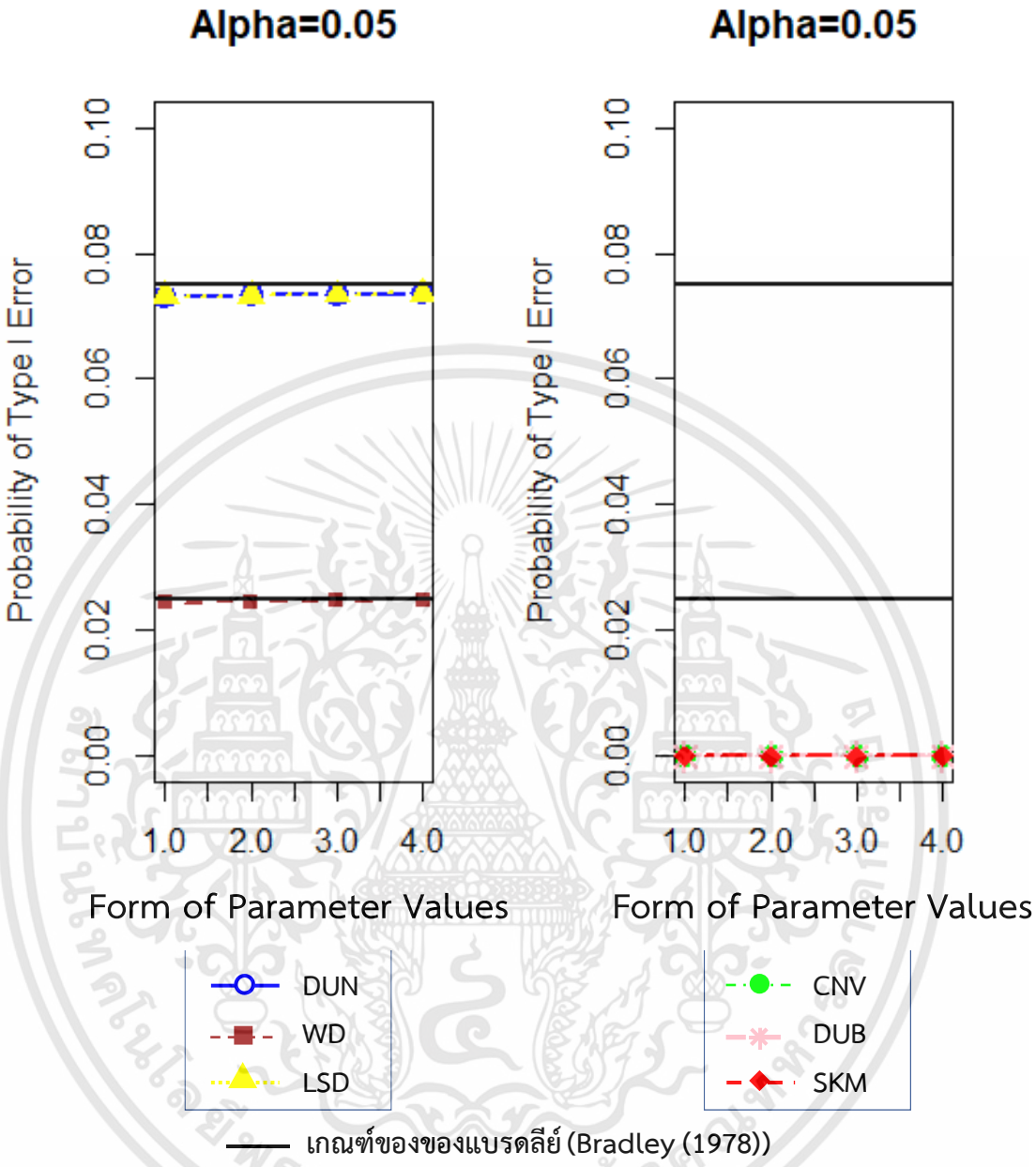
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.6 - 4.10 และรูปที่ 4.3 - 4.4

ตารางที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.0732^{B}	0.0733^{B}	0.0735^{B}	0.0737^{B}
		2. WD	0.0244	0.0245	0.0247	0.0249
		3. LSD	0.0731^{B}	0.0732^{B}	0.0734^{B}	0.0736^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.1219^{B}	0.1220^{B}	0.1222^{B}	0.1224^{B}
		2. WD	0.1220^{B}	0.1221^{B}	0.1223^{B}	0.1225^{B}
		3. LSD	0.1463^{B}	0.1464^{B}	0.1466^{B}	0.1468^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

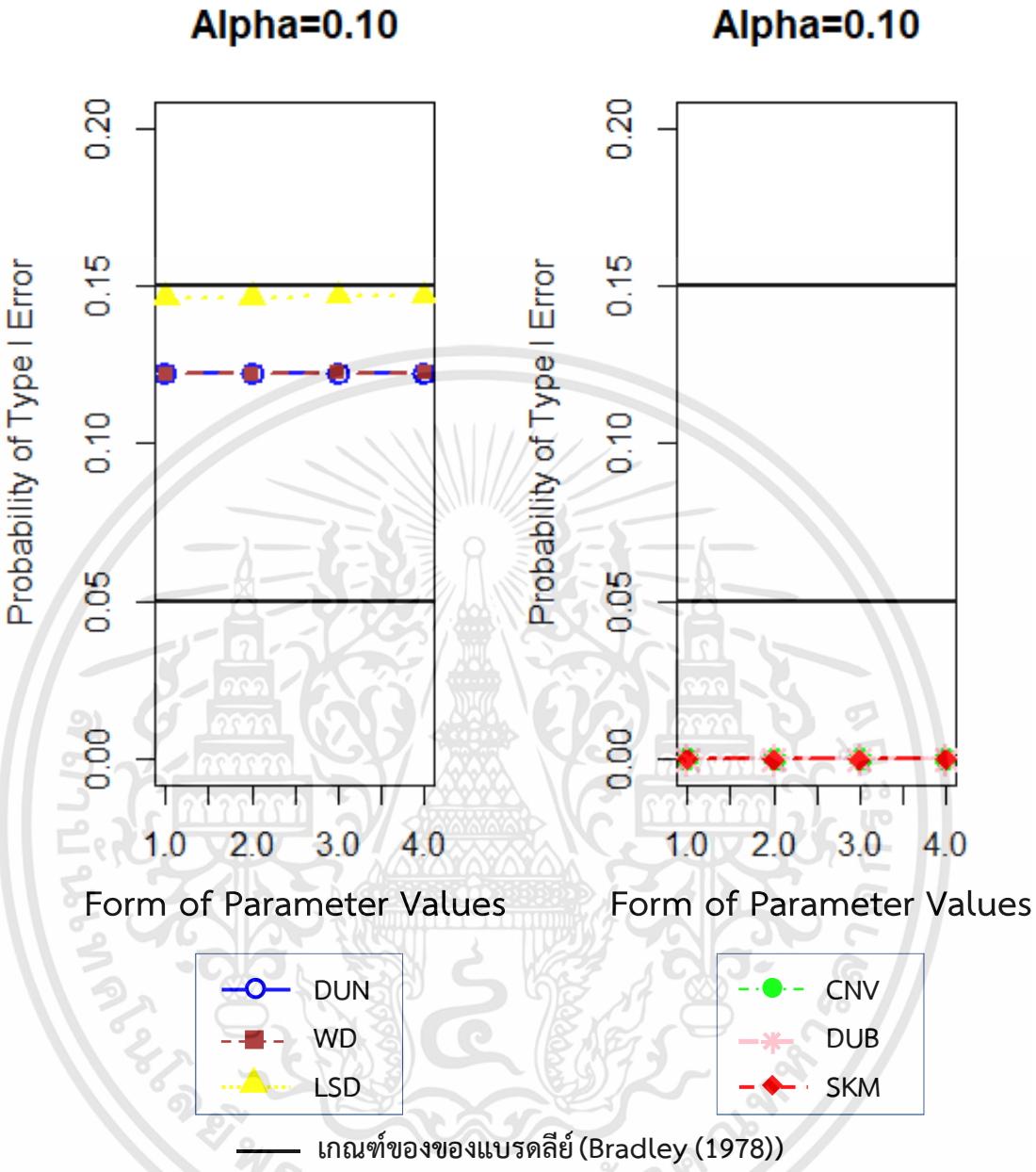
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.3 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.4 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	0.0004	0.0005	0.0007	0.0009
		2. WD	0.0458[B]	0.0459[B]	0.0461[B]	0.0463[B]
		3. LSD	0.0561[B]	0.0562[B]	0.0564[B]	0.0566[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0541[B]	0.0542[B]	0.0544[B]	0.0546[B]
		6. SKM	0.0191	0.0192	0.0194	0.0196
	0.10	1. DUN	0.0010	0.0011	0.0013	0.0015
		2. WD	0.0851[B]	0.0852[B]	0.0854[B]	0.0856[B]
		3. LSD	0.1011[B]	0.1012[B]	0.1014[B]	0.1016[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0930[B]	0.0931[B]	0.0933[B]	0.0935[B]
		6. SKM	0.0256	0.0257	0.0259	0.0261
แผน 3	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0496[B]	0.0497[B]	0.0499[B]	0.0501[B]
		3. LSD	0.0624[B]	0.0625[B]	0.0627[B]	0.0629[B]
		4. CNV	0.0106	0.0107	0.0109	0.0111
		5. DUB	0.0587[B]	0.0588[B]	0.0590[B]	0.0592[B]
		6. SKM	0.0249	0.0250[B]	0.0252[B]	0.0254[B]
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0978[B]	0.0979[B]	0.0981[B]	0.0983[B]
		3. LSD	0.1184[B]	0.1185[B]	0.1187[B]	0.1189[B]
		4. CNV	0.0677[B]	0.0678[B]	0.0680[B]	0.0682[B]
		5. DUB	0.1139[B]	0.1140[B]	0.1142[B]	0.1144[B]
		6. SKM	0.0677[B]	0.0678[B]	0.0680[B]	0.0682[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.7 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	0.0008	0.0009	0.0011	0.0013
		2. WD	0.0095	0.0096	0.0098	0.0100
		3. LSD	0.0132	0.0133	0.0135	0.0137
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0097	0.0098	0.0100	0.0102
		6. SKM	0.0000	0.0001	0.0003	0.0005
	0.10	1. DUN	0.0017	0.0018	0.0020	0.0022
		2. WD	0.0198	0.0199	0.0201	0.0203
		3. LSD	0.0269	0.0270	0.0272	0.0274
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0181	0.0182	0.0184	0.0186
		6. SKM	0.0181	0.0182	0.0184	0.0186
แผน 5	0.05	1. DUN	0.0103	0.0104	0.0106	0.0108
		2. WD	0.0237	0.0238	0.0240	0.0242
		3. LSD	0.0269^{B}	0.0270^{B}	0.0272^{B}	0.0274^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0228	0.0229	0.0231	0.0233
		2. WD	0.0501^{B}	0.0502^{B}	0.0504^{B}	0.0506^{B}
		3. LSD	0.0564^{B}	0.0565^{B}	0.0567^{B}	0.0569^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0538^{B}	0.0539^{B}	0.0541^{B}	0.0543^{B}
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.8 พบว่าแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0589[B]	0.0590[B]	0.0592[B]	0.0594[B]
		3. LSD	0.0756[B]	0.0757[B]	0.0759[B]	0.0761[B]
		4. CNV	0.0395[B]	0.0396[B]	0.0398[B]	0.0400[B]
		5. DUB	0.0726[B]	0.0727[B]	0.0729[B]	0.0731[B]
		6. SKM	0.0370[B]	0.0371[B]	0.0373[B]	0.0375[B]
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1074[B]	0.1075[B]	0.1077[B]	0.1079[B]
		3. LSD	0.1249[B]	0.1250[B]	0.1252[B]	0.1254[B]
		4. CNV	0.0954[B]	0.0955[B]	0.0957[B]	0.0959[B]
		5. DUB	0.1229[B]	0.1230[B]	0.1232[B]	0.1234[B]
		6. SKM	0.0672[B]	0.0673[B]	0.0675[B]	0.0677[B]
แผน 7	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0456[B]	0.0457[B]	0.0459[B]	0.0461[B]
		3. LSD	0.0484[B]	0.0485[B]	0.0487[B]	0.0489[B]
		4. CNV	0.0023	0.0024	0.0026	0.0028
		5. DUB	0.0414[B]	0.0415[B]	0.0417[B]	0.0419[B]
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0977[B]	0.0978[B]	0.0980[B]	0.0982[B]
		3. LSD	0.1008[B]	0.1009[B]	0.1011[B]	0.1013[B]
		4. CNV	0.0372	0.0373	0.0375	0.0377
		5. DUB	0.0935[B]	0.0936[B]	0.0938[B]	0.0940[B]
		6. SKM	0.0411	0.0412	0.0414	0.0416

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.9 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0526[B]	0.0527[B]	0.0529[B]	0.0531[B]
		3. LSD	0.0578[B]	0.0579[B]	0.0581[B]	0.0583[B]
		4. CNV	0.0002	0.0003	0.0005	0.0007
		5. DUB	0.0549[B]	0.0550[B]	0.0552[B]	0.0554[B]
		6. SKM	0.0096	0.0097	0.0099	0.0101
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1046[B]	0.1047[B]	0.1049[B]	0.1051[B]
		3. LSD	0.1113[B]	0.1114[B]	0.1116[B]	0.1118[B]
		4. CNV	0.0094	0.0095	0.0097	0.0099
		5. DUB	0.1085[B]	0.1086[B]	0.1088[B]	0.1090[B]
		6. SKM	0.0348	0.0349	0.0351	0.0353
แผน 9	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0641[B]	0.0642[B]	0.0644[B]	0.0646[B]
		3. LSD	0.0835[B]	0.0836[B]	0.0838[B]	0.0840[B]
		4. CNV	0.0581[B]	0.0582[B]	0.0584[B]	0.0586[B]
		5. DUB	0.0799[B]	0.0800[B]	0.0802[B]	0.0804[B]
		6. SKM	0.0347[B]	0.0348[B]	0.0350[B]	0.0352[B]
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1169[B]	0.1170[B]	0.1172[B]	0.1174[B]
		3. LSD	0.1388[B]	0.1389[B]	0.1391[B]	0.1393[B]
		4. CNV	0.1209[B]	0.1210[B]	0.1212[B]	0.1214[B]
		5. DUB	0.1358[B]	0.1359[B]	0.1361[B]	0.1363[B]
		6. SKM	0.0615[B]	0.0616[B]	0.0618[B]	0.0620[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.10 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา

4.1.1.3.1 สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน

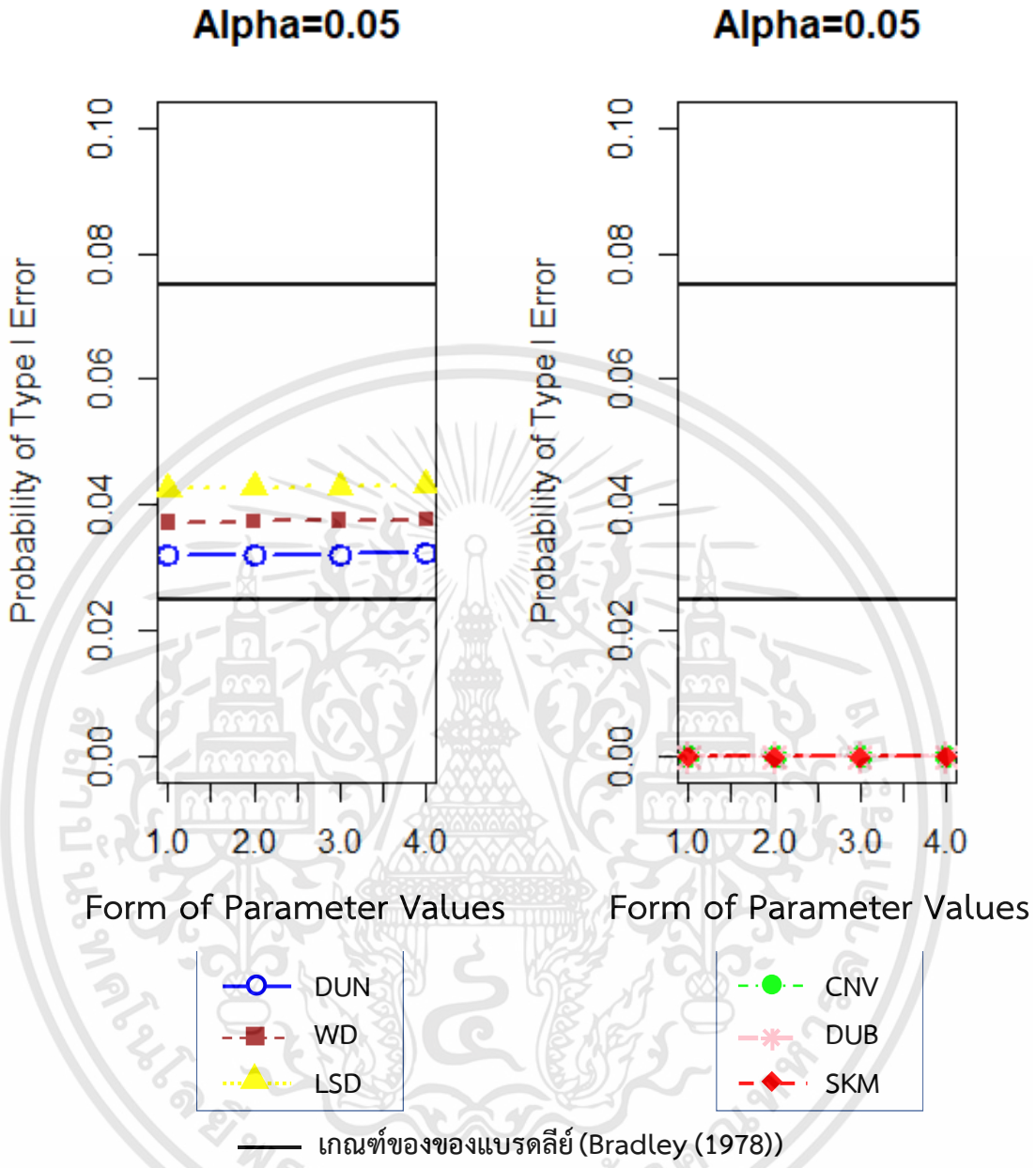
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.11 - 4.15 และรูปที่ 4.5 - 4.6

ตารางที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.0319^{B}	0.0321^{B}	0.0322^{B}	0.0324^{B}
		2. WD	0.0372^{B}	0.0374^{B}	0.0375^{B}	0.0377^{B}
		3. LSD	0.0426^{B}	0.0428^{B}	0.0429^{B}	0.0431^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0931^{B}	0.0933^{B}	0.0934^{B}	0.0936^{B}
		2. WD	0.0878^{B}	0.0880^{B}	0.0881^{B}	0.0883^{B}
		3. LSD	0.1090^{B}	0.1092^{B}	0.1093^{B}	0.1095^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : B คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

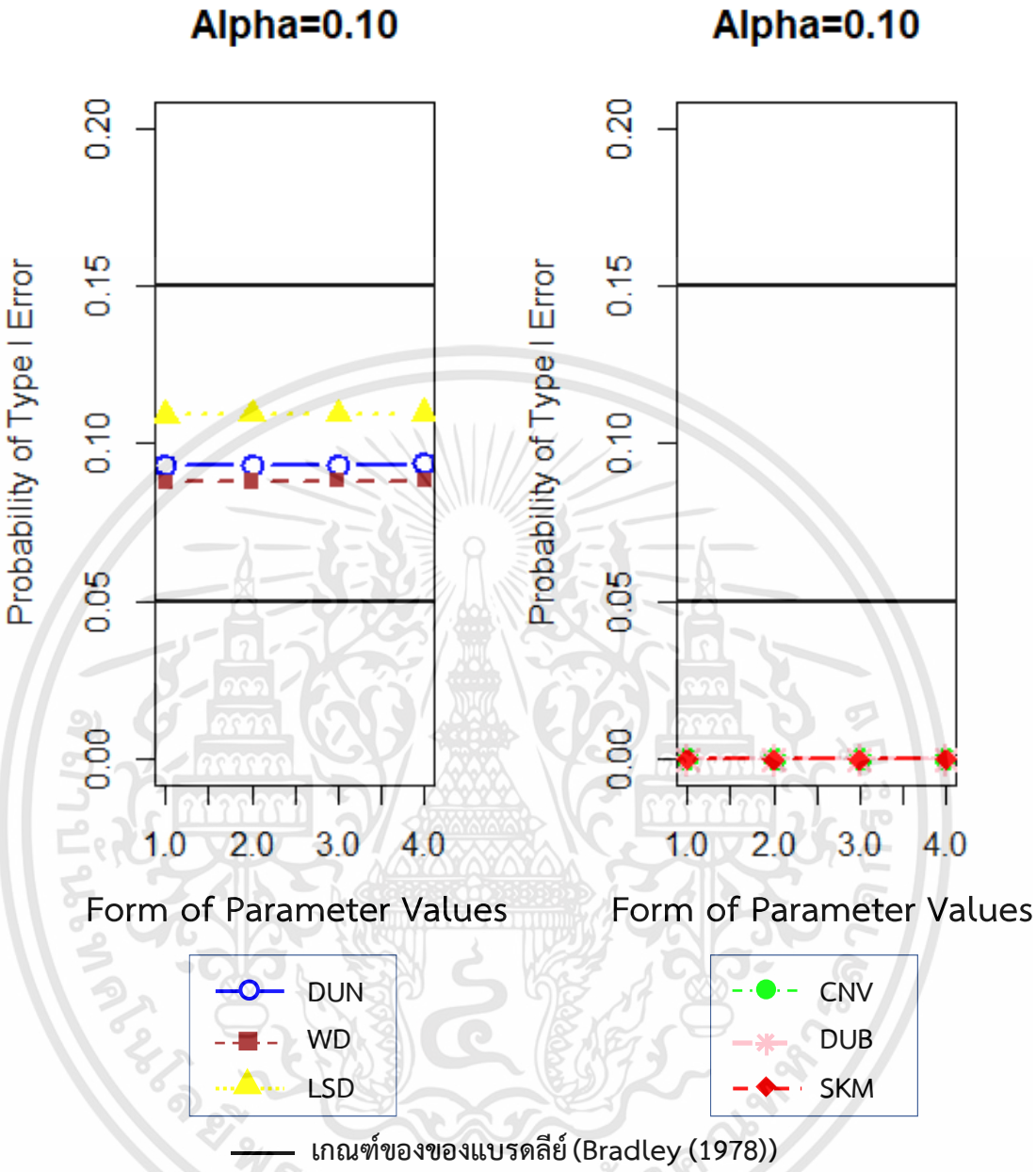
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.5 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.6 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	0.0003	0.0005	0.0006	0.0008
		2. WD	0.0417[B]	0.0419[B]	0.0420[B]	0.0422[B]
		3. LSD	0.0503[B]	0.0505[B]	0.0506[B]	0.0508[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0482[B]	0.0484[B]	0.0485[B]	0.0487[B]
		6. SKM	0.0187	0.0189	0.0190	0.0192
	0.10	1. DUN	0.0011	0.0013	0.0014	0.0016
		2. WD	0.0797[B]	0.0799[B]	0.0800[B]	0.0802[B]
		3. LSD	0.0940[B]	0.0942[B]	0.0943[B]	0.0945[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0859[B]	0.0861[B]	0.0862[B]	0.0864[B]
		6. SKM	0.0257	0.0259	0.0260	0.0262
แผน 3	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0394[B]	0.0396[B]	0.0397[B]	0.0399[B]
		3. LSD	0.0470[B]	0.0472[B]	0.0473[B]	0.0475[B]
		4. CNV	0.0069	0.0071	0.0072	0.0074
		5. DUB	0.0448[B]	0.0450[B]	0.0451[B]	0.0453[B]
		6. SKM	0.0177	0.0179	0.0180	0.0182
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0845[B]	0.0847[B]	0.0848[B]	0.0850[B]
		3. LSD	0.0926[B]	0.0928[B]	0.0929[B]	0.0931[B]
		4. CNV	0.0539[B]	0.0541[B]	0.0542[B]	0.0544[B]
		5. DUB	0.0895[B]	0.0897[B]	0.0898[B]	0.0900[B]
		6. SKM	0.0539[B]	0.0541[B]	0.0542[B]	0.0544[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.12 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	0.0005	0.0007	0.0008	0.0010
		2. WD	0.0079	0.0081	0.0082	0.0084
		3. LSD	0.0111	0.0113	0.0114	0.0116
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0078	0.0080	0.0081	0.0083
		6. SKM	0.0000	0.0002	0.0003	0.0005
	0.10	1. DUN	0.0015	0.0017	0.0018	0.0020
		2. WD	0.0182	0.0184	0.0185	0.0187
		3. LSD	0.0245	0.0247	0.0248	0.0250
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0152	0.0154	0.0155	0.0157
		6. SKM	0.0152	0.0154	0.0155	0.0157
แผน 5	0.05	1. DUN	0.0086	0.0088	0.0089	0.0091
		2. WD	0.0203	0.0205	0.0206	0.0208
		3. LSD	0.0230	0.0232	0.0233	0.0235
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0182	0.0184	0.0185	0.0187
		2. WD	0.0424	0.0426	0.0427	0.0429
		3. LSD	0.0472	0.0474	0.0475	0.0477
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0449	0.0451	0.0452	0.0454
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.13 พบว่าแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0463^{B}	0.0465^{B}	0.0466^{B}	0.0468^{B}
		3. LSD	0.0507^{B}	0.0509^{B}	0.0510^{B}	0.0512^{B}
		4. CNV	0.0286^{B}	0.0288^{B}	0.0289^{B}	0.0291^{B}
		5. DUB	0.0490^{B}	0.0492^{B}	0.0493^{B}	0.0495^{B}
		6. SKM	0.0245	0.0247	0.0248	0.0243
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0962^{B}	0.0964^{B}	0.0965^{B}	0.0967^{B}
		3. LSD	0.1008^{B}	0.1010^{B}	0.1011^{B}	0.1013^{B}
		4. CNV	0.0762^{B}	0.0764^{B}	0.0765^{B}	0.0767^{B}
		5. DUB	0.0998^{B}	0.1000^{B}	0.1001^{B}	0.1003^{B}
		6. SKM	0.0537^{B}	0.0539^{B}	0.0540^{B}	0.0542^{B}
แผน 7	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0482^{B}	0.0484^{B}	0.0485^{B}	0.0487^{B}
		3. LSD	0.0495^{B}	0.0497^{B}	0.0498^{B}	0.0500^{B}
		4. CNV	0.0018	0.0020	0.0021	0.0023
		5. DUB	0.0425^{B}	0.0427^{B}	0.0428^{B}	0.0430^{B}
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0001	0.0003	0.0004	0.0006
		2. WD	0.0956^{B}	0.0958^{B}	0.0959^{B}	0.0961^{B}
		3. LSD	0.0981^{B}	0.0983^{B}	0.0984^{B}	0.0986^{B}
		4. CNV	0.0360	0.0362	0.0363	0.0365
		5. DUB	0.0896^{B}	0.0898^{B}	0.0899^{B}	0.0901^{B}
		6. SKM	0.0374	0.0376	0.0377	0.0379

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.14 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0431[B]	0.0433[B]	0.0434[B]	0.0436[B]
		3. LSD	0.0459[B]	0.0461[B]	0.0462[B]	0.0464[B]
		4. CNV	0.0003	0.0005	0.0006	0.0008
		5. DUB	0.0444[B]	0.0446[B]	0.0447[B]	0.0449[B]
		6. SKM	0.0064	0.0066	0.0067	0.0069
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0908[B]	0.0910[B]	0.0911[B]	0.0913[B]
		3. LSD	0.0947[B]	0.0949[B]	0.0950[B]	0.0952[B]
		4. CNV	0.0066	0.0068	0.0069	0.0071
		5. DUB	0.0918[B]	0.0920[B]	0.0921[B]	0.0923[B]
		6. SKM	0.0281	0.0283	0.0284	0.0286
แผน 9	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0449[B]	0.0451[B]	0.0452[B]	0.0454[B]
		3. LSD	0.0480[B]	0.0482[B]	0.0483[B]	0.0485[B]
		4. CNV	0.0369[B]	0.0371[B]	0.0372[B]	0.0374[B]
		5. DUB	0.0475[B]	0.0477[B]	0.0478[B]	0.0480[B]
		6. SKM	0.0218	0.0220	0.0221	0.0223
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0920[B]	0.0922[B]	0.0923[B]	0.0925[B]
		3. LSD	0.0964[B]	0.0966[B]	0.0967[B]	0.0969[B]
		4. CNV	0.0894[B]	0.0896[B]	0.0897[B]	0.0899[B]
		5. DUB	0.0956[B]	0.0958[B]	0.0959[B]	0.0961[B]
		6. SKM	0.0431	0.0433	0.0434	0.0436

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.15 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3.2 สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

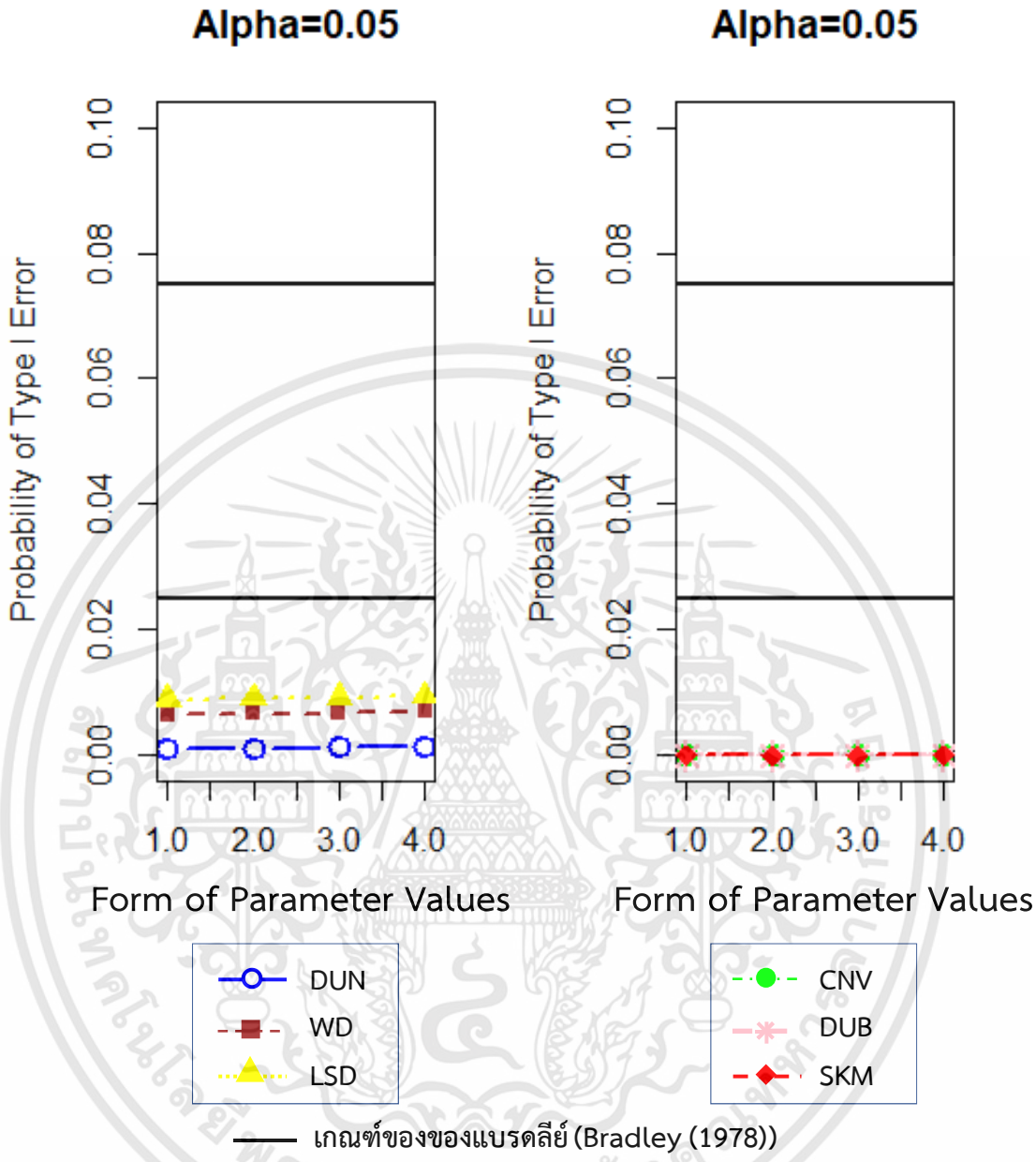
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.16 - 4.20 และรูปที่ 4.7 - 4.8

ตารางที่ 4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.0009	0.0011	0.0012	0.0014
		2. WD	0.0064	0.0066	0.0067	0.0069
		3. LSD	0.0089	0.0091	0.0092	0.0094
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0095	0.0097	0.0098	0.0100
		2. WD	0.0023	0.0025	0.0026	0.0028
		3. LSD	0.0065	0.0067	0.0068	0.0070
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

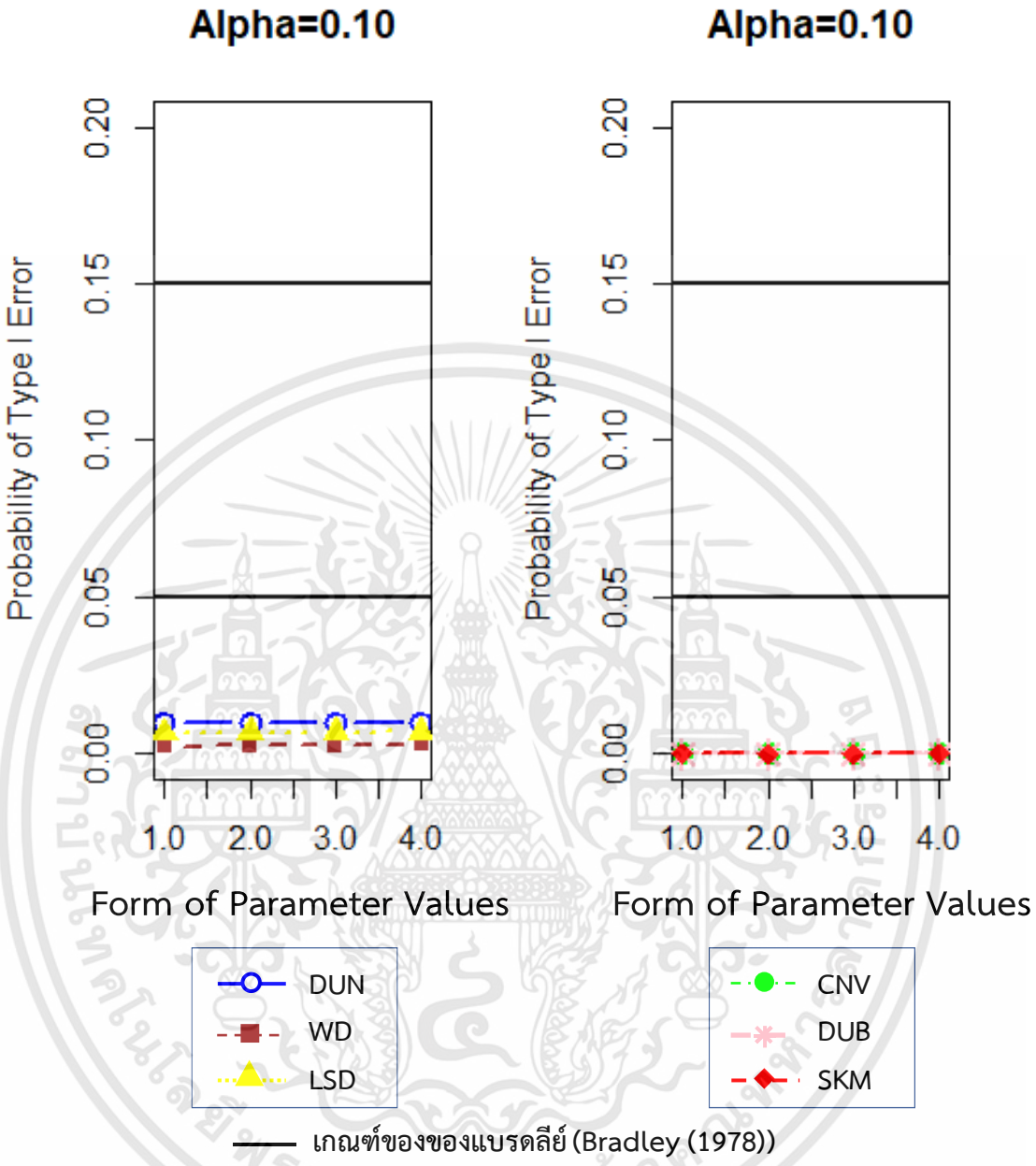
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.7 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	0.0004	0.0006	0.0007	0.0009
		2. WD	0.0365[B]	0.0367[B]	0.0368[B]	0.0370[B]
		3. LSD	0.0512[B]	0.0514[B]	0.0515[B]	0.0517[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0493[B]	0.0495[B]	0.0496[B]	0.0498[B]
		6. SKM	0.0185	0.0187	0.0188	0.0190
	0.10	1. DUN	0.0010	0.0012	0.0013	0.0015
		2. WD	0.0741[B]	0.0743[B]	0.0744[B]	0.0746[B]
		3. LSD	0.1005[B]	0.1007[B]	0.1008[B]	0.1010[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0923[B]	0.0925[B]	0.0926[B]	0.0928[B]
		6. SKM	0.0276	0.0278	0.0279	0.0281
แผน 3	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0680[B]	0.0682[B]	0.0683[B]	0.0685[B]
		3. LSD	0.0769[B]	0.0771[B]	0.0772[B]	0.0774[B]
		4. CNV	0.0148	0.0150	0.0151	0.0153
		5. DUB	0.0734[B]	0.0736[B]	0.0737[B]	0.0739[B]
		6. SKM	0.0364[B]	0.0366[B]	0.0367[B]	0.0369[B]
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1176[B]	0.1178[B]	0.1179[B]	0.1181[B]
		3. LSD	0.1350[B]	0.1352[B]	0.1353[B]	0.1355[B]
		4. CNV	0.0893[B]	0.0895[B]	0.0896[B]	0.0898[B]
		5. DUB	0.1281[B]	0.1283[B]	0.1284[B]	0.1286[B]
		6. SKM	0.0893[B]	0.0895[B]	0.0896[B]	0.0898[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.17 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	0.0007	0.0009	0.0010	0.0012
		2. WD	0.0078	0.0080	0.0081	0.0083
		3. LSD	0.0125	0.0127	0.0128	0.0130
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0091	0.0093	0.0094	0.0096
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0025	0.0027	0.0028	0.0030
		2. WD	0.0162	0.0164	0.0165	0.0167
		3. LSD	0.0259	0.0261	0.0262	0.0264
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0174	0.0176	0.0177	0.0179
		6. SKM	0.0174	0.0176	0.0177	0.0179
แผน 5	0.05	1. DUN	0.0106	0.0108	0.0109	0.0111
		2. WD	0.0203	0.0205	0.0206	0.0208
		3. LSD	0.0245	0.0247	0.0248	0.0247
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0234	0.0236	0.0237	0.0239
		2. WD	0.0454	0.0456	0.0457	0.0459
		3. LSD	0.0533^{B}	0.0535^{B}	0.0536^{B}	0.0538^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0508^{B}	0.0510^{B}	0.0511^{B}	0.0513^{B}
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.18 พบว่าแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0603[B]	0.0605[B]	0.0606[B]	0.0608[B]
		3. LSD	0.0649[B]	0.0651[B]	0.0652[B]	0.0654[B]
		4. CNV	0.0414[B]	0.0416[B]	0.0417[B]	0.0419[B]
		5. DUB	0.0625[B]	0.0627[B]	0.0628[B]	0.0630[B]
		6. SKM	0.0377[B]	0.0379[B]	0.0380[B]	0.0382[B]
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1069[B]	0.1071[B]	0.1072[B]	0.1074[B]
		3. LSD	0.1154[B]	0.1156[B]	0.1157[B]	0.1159[B]
		4. CNV	0.0908[B]	0.0910[B]	0.0911[B]	0.0913[B]
		5. DUB	0.1136[B]	0.1138[B]	0.1139[B]	0.1141[B]
		6. SKM	0.0722[B]	0.0724[B]	0.0725[B]	0.0727[B]
แผน 7	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0494[B]	0.0496[B]	0.0497[B]	0.0499[B]
		3. LSD	0.0514[B]	0.0516[B]	0.0517[B]	0.0519[B]
		4. CNV	0.0040	0.0042	0.0043	0.0045
		5. DUB	0.0454[B]	0.0456[B]	0.0457[B]	0.0459[B]
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0001	0.0003	0.0004	0.0006
		2. WD	0.0977[B]	0.0979[B]	0.0980[B]	0.0982[B]
		3. LSD	0.1001[B]	0.1003[B]	0.1004[B]	0.1006[B]
		4. CNV	0.0505[B]	0.0507[B]	0.0508[B]	0.0510[B]
		5. DUB	0.0933[B]	0.0935[B]	0.0936[B]	0.0938[B]
		6. SKM	0.0422	0.0424	0.0425	0.0427

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.19 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0577[B]	0.0579[B]	0.0580[B]	0.0582[B]
		3. LSD	0.0651[B]	0.0653[B]	0.0654[B]	0.0656[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0614[B]	0.0616[B]	0.0617[B]	0.0619[B]
		6. SKM	0.0113	0.0115	0.0116	0.0118
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1136[B]	0.1138[B]	0.1139[B]	0.1141[B]
		3. LSD	0.1239[B]	0.1241[B]	0.1242[B]	0.1244[B]
		4. CNV	0.0060	0.0062	0.0063	0.0065
		5. DUB	0.1204[B]	0.1206[B]	0.1207[B]	0.1209[B]
		6. SKM	0.0457	0.0459	0.0460	0.0462
แผน 9	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0722[B]	0.0724[B]	0.0725[B]	0.0727[B]
		3. LSD	0.0722[B]	0.0724[B]	0.0725[B]	0.0727[B]
		4. CNV	0.0537[B]	0.0539[B]	0.0540[B]	0.0542[B]
		5. DUB	0.0696[B]	0.0698[B]	0.0699[B]	0.0701[B]
		6. SKM	0.0338[B]	0.0340[B]	0.0341[B]	0.0343[B]
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1323[B]	0.1325[B]	0.1326[B]	0.1328[B]
		3. LSD	0.1323[B]	0.1325[B]	0.1326[B]	0.1328[B]
		4. CNV	0.1176[B]	0.1178[B]	0.1179[B]	0.1181[B]
		5. DUB	0.1298[B]	0.1300[B]	0.1301[B]	0.1303[B]
		6. SKM	0.0643[B]	0.0645[B]	0.0646[B]	0.0648[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.20 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา

4.1.1.3.1 สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน

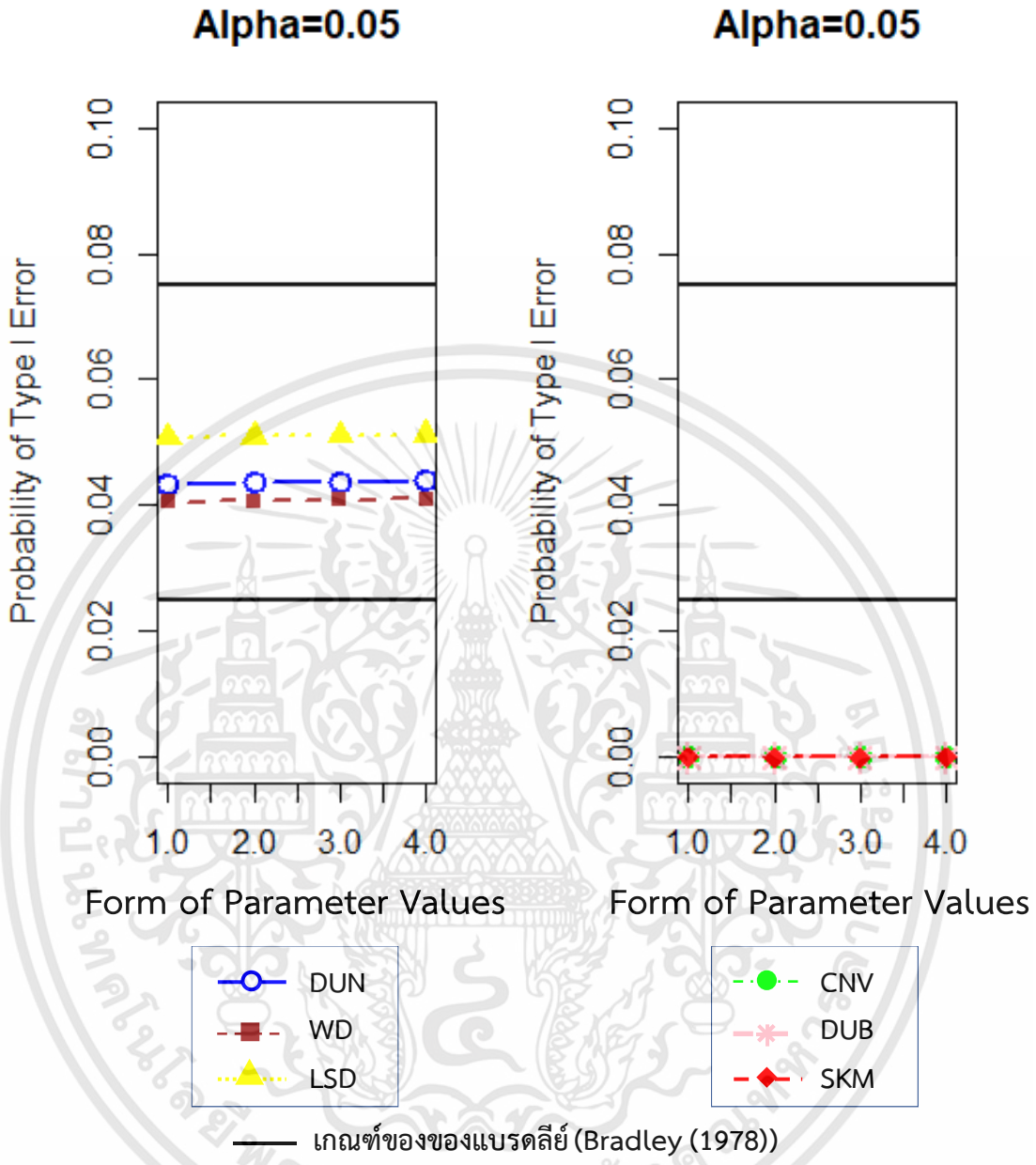
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.21 - 4.25 และรูปที่ 4.9 - 4.10

ตารางที่ 4.21 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.0434^{B}	0.0436^{B}	0.0437^{B}	0.0439^{B}
		2. WD	0.0405^{B}	0.0407^{B}	0.0408^{B}	0.0410^{B}
		3. LSD	0.0508^{B}	0.0510^{B}	0.0511^{B}	0.0513^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0834^{B}	0.0836^{B}	0.0837^{B}	0.0839^{B}
		2. WD	0.0867^{B}	0.0869^{B}	0.0870^{B}	0.0872^{B}
		3. LSD	0.1055^{B}	0.1057^{B}	0.1058^{B}	0.1060^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : B คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

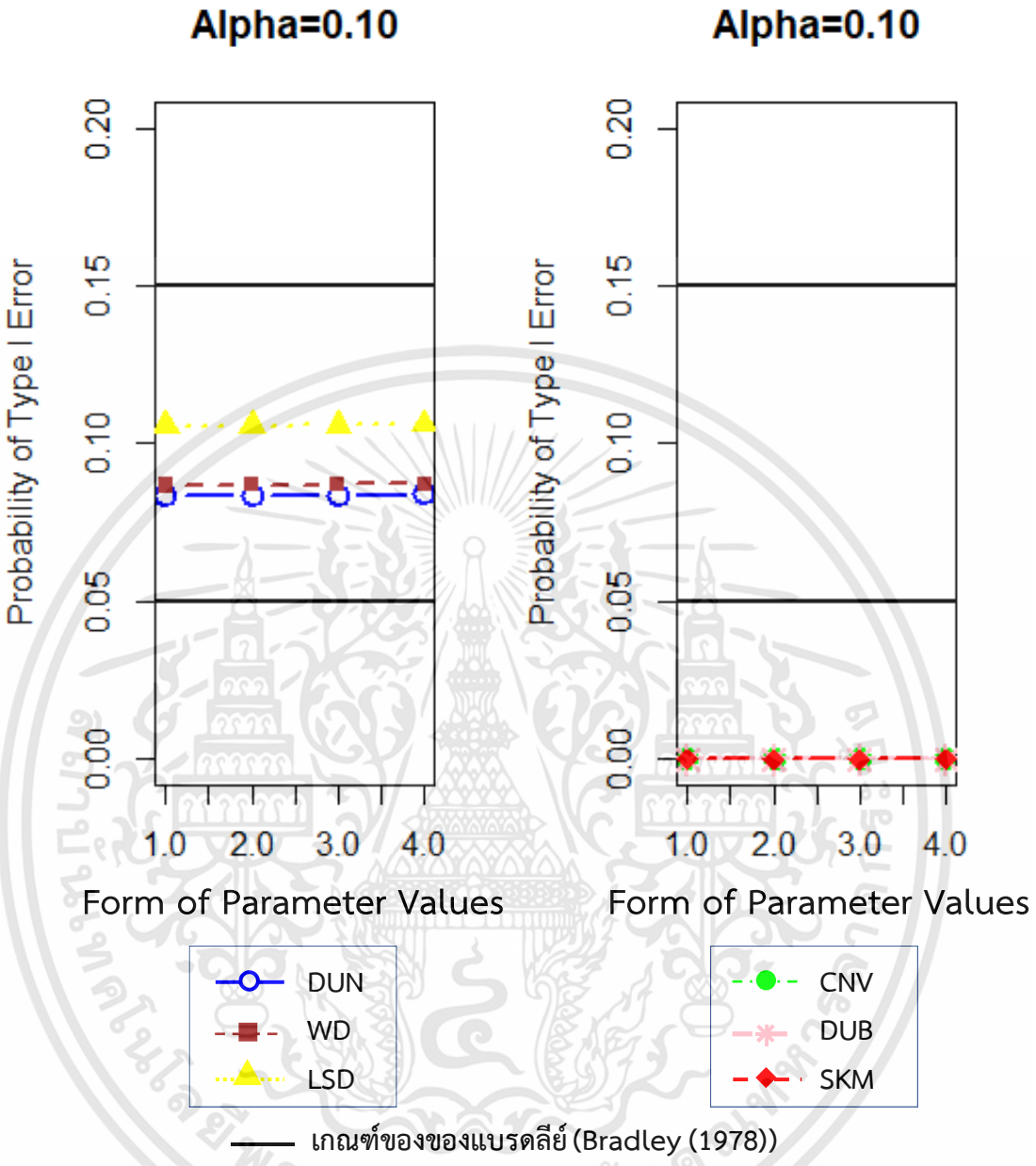
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.9 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.10 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	0.0003	0.0005	0.0006	0.0008
		2. WD	0.0439^{B}	0.0441^{B}	0.0442^{B}	0.0444^{B}
		3. LSD	0.0529^{B}	0.0531^{B}	0.0532^{B}	0.0534^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0507^{B}	0.0509^{B}	0.0510^{B}	0.0512^{B}
		6. SKM	0.0193	0.0195	0.0196	0.0198
	0.10	1. DUN	0.0010	0.0012	0.0013	0.0015
		2. WD	0.0879^{B}	0.0881^{B}	0.0882^{B}	0.0884^{B}
		3. LSD	0.1042^{B}	0.1044^{B}	0.1045^{B}	0.1047^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0947^{B}	0.0949^{B}	0.0950^{B}	0.0952^{B}
		6. SKM	0.0287	0.0289	0.0290	0.0292
แผน 3	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0458^{B}	0.0460^{B}	0.0461^{B}	0.0463^{B}
		3. LSD	0.0525^{B}	0.0527^{B}	0.0528^{B}	0.0530^{B}
		4. CNV	0.0081	0.0083	0.0084	0.0086
		5. DUB	0.0500^{B}	0.0502^{B}	0.0503^{B}	0.0505^{B}
		6. SKM	0.0195	0.0197	0.0198	0.0200
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0945^{B}	0.0947^{B}	0.0948^{B}	0.0950^{B}
		3. LSD	0.1054^{B}	0.1056^{B}	0.1057^{B}	0.1059^{B}
		4. CNV	0.0587^{B}	0.0589^{B}	0.0590^{B}	0.0592^{B}
		5. DUB	0.1006^{B}	0.1008^{B}	0.1009^{B}	0.1011^{B}
		6. SKM	0.0587^{B}	0.0589^{B}	0.0590^{B}	0.0592^{B}

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.22 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	0.0005	0.0007	0.0008	0.0010
		2. WD	0.0092	0.0094	0.0095	0.0097
		3. LSD	0.0128	0.0130	0.0131	0.0133
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0092	0.0094	0.0095	0.0097
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0015	0.0017	0.0018	0.0020
		2. WD	0.0192	0.0194	0.0195	0.0197
		3. LSD	0.0266	0.0268	0.0269	0.0271
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0177	0.0179	0.0180	0.0182
		6. SKM	0.0177	0.0179	0.0180	0.0182
แผน 5	0.05	1. DUN	0.0098	0.0100	0.0101	0.0103
		2. WD	0.0226	0.0228	0.0229	0.0231
		3. LSD	0.0264^{B}	0.0266^{B}	0.0267^{B}	0.0269^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0228	0.0230	0.0231	0.0233
		2. WD	0.0436	0.0438	0.0439	0.0441
		3. LSD	0.0508^{B}	0.0510^{B}	0.0511^{B}	0.0513^{B}
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0476	0.0478	0.0479	0.0481
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.23 พบว่าแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0469^{B}	0.0471^{B}	0.0472^{B}	0.0474^{B}
		3. LSD	0.0509^{B}	0.0511^{B}	0.0512^{B}	0.0514^{B}
		4. CNV	0.0289^{B}	0.0291^{B}	0.0292^{B}	0.0294^{B}
		5. DUB	0.0502^{B}	0.0504^{B}	0.0505^{B}	0.0507^{B}
		6. SKM	0.0244	0.0246	0.0247	0.0249
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0914^{B}	0.0916^{B}	0.0917^{B}	0.0919^{B}
		3. LSD	0.0964^{B}	0.0966^{B}	0.0967^{B}	0.0969^{B}
		4. CNV	0.0748^{B}	0.0750^{B}	0.0751^{B}	0.0753^{B}
		5. DUB	0.0959^{B}	0.0961^{B}	0.0962^{B}	0.0964^{B}
		6. SKM	0.0537^{B}	0.0539^{B}	0.0540^{B}	0.0542^{B}
แผน 7	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0473^{B}	0.0475^{B}	0.0476^{B}	0.0478^{B}
		3. LSD	0.0485^{B}	0.0487^{B}	0.0488^{B}	0.0490^{B}
		4. CNV	0.0021	0.0023	0.0024	0.0026
		5. DUB	0.0434^{B}	0.0436^{B}	0.0437^{B}	0.0439^{B}
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0961^{B}	0.0963^{B}	0.0964^{B}	0.0966^{B}
		3. LSD	0.0972^{B}	0.0974^{B}	0.0975^{B}	0.0977^{B}
		4. CNV	0.0364^{B}	0.0366^{B}	0.0367^{B}	0.0369^{B}
		5. DUB	0.0893^{B}	0.0895^{B}	0.0896^{B}	0.0898^{B}
		6. SKM	0.0371^{B}	0.0373^{B}	0.0374^{B}	0.0376^{B}

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.24 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0497[B]	0.0499[B]	0.0500[B]	0.0502[B]
		3. LSD	0.0519[B]	0.0521[B]	0.0522[B]	0.0524[B]
		4. CNV	0.0007	0.0009	0.0010	0.0012
		5. DUB	0.0501[B]	0.0503[B]	0.0504[B]	0.0506[B]
		6. SKM	0.0053	0.0055	0.0056	0.0058
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0942[B]	0.0944[B]	0.0945[B]	0.0947[B]
		3. LSD	0.0981[B]	0.0983[B]	0.0984[B]	0.0986[B]
		4. CNV	0.0088	0.0090	0.0091	0.0093
		5. DUB	0.0965[B]	0.0967[B]	0.0968[B]	0.0970[B]
		6. SKM	0.0300	0.0302	0.0303	0.0305
แผน 9	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0494[B]	0.0496[B]	0.0497[B]	0.0499[B]
		3. LSD	0.0521[B]	0.0523[B]	0.0524[B]	0.0526[B]
		4. CNV	0.0419[B]	0.0421[B]	0.0422[B]	0.0424[B]
		5. DUB	0.0515[B]	0.0517[B]	0.0518[B]	0.0520[B]
		6. SKM	0.0242	0.0244	0.0245	0.0247
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0991[B]	0.0993[B]	0.0994[B]	0.0996[B]
		3. LSD	0.1021[B]	0.1023[B]	0.1024[B]	0.1026[B]
		4. CNV	0.0961[B]	0.0963[B]	0.0964[B]	0.0966[B]
		5. DUB	0.1016[B]	0.1018[B]	0.1019[B]	0.1021[B]
		6. SKM	0.0498[B]	0.0500[B]	0.0501[B]	0.0503[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.25 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3.2 สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

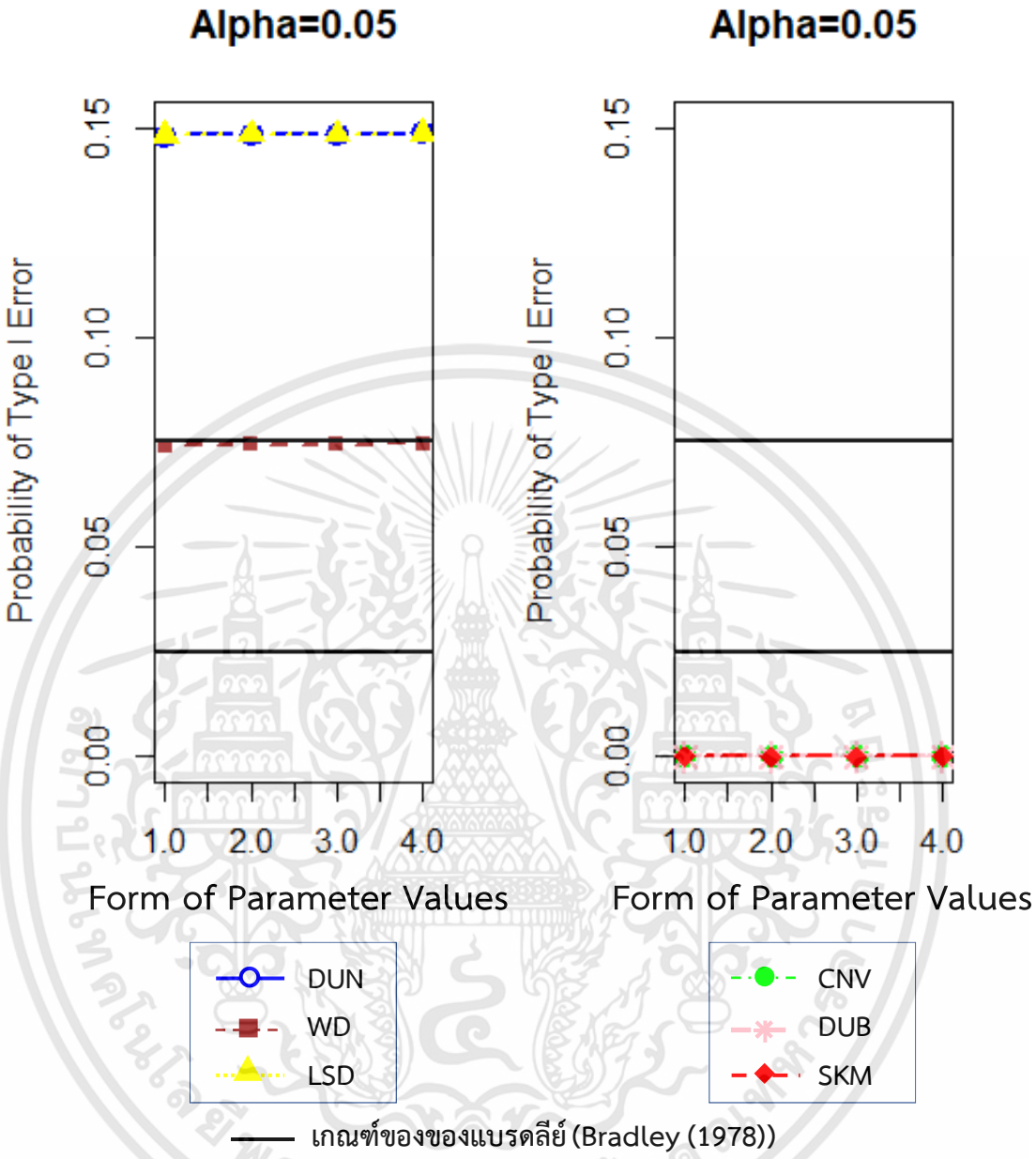
จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.26 - 4.30 และรูปที่ 4.11 - 4.12

ตารางที่ 4.26 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.1481	0.1483	0.1484	0.1486
		2. WD	0.0741^{B}	0.0743^{B}	0.0744^{B}	0.0746^{B}
		3. LSD	0.1481	0.1483	0.1484	0.1486
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.1851	0.1853	0.1854	0.1856
		2. WD	0.1111^{B}	0.1113^{B}	0.1114^{B}	0.1116^{B}
		3. LSD	0.2222	0.2224	0.2225	0.2227
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

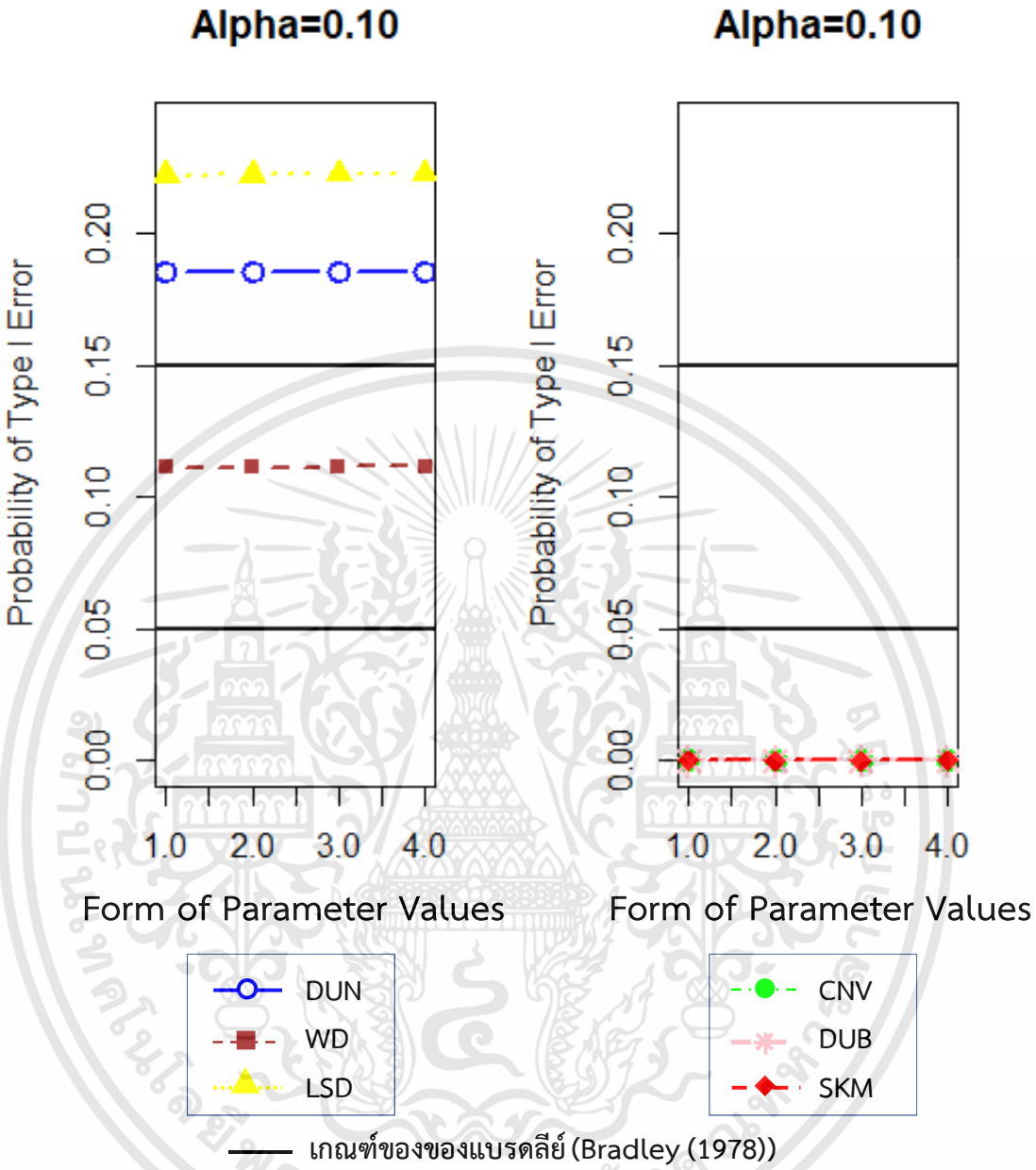
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.11 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ในสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.12 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	0.0006	0.0008	0.0009	0.0011
		2. WD	0.0438[B]	0.0440[B]	0.0441[B]	0.0443[B]
		3. LSD	0.0542[B]	0.0544[B]	0.0545[B]	0.0547[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0516[B]	0.0518[B]	0.0519[B]	0.0521[B]
		6. SKM	0.0184	0.0186	0.0187	0.0189
	0.10	1. DUN	0.0013	0.0015	0.0016	0.0018
		2. WD	0.0855[B]	0.0857[B]	0.0858[B]	0.0860[B]
		3. LSD	0.1041[B]	0.1043[B]	0.1044[B]	0.1046[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0933[B]	0.0935[B]	0.0936[B]	0.0938[B]
		6. SKM	0.0254	0.0256	0.0257	0.0259
แผน 3	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0455[B]	0.0457[B]	0.0458[B]	0.0460[B]
		3. LSD	0.0552[B]	0.0554[B]	0.0555[B]	0.0557[B]
		4. CNV	0.0079	0.0081	0.0082	0.0084
		5. DUB	0.0526[B]	0.0528[B]	0.0529[B]	0.0531[B]
		6. SKM	0.0208	0.0210	0.0211	0.0213
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0919[B]	0.0921[B]	0.0922[B]	0.0924[B]
		3. LSD	0.1044[B]	0.1046[B]	0.1047[B]	0.1049[B]
		4. CNV	0.0591[B]	0.0593[B]	0.0594[B]	0.0596[B]
		5. DUB	0.1016[B]	0.1018[B]	0.1019[B]	0.1021[B]
		6. SKM	0.0591[B]	0.0593[B]	0.0594[B]	0.0596[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.27 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	0.0005	0.0007	0.0010	0.0014
		2. WD	0.0094	0.0096	0.0097	0.0099
		3. LSD	0.0131	0.0133	0.0134	0.0136
		4. CNV	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0093	0.0095	0.0096	0.0098
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0014	0.0016	0.0017	0.0019
		2. WD	0.0019	0.0021	0.0022	0.0024
		3. LSD	0.0028	0.0030	0.0031	0.0033
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0018	0.0020	0.0021	0.0023
		6. SKM	0.0018	0.0020	0.0021	0.0023
แผน 5	0.05	1. DUN	0.0121	0.0123	0.0124	0.0126
		2. WD	0.0264[B]	0.0266[B]	0.0267[B]	0.0269[B]
		3. LSD	0.0304[B]	0.0306[B]	0.0307[B]	0.0309[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0256	0.0258	0.0259	0.0261
		2. WD	0.0520[B]	0.0522[B]	0.0523[B]	0.0525[B]
		3. LSD	0.0596[B]	0.0598[B]	0.0599[B]	0.0601[B]
		4. CNV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0580[B]	0.0582[B]	0.0583[B]	0.0585[B]
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.28 พบว่าแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0519^{B}	0.0521^{B}	0.0522^{B}	0.0524^{B}
		3. LSD	0.0589^{B}	0.0591^{B}	0.0592^{B}	0.0594^{B}
		4. CNV	0.0322^{B}	0.0324^{B}	0.0325^{B}	0.0327^{B}
		5. DUB	0.0579^{B}	0.0581^{B}	0.0582^{B}	0.0584^{B}
		6. SKM	0.0276^{B}	0.0278^{B}	0.0279^{B}	0.0281^{B}
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0971^{B}	0.0973^{B}	0.0974^{B}	0.0976^{B}
		3. LSD	0.1063^{B}	0.1065^{B}	0.1066^{B}	0.1068^{B}
		4. CNV	0.0825^{B}	0.0827^{B}	0.0828^{B}	0.0830^{B}
		5. DUB	0.1057^{B}	0.1059^{B}	0.1060^{B}	0.1062^{B}
		6. SKM	0.0598^{B}	0.0600^{B}	0.0601^{B}	0.0603^{B}
แผน 7	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0502^{B}	0.0504^{B}	0.0505^{B}	0.0507^{B}
		3. LSD	0.0516^{B}	0.0518^{B}	0.0519^{B}	0.0521^{B}
		4. CNV	0.0033	0.0035	0.0036	0.0038
		5. DUB	0.0453^{B}	0.0455^{B}	0.0456^{B}	0.0458^{B}
		6. SKM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1036^{B}	0.1038^{B}	0.1039^{B}	0.1041^{B}
		3. LSD	0.1057^{B}	0.1059^{B}	0.1060^{B}	0.1062^{B}
		4. CNV	0.0403	0.0405	0.0406	0.0408
		5. DUB	0.0977^{B}	0.0979^{B}	0.0980^{B}	0.0982^{B}
		6. SKM	0.0402	0.0404	0.0405	0.0407

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.29 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0524[B]	0.0526[B]	0.0527[B]	0.0529[B]
		3. LSD	0.0549[B]	0.0551[B]	0.0552[B]	0.0554[B]
		4. CNV	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
		5. DUB	0.0537[B]	0.0539[B]	0.0540[B]	0.0542[B]
		6. SKM	0.0073	0.0075	0.0078	0.0080
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1056[B]	0.1058[B]	0.1059[B]	0.1061[B]
		3. LSD	0.1096[B]	0.1098[B]	0.1099[B]	0.1101[B]
		4. CNV	0.0084	0.0086	0.0087	0.0089
		5. DUB	0.1086[B]	0.1088[B]	0.1089[B]	0.1091[B]
		6. SKM	0.0362	0.0364	0.0365	0.0367
แผน 9	0.05	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.0532[B]	0.0534[B]	0.0535[B]	0.0537[B]
		3. LSD	0.0578[B]	0.0580[B]	0.0581[B]	0.0583[B]
		4. CNV	0.0436[B]	0.0438[B]	0.0439[B]	0.0441[B]
		5. DUB	0.0567[B]	0.0569[B]	0.0570[B]	0.0572[B]
		6. SKM	0.0247	0.0249	0.0250	0.0252
	0.10	1. DUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2. WD	0.1080[B]	0.1082[B]	0.1083[B]	0.1085[B]
		3. LSD	0.1157[B]	0.1159[B]	0.1160[B]	0.1162[B]
		4. CNV	0.1084[B]	0.1086[B]	0.1087[B]	0.1089[B]
		5. DUB	0.1146[B]	0.1148[B]	0.1149[B]	0.1151[B]
		6. SKM	0.0559[B]	0.0561[B]	0.0562[B]	0.0564[B]

หมายเหตุ : **B** คือ ผ่านเกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley (1978))

จากตารางที่ 4.30 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 สรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.31 - 4.33

ตารางที่ 4.31 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงปรกติ

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล	ข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงปรกติ			
	สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน		สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน	
	ระดับนัยสำคัญ		ระดับนัยสำคัญ	
	0.05	0.10	0.05	0.10
แผน 1	DUN, WD, LSD	DUN, WD, LSD	DUN, LSD	DUN, WD, LSD
แผน 2	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 3	WD, LSD, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM
แผน 4	None	None	None	None
แผน 5	LSD	WD, LSD, DUB	LSD	WD, LSD, DUB
แผน 6	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM
แผน 7	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 8	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 9	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM

หมายเหตุ : None หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.31 เมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบใน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงปรกติ พบว่า

สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงแกมมา

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล	ข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงแกมมา			
	สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน		สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน	
	ระดับนัยสำคัญ		ระดับนัยสำคัญ	
	0.05	0.10	0.05	0.10
แผน 1	DUN, WD, LSD	DUN, WD, LSD	None	None
แผน 2	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 3	WD, LSD, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM
แผน 4	None	None	None	None
แผน 5	None	None	None	LSD, DUB
แผน 6	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM
แผน 7	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, CNV, DUB
แผน 8	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 9	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM

หมายเหตุ : None หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.32 เมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบใน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงแกมมา พบว่า

สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.33 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงบีตา

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล	ข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงบีตา			
	สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน		สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน	
	ระดับนัยสำคัญ		ระดับนัยสำคัญ	
	0.05	0.10	0.05	0.10
แผน 1	DUN, WD, LSD	DUN, WD, LSD	WD	WD
แผน 2	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 3	WD, LSD, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM
แผน 4	None	None	None	None
แผน 5	LSD	LSD	WD, LSD	WD, LSD, DUB
แผน 6	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM
แผน 7	WD, LSD, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 8	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 9	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM	WD, LSD, CNV, DUB	WD, LSD, CNV, DUB, SKM

หมายเหตุ : None หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.33 เมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบใน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงบีตา พบว่า

สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

4.1.2.1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

4.1.2.1.1 สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.34 - 4.38

ตารางที่ 4.34 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.9462	0.9487	0.9047	0.9302
		2. WD	0.9675*	0.9615*	0.9524*	0.9767*
		3. LSD	0.9431	0.9487	0.9048	0.9302
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	0.8944	0.8974	0.9047*	0.9069
		2. WD	0.9350*	0.9359*	0.9047*	0.9302*
		3. LSD	0.8873	0.8974	0.9047*	0.8837
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.34 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.35 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9669*	0.9640*	0.9632*	0.9637*
		3. LSD	0.8744	0.9107	0.9286	0.9399
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8798	0.9142	0.9319	0.9432
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9258*	0.9249*	0.9248*	0.9212*
		3. LSD	0.7617	0.8314	0.8660	0.8806
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.7807	0.8475	0.8792	0.8930
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 3	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9505*	0.9503*	0.9535*	0.9541*
		3. LSD	0.5724	0.7741	0.8697	0.9092
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.5791	0.7812	0.8748	0.9124
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8994*	0.8922*	0.8884*	0.8985
		3. LSD	0.4229	0.6319	0.7660	0.8308
		4. CNV	0.5952	0.7581	0.8573	0.9016*
		5. DUB	0.4295	0.6435	0.7727	0.8374
		6. SKM	0.5952	0.7581	0.8573	0.9016*

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.35 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.36 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 5	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	0.9668*	0.9698*	0.9719*	0.9722*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9582*	0.9581*	0.9542*	0.9527*
		3. LSD	0.9311	0.9359	0.9401	0.9409
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9342	0.9389	0.9427	0.9431
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.36 พบว่า แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ เนื่องจากตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.37 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9487*	0.9315*	0.9345*	0.9315*
		3. LSD	0.1832	0.4788	0.7320	0.8465
		4. CNV	0.3337	0.6307	0.8323	0.9120
		5. DUB	0.1844	0.4818	0.7369	0.8499
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8982*	0.8447*	0.8498*	0.8659*
		3. LSD	0.0862	0.3566	0.6047	0.7449
		4. CNV	0.1345	0.4200	0.6601	0.7978
		5. DUB	0.0888	0.3566	0.6070	0.7479
		6. SKM	0.2415	0.5459	0.7442	0.8594
แผน 7	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9242*	0.9351*	0.9429*	0.9482
		3. LSD	0.8673	0.9121	0.9319	0.9424
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8797	0.9206	0.9399	0.9496*
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8336*	0.8579*	0.8812*	0.8907*
		3. LSD	0.7642	0.8237	0.8637	0.8812
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.7784	0.8385	0.8721	0.8895
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.37 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.38 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8965*	0.9034*	0.9249*	0.9386*
		3. LSD	0.5660	0.7619	0.8703	0.9108
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.5753	0.7659	0.8742	0.9139
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.7826*	0.7945*	0.8417*	0.8699*
		3. LSD	0.4258	0.6367	0.7743	0.8397
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.4299	0.6388	0.7776	0.8429
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 9	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9673*	0.9075*	0.8912*	0.9084*
		3. LSD	0.0043	0.1484	0.4636	0.7349
		4. CNV	0.0142	0.1934	0.5264	0.7872
		5. DUB	0.0043	0.1484	0.4674	0.7365
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8902*	0.8000*	0.7686*	0.8099*
		3. LSD	0.0014	0.0849	0.3308	0.6076
		4. CNV	0.0014	0.0915	0.3509	0.6228
		5. DUB	0.0014	0.0849	0.3327	0.6076
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.38 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1.2 สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.39 - 4.43

ตารางที่ 4.39 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.9524*	0.9525*	0.9527*	0.9529*
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	0.8542	0.8543	0.8545	0.8547
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	0.9254*	0.9255*	0.9257*	0.9259*
		2. WD	0.8546	0.8547	0.8549	0.8551
		3. LSD	0.8522	0.8523	0.8525	0.8527
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.39 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.40 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9665*	0.9666*	0.9668*	0.9670*
		3. LSD	0.9156	0.9157	0.9159	0.9161
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9201	0.9202	0.9204	0.9206
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9297*	0.9298*	0.9300*	0.9302*
		3. LSD	0.8376	0.8377	0.8379	0.8381
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8529	0.8530	0.8532	0.8534
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 3	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9572*	0.9573*	0.9575*	0.9577*
		3. LSD	0.8503	0.8504	0.8506	0.8508
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8574	0.8575	0.8577	0.8579
		6. SKM	-	0.9376	0.9377	0.9385
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9069*	0.9070*	0.9072*	0.9074*
		3. LSD	0.7503	0.7504	0.7506	0.7508
		4. CNV	0.8428	0.8429	0.8431	0.8433
		5. DUB	0.7584	0.7585	0.7587	0.7589
		6. SKM	0.8428	0.8429	0.8431	0.8433

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.40 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.41 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 5	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	0.9687*	0.9688*	0.9690*	0.9692*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9575*	0.9576*	0.9578*	0.9580*
		3. LSD	0.9362	0.9363	0.9365	0.9367
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9389	0.9390	0.9392	0.9394
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.41 พบว่า แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ เนื่องจากตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.42 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9406*	0.9407*	0.9409*	0.9411*
		3. LSD	0.7971	0.7972	0.7974	0.7976
		4. CNV	0.8812	0.8813	0.8815	0.8817
		5. DUB	0.8026	0.8027	0.8029	0.8031
		6. SKM	0.8957	0.8958	0.8960	0.8962
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8849*	0.8850*	0.8852*	0.8854*
		3. LSD	0.7039	0.7040	0.7042	0.7044
		4. CNV	0.7686	0.7687	0.7689	0.7691
		5. DUB	0.7056	0.7057	0.7059	0.7061
		6. SKM	0.8266	0.8267	0.8269	0.8271
แผน 7	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9399*	0.9400*	0.9402*	0.9404*
		3. LSD	0.9110	0.9111	0.9113	0.9115
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9216	0.9217	0.9219	0.9221
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8699*	0.8700*	0.8702*	0.8704*
		3. LSD	0.8339	0.8340	0.8342	0.8344
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8477	0.8478	0.8480	0.8482
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.42 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.43 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9291*	0.9292*	0.9294*	0.9296*
		3. LSD	0.8500	0.8501	0.8503	0.8505
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8552	0.8553	0.8555	0.8557
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8481*	0.8482*	0.8484*	0.8486*
		3. LSD	0.7572	0.7573	0.7575	0.7577
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.7624	0.7625	0.7627	0.7629
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 9	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9284*	0.9285*	0.9287*	0.9289*
		3. LSD	0.7724	0.7725	0.7727	0.7729
		4. CNV	0.8224	0.8225	0.8227	0.8229
		5. DUB	0.7785	0.7786	0.7788	0.7790
		6. SKM	0.8839	0.8840	0.8842	0.8844
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8598*	0.8599*	0.8601*	0.8603*
		3. LSD	0.6628	0.6629	0.6631	0.6633
		4. CNV	0.6908	0.6909	0.6911	0.6913
		5. DUB	0.6652	0.6653	0.6655	0.6657
		6. SKM	0.8203	0.8204	0.8206	0.8208

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.43 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา

4.1.2.2.1 สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.44 - 4.48

ตารางที่ 4.44 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.9219	0.9847	0.9316	0.9976
		2. WD	0.9929*	0.9931*	0.9932*	0.9934
		3. LSD	0.9291	0.9847	0.9402	0.9982*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	0.8794	0.9603	0.8718	0.9902
		2. WD	0.9929*	0.9998*	0.9915*	0.9991*
		3. LSD	0.8865	0.9605	0.8803	0.9908
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.44 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.45 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9599	0.9642*	0.9237	0.9897*
		3. LSD	0.9599	0.9579	0.9237	0.9877
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9637*	0.9582	0.9250*	0.9877
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9097	0.8478*	0.8052	0.8935*
		3. LSD	0.9097	0.8322	0.8052	0.8857
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9237*	0.8365	0.8152*	0.8862
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 3	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8364*	0.8139*	0.8367*	0.8003*
		3. LSD	0.6979	0.5671	0.6982	0.7651
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.7026	0.5683	0.7029	0.7651
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.6219	0.5167*	0.9957*	0.7980*
		3. LSD	0.4665	0.2908	0.4668	0.5716
		4. CNV	0.6745*	0.4336	0.0786	0.6102
		5. DUB	0.4726	0.2908	0.4729	0.5716
		6. SKM	0.6745*	0.4336	0.0786	0.6102

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.45 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.46 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 5	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.46 พบว่าแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5 ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ เนื่องจากตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.47 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.6144*	0.5529*	0.0014*	0.7843*
		3. LSD	0.0113	0.0115	0.0010	0.0118
		4. CNV	0.0960	0.0962	0.0005	0.0965
		5. DUB	0.0113	0.0115	0.0004	0.0118
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.3462*	0.2414*	0.3465*	0.1700*
		3. LSD	0.0028	0.0030	0.0031	0.0033
		4. CNV	0.0114	0.0116	0.0117	0.0119
		5. DUB	0.0028	0.0030	0.0031	0.0033
		6. SKM	0.0669	0.0671	0.0672	0.0674
แผน 7	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.5639	0.8162	0.4172	0.8569
		3. LSD	0.5639	0.8162	0.4172	0.8569
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.5763*	0.8225*	0.4205*	0.8588*
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.3631	0.5392*	0.1991	0.4879*
		3. LSD	0.3631	0.5392*	0.1991	0.4879*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.3703*	0.5392*	0.2037*	0.4879*
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.47 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.48 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.5293*	0.0591*	0.9700*	0.9787*
		3. LSD	0.5238	0.0591*	0.5241	0.5243
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.5245	0.0591*	0.5248	0.5250
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.2851*	0.0169*	0.4957*	0.6945*
		3. LSD	0.2821	0.0169*	0.2824	0.2826
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.2821	0.0168	0.2824	0.2826
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 9	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.3100*	0.3086*	0.1443*	0.1235*
		3. LSD	0.1122	0.1124	0.1125	0.1127
		4. CNV	0.1037	0.1039	0.1040	0.1042
		5. DUB	0.1096	0.1098	0.1099	0.1101
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.1557*	0.0886*	0.0029*	0.0015*
		3. LSD	0.1256	0.0487	0.0024	0.0010
		4. CNV	0.1080	0.0234	0.0020	0.0008
		5. DUB	0.1195	0.0847	0.0024	0.0009
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.48 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2.2 สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.49 - 4.53

ตารางที่ 4.49 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.49 พบว่า แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ เนื่องจากการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบของการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.50 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8257	0.9983	0.2060*	0.2701*
		3. LSD	0.8257	0.9983	0.1567	0.2701*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8327*	0.9985*	0.2060*	0.2701*
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.6625	0.9708	0.0597*	0.0082*
		3. LSD	0.6625	0.9708	0.0043	0.0082*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.6914*	0.9749*	0.0597*	0.0082*
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 3	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8215*	0.9549*	0.8218*	0.8003*
		3. LSD	0.7699	0.2670	0.0028	0.7651
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.7995	0.2670	0.4544	0.7651
		6. SKM	0.8090	0.8764	0.8119	0.7936
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.7973	0.5853*	0.9957*	0.7980*
		3. LSD	0.6389	0.0291	0.6392	0.5716
		4. CNV	0.8076*	0.1470	0.6714	0.6102
		5. DUB	0.7153	0.0291	0.0457	0.5716
		6. SKM	0.8076*	0.1470	0.6714	0.6102

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.50 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.51 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 5	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	0.8918	0.9357*	0.8458	0.9998*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8959*	0.9357*	0.8474*	0.9998*
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.51 พบว่า แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ เนื่องจากตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.52 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.3228	0.9487*	0.8769*	0.7843*
		3. LSD	0.1784	0.1832	0.1040	0.1789
		4. CNV	0.3028	0.3337	0.0114	0.3033
		5. DUB	0.1784	0.1844	0.1010	0.1789
		6. SKM	0.3239*	0.3967	0.1229	0.3244
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.1533*	0.1155*	0.1536*	0.1700*
		3. LSD	0.0667	0.0014	0.0670	0.0672
		4. CNV	0.0787	0.0071	0.0790	0.0792
		5. DUB	0.0667	0.0014	0.0670	0.0672
		6. SKM	0.1280	0.0328	0.0114	0.1285
แผน 7	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.3377	0.2624	0.9957	0.9209*
		3. LSD	0.3377	0.2624	0.9957	0.9209*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.3434*	0.2835*	0.9998*	0.9209*
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.1627	0.0182	0.9186	0.0528*
		3. LSD	0.1627	0.0182	0.9186	0.0528*
		4. CNV	0.1482	0.0164	0.8845	0.0411
		5. DUB	0.1675*	0.0210*	0.9187*	0.0528*
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.52 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.53 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8229*	0.0071	0.9900*	0.8751*
		3. LSD	0.1794	0.0071	0.1797	0.1799
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.1794	0.1784*	0.1799	0.1799
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.4144*	0.0168	0.9000*	0.6945*
		3. LSD	0.0489	0.0168	0.0492	0.0494
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.0489	0.0169*	0.0492	0.0494
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 9	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.0057	0.3086*	0.1443*	0.1235*
		3. LSD	0.0057	0.0059	0.0060	0.0062
		4. CNV	0.0057	0.0014	0.0060	0.0062
		5. DUB	0.0057	0.0059	0.0060	0.0062
		6. SKM	0.0355*	0.0243	0.0358	0.0360
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.0014*	0.0016	0.0019*	0.0021*
		3. LSD	0.0014*	0.0016	0.0019*	0.0021*
		4. CNV	0.0014*	0.0016	0.0019*	0.0021*
		5. DUB	0.0014*	0.0016	0.0019*	0.0021*
		6. SKM	0.0014*	0.0043*	0.0019*	0.0021*

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.53 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา

4.1.2.3.1 สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.54 - 4.58

ตารางที่ 4.54 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	0.9400	0.9600	0.9458	0.9458
		2. WD	0.9900*	0.9900*	0.9826*	0.9783*
		3. LSD	0.9500	0.9700	0.9436	0.9436
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	0.8700	0.9100	0.8937	0.8872
		2. WD	0.9500*	0.9500*	0.9414*	0.9328*
		3. LSD	0.8800	0.9100	0.8829	0.8807
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.54 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.55 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9256	0.9679	0.9227	0.9226
		3. LSD	0.9244	0.9679	0.9211	0.9203
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9275*	0.9690*	0.9240*	0.9239*
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8609	0.8787	0.8559	0.8566
		3. LSD	0.8587	0.8787	0.8532	0.8532
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8732*	0.8919*	0.8681*	0.8692*
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 3	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9253*	0.9488*	0.9235*	0.9229*
		3. LSD	0.8954	0.9189	0.8891	0.8869
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8986	0.9229	0.8942	0.8919
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8441	0.8948	0.8392	0.8382
		3. LSD	0.8027	0.8478	0.7915	0.7933
		4. CNV	0.8828*	0.9100*	0.8782*	0.8846*
		5. DUB	0.8067	0.8526	0.7945	0.7966
		6. SKM	0.8828*	0.9100*	0.8782*	0.8846*

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.55 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.56 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตา ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 5	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	0.9731*	0.9699*	0.9691*	0.9699*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	0.9426*	0.9417*	0.9376*	0.9410*
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.56 พบว่า แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ เนื่องจากตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.57 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8539*	0.9077*	0.8504*	0.8443*
		3. LSD	0.7061	0.7739	0.6727	0.6707
		4. CNV	0.8132	0.8559	0.7896	0.7954
		5. DUB	0.7095	0.7766	0.6746	0.6736
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.7217*	0.8086*	0.7063*	0.6975*
		3. LSD	0.5501	0.6643	0.5296	0.5273
		4. CNV	0.6131	0.7165	0.5988	0.5982
		5. DUB	0.5508	0.6652	0.5296	0.5280
		6. SKM	0.7198	0.7851	0.6983	0.6918
แผน 7	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8930	0.9501	0.8883	0.8952
		3. LSD	0.8930	0.9467	0.8882	0.8951
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9028*	0.9529*	0.8963*	0.9033*
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8058	0.8958	0.8025	0.8067
		3. LSD	0.8055	0.8909	0.8025	0.8067
		4. CNV	0.9847*	0.9534*	0.9865*	0.9843*
		5. DUB	0.8141	0.8991	0.8127	0.8186
		6. SKM	0.9103	0.9529	0.9083	0.9117

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.57 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.58 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9005*	0.9233*	0.8926*	0.8946*
		3. LSD	0.8906	0.9088	0.8816	0.8839
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8938	0.9119	0.8845	0.8872
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8087*	0.8466*	0.7956*	0.7986*
		3. LSD	0.7992	0.8317	0.7832	0.7870
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8009	0.8353	0.7863	0.7892
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 9	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.7118*	0.8598*	0.6856*	0.7024*
		3. LSD	0.3276	0.5042	0.2358	0.2561
		4. CNV	0.3929	0.5538	0.3133	0.3337
		5. DUB	0.3276	0.5049	0.2369	0.2561
		6. SKM	0.5725	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.5203*	0.7231*	0.5094*	0.5261*
		3. LSD	0.2117	0.3827	0.1217	0.1495
		4. CNV	0.2207	0.3951	0.1380	0.1604
		5. DUB	0.2117	0.3836	0.1217	0.1495
		6. SKM	0.4414	0.5732	0.3802	0.3925

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.58 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.3.2 สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.59 - 4.63

ตารางที่ 4.59 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 1	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9783*	0.9529*	0.9672*	0.9930*
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9674*	0.9059*	0.9443*	0.9790*
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.59 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.60 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 และแผน 3

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 2	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9450*	0.9532*	0.9209	0.9573*
		3. LSD	0.9174	0.9372	0.9207	0.9156
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9194	0.9400	0.9237*	0.9193
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8962*	0.9027*	0.8452	0.9146*
		3. LSD	0.8486	0.8793	0.8436	0.8459
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8596	0.8910	0.8477*	0.8620
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 3	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9305*	0.9336*	0.7925	0.9400*
		3. LSD	0.8937	0.9109	0.7925	0.8863
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8977	0.9166	0.7993*	0.8898
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8629	0.8709	0.6594	0.8741*
		3. LSD	0.8179	0.8409	0.6594	0.8028
		4. CNV	0.8899*	0.9014*	0.7805*	0.8732
		5. DUB	0.8212	0.8478	0.6681	0.8082
		6. SKM	0.8899*	0.9014*	0.7805*	0.8732

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.60 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 2 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 3 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.61 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 และแผน 5

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 4	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	-	-	-	-
		3. LSD	-	-	-	-
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 5	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9808*	0.9691*	0.9803*	0.9798*
		3. LSD	0.9582	0.9683	0.9658	0.9624
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	-	-	-	-
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9619*	0.9379	0.9592*	0.9587*
		3. LSD	0.9173	0.9371	0.9314	0.9256
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9223	0.9410*	0.9347	0.9284
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.61 พบว่า แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 4 ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ เนื่องจากตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.62 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 และแผน 7

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 6	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9063*	0.8912*	0.7025	0.9152*
		3. LSD	0.8379	0.8006	0.7025	0.8587
		4. CNV	0.8919	0.8684	0.8083	0.9035
		5. DUB	0.8396	0.8023	0.7085	0.8605
		6. SKM	0.9012	0.8855	0.8343*	0.9078
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8201	0.8048*	0.5630	0.8368
		3. LSD	0.7512	0.7049	0.5630	0.7786
		4. CNV	0.7895	0.7419	0.6373	0.8096
		5. DUB	0.7522	0.7057	0.5662	0.7802
		6. SKM	0.8336*	0.8010	0.7209*	0.8459*
แผน 7	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.9252	0.9356	0.8757	0.9372*
		3. LSD	0.9203	0.9324	0.8757	0.9282
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.9288*	0.9397*	0.8865*	0.9337
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8660	0.8784	0.7721	0.8778*
		3. LSD	0.8603	0.8739	0.7721	0.8655
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8694*	0.8825*	0.7868*	0.8755
		6. SKM	-	-	-	-

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.62 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 6 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.63 กำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงบีตาของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 และแผน 9

แผนแบบการทดลอง	ระดับนัยสำคัญ	ตัวสถิติทดสอบ	พารามิเตอร์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
แผน 8	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8998*	0.9115*	0.6501	0.9194*
		3. LSD	0.8865	0.9015	0.6501	0.8957
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8886	0.9039	0.6612*	0.8993
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.8326*	0.8355*	0.5049	0.8553*
		3. LSD	0.8179	0.8266	0.5049	0.8272
		4. CNV	-	-	-	-
		5. DUB	0.8190	0.8291	0.5085*	0.8299
		6. SKM	-	-	-	-
แผน 9	0.05	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.4017	0.8269*	0.5682	0.8363
		3. LSD	0.4017	0.7998	0.5682	0.8169
		4. CNV	0.4385*	0.8236	0.6280*	0.8410*
		5. DUB	0.4017	0.8001	0.5731	0.8180
		6. SKM	-	-	-	-
	0.10	1. DUN	-	-	-	-
		2. WD	0.7355	0.7261	0.4234	0.7355
		3. LSD	0.7236	0.6999	0.4234	0.7236
		4. CNV	0.7311	0.7059	0.4432	0.7311
		5. DUB	0.7240	0.6999	0.4250	0.7240
		6. SKM	0.8369*	0.8114*	0.6614*	0.8369*

หมายเหตุ : * คือ กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

\- คือ ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.63 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังสูงที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 8 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และในแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.4 สรุปผลกำลังการทดสอบ

จากการพิจารณากำลังการทดสอบ สามารถสรุปผลตามแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลได้ดังตารางที่ 4.64 - 4.66

ตารางที่ 4.64 กำลังการทดสอบสูงสุดของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงปรกติ

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล	ข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงปรกติ			
	สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน		สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน	
	ระดับนัยสำคัญ		ระดับนัยสำคัญ	
	0.05	0.10	0.05	0.10
แผน 1	WD	DUN, WD,LSD	DUN	DUN
แผน 2	WD	WD	WD	WD
แผน 3	WD	WD, CNV,SKM	WD	WD
แผน 4	None	None	None	None
แผน 5	LSD	WD	LSD	WD
แผน 6	WD	WD	WD	WD
แผน 7	WD, DUB	WD	WD	WD
แผน 8	WD	WD	WD	WD
แผน 9	WD	WD	WD	WD

หมายเหตุ : None หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้เนื่องจากไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

จากตารางที่ 4.64 เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงปรกติ พบว่า

สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.65 กำลังการทดสอบสูงสุดของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงแกมมา

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล	ข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงแกมมา			
	สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน		สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน	
	ระดับนัยสำคัญ		ระดับนัยสำคัญ	
	0.05	0.10	0.05	0.10
แผน 1	WD, LSD	WD	None	None
แผน 2	WD, DUB	WD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 3	WD	WD, CNV, SKM	WD	WD, CNV, SKM
แผน 4	None	None	None	None
แผน 5	None	None	None	LSD, DUB
แผน 6	WD	WD	WD, SKM	WD
แผน 7	DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB	WD, LSD, DUB
แผน 8	WD, LSD, DUB	WD, LSD	WD, DUB	WD, DUB
แผน 9	WD	WD	WD, SKM	WD, LSD, CNV, DUB, SKM

หมายเหตุ : None หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้เนื่องจากไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

จากตารางที่ 4.65 เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงแกมมา พบว่า

สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.66 กำลังการทดสอบสูงสุดของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงบีตา

แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล	ข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงบีตา			
	สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน		สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน	
	ระดับนัยสำคัญ		ระดับนัยสำคัญ	
	0.05	0.10	0.05	0.10
แผน 1	WD	WD	WD	WD
แผน 2	DUB	DUB	WD, DUB	WD, DUB
แผน 3	WD	CNV, SKM	WD, DUB	WD, CNV, SKM
แผน 4	None	None	None	None
แผน 5	LSD	LSD	WD	WD, DUB
แผน 6	WD	WD	WD, SKM	WD, SKM
แผน 7	DUB	DUB	WD, DUB	WD, DUB
แผน 8	WD	WD	WD, DUB	WD, DUB
แผน 9	WD	WD	WD, CNV	SKM

หมายเหตุ : None หมายถึง ไม่มีตัวสถิติทดสอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้เนื่องจากไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

จากตารางที่ 4.66 เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของตัวสถิติทดสอบของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล กรณีข้อมูลสุ่มมาจากประชาการที่มีการแจกแจงบีตา พบว่า

สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน ตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ และตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อภิปรายผล

จากสรุปผลการวิจัยโดยการพิจารณาตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ พบว่า ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดี และมีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของปุณยนุช (2550) และ Armando. *et al.* (2008) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกกรณี นอกจากนี้ผลงานวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของปุณยนุช (2550), นิภาพร (2552), วิไลลักษณ์ (2522), Li (1997), Carmer and Swanson (1973), Boardman and Moffitt (1971), Kemp (1973), Carmer and Walker (1985), Ozkaya and Ercan (2012), Bernhardson (1975), Anthony (2012), David (2012) และ Douglas (2019) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ มีความสามารถในการความคุมความผิดพลาดของความน่าจะเป็นแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ถึงแม้ว่าในงานวิจัยนี้ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์จะไม่ได้มีประสิทธิภาพดีที่สุด แต่ในส่วนของความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์นั้นถือได้มีความความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด

แต่ผลการวิจัยนี้มีความแตกต่างจากผลงานวิจัยของปุณยนุช (2550), ธนพงศ์ และคณะ (2559), บุญชม (2538), Li (1997), Carmer and Swanson (1973), Boardman and Moffitt (1971), Kemp (1973), Ozkaya and Ercan (2012), Bernhardson (1975) และ Francisco and Carlos (2016) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนมีประสิทธิภาพดีที่สุดในวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ ทั้งนี้ผลการวิจัยที่แตกต่างกันเนื่องมาจากลักษณะข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรมีลักษณะที่แตกต่างกัน ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่ใช้ในการทดสอบจึงมีความแตกต่างกัน หรือมีการเพิ่มเติมตัวสถิติทดสอบบางการทดสอบ และแผนการทดลองที่ใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างกันจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการวิจัยมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมบูรณ์ โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DMRT or DUNCAN) ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test) ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test) ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน (Durbin Test) และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ (Skillings-Mack Test) สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการเปรียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมบูรณ์ทั้ง 6 การทดสอบ สามารถนำมาสรุปผลการวิจัยจำแนกออกได้ 2 ประเด็น คือ 1. ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดตามคำนิยามของงานวิจัย 2. ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดตามคำนิยามของงานวิจัย

ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดตามคำนิยามของงานวิจัย หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และมีกำลังการทดสอบสูงสุด ซึ่งในหัวข้อนี้สามารถจำแนกการพิจารณาได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1.1.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สามารถจำแนกผลการวิจัยตามลักษณะของการสุ่มข้อมูลได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

1. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปได้ว่า

สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงแกมมา สามารถสรุปได้ว่า

สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

3. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงบีตา สามารถสรุปได้ว่า

สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

5.1.1.2 กำลังการทดสอบสามารถจำแนกผลการวิจัยตามลักษณะของการสุ่มข้อมูลได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

1. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปได้ว่า

สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

2. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงแกมมา สามารถสรุปได้ว่า

สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

3. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงบีตา สามารถสรุปได้ว่า

สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงสุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

ดังนั้นจากการพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน และตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม็กซ์ สำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล ในลักษณะของข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงบีตา ตามที่กำหนด พบว่า ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

นอกจากนี้ยังสามารถสรุปผลการวิจัยจำแนกตามประเภทของตัวสถิติทดสอบได้ 2 ประเภท ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

5.1.2 ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล

ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล ในแต่ละแผนแบบการทดลองสามารถพิจารณาจำแนกผลการวิจัยตามลักษณะของการสุ่มข้อมูลได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

1. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปได้ว่า

ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล แผน 1 - 3, และแผน 6 – 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

2. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงแกมมา สามารถสรุปได้ว่า

ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล แผน 1 - 3, แผน 6 และ แผน 8 – 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 คือ ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

3. กรณีข้อมูลสุ่มมาจากการแจกแจงบีตา สามารถสรุปได้ว่า

ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล แผน 1 - 3, แผน 6 และ แผน 8 – 9 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 คือ ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน และตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 7 คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังสามารถสรุปได้ว่าถ้าหากจำนวนบล็อกและจำนวนทรีตเมนต์มีจำนวนเท่ากัน หรือจำนวนบล็อกคงที่แต่จำนวนทรีตเมนต์เพิ่มขึ้นจะพบว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบจะมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่กำลังการทดสอบมีค่าลดลง แต่ถ้าหากจำนวนบล็อกเพิ่มขึ้น แต่จำนวนทรีทเมนต์คงที่ จะพบว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบจะมีค่าลดลง ในขณะที่กำลังการทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาในครั้งต่อไปอาจเพิ่มตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์การทดสอบอื่น ๆ เข้ามาทำการทำการทดสอบ เช่น ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน ตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี

5.2.2 ควรทำการศึกษาลักษณะของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลบางส่วน แผนแบบจัตุรัสยูเดน แผนแบบแลตทิซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กษิภัท โชติกรวรกุล, จินดารัตน์ พึ่งพันธ์, เจษฎา บุตมะ และปัญทิมา นากกล่ำ. 2557. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน ในกรณี 2 ประชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2539. **การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติคณะพาณิชย์ศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนพงศ์ ก้องนภาสันติกุล, ธวัชชัย แตงทอง, ธารทิพย์ โนภาศ และนัฐกานต์ ปัตติสัย. 2559. “การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิภาพร ขำสอาด. 2552. “อำนาจการทดสอบของการใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย.” ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. 2538. **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย**. ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

ปุณยนุช พินชู. 2550. “การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่สำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์.” *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย.* 20(3) : 331-351.

มานะชัย รอดชื่น. 2556. “การเปรียบเทียบสถิติทดสอบโดยใช้การจำลองข้อมูล.” *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.* 41(3) : 638-647.

ระวีวรรณ พันธ์พาณิช. 2540. “**แบบแผนเชิงสถิติของการทดลอง.**” กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. เอกสารอัดสำเนา.

วิไลลักษณ์ องค์จิระวุฒฒิ์. 2522. “การเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรโดยพิจารณาจากความผิด 3 ชนิด.” ปริญญาพาณิชยศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศุภรัตน์ มีประพันธ์. 2559. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบสำหรับการแจกแจงปรกติของชุดคำสั่งนอร์เทสต์ในโปรแกรมอาร์.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2552. **สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์.** กรุงเทพมหานคร : จามจุรีโปรดักส์.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2555. **ความน่าจะเป็น.** พิมพ์ครั้งที่ 4 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : จามจุรีโปรดักส์.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2558. **การวางแผนแบบการทดลอง เล่ม 1.** กรุงเทพมหานคร : จามจุรีโปรดักส์.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2558. **การวางแผนแบบการทดลอง เล่ม 2.** กรุงเทพมหานคร : จามจุรีโปรดักส์.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2558. **พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรี และราชกิจจานุเบกษา.

สุพัฒน์ สุกมลสันต์. 2560. “การเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดสอบรวมเพื่อการวิจัย.” *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.* 9(2) : 51-70.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2537. **การวางแผนการทดลอง เล่ม 2.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สหมิตรออฟเซท.

สมจิต วัฒนาชยางกูล. 2529. **สถิติวิเคราะห์เบื้องต้นสำหรับการทำวิจัย.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ประกายพรึก.

Anthony, J. H. 2012. “The Maximum Familywise Error Rate of Fisher's Least Significant Difference Test.” *Journal of the American Statistical Association.* 396(81) : 1000-1004.

Armando, C., Décio, B. and Clarice, G. B. D. 2008. “Modifications for The Tukey Test Procedure and Evaluation of the Power and Efficiency of Multiple Comparison Procedures.” *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.).* 65(4) : 428-432.

Bernhardson, C. S. 1975. “Type I Error Rates When Multiple Comparison Procedures Follow a Significant F Test of ANOVA.” *Biometrics.* 31(1) : 229-232.

Boardman, T. J. and Moffitt, D. R. 1971. “Graphical Monte Carlo Type I Error Rates for Multiple Comparison Procedures.” *Biometrices.* 27 : 738-744.

Bradley, J. V. 1978. “Robustness.” *Journal of Mathematical and Statistical Psychology.* 31 : 144-152.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Carmer, S. G. and Swanson, M. R. 1973. “An Evaluation of Ten Pairwise Multiple Comparison Procedures by Monte Carlo Techniques.” *Journal of the American Statistical Association.* 68 : 66-74.

Carmer, S. G. and Walker, W. M. 1985. “Pairwise Multiple Comparisons of Treatment Means in Agronomic Research.” *Journal of Agronomic Education.* 14 : 19-26.

Cochran, W. G. 1954. “Some Methods for Strengthening the Common Chi-Squared Tests.” *Biometrics.* 10 : 417-451.

David, J. S. 2012. “Multiple Comparison Procedures—Cutting the Gordian Knot.” *Agronomy Journal - Symposium: Statistical Concepts.* 107(2) : 730-735.

Douglas, C. E. 2019. **Multiple Comparisons: Philosophies and Illustrations.** [Online]. Available : www.physiology.org/journal/ajpregu.

Francisco, D. A. S. S. and Carlos A. V. D. A. 2016. “Comparison of Means of Agricultural Experimentation Data Through Different Tests Using the Software Assistat.” *African Journal of Agricultural Research.* 11(37) : 3527-3531.

Glass, G. V. and Stanley, J. C. 1970. **Statistical Methods in Education and Psychology.** New Jersey : Prentice Hall.

Kemp, K. E. 1973. “Multiple Comparisons : Comparisonwise Versus Experimentwise Type I Error Rates and Their Relationship to Power.” *Journal of Dairy Science.* 58(9) : 1374-1377.

Kirk, R. E. 2013. **Experimental Design : Procedures for the Behavioral Sciences.** 4th edn. Newbury Park, CA : SAGE Publications.

Li, Y. 1997. “The Development of Power Estimates and Sample Size Requirements for Seven Multiple Comparisons Procedures.” Ph.D. Nursing. Baltimore, University of Maryland.

Ozkaya, G. and Ercan, I. 2012. “Examining Multiple Comparison Procedures According to Error Rate, Power Type and False Discovery Rate.” *Journal of modern Applied Statistical Methods.* 11(2) : 348-360.

Pohlert, T. 2015. **The Pairwise Multiple Comparison of Mean Ranks Package (PMCMR).** R package. Available : http://CRAN.R-project.org/package=PMCMR.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pohlert, T. (2016). **The Pairwise Multiple Comparison of Mean Ranks Package (PMCMR).** R package. Available : http://CRAN.R-project.org/package=PMCMR.

SAS Institute Inc. 1999. **Multiple Comparisons.** USA : Cary, NC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ก1 คำสั่งโปรแกรม สำหรับสร้างแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลดำเนินการโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) ในโปรแกรม Microsoft Excel

```
**************************************************************************
Sub Table()
u = 4
r = 0
l = 4
t = 3
Do Until t = 8
k = 0
Do Until k = t - 1
b = 3
Do Until b = 8
Sheets("Sheet6").Cells(l + r, 1).Value = t
at = Sheets("Sheet6").Cells(l + r, 1).Value - 1
Sheets("Sheet6").Cells(l + r, 2).Value = at - k
Sheets("Sheet6").Cells(l + r, 4).Value = b
bt = Sheets("Sheet6").Cells(u, 4).Value
kt = Sheets("Sheet6").Cells(u, 2).Value
tt = Sheets("Sheet6").Cells(u, 1).Value
Sheets("Sheet6").Cells(u, 3).Value = (bt * kt) / tt
rt = Sheets("sheet6").Cells(u, 3).Value
Sheets("sheet6").Cells(u, 5).Value = (rt * (kt - 1)) / (tt - 1)
lt = Sheets("Sheet6").Cells(u, 5).Value
Sheets("Sheet6").Cells(u, 6).Value = tt * rt
Sheets("Sheet6").Cells(u, 7).Value = bt * kt
Sheets("Sheet6").Cells(u, 8).Value = rt * (kt - 1)
Sheets("Sheet6").Cells(u, 9).Value = lt * (tt - 1)
trt = Sheets("Sheet6").Cells(u, 6).Value
bkt = Sheets("Sheet6").Cells(u, 7).Value
rtr = Sheets("Sheet6").Cells(u, 8).Value
ltl = Sheets("Sheet6").Cells(u, 9).Value
If (rt <> CInt(rt) Or lt <> CInt(lt) Or kt <= 1 Or rtr <> ltl Or trt <> bkt
Or bt <= rt And rt <= lt)
Then Sheets("Sheet6").Cells(u, 10).Value = 1
Else
Sheets("Sheet6").Cells(u, 10).Value = 0
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
u = u + 1
r = r + 1
b = b + 1
Loop
k = k + 1
Loop
t = t + 1
Loop
Range("J4").Select
Do Until Selection.Value = ""
If Selection.Value = "1" Then
Selection.EntireRow.Delete
Else
Selection.Offset(1, 0).Select
End If
Loop
End Sub
```

****

ก2 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟการแจกแจงปรกติ (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลียเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน)

****

```
x = seq (-10, 18, length.out = 10000)
plot(x,dnorm(x,4,sqrt(12)),col="red",lwd=6,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.12),ylab="f(x)",main
="Normal Probability Density")
lines(x,dnorm(x,4,sqrt(12)),lty = 2,col = "blue",lwd = 5.5,type = "l")
lines(x,dnorm(x,4,sqrt(12)),lty = 3,col = "green",lwd = 5,type = "l")
lines(x,dnorm(x,4,sqrt(12)),lty = 4,col = "pink",lwd = 4.5,type = "l")
lines(x,dnorm(x,4,sqrt(12)),lty = 5,col = "black",lwd =4,type = "l")
lines(x,dnorm(x,4,sqrt(12)),lty = 6,col = "yellow",lwd = 3.5,type = "l")
lines(x,dnorm(x,4,sqrt(12)),lty = 7,col = "brown",lwd = 3,type = "l")
labels = c("N(4, 12)","N(4, 12)","N(4, 12)" ,"N(4, 12)" ,"N(4, 12)" ,"N(4, 12)" ,"N(4, 12)")
colors = c("red","blue","green","pink","black","yellow","brown")
A = c(1,2,3,5,6,7)
legend("topright",inset = 0.05,labels,lwd = 3,lty = A,col = colors)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟการแจกแจงแกมมา (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันความแปรปรวนเท่ากัน)

```
**************************************************************************
x=seq(0,100,length.out = 10000)
plot(x,dgamma(x,4,1/4),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.06),ylab="        f(x)",main=
"Gamma Probability Density")
lines(x,dgamma(x,4,1/4),lty = 2,col = "blue",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,4,1/4),lty = 3,col = "green",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,4,1/4),lty = 4,col = "pink",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,4,1/4),lty = 5,col = "black",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,4,1/4),lty = 6,col = "yellow",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,4,1/4),lty = 7,col = "brown",lwd = 3,type = "l")
labels=c("Gamma(4, 4)","Gamma(4, 4)","Gamma(4, 4)","Gamma(4, 4)","Gamma(4, 4)","Gamma(4,
4)","Gamma(4, 4)")
colors = c("red","blue","green","pink","black","yellow","brown")
A = c(1,2,3,5,6,7)
legend("topright",inset = 0.05,labels,lwd = 3,lty = A,col = colors)
**************************************************************************
```

คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟการแจกแจงบีตา (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันความแปรปรวนเท่ากัน)

```
**************************************************************************
x=seq(0,1,length.out = 10000)
plot(x,dbeta(x,8,12),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,6),ylab="f(x)",main="Beta Probability
Density")
lines(x,dbeta(x,8,12),lty = 2,col = "blue",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dbeta(x,8,12),lty = 3,col = "green",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dbeta(x,8,12),lty = 4,col = "pink",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dbeta(x,8,12),lty = 5,col = "black",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dbeta(x,8,12),lty = 6,col = "yellow",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dbeta(x,8,12),lty = 7,col = "brown",lwd = 3,type = "l")
labels=c("Beta(8, 12)"," Beta(8, 12)"," Beta(8, 12)"," Beta(8, 12)"," Beta(8, 12)","Beta(8, 12)"," Beta(8,
12)")
colors = c("red","blue","green","pink","black","yellow","brown")
A = c(1,2,3,5,6,7)
legend("topright",inset = 0.05,labels,lwd = 3,lty = A,col = colors)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก3 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

```
**************************************************************************
library(ibd)
library(PMCMR)
library(agricolae)
library(Skillings.Mack)
set.seed(10)
alpha=0.05
COUNT<-array(rep(0,8*1),dim=c(8,1))
a<-1
M<-700
q<-0
while(q<700)
{block1=rnorm(1,4,sqrt(12))
block11=rnorm(1,4,sqrt(12))
K1<-c(block1,block11)
block2=rnorm(1,4,sqrt(12))
block22=rnorm(1,4,sqrt(12))
K2<-c(block2,block22)
block3=rnorm(1,4,sqrt(12))
block33=rnorm(1,4,sqrt(12))
K3<-c(block3,block33)
block4=rnorm(1,4,sqrt(12))
block44=rnorm(1,4,sqrt(12))
K4<-c(block4,block44)
block5=rnorm(1,4,sqrt(12))
block55=rnorm(1,4,sqrt(12))
K5<-c(block5,block55)
block6=rnorm(1,4,sqrt(12))
block66=rnorm(1,4,sqrt(12))
K6<-c(block6,block66)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Data<-c(K1,K2,K3,K4,K5,K6)
des.bibd <- bibd(v =4, b = 6, r = 3, k = 2, lambda = 1)
des.bibd$design
Rw1=des.bibd$design[1]
Rw2=des.bibd$design[7]
Rw3=des.bibd$design[2]
Rw4=des.bibd$design[8]
Rw5=des.bibd$design[3]
Rw6=des.bibd$design[9]
Rw7=des.bibd$design[4]
Rw8=des.bibd$design[10]
Rw9=des.bibd$design[5]
Rw10=des.bibd$design[11]
Rw11=des.bibd$design[6]
Rw12=des.bibd$design[12]
trt<-c(Rw1,Rw2,Rw3,Rw4,Rw5,Rw6,Rw7,Rw8,Rw9,Rw10,Rw11,Rw12)
blk<-gl(6,2)
table=data.frame(trt,blk,Data)
block.unadj <- as.factor(blk)
trt.adj <- as.factor(trt)
name.y <- paste(deparse(substitute(Data)))
name.t <- paste(deparse(substitute(trt)))
modelo <- formula(paste(name.y,"~ block.unadj + trt.adj"))
model <- lm(modelo)
DFerror <- df.residual(model)
MSerror <- deviance(model)/DFerror
k <- unique(table(block.unadj))
r <- unique(table(trt.adj))
b <- nlevels(block.unadj)
ntr <- nlevels(trt.adj)
lambda <- r * (k - 1)/(ntr - 1)
datos <- data.frame(blk, trt, Data)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
tabla <- by(datos[,3], datos[,1:2], function(x) mean(x,na.rm=TRUE))
tabla <-as.data.frame(tabla[,])
AA <- !is.na(tabla)
BB <- tapply(Data, block.unadj, function(x) sum(x, na.rm=TRUE))
B <- BB %*% AA
Y <- tapply(Data, trt.adj, function(x) sum(x, na.rm=TRUE))
mi <- tapply(Data, trt.adj, function(x) min(x, na.rm=TRUE))
ma <- tapply(Data, trt.adj, function(x) max(x, na.rm=TRUE))
sds <- tapply(Data, trt.adj, function(x) sd(x, na.rm=TRUE))
Q <- Y - as.numeric(B)/k
SStrt.adj <- sum(Q^2) * k/(lambda * ntr)
MStrt.adj <- SStrt.adj/(ntr - 1)
sdtdif <- sqrt(2 * k * MSerror/(lambda * ntr))
Fvalue <- MStrt.adj/MSerror
mean.adj <- mean(Data,na.rm=TRUE) + Q * k/(lambda * ntr)
StdError.adj <- sqrt(MSerror * (1 + k * r * (ntr - 1)/(lambda *ntr))/(r * ntr))
print(anova(model))
SSBlock.adj<-sum(Q^2)*r/(lambda*b)
DfBlock.adj=b-1
MSBlock.adj=SSBlock.adj/DfBlock.adj
FBlock.adj=MSBlock.adj/MSerror
DfTrt.adj=ntr-1
NonTest<-as.matrix(tabla)
FTableB=qf(alpha,DfBlock.adj,DFerror,lower.tail=F)
FTableT=qf(alpha,DfTrt.adj,DFerror,lower.tail=F)
if ((FBlock.adj>FTableB)&(Fvalue>FTableT))
{QT1=(k*Q[1])/(lambda*ntr)
QT2=(k*Q[2])/(lambda*ntr)
QT3=(k*Q[3])/(lambda*ntr)
QT4=(k*Q[4])/(lambda*ntr)
PA1=QT4-QT1
PA2=QT4-QT2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PA3=QT4-QT3
PA4=QT3-QT1
PA5=QT3-QT2
PA6=QT2-QT1
LSR<-c(PA1,PA2,PA3,PA4,PA5,PA6)
s=((k*MSerror)/(lambda*ntr))^(1/2)
RTable2=(qt(alpha,2,DFerror,lower.tail = F))
RTable3=(qt(alpha,3,DFerror,lower.tail = F))
RTable4=(qt(alpha,4,DFerror,lower.tail = F))
R2=RTable2*s
R3=RTable3*s
R4=RTable4*s
pvalueLSR=LSR
if ((pvalueLSR[1] >= R4) || (pvalueLSR[2] >= R3) || (pvalueLSR[3] >= R2)|| (pvalueLSR[4] >=
R3)|| (pvalueLSR[5] >= R2)|| (pvalueLSR[6] >= R2))
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]+1
WD<-BIB.test(blk,trt,Data,test="waller",group=F)
WDTable=-(qt(alpha,DFerror))
SigWD=WDTable*(((2*MSerror)/k)^(1/2))
pvalueWD=WD$comparison$Difference
if ((pvalueWD[1] >= SigWD) || (pvalueWD[2] >= SigWD) || (pvalueWD[3] >= SigWD)||
(pvalueWD[4] >= SigWD)|| (pvalueWD[5] >= SigWD)|| (pvalueWD[6] >= SigWD))
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]+1
LSD<-BIB.test(blk,trt,Data,test="lsd",group=F)
pvalueLSD=LSD$comparison$pvalue
if ((pvalueLSD[1] <= alpha) || (pvalueLSD[2] <= alpha) || (pvalueLSD[3] <= alpha)||
(pvalueLSD[4] <= alpha)|| (pvalueLSD[5] <= alpha)|| (pvalueLSD[6] <= alpha))
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]+1
CNV<-posthoc.friedman.conover.test(NonTest,p.adjust="none")
pvalueCNV=get.pvalues(CNV)
if ((pvalueCNV[1] <= alpha) || (pvalueCNV[2] <= alpha) || (pvalueCNV[3] <= alpha) ||
(pvalueCNV[4] <= alpha) || (pvalueCNV[5] <= alpha) || (pvalueCNV[6] <= alpha))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]+1
DUB<-durbin.test(blk,trt,Data,group=F)
pvalueDUB=DUB$comparison$pvalue
if ((pvalueDUB[1] <= alpha) || (pvalueDUB[2] <= alpha) || (pvalueDUB[3] <= alpha)||
(pvalueDUB[4] <= alpha)|| (pvalueDUB[5] <= alpha)|| (pvalueDUB[6] <= alpha))
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]+1
SKLM<-Ski.Mack(NonTest,simulate.p.value = F)
SK1=rank(SKLM$rawdata[1,],na.last="keep")
SK2=rank(SKLM$rawdata[2,],na.last="keep")
SK3=rank(SKLM$rawdata[3,],na.last="keep")
SK4=rank(SKLM$rawdata[4,],na.last="keep")
SK5=rank(SKLM$rawdata[5,],na.last="keep")
SK6=rank(SKLM$rawdata[6,],na.last="keep")
SA<-data.frame(SK1,SK2,SK3,SK4,SK5,SK6)
SM<-data.frame(SA)
SR1=sum(SM[1,],na.rm=T)
SR2=sum(SM[2,],na.rm=T)
SR3=sum(SM[3,],na.rm=T)
SR4=sum(SM[4,],na.rm=T)
SKR1=abs(SR4-SR1)
SKR2=abs(SR4-SR2)
SKR3=abs(SR4-SR3)
SKR4=abs(SR3-SR2)
SKR5=abs(SR3-SR1)
SKR6=abs(SR2-SR1)
SKM<-c(SKR1,SKR2,SKR3,SKR4,SKR5,SKR6)
pvalueSKM=SKM
SKMTable=((((k+1)*((r*k)-r+lambda))/12)^(1/2))*3.633
if ((pvalueSKM[1] >= SKMTable) || (pvalueSKM[2] >= SKMTable) || (pvalueSKM[3] >=
SKMTable)|| (pvalueSKM[4] >= SKMTable)|| (pvalueSKM[5] >= SKMTable)|| (pvalueSKM[6] >=
SKMTable))
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]+1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COUNT[7,a]=COUNT[7,a]+1
NM=COUNT[7,a]
q=q+1}
else{q=q}
COUNT[8,a]=COUNT[8,a]+1
NB=COUNT[8,a]}
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]/NB
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]/NB
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]/NB
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]/NB
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]/NB
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]/NB
```

****

ก4 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

****

```
library(ibd)
library(PMCMR)
library(agricolae)
library(Skillings.Mack)
set.seed(10)
alpha=0.05
COUNT<-array(rep(0,8*1),dim=c(8,1))
a<-1
M<-700
q<-0
while(q<700)
{block1=rnorm(1,4,sqrt(12))
block11=rnorm(1,6,sqrt(12))
K1<-c(block1,block11)
block2=rnorm(1,4,sqrt(12))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
block22=rnorm(1,6,sqrt(12))
K2<-c(block2,block22)
block3=rnorm(1,4,sqrt(12))
block33=rnorm(1,6,sqrt(12))
K3<-c(block3,block33)
block4=rnorm(1,4,sqrt(12))
block44=rnorm(1,6,sqrt(12))
K4<-c(block4,block44)
block5=rnorm(1,4,sqrt(12))
block55=rnorm(1,6,sqrt(12))
K5<-c(block5,block55)
block6=rnorm(1,4,sqrt(12))
block66=rnorm(1,6,sqrt(12))
K6<-c(block6,block66)
Data<-c(K1,K2,K3,K4,K5,K6)
des.bibd <- bibd(v =4, b = 6, r = 3, k = 2, lambda = 1)
des.bibd$design
Rw1=des.bibd$design[1]
Rw2=des.bibd$design[7]
Rw3=des.bibd$design[2]
Rw4=des.bibd$design[8]
Rw5=des.bibd$design[3]
Rw6=des.bibd$design[9]
Rw7=des.bibd$design[4]
Rw8=des.bibd$design[10]
Rw9=des.bibd$design[5]
Rw10=des.bibd$design[11]
Rw11=des.bibd$design[6]
Rw12=des.bibd$design[12]
trt<-c(Rw1,Rw2,Rw3,Rw4,Rw5,Rw6,Rw7,Rw8,Rw9,Rw10,Rw11,Rw12)
blk<-gl(6,2)
table=data.frame(trt,blk,Data)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
block.unadj <- as.factor(blk)
trt.adj <- as.factor(trt)
name.y <- paste(deparse(substitute(Data)))
name.t <- paste(deparse(substitute(trt)))
modelo <- formula(paste(name.y,"~ block.unadj + trt.adj"))
model <- lm(modelo)
DFerror <- df.residual(model)
MSerror <- deviance(model)/DFerror
k <- unique(table(block.unadj))
r <- unique(table(trt.adj))
b <- nlevels(block.unadj)
ntr <- nlevels(trt.adj)
lambda <- r * (k - 1)/(ntr - 1)
datos <- data.frame(blk, trt, Data)
tabla <- by(datos[,3], datos[,1:2], function(x) mean(x,na.rm=TRUE))
tabla <-as.data.frame(tabla[,])
AA <- !is.na(tabla)
BB <- tapply(Data, block.unadj, function(x) sum(x, na.rm=TRUE))
B <- BB %*% AA
Y <- tapply(Data, trt.adj, function(x) sum(x, na.rm=TRUE))
mi <- tapply(Data, trt.adj, function(x) min(x, na.rm=TRUE))
ma <- tapply(Data, trt.adj, function(x) max(x, na.rm=TRUE))
sds <- tapply(Data, trt.adj, function(x) sd(x, na.rm=TRUE))
Q <- Y - as.numeric(B)/k
SStrt.adj <- sum(Q^2) * k/(lambda * ntr)
MStrt.adj <- SStrt.adj/(ntr - 1)
sdtdif <- sqrt(2 * k * MSerror/(lambda * ntr))
Fvalue <- MStrt.adj/MSerror
mean.adj <- mean(Data,na.rm=TRUE) + Q * k/(lambda * ntr)
StdError.adj <- sqrt(MSerror * (1 + k * r * (ntr - 1)/(lambda *ntr))/(r * ntr))
print(anova(model))
SSBlock.adj<-sum(Q^2)*r/(lambda*b)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DfBlock.adj=b-1
MSBlock.adj=SSBlock.adj/DfBlock.adj
FBlock.adj=MSBlock.adj/MSerror
DfTrt.adj=ntr-1
NonTest<-as.matrix(tabla)
FTableB=qf(alpha,DfBlock.adj,DFerror,lower.tail=F)
FTableT=qf(alpha,DfTrt.adj,DFerror,lower.tail=F)
if ((FBlock.adj>FTableB)&(Fvalue>FTableT))
{QT1=(k*Q[1])/(lambda*ntr)
QT2=(k*Q[2])/(lambda*ntr)
QT3=(k*Q[3])/(lambda*ntr)
QT4=(k*Q[4])/(lambda*ntr)
PA1=QT4-QT1
PA2=QT4-QT2
PA3=QT4-QT3
PA4=QT3-QT1
PA5=QT3-QT2
PA6=QT2-QT1
LSR<-c(PA1,PA2,PA3,PA4,PA5,PA6)
s=((k*MSerror)/(lambda*ntr))^(1/2)
RTable2=(qt(alpha,2,DFerror,lower.tail = F))
RTable3=(qt(alpha,3,DFerror,lower.tail = F))
RTable4=(qt(alpha,4,DFerror,lower.tail = F))
R2=RTable2*s
R3=RTable3*s
R4=RTable4*s
pvalueLSR=LSR
if ((pvalueLSR[1] >= R4) || (pvalueLSR[2] >= R3) || (pvalueLSR[3] >= R2)|| (pvalueLSR[4] >=
R3)|| (pvalueLSR[5] >= R2)|| (pvalueLSR[6] >= R2))
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]+1
WD<-BIB.test(blk,trt,Data,test="waller",group=F)
WDTable=-(qt(alpha,DFerror))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SigWD=WDTable*(((2*MSerror)/k)^(1/2))
pvalueWD=WD$comparison$Difference
if ((pvalueWD[1] >= SigWD) || (pvalueWD[2] >= SigWD) || (pvalueWD[3] >= SigWD)||
(pvalueWD[4] >= SigWD)|| (pvalueWD[5] >= SigWD)|| (pvalueWD[6] >= SigWD))
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]+1
LSD<-BIB.test(blk,trt,Data,test="lsd",group=F)
pvalueLSD=LSD$comparison$pvalue
if ((pvalueLSD[1] <= alpha) || (pvalueLSD[2] <= alpha) || (pvalueLSD[3] <= alpha)||
(pvalueLSD[4] <= alpha)|| (pvalueLSD[5] <= alpha)|| (pvalueLSD[6] <= alpha))
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]+1
CNV<-posthoc.friedman.conover.test(NonTest,p.adjust="none")
pvalueCNV=get.pvalues(CNV)
if ((pvalueCNV[1] <= alpha) || (pvalueCNV[2] <= alpha) || (pvalueCNV[3] <= alpha) ||
(pvalueCNV[4] <= alpha) || (pvalueCNV[5] <= alpha) || (pvalueCNV[6] <= alpha))
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]+1
DUB<-durbin.test(blk,trt,Data,group=F)
pvalueDUB=DUB$comparison$pvalue
if ((pvalueDUB[1] <= alpha) || (pvalueDUB[2] <= alpha) || (pvalueDUB[3] <= alpha)||
(pvalueDUB[4] <= alpha)|| (pvalueDUB[5] <= alpha)|| (pvalueDUB[6] <= alpha))
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]+1
SKLM<-Ski.Mack(NonTest,simulate.p.value = F)
SK1=rank(SKLM$rawdata[1,],na.last="keep")
SK2=rank(SKLM$rawdata[2,],na.last="keep")
SK3=rank(SKLM$rawdata[3,],na.last="keep")
SK4=rank(SKLM$rawdata[4,],na.last="keep")
SK5=rank(SKLM$rawdata[5,],na.last="keep")
SK6=rank(SKLM$rawdata[6,],na.last="keep")
SA<-data.frame(SK1,SK2,SK3,SK4,SK5,SK6)
SM<-data.frame(SA)
SR1=sum(SM[1,],na.rm=T)
SR2=sum(SM[2,],na.rm=T)
SR3=sum(SM[3,],na.rm=T)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SR4=sum(SM[4,],na.rm=T)
SKR1=abs(SR4-SR1)
SKR2=abs(SR4-SR2)
SKR3=abs(SR4-SR3)
SKR4=abs(SR3-SR2)
SKR5=abs(SR3-SR1)
SKR6=abs(SR2-SR1)
SKM<-c(SKR1,SKR2,SKR3,SKR4,SKR5,SKR6)
pvalueSKM=SKM
SKMTable=((((k+1)*((r*k)-r+lambda))/12)^(1/2))*3.633
if ((pvalueSKM[1] >= SKMTable) || (pvalueSKM[2] >= SKMTable) || (pvalueSKM[3] >=
SKMTable)|| (pvalueSKM[4] >= SKMTable)|| (pvalueSKM[5] >= SKMTable)|| (pvalueSKM[6] >=
SKMTable))
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]+1
COUNT[7,a]=COUNT[7,a]+1
NM=COUNT[7,a]
q=q+1}
else{q=q}
COUNT[8,a]=COUNT[8,a]+1
NB=COUNT[8,a]}
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]/NB
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]/NB
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]/NB
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]/NB
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]/NB
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]/NB
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก5 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

```
**************************************************************************
par(mfrow=c(1,2))
Model <-c(1,2,3,4)
DUN <-c(0.0453,0.0455,0.0457,0.0459)
WD <-c(0.0388,0.039,0.0392,0.0394)
LSD <-c(0.0485,0.0487,0.0489,0.0491)
plot(Model, DUN,ylab='Probability of Type I Error',main='Alpha=0.05',type='b',lty = 1,
lwd=2,col="blue",ylim=c(0,0.10),pch=1,cex=1.5)
lines(Model,WD,type='b', lty = 2,pch=15, col="brown",lwd=1,cex=1)
lines(Model,LSD,type='b', lty = 3,pch=17, col="yellow",lwd=2,cex=1.5)
segments (0,0.025,100,0.025,col="black",lwd=2)
segments (0,0.075,100,0.075,col=" black ",lwd=2)
CNV<-c(0,0,0,0)
DUB<-c(0,0,0,0)
SKM<-c(0,0,0,0)
plot(Model, CNV,ylab='Probability of Type I Error',main='Alpha=0.05',type='b', lty = 4,
col=" green",lwd=3,ylim=c(0,0.10),pch=16,cex=2)
lines(Model,DUB,type='b', lty = 5,pch=8, col="pink",lwd=2,cex=1.5)
lines(Model,SKM,type='b', lty = 6,pch=18, col="red",lwd=2,cex=1.5)
segments (0,0.025,100,0.025,col="black",lwd=2)
segments (0,0.075,100,0.075,col=" black ",lwd=2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก6 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟกำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลแผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

```
**************************************************************************
par(mfrow=c(1,2))
Model <-c(1,2,3,4)
DUN <-c(0.9462,0.9487,0.9047,0.9302)
WD <-c(0.9675,0.9615,0.9524,0.9767)
LSD <-c(0.9431,0.9487,0.9048,0.9302)
plot(Model, DUN,ylab='Power of a Test',main='Alpha=0.05',type='b',lty = 1,
lwd=2,col="blue",ylim=c(0,1),pch=1,cex=1.5)
lines(Model,WD,type='b', lty = 2,pch=15, col="brown",lwd=2,cex=1)
lines(Model,LSD,type='b', lty = 3,pch=17, col="yellow",lwd=2,cex=1)
CNV<-c(NA,NA,NA,NA)
DUB<-c(NA,NA,NA,NA)
SKM<-c(NA,NA,NA,NA)
plot(Model, CNV,ylab='Power of a Test',main='Alpha=0.05',type='b', lty = 4, col="
green",ylim=c(0,1),pch=16,cex=1.5)
lines(Model,DUB,type='b', lty = 5,pch=8, col="pink",lwd=2,cex=1.5)
lines(Model,SKM,type='b', lty = 6,pch=18, col="red",lwd=2,cex=1.5)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

$F_{0.01,\nu_1,\nu_2}$

ν_2 \ ν_1	Degrees of Freedom for the Numerator (ν_1)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4052	4999.5	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.05	26.87	26.69	26.00	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.34	2.26	2.17	2.06
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00

Degrees of Freedom for the Denominator (ν_2)

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ข.1 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

$F_{0.05,\nu_1,\nu_2}$

ν_2 \ ν_1	Degrees of Freedom for the Numerator (ν_1)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	**18.51**	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	**10.13**	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	**7.71**	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	**6.61**	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	**5.99**	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	**5.59**	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	**5.32**	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	**5.12**	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.55	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

Degrees of Freedom for the Denominator (ν_2)

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ข.1 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (ต่อ)

$F_{0.10,\nu_1,\nu_2}$

ν_2 \ ν_1	Degrees of Freedom for the Numerator (ν_1)																		
Degrees of Freedom for the Denominator (ν_2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	60.71	61.22	61.74	62.00	62.26	62.53	62.79	63.06	63.33
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.12	3.10
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.90	2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.76	2.74	2.72
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.67	2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.29
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.38	2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.21	2.18	2.16
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.28	2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.11	2.08	2.06
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.00	1.97
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.15	2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.96	1.93	1.90
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.02	1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	1.99	1.94	1.89	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.96	1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.91	1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.63
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.89	1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.68	1.64	1.61
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.87	1.83	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.96	1.92	1.89	1.84	1.80	1.74	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57	1.53
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.82	1.77	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.81	1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.58	1.54	1.50
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.80	1.75	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57	1.53	1.49
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52	1.48
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.78	1.73	1.68	1.65	1.62	1.58	1.55	1.51	1.47
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.03	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.77	1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.54	1.50	1.46
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.42	1.38
60	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.66	1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.40	1.35	1.29
120	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.60	1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.32	1.26	1.19
∞	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.55	1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.24	1.17	1.00

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ข.2 ค่าวิกฤตพีสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน

$F_{0.10,\nu_1,\nu_2}$

ν_2 \ ν_1	Degrees of Freedom for the Numerator (ν_1)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	60.71	61.22	61.74	62.00	62.26	62.53	62.79	63.06	63.33
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.12	3.10
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.90	2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.76	2.74	2.72
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.67	2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.29
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.38	2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.21	2.18	2.16
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.28	2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.11	2.08	2.06
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.00	1.97
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.15	2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.96	1.93	1.90
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.02	1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	1.99	1.94	1.89	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.96	1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.91	1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.63
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.89	1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.68	1.64	1.61
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.87	1.83	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.96	1.92	1.89	1.84	1.80	1.74	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57	1.53
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.82	1.77	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.81	1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.58	1.54	1.50
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.80	1.75	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57	1.53	1.49
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52	1.48
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.78	1.73	1.68	1.65	1.62	1.58	1.55	1.51	1.47
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.03	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.77	1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.54	1.50	1.46
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.42	1.38
60	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.66	1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.40	1.35	1.29
120	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.60	1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.32	1.26	1.19
∞	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.55	1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.24	1.17	1.00

Degrees of Freedom for the Denominator (ν_2)

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ข.2 ค่าวิกฤตพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน (ต่อ)

Error df	Significance level	p = number of means for range being tested																	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
16	.05	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79	4.84	4.88	4.91	4.93	4.94
17	.05	2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	4.63	4.68	4.72	4.75	4.80	4.83	4.86	4.88	4.89
18	.05	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71	4.76	4.79	4.82	4.84	4.85
19	.05	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47
	.01	4.05	4.24	4.35	4.43	4.50	4.56	4.61	4.64	4.67	4.72	4.76	4.79	4.81	4.82
20	.05	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.43	3.44	3.46	3.46	3.47
	.01	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.53	4.58	4.61	4.65	4.69	4.73	4.76	4.78	4.79
22	.05	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47
	.01	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75
24	.05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47
	.01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72
26	.05	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47
	.01	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.53	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69
28	.05	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47
	.01	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67
30	.05	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47
	.01	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4.63	4.65
40	.05	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47
	.01	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59
60	.05	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.43	3.45	3.47
	.01	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53
100	.05	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47
	.01	3.71	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48
∞	.05	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47
	.01	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ข.3 การแจกแจงที

ν \ α	.40	.25	.10	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005
1	.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	.289	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	.271	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	.267	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	.265	.727	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	.263	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.019	4.785	5.408
8	.262	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	.261	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	.260	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	.260	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	.259	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	.259	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	.258	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	.258	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	.258	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	.257	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	.257	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	.257	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	.257	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	.257	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	.256	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	.256	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	.256	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	.256	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	.256	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	.256	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	.256	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	.256	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	.256	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	.255	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	.254	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	.254	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	.253	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

ν = degrees of freedom.

[a]Adapted with permission from *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. 1, 3rd edition, by E. S. Pearson and H. O. Hartley, Cambridge University Press, Cambridge, 1966.

(สายชล, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับพิสัยของตัวแปร $N(0,1)$ ที่เป็นอิสระกัน ตัว : k = 2(1)20(2)40 (10)100

For a given k and α, the table entry is q_α.

	α								
k	.0001	.0005	.001	.005	.01	.025	.05	.10	.20
2	5.502	4.923	4.654	3.970	3.643	3.170	2.772	2.326	1.812
3	5.864	5.316	5.063	4.424	4.120	3.682	3.314	2.902	2.424
4	6.083	5.553	5.309	4.694	4.403	3.984	3.633	3.240	2.784
5	6.240	5.722	5.484	4.886	4.603	4.197	3.858	3.478	3.037
6	6.362	5.853	5.619	5.033	4.757	4.361	4.030	3.661	3.232
7	6.461	5.960	5.730	5.154	4.882	4.494	4.170	3.808	3.389
8	6.546	6.050	5.823	5.255	4.987	4.605	4.286	3.931	3.520
9	6.618	6.127	5.903	5.341	5.078	4.700	4.387	4.037	3.632
10	6.682	6.196	5.973	5.418	5.157	4.784	4.474	4.129	3.730
11	6.739	6.257	6.036	5.485	5.227	4.858	4.552	4.211	3.817
12	6.791	6.311	6.092	5.546	5.290	4.925	4.622	4.285	3.895
13	6.837	6.361	6.144	5.602	5.348	4.985	4.685	4.351	3.966
14	6.880	6.407	6.191	5.652	5.400	5.041	4.743	4.412	4.030
15	6.920	6.449	6.234	5.699	5.448	5.092	4.796	4.468	4.089
16	6.957	6.488	6.274	5.742	5.493	5.139	4.845	4.519	4.144
17	6.991	6.525	6.312	5.783	5.535	5.183	4.891	4.568	4.195
18	7.023	6.559	6.347	5.820	5.574	5.224	4.934	4.612	4.242
19	7.054	6.591	6.380	5.856	5.611	5.262	4.974	4.654	4.287
20	7.082	6.621	6.411	5.889	5.645	5.299	5.012	4.694	4.329
22	7.135	6.677	6.469	5.951	5.709	5.365	5.081	4.767	4.405
24	7.183	6.727	6.520	6.006	5.766	5.425	5.144	4.832	4.475
26	7.226	6.773	6.568	6.057	5.818	5.480	5.201	4.892	4.537
28	7.266	6.816	6.611	6.103	5.866	5.530	5.253	4.947	4.595
30	7.303	6.855	6.651	6.146	5.911	5.577	5.301	4.997	4.648
32	7.337	6.891	6.689	6.186	5.952	5.620	5.346	5.044	4.697
34	7.370	6.925	6.723	6.223	5.990	5.660	5.388	5.087	4.743
36	7.400	6.957	6.756	6.258	6.026	5.698	5.427	5.128	4.786
38	7.428	6.987	6.787	6.291	6.060	5.733	5.463	5.166	4.826
40	7.455	7.015	6.816	6.322	6.092	5.766	5.498	5.202	4.864
50	7.571	7.137	6.941	6.454	6.228	5.909	5.646	5.357	5.026
60	7.664	7.235	7.041	6.561	6.338	6.023	5.764	5.480	5.155
70	7.741	7.317	7.124	6.649	6.429	6.118	5.863	5.582	5.262
80	7.808	7.387	7.196	6.725	6.507	6.199	5.947	5.669	5.353
90	7.866	7.448	7.259	6.792	6.575	6.270	6.020	5.745	5.433
100	7.918	7.502	7.314	6.850	6.636	6.333	6.085	5.812	5.503

(สายชล, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ค1 ตัวอย่างการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล โดยคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

ตัวอย่างที่ 1 วิศวกรเคมีคิดว่าระยะเวลาของปฏิกิริยาเคมีสำหรับกระบวนการทางเคมีเป็นฟังก์ชันหนึ่งของชนิดคะตะไลท์ที่ใช้ คะตะไลท์ 4 ชนิด ได้รับการทดสอบโดยวิธีการทดลองประกอบด้วยการเลือกชนิดของวัตถุดิบ แล้วใส่ลงในเครื่องจักรโรงงานที่ตั้งขึ้นเพื่อการทดลองใช้แต่ละคะตะไลท์ ในการแยกการทำงานของเครื่องจักร และสังเกตเวลาที่เกิดปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากความแปรผันในชนิดของวัตถุดิบอาจจะเป็นผลจากการทำงานของคะตะไลท์ วิศวกรจึงตัดสินใจใช้ชนิดของวัตถุดิบเป็นบล็อก อย่างไรก็ตาม วัตถุดิบแต่ละชนิดมีมากเพียงพอที่จะใช้ 3 คะตะไลท์ (สายชล, 2558)ดังนั้นจึงใช้แผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล โดยทำการบันทึกค่าสังเกตดังแสดงในตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 การวางแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลสำหรับการทดลองของคะตะไลท์ สำหรับการคำนวณของตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์

ทรีตเมนต์ (ชนิดของคะตะไลท์)	บล็อก (ชนิดของวัตถุดิบ)				$y_{i\bullet}$
	1	2	3	4	
1	73	74		71	218
2		75	67	72	214
3	73	75	68		216
4	75		72	75	222
$y_{\bullet j}$	221	224	207	218	$y_{\bullet\bullet}$ = 870

1. คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

พิจารณาข้อมูลในตารางที่ ค.1 สำหรับการทดลองของคะตะไลท์ การทดลองนี้เป็นแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล ด้วย t = 4, b = 4, k = 3, r = 3, λ = 2 และ n = 12

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

$$SST = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{b} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{n}$$

$$= (73)^2+(73)^2+\ldots+(75)^2-\frac{(870)^2}{12} = 81$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SSTr = \sum_{i=1}^{t}\frac{y_{i\bullet}^2}{r} - \frac{y_{..}^2}{n}$$

$$= \frac{(218)^2+(214)^2+(216)^2+(222)^2}{3} - \frac{(870)^2}{12}$$

$$= 11.67$$

$$SSB(adjusted) = \frac{r\sum_{j=1}^{b}(Q_j')^2}{\lambda b}$$

โดยที่ $$Q_j' = y_{\bullet j} - \frac{1}{r}\sum_{i=1}^{t} n_{ij} y_{i\bullet} \quad ; \ j = 1,2,...,b$$

$$Q_1' = 221 - \frac{1}{3}(218+216+222) = \frac{7}{3}$$

$$Q_2' = 224 - \frac{1}{3}(218+214+216) = \frac{24}{3}$$

$$Q_3' = 207 - \frac{1}{3}(214+216+222) = -\frac{31}{3}$$

$$Q_4' = 218 - \frac{1}{3}(218+214+222) = 0$$

ดังนั้น

$$SSB(adjusted) = \frac{3\left[\left(\frac{7}{3}\right)^2+\left(\frac{24}{3}\right)^2+\left(-\frac{31}{3}\right)^2+(0)^2\right]}{(2)(4)}$$

$$= 66.08$$

$$SSB = \sum_{j=1}^{b}\frac{y_{\bullet j}^2}{k} - \frac{y_{..}^2}{n}$$

$$= \frac{(221)^2+(224)^2+(207)^2+(218)^2}{3} - \frac{(870)^2}{12}$$

$$= 55$$

$$SSTr(adjusted) = \frac{k\sum_{i=1}^{t} Q_i^2}{\lambda t}$$

โดยที่ $$Q_i = y_{i\bullet} - \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{b} n_{ij} y_{\bullet j} \quad ; \quad i = 1, 2, ..., t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_1 = 218 - \frac{1}{3}(221+224+218) = -\frac{9}{3}$$

$$Q_2 = 214 - \frac{1}{3}(224+207+218) = -\frac{7}{3}$$

$$Q_3 = 216 - \frac{1}{3}(221+224+207) = -\frac{4}{3}$$

$$Q_4 = 222 - \frac{1}{3}(221+207+218) = \frac{20}{3}$$

ดังนั้น

$$SSTr(adjusted) = \frac{3\left[\left(-\frac{9}{3}\right)^2+\left(-\frac{7}{3}\right)^2+\left(-\frac{4}{3}\right)^2+\left(\frac{20}{3}\right)^2\right]}{(2)(4)}$$

$$= 22.75$$

หาค่า *SSE* ได้ 2 วิธี ดังนี้

1. $SSE = SST - SSTr - SSB(adjusted)$

$$= 81 - 11.67 - 66.08 = 3.25$$

2. $SSE = SST - SSB - SSTr(adjusted)$

$$= 81 - 55 - 22.75 = 3.25$$

ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งความแปรปรวน	*df*	*SS*	*MS*	*F*
ทรีตเมนต์ (ปรับค่า)	3	22.75	7.58	11.66*
ทรีตเมนต์ (ไม่ปรับค่า)	3	11.67		
บล็อก (ไม่ปรับค่า)	3	55		
บล็อก (ปรับค่า)	3	66.08	22.03	33.90*
ความคลาดเคลื่อน	5	3.25	0.65	
รวม	11	81		

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบอิทธิพลของบล็อก

สมมุติฐาน

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$F = \frac{MSB(adjusted)}{MSE}$$

$$= \frac{22.03}{0.65}$$

$$= 33.90$$

เนื่องจาก F = 33.90 > $F_{0.05;3,5}$ = 5.14 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 ดังนั้น ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การทดสอบอิทธิพลของทรีตเมนต์

สมมุติฐาน

$$H_0 : \tau_i = 0$$

$$H_1 : \tau_i \neq 0$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$F = \frac{MSTr(adjusted)}{MSE}$$

$$= \frac{7.58}{0.65}$$

$$= 11.66$$

เนื่องจาก F = 11.66 > $F_{0.05;3,5}$ = 5.14 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 ดังนั้นชนิดของคะตะไลท์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
library(ibd)
library(agricolae)
block<-gl(4,3)
variety<-c(1,3,4,1,2,3,2,3,4,1,2,4)
y<-c(73,73,75,74,75,75,67,68,72,71,72,75)
BIB.test(block, variety, y,console=TRUE)
```

การทดสอบอิทธิพลของทรีตเมนต์

สมมุติฐาน

$$H_0 : \tau_i = 0$$

$$H_1 : \tau_i \neq 0$$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$F = \frac{MSTr(adjusted)}{MSE}$$

$$= \frac{7.58}{0.65}$$

$$= 11.66$$

เนื่องจาก F = 11.66 > $F_{0.05;3,5}$ = 5.14 หรือมีค่า p-value = 0.0107 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 ดังนั้นชนิดของคะตะไลท์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้วิธีเครื่องคิดเลข

****

ค2 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DMRT or Duncan Test) โดยใช้การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าชนิดของคะตะไลท์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงทำการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน โดยการคำนวณ 2 แบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$LSR_{\alpha} = r_{\alpha}(p,v)\sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

เรียงค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้วจากน้อยไปหามากได้ดังนี้

$$\hat{\tau}_1 = \frac{kQ_1}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{9}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{9}{8}$$

$$\hat{\tau}_2 = \frac{kQ_2}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{7}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{7}{8}$$

$$\hat{\tau}_3 = \frac{kQ_3}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{4}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{4}{8}$$

$$\hat{\tau}_4 = \frac{kQ_4}{\lambda t} = \frac{3\left(\frac{20}{3}\right)}{(2)(4)} = \frac{20}{8}$$

จากภาคผนวก ข ตารางที่ ข.3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และจำนวนองศาเสรีของความคลาดเคลื่อน df = 5 จะได้

$r_{0.05}(2,5) = 3.64$

$r_{0.05}(3,5) = 3.74$

$r_{0.05}(4,5) = 3.79$

หาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้วคือ

$$S = \sqrt{\frac{kMSE}{\lambda t}} = \sqrt{\frac{3(0.65)}{2(4)}} = 0.49$$

ดังนั้น $R_2 = r_{0.05}(2,5)\mathrm{S} = (3.64)(0.49) = 1.80$

$R_3 = r_{0.05}(3,5)\mathrm{S} = (3.74)(0.49) = 1.83$

$R_4 = r_{0.05}(4,5)\mathrm{S} = (3.79)(0.49) = 1.86$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์เป็นดังนี้

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{29}{8} = 3.625 > 1.86$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{2\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{7}{8}\right) = \frac{27}{8} = 3.375 > 1.83$$

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{3\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{4}{8}\right) = \frac{24}{8} = 3 > 1.80$$

$$\bar{y}_{3\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = -\frac{4}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{5}{8} = 0.625 < 1.83$$

$$\bar{y}_{3\bullet} - \bar{y}_{2\bullet} = -\frac{4}{8} - \left(-\frac{7}{8}\right) = \frac{3}{8} = 0.375 < 1.80$$

$$\bar{y}_{2\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = -\frac{7}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{2}{8} = 0.25 < 1.80$$

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 4 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
library(ibd)
library(agricolae)
block<-gl(4,3)
variety<-c(1,3,4,1,2,3,2,3,4,1,2,4)
y<-c(73,73,75,74,75,75,67,68,72,71,72,75)
Duncan=BIB.test(block,trt=variety,y,test = "duncan",alpha = 0.05,group = F)
Duncan :
```

ตารางที่ ค.3 ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลของตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน

lambda	treatmeans	blockSize	blocks	r	alpha	test
2	4	3	4	3	0.05	BIB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน

	Difference	*p-value*	sig.
1 - 2	-0.250	0.7349	*ns*
1 - 3	-0.625	0.4223	*ns*
1 - 4	-3.625	0.0043	*
2 - 3	-0.375	0.6142	*ns*
2 - 4	-3.375	0.0055	*
3 - 4	-3.000	0.0077	*

หมายเหตุ : * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 4 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้วิธีเครื่องคิดเลข

****

ค3 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test) โดยใช้การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าชนิดของคะตะไลท์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงทำการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน โดยการคำนวณ 2 แบบ ดังนี้

1. คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$WD = t_{\alpha,v}\sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

เรียงค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้วจากน้อยไปหามากได้ดังนี้

$$\hat{\tau}_1 = \frac{kQ_1}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{9}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{9}{8}$$

$$\hat{\tau}_2 = \frac{kQ_2}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{7}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{7}{8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{\tau}_3 = \frac{kQ_3}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{4}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{4}{8}$$

$$\hat{\tau}_4 = \frac{kQ_4}{\lambda t} = \frac{3\left(\frac{20}{3}\right)}{(2)(4)} = \frac{20}{8}$$

จากภาคผนวก ข ตารางที่ ข.3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาเสรีของความคลาดเคลื่อน df = 5 จะได้

$$t_{0.05;5} = 2.015$$

หาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้วคือ

$$S = \sqrt{\frac{kMSE}{\lambda t}} = \sqrt{\frac{3(0.65)}{2(4)}} = 0.49$$

จะได้ $WD = 2.015(0.49) = 0.9874$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์เป็นดังนี้

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{29}{8} = 3.625 > 0.9874$$

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{2\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{7}{8}\right) = \frac{27}{8} = 3.375 > 0.9874$$

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{3\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{4}{8}\right) = \frac{24}{8} = 3 > 0.9874$$

$$\bar{y}_{3\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = -\frac{4}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{5}{8} = 0.625 < 0.9874$$

$$\bar{y}_{3\bullet} - \bar{y}_{2\bullet} = -\frac{4}{8} - \left(-\frac{7}{8}\right) = \frac{3}{8} = 0.375 < 0.9874$$

$$\bar{y}_{2\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = -\frac{7}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{2}{8} = 0.25 < 0.9874$$

ดังนั้น ระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 4 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
library(ibd)
library(agricolae)
block<-gl(4,3)
variety<-c(1,3,4,1,2,3,2,3,4,1,2,4)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
y<-c(73,73,75,74,75,75,67,68,72,71,72,75)
Waller=BIB.test(block,trt=variety,y,test = "waller",alpha = 0.05,group = F)
Waller :
```

ตารางที่ ค.5 ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลของตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

lambda	treatmeans	blockSize	blocks	r	alpha	test
2	4	3	4	3	0.05	BIB

ตารางที่ ค.6 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน

	Difference	sig.
1 - 2	-0.250	*ns*
1 - 3	-0.625	*ns*
1 - 4	-3.625	*
2 - 3	-0.375	*ns*
2 - 4	-3.375	*
3 - 4	-3.000	*

หมายเหตุ : * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 4 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้วิธีเครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

ค4 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) โดยใช้การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าชนิดของคะตะไลท์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงทำการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ โดยการคำนวณ 2 แบบ ดังนี้

1. คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$LSD_{\alpha} = t_{\frac{\alpha}{2};v}\sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

เรียงค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้วจากน้อยไปหามากได้ดังนี้

$$\hat{\tau}_1 = \frac{kQ_1}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{9}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{9}{8}$$

$$\hat{\tau}_2 = \frac{kQ_2}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{7}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{7}{8}$$

$$\hat{\tau}_3 = \frac{kQ_3}{\lambda t} = \frac{3\left(-\frac{4}{3}\right)}{(2)(4)} = -\frac{4}{8}$$

$$\hat{\tau}_4 = \frac{kQ_4}{\lambda t} = \frac{3\left(\frac{20}{3}\right)}{(2)(4)} = \frac{20}{8}$$

จากภาคผนวก ข ตารางที่ ข.3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาเสรีของความคลาดเคลื่อน df = 5 จะได้

$$t_{0.025;5} = 2.571$$

หาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ปรับค่าแล้วคือ

$$S = \sqrt{\frac{kMSE}{\lambda t}} = \sqrt{\frac{3(0.65)}{2(4)}} = 0.49$$

จะได้ $LSD_{0.05} = 2.571(0.49) = 1.2598$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์เป็นดังนี้

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{29}{8} = 3.625 > 1.2598$$

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{2\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{7}{8}\right) = \frac{27}{8} = 3.375 > 1.2598$$

$$\bar{y}_{4\bullet} - \bar{y}_{3\bullet} = \frac{20}{8} - \left(-\frac{4}{8}\right) = \frac{24}{8} = 3 > 1.2598$$

$$\bar{y}_{3\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = -\frac{4}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{5}{8} = 0.625 < 1.2598$$

$$\bar{y}_{3\bullet} - \bar{y}_{2\bullet} = -\frac{4}{8} - \left(-\frac{7}{8}\right) = \frac{3}{8} = 0.375 < 1.2598$$

$$\bar{y}_{2\bullet} - \bar{y}_{1\bullet} = -\frac{7}{8} - \left(-\frac{9}{8}\right) = \frac{2}{8} = 0.25 < 1.2598$$

ดังนั้น ระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 4 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
library(ibd)
library(agricolae)
block<-gl(4,3)
variety<-c(1,3,4,1,2,3,2,3,4,1,2,4)
y<-c(73,73,75,74,75,75,67,68,72,71,72,75)
LSD=BIB.test(block,trt=variety,y,test = "lsd",alpha = 0.05,group = F)
LSD :
```

ตารางที่ ค.7 ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลของตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

lambda	treatmeans	blockSize	blocks	r	alpha	test
2	4	3	4	3	0.05	BIB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์

	Difference	*p-value*	sig.
1 - 2	-0.250	0.7350	*ns*
1 - 3	-0.625	0.4118	*ns*
1 - 4	-3.625	0.0034	*
2 - 3	-0.375	0.6142	*ns*
2 - 4	-3.375	0.0048	*
3 - 4	-3.000	0.0078	*

หมายเหตุ : * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 4 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้วิธีเครื่องคิดเลข

****

ค5 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test) โดยใช้การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าชนิดของคะตะไลท์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงทำการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ โดยการคำนวณ 2 แบบ ดังนี้

1. คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$\left|R_{\mu}-R_{\nu}\right| \quad > \quad t_{\frac{\alpha}{2};(b-1)(k-1)}\sqrt{\frac{2k\left(1-\frac{\chi_R}{b(k-1)}\right)\left(\sum_{i=1}^{b}\sum_{j=1}^{k}R_{ij}^2-\frac{bk(k+1)^2}{4}\right)}{(k-1)(b-1)}}$$

จากตาราง ค.1 ทำการจัดลำดับให้กับข้อมูลของแผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์สำหรับการทดลองของคะตะไลท์ แสดงดังตาราง ค.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 9 การวางแผนแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุลสำหรับการทดลองของคะตะไลท์ สำหรับการคำนวณของตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์

ทรีตเมนต์ (ชนิดของคะตะไลท์)	บล็อก (ชนิดของวัตถุดิบ)				$R_{i\bullet}$
	1	2	3	4	
1	1.5 (73)	1 (74)		1 (71)	3.5
2		2.5 (75)	1 (67)	2 (72)	5.5
3	1.5 (73)	2.5 (75)	2 (68)		6
4	3 (75)		3 (72)	3 (75)	9
$R_{\bullet j}$	6	6	6	6	$R_{\bullet\bullet}$ = 24

จากภาคผนวก ข ตารางที่ ข.3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาเสรีของความคลาดเคลื่อน df = 6 จะได้

$$t_{0.025;6} = 2.447$$

$$\chi_R = \left(\frac{12}{4(3)(3+1)}(3.5^2+5.5^2+6^2+9^2)\right)-3(4)(3+1)$$

$$= -8.125$$

แทนค่าสูตรจะได้

$$= t_{\frac{\alpha}{2};(b-1)(k-1)}\sqrt{\frac{2k\left(1-\frac{\chi_R}{b(k-1)}\right)\left(\sum_{i=1}^{b}\sum_{j=1}^{k}R_{ij}^2-\frac{bk(k+1)^2}{4}\right)}{(k-1)(b-1)}}$$

$$= (2.447)\sqrt{\frac{2(3)\left(1-\left(\frac{(-8.125)}{4(3-1)}\right)\right)\left(55-\frac{4(3)(3+1)^2}{4}\right)}{(3-1)(4-1)}}$$

$$= 9.1915$$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างลำดับของทรีตเมนต์เป็นดังนี้

$$|R_4-R_3| = |9-6| = 3 < 9.1915$$

$$|R_4-R_2| = |9-5.5| = 3.5 < 9.1915$$

$$|R_4-R_1| = |9-3.5| = 5.5 < 9.1915$$

$$|R_3-R_2| = |6-5.5| = 0.5 < 9.1915$$

$$|R_3-R_1| = |6-3.5| = 2.5 < 9.1915$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$|R_2 - R_1| = |5.5 - 3.5| = 2 < 9.1915$$

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ทั้ง 4 ชนิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
library(ibd)
library(PMCMR)
block<-gl(4,3)
variety<-c(1,3,4,1,2,3,2,3,4,1,2,4)
y<-
matrix(c(73,NA,73,75,74,75,75,NA,NA,67,68,72,71,72,NA,75),ncol=4,nrow=4,byrow=F
ALSE,dimnames = list(1:4,LETTERS[1:4]))
 Conover<-posthoc.friedman.conover.test(y,p.adjust="none")
summary(Conover)
```

ตารางที่ ค.10 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์

	Statistic	*p-value*	sig.
1 - 2	0.6875	0.51	*ns*
1 - 3	0.9625	0.36	*ns*
1 - 4	0.2750	0.79	*ns*
2 - 3	1.6500	0.13	*ns*
2 - 4	0.9625	0.36	*ns*
3 - 4	0.6875	0.51	*ns*

หมายเหตุ : *ns* หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ทั้ง 4 ชนิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้วิธีเครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

ค6 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน (Durbin Test) โดยใช้การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าชนิดของคะตะไลท์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงทำการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน โดยการคำนวณ 2 แบบ ดังนี้

1. คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$\left|R_{\mu}-R_{v}\right| \geq t_{\alpha/2,bk-b-t+1}\sqrt{\frac{(A-C)2r}{bk-b-t+1}\left(1-\frac{\hat{\chi}^2}{b\times(k-1)}\right)}$$

$$A = \sum_{i=1}^{b}\sum_{j=1}^{k}R_{ij}^2$$

$$= (1.5)^2+(1)^2+\ldots+(3)^2$$

$$= 55$$

$$\sum_{i=1}^{b}R_{i\bullet}^2 = (3.5)^2+(5.5)^2+(6)^2+(9)^2$$

$$= 159.5$$

$$C = \frac{bk(k+1)^2}{4}$$

$$= \frac{(4)(3)(3+1)^2}{4}$$

$$= 48$$

$$\hat{\chi}^2 = \frac{(t-1)\left(\sum_{i=1}^{b}R_{i\bullet}^2-rC\right)}{A-C}$$

$$= \frac{(4-1)(159.5-(3)(48))}{55-48}$$

$$= \frac{93}{14}$$

จากภาคผนวก ข ตารางที่ ข.3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาเสรีของความคลาดเคลื่อน df = 5 จะได้

$$t_{0.025;5} = 2.571$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าสูตรจะได้

$$= \quad t_{\alpha/2,bk-b-t+1}\sqrt{\frac{(A-C)2r}{bk-b-t+1}\left(1-\frac{\hat{\chi}^2}{b\times(k-1)}\right)}$$

$$= \quad 2.571\sqrt{\frac{(55-48)(2)(3)}{(4)(3)-4-4+1}\left(1-\frac{93/14}{4\times(3-1)}\right)}$$

$$= \quad 3.0691$$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างลำดับของทรีตเมนต์เป็นดังนี้

$|R_4 - R_3| = |9-6| = 3 < 3.0691$

$|R_4 - R_2| = |9-5.5| = 3.5 > 3.0691$

$|R_4 - R_1| = |9-3.5| = 5.5 > 3.0691$

$|R_3 - R_2| = |6-5.5| = 0.5 < 3.0691$

$|R_3 - R_1| = |6-3.5| = 2.5 < 3.0691$

$|R_2 - R_1| = |5.5-3.5| = 2 < 3.0691$

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 1 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 4 และคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 2 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
library(ibd)
library(PMCMR)
block<-gl(4,3)
variety<-c(1,3,4,1,2,3,2,3,4,1,2,4)
y<-
matrix(c(73,NA,73,75,74,75,75,NA,NA,67,68,72,71,72,NA,75),ncol=4,nrow=4,byrow=T
URE,dimnames = list(1:4,LETTERS[1:4]))
Durbin<-posthoc.durbin.test(y,p.adjust="none")
summary(Durbin)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.11 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน

	Statistic	*p-value*	sig.
1 - 2	1.6754	0.1547	*ns*
1 - 3	2.0943	0.0904	*ns*
1 - 4	4.6074	0.0058	*
2 - 3	0.4189	0.6927	*ns*
2 - 4	2.9319	0.0326	*
3 - 4	2.5131	0.0536	*ns*

หมายเหตุ : * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 1 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 4 และคะตะไลท์ที่ใช้ชนิดที่ 2 แตกต่างจากคะตะไลท์ชนิดที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้วิธีเครื่องคิดเลข

****

ค7 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ (Skillings-Mack Test) โดยใช้การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าชนิดของคะตะไลท์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงทำการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์ โดยการคำนวณ 2 แบบ ดังนี้

1. คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$|R_u - R_v| = \sqrt{\frac{(k+1)(rk-r+\lambda)}{12}}\, q_\alpha$$

จากภาคผนวก ข ตารางที่ ข.4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาเสรีของความคลาดเคลื่อน df = 5 จะได้

$$q_{0.05} = 3.633$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าสูตรจะได้

$$|R_4 - R_3| = \sqrt{\frac{(3+1)((3\times 3)-3+1)}{12}}(3.633)$$
$$= 5.5495$$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างลำดับของทรีตเมนต์เป็นดังนี้

$$|R_4 - R_3| = |9-6| = 3 < 5.5495$$
$$|R_4 - R_2| = |9-5.5| = 3.5 < 5.5495$$
$$|R_4 - R_1| = |9-3.5| = 5.5 < 5.5495$$
$$|R_3 - R_2| = |6-5.5| = 0.5 < 5.5495$$
$$|R_3 - R_1| = |6-3.5| = 2.5 < 5.5495$$
$$|R_2 - R_1| = |5.5-3.5| = 2 < 5.5495$$

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ทั้ง 4 ชนิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
library(ibd)
library(Skillings.Mack)
block<-gl(4,3)
k=3
r=3
lambda=1
variety<-c(1,1,1,2,2,2,3,3,3,4,4,4)
y<-
matrix(c(73,74,NA,71,NA,75,67,72,73,75,68,NA,75,NA,72,75),ncol=4,nrow=4,byrow=F,di
mnames = list(1:4,LETTERS[1:4]))
SKLM<-Ski.Mack(y,simulate.p.value = F)
SK1=rank(SKLM$rawdata[1,],na.last="keep")
SK2=rank(SKLM$rawdata[2,],na.last="keep")
SK3=rank(SKLM$rawdata[3,],na.last="keep")
SK4=rank(SKLM$rawdata[4,],na.last="keep")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SA<-data.frame(SK1,SK2,SK3,SK4)
SM<-data.frame(SA)
SR1=sum(SM[1,],na.rm=T)
SR2=sum(SM[2,],na.rm=T)
SR3=sum(SM[3,],na.rm=T)
SR4=sum(SM[4,],na.rm=T)
SKR1=abs(SR4-SR1)
SKR2=abs(SR4-SR2)
SKR3=abs(SR4-SR3)
SKR4=abs(SR3-SR2)
SKR5=abs(SR3-SR1)
SKR6=abs(SR2-SR1)
SKM<-c(SKR1,SKR2,SKR3,SKR4,SKR5,SKR6)
pvalueSKM=SKM
SKMTable=((((k+1)*((r*k)-r+lambda))/12)^(1/2))*3.633
```

ตารางที่ ค. 12 การเปรียบเทียบพหุคูณของตัวสถิติทดสอบสคิลลิงจ์-แม็กซ์

	Difference	SKMTable	sig.
4 – 3	3	5.5495	*ns*
4 - 2	3.5	5.5495	*ns*
4 – 1	5.5	5.5495	*ns*
3 – 2	0.5	5.5495	*ns*
3 – 1	2.5	5.5495	*ns*
2 – 1	2	5.5495	*ns*

หมายเหตุ : *ns* หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของคะตะไลท์ที่ใช้ทั้ง 4 ชนิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้วิธีเครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายธวัชชัย แตงทอง
วัน เดือน ปีเกิด	21 พฤษภาคม 2538
ที่อยู่ปัจจุบัน	164/1 หมู่ 1 ตำบลนางบวช อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี 72120
ประวัติการศึกษา	(2559) วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ เกรดเฉลี่ย 3.41 (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
ผลงานทางวิชาการ	1. การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบในการเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างการทดสอบอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกสมบูรณ์เชิงสุ่ม (วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม - มิถุนายน 2561) 2. การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์ (การประชุมวิชาการ ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร ครั้งที่ 48 ในวันที่ 13 - 14 มิถุนายน 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้