การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

COMPARISONS OF PROBABILITY OF TYPE I ERROR AND THE POWER OF A TEST BETWEEN PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF A RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ธนพงศ์ ก้องนภาสันติกุล
ธวัชชัย แตงทอง
ธารทิพย์ โนภาศ
นัฐกานต์ ปัตติสัย

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISONS OF PROBABILITY OF TYPE I ERROR AND THE POWER OF A TEST BETWEEN PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF A RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

THANAPONG KONGNAPASANTIKUL
THAWATCHAI TAENGTHONG
TANTIP NOPAS
NATTAKAN PATTISAI

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์
COMPARISONS OF PROBABILITY OF TYPE I ERROR AND POWER OF A TEST BETWEEN PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF A RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

ชื่อนักศึกษา	นายธนพงศ์	ก้องนภาสันติกุล	รหัสนักศึกษา	56051308
	นายธวัชชัย	แตงทอง	รหัสนักศึกษา	56051317
	นางสาวธารทิพย์	โนภาศ	รหัสนักศึกษา	56051321
	นางสาวนัฐกานต์	ปัตติสัย	รหัสนักศึกษา	56051329

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2559
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ ประธานกรรมการ	
อ.พรชัย หลายพสุ กรรมการ	
รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

ชื่อนักศึกษา นายธนพงศ์ ก้องนภาสันติกุล รหัสนักศึกษา 56051308
นายธวัชชัย แตงทอง รหัสนักศึกษา 56051317
นางสาวธารทิพย์ โนภาศ รหัสนักศึกษา 56051321
นางสาวนัฐกานต์ ปัตติสัย รหัสนักศึกษา 56051329

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ซึ่งมีตัวสถิติทดสอบที่ศึกษา 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนท์-นิวแมน-คูล ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน โดยศึกษาจากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำหนดข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ในการคำนวณกำลังการทดสอบ โดยกำหนดขนาดการทดลองตามจำนวนทรีทเมนต์เป็น 3, 5 และ 7 ทรีทเมนต์ จำนวนบล็อกเป็น 3, 4, 5, 6 และ 7 บล็อก และระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยเมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่าในพบว่าในกรณีการแจกแจงปรกติ ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และ ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล และตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณากำลังการทดสอบจะพบว่าในกรณีการแจกแจงแกมมา ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และในกรณีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่าตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด และตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี

คำสำคัญ : การเปรียบเทียบพหุคูณ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กำลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Comparison of Probability of Type I Error and the Power of a Test Between Parametric and Nonparametric Tests in Multiple Comparisons of a Randomized Complete Block Design
Students	Mr.Thanapong Kongnapasantikul Student ID 56051308
	Mr.Thawatchai Taengthong Student ID 56051317
	Miss.Tantip Nopas Student ID 56051321
	Miss.Nattakan Pattisai Student ID 56051329
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)
Department	Statistics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Assoc.Prof.Saichon Sinsomboonthong

Abstract

The objective of this research was to compare the efficiency of control of the probability of type I error and the power of a test between parametric and nonparametric tests in multiple comparisons of a randomized complete block

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

design. The 3 parametric test statistics were Student-Newman-Keul's, Fisher's Least Significant Difference, Duncan's New Multiple Range, and the 3 non-parametric tests were Nemenyi, Conover and Friedman. In all cases, we used randomized data with a normal distribution for calculating the probability of type I error, and we used randomized data with a gamma distribution, a chi-squared distribution and an exponential distribution for calculating the power of a test. The experimental sample sizes consisted of 3, 5 and 7 treatments and 3, 4, 5, 6 and 7 blocks. Three significant levels were considered at 0.01, 0.05 and 0.10.

The results for probability of type I error revealed that, for controlling the probability of type I error, when averages were different but variances were the same and when averages were different and variances were also different, the Duncan was able to control the probability of type I error for every case followed by Student-Newman-Keul's and Fisher's Least Significant Difference .For the power of a test, in the case that the gamma distribution had the same averages but different variances and in the cases that the gamma distribution, chi-squared distribution and exponential distribution had both different averages and variances, Conover showed the highest power of a test in every case, followed by Fisher's Least Significant Difference and Nemenyi.

Keywords : Multiple Comparisons, Probability of Type I Error, Power of a Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมีความถูกต้องในเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ และหนังสืออ้างอิง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจทานแก้ไขความถูกต้องตลอดจนติดตามผลงานทุกขั้นตอนของการดำเนินงานในการทำปัญหาพิเศษนี้ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และ อ.พรชัย หลายพสุ คณะกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำข้อบกพร่อง ทำให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้พร้อมทั้งให้คำแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณอัจฉรา แผ้วบาง และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้จัดทำปัญหาพิเศษที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการทำงานมาโดยตลอดจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ธนพงศ์ ก้องนภาสันติกุล
ธวัชชัย แตงทอง
ธารทิพย์ โนภาศ
นัฐกานต์ ปัตติสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ค
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญรูป..... ฐ
คำย่อ/สัญลักษณ์..... ธ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2
1.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา..... 4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ..... 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.1 การแจกแจงที่ใช้ในการศึกษา..... 5
2.1.1 การแจกแจงปรกติ..... 5
2.1.2 การแจกแจงแกมมา..... 8
2.1.3 การแจกแจงเลขชี้กำลัง..... 10
2.1.4 การแจกแจงไคกำลังสอง..... 10
2.2 การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์..... 11
2.2.1 บล็อก..... 11
2.2.2 การใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์..... 13
2.2.3 ประโยชน์ของการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์..... 13
2.2.4 ข้อดีและข้อเสียของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์..... 14
2.3 หน่วยทดลองและทรีทเมนต์..... 14
2.3.1 การกำหนดทรีทเมนต์ให้แก่หน่วยทดลอง..... 15
2.3.2 ตัวแบบ (Modle) การวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์..... 15
2.4 สถิติสำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์..... 19
2.4.1 การเปรียบเทียบพหุคูณ..... 19
2.5 สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์สำหรับการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์..... 23
2.5.1 ความแตกต่างระหว่างตัวสถิติทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์..... 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.5.2 การทดสอบสำหรับทางเลือกทั่วไปสำหรับในการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 24
2.5.3 การเปรียบเทียบพหุคูณ 25
2.6 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ 27
2.6.1 เกณฑ์ของ Cochran (1954) 28
2.6.2 เกณฑ์ของ Bradley (1978) 29
2.7 กำลังการทดสอบ 29
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 35
3.1 การวางแผนการวิจัย 35
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย 46
3.3 ขั้นตอนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย 49
บทที่ 4 ผลการวิจัย 51
4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 51
4.2 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ 100
4.3 สรุปความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 149
4.4 สรุปการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ 153
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 160
5.1 สรุปผลการวิจัย 160
5.2 อภิปรายผล 162
5.3 ข้อเสนอแนะ 163
บรรณานุกรม 164
ภาคผนวก 166
ภาคผนวก ก 167
ภาคผนวก ข 213
ภาคผนวก ค 234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ผังแสดงค่าสังเกตของตัวอย่างสุ่มสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์..... 16
2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์..... 18
3.1 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ..... 36
3.2 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมา..... 38
3.3 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงไคกำลังสอง..... 41
3.4 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงเลขชี้กำลัง..... 42
3.5 จำนวนรอบที่ใช้ในการวิจัย..... 44
4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 52
4.2 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 56
4.3 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 60
4.4 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 64
4.5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 68
4.6 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 72
4.7 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 76
4.8 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 80
4.9 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ **หน้า**

4.10 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงปรกติกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 88
4.11 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 92
4.12 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 96
4.13 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 101
4.14 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 105
4.15 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 109
4.16 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 113
4.17 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 117
4.18 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 121
4.19 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01... 125
4.20 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05... 129
4.21 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกันความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10.... 133
4.22 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 137
4.23 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 141
4.24 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มี
การแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ **หน้า**

4.25 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อจำลอง ข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่มีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.10..... 149
4.26 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำลองข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.10..... 153
4.27 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำลองข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง ที่มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.10.....156
4.28 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำลองข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลังที่มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.10..... 158
1 การจำลองและการสุ่มข้อมูล..... 173
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน..... 174
3 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 176
4 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 176
5 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)..... 176
6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์..... 176
7 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)..... 177
8 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 178
9 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 178
10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์ 178
11 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)..... 179
12 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 180
13 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 180
14 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)..... 180
15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์..... 181
16 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)..... 181
17 การเปรียบเทียบพหุคุณด้วยตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์..... 183
18 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี..... 184
19 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน..... 185
20 การจำลองและการสุ่มข้อมูล..... 194
21 การวิเคราะห์ความแปรปรวน..... 195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ **หน้า**

22 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 197
23 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 197
24 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)..... 197
25 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์..... 197
26 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)..... 198
27 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 199
28 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 199
29 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์..... 199
30 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)..... 200
31 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 201
32 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 201
33 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)..... 201
34 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์ 202
35 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)..... 202
36 การเปรียบเทียบพหุคุณด้วยตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์..... 204
37 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี..... 205
38 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน..... 206
1 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 213
2 การแจกแจงที..... 216
3 ค่าวิกฤตดันแคน..... 217
4 ค่าวิกฤตสติวเดนไดซ์..... 219
5 ความน่าจะเป็นหางบนที่เลือกสำหรับการแจกแจงของตัวสถิติ S ของฟรีดมน..... 221
6 ค่าวิกฤตของการแจกแจงไคกำลังสอง..... 225
7 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหถุคูณทุกทรีทเมนต์แบบสองด้านของวิลคอกซัน-นีเมนยี-แมคโดนัล-ทอมสัน..... 226
8 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับพิสัยของตัวแปร N(0, 1) ที่เป็นอิสระกัน k ตัว..... 233
1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบความแข็ง..... 235
2 แสดงค่าผลต่างของแต่ละทรีทเมนต์..... 236
3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน..... 237

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ **หน้า**

4 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผันละความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 239
5 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 239
6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์..... 239
7 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison)..... 239
8 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผันละความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 241
9 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 241
10 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)..... 241
11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์..... 241
12 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison)..... 242
13 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผันละความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย..... 244
14 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)..... 244
15 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)..... 244
16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์..... 244
17 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison)..... 245

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 การแจกแจงปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน..... 6
2.2 การแจกแจงปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนต่างกัน..... 7
2.3 การแจกแจงปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยต่างกันและความแปรปรวนเท่ากัน..... 8
2.4 ข้อมูลที่มีการแจกแจงแกมมาที่มีพารามิเตอร์ต่างๆกัน..... 9
3.1 การแจกแจงปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (0,1), (0,1), (0,1), (0,1), (0,1), (0,1) และ (0,1)..... 36
3.2 การแจกแจงปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (0,5), (0,10), (0,15), (0,20), (0,25), (0,30) และ (0,35)..... 37
3.3 การแจกแจงปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1,1), (3,1), (6,1), (9,1), (12,1), (15,1) และ (18,1)..... 37
3.4 การแจกแจงปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1,5), (3,10), (6,15), (9,20), (12,25), (15,30)และ (18,35)..... 38
3.5 การแจกแจงแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,4), (2,4), (2,4), (2,4), (2,4), (2,4)และ (2,4)..... 39
3.6 การแจกแจงแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,4), (4,2), (8,1), (1,8), (5,8/5), (12,2/3)และ (3,8/3)..... 39
3.7 การแจกแจงแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4,2), (256,1/4), (144,1/3), (1,4), (16,1), (49,4/7)และ (81,4/9)..... 40
3.8 การแจกแจงแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (1,4), (3,6), (6,8), (9,10), (12,12), (15,14)และ (18,16)..... 40
3.9 การแจกแจงไคกำลังสอง ที่มีค่าพารามิเตอร์ (v) เป็น (4), (4), (4), (4), (4), (4) และ (4)..... 41
3.10 การแจกแจงไคกำลังสอง ที่มีค่าพารามิเตอร์ (v) เป็น (2), (6), (12), (18), (24), (30) และ (36)..... 42
3.11 แจกแจงเลขชี้กำลัง ที่มีค่าพารามิเตอร์ (β) เป็น (4), (4), (4), (4), (4), (4) และ (4)..... 43
3.12 การแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่มีค่าพารามิเตอร์ (β) เป็น (4), (6), (8), (10), (12), (14) และ (16)..... 43
3.13 แสดงจำนวนรอบในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ ในกรณี 1 การแจงแจกปรกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน จำนวนบล็อกเท่ากับ 7 และจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

3.14 แผนผังแสดงลำดับวิธีการดำเนินการวิจัย..... 49
4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 53
4.2 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 54
4.3 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 55
4.4 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 57
4.5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 58
4.6 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 59
4.7 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 61
4.8 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 62
4.9 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10..... 63
4.10 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

4.11 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 66
4.12 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 67
4.13 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 69
4.14 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 70
4.15 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 71
4.16 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 73
4.17 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 74
4.18 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 75
4.19 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่การแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 77
4.20 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 78
4.21 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

4.22 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 81
4.23 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 82
4.24 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 83
4.25 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 85
4.26 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 86
4.27 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 87
4.28 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 89
4.29 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 90
4.30 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 91
4.31 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 93
4.32 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

4.33 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 95
4.34 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 97
4.35 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 98
4.36 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 99
4.37 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 102
4.38 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 103
4.39 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 104
4. 40 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 106
4.41 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 107
4.42 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 108
4.43 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

4.44 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 111
4.45 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 112
4.46 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 114
4.47 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 115
4.48 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 116
4.49 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 118
4.50 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 119
4.51 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 120
4.52 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 122
4.53 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 123
4.54 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

4.55 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 126
4.56 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ ระดับนัยสำคัญ 0.01 127
4.57 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 128
4.58 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 130
4. 59 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 131
4.60 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 132
4.61 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 134
4.62 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 135
4.63 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 136
4.64 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 138
4.65 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

4.66 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 140
4.67 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 142
4.68 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 143
4.69 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 144
4.70 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 146
4.71 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 147
4.72 ค่าประมาณของกำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/ สัญลักษณ์และคำอธิบาย

คำย่อ/ สัญลักษณ์	คำอธิบาย
1. SNK	ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล
2. LSD	ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด
3. Duncan	ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน
4. Conover	ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์
5. Nemenyi	ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี
6. Friedman	ตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน
7. B	ผ่านเกณฑ์ของ Bradley
8. BC	ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran
9. –	ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้
10. *	กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น
11.	ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้
12.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล
13.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด
14.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน
15.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์
16.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี
17.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน
18.	เกณฑ์ของ Cochran (1954)
19.	เกณฑ์ของBradley (1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการทดลองในการอนุมานเชิงสถิติเกี่ยวกับประชากร โดยเฉพาะการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากร ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป หากจากการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวเกิดการปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) คือ มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เราจะต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไปเพื่อหาว่ามีค่าเฉลี่ยของประชากรคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณจะมีทั้งแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยจะใช้ตัวสถิติทดสอบใดตัวสถิติทดสอบหนึ่งเท่านั้น ซึ่งในการทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณมีตัวสถิติทดสอบให้ผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบควรจะต้องมีแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบให้เหมาะสมกับข้อมูลของผู้วิจัย

สำหรับการจำลองข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมอาร์ (R) เนื่องจากโปรแกรมอาร์ (R) เป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลากหลาย และสามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย นอกจากนี้โปรแกรมอาร์ (R) ยังสามารถดาวน์โหลดชุดคำสั่ง (Package) มาติดตั้งเพิ่มเติมในโปรแกรมได้ตามความต้องการในการวิเคราะห์ข้อมูล

ดังนั้นในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจการศึกษาการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติ 6 การทดสอบคือ ตัวสถิติทดสอบของสตีวเดนต์–นิวแมน–คูล (Student-Newman-Keul's Test : SNK) ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DMRT) ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี (Two–Sided-All-Treatments Multiple Comparisons with Signed Ranks : Nemenyi) ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์ (Conover) และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน (Two-Sided All-Treatments Multiple Comparisons Based on Friedman Rank Sums-General Configuration : Wilcoxon, Nemenyi, Modonald-Thompson) โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.3.2 ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ทั้ง 6 การทดสอบของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

1.2.2 เพื่อหาตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมสำหรับทดสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบประกอบด้วย 2 ประเภท ดังนี้

1.3.1.1 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์ ได้แก่

1) ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์-นิวแมน-คูล
2) ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด
3) ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน

1.3.1.2 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ ได้แก่

1) ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์
2) ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี
3) ตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน

หมายเหตุ สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ในการทำการวิจัยจำแนกตามตัวสถิติทดสอบได้ดังนี้

1. ตัวของสติวเดนต์-นิวแมน-คูล เนื่องจากงานวิจัยของศรัญญา วรรลยางกูล (2531) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์-นิวแมน-คูลมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อประชากรมีลักษณะใกล้เคียงกับการแจกแจงปรกติที่มีความโด่งไม่มาก และงานวิจัยของกฤตพล ธีรธนิตนันท์ และคณะ (2558) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูลสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และมีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกสถานการณ์

2. ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วพบว่า งานวิจัยของปุณยนุช พิณชู (2548) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และมีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณี ผลการวิจัยของนิภาพร ขำสะอาด (2552) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกกรณี และผลงานวิจัยของ Boardman and Moffitt (1971) กล่าวว่า พบว่าอัตราความผิดพลาดของตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดเพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วพบว่า งานวิจัยของปุณยนุช พิณชู (2548) กล่าวว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี ผลงานวิจัยของกฤตพล ธีรธนิตนันท์ และคณะ (2558) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี ผลงานวิจัยของบุญชม ศรีสะอาด (2538) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนมีโอกาสพบนัยสำคัญมากกว่าวิธีอื่น และผลงานวิจัยของ Boardman and Moffitt (1971) กล่าวว่า พบว่าอัตราความผิดพลาดของตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของคันแคนเพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย

4. ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์ เนื่องจากผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำตัวสถิติทดสอบนี้มาทำการทดสอบรวมกับตัวสถิติทดสอบอื่น

5. ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี เนื่องจากผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำตัวสถิติทดสอบนี้มาทำการทดสอบรวมกับตัวสถิติทดสอบอื่น

6. ตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน เนื่องจากงานวิจัยของศรัญญา วรรลยางกูล (2531) กล่าวว่าเมื่อประชากรมีลักษณะหางยาว ตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมนให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.3.2 กำหนดจำนวนทรีทเมนต์ที่ศึกษาเป็น 3, 5 และ 7 ทรีทเมนต์

1.3.3 กำหนดจำนวนบล็อกที่ศึกษาเป็น 3, 4, 5, 6 และ 7 บล็อก

1.3.4 กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

1.3.5 การแจกแจงที่นำมาศึกษา คือ การแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจงแจงเลขชี้กำลัง โดยจำแนกเป็นกรณีดังนี้

1.3.5.1 กรณีประชากรมีการแจกแจงปรกติแบ่งเป็น 4 สถานการณ์ ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2) ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน
3) ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน
4) ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.5.2 กรณีประชากรมีการแจกแจงแกมมาแบ่งเป็น 4 สถานการณ์ ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2) ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน
3) ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน
4) ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.5.3 กรณีประชากรมีการแจกแจงไคกำลังสองแบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน
2) ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.5.4 กรณีประชากรมีการแจกแจงเลขชี้กำลังแบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน

2) ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

1.4.1 ในการศึกษาครั้งนี้ ขั้นแรกผู้วิจัยจะทำการจำลองสร้างข้อมูล (Simulation) ให้มีการแจกแจงปรกติ จะทดสอบสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ เพื่อศึกษาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α) ตามเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978)

1.4.2 ทำการจำลองสร้างข้อมูล (Simulation) ให้มีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง แล้วจึงหากำลังการทดสอบ ($1-\beta$) ของตัวสถิติทดสอบโดยพิจารณากำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 หมายถึง ความน่าจะเป็นที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

1.5.2 กำลังการทดสอบ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างไม่เป็นจริง (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

1.5.3 ประสิทธิภาพ หมายถึง เกณฑ์ในการตัดสินใจว่าตัวสถิติทดสอบใดดีที่สุด โดยวัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบที่มีค่าสูงสุด

1.5.4 เกณฑ์การทดสอบของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณในกรณีที่ข้อมูลแบบใช้พารามิเตอร์ ในการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

1.6.2 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณในกรณีที่ข้อมูลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ ในการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแจกแจงของข้อมูล และตัวสถิติทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ6การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล(Student-Newman-Keul's Test : SNK)ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน(Duncan's New Multiple Range Test : DMRT)ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี(Two–Sided-All-Treatments Multiple Comparisons with Signed Ranks :Nemenyi)ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์ (Conover) และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน(Two-Sided All-Treatments Multiple Comparisons Based on Friedman Rank Sums-General Configuration : Wilcoxon, Nemenyi, Modonald-Thompson)

2.1 การแจกแจงที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1การแจกแจงปรกติ (Normal distribution) (ศุภรัตน์, 2559)

การแจกแจงปรกติเป็นการแจกแจงแบบต่อเนื่องที่มีความสำคัญมากทั้งในทางสถิติประยุกต์และใช้ประโยชน์ในการประมาณค่าประชากรและการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ อับราฮัมเดอร์มัวร์(Abraham De Moire, ค.ศ.1667-1754) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสเป็นผู้ค้นพบการแจกแจงปรกติเมื่อปีค.ศ. 1773 โดยสร้างการแจกแจงปรกติขึ้นมาเป็นรูปที่จำกัด (Limit) รูปหนึ่งของการแจกแจงทวินามแต่ไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ต่อมาปิแอร์ลาปลาส (Pierre Laplace, ค.ศ.1749-1827) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสกับคาร์ลเกาส์ (Carl Gauss, ค.ศ.1777-1855) นักคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ชาวเยอรมันได้ค้นพบการแจกแจงปรกติโดยไม่ทราบผลงานของอับราฮัมเดอร์มัวร์มาก่อนซึ่งพบว่าการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดทางวิทยาศาสตร์กายภาพสามารถประมาณได้ใกล้เคียงโดยใช้เส้นโค้งปรกติ ซึ่งเขาเรียกว่า เส้นโค้งปรกติค่าความคลาดเคลื่อน (Normal curve of error) และถือเป็นกฎของความน่าจะเป็น (Laws of chance) ผลงานของลาปลาสและเกาส์เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง การแจกแจงปรกติสามารถอธิบายการแจกแจงของตัวแปรต่างๆ ในทางชีววิทยา จิตวิทยาและทางการศึกษาเพื่อเป็นเกียรติแก่บุคคลทั้งสองบางทีเรียกการแจกแจงปรกติว่าการแจกแจงของลาปลาส (Laplacian distribution) หรือการแจกแจงของเกาส์(Gaussian distribution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

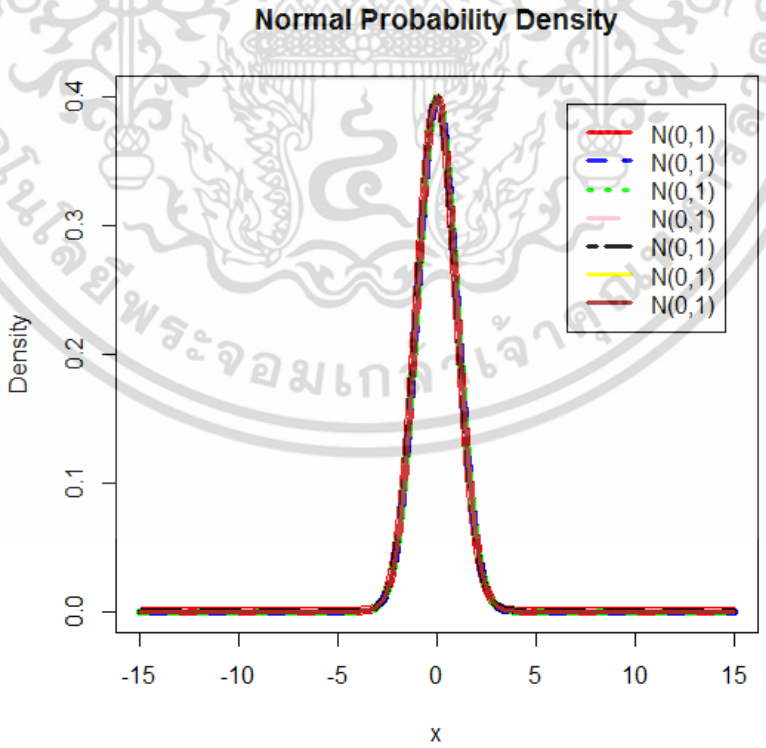
ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 เขียนได้ว่า $N(x;\mu,\sigma^2)$ โดยมี μ แทนค่าเฉลี่ย และ σ^2 แทนค่าความแปรปรวน สามารถเขียนเป็นฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นได้ดังนี้

$$f(x;\mu,\sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad .....(2.1)$$

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

การหาค่าอินทิกรัลของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติเพื่อให้ได้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐานไม่สามารถทำได้ง่ายๆ จึงได้มีการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐานแทนโดยใช้ในการหาค่าความน่าจะเป็นในรูปของตาราง ซึ่งตารางดังกล่าวจะเป็นตารางเมื่อค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 นั่นคือ การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนเป็นอย่างอื่น จึงมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนให้เส้นเป็นโค้งปรกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็น0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1ทำได้โดยให้ $Z = \frac{X-\mu}{\sigma}$ ซึ่งจะทำให้การแจกแจงปรกติ $N(x;\mu,\sigma^2)$ เป็นการแจกแจงปรกติมาตรฐาน $N(Z;0,1)$

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



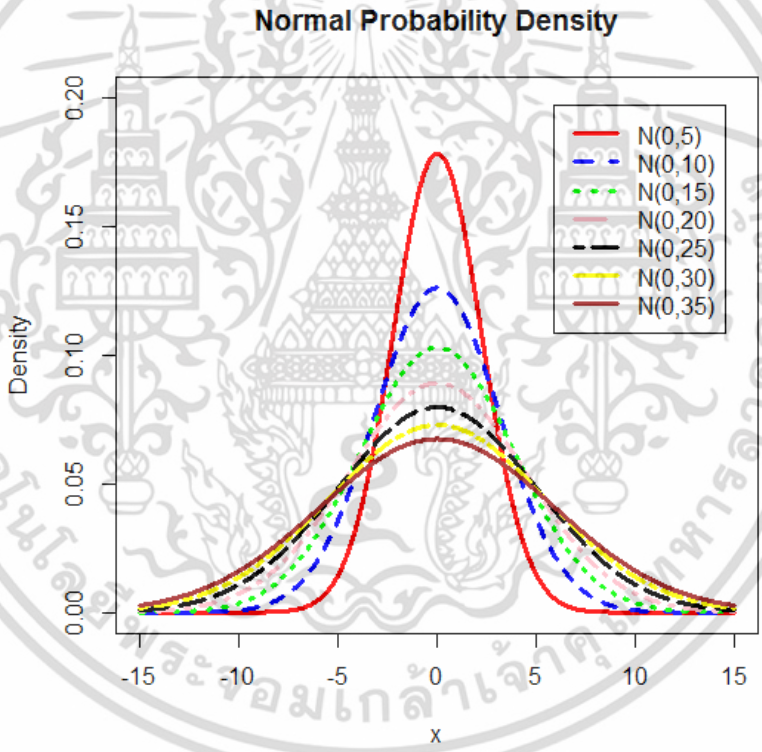
รูปที่ 2.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบัติของเส้นโค้งปรกติ

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

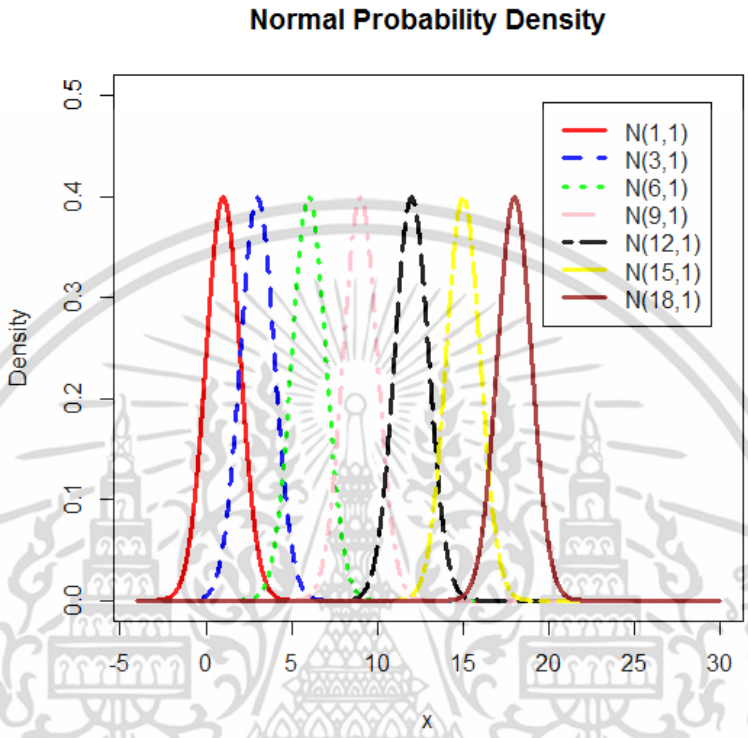
ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากันแต่มีความแปรปรวนต่างกันแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางตรงกันข้ามของความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อมีค่าเฉลี่ยต่างกันแต่มีความแปรปรวนเท่ากันแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยต่างกันและความแปรปรวนเท่ากัน

2.1.2 การแจกแจงแกมมา (Gamma distribution)(สายชล, 2548)

ตัวแปรสุ่มแกมมาแสดงถึงระยะเวลาของการรอคอยจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ปัวซงครบ α ครั้ง ส่วนตัวแปรสุ่มเลขชี้กำลังแสดงถึงระยะเวลาของการรอคอยจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ปัวซงเป็นครั้งแรก ตัวแปรสุ่มทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในลักษณะรูปทั่วไปและรูปเฉพาะของกันและกันกล่าวคือ ตัวแปรสุ่มเลขชี้กำลังเป็นรูปเฉพาะของตัวแปรสุ่มแกมมา ส่วนตัวแปรสุ่มแกมมาเป็นรูปทั่วไปของตัวแปรสุ่มเลขชี้กำลัง ให้ x แทนช่วงระยะเวลาของการรอคอยจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจปัวซงครบ α ครั้ง และ β แทนช่วงระยะเวลาของการรอคอยโดยเฉลี่ยต่อหน่วยของเหตุการณ์ โดยที่ $\beta = \frac{1}{\lambda}$ เมื่อ λ คือ จำนวนการเกิดเหตุการณ์ปัวซงโดยเฉลี่ยใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็นจำนวนเหตุการณ์ต่อหน่วยเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหาฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมมาจะต้องอาศัยฟังก์ชันแกมมา (Gamma function) ซึ่งเขียนแทนด้วย $\Gamma(\alpha)$ ดังนี้

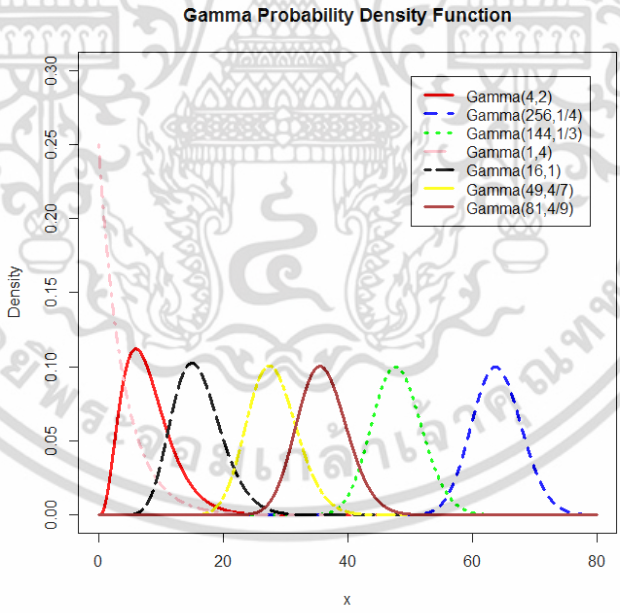
$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1}e^{-x}dx \quad \text{สำหรับทุกค่าของ } \alpha>0 \qquad .....(2.2)$$

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแกมมา ที่มีพารามิเตอร์ α และ β สามารถเขียนฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ได้ดังนี้

$$f(x;\alpha,\beta) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha}x^{\alpha-1}e^{-\frac{x}{\beta}};\ x>0, \alpha>0,\ \beta>0 \qquad .....(2.3)$$

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นจะขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ α และ β ซึ่ง α คือ พารามิเตอร์ที่แสดงถึงรูปร่าง (Shape parameter) ส่วน β คือ พารามิเตอร์ที่แสดงถึงสเกล (Scale parameter)

ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมาที่มีพารามิเตอร์ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การแจกแจงเลขชี้กำลัง (Exponential distribution) (สุเมธ, 2542)

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องและ $X>0$ แล้ว X จะมีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง $\beta>0$ เมื่อฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม X กำหนดโดย

$$f(x;\beta) = \frac{1}{\beta}e^{-\frac{x}{\beta}}, x>0, \beta>0 \quad .....(2.4)$$

การแจกแจงชนิดนี้มีที่ใช้มาก โดยเฉพาะในเรื่องการหาค่าความเชื่อมั่นได้ ปัญหาการรอคอย(Waiting time) เช่น การทดสอบเกี่ยวกับอายุ ช่วงเวลาการรับบริการ หรือช่วงเวลาของเหตุการณ์ที่มีการเกิดปัวซง

เมื่อ $\alpha=1$ การแจกแจงแกมมาคือการแจกแจงเลขชี้กำลัง (Exponential distribution) มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x;\beta) = \frac{1}{\beta}e^{-\frac{x}{\beta}} ; x>0, \beta>0 \quad .....(2.5)$$

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงเลขชี้กำลังมาจากค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงแกมม่า เมื่อแทน $\alpha=1$ ดังนั้นค่าเฉลี่ยของ X คือ $E(X)=\alpha\beta=\beta$ แล้วความแปรปรวนของ X คือ $Var(x)=\alpha\beta^2=\beta^2$

2.1.4 การแจกแจงไคกำลังสอง (Chi-square distribution) พิจารณาการแจกแจงแกมมา ซึ่งฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น

$$f(x;\alpha,\beta) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^{\alpha}}x^{\alpha-1}e^{-\frac{x}{\beta}}, x>0, \beta>0, \alpha>0 \quad .....(2.6)$$

ให้ $\alpha=\frac{\upsilon}{2}$, υ เป็นเลขจำนวนเต็มบวกและ $\beta=2$

พบว่าตัวแปรสุ่ม X จะมีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น

$$f(x;\upsilon) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{\upsilon}{2}\right)2^{\frac{\upsilon}{2}}}x^{\frac{\upsilon}{2}-1}e^{-\frac{x}{\beta}}, x>0, \upsilon>0 \quad .....(2.7)$$

เราเรียกตัวแปรสุ่ม X นี้มีการแจกแจงไคกำลังสอง ซึ่งเป็นกรณีพิเศษของการแจกแจงแกมมา

และเราจะเรียกพารามิเตอร์ υ ว่าจำนวนองศาเสรี (number of degrees of freedom) ของการแจกแจงไคกำลังสอง เนื่องจากการแจกแจงไคกำลังสองมีบทบาทในทางสถิติ และมักจะใช้อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่อยๆ ดังนั้นเราจะเขียนสั้นๆว่า $X \sim \chi^2_{(\upsilon)}$ หมายความว่าตัวแปรสุ่มมีการแจกแจงไคกำลังสอง โดยมีจำนวนองศาเสรีเป็น υ

2.2 การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD)

2.2.1 การบล็อก (Blocking)(สายชล, 2552)

คือการจัดหน่วยทดลองที่มีความคล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันให้อยู่ในบล็อกเดียวกันหรือกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้มีความแปรปรวนภายในบล็อกเดียวกันน้อยที่สุด แต่หน่วยทดลองที่อยู่ต่างบล็อกกันจะมีความแตกต่างกันมากที่สุด เพื่อให้มีความแปรปรวนระหว่างบล็อกมากที่สุด ในการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ บล็อกก็คือซ้ำของการทดลองนั่นเอง เช่น การบล็อกเพศในสุกร จะได้สุกรเพศผู้อยู่ในบล็อกหนึ่งและสุกรเพศเมียอยู่ในอีกบล็อกหนึ่ง สามารถจัดได้ดังนี้

บล็อกที่ 1 คือ สุกรเพศผู้
บล็อกที่ 2 คือ สุกรเพศเมีย

การบล็อกพันธุ์สุกร โดยให้มีบล็อกละ 10 ตัว สามารถจัดได้ดังนี้

บล็อกที่ 1	คือ	สุกรพันธุ์ลาจไวท์	10	ตัว
บล็อกที่ 2	คือ	สุกรพันธุ์แลนด์เรซ	10	ตัว
บล็อกที่ 3	คือ	สุกรพันธุ์ดูรอคเจอร์ซี่	10	ตัว

นิยาม 2.1 การทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ หมายถึง การทดลองที่จัดให้หน่วยทดลองรวมกันเป็นพวก ซึ่งจะเรียกว่า บล็อก (Block) โดยที่

1. แต่ละหน่วยในบล็อกเดียวกันจะต้องมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน และจำนวนหน่วยทดลองในแต่ละบล็อกจะต้องเท่ากับจำนวนที่ต้องการทดสอบ
2. การจัดให้แก่หน่วยทดลองในแต่ละบล็อกเป็นไปอย่างสุ่ม

การทดลองในแบบนี้จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของหน่วยทดลอง ทำให้ผลอันเนื่องมาจากทรีทเมนต์เด่นชัดขึ้น

เนื่องจากในการทดลองโดยใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์นั้น หน่วยทดลองทั้งหมดต้องมีลักษณะคล้ายคลึงกันการทดลองจึงจะให้ผลดี ซึ่งในบางครั้งผู้ทดลองอาจประสบปัญหากับการที่ไม่อาจหาหน่วยทดลองที่เหมือนกันทั้งหมดได้ แต่อาจหาได้เพียงบางส่วน ดังนั้นภายใต้สถานการณ์ดังกล่าว ถ้าผู้ทดลองยังคงใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ผลการทดลองที่แตกต่างกันก็จะไม่ใช่ความแตกต่างที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้ทรีทเมนต์ที่ต่างกันเพียงอย่างเดียว แต่อาจเนื่องจากหน่วยทดลองที่แตกต่างกันด้วย ดันนั้นค่าของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลอง(MSE)ก็จะมีมากขึ้นเพราะได้รวมเอาความคลาดเคลื่อนจากหน่วยทดลองไว้ด้วย เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการใช้ทรีทเมนต์ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบด้วย จะทำให้ค่าอัตราส่วนเอฟน้อยลง ซึ่งอาจทำให้เชื่อว่าทรีทเมนต์ทุกทรีทเมนต์ให้ผลไม่แตกต่างกันทั้ง ๆ ที่แตกต่างกันได้ ดังนั้นในกรณีที่หน่วยทดลองคล้ายคลึงกันเป็นพวก ๆ การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์จึงใช้ได้ดีกว่าการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (สมจิต, 2532)

การวางแผนการทดลองนี้จะใช้เมื่อหน่วยทดลองมีความผันแปรในหน่วยทดลองหนึ่งสาเหตุ (one-directional) ก่อนที่จะมีการกำหนดทรีทเมนต์ให้ ดังนั้นเพื่อให้ความผันแปรที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องจากทรีทเมนต์ (สิ่งทดลอง) เพียงอย่างเดียว จึงต้องมีการควบคุมความผันแปรทางด้านหน่วยทดลองโดยการจัดเป็นบล็อก ซึ่งการจัดบล็อกนั้นที่สำคัญที่สุดคือ การจัดให้หน่วยทดลองที่อยู่ในบล็อกเดียวกันมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดและหน่วยทดลองที่อยู่ต่างบล็อกกันมีความแตกต่างกันมากที่สุด หรือก็คือหน่วยทดลองในบล็อกเดียวกันจะมีความแปรปรวนภายในบล็อกน้อยที่สุดและจะมีความแปรปรวนมากที่สุดเมื่อต่างบล็อกกัน ซึ่งในแต่ละบล็อกจะต้องมีจำนวนทรีทเมนต์ครบทุกทรีทเมนต์จะได้ว่าขนาดของบล็อก (k) =จำนวนทรีทเมนต์(t)

การจัดบล็อกจะทำให้ความแตกต่างระหว่างบล็อกจะถูกแยกออกมาจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (experimental error) ซึ่งทำให้ความแม่นยำ (precision) สูงขึ้นการจัดบล็อกในการทดลองได้แก่ การปลูกพืช ควรจะจัดแปลงปลูกพืชที่อยู่ใกล้กันไว้ในบล็อกเดียวกัน ก็จะอยู่ในบล็อกเดียวกันเพราะจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมากกว่าสัตว์ที่มีสายพันธุ์ต่างกันหรือเพศต่างกันการจัดบล็อกจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อความแปรปรวนระหว่างหน่วยทดลองในบล็อกเดียวมีค่าน้อยกว่าความแปรปรวนของหน่วยทดลองระหว่างบล็อก หรืออาจจะกล่าวได้ว่า

1. ความแม่นยำจะลดลงเมื่อขนาดของบล็อก (จำนวนหน่วยทดลองต่อบล็อก) เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรจัดบล็อกให้มีขนาดเล็กเท่าที่จะเป็นไปได้

2. ในบางการทดลองพบว่าบล็อกที่มีรูปจัตุรัสมักมีประสิทธิภาพสูงกว่าบล็อกรูปอื่นๆ

3. ในการทดลองที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างกันและมีความลาดชัน (slope) บล็อกควรจะตั้งฉากกับความลาดชันและมีลักษณะยาวและแคบ

4. หลักสำคัญของการจัดบล็อก ก็คือพยายามจัดให้ความผันแปรภายในบล็อกมีน้อยที่สุดและระหว่างกลุ่มมีมากที่สุด

5. ในบางสาขา เช่นการเกษตร คำว่า บล็อก กับ จำนวนซ้ำ (replication) มักจะใช้แทนกัน ซึ่งแท้ที่จริงแล้วมันแตกต่างกันเพราะว่าการทำซ้ำ หมายถึง การกำหนดทรีทเมนต์ (treatment) หนึ่งให้กับหน่วยทดลองที่มีคุณสมบัติสม่ำเสมอหนึ่งหน่วย โดยที่มีการกำหนดเหมือนกันแบบนี้เกิดขึ้นในการทดลองครั้งนั้นมากกว่าหนึ่งครั้ง แต่การจัดบล็อกหมายถึงการจัดกลุ่มของหน่วยทดลองที่สม่ำเสมอให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และหน่วยทดลองที่แตกต่างกันให้อยู่ต่างกลุ่มกัน โดยที่ทรีทเมนต์หนึ่งจะมีการกำหนดให้กับทุกกลุ่มของหน่วยทดลองนั่นคือแม้ว่าทรีทเมนต์นี้จะมีการทดลองมากกว่าหนึ่งครั้งในการทดลองครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้แต่หน่วยทดลองที่นำมาศึกษาก็เป็นหน่วยทดลองที่ไม่สม่ำเสมอกันมาจากคนละกลุ่มกันตามการทำซ้ำ หน่วยทดลองที่ทรีทเมนต์หนึ่งกำหนดมากกว่าหนึ่งครั้งหน่วยทดลองที่ใช้ก็จะเป็นหน่วยทดลองที่สม่ำเสมอกัน

6. ไม่จำเป็นที่บล็อกต่างๆ ต้องมีรูปร่างเหมือนกันหรือไม่จำเป็นต้องอยู่ที่เดียวกันหรือเวลาเดียวกัน

7. แต่ละทรีทเมนต์จะเกิดขึ้นเพียงครั้งหนึ่งครั้งเดียวเท่านั้นในแต่ละบล็อกและควรมีทรีทเมนต์ครบทุกทรีทเมนต์เพราะไม่เช่นนั้นจะกลายเป็นบล็อกไม่สมบูรณ์(incomplete block) ซึ่งการวิเคราะห์จะยุ่งยากมากกว่า(สิทธิชัย,2542)

2.2.2 การใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

1. เมื่อพบว่ามีสาเหตุที่ทำให้เกิดความผันแปรในหน่วยทดลองหนึ่งสาเหตุก่อนที่จะกำหนดทรีทเมนต์ให้

2. การจัดบล็อกสามารถลดสาเหตุของความผันแปรที่มีเพียงสาเหตุเดียว การจัดกลุ่มจึงกระทำในทิศทางเดียว (one-directional grouping)

3. ถ้าผลการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างบล็อก (nonsignificant) การจัดบล็อกก็จะทำให้ประสิทธิภาพของการทดลองลดลง ทั้งนี้เพราะการจัดบล็อกจะทำให้ dfของ errorลดลง (การที่ dfมากขึ้นจะทำให้ค่าของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนลดลง ซึ่งมีผลให้การทดลองมีความไว ในการเปรียบเทียบสูงขึ้นหรือสามารถวัดความแตกต่างเพียงเล็กน้อยระหว่างสิ่งทดลองได้ดีขึ้น)

2.2.3 ประโยชน์ของการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (สายชล, 2558)

1.ช่วยเพิ่มความถูกต้องให้แก่การทดลอง เนื่องจากความผันแปรระหว่างบล็อกจะถูกดึงออกจากความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง จึงเหลือเฉพาะความคลาดเคลื่อนจากการทดลองเท่านั้น

2.เป็นการเปรียบเทียบอิทธิพลของทรีทเมนต์ที่มีต่อหน่วยทดลองที่มีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งจัดให้หน่วยทดลองที่เหมือนกันอยู่ในบล็อกเดียวกัน ส่วนหน่วยทดลองที่แตกต่างกันอย่าต่างบล็อกกัน

3.ช่วยขยายขอบเขตของการทดลอง เช่น สถานที่ทำการทดลองอยู่คนละจังหวัดกันอยู่คนละอำเภอกัน หรือทำการทดลองในเวลาที่ต่างกัน จะใช้สถานที่ที่ทำการทดลองหรือเวลาเป็นบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ข้อดีและข้อเสียของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

ข้อดี

1. สามารถจัดหน่วยทดลองให้เป็นบล็อกได้ค่อนข้างง่าย
2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่าย
3. ถ้ามีข้อมูลสูญหาย สามารถประมาณค่าข้อมูลสูญหายได้

ข้อเสีย

1. เมื่อมีความผันแปรระหว่างหน่วยทดลองภายในบล็อกเดียวกันสูง จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการทดลองสูง ซึ่งมักเกิดกับการทดลองที่มีจำนวนทรีทเมนต์มากเกินไป

2. ถ้าหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอกัน การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

2.3หน่วยทดลองและทรีทเมนต์

หน่วยทดลอง(Experimental unit) ได้แก่หน่วยของวัสดุที่ใช้สำหรับการทดลองกับทรีทเมนต์1 ทรีทเมนต์หน่วยทดลองอาจจะหมายถึงต้นไม้ 1ต้น เป็ด 5 ตัว หรือใบไม้ครึ่งใบ หน่วยทดลองอาจเป็นสัตว์แต่ละตัว หรือ นก 10ตัวในกรงเดียวกัน เป็นต้น หน่วยทดลองที่ใช้ทางด้านเกษตรกรรมอาจเรียกว่าแปลงทดลอง(Experimental plot) (จิราวัลย์,2552)

ทรีทเมนต์ หมายถึง ลักษณะประจำตัวของวัตถุทดลอง หรือวิธีการที่ใช้ปฏิบัติต่อหน่วยทดลอง ถ้าผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบพันธุ์สัตว์ พันธุ์สัตว์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะประจำตัวของสัตว์ ก็คือทรีทเมนต์ ในทำนองเดียวกัน อายุ เพศ สีผิว ซึ่งเป็นลักษณะประจำตัวของวัตถุทดลอง ถ้าผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบ ก็ถือว่าเป็นทรีทเมนต์ ในขณะเดียวกัน อาหารสัตว์สูตรต่าง ๆ ปุ๋ยพืชชนิดต่าง ๆ กรรมวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ผลิตทางอุตสาหกรรม เป็นวิธีการปฏิบัติต่อหน่วยทดลอง ถ้าผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบก็ถือว่าเป็นทรีทเมนต์ทรีทเมนต์อาจเกิดจากปัจจัยเดียว เช่น ต้องการศึกษาเฉพาะปัจจัยเกี่ยวกับพันธุ์สัตว์เพียงปัจจัยเดียว หรืออาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น ต้องการศึกษาทั้งพันธุ์สัตว์และสูตรอาหารสัตว์ เป็นต้น ทรีทเมนต์อาจมีชื่อเฉพาะโดยเรียกตามลักษณะการใช้และวัตถุประสงค์ของการทดลอง เช่น ถ้าใช้ทรีทเมนต์นั้นเป็นตัวควบคุม จะเรียกว่า ทรีทเมนต์ควบคุม (Control treatment) ถ้าใช้ทรีทเมนต์นั้นเป็นวิธีการปฏิบัติที่ใช้เป็นมาตรฐานทั่วไป จะเรียกว่า ทรีทเมนต์มาตรฐาน (Standard treatment)

ในการวัดอิทธิพลของทรีทเมนต์จะทำการวัดผลการตอบสนองต่อทรีทเมนต์ของหน่วยตัวอย่างสุ่ม ซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยทดลองหรืออาจจะเป็นหน่วยทดลองทั้งหน่วยก็ได้ ค่าสังเกตที่วัดจากหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์ที่กำหนดเรียกว่า ผลตอบสนอง (Response)(สายชล,2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การกำหนดทรีทเมนต์ให้แก่หน่วยทดลอง (การสุ่ม :Rondomization)

การสุ่มทรีทเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองใน การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์นี้ เริ่มต้นจากการจัดหน่วยทดลองออกเป็นบล็อก และทำการกำหนดทรีทเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองภายในบล็อกเดียวกันให้เป็นไปโดยสุ่ม อาจทำได้โดยการจับฉลากหรือใช้ตารางเลขสุ่ม ซึ่งการทำการสุ่มจะทำแยกกันในแต่ละบล็อก(สิทธิชัย,2542)

2.3.2 ตัวแบบ (Model)การวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \; ; i = 1,2,...,a$$

$$j = 1,2,...,\mathrm{b}$$

โดยที่ y_{ij} คือ ผลการทดลอง (outcome)หรือผลตอบสนอง (response) หรือค่าสังเกตในบล็อกที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

μ คือ พารามิเตอร์ที่มีค่าคงที่ในทุก ๆ ทรีทเมนต์ หรือค่าเฉลี่ยทั้งหมด (overallmean)หรือค่าเฉลี่ยรวม (grand mean)

τ_i คือ อิทธิพลของทรีทเมนต์ที่ i (the i^{th} treatment effect)

β_j คือ อิทธิพลของบล็อกที่ j (the j^{th} block effect)

ε_{ij} คือ ส่วนประกอบของความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (random error component) ที่อยู่ในค่าสังเกตในบล็อกที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i (สายชล,2558)

ข้อสมมติเบื้องต้น (Assumption)

1. ตัวแบบเป็นเชิงบวก (additive model)นั่นคือ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (noteraction)ระหว่างทรีทเมนต์และบล็อก

2.ถ้าทรีทเมนต์และบล็อกมีอิทธิพลเป็นค่าคงที่ จะได้ว่า $\sum_{i=1}^{a} \tau_i = 0$ และ $\sum_{i=1}^{b} \beta_j = 0$ แต่ถ้าทรีทเมนต์และบล็อกมีอิทธิพลเป็นค่าสุ่มจะได้ว่า τ_i เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ_τ^2 หรือ $\tau_i \sim NID\left(0,\sigma_\tau^2\right)$ และ β_j เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0และความแปรปรวนเท่ากับ σ_β^2 หรือ $\beta_j \sim NID\left(0,\sigma_\beta^2\right)$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1ผังแสดงค่าสังเกตของตัวอย่างสุ่มสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์(สายชล,2558)

ทรีทเมนต์	บล็อก						ผลรวม
	1	2	...	j	...	b	
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1j}	...	y_{1b}	$y_{1.}$
2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2j}	...	y_{2b}	$y_{2.}$
.	.	.	...	.	...	.	.
.	.	.	...	.	...	.	.
.	.	.	...	.	...	.	.
i	y_{i1} .	y_{i2}	...	.	...	y_{ib}	$y_{i.}$
.	.	.	...	.	...	.	.
.	.	.	...	.	...	.	.
.	.	.	...	.	...	.	.
a	y_{a1}	y_{a2}	...	y_{aj}	...	y_{ab}	$y_{a.}$
ผลรวม	$y_{.1}$	$y_{.2}$	...	$y_{.j}$	...	$y_{.b}$	$y_{..}$

โดยที่ y_{ij} คือ ค่าสังเกตในบล็อกที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

$y_{i.} = \sum_{j=1}^{n} y_{ij}$ คือ ผลรวมของค่าสังเกตทั้งหมดที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

$\bar{y}_{i.} = \frac{y_{i.}}{b}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมดที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

$y_{.j} = \sum_{i=1}^{a} y_{ij}$ คือ ผลรวมของค่าสังเกตทั้งหมดในบล็อกที่ j

$\bar{y}_{.j} = \frac{y_{.j}}{a}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมดในบล็อกที่ j

$y_{..} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} y_{ij}$ คือ ผลรวมของค่าสังเกตทั้งหมด

$\bar{y}_{..} = \frac{y_{..}}{ab}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด

$N = ab$ คือ ผลรวมของจำนวนค่าสังเกตทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับตัวแบบนี้เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2ทาง (Two-way analysis of variance) เนื่องจากเราสามารถแยกอิทธิพลของบล็อกออกมาเป็นแหล่งความแปรปรวนอีกแหล่งหนึ่งนอกจากแหล่งความแปรปรวนอันเนื่องมาจากอิทธิพลของทรีทเมนต์ แต่ยังคงเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีปัจจัยเดียว (Single factor analysis of variance) แต่สาเหตุที่ต้องจัดเป็นบล็อกเพราะหน่วยทดลองมีความแตกต่างกัน ส่วนการหาค่าของผลบวกกำลังสองสำหรับความแปรปรวนแต่ละแหล่งก็สามารถหาได้เช่นเดียวกันในกรณีของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

นั่นคือ ผลบวกกำลังสองของยอดรวมเป็นผลรวมของผลบวกกำลังสองระหว่างทรีทเมนต์ ผลบวกกำลังสองระหว่างบล็อก และผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน ถ้าใช้สัญลักษณ์ SST แทนผลบวกกำลังสองของยอดรวม $SSTr$ แทนผลบวกกำลังสองระหว่างทรีทเมนต์ SSB แทนผลบวกกำลังสองระหว่างบล็อก และ SSE แทนผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน เราอาจเขียนสมการเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง ในกรณีของการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ได้ดังนี้

$$SST = SSTr + SSB + SSE$$

โดยที่ SST คือ ผลบวกกำลังสองของยอดรวม (Total sum of squares)

$SSTr$ คือ ผลบวกกำลังสองของทรีทเมนต์ หรือผลบวกกำลังสองระหว่างทรีทเมนต์ (Between treatment sum of squares)

SSB คือ ผลบวกกำลังสองของบล็อก หรือผลบวกกำลังสองระหว่างบล็อก (Between block sum of squares)

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

จำนวนองศาเสรีของยอดรวมของทรีทเมนต์ ของบล็อกและของความคลาดเคลื่อนคือ

dfของยอดรวม = dfของทรีทเมนต์+ dfของบล็อก + dfของความคลาดเคลื่อน

$$ab-1 = (a-1) + (b-1) + (a-1)(b-1)$$

(สายชล, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางปฏิบัติการคำนวณค่าของผลบวกกำลังสองเหล่านี้สามารถคำนวณได้จากยอดรวมของทรีทเมนต์และยอดรวมของบล็อก ดังนี้

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

$$SSTr = \sum_{i=1}^{a} \frac{y_{i.}^2}{b} - \frac{y_{..}^2}{ab}$$

$$SSB = \sum_{j=1}^{b} \frac{y_{.j}^2}{a} - \frac{y_{..}^2}{ab}$$

$$SSE = SST - SSTr - SSB$$

เมื่อ $y_{..} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} y_{ij}$, $y_{i.} = \sum_{j=1}^{b} y_{ij}$ และ $y_{.j} = \sum_{i=1}^{a} y_{ij}$

เราอาจสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการวางแผนสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ได้ดังตาราง

ตารางที่ 2.2การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)	องศาเสรี (Degree of Freedom)	ผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares)	ค่ากำลังสองเฉลี่ย (Mean Squares)	F
ระหว่างทรีทเมนต์ (Between Treatment)	$a-1$	$SSTr = \sum_{i=1}^{a} \frac{y_{i.}^2}{b} - \frac{y_{..}^2}{ab}$	$MSTr = \frac{SSTr}{a-1}$	$\frac{MSTr}{MSE}$
ระหว่างบล็อก (Between Block)	$b-1$	$SSB = \sum_{j=1}^{b} \frac{y_{.j}^2}{a} - \frac{y_{..}^2}{ab}$	$MSB = \frac{SSB}{b-1}$	
ภายในทรีทเมนต์ หรือความคลาดเคลื่อน (Within Treatment or Error)	$(a-1)(b-1)$	$SSE = SST - SSTr - SSB$	$MSE = \frac{SSE}{(a-1)(b-1)}$	
ยอดรวม (Total)	$ab-1$	$SST = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{ab}$		

สำหรับการทดสอบสมมติฐานในการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์นี้ เราสนใจทดสอบสมมติฐานที่ว่าไม่มีอิทธิพลของทรีทเมนต์ นั่นคือ

$H_0 : \mu_{1.} = \mu_{2.} = ... = \mu_{a.}$

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้เรายังอาจทดสอบสมมติฐานที่ว่าไม่มีอิทธิพลของบล็อกได้อีกด้วย นั่นคือ

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

$H_1 : \mu_{j.} \neq \mu_{j'.}$ อย่างน้อย 1 ค่า $j \neq j'$

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

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

จุดหมายที่แท้จริงของการทดลองคือ เราต้องการที่จะทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลของทรีทเมนต์มากกว่า ถ้าจะทดสอบอิทธิพลของบล็อกก็สามารถทดสอบได้ แต่ปกติผู้ทดลองมักไม่สนใจทดสอบ เพราะทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองแล้วว่าบล็อกมีความแตกต่างกัน ข้อควรสังเกตคือ ถ้าค่าสถิติเอฟที่ใช้ทดสอบบล็อกมีนัยสำคัญ แสดงว่าการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเหนือการวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์

ในการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \tau_i = 0$ สำหรับทุกค่าของ i นั้น ตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบคือ สถิติเอฟ ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างค่ากำลังสองเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์และค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน นั่นคือ

$$F = \frac{MST_r}{MSE}$$

โดยที่จำนวนองศาเสรีของ F เท่ากับ $a-1$ และ $(a-1)(b-1)$ และอาณาเขตวิกฤตของ F คือพื้นที่ปลายด้านขวาของการแจกแจงแบบเอฟ โดยมีจำนวนองศาเสรี $a-1$ และ $(a-1)(b-1)$ และจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{\alpha;a-1,(a-1)(b-1)}$ โดยเปิดตารางที่ 1 จากภาคผนวก ข (สายชล, 2558)

2.4การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ (Comparison of Treatment Means)

2.4.1 การเปรียบเทียบพหุคูณ(Multiple Comparison)

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อเราปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และไปเชื่อตาม H_1 นั้น หมายถึงเราเชื่อว่าอย่างน้อยจะต้องมีอยู่ 2ทรีทเมนต์ให้ผลออกมาต่างกัน แต่เรายังไม่ทราบว่าทรีทเมนต์ใดบ้างที่ให้ผลไม่แตกต่างกัน และทรีทเมนต์ใดบ้างที่ให้ผลแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ต่อไปโดยใช้การเปรียบเทียบพหุคูณ(สมจิต, 2532)

นิยาม 2.2 การเปรียบเทียบพหุคูณ หมายถึง การเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ต่างๆ เพื่อหาว่ามีทรีทเมนต์ใดบ้างที่ยังผลให้ H_0 ถูกปฏิเสธไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติการเปรียบเทียบพหุคูณจะถูกใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลังจากที่การวิเคราะห์ขั้นต้นส่งผลว่า H_0 ต้องถูกปฏิเสธไป วิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบพหุคูณมีหลายวิธี เช่น Least Significant Difference (LSD) T-method ของ Tukey S-method ของ Scheffeและ multiple-reage test ของ Duncan เป็นต้น แต่วิธีที่นิยมใช้กันมากได้แก่ LSD T-method และ S-method (สมจิต,2532)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ อาจแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ

1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ
2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ต่างๆ กับทรีทเมนต์ควบคุม
3. การเปรียบเทียบแบบออร์โธโกนอล

ในที่นี้ ผู้วิจัยจะทำการศึกษาเพียงกรณีเดียว คือ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆโดยจะกระทำเมื่อค่าตัวสถิติทดสอบในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าค่าตัวสถิติทดสอบในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ไม่ต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ เนื่องจากการทดสอบแบบนี้กระทำภายหลังจากทราบค่าในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้วจึงเรียกการทดสอบนี้อีกอย่างหนึ่งว่าการทดสอบภายหลัง (Post hoc comparison หรือ Posterior test) ประกอบด้วยตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ คือ การทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD)การทดสอบของบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni's Test) การทดสอบของทูกีย์ (Tukey's Test) การทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test) การทดสอบของสตีวเดนต์–นิวแมน–คูล (Student–Newman–Keul's Test or SNK Test) และการทดสอบของเชฟเฟ (Scheffe's Test)(สายชล,2558)

แต่ในงานวิจัยผู้วิจัยจะทำการทดสอบตัวสถิติทดสอบของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ แบบใช้พารามิเตอร์มาเพียง 3 การทดสอบ และแบบไม่ใช้พารามิเตอร์3 การทดสอบ ได้แก่

1. การทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด(Fisher's Least Significant Difference Test : LSD)(สายชล, 2558)

ตัวสถิติทดสอบ LSD ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรคู่ใดคู่หนึ่ง ถ้ามีค่าเฉลี่ยหลายคู่มักใช้เปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่อยู่ติดกันทีละคู่ เมื่อค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งหมดถูกจัดเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถิติทดสอบ คือ

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

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

เมื่อ $t_{\frac{\alpha}{2},\upsilon}$ คือ ค่าที่เปิดจากตารางtโดยเปิดตารางที่ 2 จากภาคผนวก ขที่ระดับนัยสำคัญ $\frac{\alpha}{2}$ และ υ โดยใช้จำนวนองศาเสรีของความคลาดเคลื่อน υ การทดสอบนี้เป็นการทดสอบแบบสองหาง

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i, n_j คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบ ตามลำดับ

ในการใช้ตัวสถิติทดสอบ LSD จะต้องใช้อย่างระมัดระวัง เนื่องจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อจำนวนจำนวนทรีทเมนต์ในการทดลองมีเพียง 2 ทรีทเมนต์เท่านั้น แต่ถ้าจำนวนทรีทเมนต์ในการทดลองเพิ่มมากขึ้น และทุกๆ คู่ของทรีทเมนต์จะต้องได้รับการทดสอบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ด้วยแล้ว ความถูกต้องของการทดสอบจะลดน้อยลง

หลักเกณฑ์ในการใช้ LSD

1. ใช้ LSD เมื่อค่า F ในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนมีความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือค่าF ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า F ในตารางสถิติ

2. ไม่ควรใช้ LSD สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดทุกคู่ ถ้าจำนวนทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลองนั้นมากกว่า 5 ทรีทเมนต์ (หรือมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 10 คู่)

3. ใช้ LSD สำหรับการทดลองที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า (Planned comparisons) ว่าต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ไหน โดยเฉพาะมีทรีทเมนต์ควบคุม (Control treatment) รวมอยู่ด้วย เรามักเปรียบเทียบทรีทเมนต์ต่างๆ กับทรีทเมนต์ควบคุม โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง

ข้อจำกัดในการใช้ LSD

1. ไม่ควรใช้ LSD สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดทุกคู่ ถ้าจำนวนทรีทเมนต์ในการทดลองนั้นมากกว่า 5ทรีทเมนต์ (หรือมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 10 คู่)

2. ใช้ LSD สำหรับการทดลองที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า(Planned comparisons)ว่าต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ไหน โดยเฉพาะถ้ามีทรีทเมนต์ควบคุม (Control treatment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test)

การทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนเสนอโดยดันแคนในปี 1955 นิยมใช้ในกรณีที่มีทรีทเมนต์จำนวนมากและต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดในคราวเดียวกัน หรือไม่จำเป็นต้องมีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนทรีทเมนต์ในการทดลองแต่ละอย่างใด ค่าวิกฤตที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมีหลายคู่ ซึ่งจะใช้วิกฤตของพิสัยพหุคูณของดันแคน โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้(สายชล, 2558)

1. จัดเรียงค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์จากน้อยไปหามาก
2. ตัวสถิติทดสอบคือ

$$LSR_{\alpha} = \frac{r_{\alpha}(p,\upsilon)}{\sqrt{2}}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

$$= r_{\alpha(p,\upsilon)}\sqrt{\frac{MSE}{2}\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}\,;\, n_i \neq n_j$$

$$= r_{\alpha(p,\upsilon)}\sqrt{\frac{MSE}{n}}\,;\, n_i = n_j$$

เมื่อ $r_{\alpha(p,\upsilon)}$ คือค่าวิกฤตของพิสัยพหุคูณของดันแคนที่ระดับนัยสำคัญ α โดยที่ p คือจำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ+1 และมีจำนวนองศาเสรีของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ υ โดยเปิดตารางที่ 3 จากภาคผนวก ข

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i, n_j คือ ขนาดตัวอย่างของประชากรที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบ ตามลำดับ

3. เปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยต่ำสุดกับค่า LSR ถ้าผลต่างนั้นมีค่ามากกว่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ถ้าผลต่างนั้นยังมีค่ามากกว่า LSR ให้ทำต่อไปเรื่อยๆ คือเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยถัดขึ้นมาจากการเปรียบเทียบครั้งก่อน จะหยุดการเปรียบเทียบก็ต่อเมื่อผลต่างนั้นมีค่าน้อยกว่า LSR และสรุปว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดที่อยู่ในช่วงนั้นไม่มีความความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยอื่นๆ หมดแล้ว ก็ให้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรองสูงสุดกับค่าเฉลี่ยอื่นๆ ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ

6. จัดกลุ่มค่าเฉลี่ยตามความแตกต่างโดยใช้การขีดเส้นใต้ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกัน

ข้อจำกัดในการใช้ Duncan

1. นิยมใช้ Duncan ในกรณีที่มีทรีทเมนต์จำนวนมากและต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดในคราวเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่ควรใช้ Duncan สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดทุกคู่ ถ้าจำนวนทรีทเมนต์ในการทดลองนั้นน้อยกว่า 5ทรีทเมนต์(สายชล,2558)

3. การทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล (Student–Newman–Keul's Test or SNK Test)

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล เสนอโดยนิวแมนในปี ค.ศ. 1939 และคูลได้นำมาปรับปรุงในปี ค.ศ. 1952 การทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูลนี้จะคล้ายกับการทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนคือค่าวิกฤตที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมีหลายคู่ แต่แตกต่างจากการทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนคือในการหาค่าวิกฤตในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทุกคู่ที่เป็นไปได้ จะใช้ค่าวิกฤตของพิสัยสติวเดนต์ไดซ์ (Significant Studentized Range) ซึ่งเหมือนกับการทดสอบของทูกีย์(สายชล, 2558)

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$K_\alpha = \frac{q_\alpha(p,\upsilon)}{\sqrt{2}}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)} \quad ; n_i \neq n_j$$

$$K_\alpha = q_\alpha(p,\upsilon)\sqrt{\frac{MSE}{n}} \quad ; n_i = n_j$$

เมื่อ $q_\alpha(p,\upsilon)$ คือค่าวิกฤตของพิสัยสติวเดนต์ที่ระดับนัยสำคัญ α โดยที่ p คือจำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบ ซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ+1 และมีจำนวนองศาความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ υ โดยเปิดตารางที่ 4 จากภาคผนวก ข

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i, n_j คือ ขนาดตัวอย่างของประชากรที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบ ตามลำดับ

2.5 สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์สำหรับการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

2.5.1 ความแตกต่างระหว่างตัวสถิติทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์

ตัวสถิติทดสอบจำแนกออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ ตัวสถิติทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ (Parametric Test) กับตัวสถิติทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์(Nonparametric Test) (อุทุมพร, ม.ป.ป)

2.5.2 การทดสอบสำหรับทางเลือกทั่วไปในการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (ฟรีดแมน, เคนดาล-บาบิงตัน สมิท)Test for General Alternatives in a Randomized Complete Block Design (Friedman,Kendall-Babington Smith)

สมมติฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ที่มี $r_{ij}=1$ทุกค่า $i=1,...,b,\ j=1,...,t$ ต้องการทดสอบสมมติฐาน

$H_0:\tau_1=\tau_2=...=\tau_t$

เทียบกับ $H_1:\tau_j\neq\tau_{j'}$ บางค่า $j\neq j'=1,...,t$

วิธีการทดสอบ

ใช้การทดสอบของ Friedmannบางครั้งเรียกว่า Friedmann Two-way Analysis of variance by Ranks

1. จากค่าสังเกต $X_{i1},...,X_{it}$ ในบล็อกที่ i เรียงลำดับค่าสังเกตจากน้อยไปหามากในแต่ละบล็อก i, $i=1,...,b$ แล้วหาค่าลำดับที่ในแต่ละบล็อก

2. ให้ R_j เป็นผลบวกของค่าลำดับที่ของทรีทเมนต์ที่ j

$\bar{R}_j$ เป็นค่าเฉลี่ยของค่าลำดับที่ของทรีเมนต์ที่ j

3. ตัวสถิติทดสอบของฟรีดแมน(Friedman static)

คือ $$S = \frac{12b}{t(t+1)}\sum_{j=1}^{t}\left(\bar{R}_j-\frac{t+1}{2}\right)$$

$$= \left[\frac{12b}{t(t+1)}\sum_{j=1}^{t}R_j^2\right]-3b(t+1)$$

โดยที่ $\frac{t+1}{2}=\sum_{j=1}^{t}\frac{R_j}{bt}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าลำดับที่

4. จะปฏิเสธสมมติฐาน $H_0:\tau_1=\tau_2=...=\tau_t$ ถ้า $S\geq S_\alpha$

โดยที่ S_α ค่าคงที่ที่มำให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดชนิดที่ 1 มีค่าเท่ากับ α ค่าของ S_α โดยเปิดตารางที่ 5 จากภาคผนวก ข

5. การประมาณค่าเมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $S\geq\chi^2_{\alpha;t-1}$

โดยที่ $S\geq\chi^2_{\alpha;t-1}$ เป็นเปอเซ็นไทล์บนที่ α ของการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่มีจำนวนองศาความเป็นอิสระเท่ากับ $t-1$ค่าของ $\chi^2_{\alpha;t-1}$ โดยเปิดตารางที่ 6 จากภาคผนวก ข

6. ค่าสังเกตซ้ำ

ถ้ามีค่าสังเกตซ้ำกันภายในบล็อก ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าลำดับที่ภายในกลุ่มในการหา S^*

$$S^* = \frac{12\sum_{j=1}^{t}\left(R_j-\frac{b(t+1)}{2}\right)^2}{bt(t+1)-\frac{1}{t-1}\sum_{i=1}^{b}\left(\sum_{j=1}^{g_i}t_{i,j}^3-t\right)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{12\sum_{j=1}^{t} R_j^2 - 3b^2 t(t+1)^2}{bt(t+1) - \frac{1}{t-1}\sum_{i=1}^{b}\left(\sum_{j=1}^{g_i} t_{i,j}^3 - t\right)}$$

เมื่อ g_i คือ จำนวนกลุ่มที่มีค่าสังเกตซ้ำในบล็อกที่ i

$t_{i,j}$ คือ ขนาดของกลุ่มที่มีค่าสังเกตซ้ำกลุ่มที่ j ในบล็อกที่ i

2.5.3การเปรียบเทียบพหุคูณ(Multiple Comparison)สำหรับสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

ใช้เมื่อปฏิเสธ $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_t$ ไม่ว่าสมมติฐานทางเลือกจะอยู่ในรูปทั่วไปหรือในรูปลำดับ เพื่อทำให้ทราบว่าอิทธิพลของทรีทเมนต์คู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบตัวสถิติทดสอบ 3 การทดสอบคือ

1. การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน (วิลคอกซัน, นีแมนยีและแมคโดนัล-ทอมสัน) **Two-Sided All-Treatments Multiple Comparison Based on Friedman Rank Sums-General Configuration (Wilcoxon, Nemenyi andMcdonaid-Thompson)**

1.1 ในหัวข้อนี้เป็นวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณโดยใช้ค่าลำดับที่ภายในบล็อกของฟรีดแมนเพื่อทำการตัดสินใจเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างคู่ของอิทธิพลทรีทเมนต์ (τ_i, τ_j) สำหรับ $i < j$ ดังนั้นมีการเปรียบเทียบพหุคูณเป็นการใช้ข้อมูล 2 ทาง (ที่มีค่าสังเกต 1ค่าต่อเซลล์)

ภายหลังจากปฏิเสธ $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_t$ ด้วยวิธีของฟรีดแมนซึ่งจะมีสมมติฐานที่ต้องพิจารณาทั้งสิ้น $\binom{t}{2} = \frac{t(t-1)}{2}$ คู่

1.2 วิธีการทดสอบ(Procedure)

ให้ $R_1, ..., R_t$ เป็นผลบวกของค่าลำดับที่ภายในบล็อกของทรีทเมนต์ที่ 1,...,t ตามลำดับหาผลต่างสัมบูรณ์ $|R_u - R_v|$

จะปฏิเสธ $H_0 : \tau_u - \tau_v$ และถือว่า $\tau_u \neq \tau_v$

$$|R_u - R_v| \geq r_\alpha$$

โดยที่ r_α เป็นค่าคงที่ที่ทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนเท่ากับ α ค่าประมาณของ r_α โดยเปิดตารางที่ 7จากภาคผนวก ข

สำหรับทุกองค์ประกอบของt=3(1)15 และ b=3(1)15

1.3 การประมาณค่าเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่(Large-Sample Approximation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ H_0 เป็นจริง เวกเตอร์ $(R_1,...,R_t)$ มีการแจกแจงโดยประมาณแบบปรกติที่มีเวกเตอร์โดยเฉลี่ยและเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่เหมาะสมเมื่อ $b \to \infty$

เมื่อจำนวนบล็อกb มีค่ามาก ค่าวิกฤต r_α สามารถประมาณได้โดย

$$q_\alpha \sqrt{\frac{bt(t+1)}{12}}$$

โดยที่ q_α เป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์บนที่ α สำหรับการแจกแจงของพิสัยของตัวแปรแบบ $N(0,1)$ ที่เป็นอิสระกัน t ตัว

จะถือว่า $\tau_u \neq \tau_v$ ถ้า $|R_u - R_v| \geq q_\alpha \sqrt{\frac{bt(t+1)}{12}}$

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

2. การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้านด้วยค่าลำดับที่ของนีแมนยี

Two –Sided-All-Treatments Multiple Comparisons with Signed Ranks (Nemenyi)(สายชล,2558)

2.1 สมมติฐาน

พิจารณาการเปรียบเทียบพหุคูณในการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ คือ ทดสอบสมมติฐาน

$H_0 : \tau_u = \tau_v$ เทียบกับ $H_1 : \tau_u \neq \tau_v, 1 \leq u < v \leq t$ ใช้ภายหลังจากที่ปฏิเสธ $H_0 : \tau_u = \tau_v = ... = \tau_t$ ด้วยวิธีของ Doksum-Lehmann

2.2 วิธีการทดสอบ (Procedure)

(Nemenyi 1963)เสนอให้ใช้ค่าลำดับที่ที่มีเครื่องหมายดังนี้

i) ให้ $T_{UV} = \sum_{i=1}^{b} R_{uv}^i \varphi_{uv}^i$, $1 \leq u < v \leq t$

ii) หา $T_{uv}' = \max\left(T_{uv}, \frac{b(b+1)}{2} - T_{uv}\right)$

iii) หา $t_\alpha' = \frac{b(b+1)}{4} + \sqrt{\frac{b(b+1)(2b+1)}{48}} q_\alpha$

โดยที่ q_α เป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์บนที่ α สำหรับการแจกแจงของพิสัยของตัวแปรแบบ $N(0,1)$ ที่เป็นอิสระกัน tตัว ค่าของ q_α สำหรับ α =0.0001, 0.0005,001,0.005,0.01,0.025,0.05,0.10,0.20และ t = 2,3, ...,20,22,24,...,40,50,...,100 โดยเปิดตารางที่ 8 จากภาคผนวก ข

iv*)* จะปฏิเสธ $H_0 : \tau_u = \tau_v$ และถือว่า $\tau_u \neq \tau_v$

ถ้า $T_{uv}' \geq t_\alpha$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

v) ค่าสังเกตซ้ำ (Ties)

ถ้ามีค่าสังเกตซ้ำในค่าของ X_{iu}, X_{iv} หรือ $Y_{uv}^1, Y_{uv}^2, ..., Y_{uv}^b$ ให้ใช้วิธีเดิม

3.การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้านของโคโนเวอร์ได้เสนอให้มีการทดสอบ post-hoc test สำหรับการเปรียบเทียบแบบคู่ถ้าการทดสอบฟรีดแมนแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\left|R_i - R_j\right| > t_{\frac{\alpha}{2};(n-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2k\left(1-\frac{\chi_R^2}{n(k-1)}\right)\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} R_{ij}^2 - \frac{nk(k+1)^2}{4}\right)}{(k-1)(n-1)}}$$

2.6 เกณฑ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ

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

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

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 หมายถึง ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

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

ตารางที่ 2.3ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริงของสมมติฐานว่างและการสรุปผล

สมมติฐานว่าง (H_0)	การสรุปผล	
	ยอมรับ H_0	ปฏิเสธ H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นจริง	ตัดสินใจถูกต้อง ความน่าจะเป็น $= 1-\alpha$	ตัดสินใจผิดพลาด ความน่าจะเป็น $= \alpha$
ไม่เป็นจริง	ตัดสินใจผิดพลาด ความน่าจะเป็น $= \beta$	ตัดสินใจถูกต้อง ความน่าจะเป็น$= 1-\beta$

สำหรับการจำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบจะพิจารณาจากค่าประมาณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ($\hat{\alpha}$)หรือค่าประมาณกำลังการทดสอบ ($1-\hat{\beta}$)หรือพิจารณาทั้งสองอย่างควบคู่กัน ซึ่งสำหรับการพิจารณาทั้งสองอย่างควบคู่กันนั้น อันดับแรกจะดูที่ค่าประมาณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ก่อนว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ (เรียกว่าการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1) หากอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นจึงเลือกตัวสถิติทดสอบที่ให้ค่าประมาณกำลังการทดสอบสูงที่สุดเป็นตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม

สำหรับเกณฑ์ในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่นิยมใช้ ได้แก่ เกณฑ์ของ Cochran (1954) และเกณฑ์ของ Bradley (1978) เกณฑ์การพิจารณาภายใต้การทดสอบสมมติฐานของค่า α ที่ประมาณการแจกแจงของตัวสถิติทดสอบด้วยการแจกแจงปรกติ และเกณฑ์การพิจารณาภายใต้การทดสอบสมมุติฐานของค่า α ซึ่งตัวสถิติทดสอบมีการแจกแจงทวินาม (มานะชัย, 2556)

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ของCochran (1954) และBradley (1978) เป็นเกณฑ์สำหรับการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

2.6.1 เกณฑ์ของ Cochran (1954)

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.007,0.015) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.04,0.06) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.08,0.12) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จะสรุปได้ว่าสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

2.6.2เกณฑ์ของ Bradley (1978)

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.005,0.015) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.025,0.075) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.05,0.15) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จะสรุปได้ว่าสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

2.7 กำลังการทดสอบ

ในการทดสอบสมมติฐานสามารถจะพิจารณากำลังของการทดสอบ ซึ่งได้แก่ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่จริง ดังนั้นในการพิจารณากำลังการทดสอบจะต้องพิจารณาความน่าจะเป็นที่ยอมรับสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างนั้นไม่จริงเสียก่อนซึ่งก็คือความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2หรือ β นั่นเอง และเมื่อได้ค่าของ β แล้วก็สามารถที่จะหาค่าของกำลังการทดสอบได้เท่ากับ $1-\beta$

ในการคำนวณค่าของ β จะต้องทำการกำหนดค่าของพารามิเตอร์ให้สอดคล้องกับสมมติฐานแย้ง ดังนั้นอาจถือได้ว่า β เป็นฟังก์ชันของสมมติฐานแย้ง ซึ่งจะมีค่าต่างๆกัน ขึ้นอยู่กับค่าของพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ในสมมติฐานแย้งนั้นเอง

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1หรือ α นี้เรียกว่าระดับนัยสำคัญ (Level of significance)

ขั้นตอนในการทดสอบสมมุติฐานโดยทั่วไป มีดังนี้

1. กำหนดสมมติฐานที่จะทดสอบ เรียกว่าสมมติฐานว่าง(Null hypothesis) H_0 และสมมติฐานแย้ง(Alternative hypothesis) H_1
2. กำหนดระดับนัยสำคัญ α ของการทดสอบ
3. เลือกตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม
4. พิจารณาการแจกแจงของตัวอย่างสุ่ม(Sampling distribution)ของตัวสถิติทดสอบที่เลือกได้ โดยถือว่า H_0 เป็นจริง
5. กำหนดอาณาเขตวิกฤตสำหรับตัวสถิติทดสอบซึ่งจะเป็นอาณาเขตที่มีการปฏิเสธ H_0 ที่เป็นจริงถ้ามีการทดสอบโดยคิดเป็นจำนวนร้อยละ 100αของจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบทั้งหมด
6. เลือกตัวอย่างสุ่มขนาด n และคำนวณค่าของตัวสถิติทดสอบจากค่าสังเกตทั้ง n ค่าแล้วพิจารณาตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ H_0

2.7.1 ประเภทของกำลังการทดสอบ

กำลังการทดสอบของสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณ คือความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมุติฐานว่างเมื่อสมมุติฐานว่างผิดพลาด โดยสถิติทดสอบที่นักวิจัยควรเลือกใช้ต้องเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในการสร้างหรือพิจารณาสถิติทดสอบที่เหมาะสมจะพิจารณาจากสถิติทดสอบที่ควบคุมให้ α มีค่ามากที่สุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ และนั่นทำให้ β มีค่าน้อยที่สุด เพราะจะทำให้ $1-\beta$ มีค่ามากที่สุดนั่นเอง (มานะชัย, 2556)

โดยกำลังการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบพหุคูณสำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ อาจแบ่งได้เป็น (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, p.165) กล่าวว่า กำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ (Any–Pair Power) จะมีค่าสูงกว่ากำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวม (All–Pair Power)ส่วนกำลังการทดสอบแบบต่อคู่การเปรียบเทียบ (Per–Pair Power) จะมีค่าอยู่ระหว่างกำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ และกำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะคำนวณกำลังการทดสอบ โดยใช้หลักการคำนวณแบบกำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวมเท่านั้น

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศรัญญาวรรลยางกูร (2531)ทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบแบบพาราเมตริกและนอนพาราเมตริกในการเปรียบเทียบพหุคูณของแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ซึ่งวิธีที่ศึกษามีทั้งหมด 5 วิธี คือวิธีของทูกี้ วิธีของเซฟเฟย์ วิธีของนิวแมน-คูลส์ วิธีของฟรีดแมนและวิธีของด็อกซั่ม จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าเมื่อประชากรมีลักษณะใกล้เคียงกับการแจกแจงปรกติที่มีความโด่งไม่มาก วิธีที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดคือ วิธีของนิวแมน-คูลส์ รองลงมาเป็นวิธีของทูกี้ วิธีของเซฟเฟย์และวิธีของฟรีดแมน และที่ความโด่งมาก จำนวนบล็อกมาก วิธีของฟรีดแมนให้กำลังการทดสอบสูงกว่าวิธีของนิวแมน-คูลส์ แต่เมื่อประชากรมีลักษณะหางยาว วิธีของฟรีดแมนให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาเป็นวิธีของด็อกซั่ม เมื่อจำนวนบล็อกมาก วิธีของนิวแมน-คูลส์ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงเป็นวิธีของทูกี้และวิธีของเซฟเฟย์

ปุณยนุช พินชู (2548)ได้ศึกษาเปรียบเทียบอัตราความผิดพลาดแบบที่ 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 ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ที่ α = 0.05 ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าประชากรทั้ง k กลุ่ม มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน และมีการแจกแจงแบบปรกติ ซึ่งพิจารณาเปรียบเทียบทั้งกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยกำหนดให้ระดับทรีตเมนต์(k) ตั้งแต่ 3 กลุ่มถึง 8 กลุ่ม แบ่งกลุ่มการทดลองเป็นกลุ่มขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ข้อมูลในการวิจัยได้จากการจำลองมอนติคาร์โล กระทำซ้ำ 10,000 ครั้งในแต่ละขนาดการทดลอง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันวิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี มี 2 วิธี คือ วิธี LSD และ Duncan วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เป็นบางกรณี มี 7 วิธี คือ วิธี Sidak, Dunnett, Tukey's b, Waller–Duncan, SNK, Gabriel และ R–E–G–WF และวิธีการทดสอบที่ไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ มี 5 วิธี คือ วิธี Bonferroni, Tukey's HSD, Hochberg's GT2, Scheffe'sและ R–E–G–WQ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี มี 3 วิธี คือ วิธี LSD, Waller Duncan และ Duncan วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เป็นบางกรณี มี 5 วิธี คือ วิธี Dunnett, Tukey's b, SNK, Gabriel และ R–E–G–WF และวิธีการทดสอบที่ไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มี 6 วิธี คือ วิธี Bonferroni, Sidak, Tukey's HSD, Hochberg's GT2, Scheffe'sและ R–E–G–WQ และทุกวิธีการทดสอบที่นำมาคำนวณหากำลังการทดสอบจะมีกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้นตามจำนวนและขนาดกลุ่มตัวอย่าง เมื่อพิจารณาที่กำลังการทดสอบ พบว่า วิธี LSD และ Waller–Duncan จะเป็น 2 วิธีที่มีค่าใกล้เคียงกันและมีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณี เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 ถึง 4 กลุ่ม และวิธี Gabriel เป็นวิธีที่มีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณีเมื่อมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 5 ถึง 8 กลุ่ม

นิภาพร ขำสะอาด (2552)ได้ศึกษาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของสถิติทดสอบความแตกตางของคาเฉลี่ย5 วิธี คือ วิธี Tukey-Kramer, SNK, Duncan, Scheffe'sและ LSD จากกลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอยาง4 ขนาด คือ ขนาด 30 คน 60 คน 90 คน และ 120 คน กลุมตัวอยางที่ทำการศึกษาเปนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 1, 2 และ 3 ของนักเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน564 คน ที่ไดจากการสุมแบบหลายขั้นตอนเพื่อกำหนดเปนประชากรเทียม เครื่องมือที่ใชในการศึกษาเปนแบบทดสอบวัดความถนัดดานภาษาประกอบดวยดานศัพทสัมพันธ ดานจัดประเภท ดานความเขาใจภาษา และดานความเขาใจภาพ มีคาความเชื่อมั่น 0.86, 0.82, 0.85 และ 0.91 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบวาเมื่อกลุมตัวอยางขนาดเทากันกำลังการทดสอบดวยสถิติทดสอบความแตกตางของคาเฉลี่ยทั้ง 5 วิธี วิธี LSD มีคากำลังการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือ วิธี Duncan, Scheffe'sและ SNK และสถิติทดสอบที่ให้คากำลังการทดสอบนอยที่สุด คือ วิธี Tukey-Kramer และกำลังการทดสอบระหวางกลุมตัวอยาง4 ขนาด พบวาเมื่อขนาดกลุมตัวอยางเพิ่มขึ้นสงผลใหคากำลังการทดสอบสูงขึ้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ขนาดกลุมตัวอยางที่มีคากำลังการทดสอบมากที่สุด คือกลุมตัวอยางขนาด 120 คนและ 90 คน รองลงมาคือกลุมตัวอยางขนาด 60 คน และกลุ่มตัวอย่างที่มีค่ากำลังการทดสอบน้อยที่สุดคือกลุมตัวอยางขนาด 30 คน

กฤตพล ธีรธนิตนันท์ และคณะ (2558)ทำการวิจัยเชิงจำลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด ตัวสถิติทดสอบของบอนเฟอร์โรนี ตัวสถิติทดสอบของทูกีย์ ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล และตัวสถิติทดสอบของเชฟเฟ สำหรับทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณในกรณีความแปรปรวนเท่ากันสำหรับ 3 ประชากร จากผลการวิจัยพบว่าตัวสถิติทดสอบของบอนเฟอร์โรนีตัวสถิติทดสอบของทูกีย์ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูลส์ และตัวสถิติทดสอบของเชฟเฟสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ที่ศึกษา เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบพบว่าตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูลมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา และพบว่ากำลังการทดสอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นหรือความแปรปรวนลดลง

บุญชม ศรีสะอาด (2538) กล่าวว่าการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนแต่ละวิธีอาจให้ผลเหมือนกันหรือให้ผลแตกต่างกัน โอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนแบบ Type I error เรียงจากน้อยไปหามาก คือ วิธีของ Scheffe’sวิธีของ Tukey’sวิธีของ Newman-keuls และวิธีของ Duncan ในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดเดียวกัน วิธีของ Scheffe’s มีโอกาสที่จะพบนัยสำคัญของความแตกต่างน้อยกว่าวิธีอื่น และวิธีของ Duncan มีโอกาสที่จะพบนัยสำคัญมากกว่าวิธีอื่น บางครั้งเมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ความแปรปรวนพบค่า F มีนัยสำคัญจึงทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ การใช้วิธีของ Scheffe’s หรือวิธีของ Newman-keuls อาจไม่พบความแตกต่างในคูใด ๆ แต่เมื่อใช้วิธีของ Duncan อาจพบความแตกต่างในบางคู่ก็ได้

Jeffrey D. KromreyและMichela A. La Rocca (n.d.).ความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ 9 แบบได้ถูกทำการศึกษาเปรียบเทียบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีMonte Carlo กำหนดให้ข้อมูลมีจำนวนกลุ่มเท่ากับ 3, 4 และ 5 กลุ่มตามลำดับเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน จากนั้นทำการจำลองข้อมูลของประชากรให้มีความแปรปรวนเหมือนกันและความแปรปรวนต่างกัน และกำหนดให้ประชากรมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ตลอดจนกำหนดค่าสูญหายทั้งหมด ค่าสูญหายบางส่วน และค่าสูญหายแบบแผนพหุคูณทำการตรวจสอบข้อกำหนดของความแปรปรวนเท่ากันขนาดตัวอย่างที่เท่ากันที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.10พบว่าตัวสถิติทดสอบ Dunnett และตัวสถิติทดสอบ modified Bonferroniมีความแกร่งดีกว่า ตัวสถิติทดสอบtukeyและตัวสถิติทดสอบ recentการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 พบว่าตัวสถิติทดสอบperitz,Ryan และFisher-Hayter มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

R. W. Day และ G. P. Quinn(2006).วรรณกรรมทางสถิติเกี่ยวกับการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบทรีทเมนต์หลังจากวิเคราะห์ความแปรปรวนและใช้การทดสอบเหล่านี้ในทางด้านนิเวศน์วิทยาซึ่งทำการจำลองด้วยวิธี Monte Carlo แล้วกำหนดให้ข้อมูลมีการแจกแจงnormal และการแจกแจงlognormal แสดงให้เห็นว่าการวิธีทดสอบที่ใช้กันทั่วไปไม่มีความเหมาะสมหรือไม่มีประสิทธิภาพในการทดลอง จึงแนะนำให้ใช้การทดสอบเฉพาะสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณโดยควบคุมการทดลองตามความผิดพลาดแบบที่ 1และกำลังการทดสอบสูงสุดซึ่งรวมถึงการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์โดยกำหนดให้ข้อมูลมีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากันค่าเฉลี่ยไม่เป็นอิสละกันและเปรียบเทียบทรีทเมนต์กับกลุ่มควบคุมปัญหาของการละเมิดข้อสันนิษฐานโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความตกต่างของความแปรปรวนถูกตรวจสอบโดยใช้แบบจำลองและกลยุทธ์ที่เฉพาะเจาะจง พบว่าตัวสถิติทดสอบDunnett หรือ ตัวสถิติทดสอบสถิติ steel จะมีกำลังการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบสถิติ SNK-like stepwise

KaneNashimoto, Kristin M. Haldeman,แ ล ะ Christopher M. Tait(2013) การเปรียบเทียบของประชากรK กลุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงทวินามPiegorsch(1991) ได้ทำการเปรียบเทียบ ช่วงความเชื่อมันของ Studentized-rangeกับช่วงความเชื่อมันของ Bonferroni adjusted ซึ่งพบว่าตัวสถิติทดสอบทั้งสองประสิทธิภาพต่ำสำหรับค่าสัดส่วนขนาดเล็กของสัดส่วนที่แท้จริง Agresti et al. (2008)พบการเพิ่มค่าสังเกตแต่ละทรีแมนต์มีผลกับช่วงความเชื่อมัน ทำให้ช่วงความเชื่อมั่นของStudentized-range มีค่าสูงขึ้นการเปรียบเทียบรายคู่ใช้ตัวสถิติทดสอบ 3 การทดสอบ ได้แก่ LSD,modified LSD และ inverse-sine based จากการจำลองข้อมูลให้ผลว่าการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบ modified LSD และ inverse-sine basedให้กำลังการทดสอบสูงที่สุด

Boardman and Moffitt (1971)ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์พหุคูณ 5 วิธี คือวิธี LSD, Tukey, Scheffe, Duncan และ SNK ด้วยกลุ่มตัวอย่างที่มีการแจกแจงปรกติขนาด 5 10 และ 15 ในระดับการทดลองตั้งแต่ 2 ถึง 11 และทำการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง เปรียบเทียบอัตราความผิดพลาด 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ คือ อัตราความผิดพลาดต่อการเปรียบเทียบ และอัตราความผิดพลาดต่อการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่าอัตราความผิดพลาดของวิธี LSD และวิธีของ Duncan เพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย ส่วนวิธีของ Scheffe เป็นวิธีเปรียบเทียบพหุคูณที่มีอัตราความผิดพลาดที่คงที่มากที่สุด

Bernhardson (1975)ทำการศึกษาเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของการเปรียบเทียบพหุคูณ 5 วิธี คือ LSD, HSD, Scheffe's, S-N-K และ Duncan ด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่างหนึ่งขนาดคือ 15 โดยทำการปรียบเทียบข้อมูลหลังจากทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย F-test ที่กำหนด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50 และความแปรปรวนเท่ากับ 15 ภายใต้การแจกแจงของประชาการแบบปรกติ โดยใช้สัปรูทีน โปรแกรม Gauss ผลการวิจัยพบว่า ถ้าทำการเปรียบเทียบพหุคูณหลังจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย F-test จะทำให้ผลของอัตราความคลาดเคลื่อนของ Type I error ลดลง เนื่องจากการทำ F-test สามารถป้องกันอัตราความคลาดเคลื่อนต่อการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ6การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล(Student-Newman-Keul's Test : SNK) ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน(Duncan's New Multiple Range Test : DMRT)ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี (Two–Sided-All-Treatments Multiple Comparisons with Signed Ranks :Nemenyi)ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์(Conover) และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน(Two-Sided All-Treatments Multiple Comparisons Based on Friedman Rank Sums-General Configuration : Wilcoxon, Nemenyi, Modonald-Thompson)

ในการทำวิจัยนี้ศึกษาโดยการจำลองข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.3.2ในการทำวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1และเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 6การทดสอบ

3.1การวางแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ในการศึกษาเปรียบเทียบ ดังนี้

3.1.1กำหนดจำนวนทรีทเมนต์ที่ศึกษาเป็น 3, 5 และ 7 ทรีทเมนต์ ตามลำดับ

3.1.2 กำหนดจำนวนบล็อกที่ศึกษาเป็น3, 4, 5, 6และ7บล็อก ตามลำดับ

3.1.3 ขนาดการทดลองแบ่งตามจำนวนทรีทเมนต์และจำนวนบล็อกตามที่กำหนด จะได้ขนาดการทดลองทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ดังนี้

(3, 3)	(3, 4)	(3, 5)	(3, 6)	(3, 7)
(5, 3)	(5, 4)	(5, 5)	(5, 6)	(5, 7)
(7, 3)	(7, 4)	(7, 5)	(7, 6)	(7, 7)

โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง จำนวนทรีทเมนต์ และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง จำนวนบล็อก เช่น(3, 3)หมายถึงจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ3และจำนวนบล็อกเท่ากับ 3

3.1.4กำหนดระดับนัยสำคัญ0.01, 0.05 และ0.10

3.1.5กำหนดข้อมูลที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์ (μ,σ^2) การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ (α,β) การแจกไคกำลังสอง ด้วยพารามิเตอร์ (v)และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ด้วยพารามิเตอร์ (β)

3.1.6 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบจะกำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละประชากร สำหรับแต่ละการแจกแจงดังต่อไปนี้

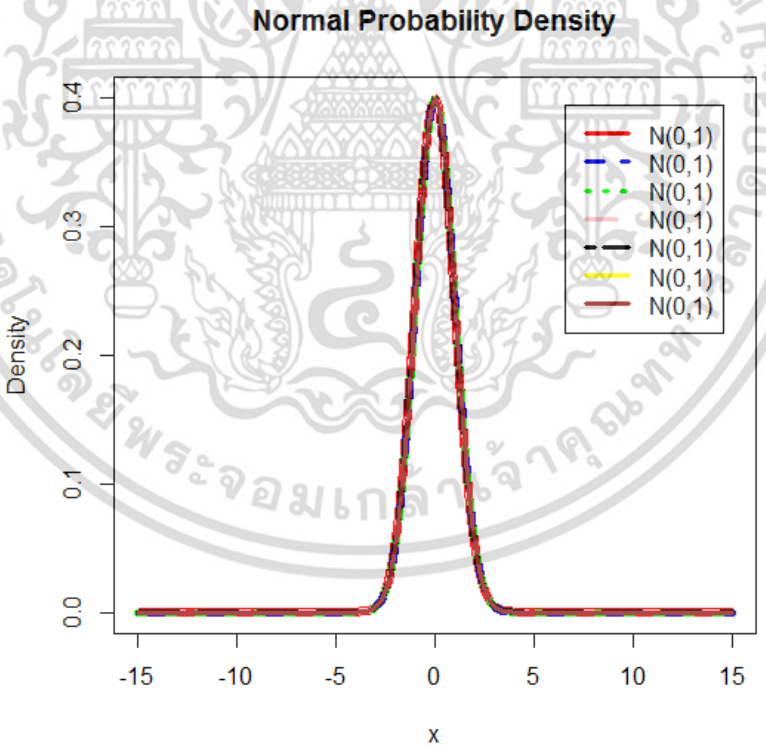
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.1 การแจกแจงปรกติ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.1 – 3.4

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ

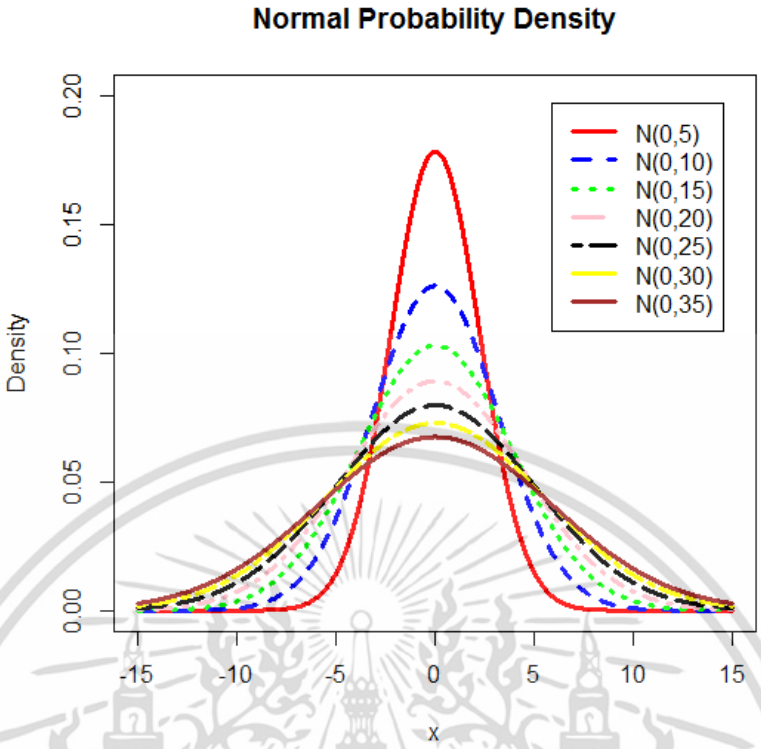
สถานการณ์	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)
2	(0,5)	(0,10)	(0,15)	(0,20)	(0,25)	(0,30)	(0,35)
3	(1,1)	(3,1)	(6,1)	(9,1)	(12,1)	(15,1)	(18,1)
4	(1,5)	(3,10)	(6,15)	(9,20)	(12,25)	(15,30)	(18,35)

โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง ค่าเฉลี่ย และตัวเลขตัวหลัง หมายถึง ความแปรปรวน
เช่น (0, 1) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1

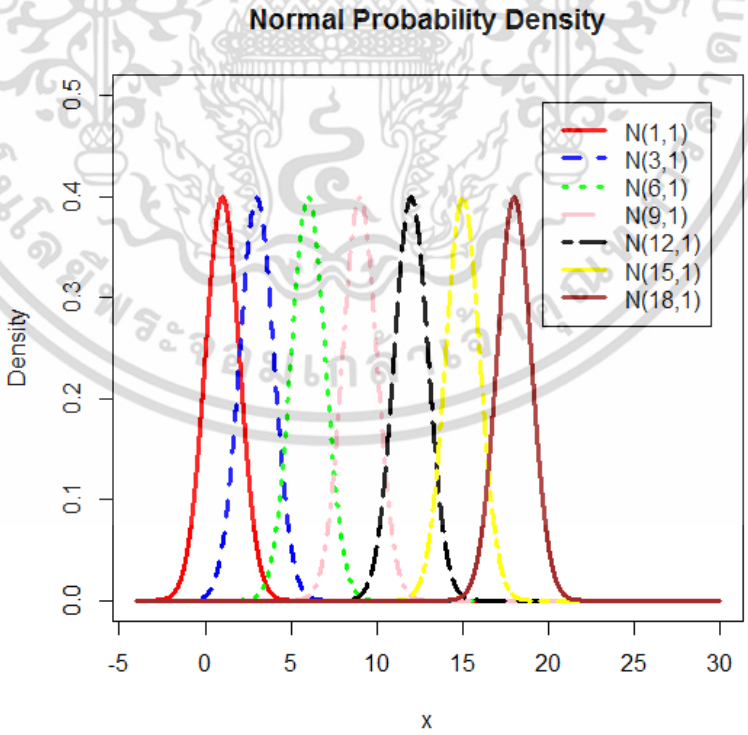


รูปที่ 3.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (0,1), (0,1), (0,1), (0,1), (0,1), (0,1) และ (0,1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

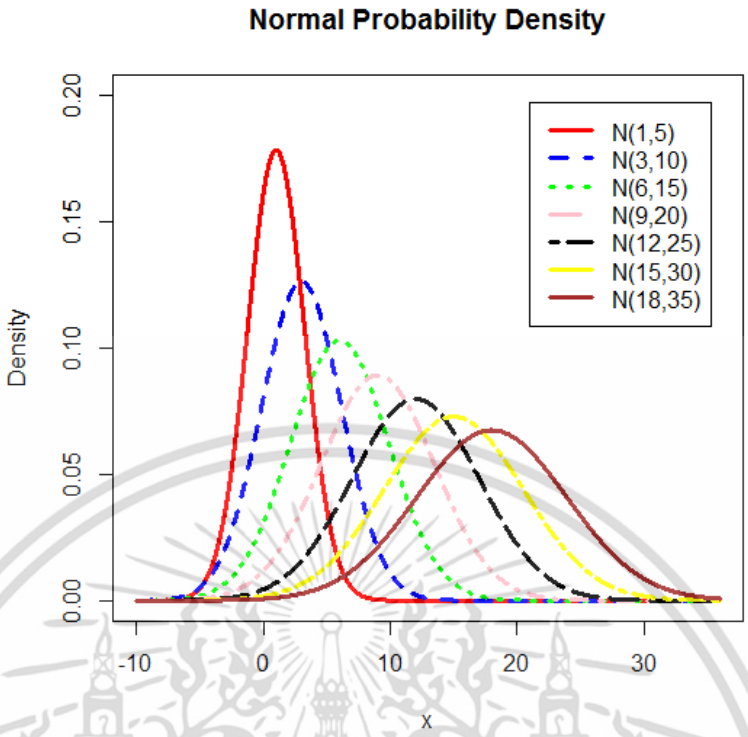


รูปที่ 3.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (0,5), (0,10), (0,15), (0,20), (0,25), (0,30) และ (0,35)



รูปที่ 3.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น(1,1),(3,1), (6,1), (9,1), (12,1), (15,1) และ (18,1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1,5), (3,10), (6,15), (9,20), (12,25), (15,30) และ (18,35)

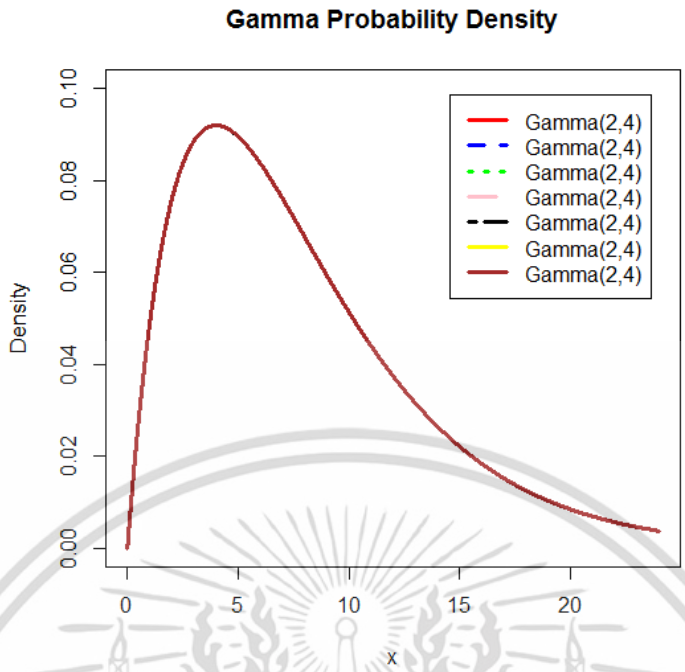
3.1.6.2 การแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) ดังแสดงในตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.5 – 3.8

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมา

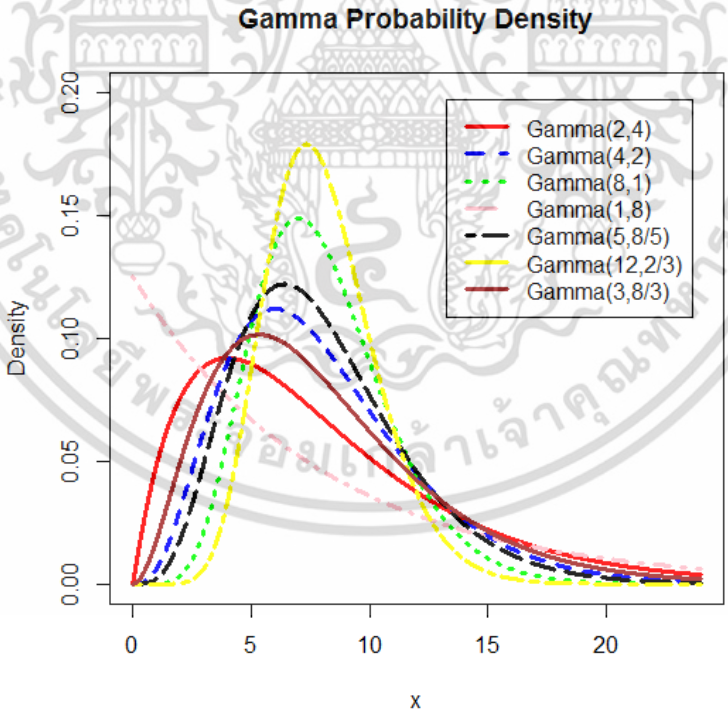
สถานการณ์	พารามิเตอร์(α,β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)
2	(2,4)	(4,2)	(8,1)	(1,8)	(5,8/5)	(12,2/3)	(3,8/3)
3	(4,2)	(256,1/4)	(144,1/3)	(1,4)	(16,1)	(49,4/7)	(81,4/9)
4	(1,1/4)	(3,1/6)	(6,1/8)	(9,1/10)	(12,1/12)	(15,1/14)	(18,1/16)

โดยที่ ตัวเลขตัวหน้า หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ α และตัวเลขตัวหนัง หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ β เช่น (2, 4) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแกมมา โดยมี α= 2 และ β= 4 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

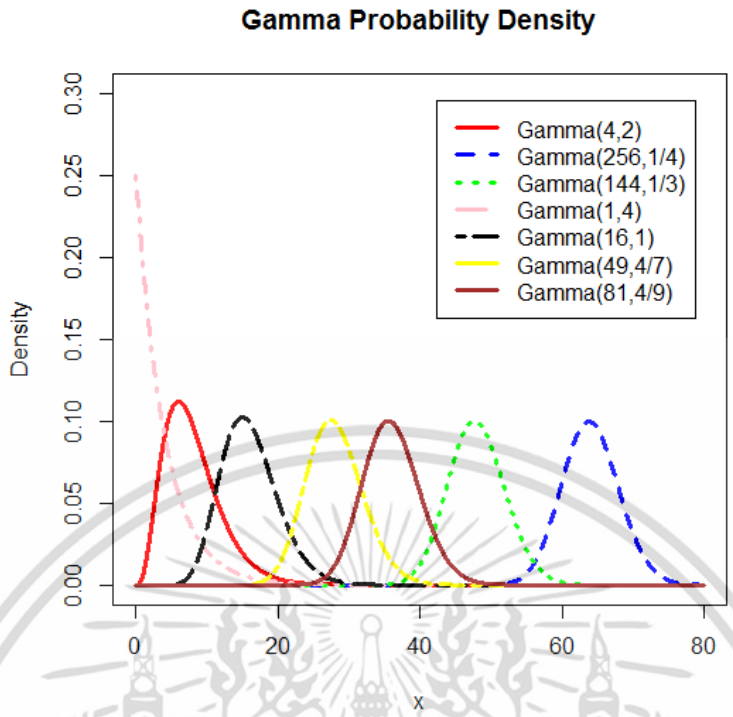


รูปที่ 3.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,4), (2,4), (2,4), (2,4), (2,4), (2,4) และ (2,4)

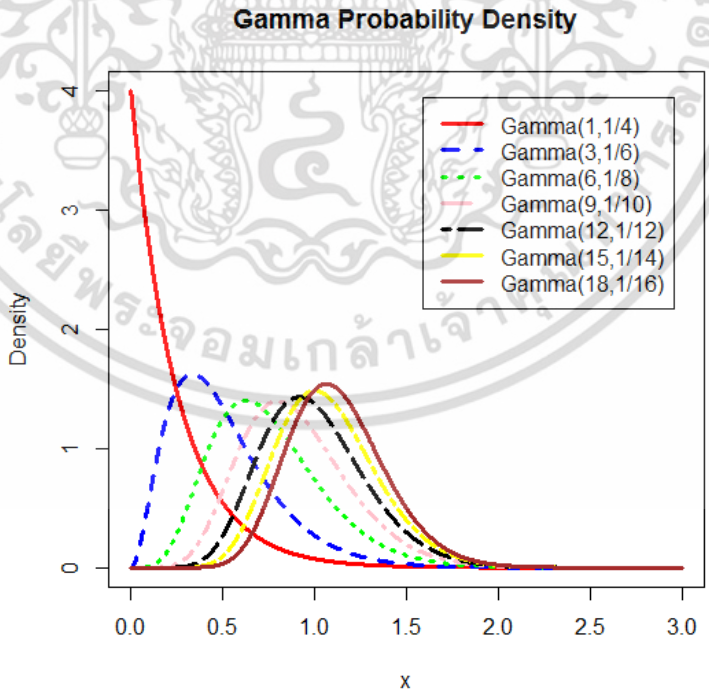


รูปที่ 3.6 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,4), (4,2), (8,1), (1,8), (5,8/5), (12,2/3) และ (3,8/3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4,2), (256,1/4), (144,1/3), (1,4), (16,1), (49,4/7) และ (81,4/9)



รูปที่ 3.8 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (1,4), (3,6), (6,8), (9,10), (12,12), (15,14) และ (18,16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

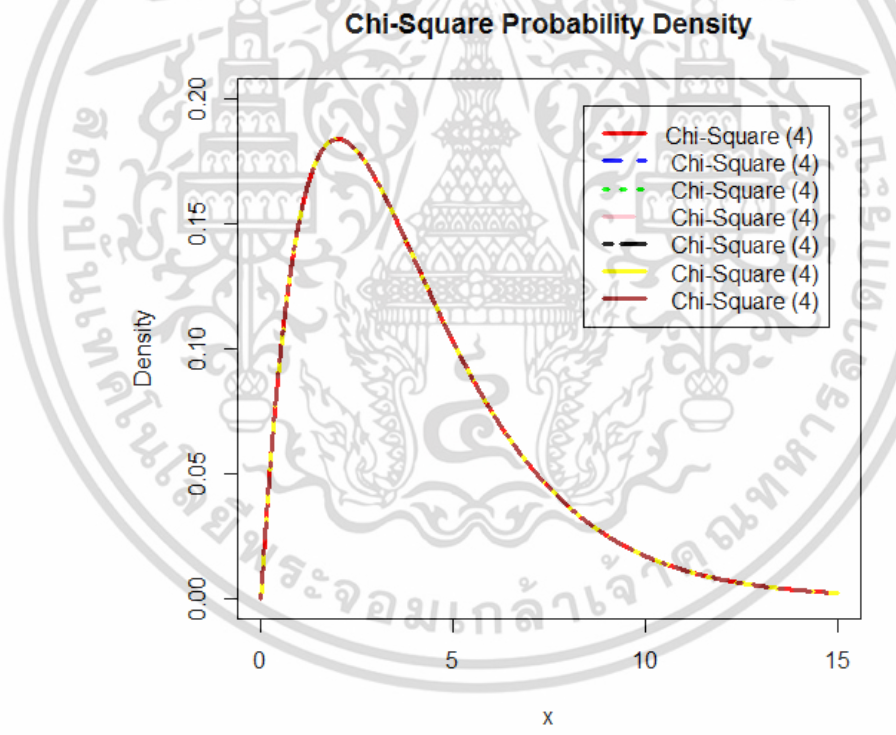
3.1.6.3การแจกแจงไคกำลังสอง กำหนดค่าพารามิเตอร์(v)ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.9 – 3.10

ตารางที่ 3.3พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงไคกำลังสอง

สถานการณ์	พารามิเตอร์(v)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
2	(2)	(6)	(12)	(18)	(24)	(30)	(36)

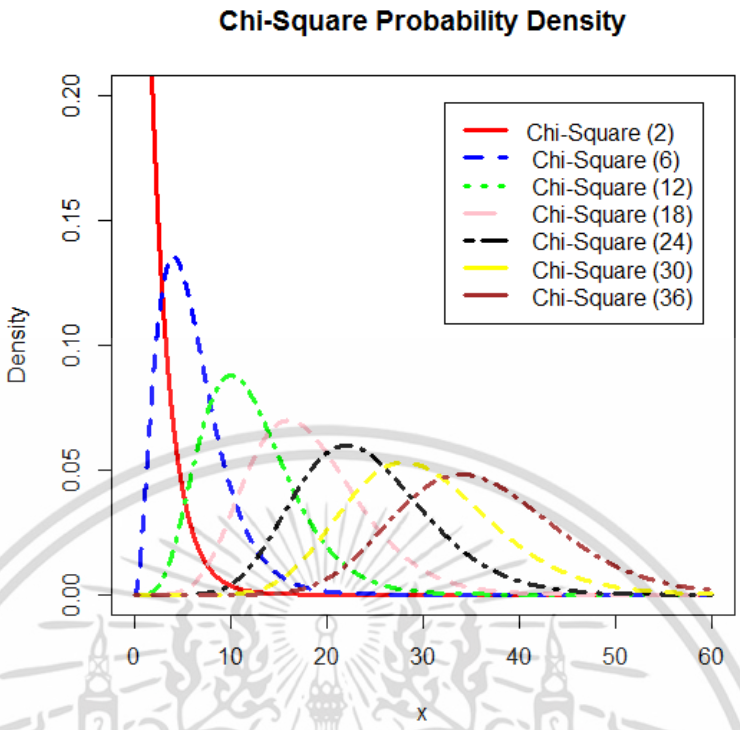
โดยที่ ตัวเลข หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ v

เช่น (4) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไคกำลังสอง โดยมี v = 4 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 8



รูปที่ 3.9 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นไคกำลังสอง ที่มีค่าพารามิเตอร์ (v) เป็น (4), (4), (4), (4), (4), (4) และ (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นไคกำลังสอง ที่มีค่าพารามิเตอร์ (v) เป็น (2), (6), (12), (18), (24), (30) และ (36)

3.1.6.4 การแจกแจงเลขชี้กำลัง กำหนดค่าพารามิเตอร์ (β) ดังแสดงในตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.11 – 3.12

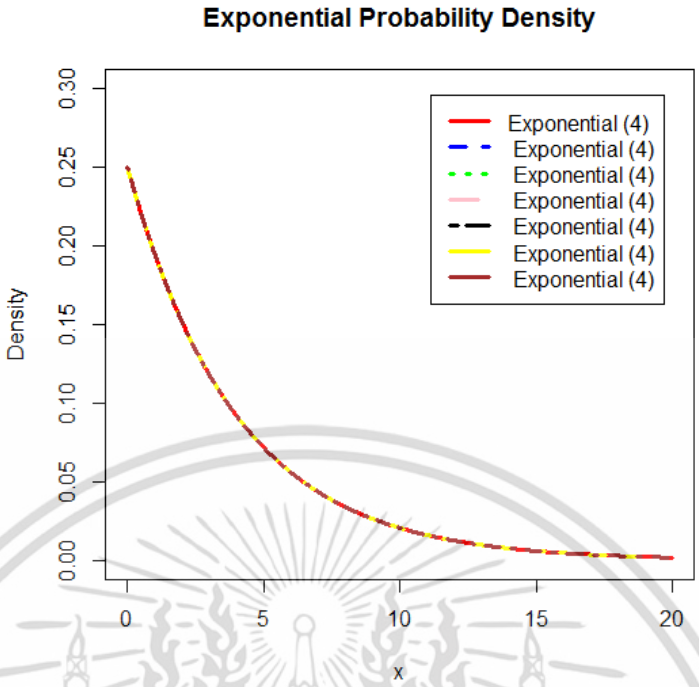
ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงเลขชี้กำลัง

สถานการณ์	พารามิเตอร์ (β)						
	บล็อก 1	บล็อก 2	บล็อก 3	บล็อก 4	บล็อก 5	บล็อก 6	บล็อก 7
1	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
2	(1/4)	(1/6)	(1/8)	(1/10)	(1/12)	(1/14)	(1/16)

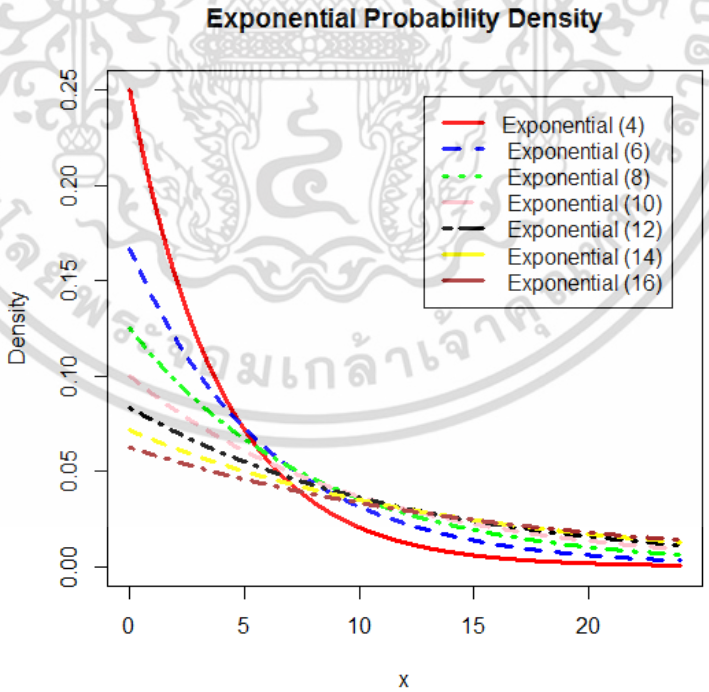
โดยที่ ตัวเลข หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ β

เช่น (4) หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงเลขชี้กำลัง โดยมี β = 4 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นเลขชี้กำลัง ที่มีค่าพารามิเตอร์ (β) เป็น (4), (4), (4), (4), (4), (4) และ (4)



รูปที่ 3.12 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นเลขชี้กำลัง ที่มีค่าพารามิเตอร์ (β) เป็น (4), (6), (8), (10), (12), (14) และ (16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 หาจำนวนรอบที่ใช้ในการวิจัยโดยพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีการแจงแจกปรกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน จำนวนบล็อกเท่ากับ 7 และจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3.5ดังนี้

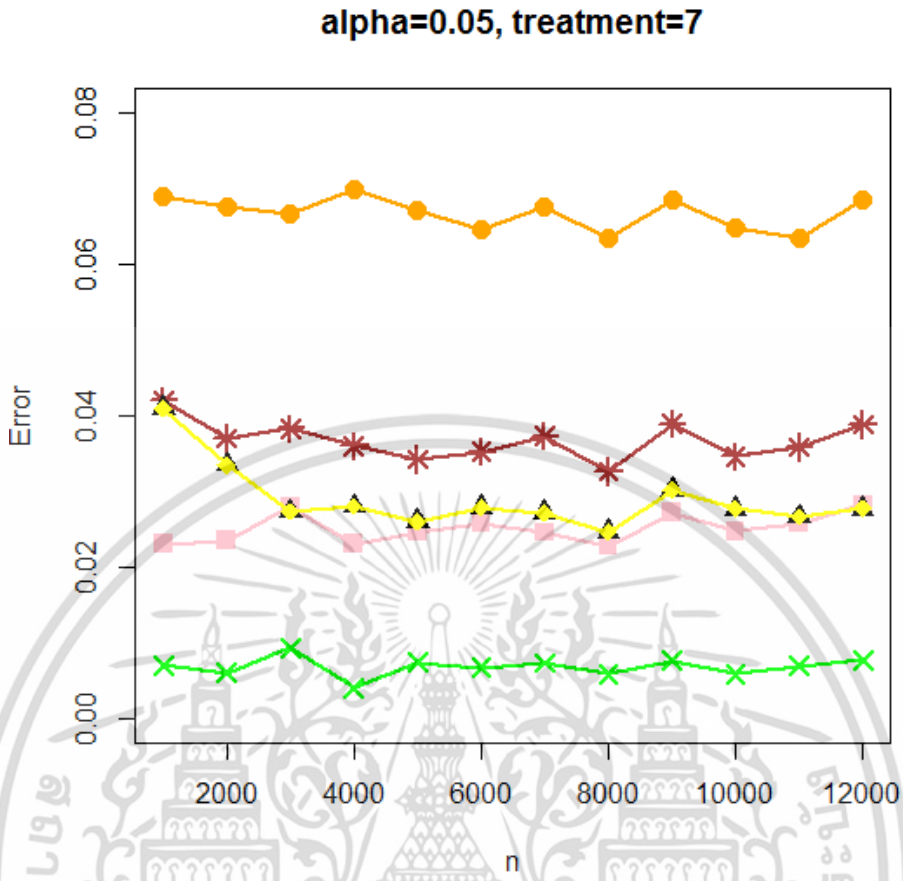
ตารางที่ 3.5จำนวนรอบจากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีการแจงแจกปรกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน จำนวนบล็อกเท่ากับ 7 และจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนรอบ	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000
1. SNK	0.007	0.0060	0.0093	0.0040	0.0074	0.0067	0.0073
2. LSD	0.042	0.0370	0.0383	0.0360	0.0352	0.0352	0.0373
3. Duncan	0.023	0.0235	0.0280	0.0230	0.0246	0.0258	0.0246
4. Conover	0.069	0.0675	0.0667	0.0700	0.0672	0.0646	0.0676
5. Nemenyi	0.041	0.0335	0.0273	0.0280	0.0260	0.0279	0.0271
6. Friedman	0.041	0.0335	0.0273	0.0280	0.0260	0.0279	0.0271

ตารางที่ 3.5จำนวนรอบจากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีการแจงแจกปรกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน จำนวนบล็อกเท่ากับ 7 และจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05(ต่อ)

จำนวนรอบ	8,000	9,000	10,000	11,000	12,000
1. SNK	0.0059	0.0075	0.0058	0.0069	0.0077
2. LSD	0.0326	0.0389	0.0346	0.0358	0.0388
3. Duncan	0.0228	0.0271	0.0247	0.0257	0.0283
4. Conover	0.0635	0.0686	0.0649	0.0635	0.0685
5. Nemenyi	0.0246	0.0301	0.0277	0.0266	0.0277
6. Friedman	0.0246	0.0301	0.0277	0.0266	0.0277

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 จำนวนรอบในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในกรณีการแจงแจกปรกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน จำนวนบล็อกเท่ากับ 7 และจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตั้งแต่ 1,000 – 12,000 รอบ ของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว

จากรูปที่ 3.13 จะพบว่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ จะเริ่มคงที่เมื่อจำนวนรอบเท่ากับ 9,000 รอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้จำนวนรอบเท่ากับ 9,000 รอบ ในการทำการวิจัยครั้งนี้

3.1.8 คำนวณข้อมูลของแต่ละประชากรด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แล้วตรวจสอบว่าข้อมูลนั้นมีอิทธิพลของบล็อกหรือไม่ ถ้ามีอิทธิพลของบล็อกก็จะสามารถใช้ข้อมูลนั้นในงานวิจัย แต่ถ้าไม่มีอิทธิพลของบล็อกข้อมูลนั้นก็จะไม่ถูกนำมาทำการวิจัย

3.1.9 หลังจากตรวจสอบอิทธิพลของบล็อกแล้ว ผู้วิจัยก็จะทำการตรวจสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์โดยตรวจสอบจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ถ้าหากพบว่าข้อมูลมีอิทธิพลของทรีทเมนต์ผู้วิจัยก็จะนำข้อมูลชุดนั้นไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไป แต่ถ้าไม่มีอิทธิพลของทรีทเมนต์ข้อมูลนั้นก็จะไม่ถูกนำมาทำการวิจัย

3.1.10 คำนวณความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในแต่ละสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.11คำนวณกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1ตามเกณฑ์ของ Cochranและ Bradleyได้ ในแต่ละสถานการณ์

3.1.12เปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ โดยตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Cochranและ Bradleyและมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดจะเป็นตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะดำเนินงานตามขั้นตอนโดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

3.2.1ขั้นตอนในการคำนวณความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1(α)

3.2.1.1 จำลองข้อมูลในแต่ละขนาดจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลังให้มีพารามิเตอร์ตามที่ต้องการ โดยโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.3.2(วราฤทธิ์, 2557)

3.2.1..2 คำนวณตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล(Student-Newman-Keul's Test : SNK)ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน(Duncan's New Multiple Range Test : DMRT) ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี(Two–Sided-All-Treatments Multiple Comparisons with Signed Ranks :Nemenyi)ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์(Conover) และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน(Two-Sided All-Treatments Multiple Comparisons Based on Friedman Rank Sums-General Configuration : Wilcoxon NemenyiModonald-Thompson)โดยใช้คำสั่งจากโปรแกรมอาร์ (R)เวอร์ชั่น3.3.2

3.2.1.3สรุปผลการปฏิเสธสมมติฐานว่าง ในแต่ละระดับนัยสำคัญโดยการเทียบระดับนัยสำคัญกับค่า p-value

3.2.1.4ทำซ้ำข้อ3.2.1.1– 3.2.1.3 จนครบ 9,000 ครั้ง แล้วทำการหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยการนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานหลักH_0ดังนี้

$$\text{ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1} = \frac{\text{จำนวนครั้งของการปฏิเสธ } H_0 \text{ เมื่อ } H_0 \text{ เป็นจริง}}{9{,}000}$$

ถ้าความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1ของการทดสอบสำหรับแต่ละสถานการณ์มีค่าอยู่ในช่วงที่ได้กำหนดไว้ในเกณฑ์ของการเปรียบเทียบวิธีการทดสอบได้แก่ เกณฑ์ของ Cochran (1954)และเกณฑ์ของBradley (1978)จะถือว่าตัวสถิติทดสอบนั้นมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้โดยที่มีรายละเอียดของเกณฑ์ Cochran (1954)และเกณฑ์ของBradley (1978)ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ของ Cochran (1954)

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.007,0.015) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.04,0.06) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.08,0.12) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เกณฑ์ของ Bradley (1978)

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.005,0.015) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.025,0.075) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.05,0.15) สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

3.2.2ขั้นตอนในการคำนวณกำลังการทดสอบ $(1-\beta)$ ของตัวสถิติทดสอบ

3.2.2.1จำลองข้อมูลในแต่ละขนาดจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ให้มีพารามิเตอร์และองศาเสรีตามที่ต้องการ ด้วยโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.3.2

3.2.2.2คำนวณตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ได้แก่ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล(Student-Newman-Keul's Test : SNK)ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Fisher's Least Significant Difference Test : LSD) ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน(Duncan's New Multiple Range Test : DMRT) ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่นีเมนยี(Two–Sided-All-Treatments Multiple Comparisons with Signed Ranks :Nemenyi)ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์ (Conover) และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน(Two-Sided All-Treatments Multiple Comparisons Based on Friedman Rank Sums-General Configuration : Wilcoxon, Nemenyi, Modonald-Thompson)โดยใช้คำสั่งจากโปรแกรมอาร์ (R)เวอร์ชั่น3.3.2

3.2.2.3สรุปผลการปฏิเสธสมมติฐานว่าง ในแต่ละระดับนัยสำคัญโดยการเทียบระดับนัยสำคัญกับค่า p-value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4ทำซ้ำข้อ3.2.2.1 – 3.2.2.3 จบครบ 9,000ครั้ง แล้วหากำลังการทดสอบ โดยการนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) ดังนี้

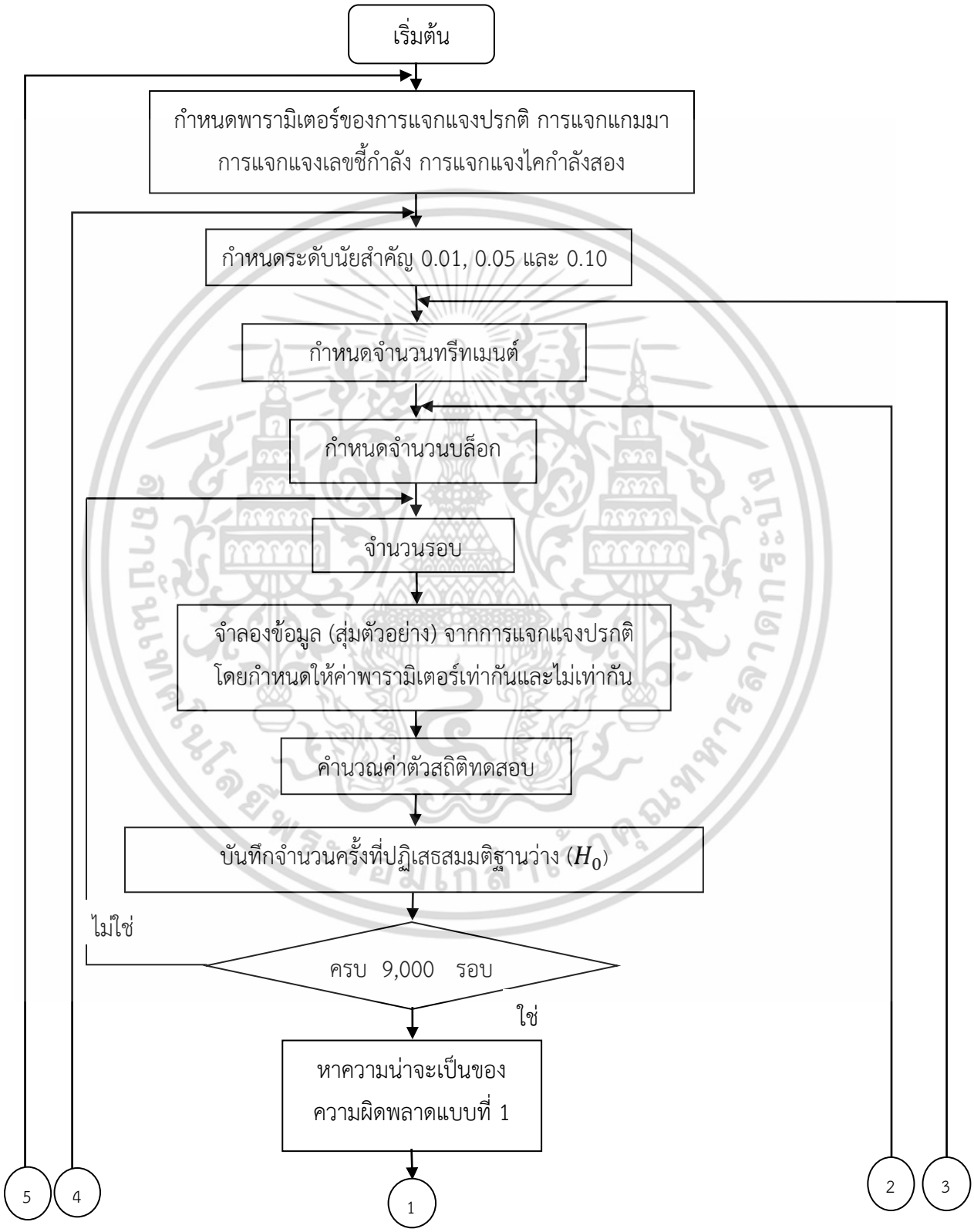
$$\text{กำลังการทดสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งของการปฏิเสธ } H_0 \text{ เมื่อ } H_0 \text{ ไม่จริง}}{9{,}000}$$

โดยหากำลังการทดสอบ เฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น และทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ ถ้าพบว่าตัวสถิติทดสอบใดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดจะเป็นตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด

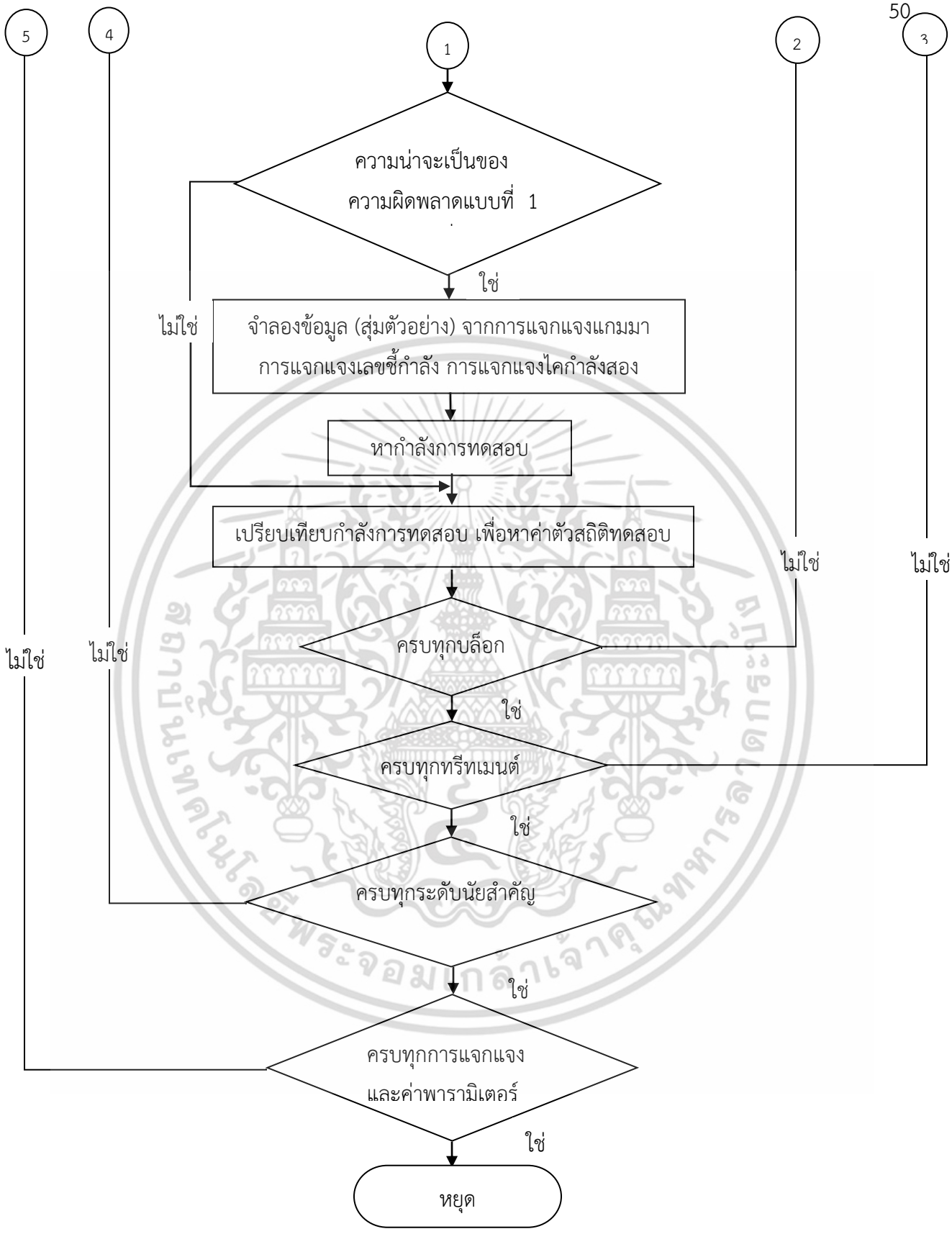
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยและการประมวลผลขอมูลสามารถอธิบายเปนขั้นตอนไดดังรูปที่ 3.14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แผนผังแสดงลำดับวิธีการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูลตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยีตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน

การเสนอผลวิจัยทำโดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) จากนั้นทำการพิจารณาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่ทำการศึกษาเฉพาะที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น

โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนตัวสถิติทดสอบ ดังนี้

SNK	แทนตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล
LSD	แทนตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด
Duncan	แทนตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน
Conover	แทนตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์
Nemenyi	แทนตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่นีเมนยี
Friedman	แทนตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวจะใช้จำนวนบล็อก จำนวนทรีทเมนต์ พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติ และระดับนัยสำคัญ ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในบทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

4.1.1.1 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน

1) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 – 4.3

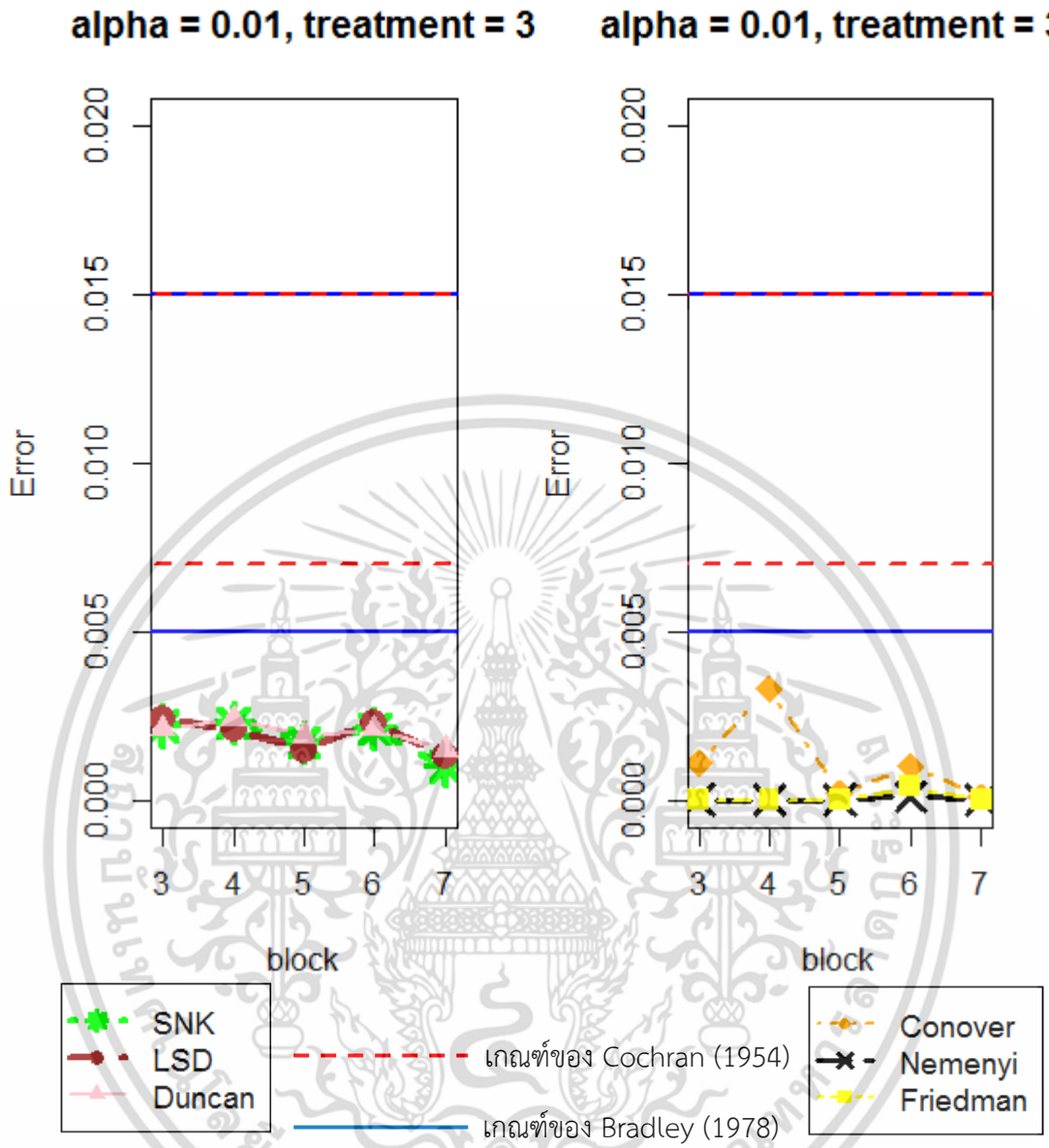
ตารางที่ 4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0022	0.0019	0.0016
	2. LSD	0.0024	0.0020	0.0018
	3. Duncan	0.0021	0.0020	0.0017
	4. Conover	0.0011	0.0001	0.0003
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0000
4	1. SNK	0.0023	0.0012	0.0008
	2. LSD	0.0021	0.0013	0.0011
	3. Duncan	0.0024	0.0013	0.0010
	4. Conover	0.0033	0.0000	0.0001
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0000
5	1. SNK	0.0017	0.0006	0.0004
	2. LSD	0.0015	0.0009	0.0004
	3. Duncan	0.0019	0.0005	0.0003
	4. Conover	0.0002	0.0006	0.0001
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0000
6	1. SNK	0.0021	0.0004	0.0004
	2. LSD	0.0023	0.0005	0.0006
	3. Duncan	0.0021	0.0005	0.0008
	4. Conover	0.0010	0.0002	0.0001
	5. Nemenyi	0.0001	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0004	0.0000	0.0000
7	1. SNK	0.0010	0.0001	0.0007
	2. LSD	0.0013	0.0002	0.0008
	3. Duncan	0.0015	0.0004	0.0008
	4. Conover	0.0001	0.0001	0.0009
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0002
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0004

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

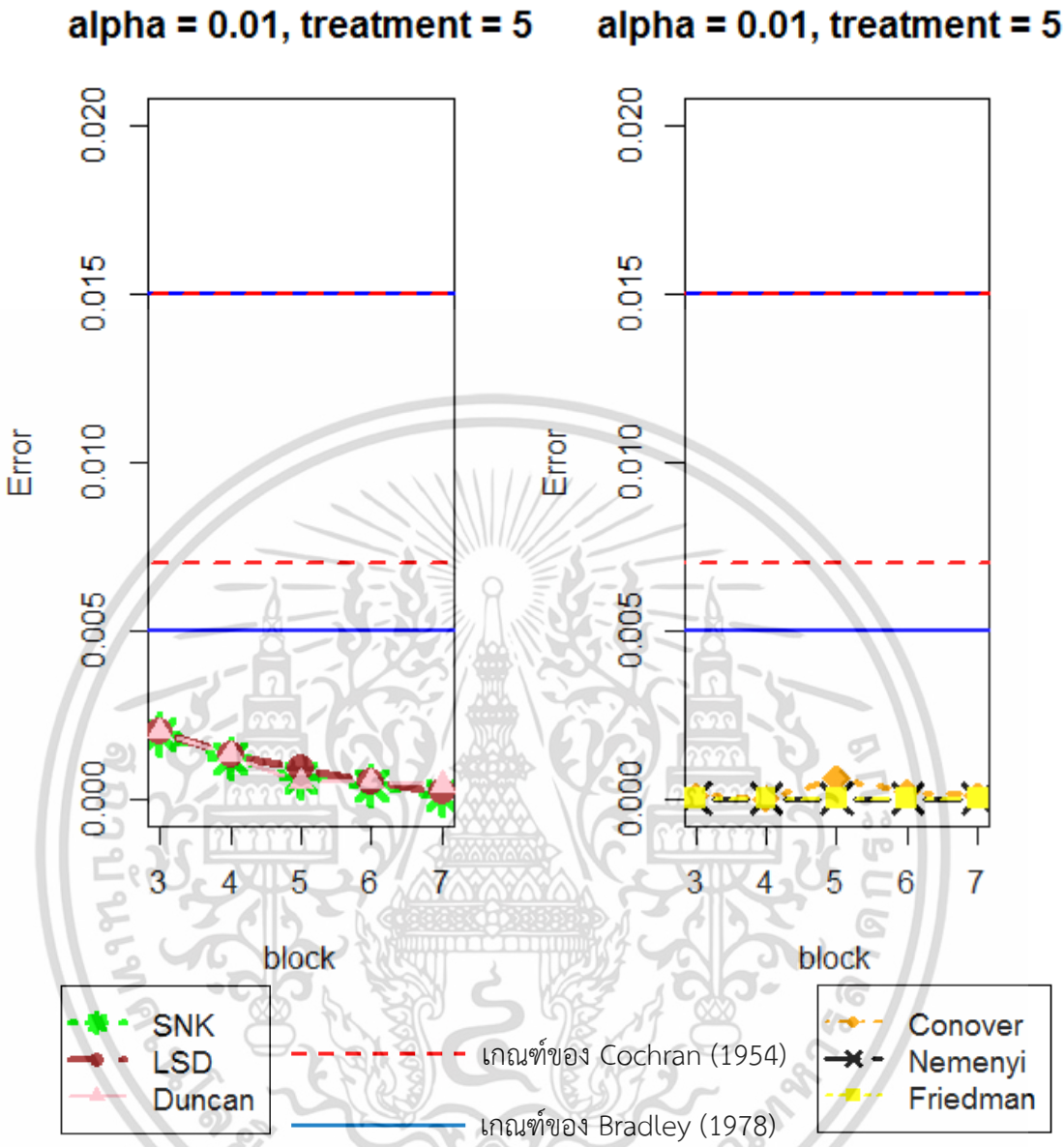
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.1 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

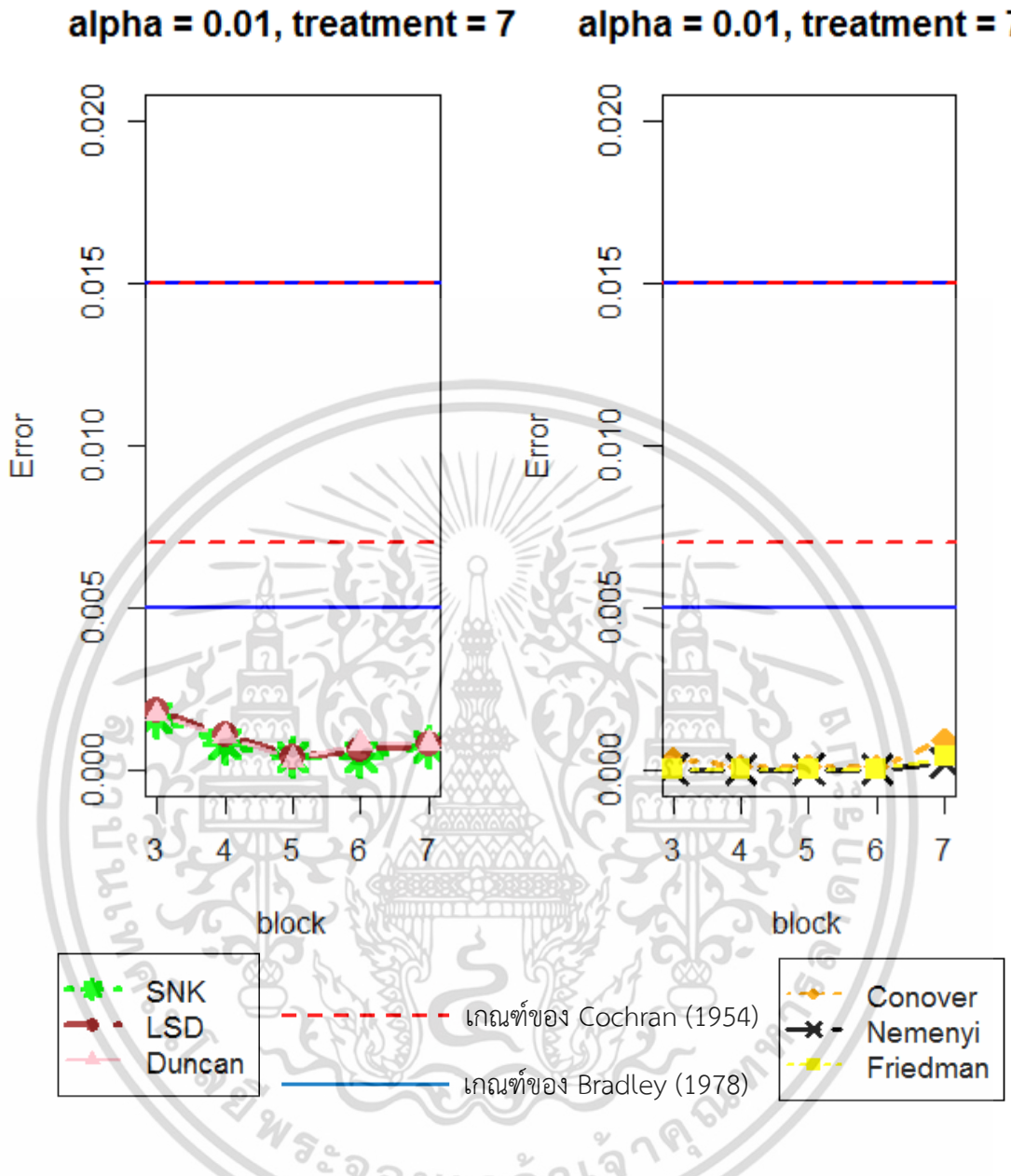
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.2 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4 – 4.6

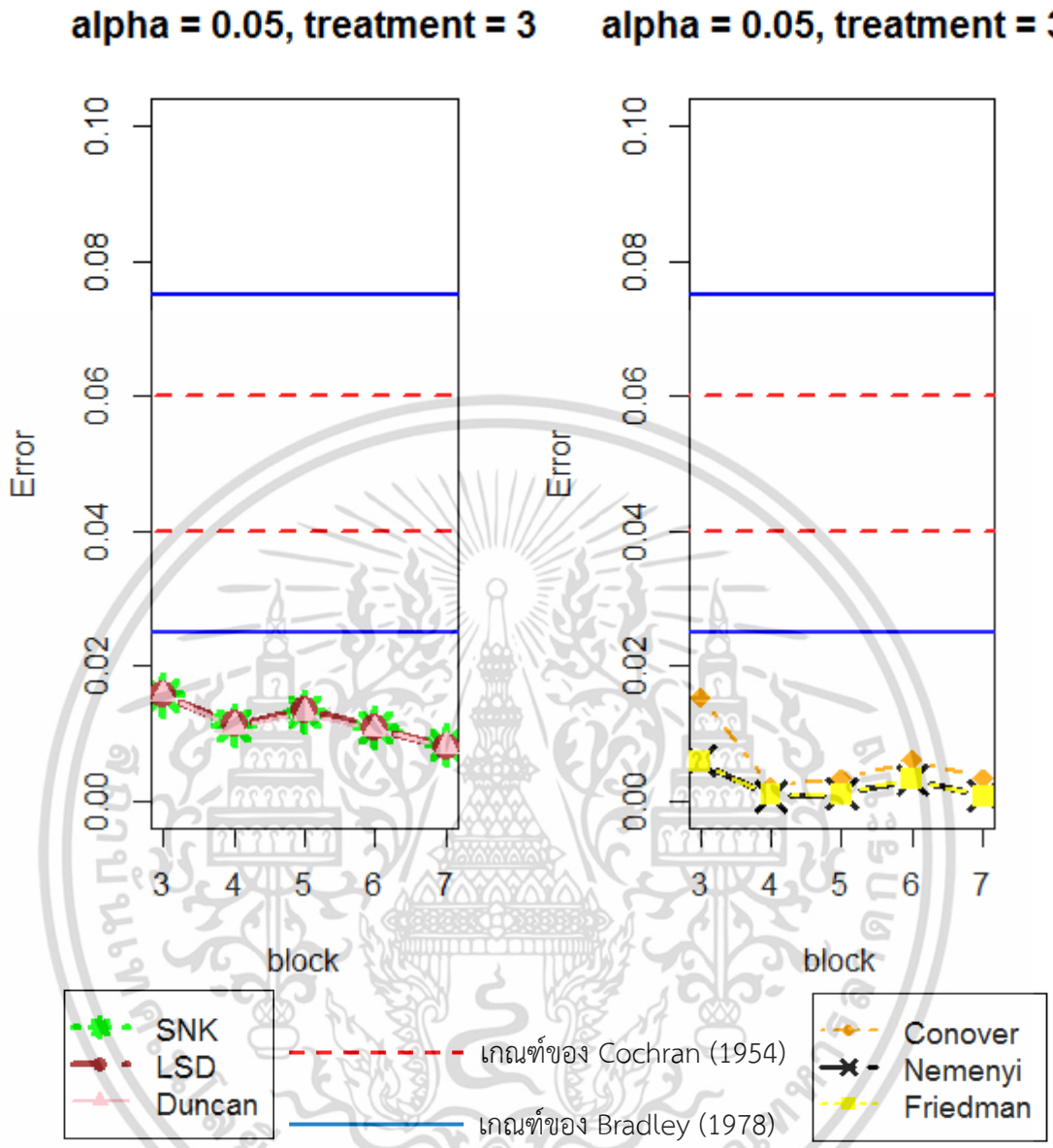
ตารางที่ 4.2 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0156	0.0101	0.0087
	2. LSD	0.0158	0.0109	0.0101
	3. Duncan	0.0157	0.0108	0.0104
	4. Conover	0.0154	0.0021	0.0020
	5. Nemenyi	0.0059	0.0001	0.0002
	6. Friedman	0.0058	0.0001	0.0051
4	1. SNK	0.0111	0.0087	0.0077
	2. LSD	0.0113	0.0094	0.0090
	3. Duncan	0.0110	0.0092	0.0090
	4. Conover	0.0022	0.0020	0.0023
	5. Nemenyi	0.0006	0.0000	0.0001
	6. Friedman	0.0008	0.0000	0.0003
5	1. SNK	0.0132	0.0062	0.0051
	2. LSD	0.0134	0.0070	0.0071
	3. Duncan	0.0130	0.0072	0.0074
	4. Conover	0.0033	0.0074	0.0039
	5. Nemenyi	0.0010	0.0037	0.0004
	6. Friedman	0.0010	0.0036	0.0007
6	1. SNK	0.0108	0.0052	0.0041
	2. LSD	0.0108	0.0059	0.0060
	3. Duncan	0.0105	0.0058	0.0060
	4. Conover	0.0060	0.0034	0.0038
	5. Nemenyi	0.0031	0.0011	0.0002
	6. Friedman	0.0033	0.0014	0.0002
7	1. SNK	0.0083	0.0072	0.0073
	2. LSD	0.0081	0.0077	0.0093
	3. Duncan	0.0080	0.0076	0.0094
	4. Conover	0.0033	0.0047	0.0090
	5. Nemenyi	0.0007	0.0004	0.0004
	6. Friedman	0.0006	0.0004	0.0004

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

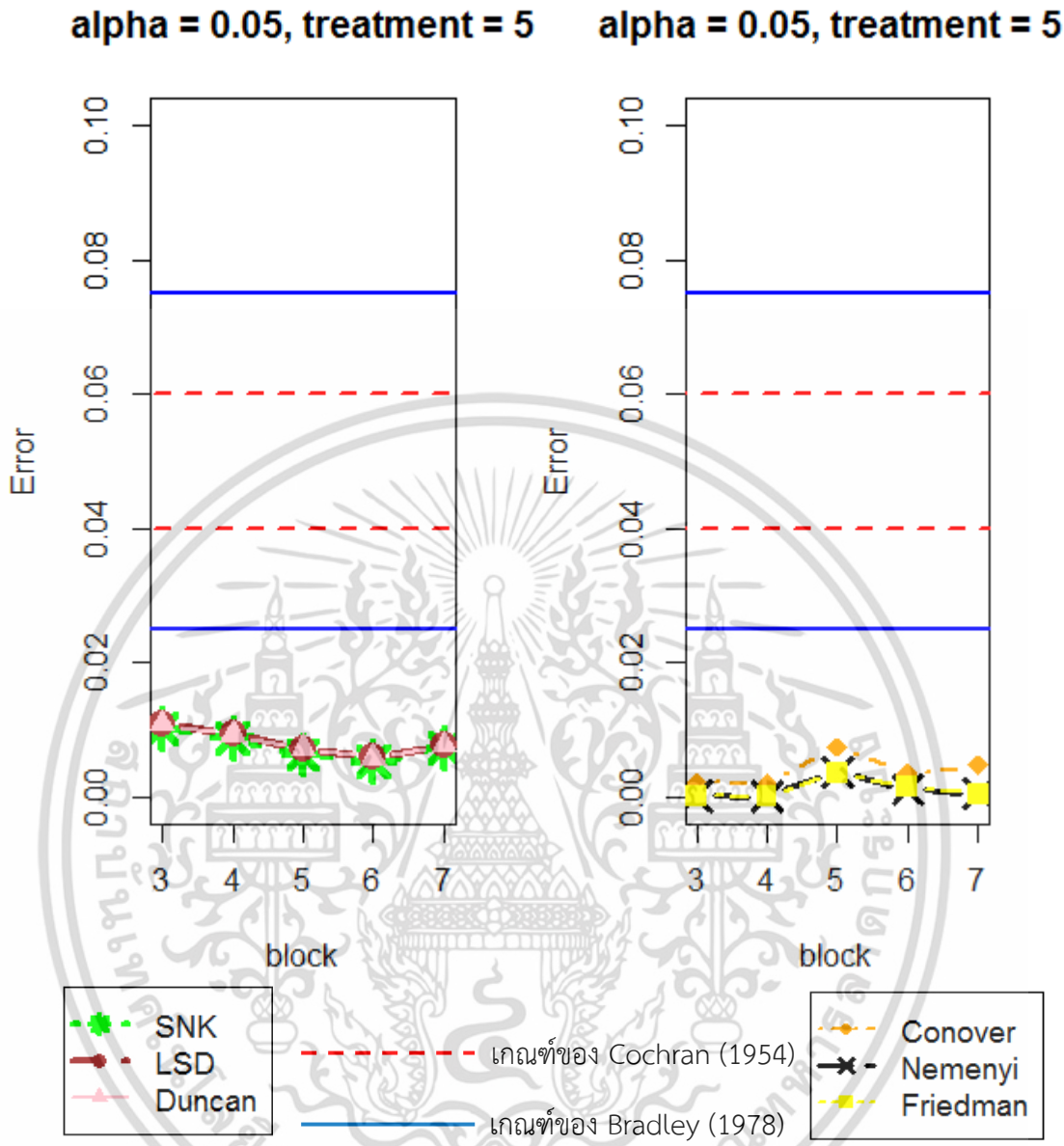
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

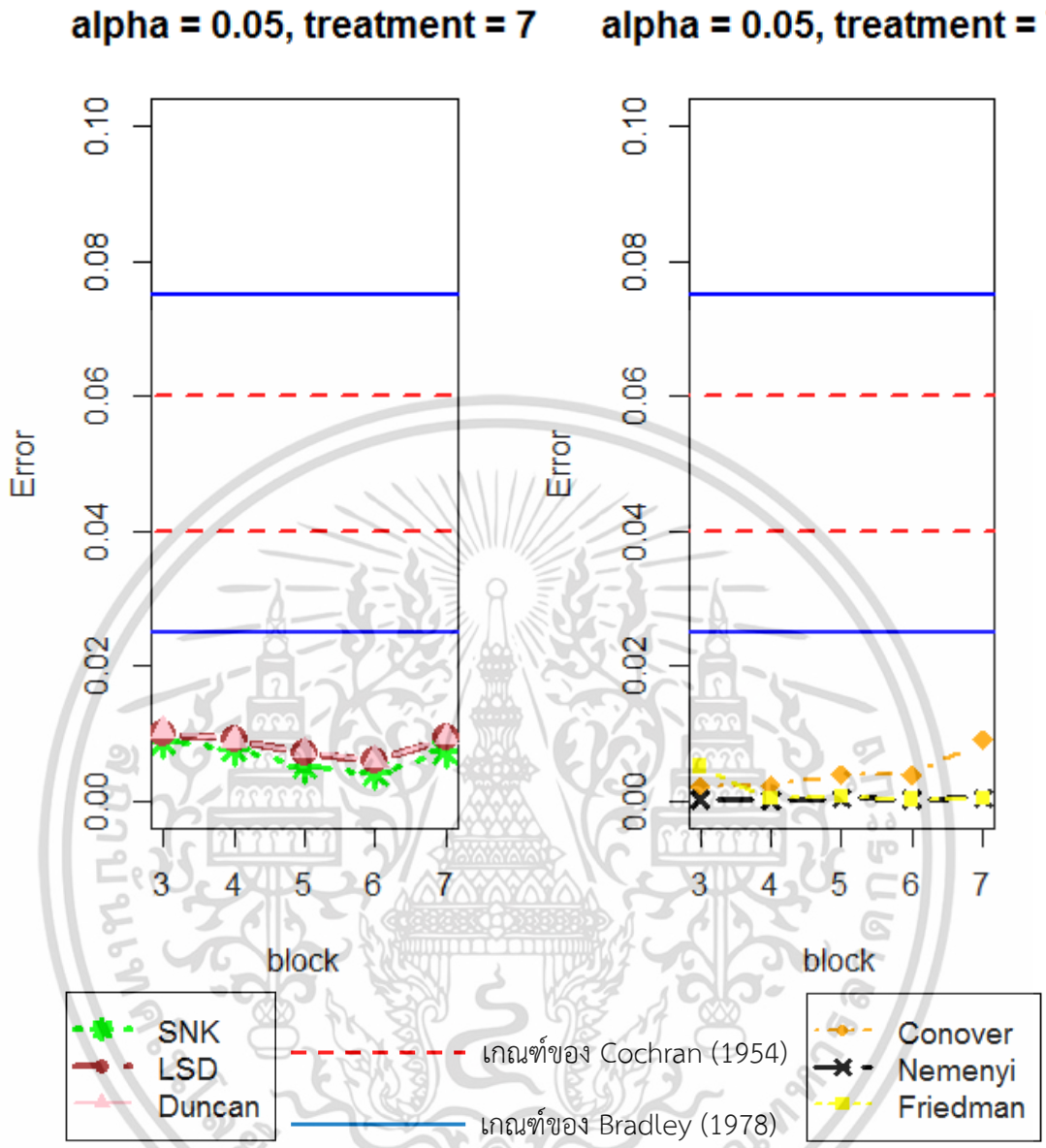
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.5 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.6 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.8 – 4.9

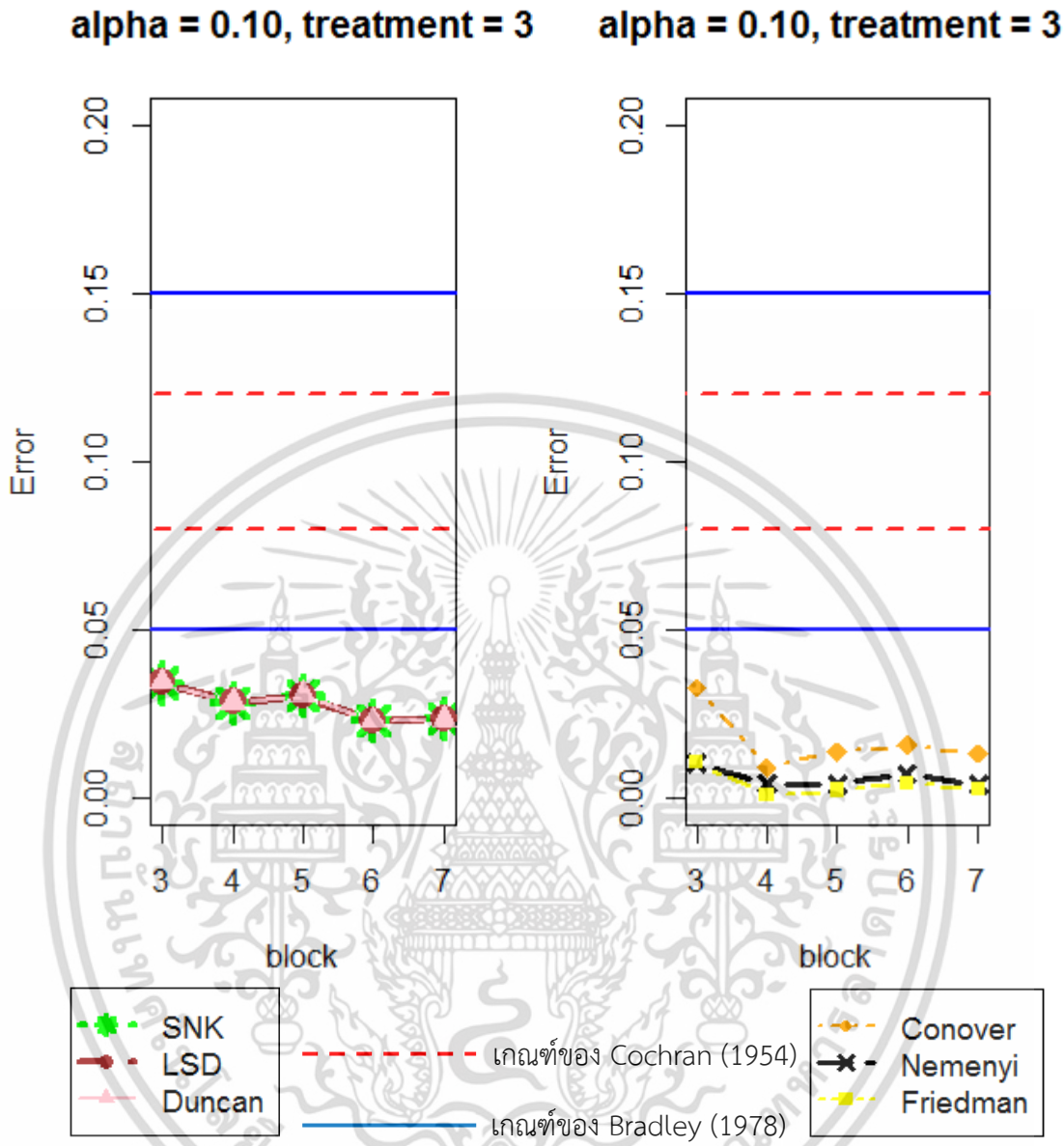
ตารางที่ 4.3 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0340	0.0241	0.0194
	2. LSD	0.0343	0.0254	0.0229
	3. Duncan	0.0344	0.0254	0.0226
	4. Conover	0.0326	0.0084	0.0081
	5. Nemenyi	0.0102	0.0024	0.0020
	6. Friedman	0.0104	0.0003	0.0008
4	1. SNK	0.0280	0.0211	0.0160
	2. LSD	0.0283	0.0223	0.0188
	3. Duncan	0.0281	0.0000	0.0189
	4. Conover	0.0089	0.0114	0.0102
	5. Nemenyi	0.0040	0.0029	0.0028
	6. Friedman	0.0007	0.0002	0.0006
5	1. SNK	0.0303	0.0201	0.018
	2. LSD	0.0301	0.0211	0.0204
	3. Duncan	0.0304	0.0214	0.0203
	4. Conover	0.0134	0.0212	0.0140
	5. Nemenyi	0.0039	0.0127	0.0029
	6. Friedman	0.0021	0.0076	0.0011
6	1. SNK	0.0227	0.0179	0.0129
	2. LSD	0.0228	0.0189	0.0154
	3. Duncan	0.0228	0.0189	0.0152
	4. Conover	0.0156	0.0140	0.0128
	5. Nemenyi	0.0072	0.0032	0.0032
	6. Friedman	0.0042	0.0023	0.0014
7	1. SNK	0.0233	0.0177	0.0169
	2. LSD	0.0234	0.0198	0.0226
	3. Duncan	0.0230	0.0196	0.0228
	4. Conover	0.0130	0.0157	0.0224
	5. Nemenyi	0.0038	0.0042	0.0136
	6. Friedman	0.0023	0.0016	0.0072

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

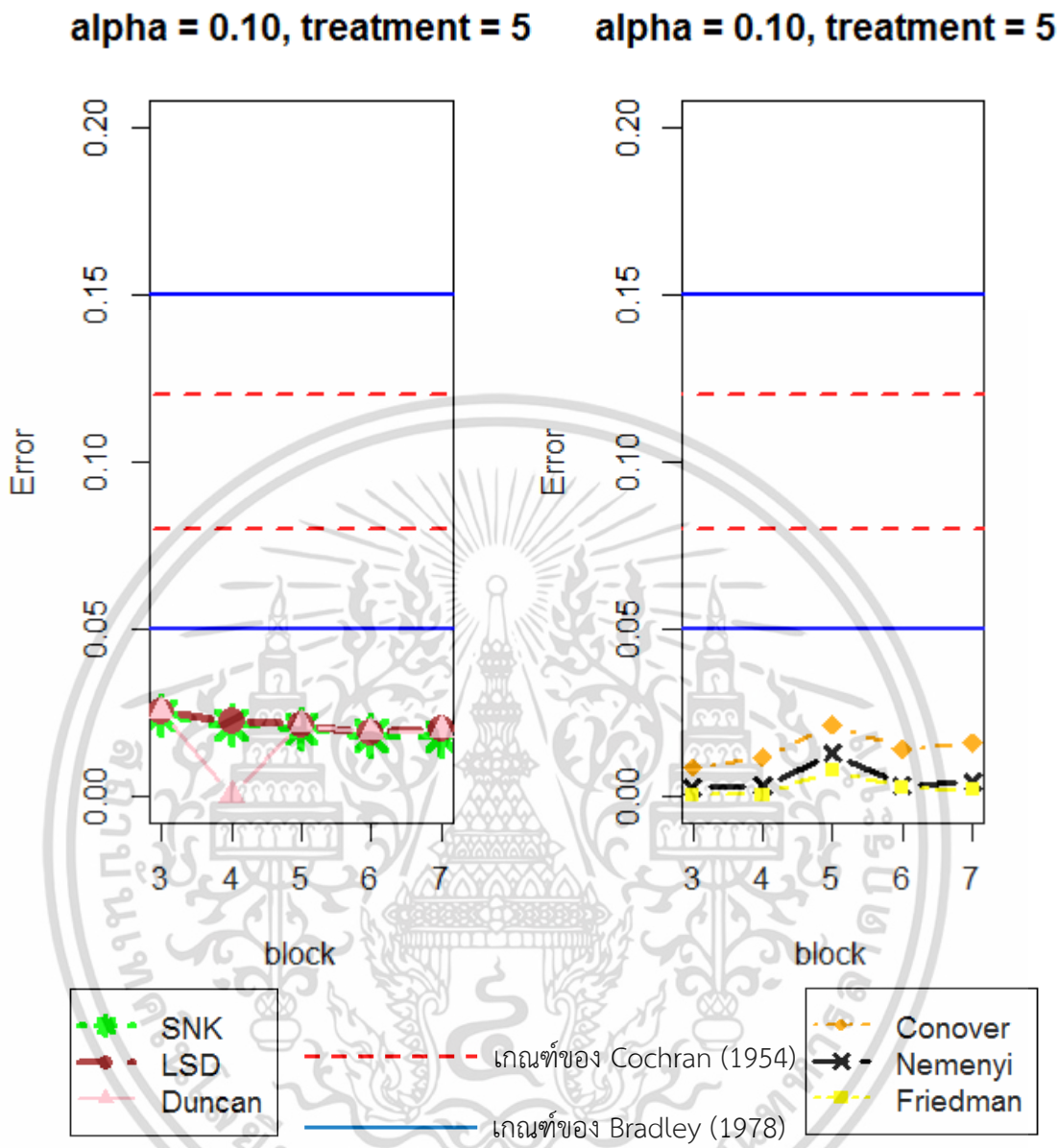
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

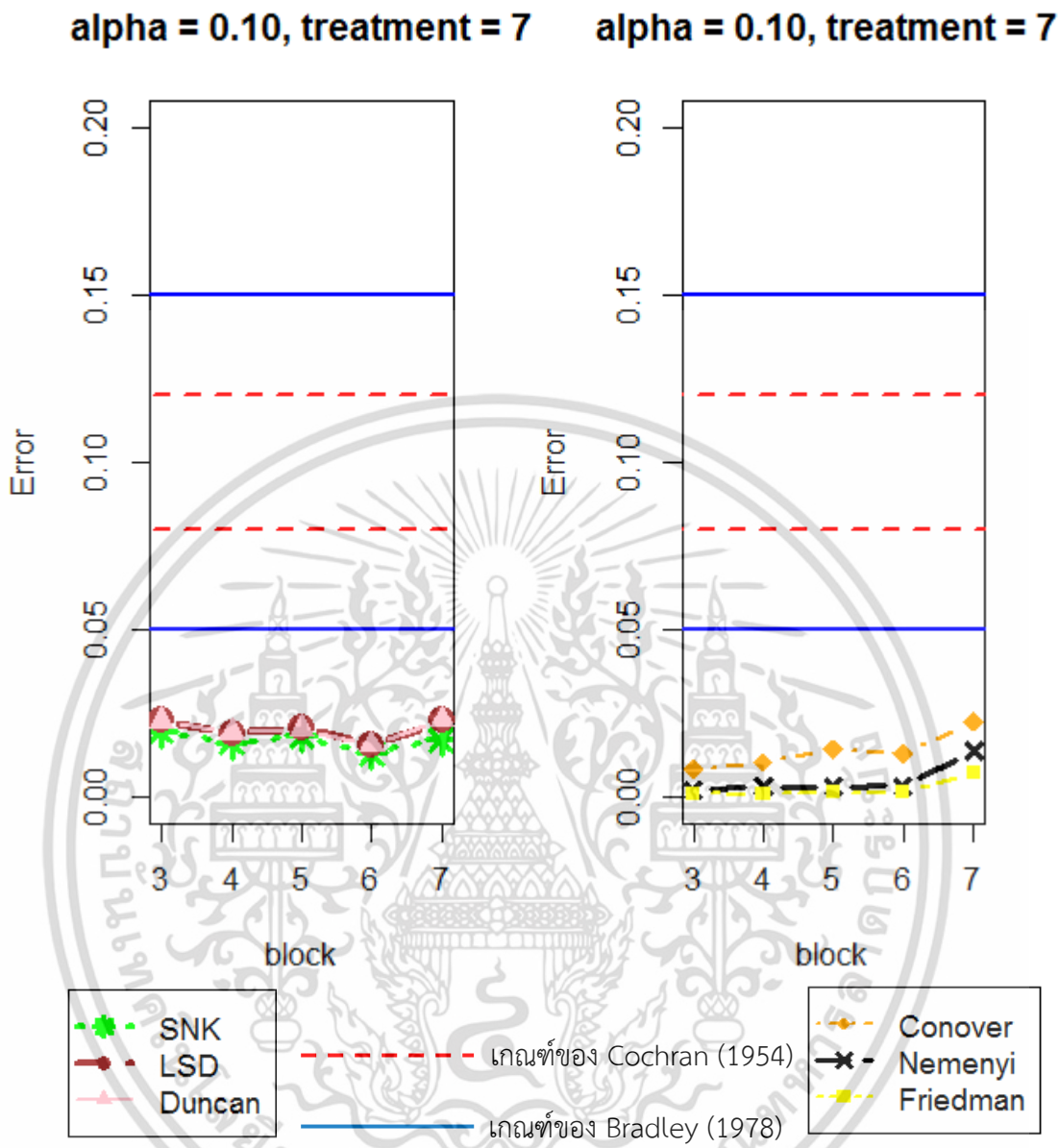
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.8 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.9 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

1) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.10 – 4.12

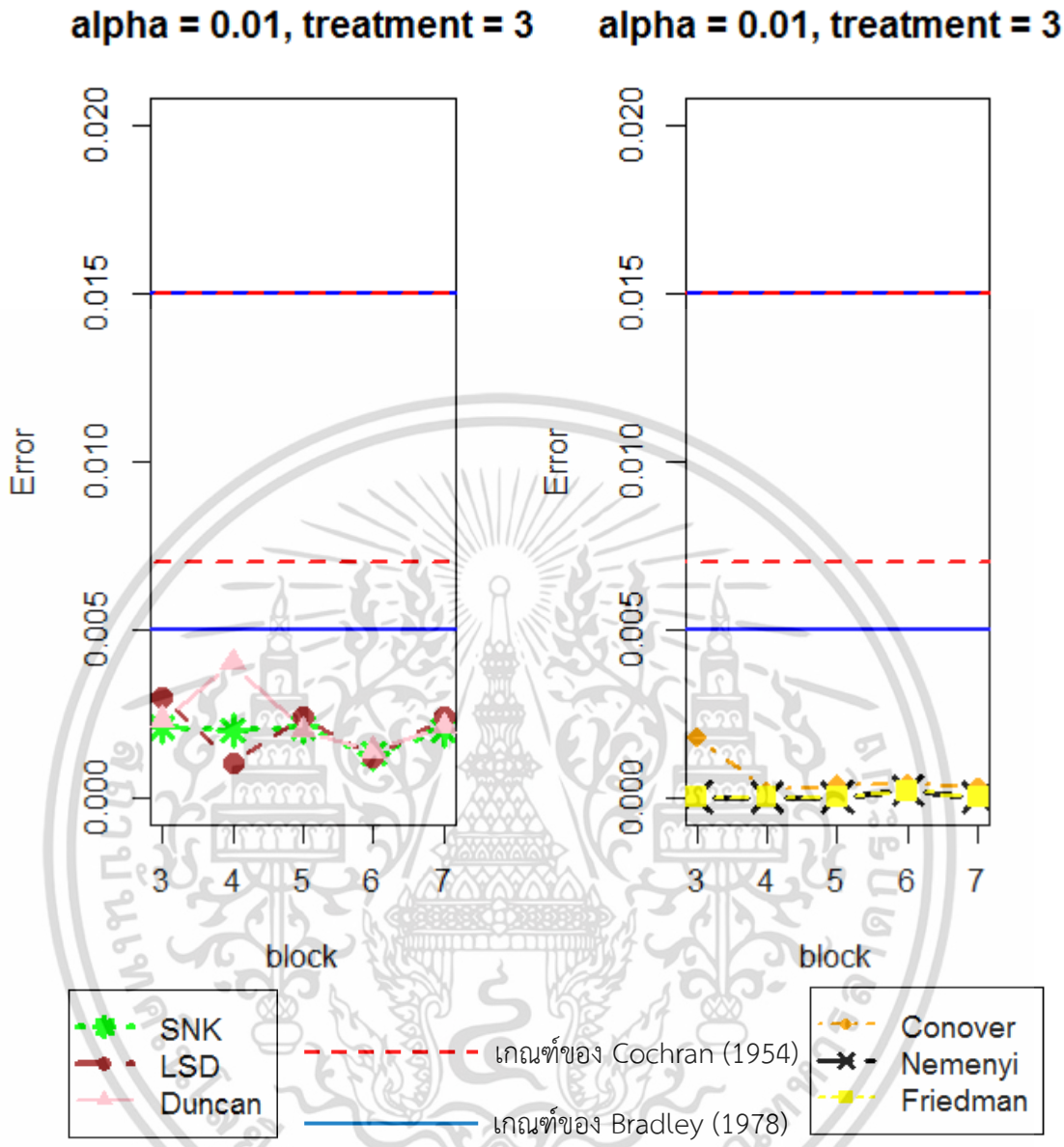
ตารางที่ 4.4 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0021	0.0010	0.0002
	2. LSD	0.0030	0.0013	0.0003
	3. Duncan	0.0023	0.0014	0.0003
	4. Conover	0.0018	0.0001	0.0000
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0000
4	1. SNK	0.0020	0.0007	0.0007
	2. LSD	0.0010	0.0008	0.0008
	3. Duncan	0.0040	0.0009	0.0008
	4. Conover	0.0002	0.0000	0.0003
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0000
5	1. SNK	0.0021	0.0008	0.0002
	2. LSD	0.0024	0.0009	0.0003
	3. Duncan	0.0020	0.0008	0.0003
	4. Conover	0.0004	0.0005	0.0000
	5. Nemenyi	0.0000	0.0001	0.0000
	6. Friedman	0.0000	0.0001	0.0000
6	1. SNK	0.0013	0.0007	0.0003
	2. LSD	0.0012	0.0009	0.0006
	3. Duncan	0.0014	0.0008	0.0005
	4. Conover	0.0004	0.0001	0.0003
	5. Nemenyi	0.0002	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0002	0.0000	0.0000
7	1. SNK	0.0020	0.0004	0.0026
	2. LSD	0.0024	0.0004	0.0011
	3. Duncan	0.0021	0.0002	0.0014
	4. Conover	0.0003	0.0000	0.0001
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0011
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0010

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

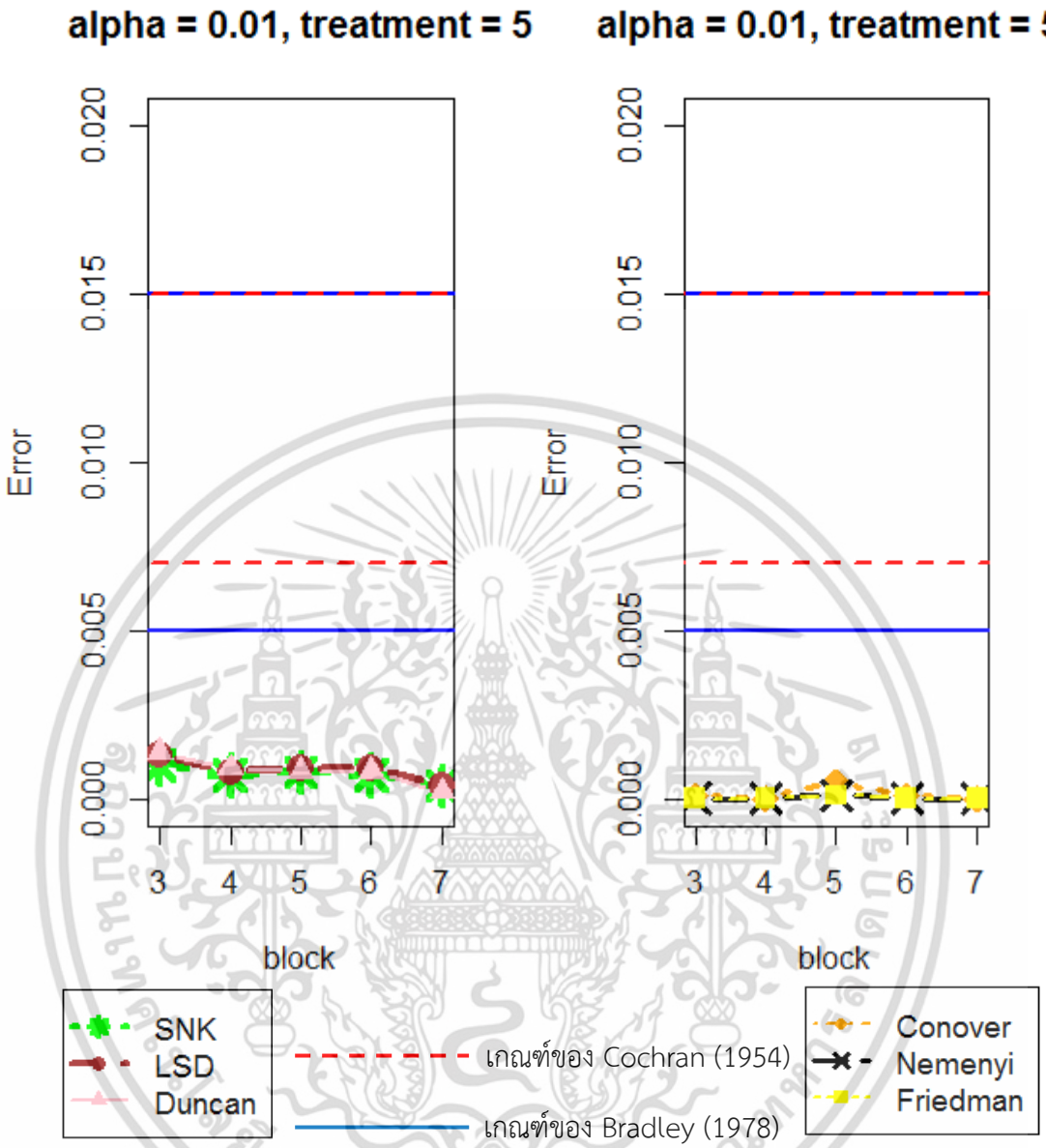
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.10 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

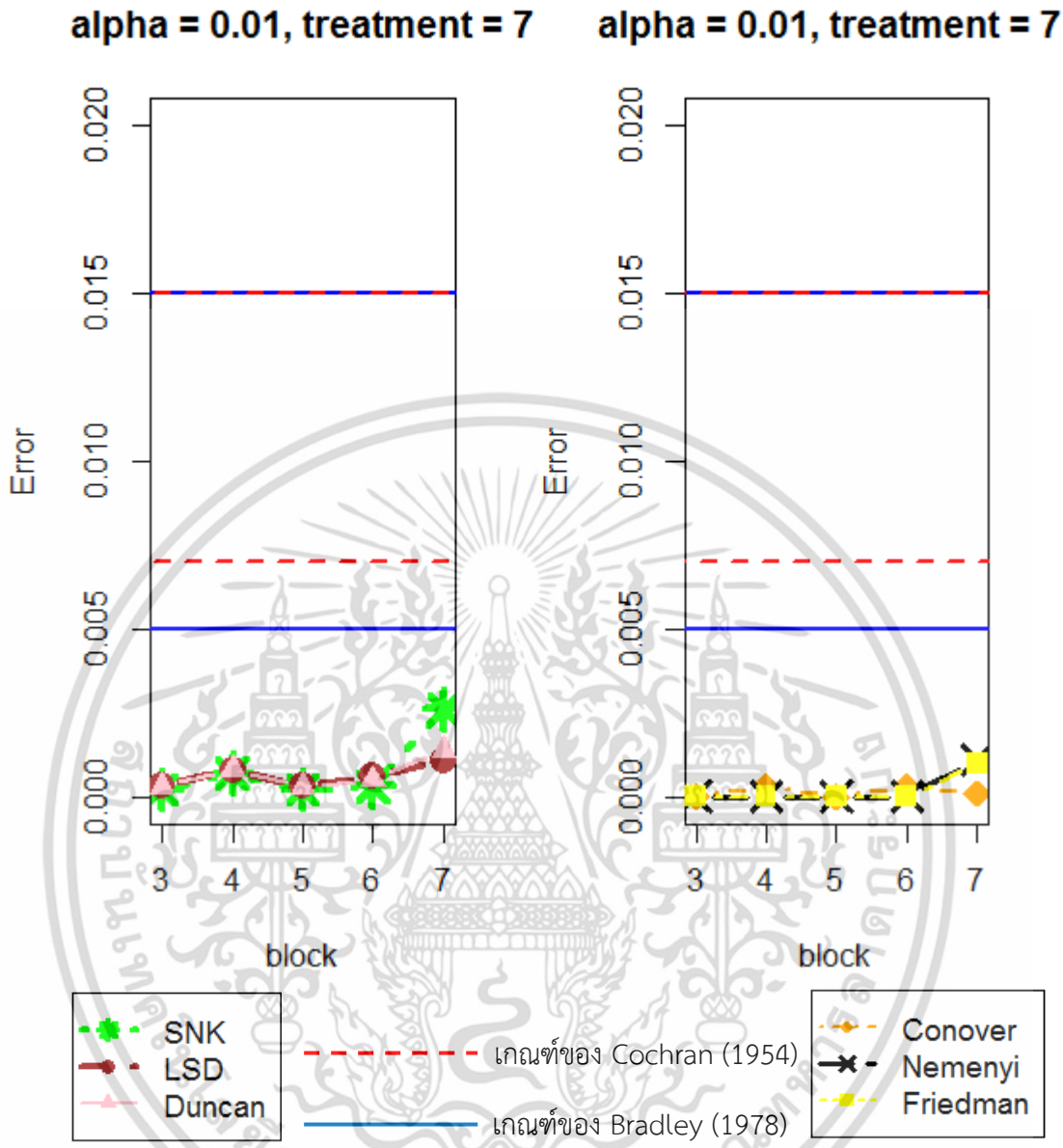
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.11 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.12 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.13 – 4.15

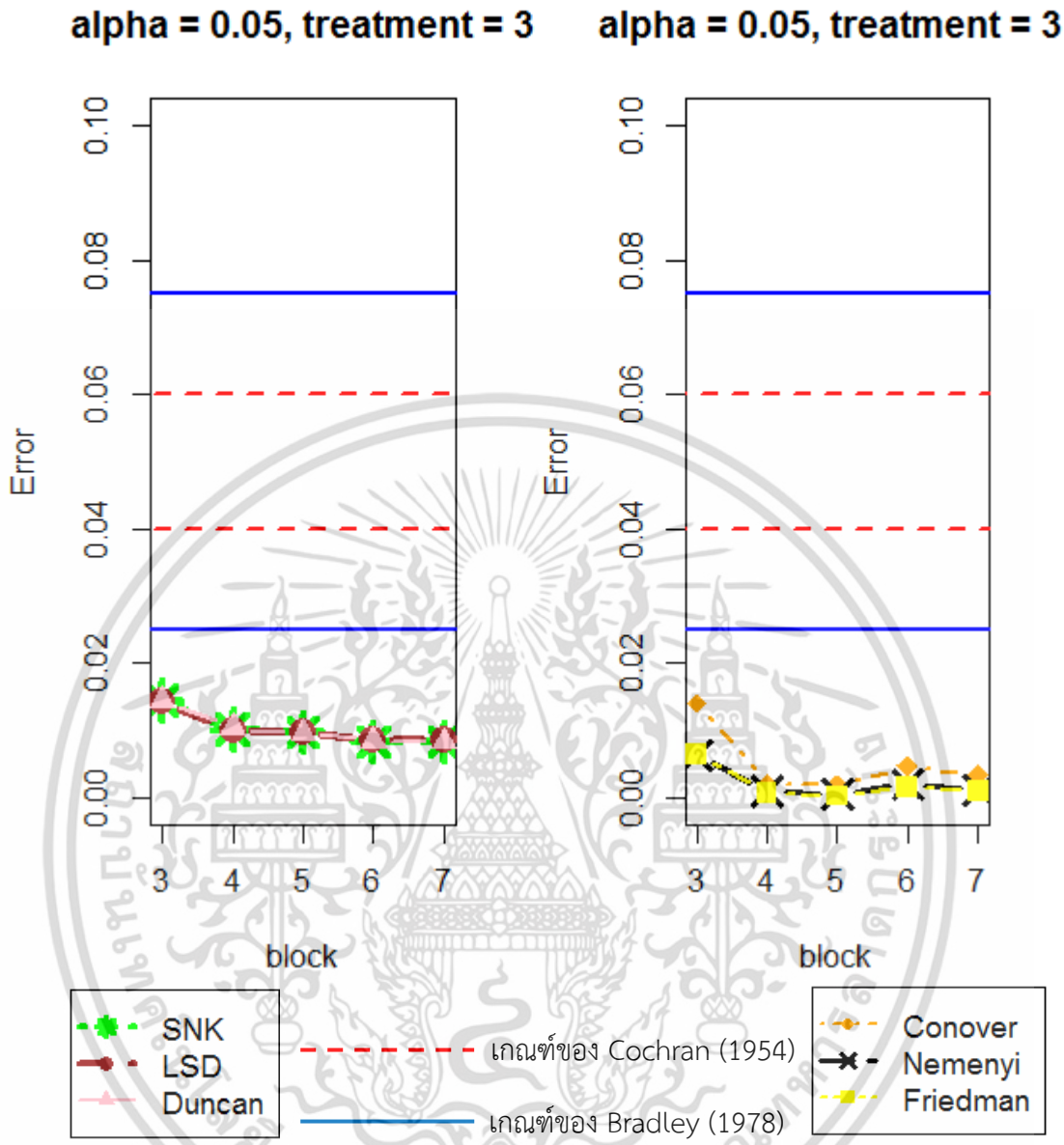
ตารางที่ 4.5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0144	0.0074	0.0062
	2. LSD	0.0142	0.0084	0.0071
	3. Duncan	0.0144	0.0082	0.0074
	4. Conover	0.0140	0.0012	0.0016
	5. Nemenyi	0.0062	0.0002	0.0003
	6. Friedman	0.0064	0.0002	0.0004
4	1. SNK	0.0101	0.0073	0.0062
	2. LSD	0.0101	0.0081	0.0081
	3. Duncan	0.0103	0.0084	0.0084
	4. Conover	0.0020	0.0026	0.0023
	5. Nemenyi	0.0009	0.0006	0.0001
	6. Friedman	0.0007	0.0005	0.0001
5	1. SNK	0.0097	0.0078	0.0048
	2. LSD	0.0097	0.0087	0.0057
	3. Duncan	0.0096	0.0088	0.0056
	4. Conover	0.0019	0.0085	0.0019
	5. Nemenyi	0.0004	0.0044	0.0003
	6. Friedman	0.0002	0.0041	0.0004
6	1. SNK	0.0083	0.0056	0.0050
	2. LSD	0.0084	0.0068	0.0057
	3. Duncan	0.0084	0.0067	0.0057
	4. Conover	0.0047	0.0033	0.0030
	5. Nemenyi	0.0019	0.0010	0.00056
	6. Friedman	0.0016	0.0014	0.0059
7	1. SNK	0.0082	0.0054	0.0061
	2. LSD	0.0084	0.0060	0.0079
	3. Duncan	0.0082	0.0060	0.0078
	4. Conover	0.0034	0.0032	0.0078
	5. Nemenyi	0.0010	0.0004	0.0033
	6. Friedman	0.0010	0.0001	0.0030

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

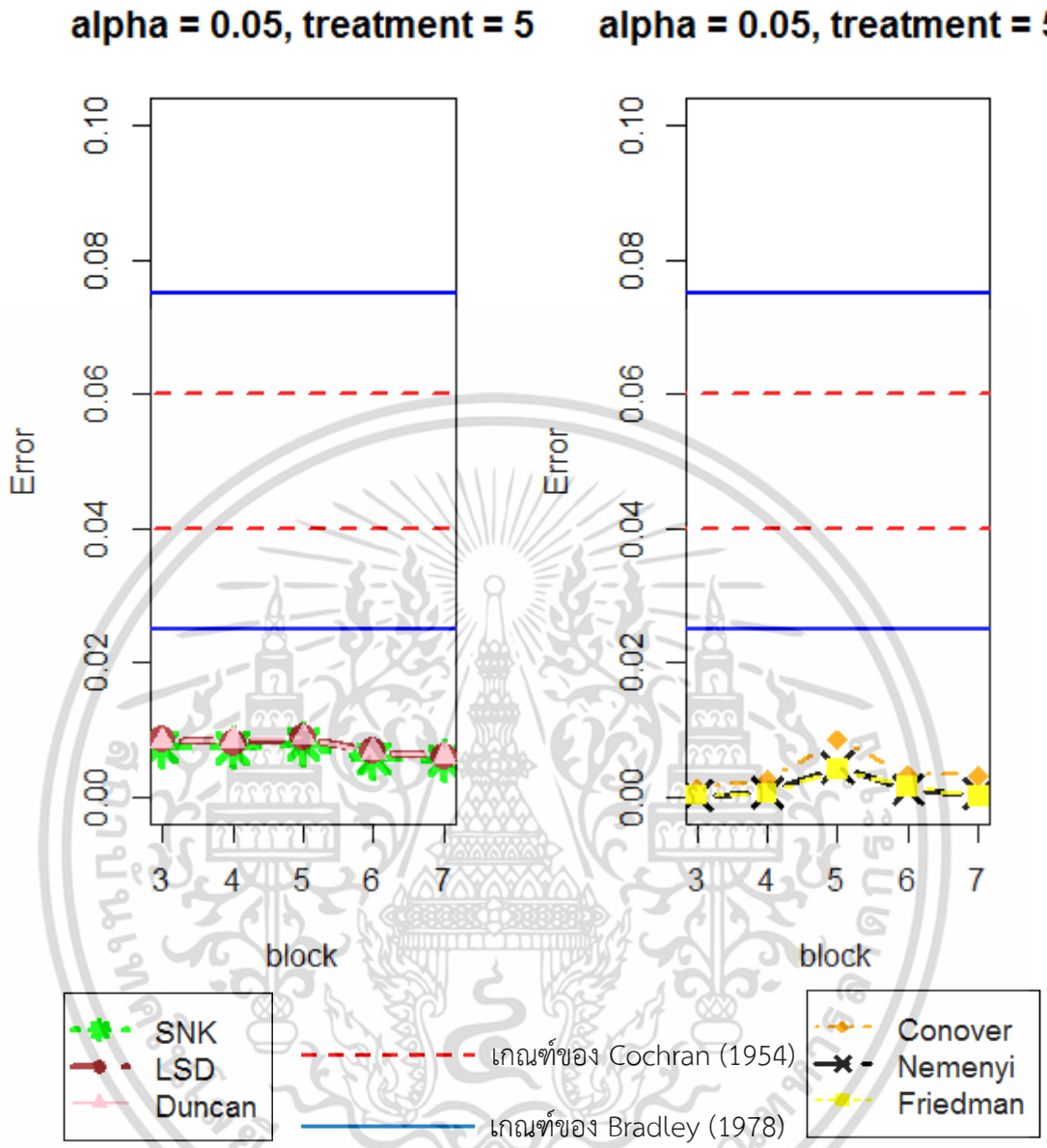
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.13 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

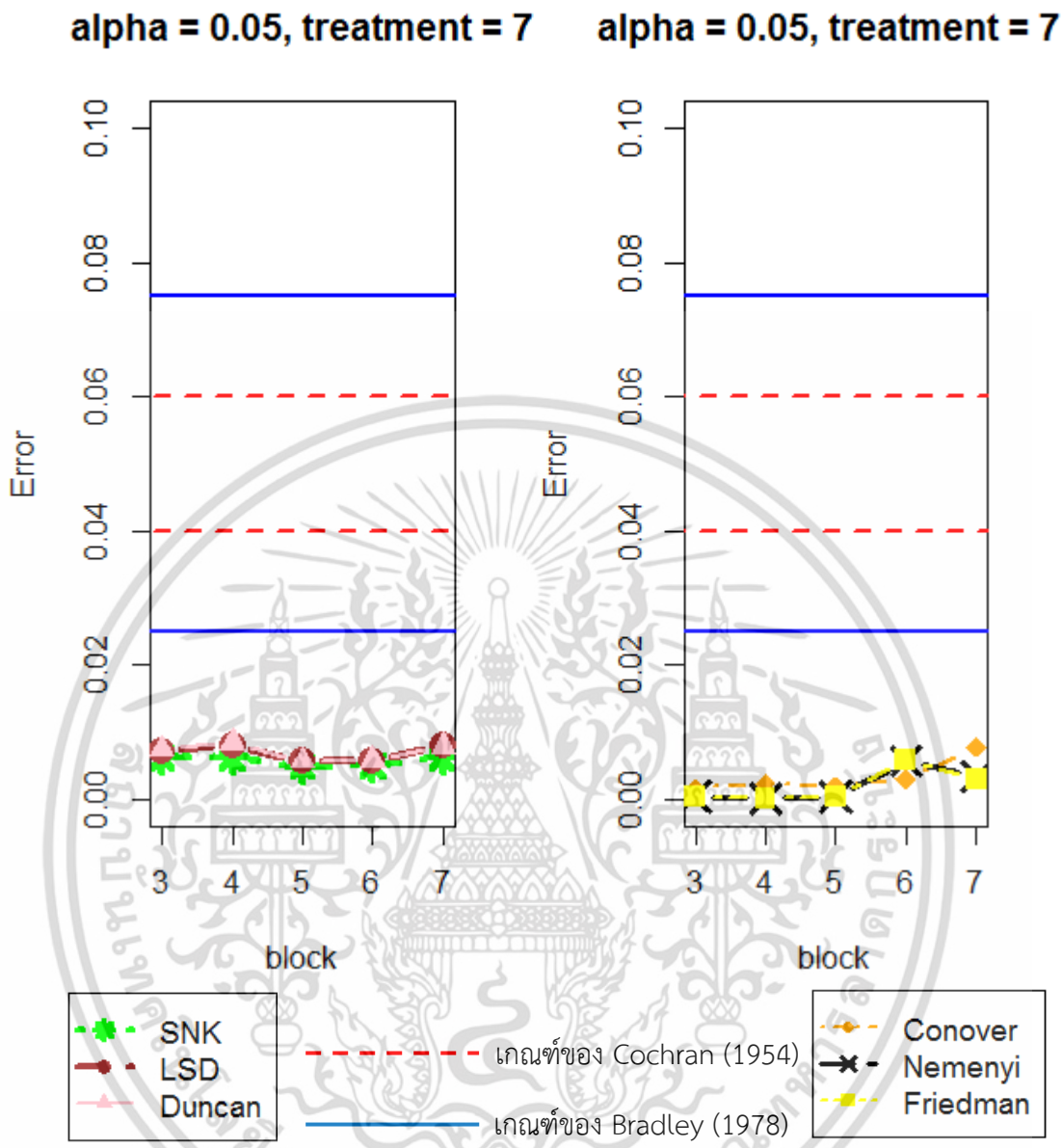
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.14 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.15 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.16 – 4.18

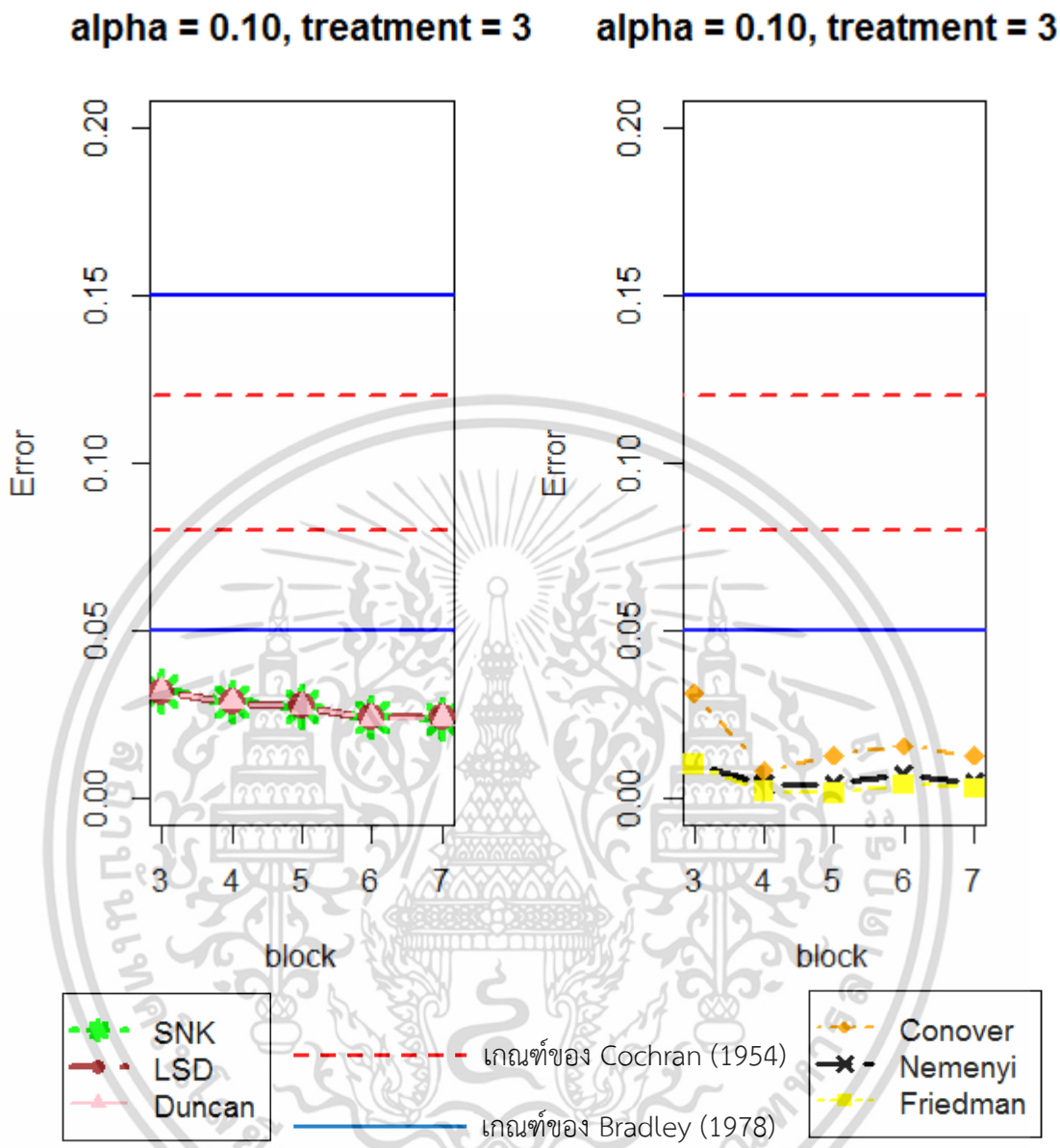
ตารางที่ 4.6 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	**1.** SNK	0.0317	0.0207	0.0169
	2. LSD	0.0315	0.0223	0.0197
	3. Duncan	0.0317	0.0223	0.0195
	4. Conover	0.0312	0.0086	0.0071
	5. Nemenyi	0.0101	0.0017	0.0013
	6. Friedman	0.0100	0.0004	0.0007
4	**1.** SNK	0.0287	0.0209	0.0163
	2. LSD	0.0285	0.0219	0.0203
	3. Duncan	0.0285	0.0217	0.0203
	4. Conover	0.0081	0.0093	0.0093
	5. Nemenyi	0.0039	0.0036	0.0026
	6. Friedman	0.0017	0.0002	0.0009
5	**1.** SNK	0.0271	0.0199	0.0168
	2. LSD	0.0273	0.0214	0.0202
	3. Duncan	0.0270	0.0214	0.0202
	4. Conover	0.0127	0.0213	0.0146
	5. Nemenyi	0.0040	0.0120	0.0047
	6. Friedman	0.0012	0.0088	0.0021
6	**1.** SNK	0.0239	0.0201	0.0148
	2. LSD	0.0238	0.0212	0.0180
	3. Duncan	0.0238	0.0214	0.0180
	4. Conover	0.0154	0.0148	0.0139
	5. Nemenyi	0.0069	0.0029	0.0034
	6. Friedman	0.0039	0.0016	0.0020
7	**1.** SNK	0.0235	0.0201	0.0229
	2. LSD	0.0239	0.0210	0.0278
	3. Duncan	0.0236	0.0213	0.0277
	4. Conover	0.0126	0.0173	0.0278
	5. Nemenyi	0.0046	0.0048	0.0163
	6. Friedman	0.0027	0.0023	0.0104

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

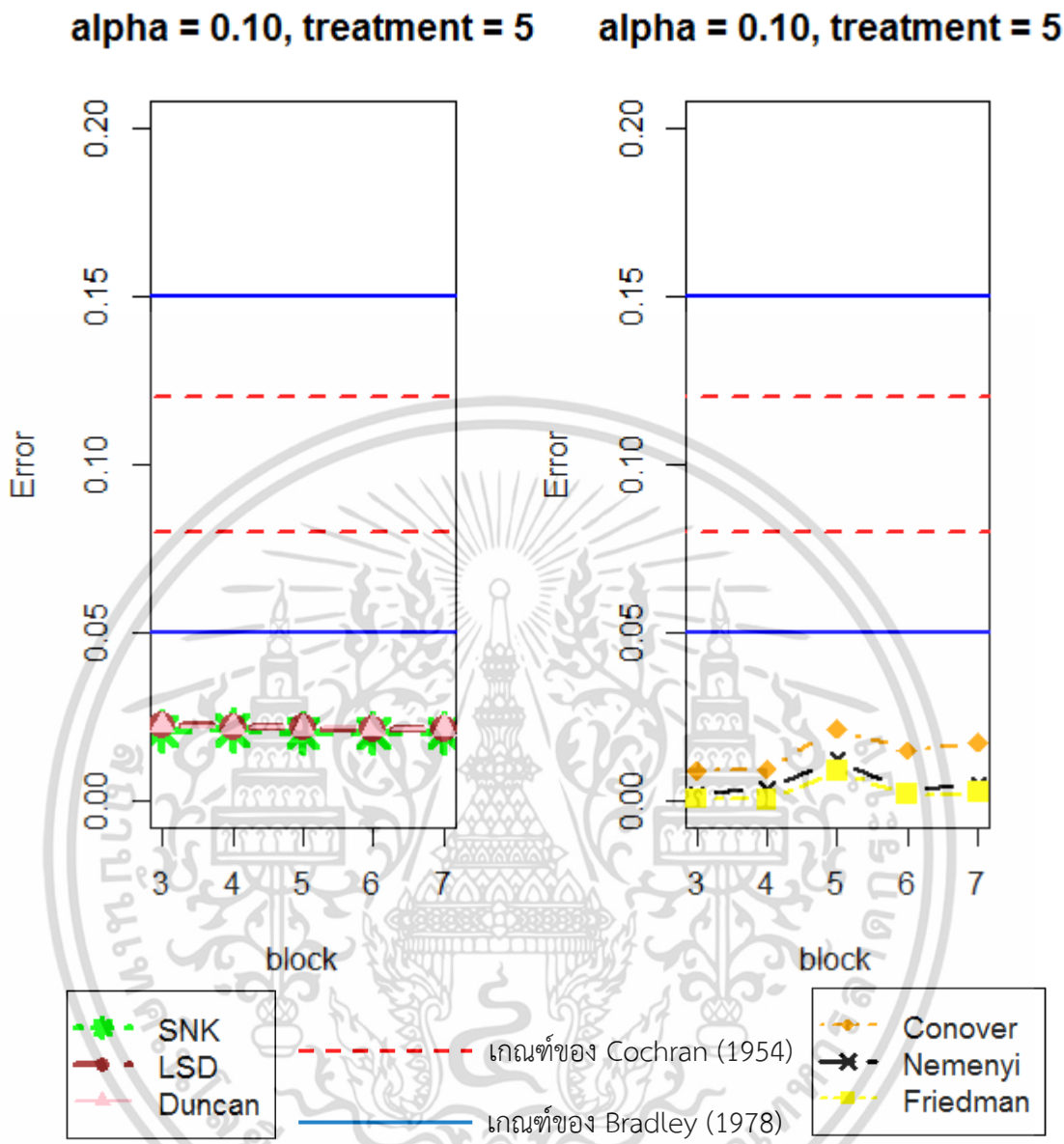
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.16 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

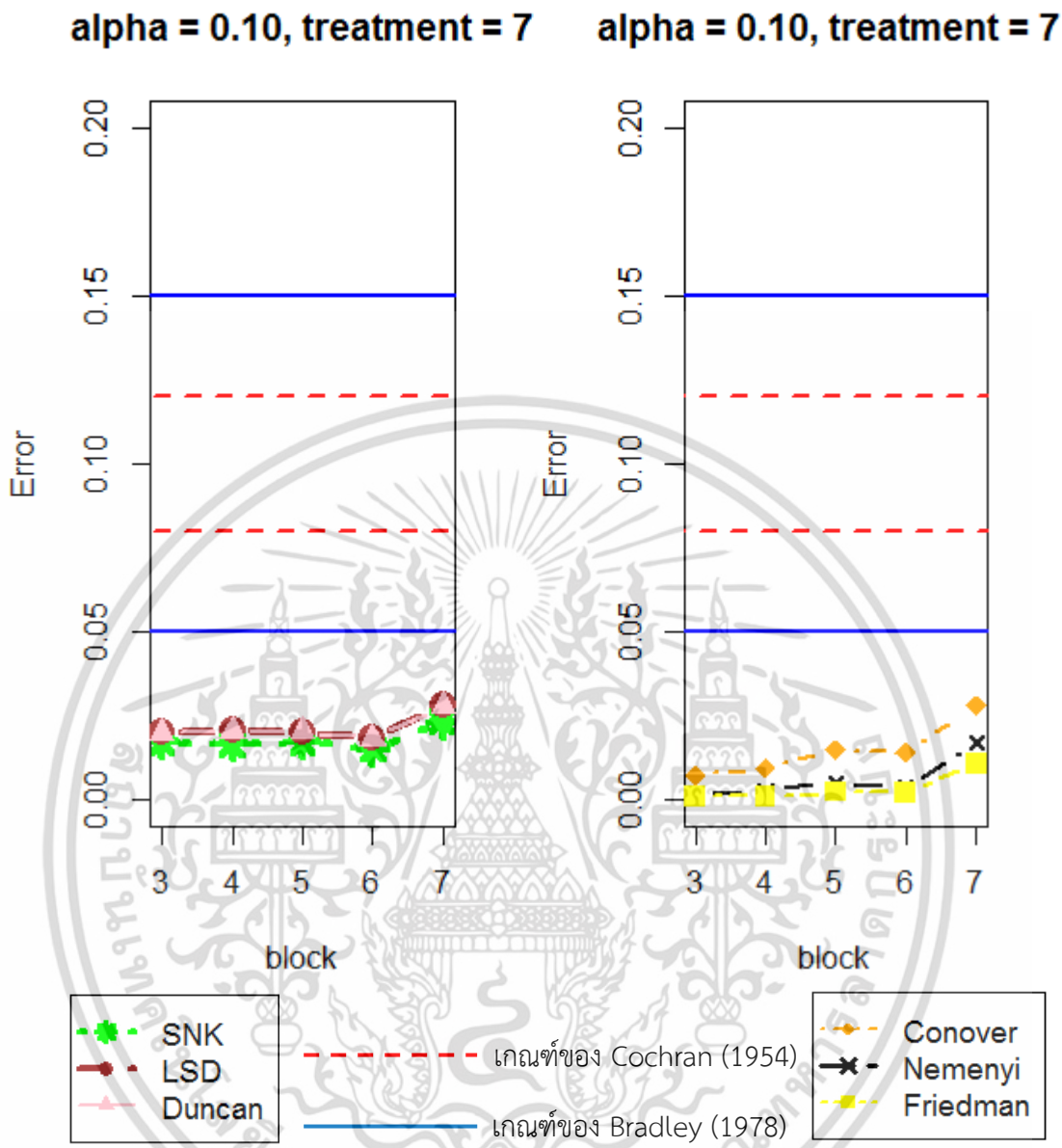
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.17 พบว่าสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.18 พบว่าสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ของ Cochran และ Bradley ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

1) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.19 – 4.21

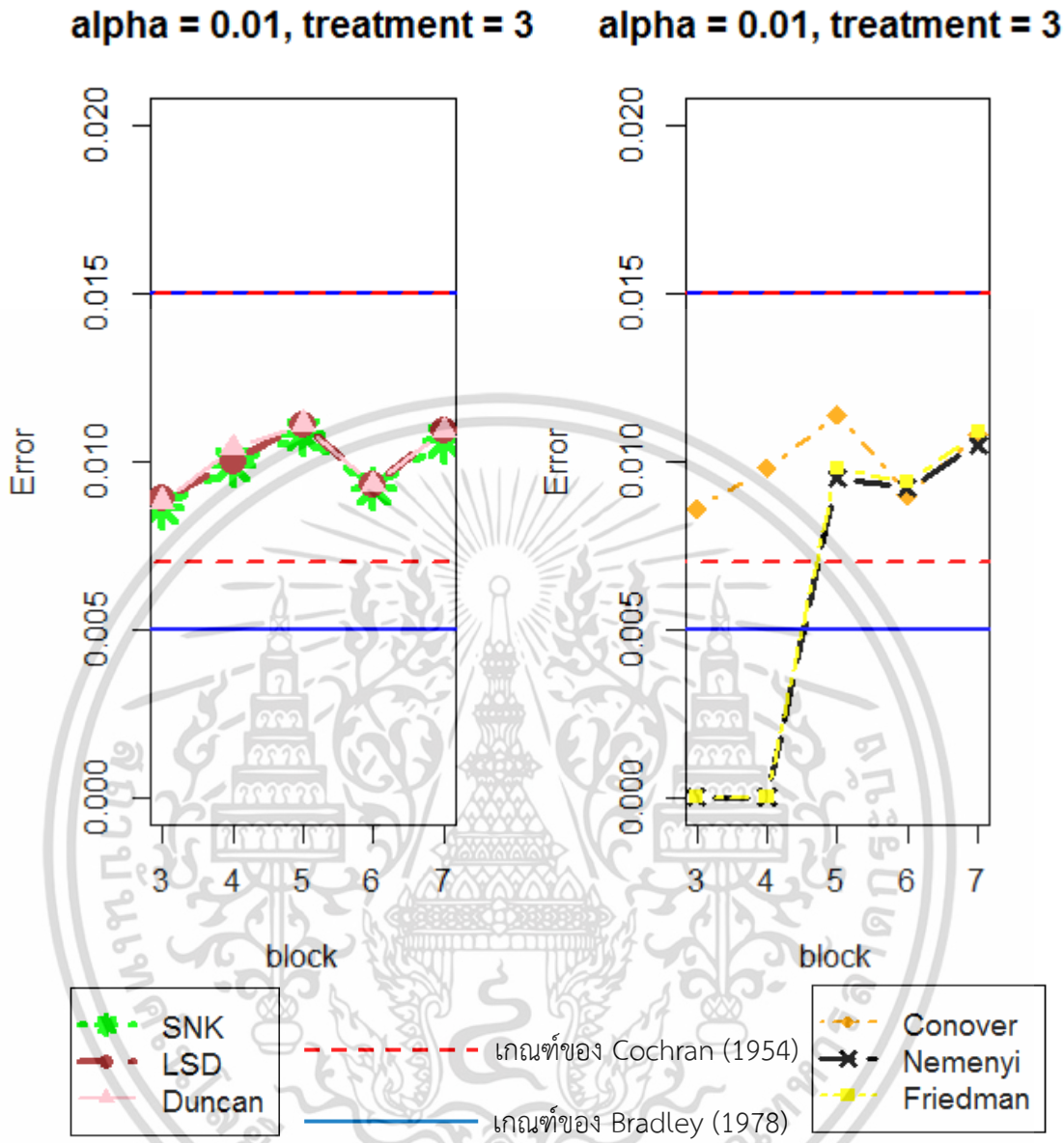
ตารางที่ 4.7 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0086 BC	0.0074 BC	0.0076 BC
	2. LSD	0.0089 BC	0.0085 BC	0.0096 BC
	3. Duncan	0.0088 BC	0.0087 BC	0.0095 BC
	4. Conover	0.0086 BC	0.0030	0.0033
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0000
4	1. SNK	0.0099 BC	0.0080 BC	0.0063 B
	2. LSD	0.0100 BC	0.0091 BC	0.0093 BC
	3. Duncan	0.0104 BC	0.0093 BC	0.0092 BC
	4. Conover	0.0098 BC	0.0066 B	0.0044
	5. Nemenyi	0.0000	0.0041	0.0022
	6. Friedman	0.0000	0.0044	0.0024
5	1. SNK	0.0108 BC	0.0078 BC	0.0071 BC
	2. LSD	0.0111 BC	0.0097 BC	0.0101 BC
	3. Duncan	0.0111 BC	0.0094 BC	0.0101 BC
	4. Conover	0.0114 BC	0.0096 BC	0.0057 B
	5. Nemenyi	0.0095 BC	0.0097 BC	0.0104 BC
	6. Friedman	0.0098 BC	0.0096 BC	0.0100 BC
6	1. SNK	0.0092 BC	0.0079 BC	0.0058 B
	2. LSD	0.0093 BC	0.0100 BC	0.0086 BC
	3. Duncan	0.0093 BC	0.0104 BC	0.0081 BC
	4. Conover	0.0090 BC	0.0104 BC	0.0061 B
	5. Nemenyi	0.0092 BC	0.0102 BC	0.0086 BC
	6. Friedman	0.0094 BC	0.0100 BC	0.0085 BC
7	1. SNK	0.0106 BC	0.0060 B	0.0070 BC
	2. LSD	0.0109 BC	0.0078 BC	0.0153
	3. Duncan	0.0109 BC	0.0077 BC	0.0142 BC
	4. Conover	0.0108 BC	0.0075 BC	0.0152
	5. Nemenyi	0.0105 BC	0.0078 BC	0.0153
	6. Friedman	0.0109 BC	0.0077 BC	0.0153

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

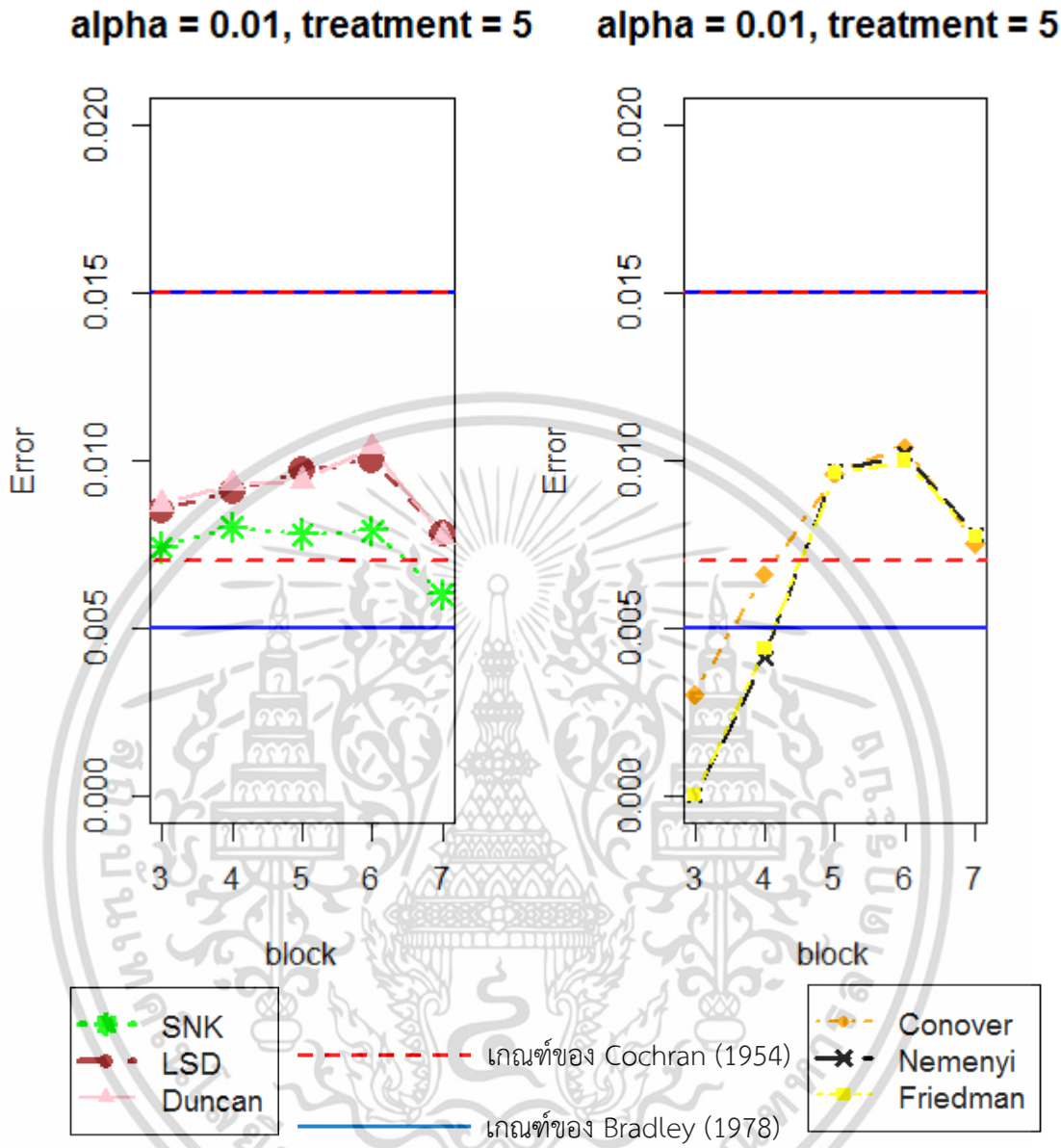
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.19 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

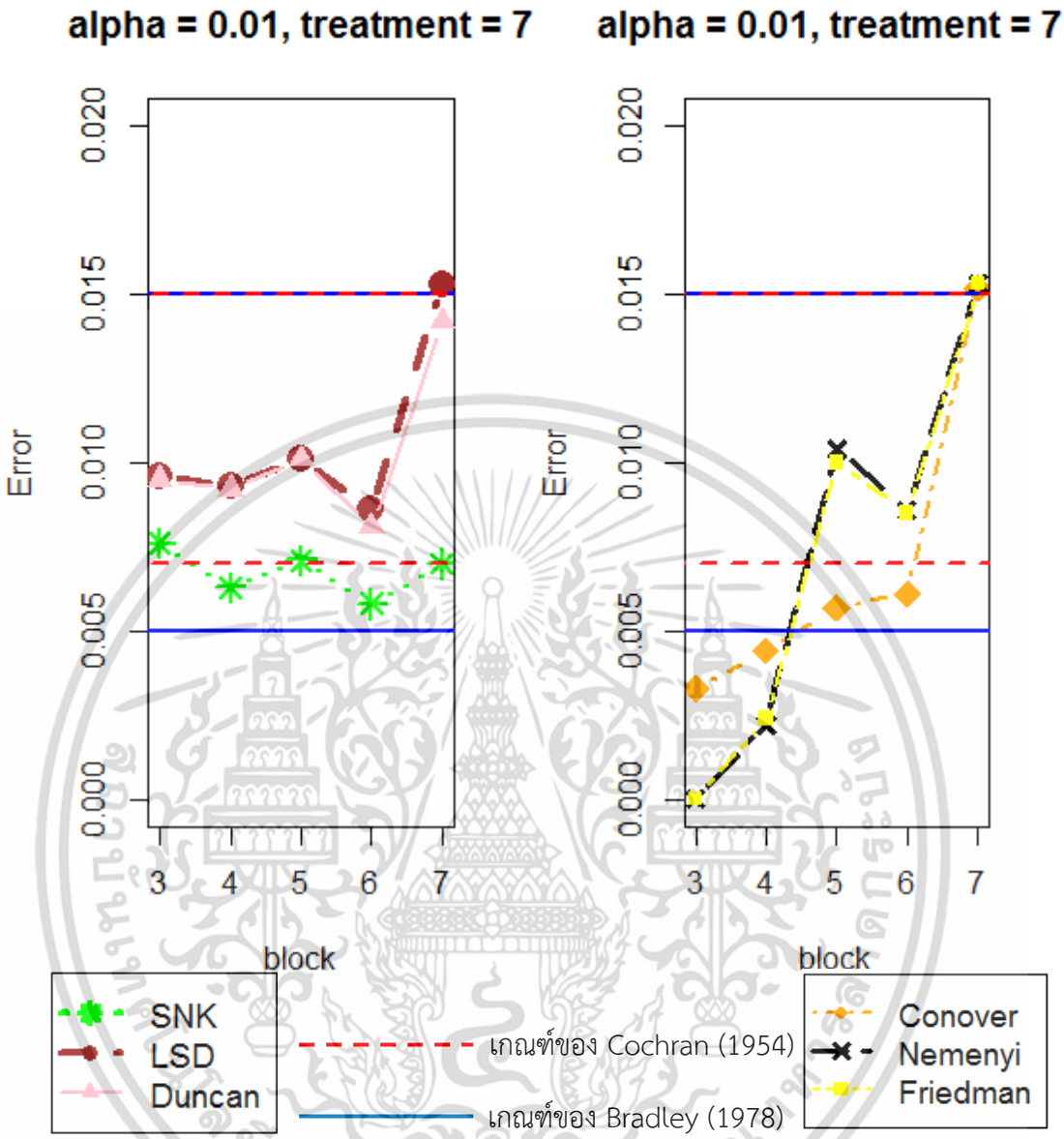
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.20 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.21 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 ตัวสถิติทดสอบ LSD ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.22 – 4.24

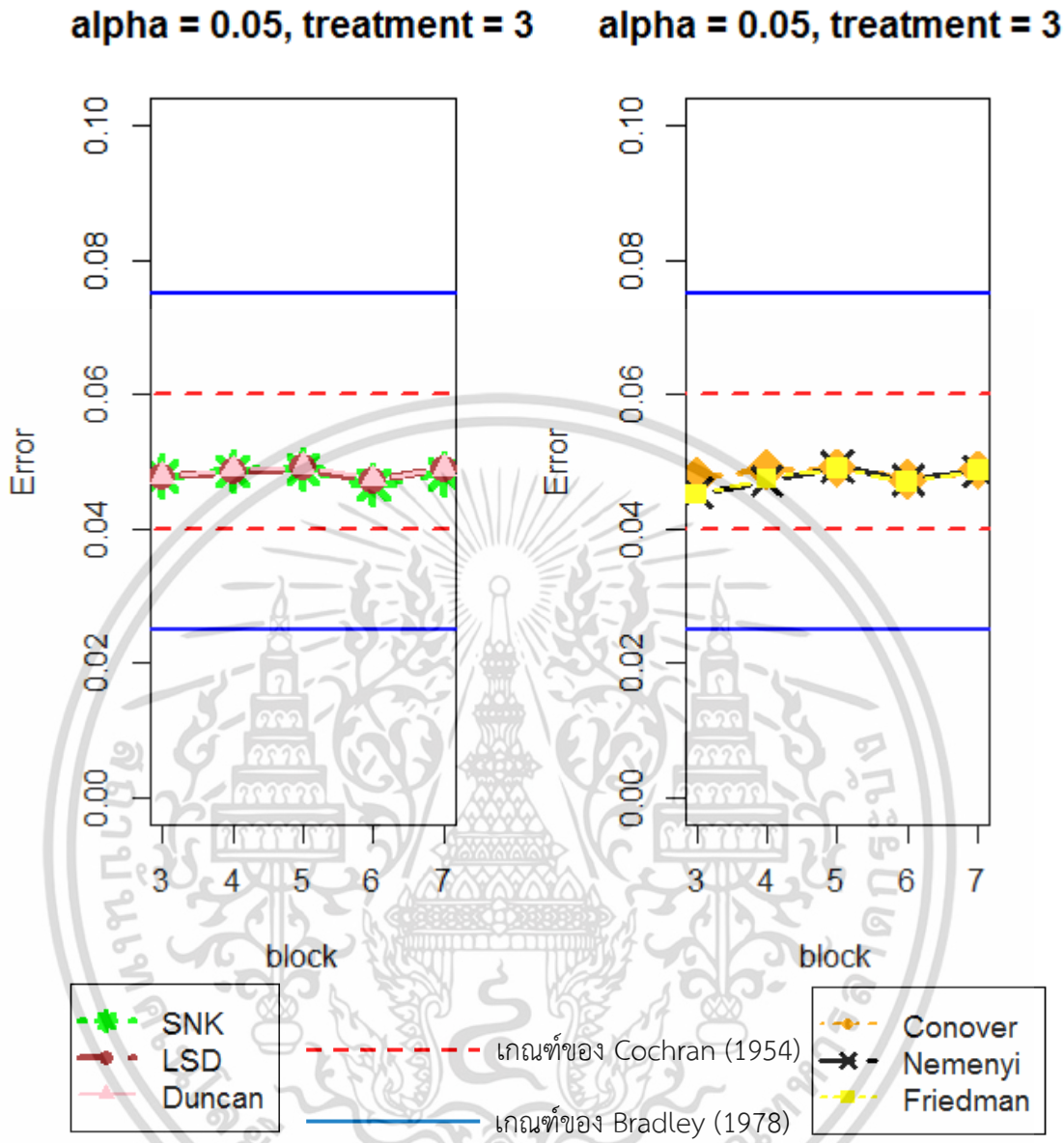
ตารางที่ 4.8 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนบล็อก	สถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0478 BC	0.0454 BC	0.0401 BC
	2. LSD	0.0476 BC	0.0502 BC	0.0490 BC
	3. Duncan	0.0477 BC	0.0501 BC	0.0490 BC
	4. Conover	0.0477 BC	0.0262 B	0.0189
	5. Nemenyi	0.0453 BC	0.0143	0.0214
	6. Friedman	0.0451 BC	0.0145	0.0214
4	1. SNK	0.0486 BC	0.0474 BC	0.0400 BC
	2. LSD	0.0485 BC	0.0537 BC	0.0502 BC
	3. Duncan	0.0488 BC	0.0536 BC	0.0504 BC
	4. Conover	0.0488 BC	0.0394 B	0.0183
	5. Nemenyi	0.0471 BC	0.0517 BC	0.0496 BC
	6. Friedman	0.0474 BC	0.0515 BC	0.0498 BC
5	1. SNK	0.0489 BC	0.0453 BC	0.0356 B
	2. LSD	0.0490 BC	0.0509 BC	0.0486 BC
	3. Duncan	0.0493 BC	0.0509 BC	0.0487 BC
	4. Conover	0.0490 BC	0.0506 BC	0.0310 B
	5. Nemenyi	0.0492 BC	0.0509 BC	0.0487 BC
	6. Friedman	0.0490 BC	0.0507 BC	0.0486 BC
6	1. SNK	0.0466 BC	0.0451 BC	0.0411 BC
	2. LSD	0.0471 BC	0.0504 BC	0.0521 BC
	3. Duncan	0.0474 BC	0.0501 BC	0.0521 BC
	4. Conover	0.0474 BC	0.0501 BC	0.0400 BC
	5. Nemenyi	0.0472 BC	0.0503 BC	0.0521 BC
	6. Friedman	0.0470 BC	0.0504 BC	0.0524 BC
7	1. SNK	0.0481 BC	0.0430 BC	0.0444 BC
	2. LSD	0.0489 BC	0.0509 BC	0.0671 B
	3. Duncan	0.0489 BC	0.0506 BC	0.0670 B
	4. Conover	0.0487 BC	0.0506 BC	0.0673 B
	5. Nemenyi	0.0485 BC	0.0508 BC	0.0674 B
	6. Friedman	0.0487 BC	0.0505 BC	0.0673 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

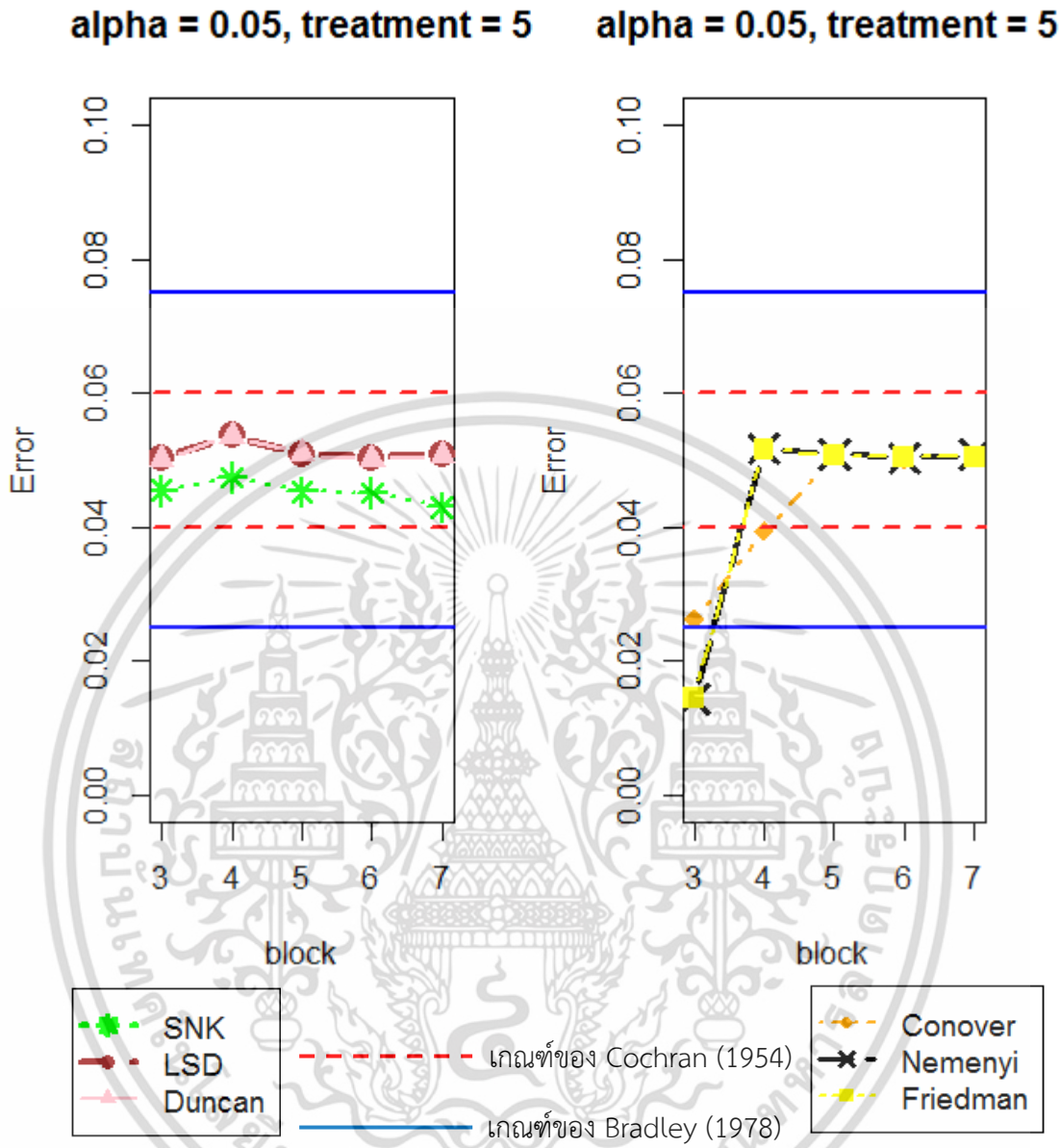
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.22 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman

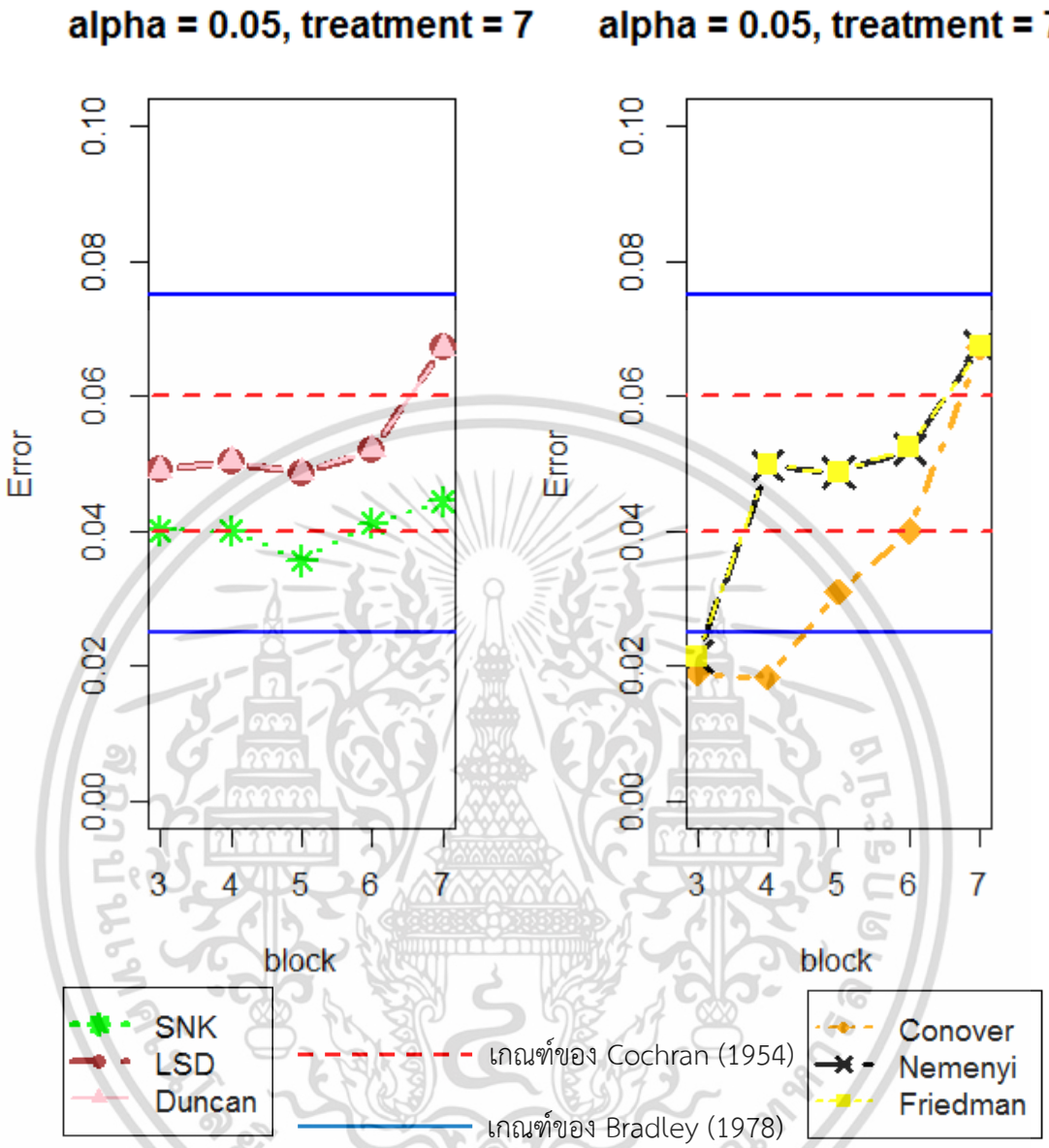
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.23 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan และ Conover แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.24 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.25 – 4.27

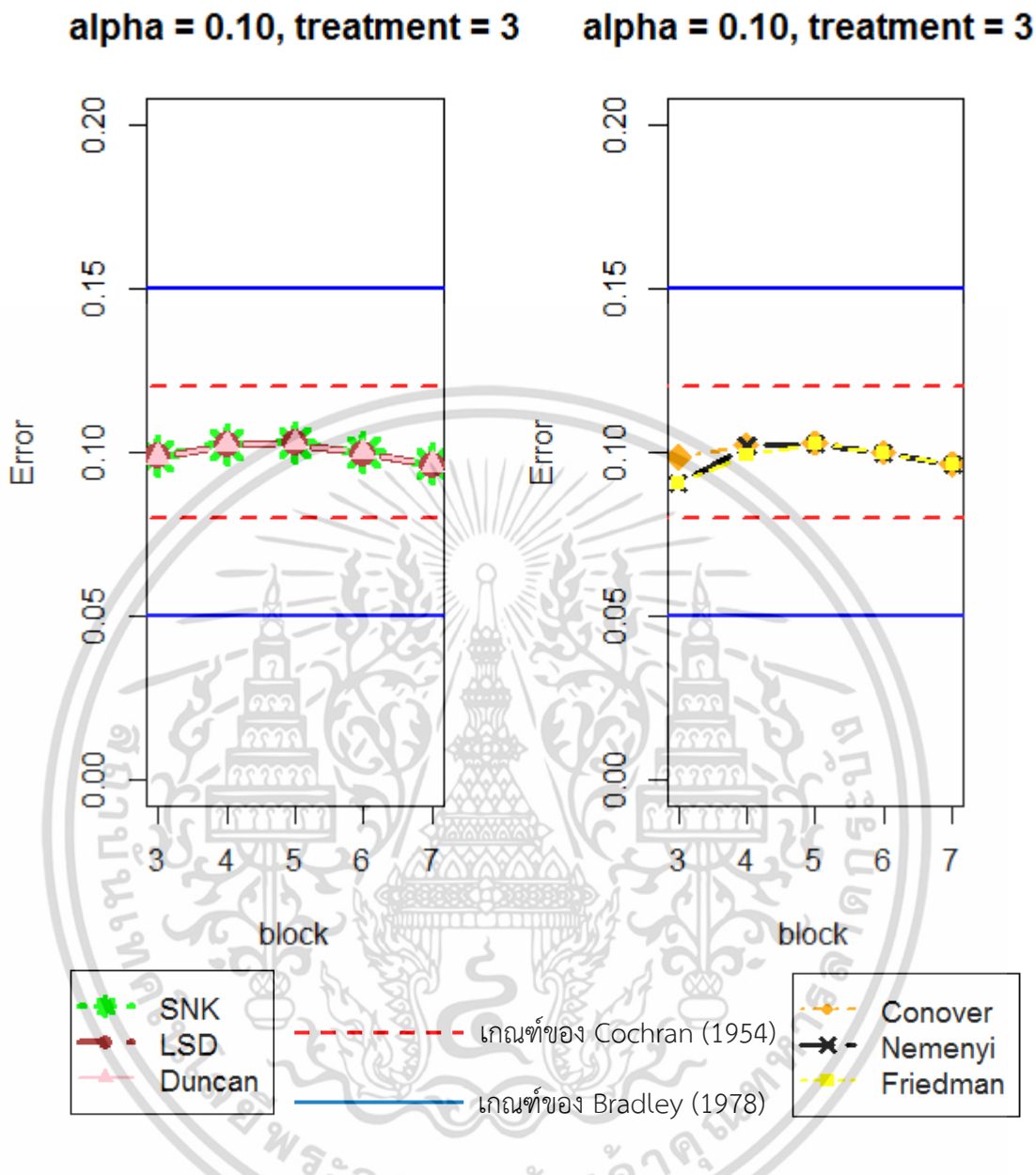
ตารางที่ 4.9 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จำนวนบล็อก	สถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0988 BC	0.0910 BC	0.0886 BC
	2. LSD	0.0986 BC	0.0966 BC	0.1019 BC
	3. Duncan	0.0985 BC	0.0965 BC	0.1018 BC
	4. Conover	0.0986 BC	0.0527 B	0.0386
	5. Nemenyi	0.0905 BC	0.0588 B	0.0739 B
	6. Friedman	0.0906 BC	0.0287	0.0468
4	1. SNK	0.1023 BC	0.0961 BC	0.0889 BC
	2. LSD	0.1023 BC	0.1023 BC	0.1043 BC
	3. Duncan	0.1021 BC	0.1023 BC	0.1041 BC
	4. Conover	0.1022 BC	0.0729 B	0.1044 BC
	5. Nemenyi	0.1020 BC	0.1022 BC	0.1043 BC
	6. Friedman	0.0991 BC	0.0996 BC	0.1023 BC
5	1. SNK	0.1029 BC	0.0897 BC	0.0841 BC
	2. LSD	0.1028 BC	0.0970 BC	0.1004 BC
	3. Duncan	0.1027 BC	0.0971 BC	0.1003 BC
	4. Conover	0.1028 BC	0.0970 BC	0.0626 BC
	5. Nemenyi	0.1026 BC	0.0970 BC	0.1004 BC
	6. Friedman	0.1025 BC	0.0972 BC	0.1002 BC
6	1. SNK	0.0999 BC	0.0910 BC	0.08189 BC
	2. LSD	0.0995 BC	0.1001 BC	0.0998 BC
	3. Duncan	0.0998 BC	0.1001 BC	0.0995 BC
	4. Conover	0.0998 BC	0.1004 BC	0.0779 B
	5. Nemenyi	0.0997 BC	0.1002 BC	0.0997 BC
	6. Friedman	0.0995 BC	0.1002 BC	0.0997 BC
7	1. SNK	0.0964 BC	0.0931 BC	0.0867 BC
	2. LSD	0.0961 BC	0.1017 BC	0.1153 BC
	3. Duncan	0.0960 BC	0.1017 BC	0.1154 BC
	4. Conover	0.0963 BC	0.1019 BC	0.1152 BC
	5. Nemenyi	0.0961 BC	0.1015 BC	0.1153 BC
	6. Friedman	0.0961 BC	0.1017 BC	0.1150 BC

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

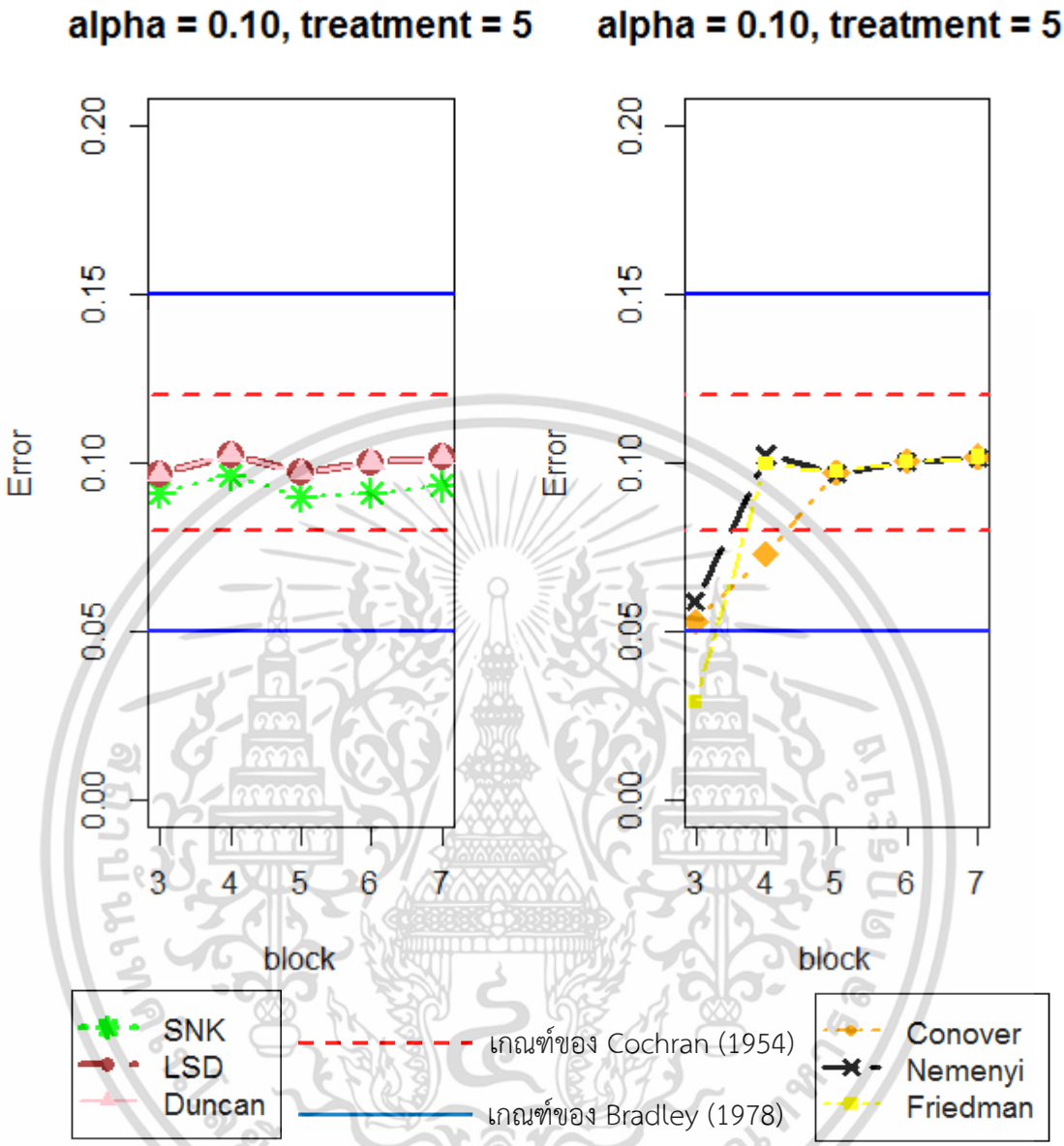
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.25 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedman

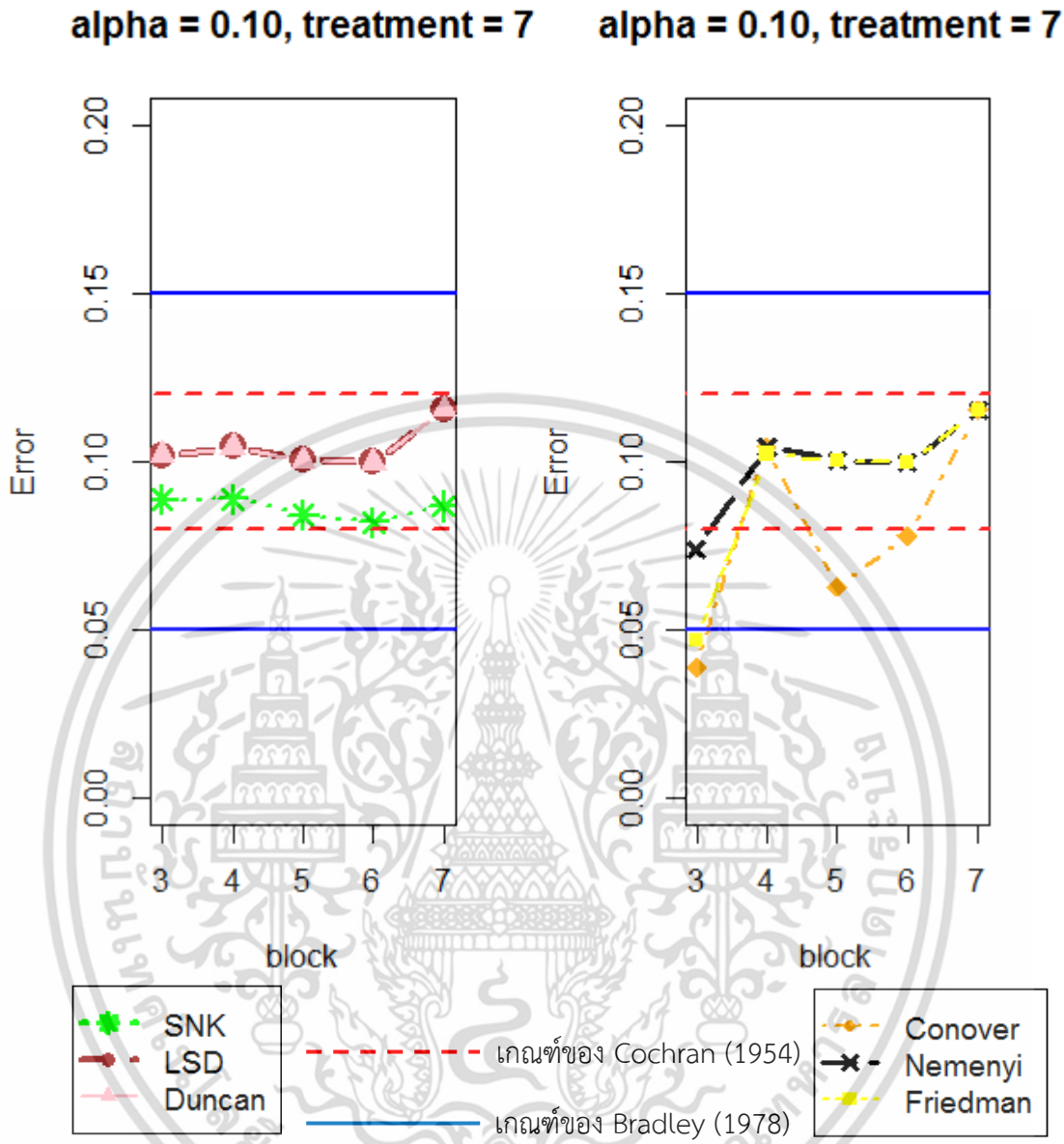
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.26 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover และ Nemenyi แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.27 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan และ Nemenyi แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Conover และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.28 – 4.30

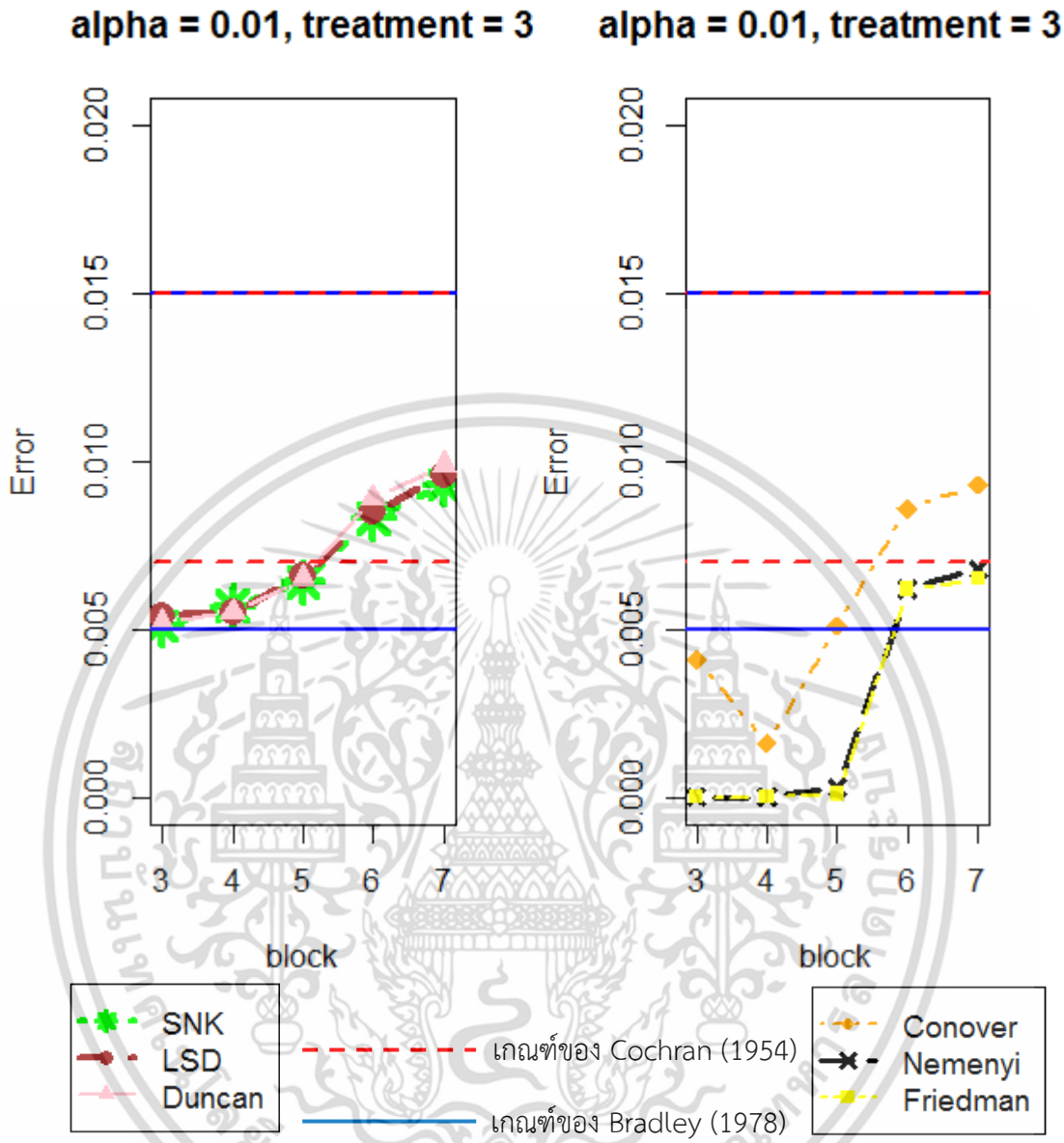
ตารางที่ 4.10 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนบล็อก	สถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0051 B	0.0042	0.0048
	2. LSD	0.0054 B	0.0047	0.0062 B
	3. Duncan	0.0052 B	0.0048	0.0064 B
	4. Conover	0.0041	0.0009	0.0013
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0000
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0000
4	1. SNK	0.0057 B	0.0054 B	0.0048
	2. LSD	0.0055 B	0.0067 B	0.0066 B
	3. Duncan	0.0055 B	0.0065 B	0.0065 B
	4. Conover	0.0016	0.0026	0.0032
	5. Nemenyi	0.0000	0.0000	0.0002
	6. Friedman	0.0000	0.0000	0.0004
5	1. SNK	0.0064 B	0.0067 B	0.0044
	2. LSD	0.0066 B	0.0089 BC	0.0060 B
	3. Duncan	0.0065 B	0.0087 BC	0.0060 B
	4. Conover	0.0051 B	0.0086 BC	0.0048
	5. Nemenyi	0.0003	0.0053 B	0.0016
	6. Friedman	0.0001	0.0054 B	0.0021
6	1. SNK	0.0083 BC	0.0062 B	0.0041
	2. LSD	0.0085 BC	0.0078 BC	0.0063 B
	3. Duncan	0.0089 BC	0.0075 BC	0.0063 B
	4. Conover	0.0086 BC	0.0077 BC	0.0061 B
	5. Nemenyi	0.0062 B	0.0052 B	0.0048
	6. Friedman	0.0062 B	0.0052 B	0.0045
7	1. SNK	0.0093 BC	0.0071 BC	0.0066 B
	2. LSD	0.0096 BC	0.0086 BC	0.014 BC
	3. Duncan	0.0099 BC	0.0088 BC	0.0144 BC
	4. Conover	0.0093 BC	0.0086 BC	0.0141 BC
	5. Nemenyi	0.0068 BC	0.0076 BC	0.0143 BC
	6. Friedman	0.0065 BC	0.0078 BC	0.0143 BC

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

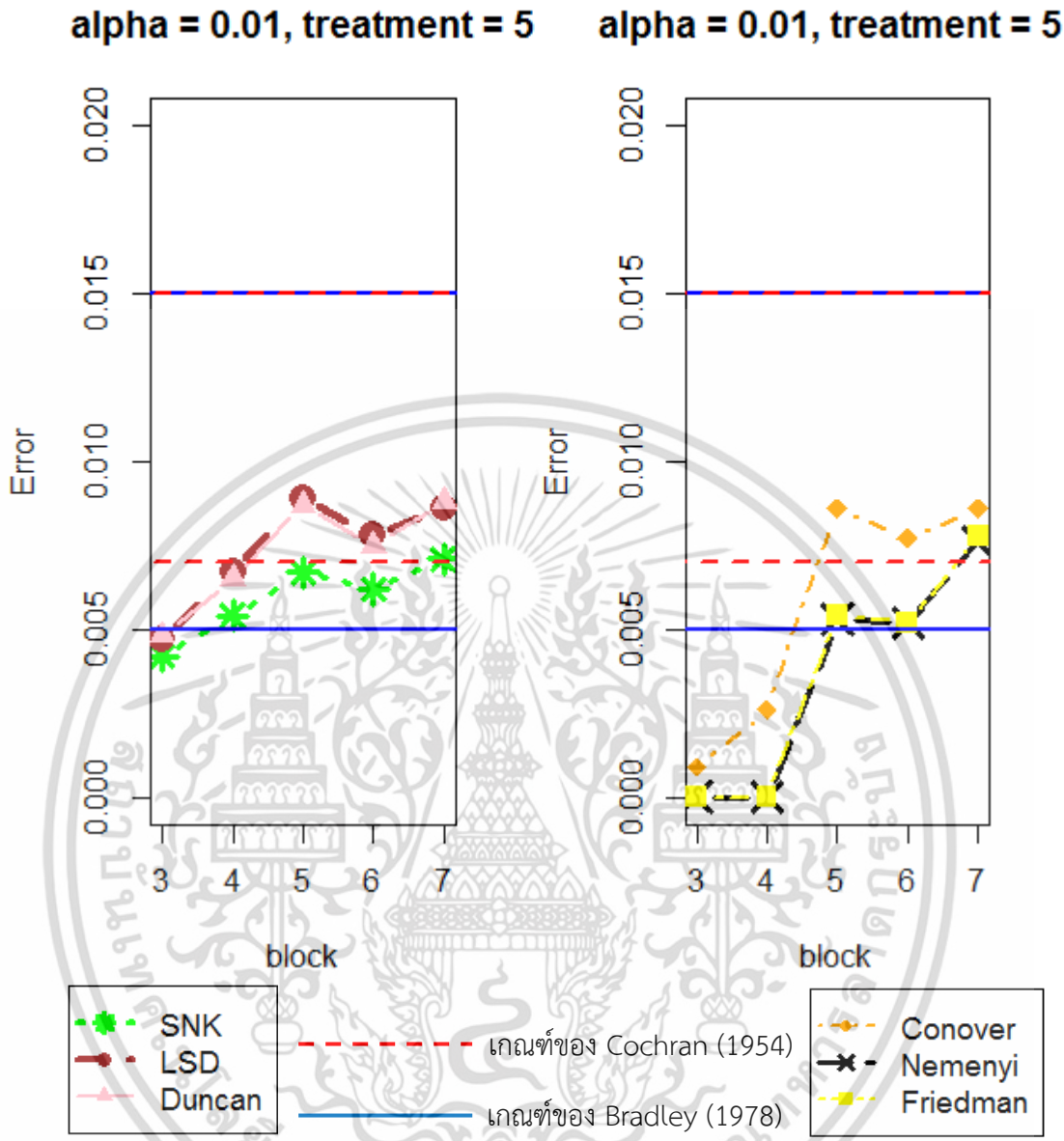
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.28 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

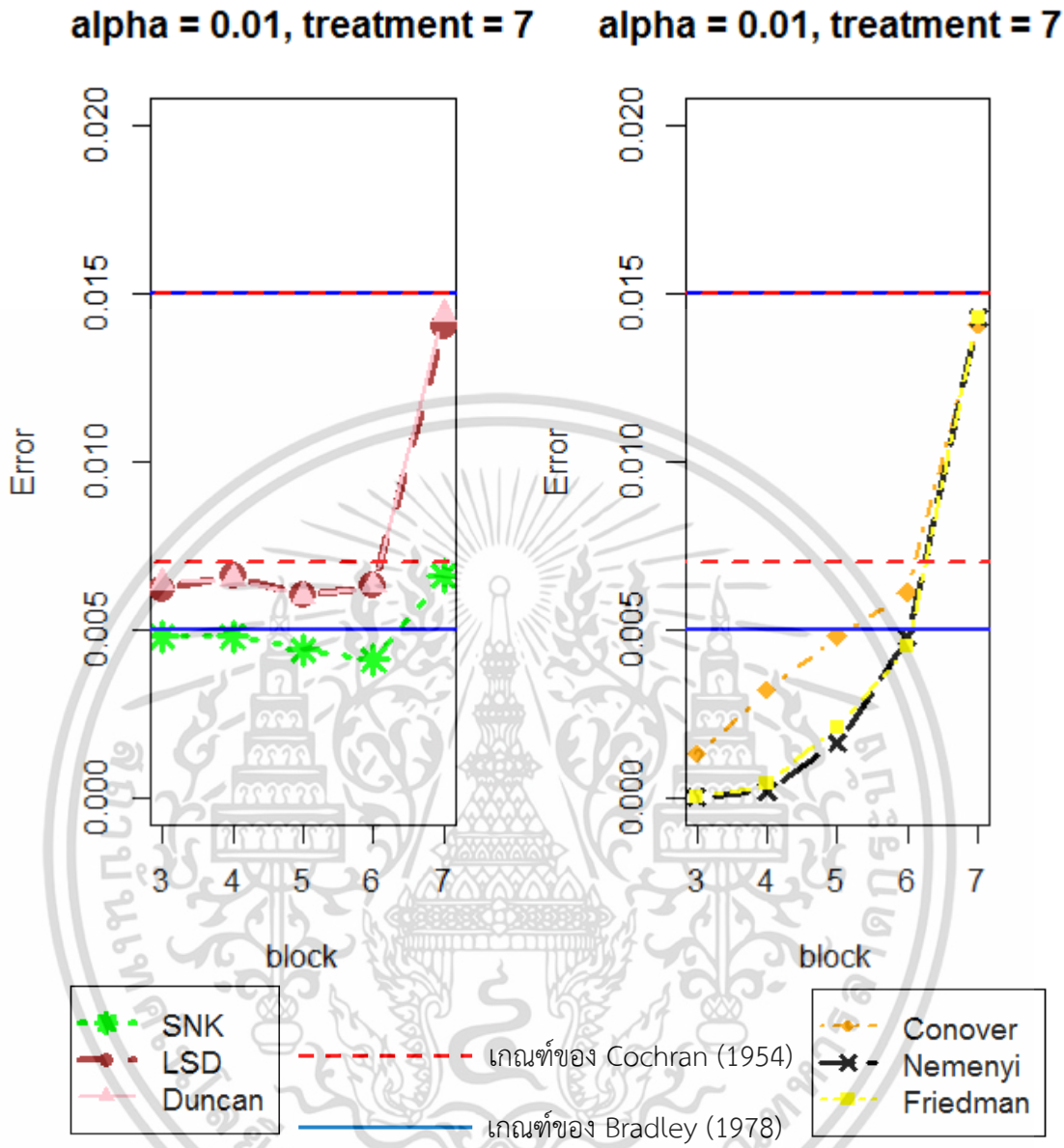
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.29 พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ แต่พบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi และ Friedmanและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.30 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ LSD และ Duncan ส่วนตัวสถิติทดสอบ SNK ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4 และ 5 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.31 – 4.33

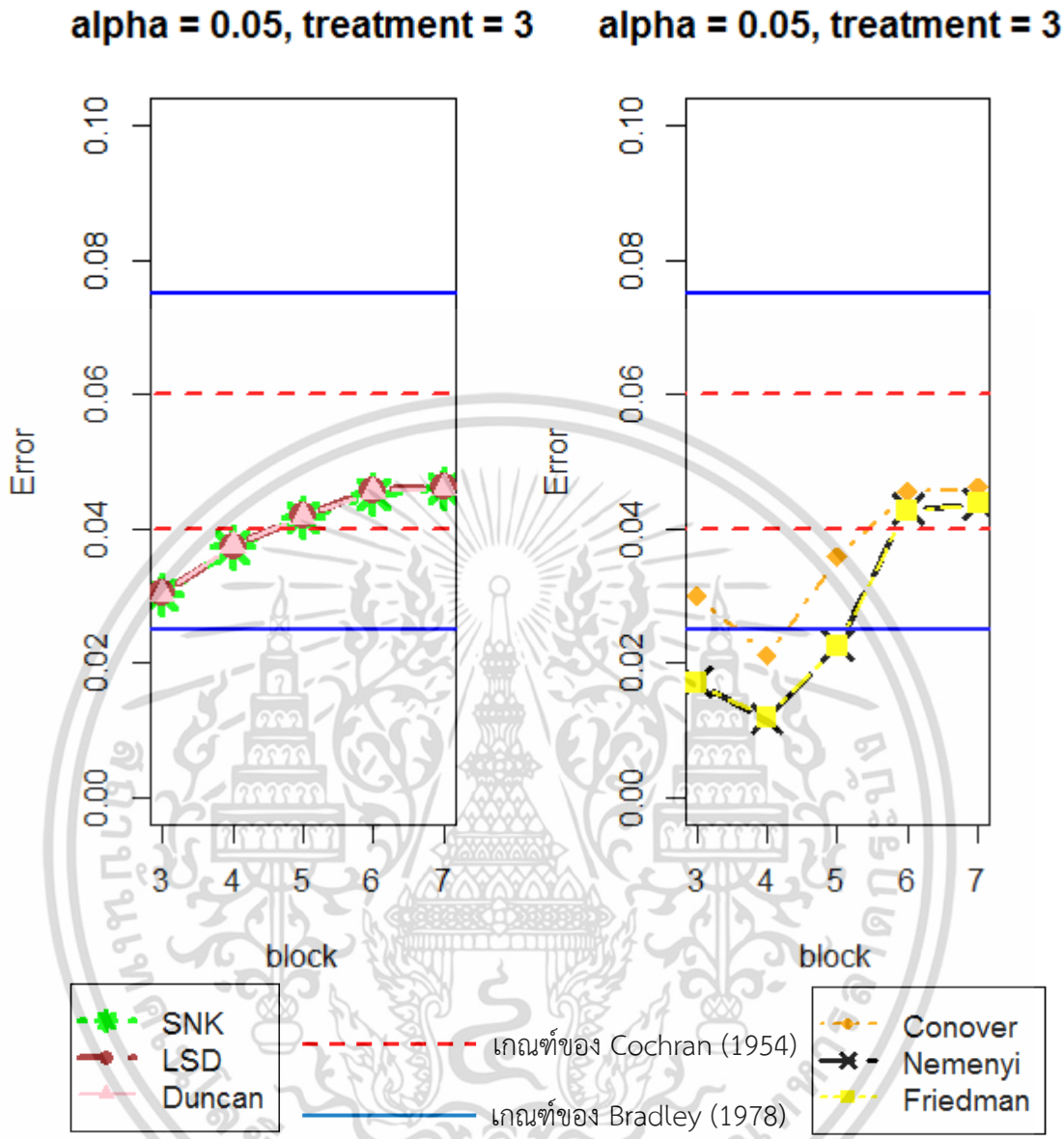
ตารางที่ 4.11 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0302 B	0.0324 B	0.0306 B
	2. LSD	0.0303 B	0.0352 B	0.0377 B
	3. Duncan	0.0303 B	0.0354 B	0.0379 B
	4. Conover	0.0300 B	0.0151	0.0192
	5. Nemenyi	0.0171	0.0022	0.0026
	6. Friedman	0.0171	0.0023	0.0027
4	1. SNK	0.0372 B	0.0401 BC	0.0346 B
	2. LSD	0.0374 B	0.0460 BC	0.0439 BC
	3. Duncan	0.0374 B	0.0460 BC	0.0439 BC
	4. Conover	0.0211	0.0361 B	0.0380 B
	5. Nemenyi	0.0117	0.0123	0.0119
	6. Friedman	0.0119	0.0120	0.0116
5	1. SNK	0.0417 BC	0.0383 B	0.0321 B
	2. LSD	0.0418 BC	0.0424 BC	0.0404 BC
	3. Duncan	0.0417 BC	0.0421 BC	0.0400 BC
	4. Conover	0.0358 B	0.0423 BC	0.0397 B
	5. Nemenyi	0.0226	0.0398 B	0.0278 B
	6. Friedman	0.0225	0.0396 B	0.0292 B
6	1. SNK	0.0451 BC	0.0419 BC	0.0312 B
	2. LSD	0.0457 BC	0.0469 BC	0.0429 BC
	3. Duncan	0.0455 BC	0.0469 BC	0.0427 BC
	4. Conover	0.0455 BC	0.0466 BC	0.0427 BC
	5. Nemenyi	0.0429 BC	0.0449 BC	0.0411 BC
	6. Friedman	0.0426 BC	0.0445 BC	0.0414 BC
7	1. SNK	0.0460 BC	0.0378 B	0.0424 BC
	2. LSD	0.0462 BC	0.0431 BC	0.0647 BC
	3. Duncan	0.0461 BC	0.0433 BC	0.0649 BC
	4. Conover	0.0461 BC	0.0434 BC	0.0648 BC
	5. Nemenyi	0.0437 BC	0.0428 BC	0.0645 BC
	6. Friedman	0.0438 BC	0.0429 BC	0.0646 BC

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

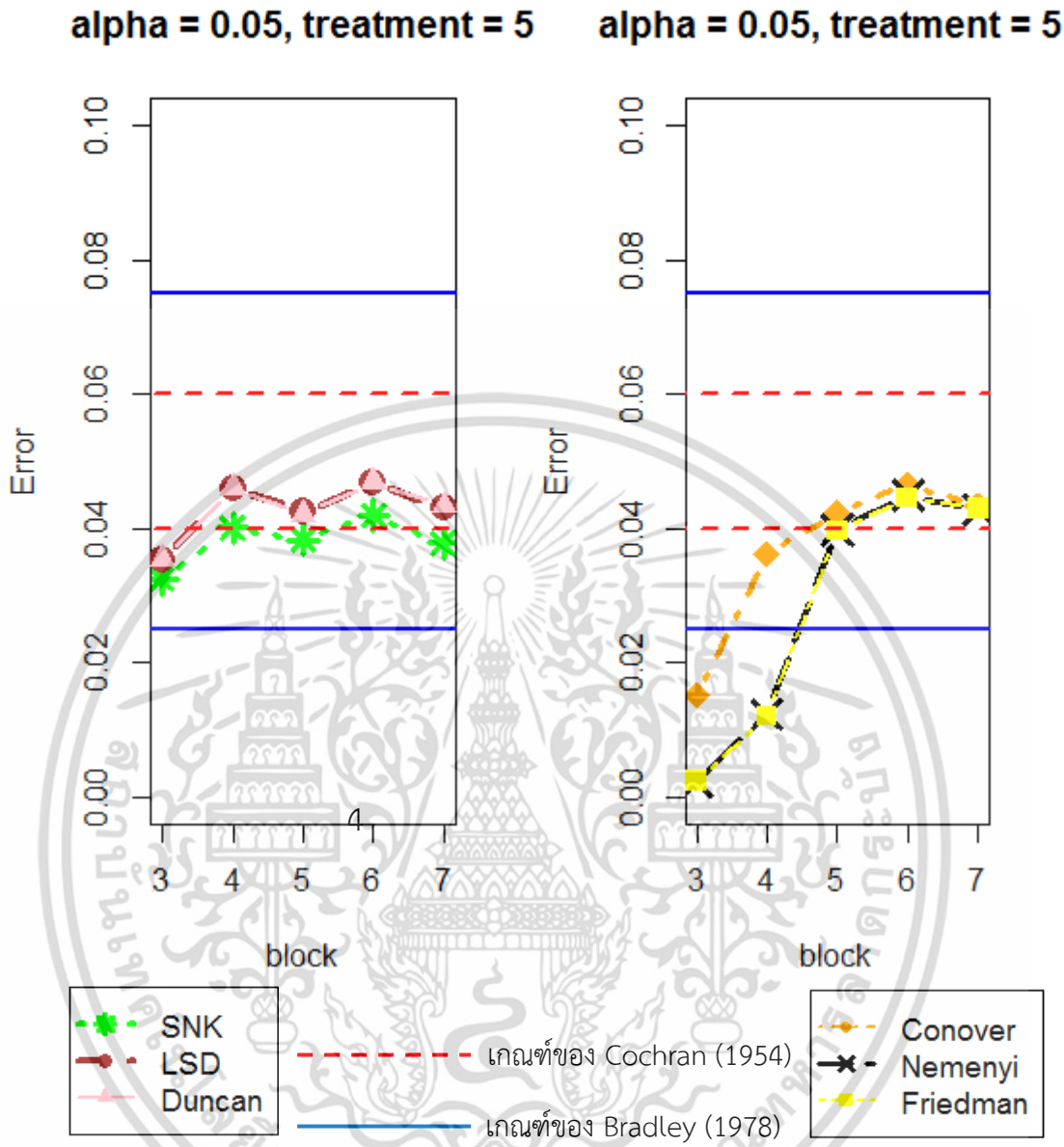
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.31 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 5 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

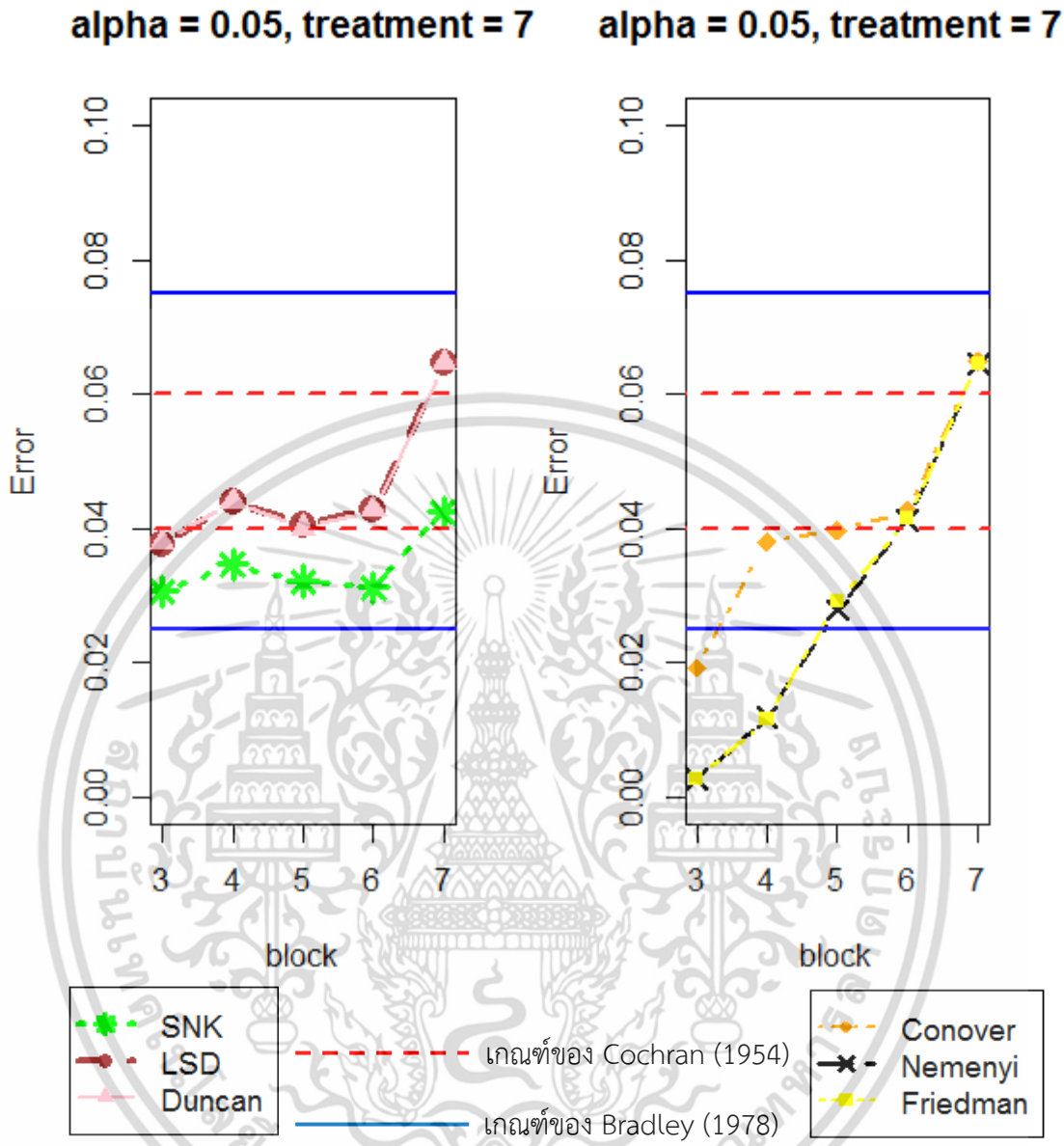
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.32 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman และจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.33 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman และจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Cochran (1954) และ Bradley (1978) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.34 – 4.36

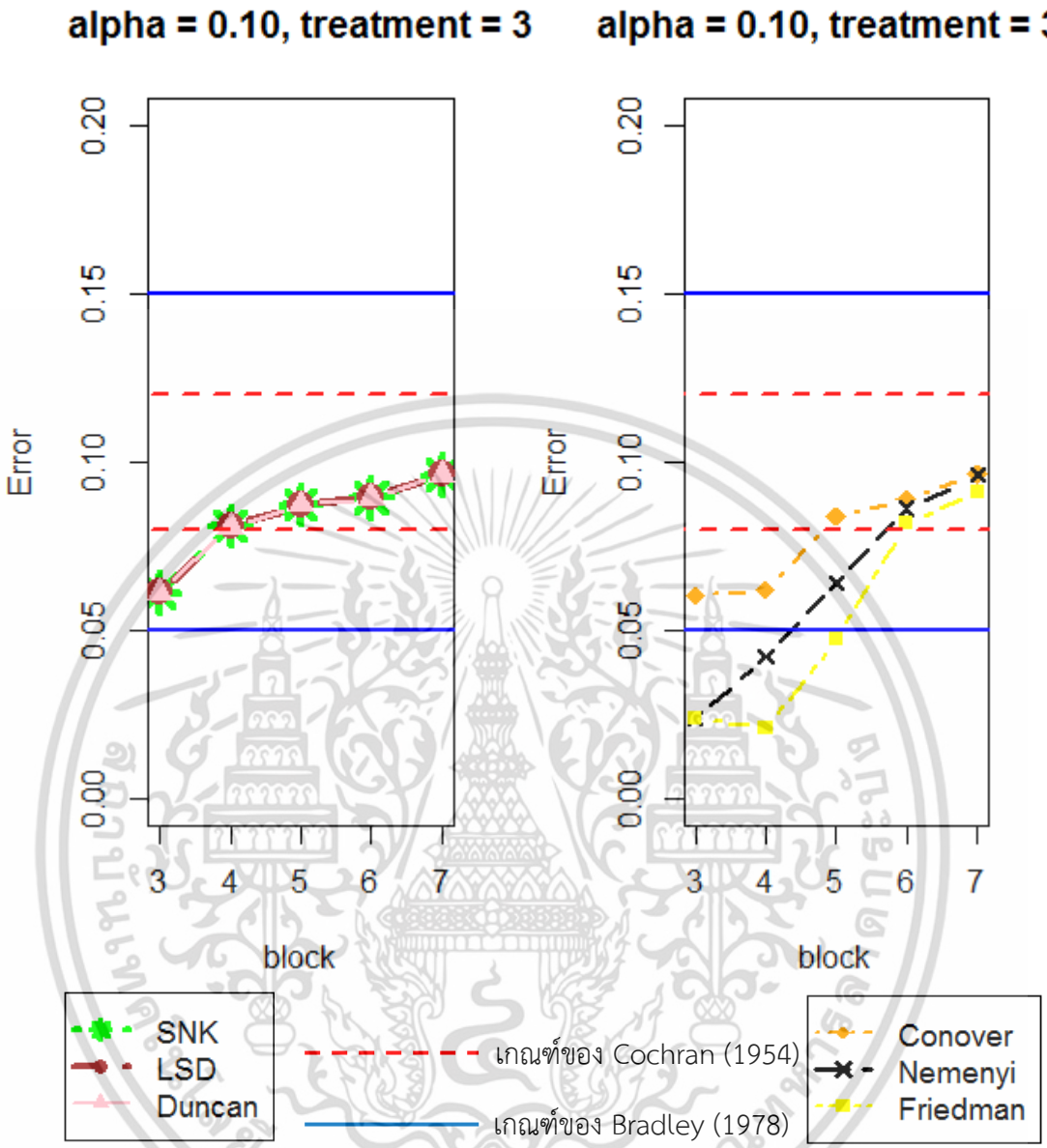
ตารางที่ 4.12 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1. SNK	0.0610 B	0.0704 B	0.0664 B
	2. LSD	0.0613 B	0.0743 B	0.0776 B
	3. Duncan	0.0611 B	0.0742 B	0.0775 B
	4. Conover	0.0602 B	0.0392	0.0498
	5. Nemenyi	0.0239	0.0128	0.0149
	6. Friedman	0.0238	0.0047	0.0060 B
4	1. SNK	0.0809 BC	0.0808 BC	0.0763 B
	2. LSD	0.0809 BC	0.0893 BC	0.0926 BC
	3. Duncan	0.0806 BC	0.0893 BC	0.0926 BC
	4. Conover	0.0620 B	0.0783 B	0.0864 BC
	5. Nemenyi	0.0423	0.0558 B	0.0524 B
	6. Friedman	0.0206	0.0230	0.0217
5	1. SNK	0.0872 BC	0.0881 BC	0.0764 B
	2. LSD	0.0873 BC	0.0964 BC	0.0919 BC
	3. Duncan	0.0872 BC	0.0962 BC	0.0919 BC
	4. Conover	0.0838 BC	0.0963 BC	0.0918 BC
	5. Nemenyi	0.0641 B	0.0924 BC	0.0820 BC
	6. Friedman	0.0473	0.0881 BC	0.0712 BC
6	1. SNK	0.0894 BC	0.0849 BC	0.0792 B
	2. LSD	0.0894 BC	0.0929 BC	0.0966 BC
	3. Duncan	0.0891 BC	0.0925 BC	0.0968 BC
	4. Conover	0.0890 BC	0.0928 BC	0.0968 BC
	5. Nemenyi	0.0861 BC	0.0916 BC	0.054 B
	6. Friedman	0.0816 BC	0.0893 BC	0.0928 BC
7	1. SNK	0.0962 BC	0.0864 BC	0.0859 BC
	2. LSD	0.0964 BC	0.0974 BC	0.1128 BC
	3. Duncan	0.0963 BC	0.0971 BC	0.1127 BC
	4. Conover	0.0963 BC	0.0975 BC	0.1127 BC
	5. Nemenyi	0.0961 BC	0.0972 BC	0.1129 BC
	6. Friedman	0.0911 BC	0.0964 BC	0.1126 BC

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ของ Bradley

BC หมายถึง ผ่านทั้งเกณฑ์ของ Bradley และเกณฑ์ของ Cochran

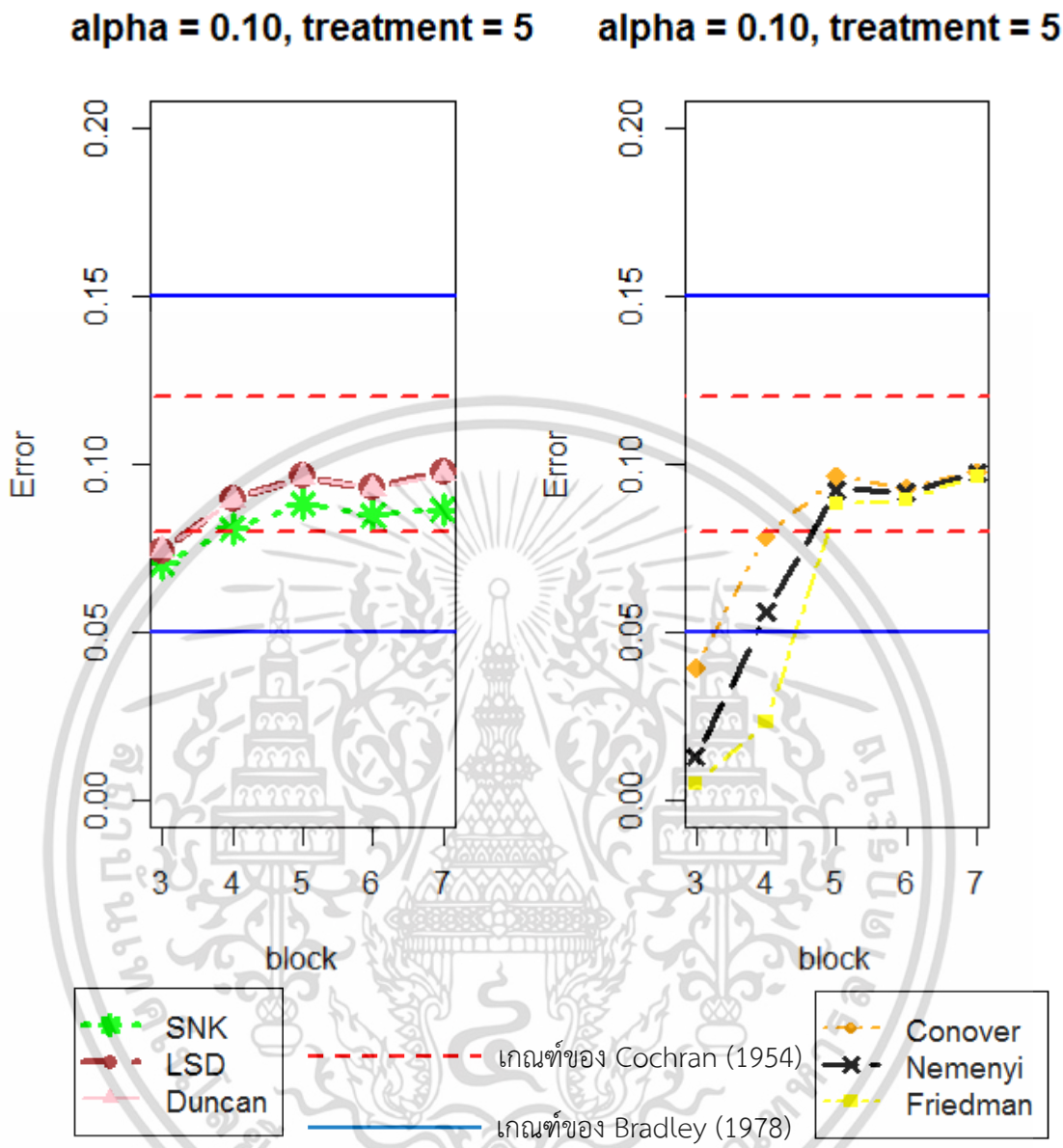
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.34 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman และจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

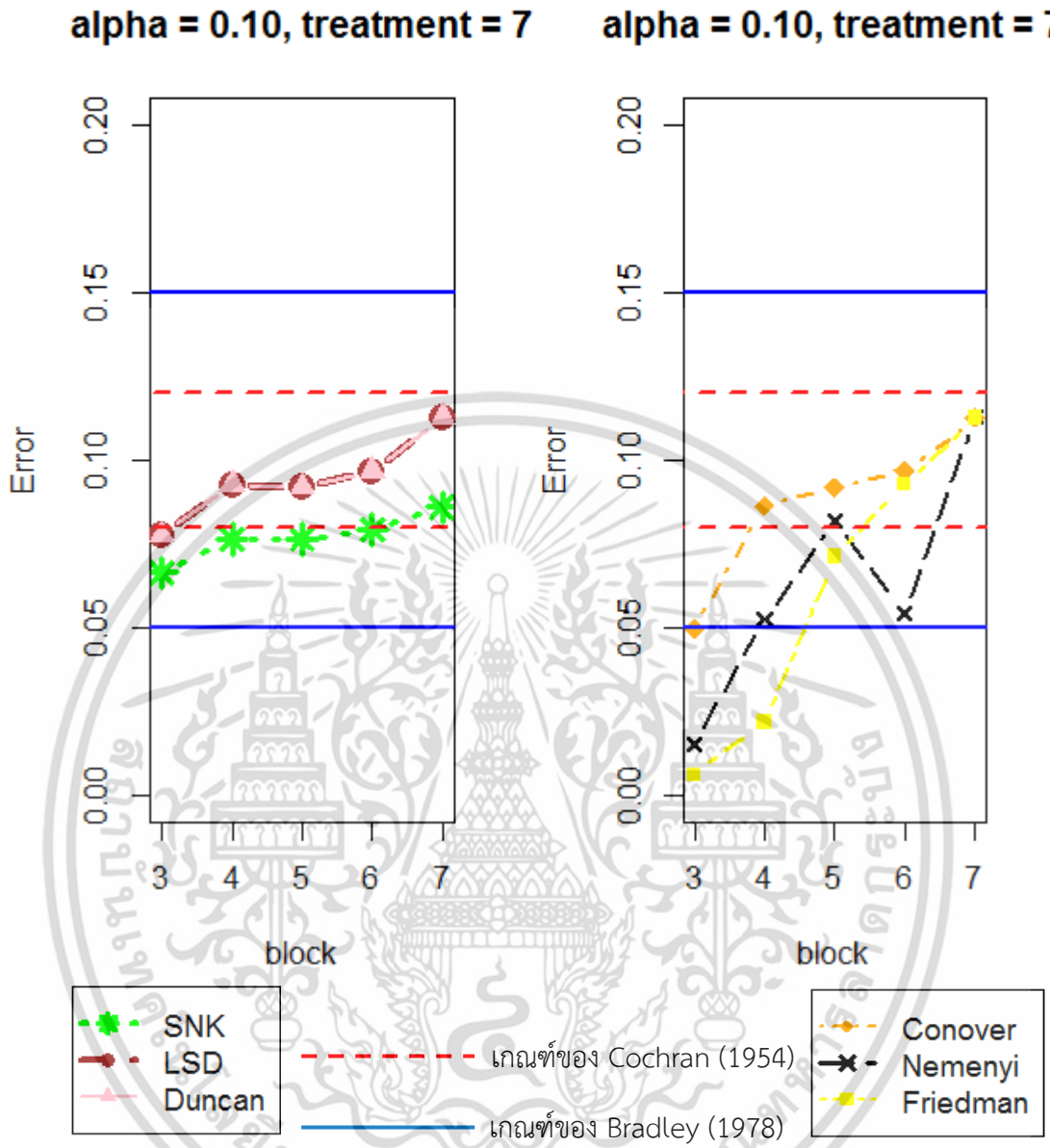
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.35 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman และจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.36 พบว่าตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan แต่เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman และจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Friedman ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

ในการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของข้อมูล ซึ่งตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยีตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมนเป็นการเปรียบเทียบโดยที่พิจารณาเฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น โดยในการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบในงานวิจัยนี้สามารถหาได้จากประชากรที่มีการแจกแจง 3 ลักษณะดังนี้

1. การแจกแจงแกมมา มี 2 สถานการณ์ที่นำมาทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ คือ
   1.1 สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน
   1.2 สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

ส่วนสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ดังนั้นจึงไม่นำมาทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

2. การแจกแจงไคกำลังสอง มี 1 สถานการณ์ที่นำมาทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ คือ
   2.1 สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

ส่วนสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ดังนั้นจึงไม่นำมาทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

3. การแจกแจงเลขชี้กำลัง มี 1 สถานการณ์ที่นำมาทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ คือ
   3.1 สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

ส่วนสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ดังนั้นจึงไม่นำมาทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา

4.2.1.1 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

1) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.37 – 4.39

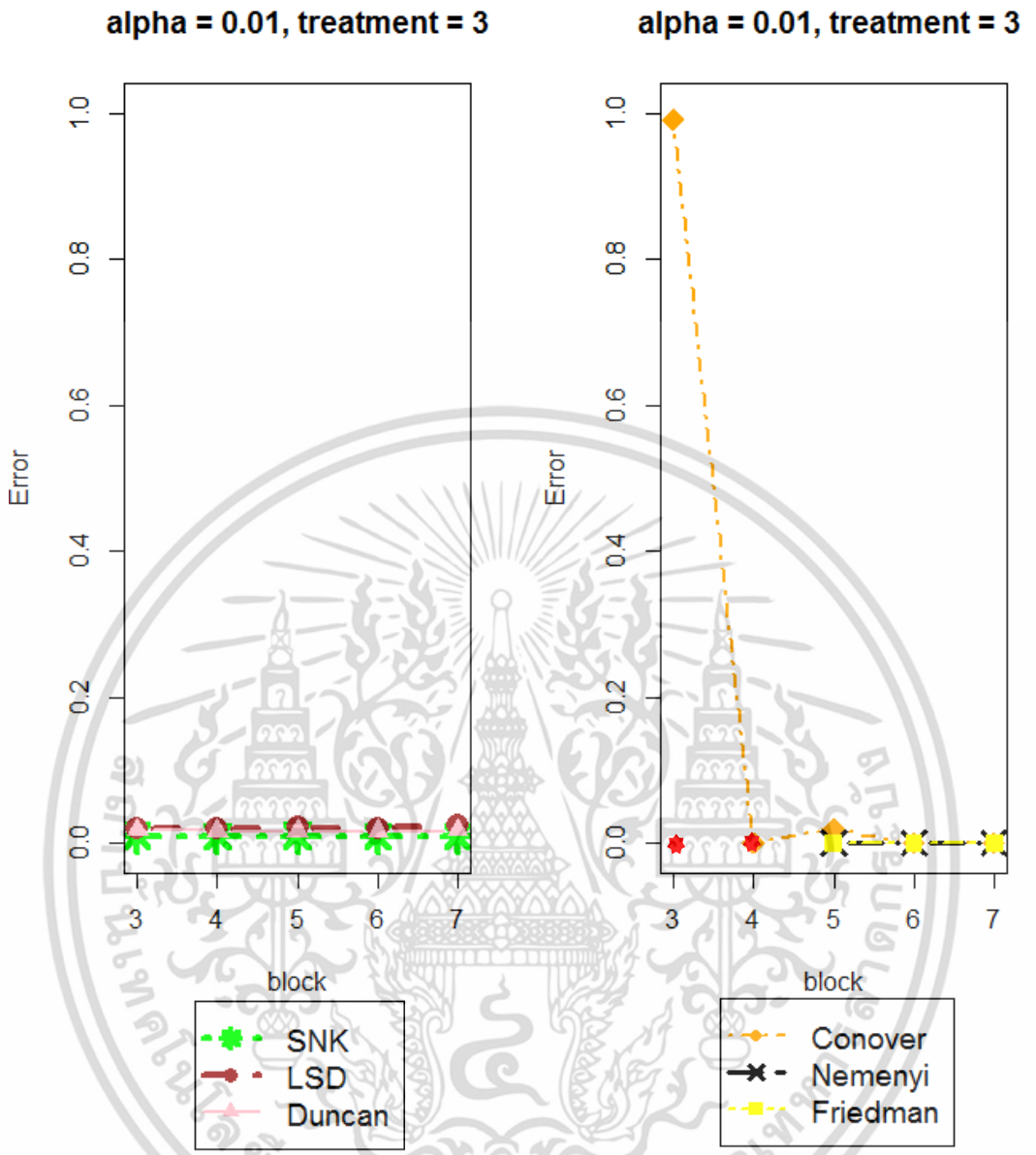
ตารางที่ 4.13ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1.SNK	0.0100	0.0121	0.1156*
	2.LSD	0.0202	0.0586*	0.1040
	3. Duncan	0.0180	0.0406	0.0568
	4.Conover	0.9909*	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
4	1.SNK	0.0093	0.0080	0.0109
	2.LSD	0.0199*	0.0567	0.1029*
	3. Duncan	0.0169	0.0343	0.0544
	4.Conover	0.0010	0.8149*	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
5	1.SNK	0.0102	0.0083	0.0083
	2.LSD	0.0216*	0.0641	0.1120
	3. Duncan	0.0171	0.0360	0.0566
	4.Conover	0.0200	1.0000*	0.9999*
	5.Nemenyi	0.0000	0.9969	0.1624
	6.Friedman	0.0000	0.9967	0.1624
6	1.SNK	0.0089	0.0076	0.0114
	2.LSD	0.0210*	0.0641	0.1217
	3. Duncan	0.0164	0.0358	0.0594
	4.Conover	0.0000	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.0000	0.2090	0.7273
	6.Friedman	0.0000	0.2090	0.7273
7	1.SNK	0.0089	0.0109	0.0102
	2.LSD	0.0236*	0.0694	-
	3. Duncan	0.0178	0.0389	0.0588*
	4.Conover	0.0000	1.0000*	-
	5.Nemenyi	0.0000	0.9839	-
	6.Friedman	0.0000	0.9839	-

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

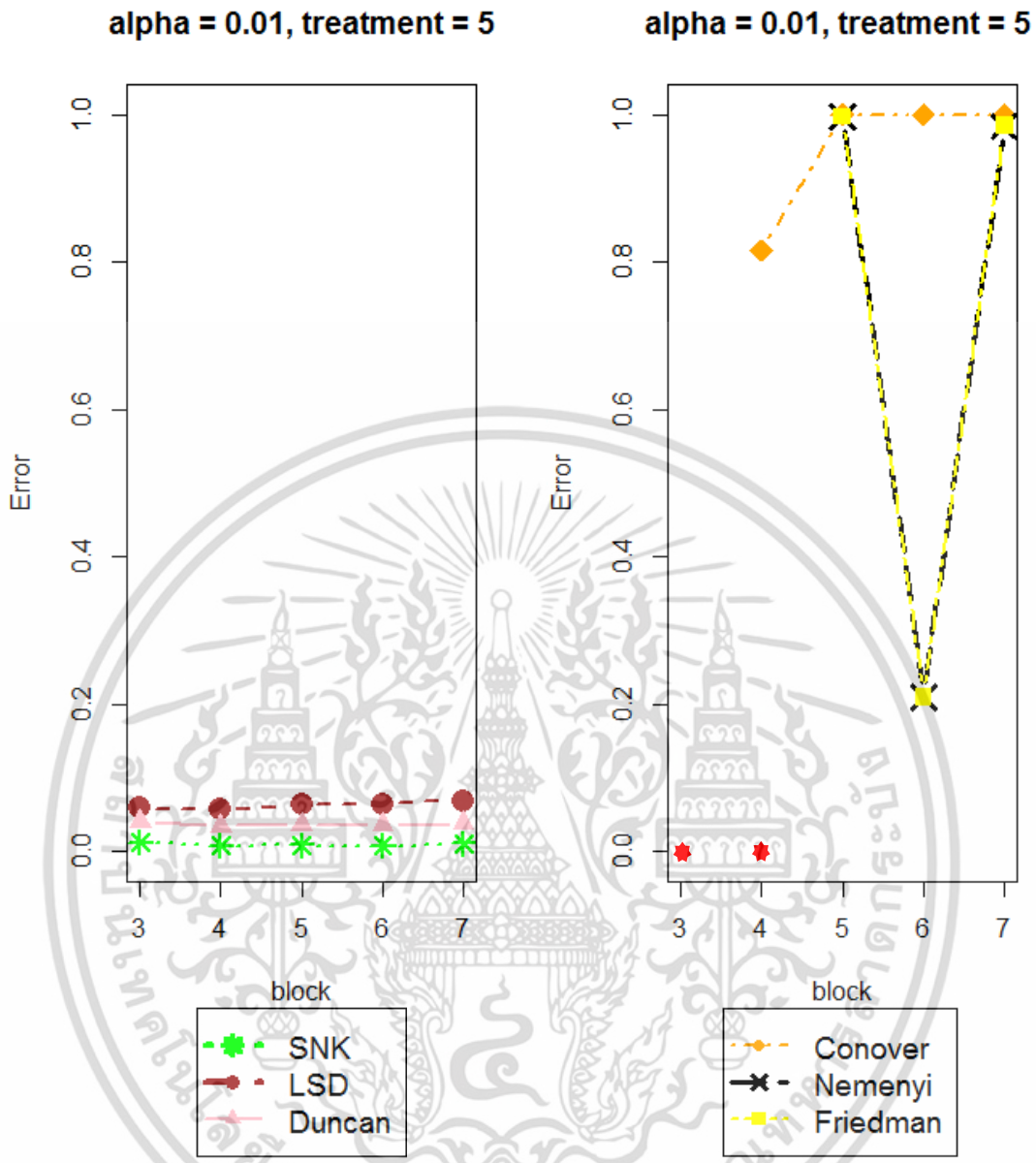


หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.37 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.37 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

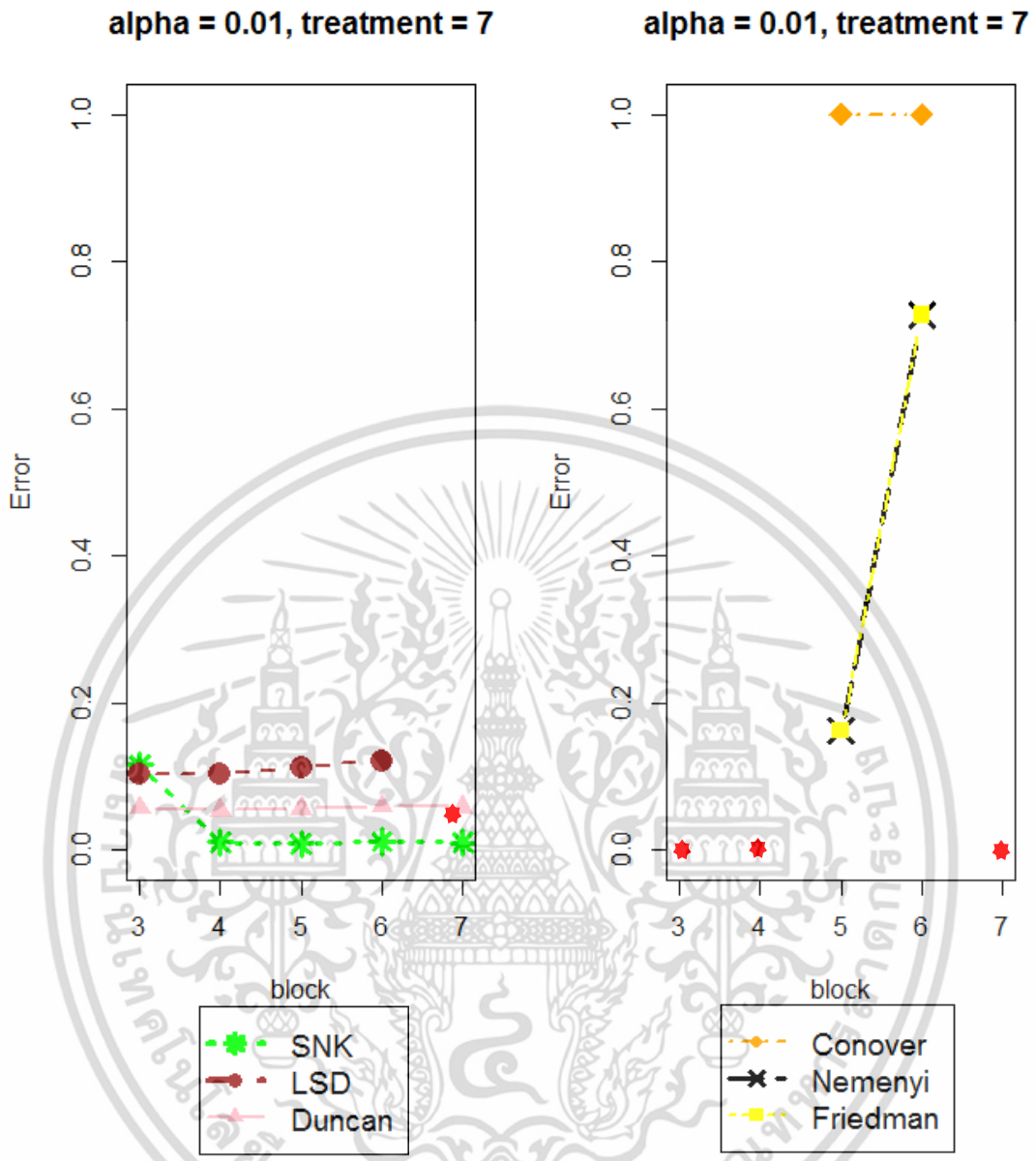


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.38 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.38 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 และ 6 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.39 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.39 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด แล้วเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 และ 6 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 ตัวสถิติทดสอบ Duncan มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.40 – 4.42

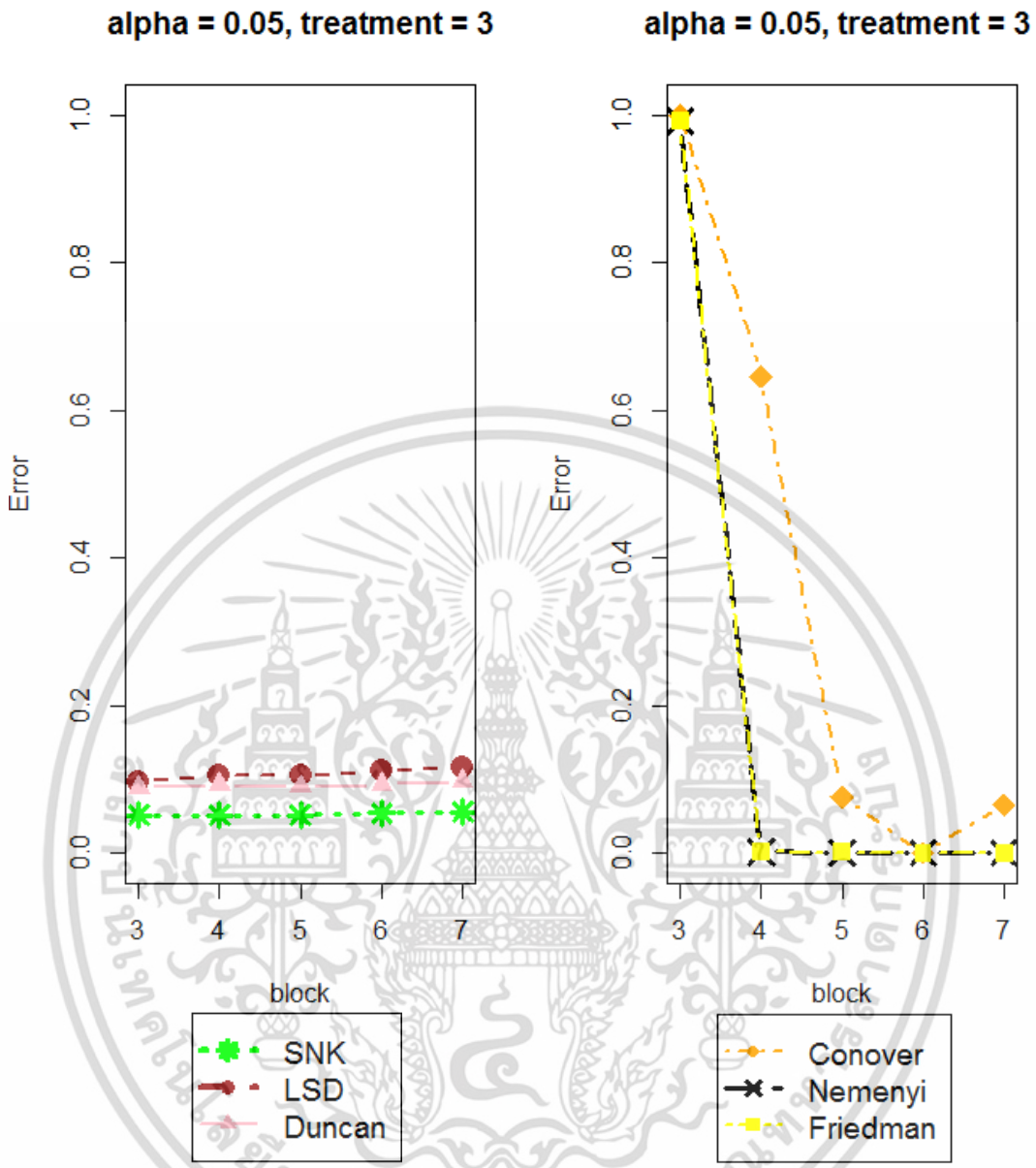
ตารางที่ 4.14ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1.SNK	0.0517	0.0524	0.0509
	2.LSD	0.0961	0.2332	0.3649*
	3. Duncan	0.0892	0.1834	0.2586
	4.Conover	1.0000*	0.8901*	-
	5.Nemenyi	0.9909	-	-
	6.Friedman	0.9909	-	-
4	1.SNK	0.0513	0.0504	0.0533
	2.LSD	0.1056	0.2442	0.3861
	3. Duncan	0.0926	0.1739	0.2580
	4.Conover	0.6458*	0.9853*	-
	5.Nemenyi	0.0018	0.3807	0.7812
	6.Friedman	0.0018	0.3807	0.7816*
5	1.SNK	0.0516	0.0523	0.0503
	2.LSD	0.1046*	0.2577	0.3948
	3. Duncan	0.0903	0.1804	0.2562
	4.Conover	0.0760	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.0012	1.0000*	0.9163
	6.Friedman	0.0012	1.0000*	0.9170
6	1.SNK	0.0544	0.0507	0.0543
	2.LSD	0.1113*	0.2634	0.4143
	3. Duncan	0.0931	0.1803	0.2702
	4.Conover	0.0004	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.0000	1.0000*	0.9982
	6.Friedman	0.0000	1.0000*	0.9982
7	1.SNK	0.0556	0.0547	0.0536
	2.LSD	0.1166*	0.2734	0.4234
	3. Duncan	0.0970	0.1817	0.2722
	4.Conover	0.0654	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.0000	1.0000*	1.0000*
	6.Friedman	0.0000	1.0000*	1.0000*

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

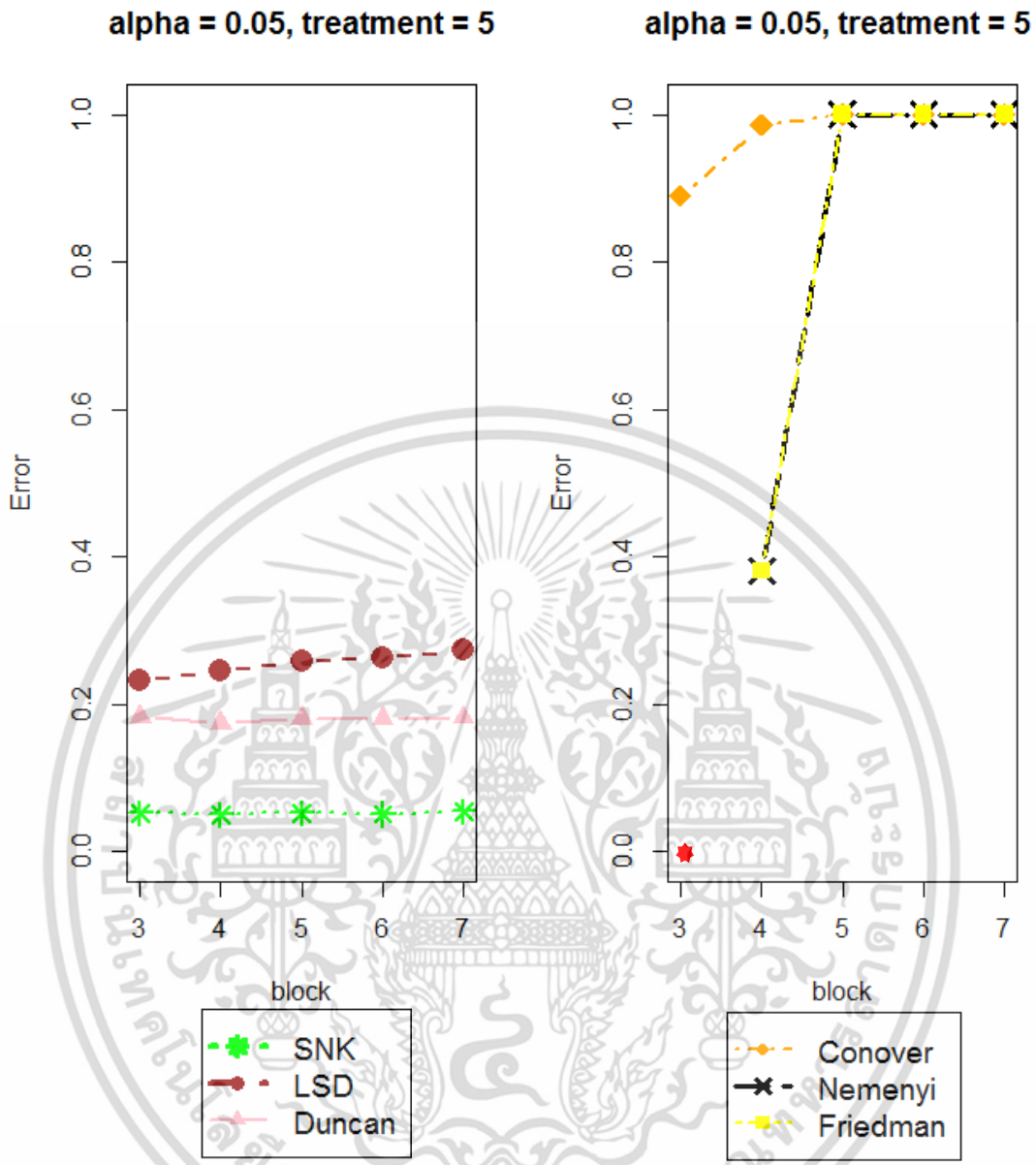


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.40 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.40 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

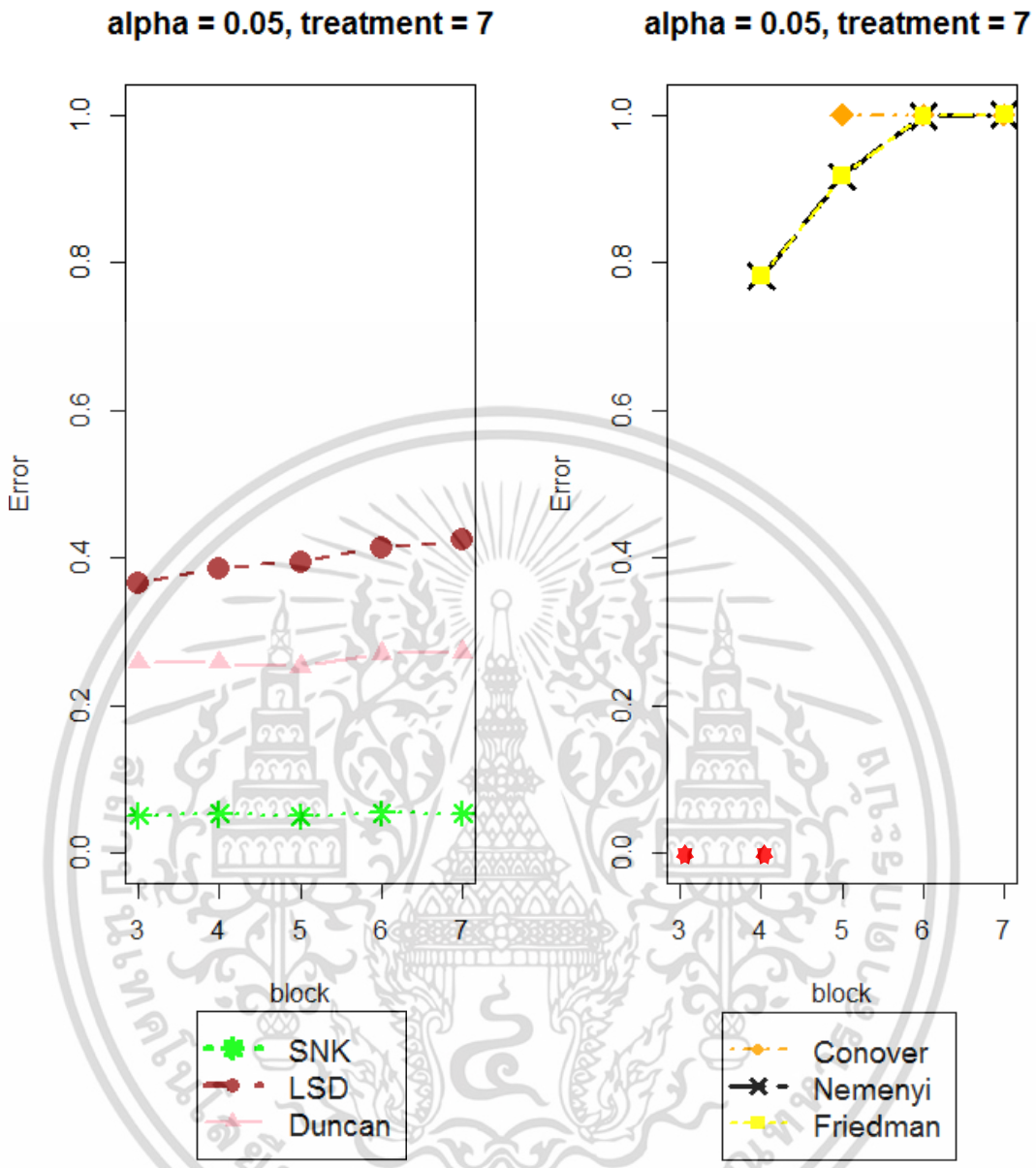


หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.41 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.41 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ * หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.42 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.42 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำนวนบล็อก 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.43 – 4.45

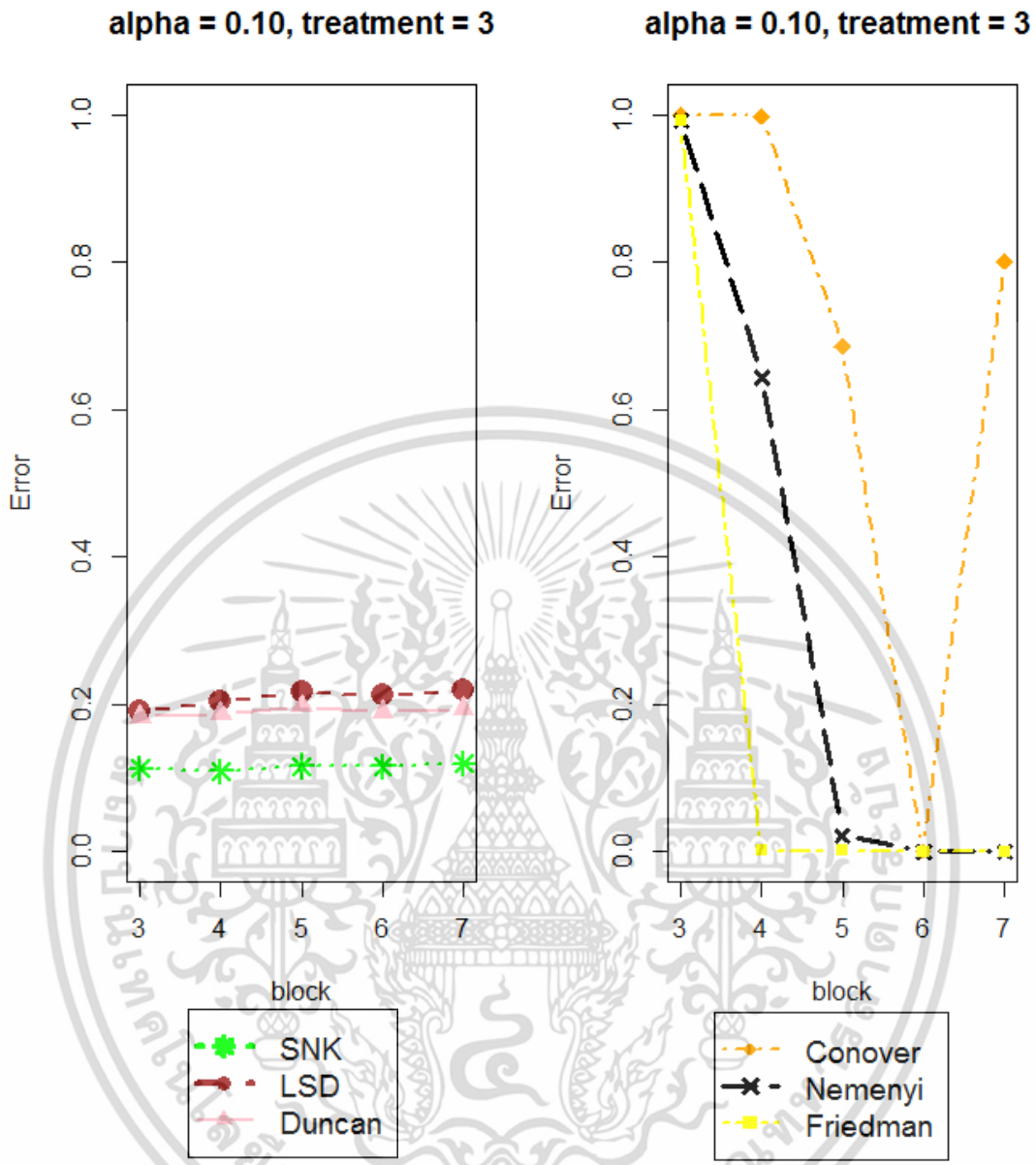
ตารางที่ 4.15ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	**1.**SNK	0.1128	0.1118	0.1068
	2.LSD	0.1909	0.3993	0.5807
	3. Duncan	0.1828	0.3361	0.4700
	4.Conover	1.0000*	0.9817*	-
	5.Nemenyi	0.9909	0.6839	0.6171*
	6.Friedman	0.9909	-	-
4	**1.**SNK	0.1093	0.1126	0.1000
	2.LSD	0.2040	0.4236	0.6111
	3. Duncan	0.1868	0.3408	0.4729
	4.Conover	0.9978*	1.0000*	0.9980*
	5.Nemenyi	0.6428	0.8845	0.9853
	6.Friedman	0.0014	0.3925	0.7993
5	**1.**SNK	0.1161	0.1047	0.0680
	2.LSD	0.2161	0.6086	0.6086
	3. Duncan	0.1966	0.4587	0.4587
	4.Conover	0.6850*	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.0209	0.9994	0.9994
	6.Friedman	0.0013	0.9170	0.9170
6	**1.**SNK	0.1156	0.1126	0.1091
	2.LSD	0.2122*	0.4408	0.6338
	3. Duncan	0.1888	0.3433	0.4748
	4.Conover	0.0006	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.0000	1.0000*	1.0000*
	6.Friedman	0.0000	1.0000*	0.9982
7	**1.**SNK	0.1194	0.1136	0.1109
	2.LSD	0.2188	0.4578	0.6363
	3. Duncan	0.1938	0.3503	0.4762
	4.Conover	0.8009*	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.0000	1.0000*	1.0000*
	6.Friedman	0.0000	1.0000*	1.0000*

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

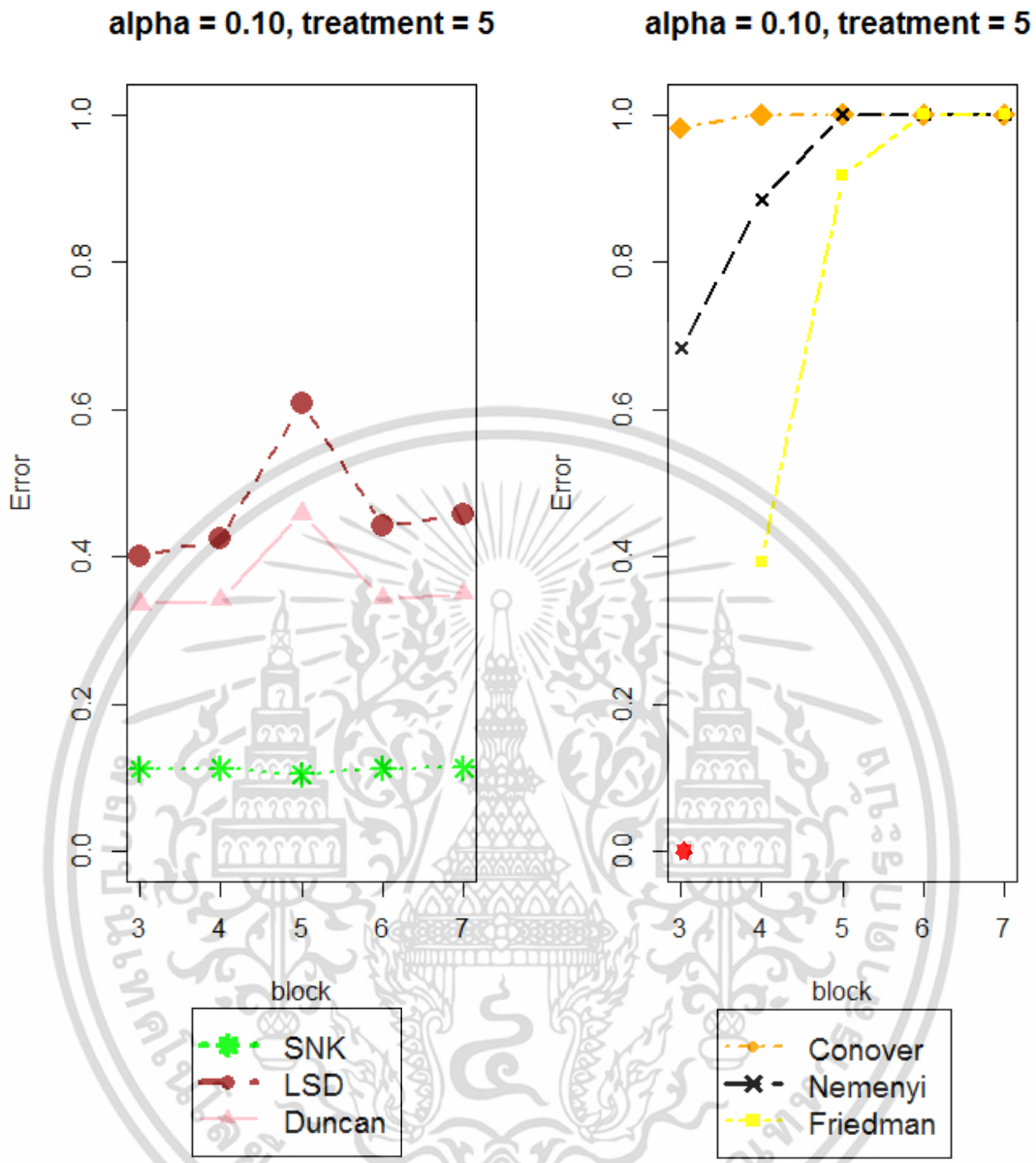


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.43 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.43 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

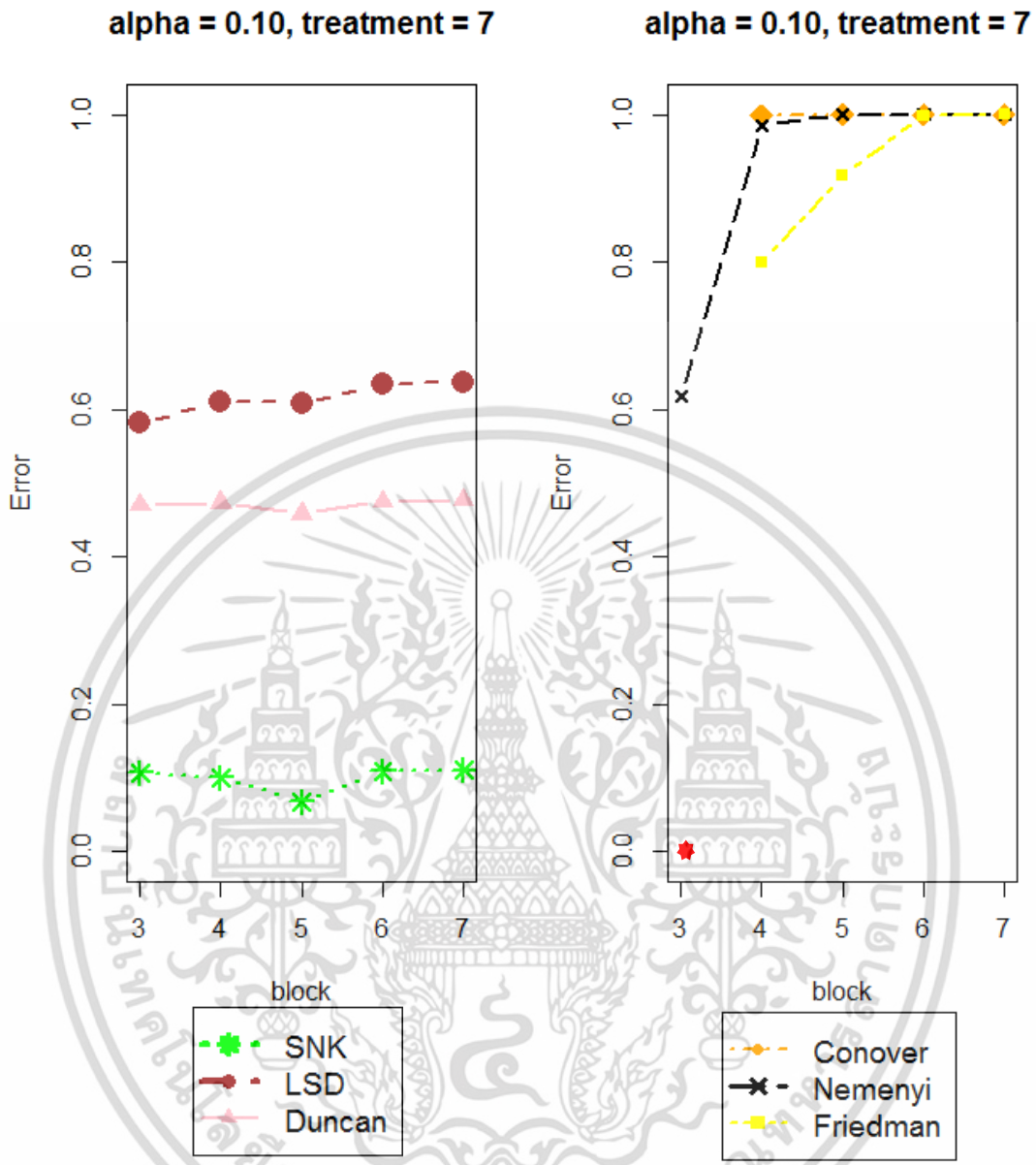


หมายเหตุ * หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.44 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.44 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.45 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูป 4.45 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดส่วนเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 ตัวสถิติทดสอบ Conover และ Nemenyi มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.16และรูปที่ 4.46 – 4.48

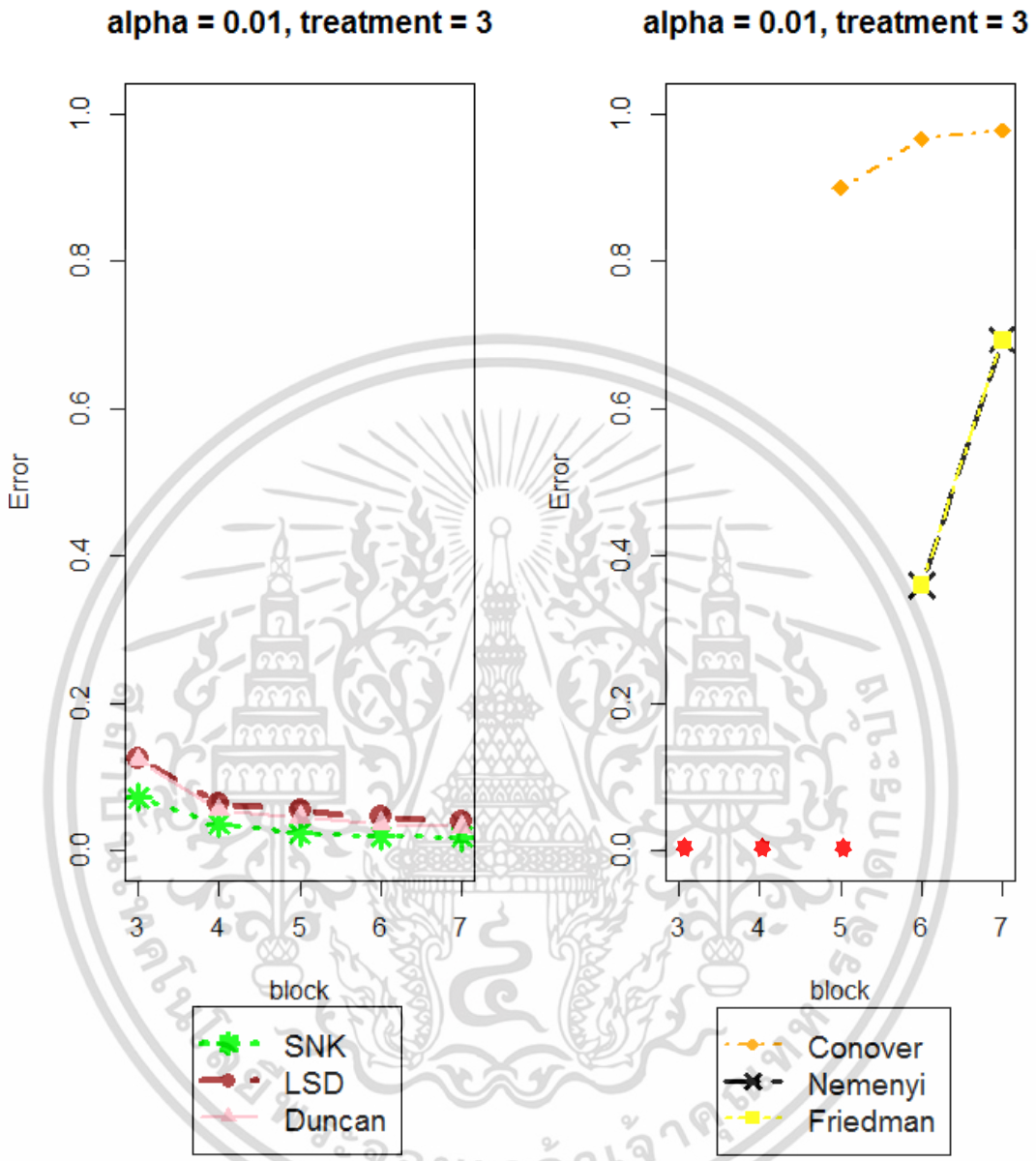
ตารางที่ 4.16ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1.SNK	0.0724	-	-
	2.LSD	0.1255*	-	0.1464*
	3. Duncan	0.1229	-	0.0845
	4.Conover	-	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
4	1.SNK	0.0359	0.0184	-
	2.LSD	0.0640*	0.0864*	0.1160*
	3. Duncan	0.0548	0.0525	0.0585
	4.Conover	-	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
5	1.SNK	0.0238	0.0156	-
	2.LSD	0.0546	0.0786	0.1150*
	3. Duncan	0.0453	0.0503	0.0564
	4.Conover	0.8990*	0.9869*	-
	5.Nemenyi	-	0.3405	-
	6.Friedman	-	0.3405	-
6	1.SNK	0.0198	0.0113	-
	2.LSD	0.0457	0.0692	0.1179
	3. Duncan	0.0363	0.0418	0.0560
	4.Conover	0.9655*	0.9873*	0.9876*
	5.Nemenyi	0.3600	0.6304	-
	6.Friedman	0.3600	0.6300	-
7	1.SNK	0.0183	0.0067	0.0098
	2.LSD	0.0391	0.0681	0.1202
	3. Duncan	0.0321	0.0381	0.0573
	4.Conover	0.9773*	0.9962*	0.9997*
	5.Nemenyi	0.6929	0.7089	0.8968
	6.Friedman	0.6926	0.7085	0.8970

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

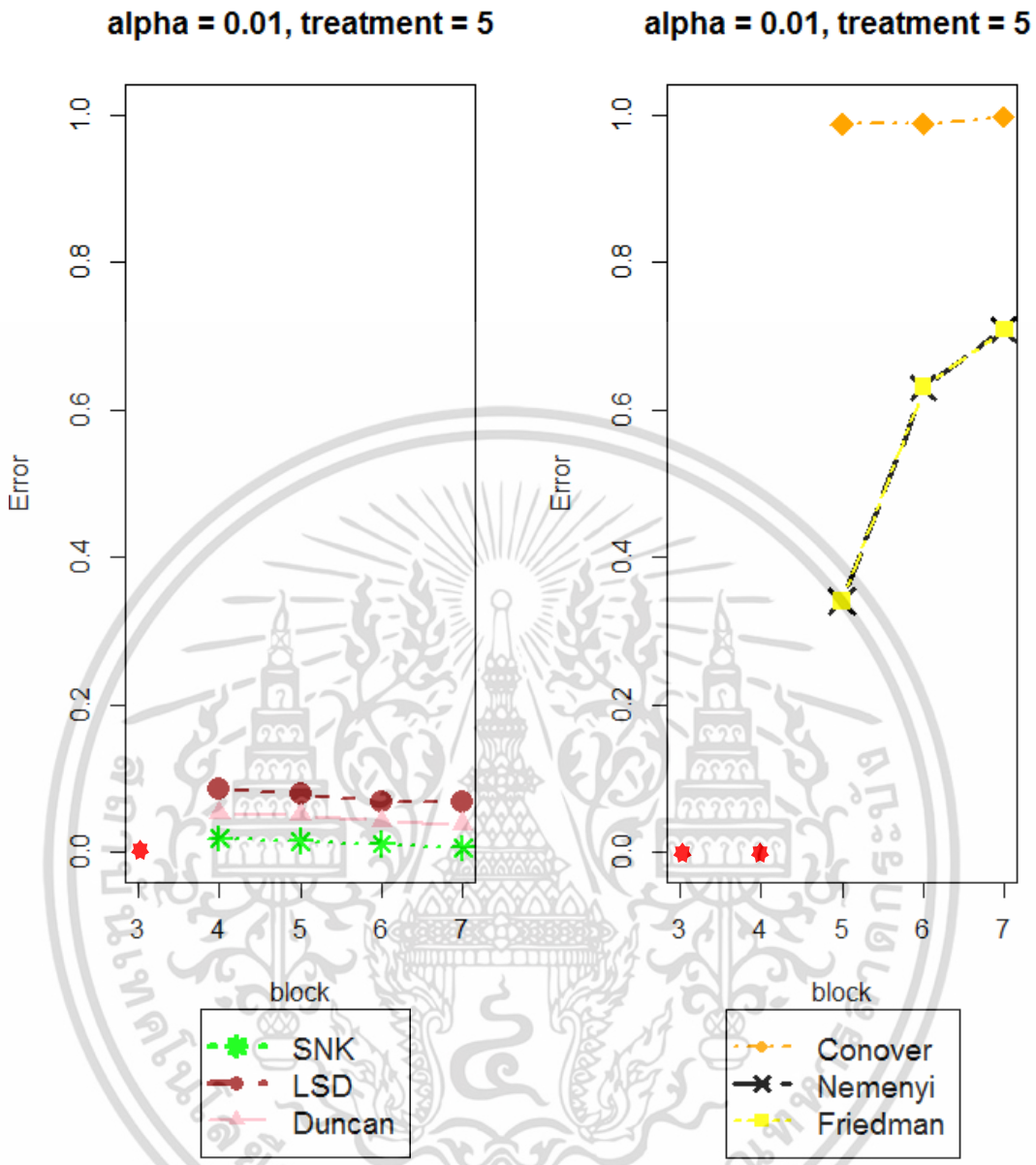


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.46 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.46 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

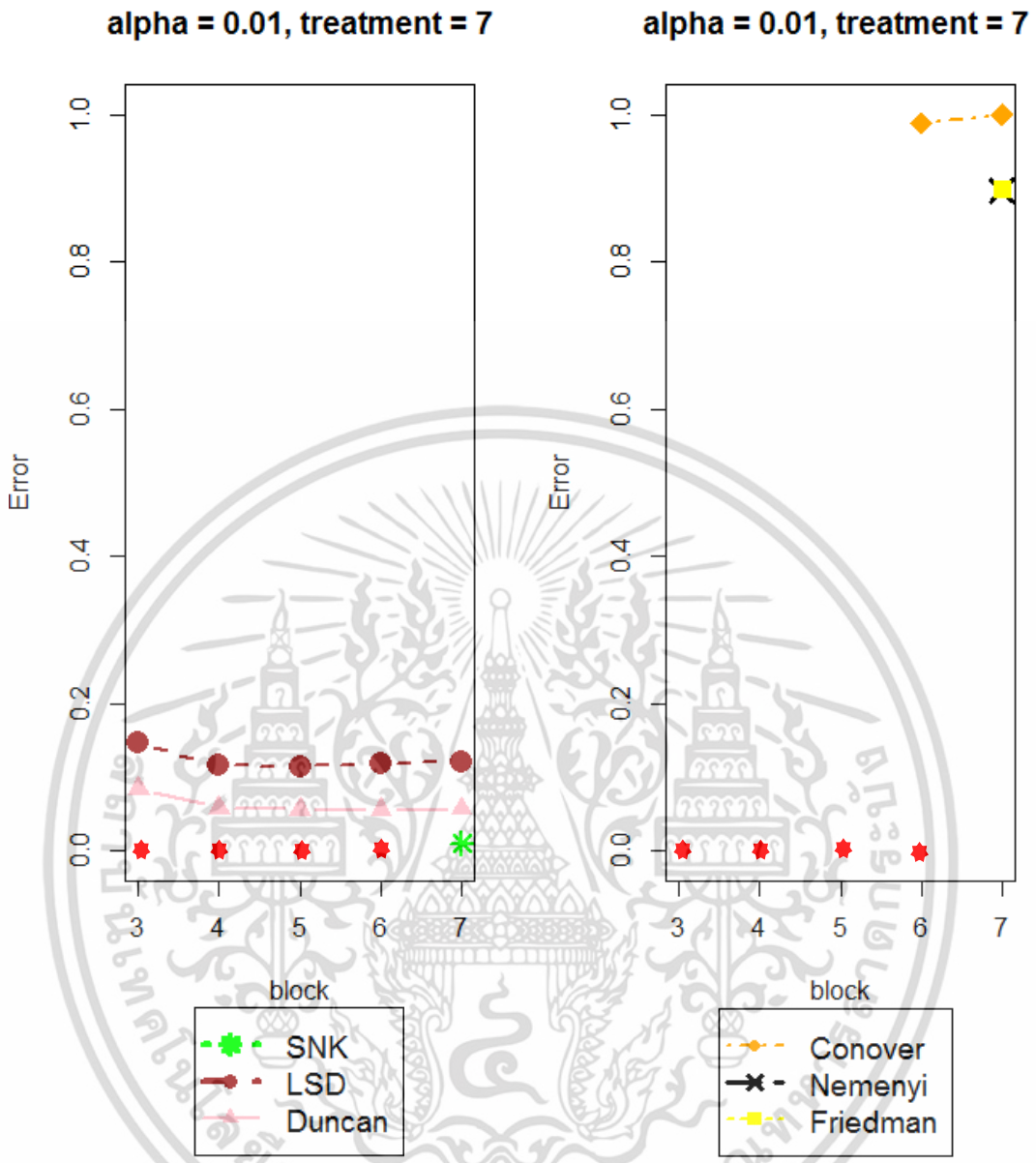


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.47 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.47 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.48 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.48 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4 และ 5 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.49 – 4.51

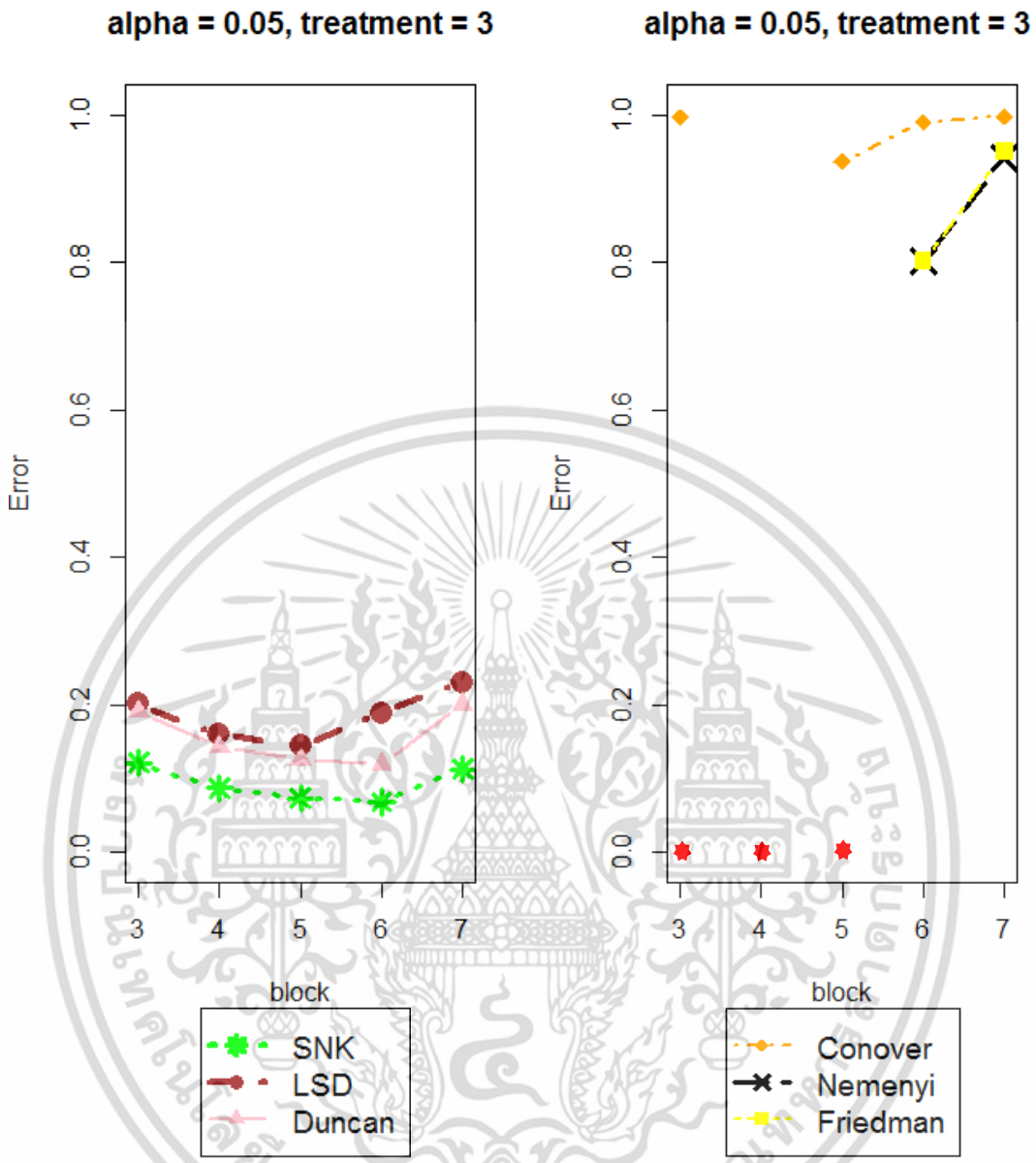
ตารางที่ 4.17ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	**1.**SNK	0.1214	0.0772	0.0590
	2.LSD	0.2005	0.2886* -	0.3894*
	3. Duncan	0.1901	0.2286	0.2746
	4.Conover	0.9965*	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
4	**1.**SNK	0.0871	0.0601	0.0536
	2.LSD	0.1603*	0.2731	0.4012
	3. Duncan	0.1428	0.1999	0.2689
	4.Conover	-	0.9172*	0.9233*
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
5	**1.**SNK	0.0737	0.0585	0.0524
	2.LSD	0.1440	0.2679	0.4048
	3. Duncan	0.1252	0.1908	0.2683
	4.Conover	0.9362*	0.9975*	0.9908*
	5.Nemenyi	-	0.8394	0.7300
	6.Friedman	-	0.8392	0.7423
6	**1.**SNK	0.0685	0.0571	0.0534
	2.LSD	0.1889	0.2646	0.4218
	3. Duncan	0.1195	0.1846	0.2762
	4.Conover	0.9897*	0.9968*	0.9996*
	5.Nemenyi	0.8011	0.9122	0.9131
	6.Friedman	0.8010	0.9123	0.9134
7	**1.**SNK	0.1227	0.0503	0.0499
	2.LSD	0.2297	0.2664	0.4206
	3. Duncan	0.2009	0.1808	0.2738
	4.Conover	0.9975*	0.9995*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.9408	0.9256	0.9858
	6.Friedman	0.9490	0.9258	0.9858

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

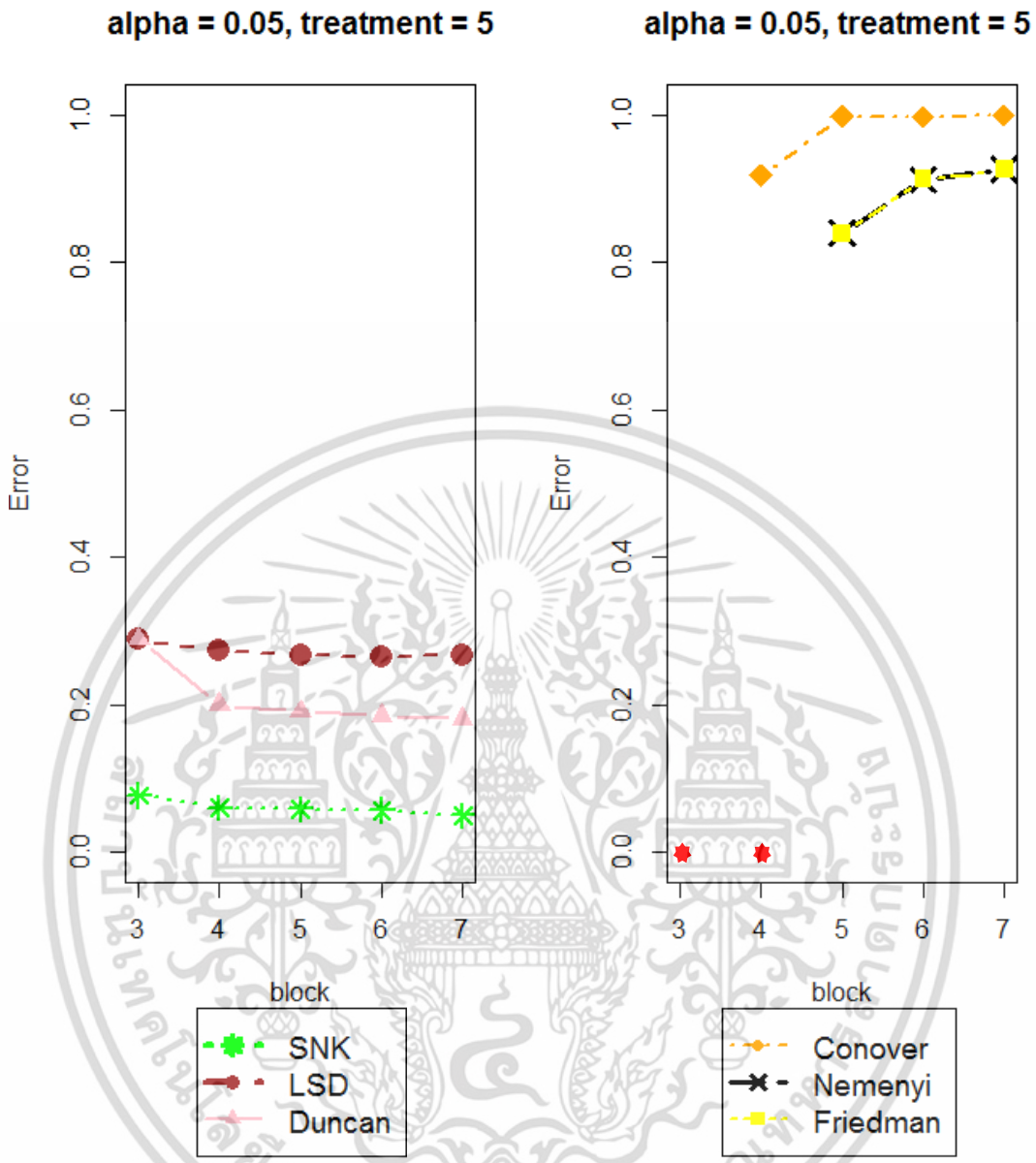


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.49 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.49 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

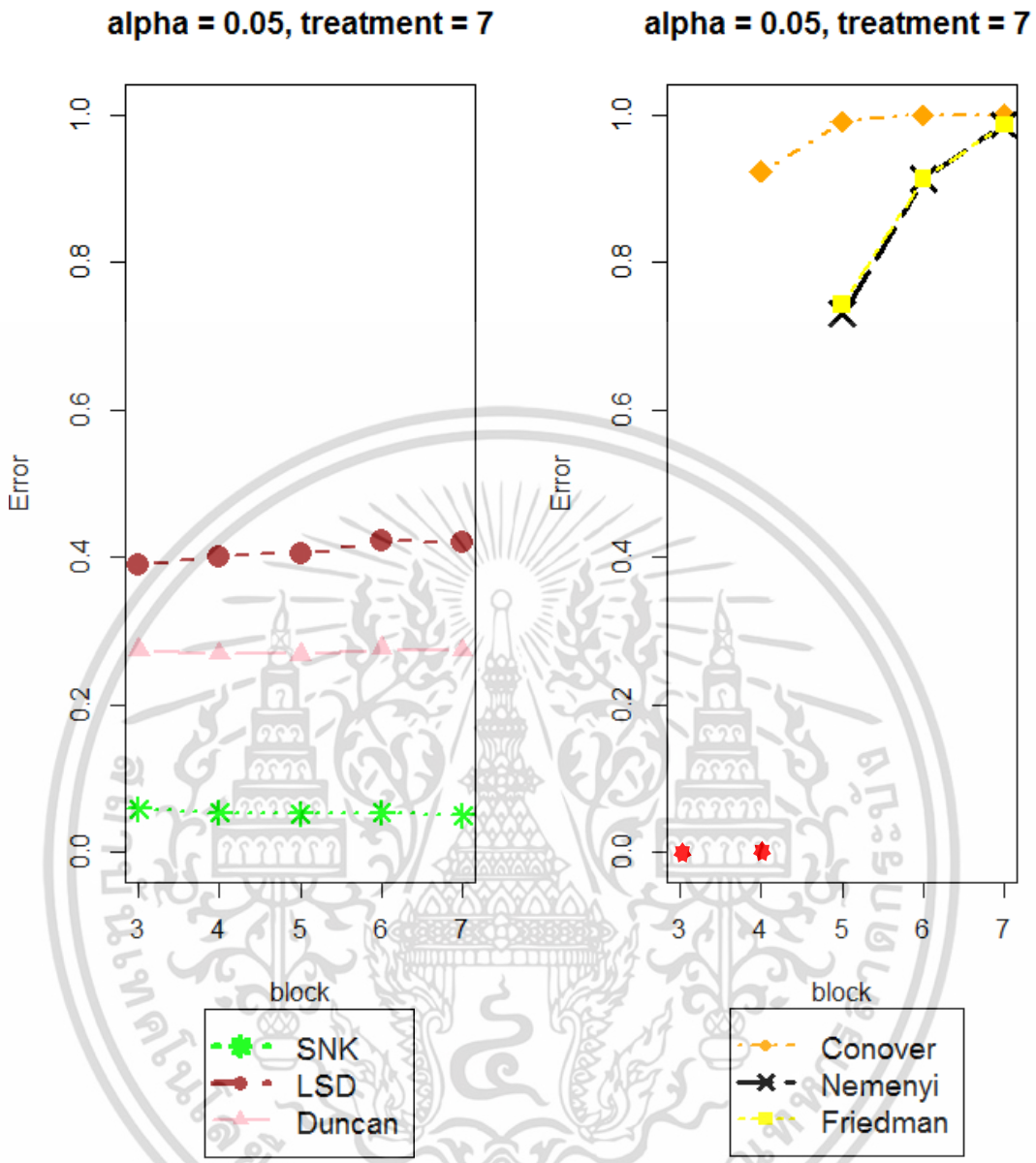


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.50 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.50 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.51 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์ เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.51 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.52 – 4.54

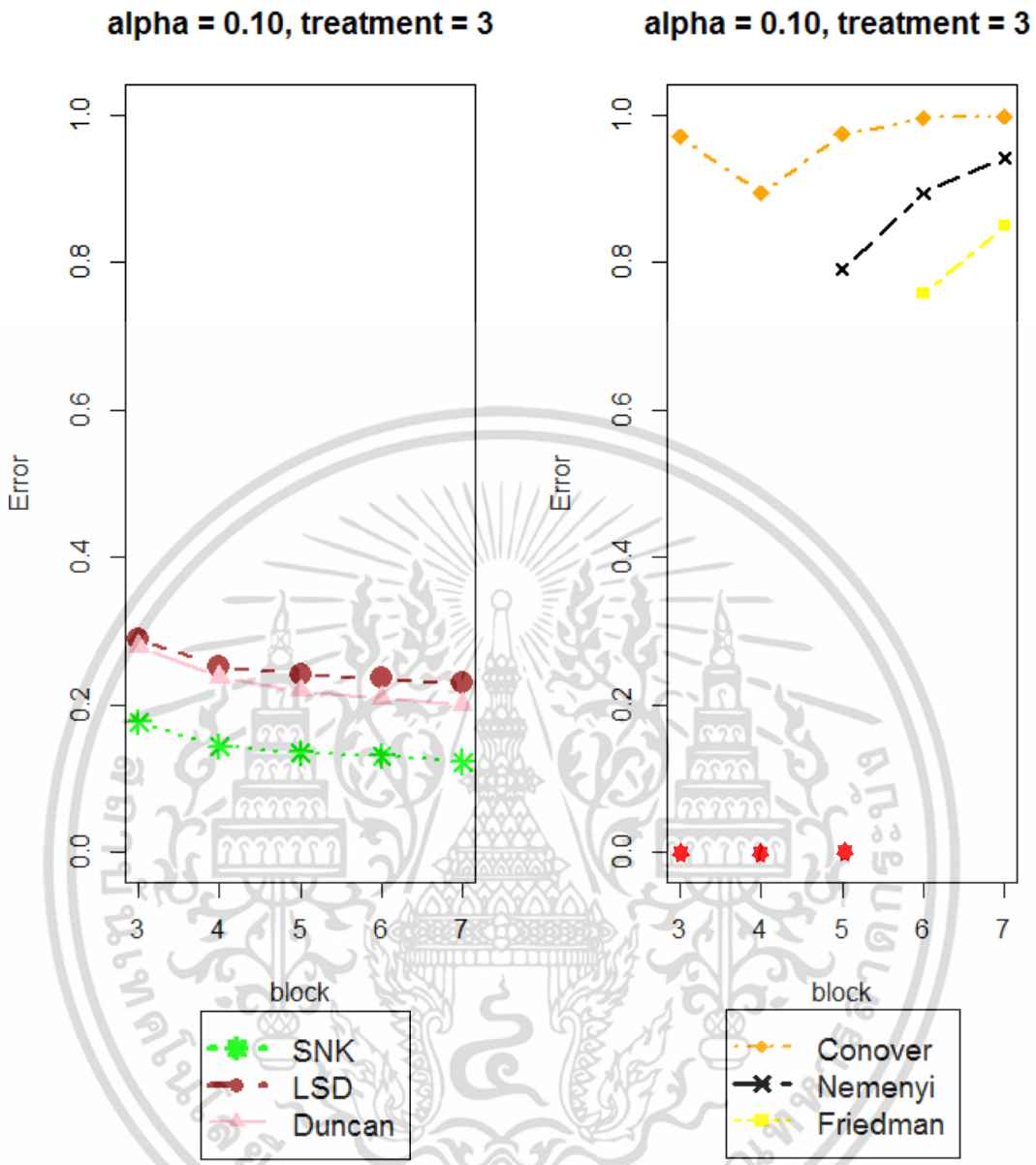
ตารางที่ 4.18ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	**1.**SNK	0.1769	0.1299	0.1147
	2.LSD	0.2898	0.4551*	0.6123*
	3. Duncan	0.2786	0.3801	0.4952
	4.Conover	0.9697*	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	0.1440
4	**1.**SNK	0.1436	0.1181	0.1058
	2.LSD	0.2523	0.4389	0.6143
	3. Duncan	0.2368	0.3578	0.4721
	4.Conover	0.8932*	0.9512*	0.9646*
	5.Nemenyi	-	0.7834	0.7108
	6.Friedman	-	-	-
5	**1.**SNK	0.1355	0.1171	0.1023
	2.LSD	0.2418	0.4574	0.6146
	3. Duncan	0.2185	0.3558	0.4655
	4.Conover	0.9733*	0.9994*	0.9979*
	5.Nemenyi	0.7902	0.9076	0.8947
	6.Friedman	-	0.8171	0.7346
6	**1.**SNK	0.1310	0.1139	0.1060
	2.LSD	0.2359	0.4539	0.6349
	3. Duncan	0.2090	0.3469	0.4736
	4.Conover	0.9954*	0.9990*	0.9999*
	5.Nemenyi	0.8935	0.9440	0.9677
	6.Friedman	0.7572	0.8972	0.9105
7	**1.**SNK	0.1227	0.1120	0.1111
	2.LSD	0.2297	0.4461	0.6335
	3. Duncan	0.2009	0.3424	0.4732
	4.Conover	0.9975*	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.9408	0.9786	0.9962
	6.Friedman	0.8490	0.9237	0.9859

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

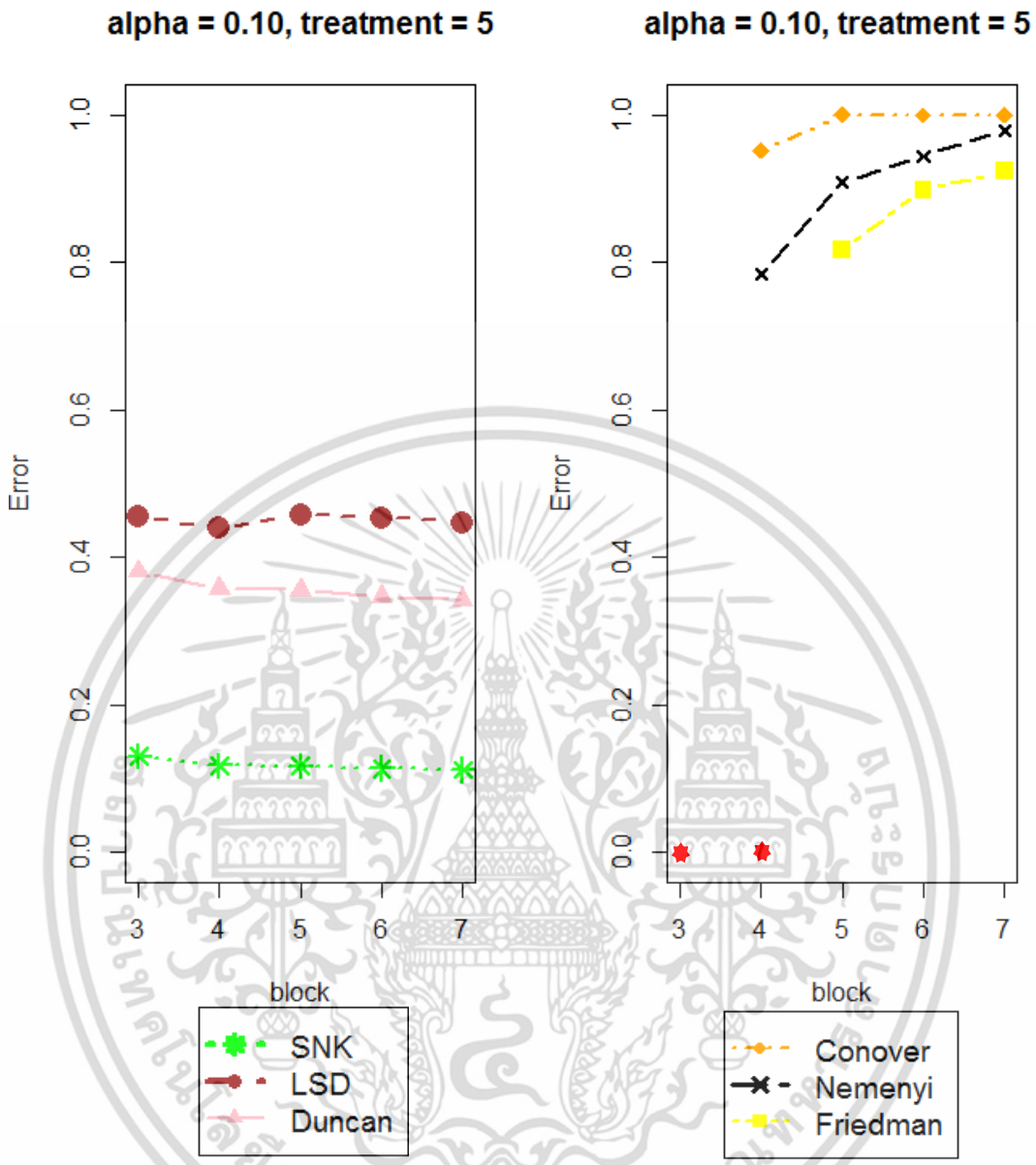


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.52 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.52 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

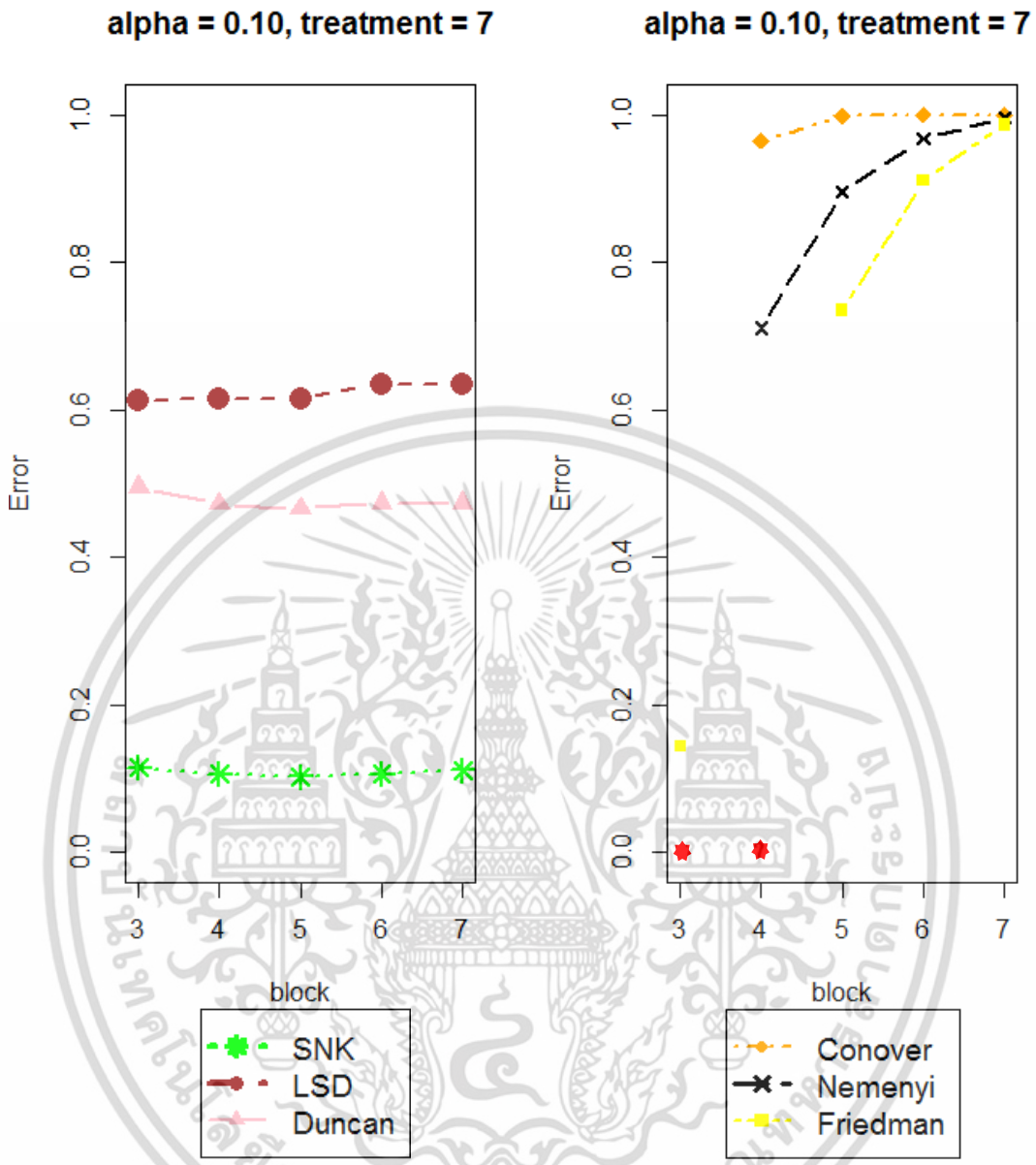


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.53 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.53 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.54 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.54 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 สถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง

4.2.2.1 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.19 และรูปที่ 4.55 – 4.57

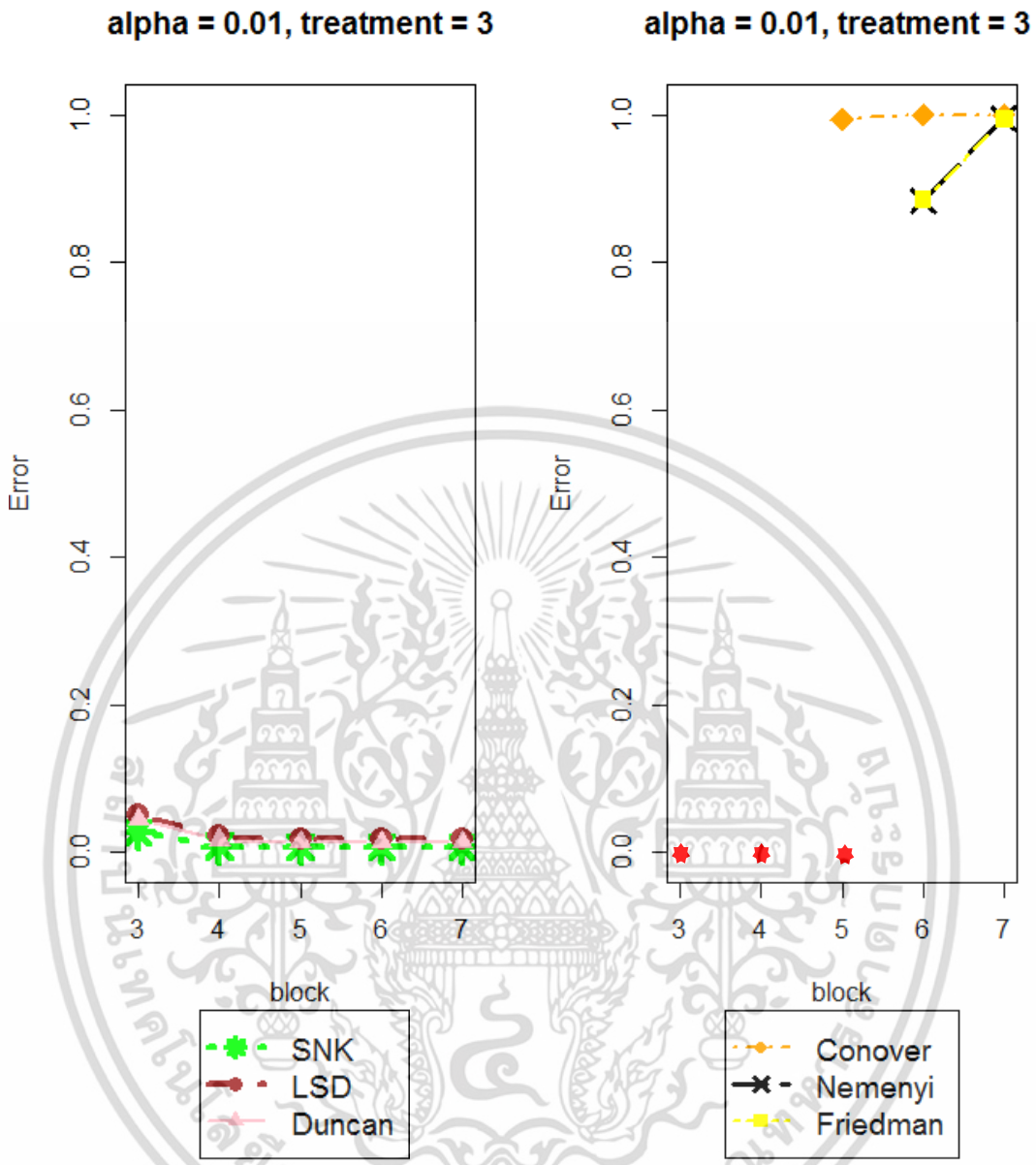
ตารางที่ 4.19ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1.SNK	0.0274	-	-
	2.LSD	0.0498*	-	0.0818*
	3. Duncan	0.0438	-	0.0438
	4.Conover	-	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
4	1.SNK	0.0082	0.0058	-
	2.LSD	0.0215*	0.0476*	0.0949*
	3. Duncan	0.0173	0.0277	0.0447
	4.Conover	-	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
5	1.SNK	0.0066	0.0054	-
	2.LSD	0.0173	0.0532	0.1072*
	3. Duncan	0.0133	0.0297	0.0473
	4.Conover	0.9935*	1.0000*	-
	5.Nemenyi	-	0.8333	-
	6.Friedman	-	0.8340	-
6	1.SNK	0.0066	0.0068	-
	2.LSD	0.0175	0.0599	0.1180
	3. Duncan	0.0131	0.0317	0.0543
	4.Conover	1.0000*	1.0000*	0.9999*
	5.Nemenyi	0.8835	0.9923	-
	6.Friedman	0.8835	0.9923	-
7	1.SNK	0.0076	0.0064	0.0092
	2.LSD	0.0171	0.0568	0.1158
	3. Duncan	0.0136	0.0317	0.0512
	4.Conover	1.0000*	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.9942	0.9996	1.0000*
	6.Friedman	0.9942	0.9996	1.0000*

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

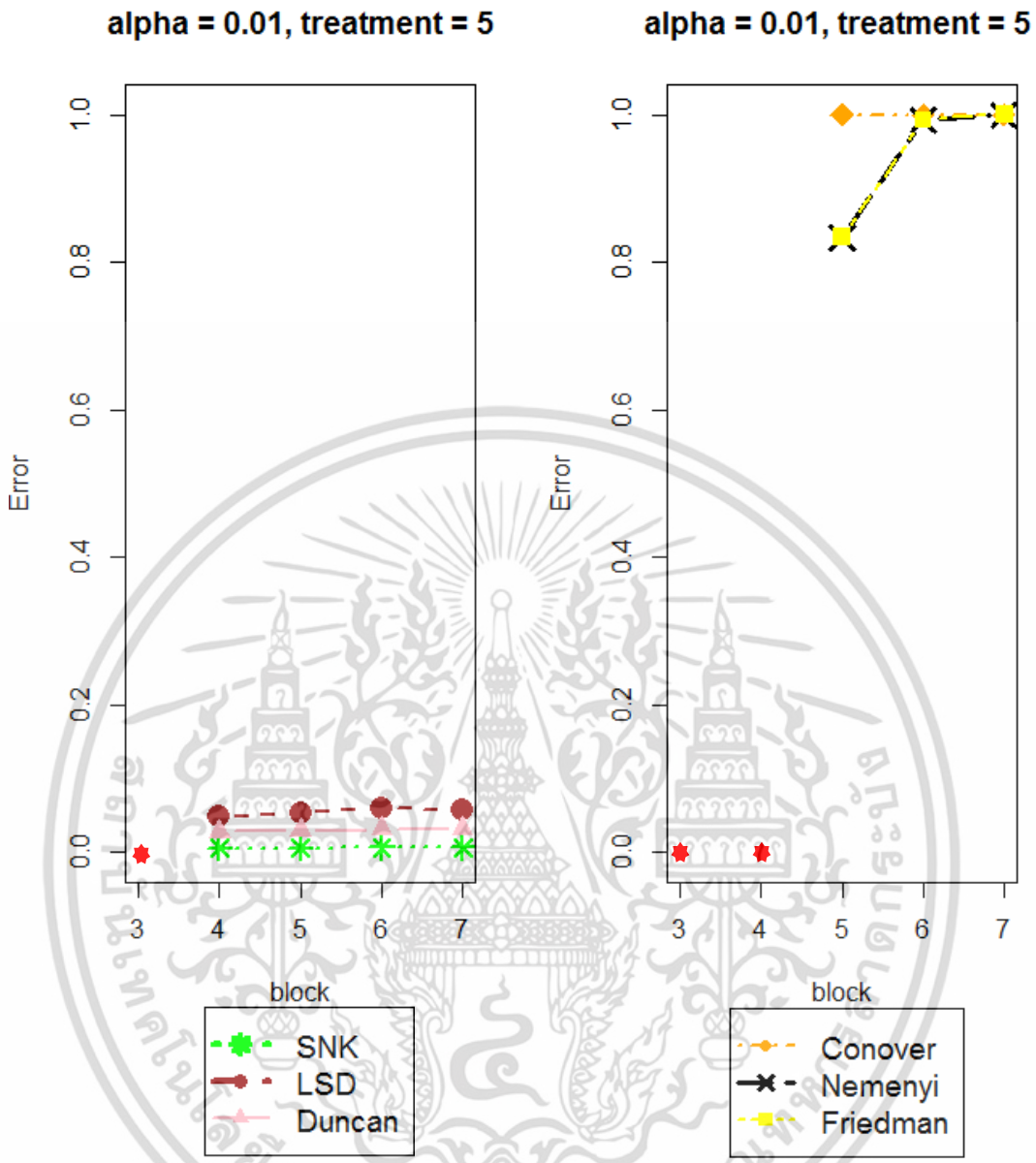


หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.55 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสองกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.55 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 และ 6 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

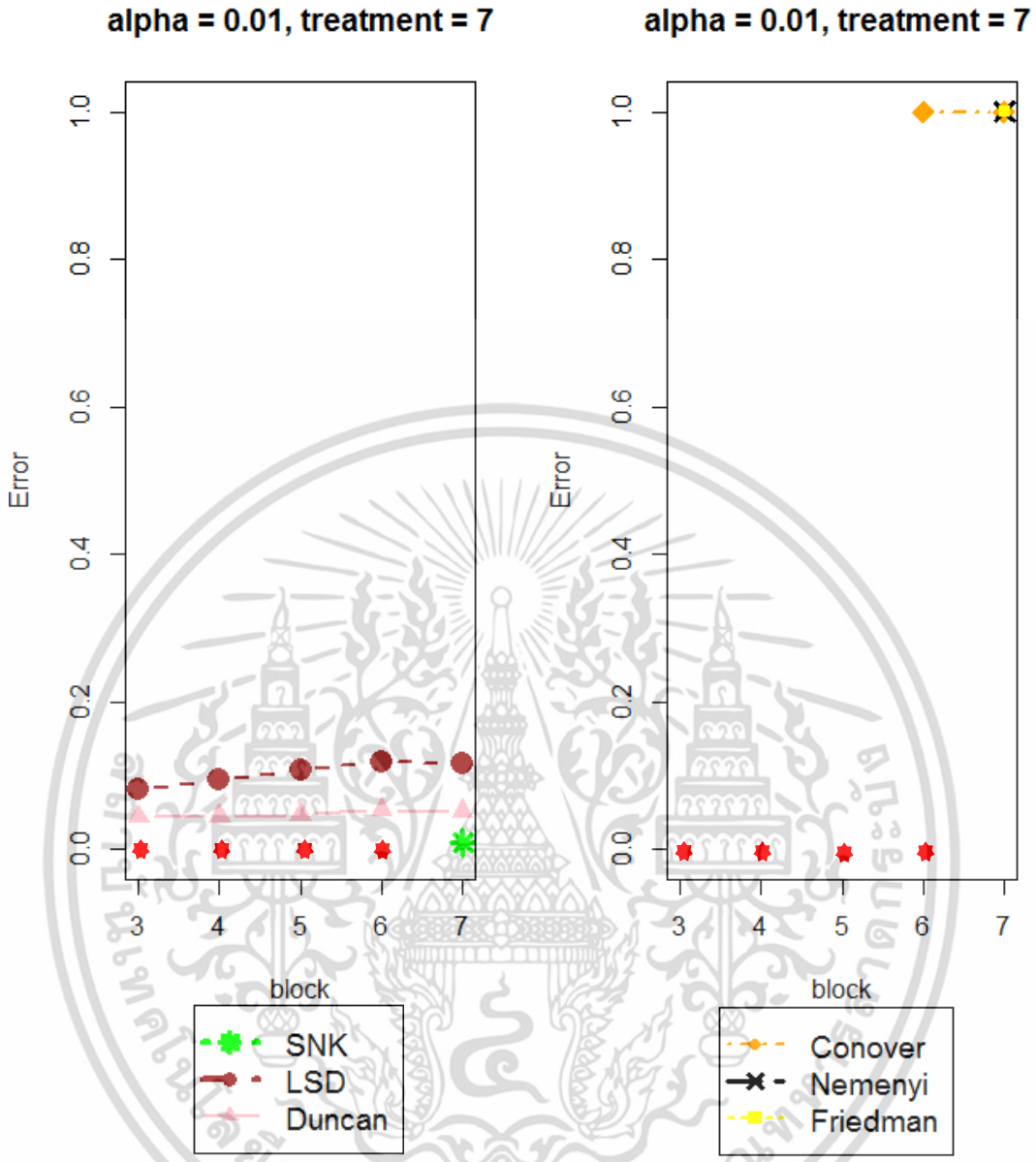


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.56 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสองกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.56 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.57 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสองกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.57 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4 และ 5 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.58 – 4.60

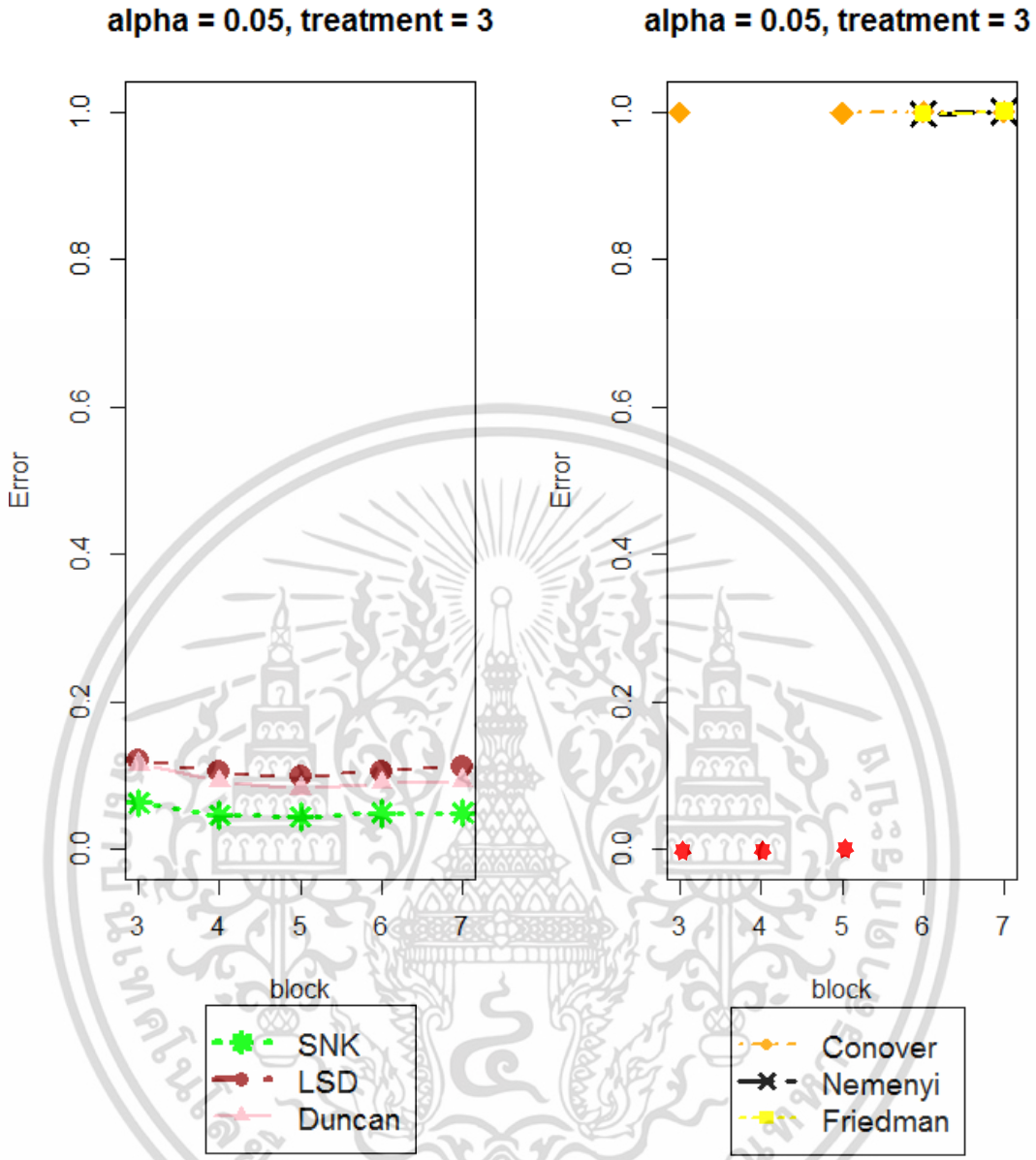
ตารางที่ 4.20ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1.SNK	0.0632	0.0376	0.0353
	2.LSD	0.1206	0.2226*	0.3535*
	3. Duncan	0.1157	0.1674	0.2381
	4.Conover	0.9990*	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
4	1.SNK	0.0463	0.0442	0.0401
	2.LSD	0.1058*	0.2485	0.3894
	3. Duncan	0.0919	0.1762	0.2483
	4.Conover	-	0.9597*	0.8989*
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
5	1.SNK	0.0441	0.0434	0.0243
	2.LSD	0.0981	0.2468	0.4082
	3. Duncan	0.0829	0.1719	0.2583
	4.Conover	0.9982*	1.0000*	0.9903
	5.Nemenyi	-	0.9987	0.9938
	6.Friedman	-	0.9987	0.9939*
6	1.SNK	0.0489	0.0467	0.0488
	2.LSD	0.1064	0.2653	0.4189
	3. Duncan	0.0900	0.1830	0.2681
	4.Conover	1.0000*	1.0000*	0.9999
	5.Nemenyi	0.9967	1.0000*	1.0000*
	6.Friedman	0.9967	1.0000*	1.0000*
7	1.SNK	0.0496	0.0451	0.0463
	2.LSD	0.1125	0.2652	0.4188
	3. Duncan	0.0934	0.1802	0.2611
	4.Conover	1.0000*	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	0.9999	1.0000*	1.0000*
	6.Friedman	0.9999	1.0000*	1.0000*

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

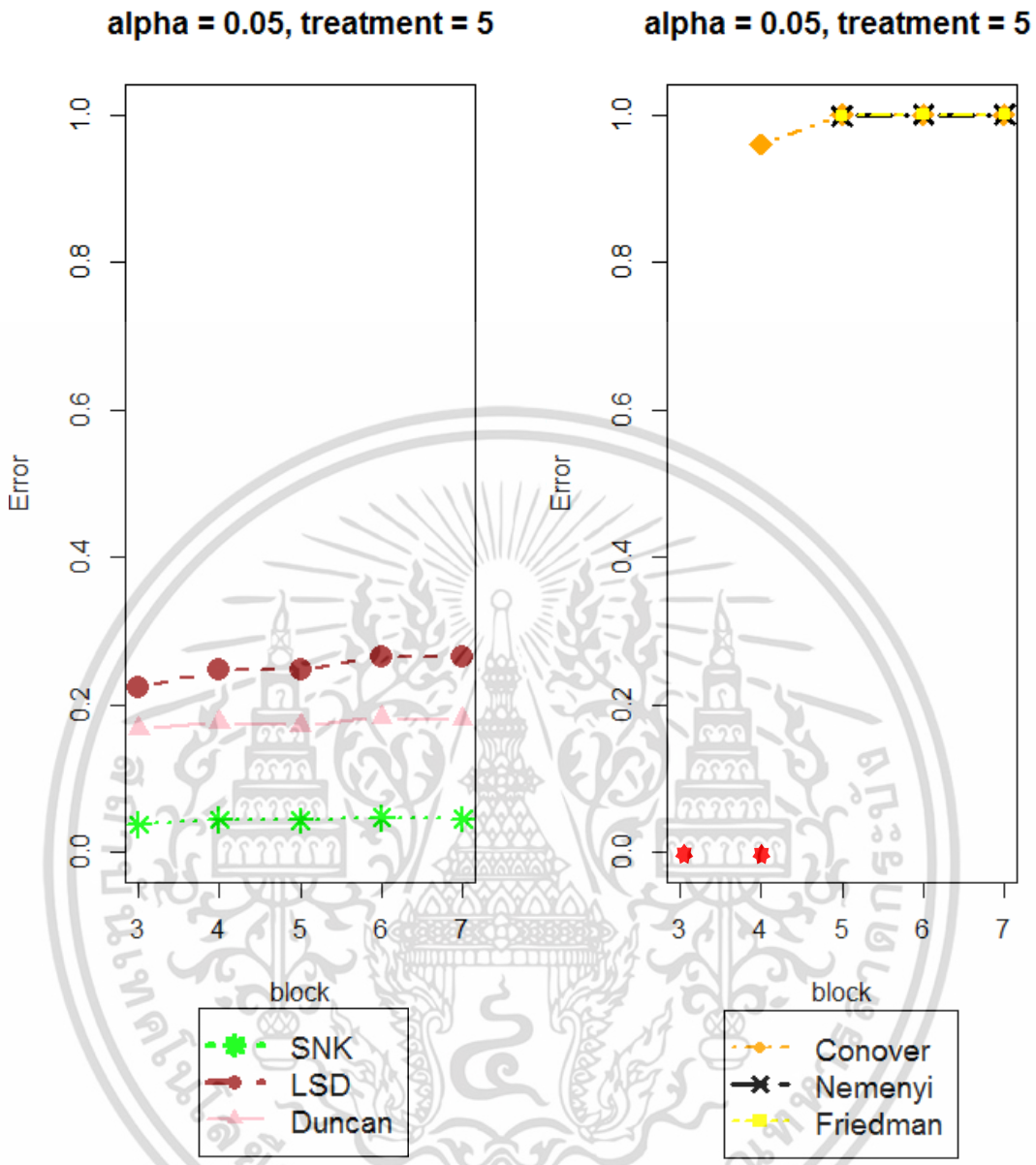


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.58 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสองกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.5

จากรูปที่ 4.58 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 5 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

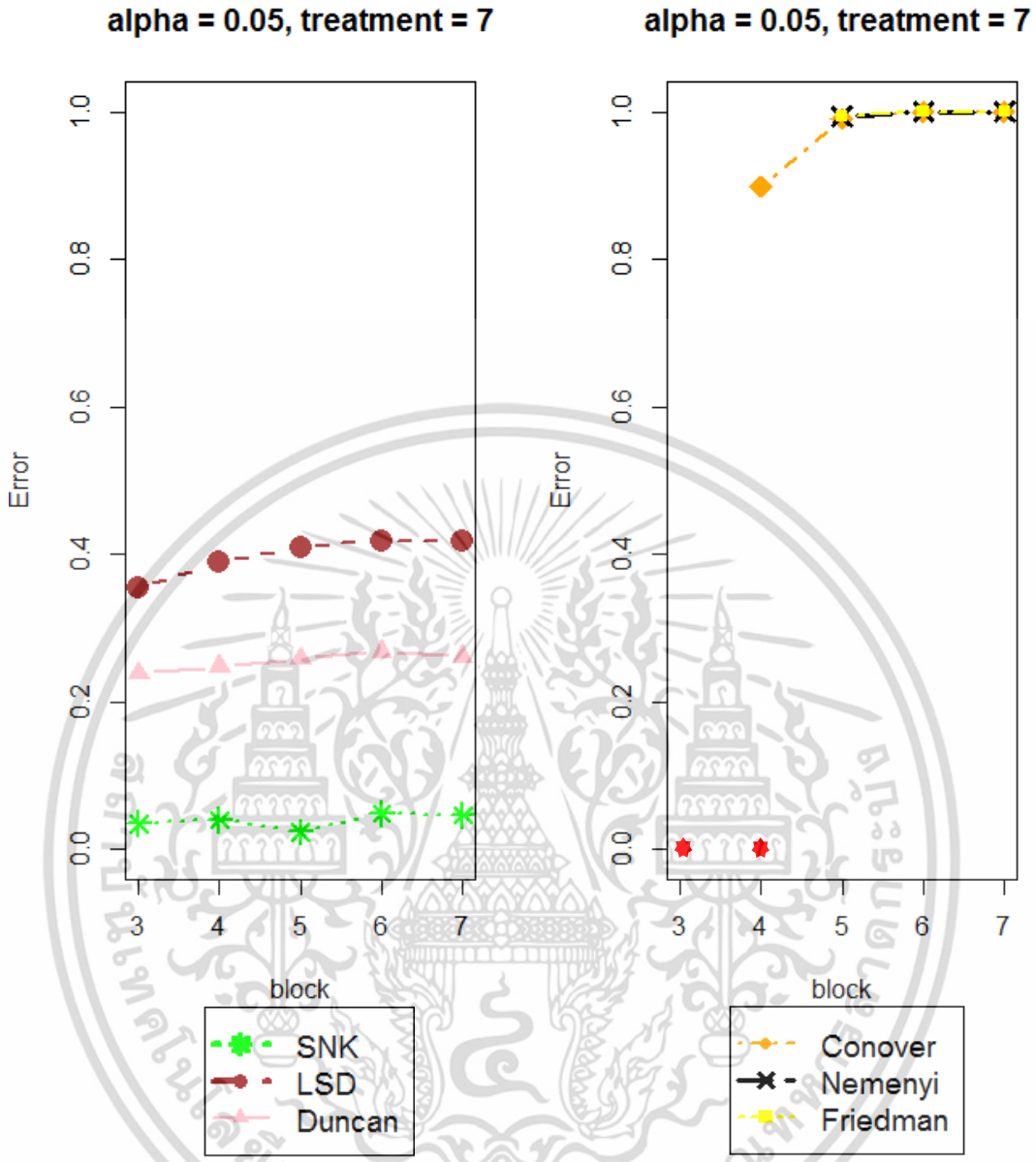


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.59 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสองกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.59 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.60 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสองกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.60 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดส่วนเมื่อจำนวนบล็อก 5 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover , Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.21 และรูปที่ 4.61 – 4.63

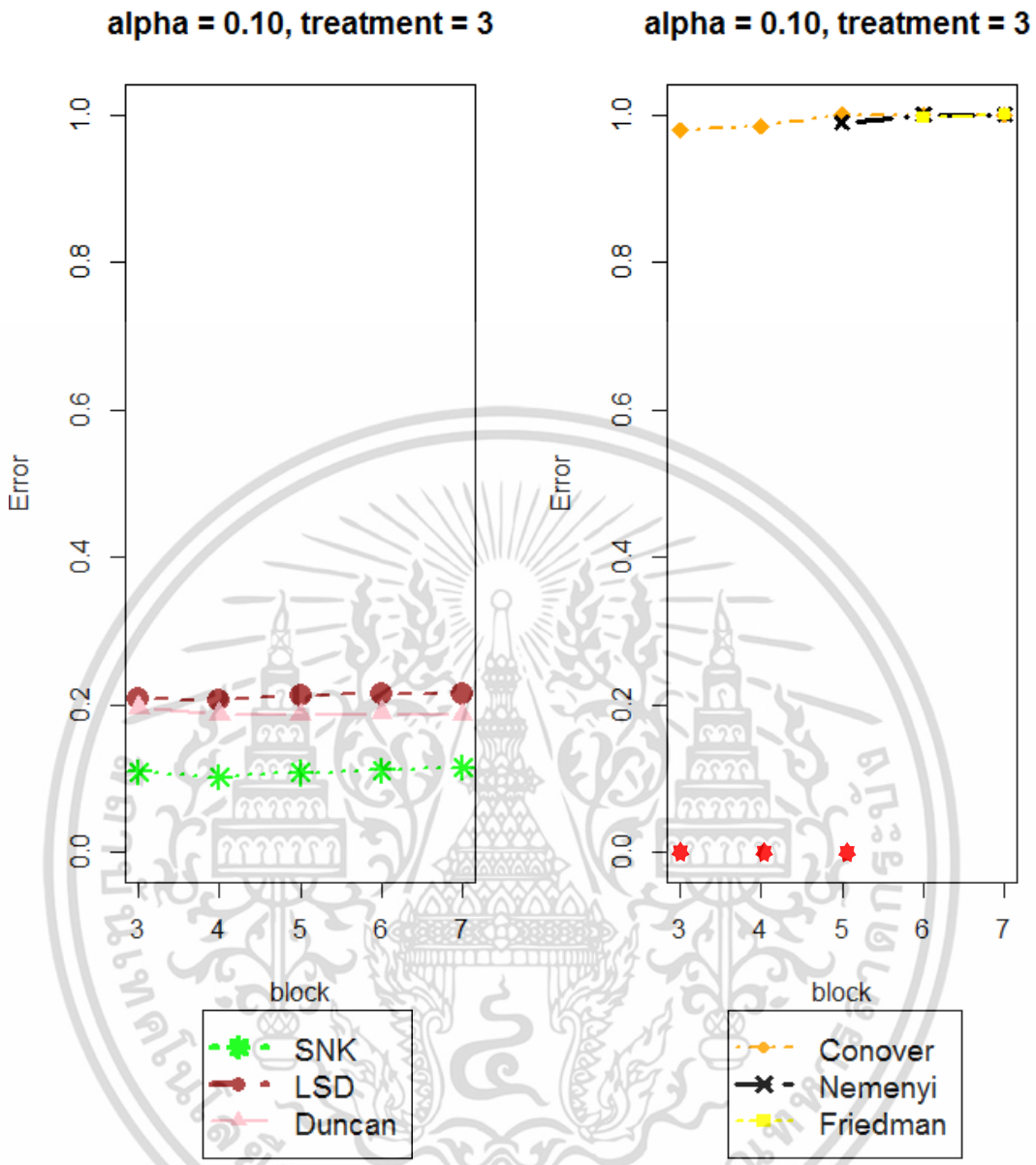
ตารางที่ 4.21ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	**1.**SNK	0.1090	0.0927	0.0810
	2.LSD	0.2075	0.4128*	0.6039*
	3. Duncan	0.1959	0.3425	0.4693
	4.Conover	0.9790*	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	0.2738
4	**1.**SNK	0.1017	0.1028	0.0956
	2.LSD	0.2068	0.4452	0.6268
	3. Duncan	0.1868	0.3556	0.4773
	4.Conover	0.9842*	0.9609	0.8994
	5.Nemenyi	-	0.9743*	0.9721*
	6.Friedman	-	-	-
5	**1.**SNK	0.1079	0.0999	0.0599
	2.LSD	0.2121	0.4418	0.6351
	3. Duncan	0.1862	0.3428	0.4808
	4.Conover	0.9996*	1.0000*	0.9903
	5.Nemenyi	0.9884	0.9996	0.9998*
	6.Friedman	-	0.9987	0.9939
6	**1.**SNK	0.1116	0.1063	0.1026
	2.LSD	0.2142	0.4503	0.6411
	3. Duncan	0.1891	0.3523	0.4823
	4.Conover	1.0000*	1.0000*	0.9999
	5.Nemenyi	0.9998	1.0000*	1.0000*
	6.Friedman	0.9963	1.0000*	1.0000*
7	**1.**SNK	0.1152	0.1030	0.1003
	2.LSD	0.2138	0.4542	0.6429
	3. Duncan	0.1862	0.3477	0.4810
	4.Conover	1.0000*	1.0000*	1.0000*
	5.Nemenyi	1.0000*	1.0000*	1.0000*
	6.Friedman	0.9999	1.0000*	1.0000*

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

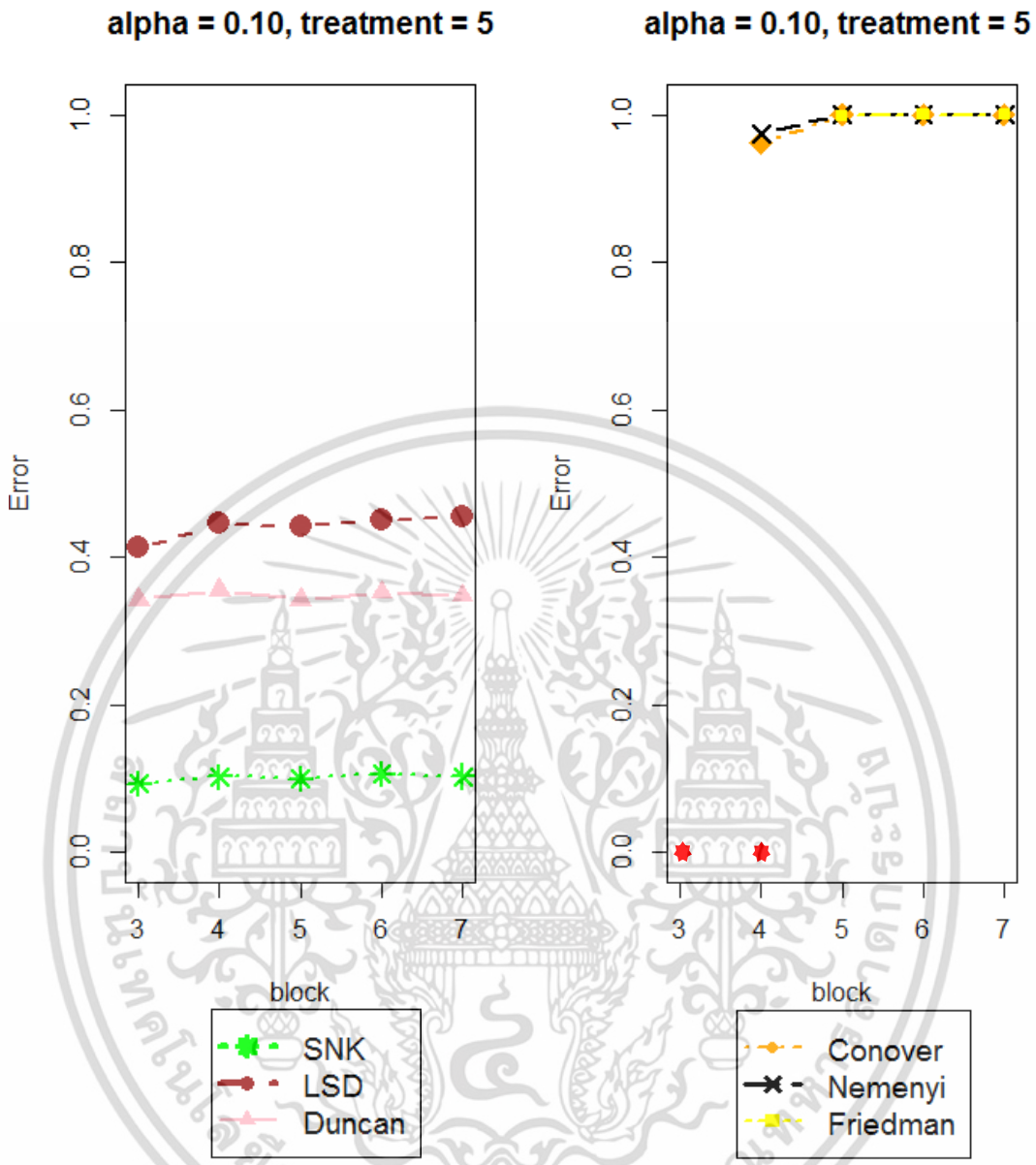


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.61 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.61 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4 และ 5 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

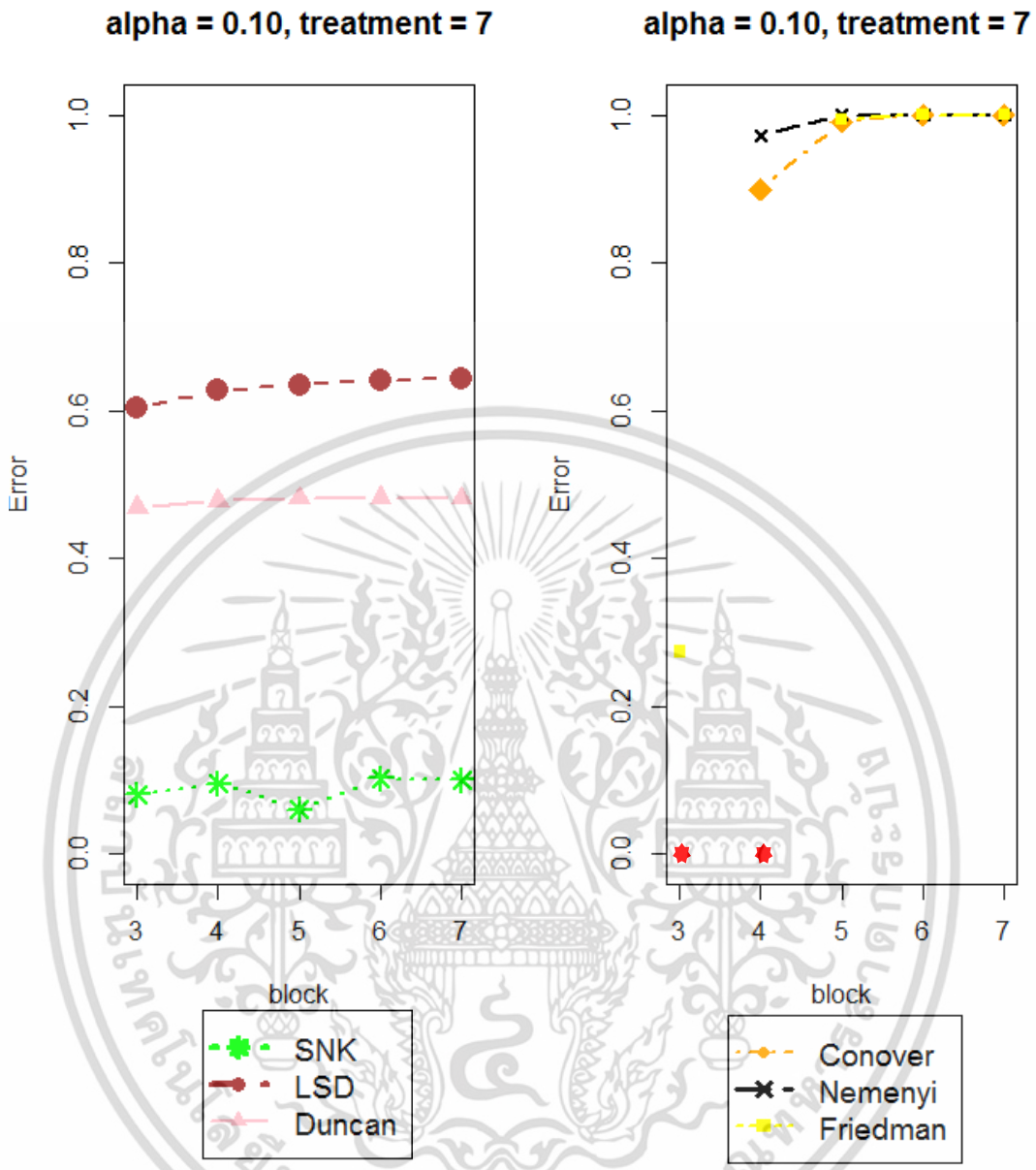


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.62 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.62 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.63 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสองกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.63 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 และ 5 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 ตัวสถิติทดสอบ Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyi และ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง

4.2.3.1 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.22และรูปที่ 4.64 – 4.66

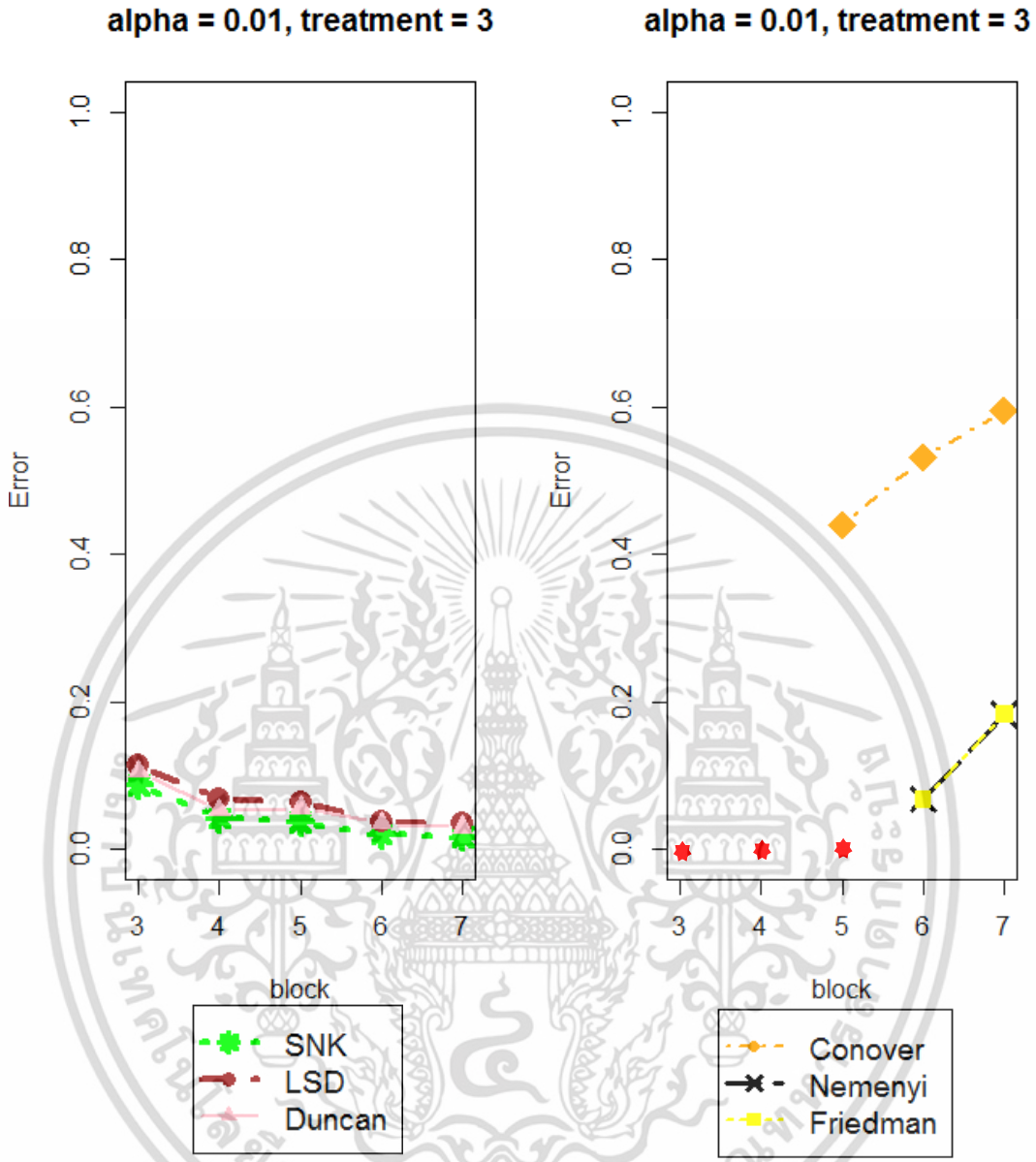
ตารางที่ 4.22ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1.SNK	0.0877	-	-
	2.LSD	0.1140*	-	0.2179*
	3. Duncan	0.1053	-	0.1401
	4.Conover	-	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
4	1.SNK	0.0421	0.0296	-
	2.LSD	0.0684*	0.1283*	0.1614*
	3. Duncan	0.0526	0.0790	0.0872
	4.Conover	-	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
5	1.SNK	0.0373	0.0107	-
	2.LSD	0.0634	0.0877	0.1490*
	3. Duncan	0.0560	0.0429	0.0771
	4.Conover	0.4403*	0.8676*	-
	5.Nemenyi	-	0.1055	-
	6.Friedman	-	0.1059	-
6	1.SNK	0.0203	0.0187	-
	2.LSD	0.0380	0.0870	0.1173
	3. Duncan	0.0354	0.0595	0.0577
	4.Conover	0.5316*	0.7291*	0.6956*
	5.Nemenyi	0.0684	0.1919	-
	6.Friedman	0.0680	0.1916	-
7	1.SNK	0.0168	0.0049	0.0087
	2.LSD	0.0355	0.0676	0.1252
	3. Duncan	0.0299	0.0407	0.0554
	4.Conover	0.5944*	0.8264*	0.8668*
	5.Nemenyi	0.1830	0.1654	0.2500
	6.Friedman	0.1832	0.1654	0.2500

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

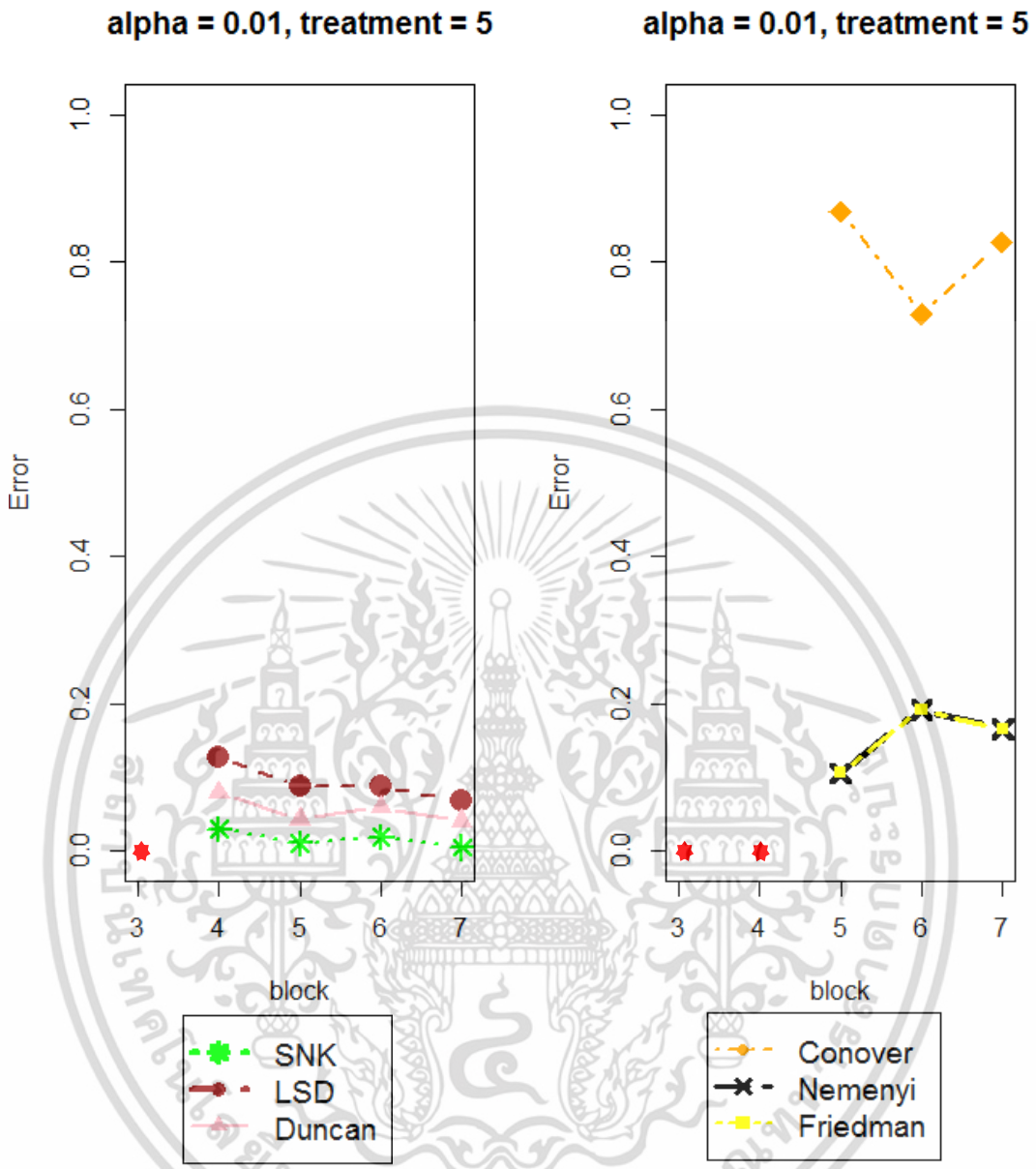


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.64 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.64 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

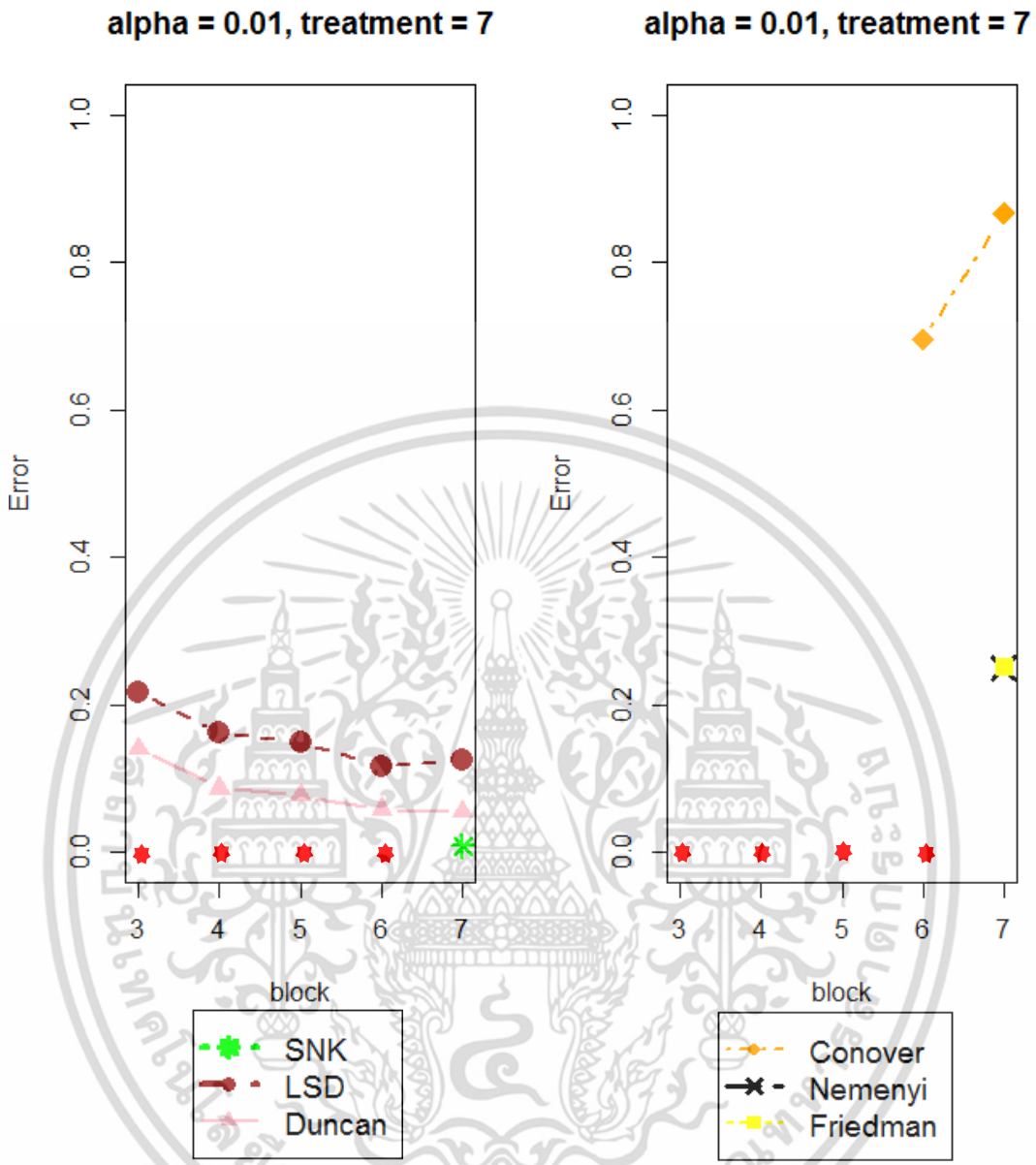


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.65 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.65 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.66 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.66 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4 และ 5 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.23และรูปที่ 4.67 – 4.69

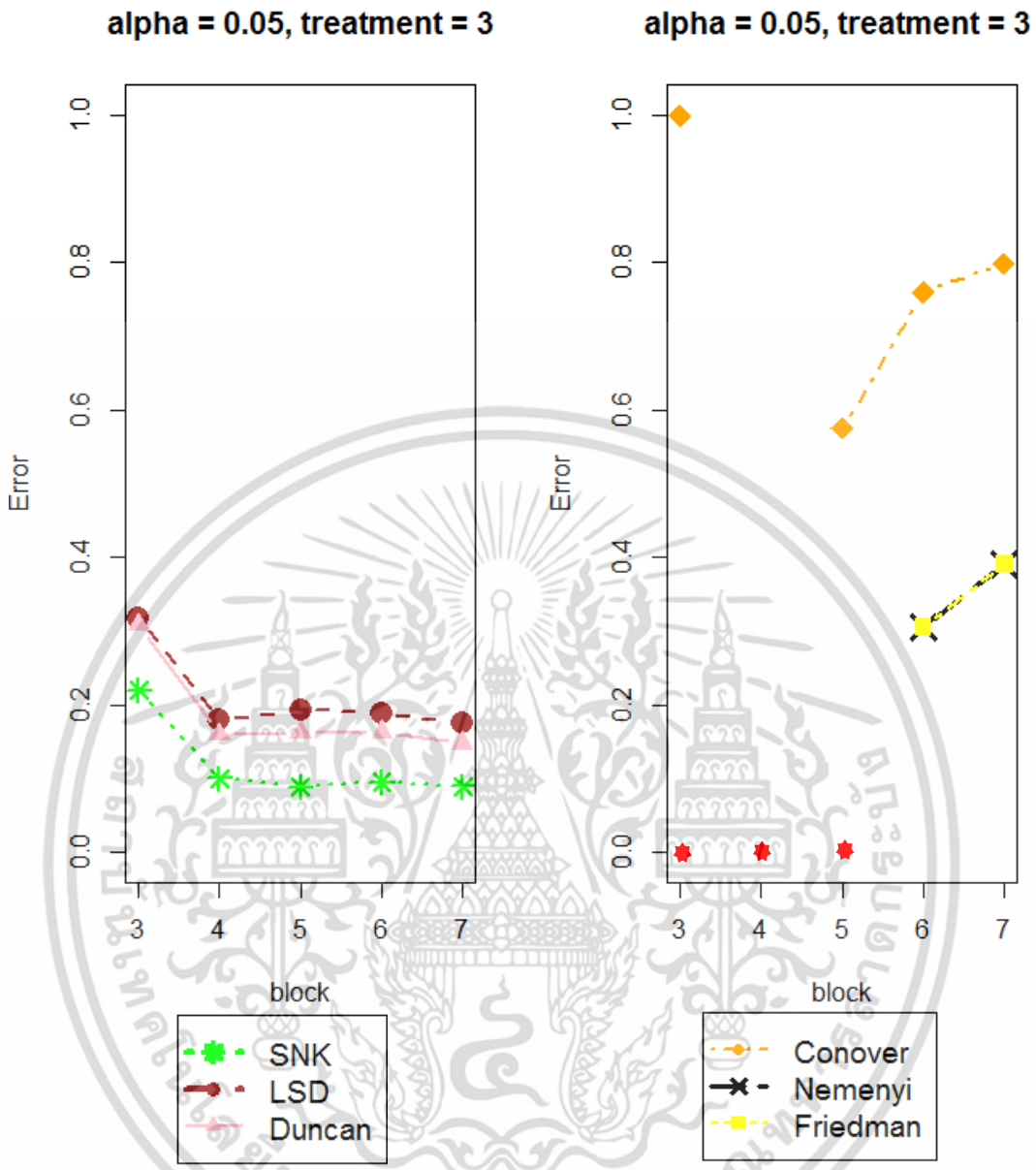
ตารางที่ 4.23ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1.SNK	0.2198	0.1152	0.0786
	2.LSD	0.3182	0.4225*	0.4958*
	3. Duncan	0.3080	0.3298	0.3626
	4.Conover	0.9979*	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
4	1.SNK	0.1002	0.0710	0.0522
	2.LSD	0.1787*	0.3647	0.4584
	3. Duncan	0.1602	0.2680	0.3087
	4.Conover	-	0.6610*	0.5777*
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	-
5	1.SNK	0.0888	0.0717	0.0515
	2.LSD	0.1930	0.3474	0.4754
	3. Duncan	0.1623	0.2525	0.2902
	4.Conover	0.5757*	0.9117*	0.7439*
	5.Nemenyi	-	0.4392	0.2185
	6.Friedman	-	0.4390	0.2402
6	1.SNK	0.0954	0.0506	0.0481
	2.LSD	0.1890	0.3163	0.4639
	3. Duncan	0.1629	0.2101	0.2858
	4.Conover	0.7597*	0.8672*	0.8672*
	5.Nemenyi	0.3050	0.4087	0.3058
	6.Friedman	0.3051	0.4085	0.3056
7	1.SNK	0.0898	0.0588	0.0464
	2.LSD	0.1755	0.3198	0.4463
	3. Duncan	0.1479	0.2099	0.2695
	4.Conover	0.7975*	0.9227*	0.9605*
	5.Nemenyi	0.3908	0.3918	0.4783
	6.Friedman	0.3905	0.3919	0.4783

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

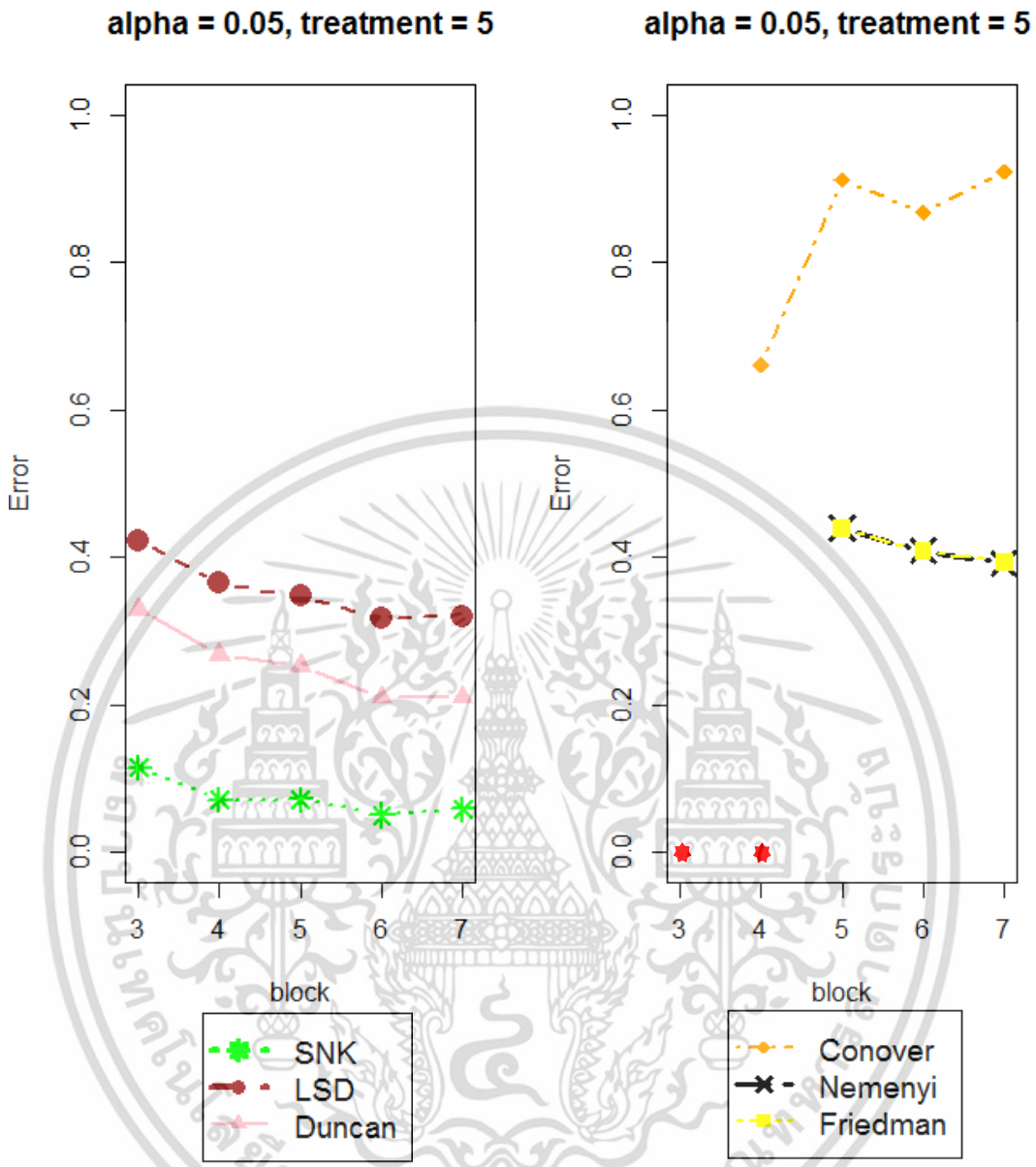


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.67 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.67 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

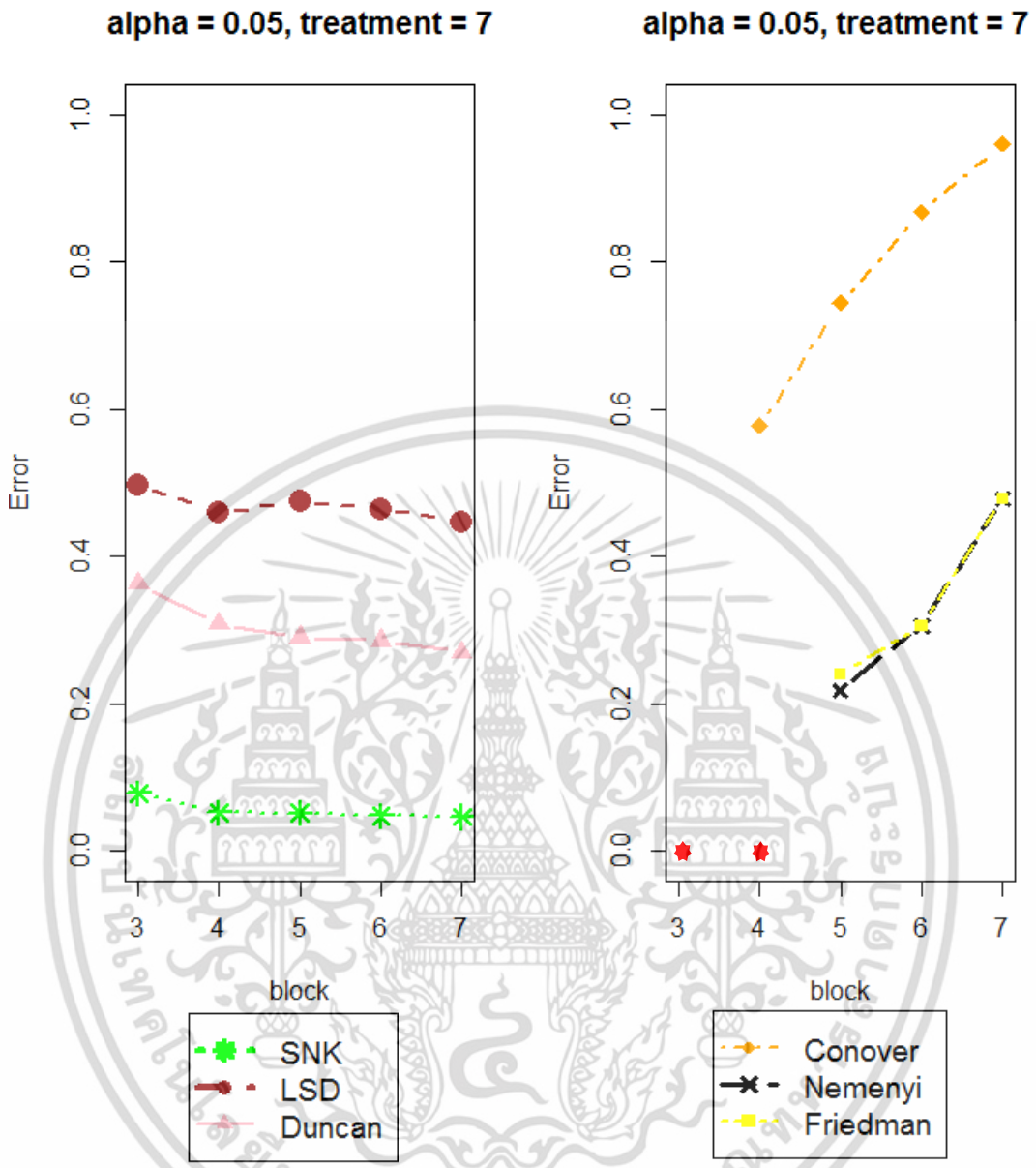


หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.68 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.68 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 สถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 สถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.69 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.69 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 สถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากการคำนวณกำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.24และรูปที่ 4.70 – 4.72

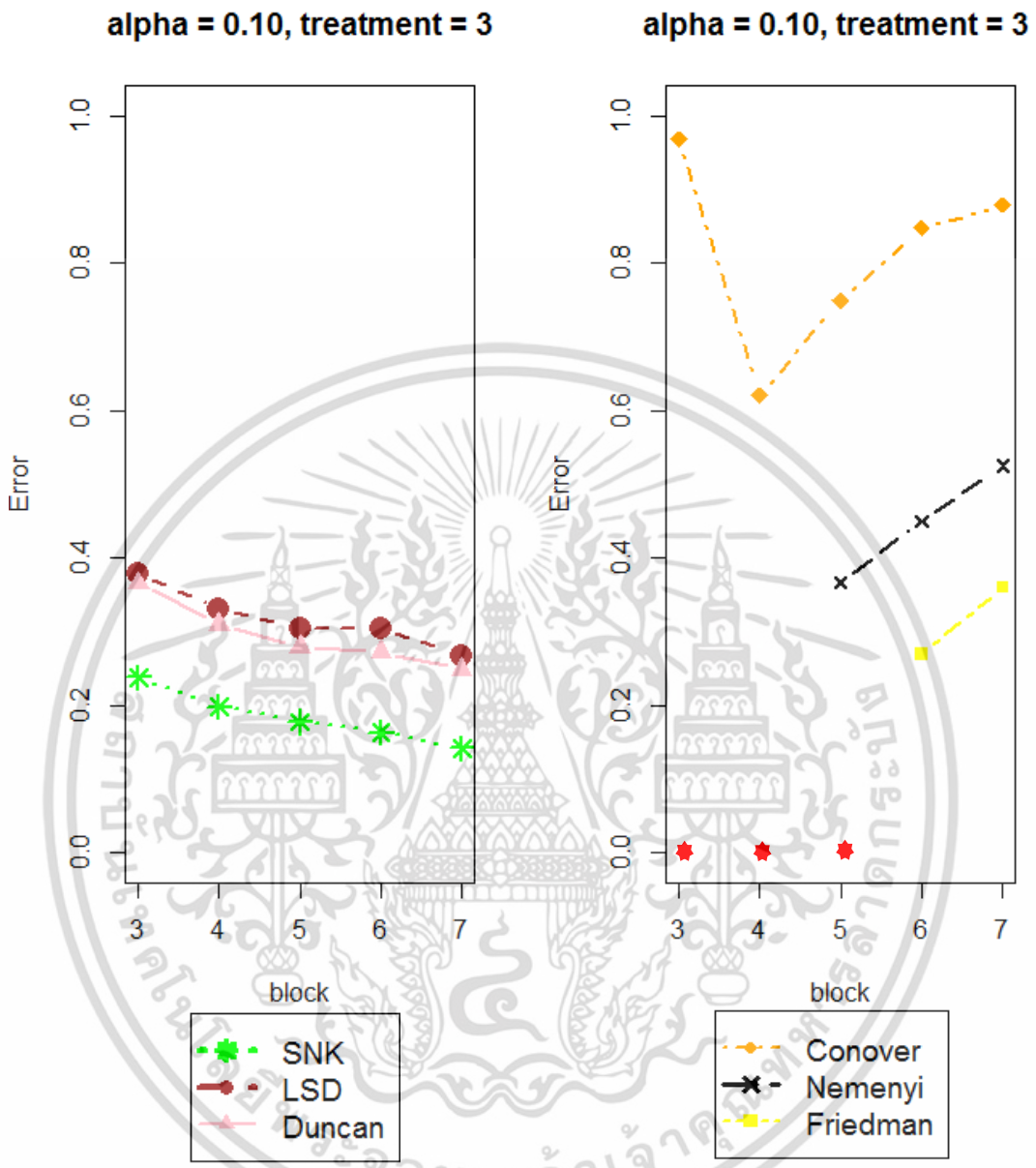
ตารางที่ 4.24ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จำนวนบล็อก	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนทรีทเมนต์		
		3	5	7
3	1.SNK	0.2380	0.1647	0.1347
	2.LSD	0.37787	0.5817*	0.6951*
	3. Duncan	0.3653	0.47811	0.5559
	4.Conover	0.9676*	-	-
	5.Nemenyi	-	-	-
	6.Friedman	-	-	0.0518
4	1.SNK	0.1980	0.1530	0.1325
	2.LSD	0.3303	0.5510	0.6902
	3. Duncan	0.3090	0.4510	0.5449
	4.Conover	0.6204*	0.7252*	0.7268*
	5.Nemenyi	-	0.4089	0.2707
	6.Friedman	-	-	-
5	1.SNK	0.1775	0.1261	0.1126
	2.LSD	0.3043	0.5276	0.7025
	3. Duncan	0.2792	0.4173	0.5206
	4.Conover	0.7497*	0.9649*	0.8561*
	5.Nemenyi	0.3670	0.5249	0.3686
	6.Friedman	-	0.3527	0.2077
6	1.SNK	0.1633	0.1212	0.1093
	2.LSD	0.3050	0.5171	0.6836
	3. Duncan	0.2724	0.3944	0.5101
	4.Conover	0.8472*	0.9406*	0.9412*
	5.Nemenyi	0.4493	0.4959	0.4350
	6.Friedman	0.2693	0.3731	0.2469
7	1.SNK	0.1417	0.1205	0.0994
	2.LSD	0.2860	0.5101	0.6886
	3. Duncan	0.2486	0.3906	0.5068
	4.Conover	0.8787*	0.9657*	0.9898*
	5.Nemenyi	0.5250	0.5754	0.6228
	6.Friedman	0.3594	0.3418	0.4351

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

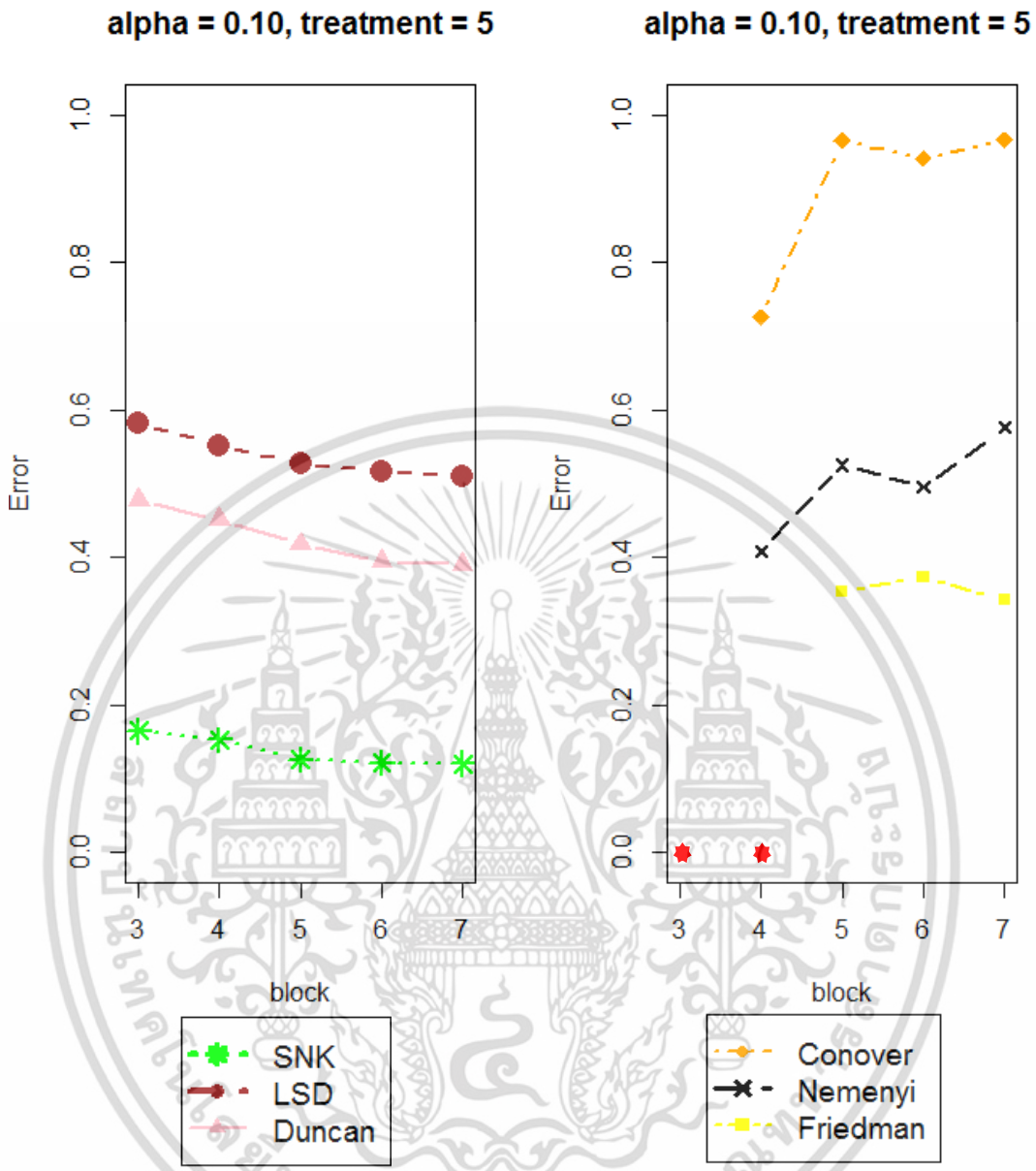


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.70 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.70 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

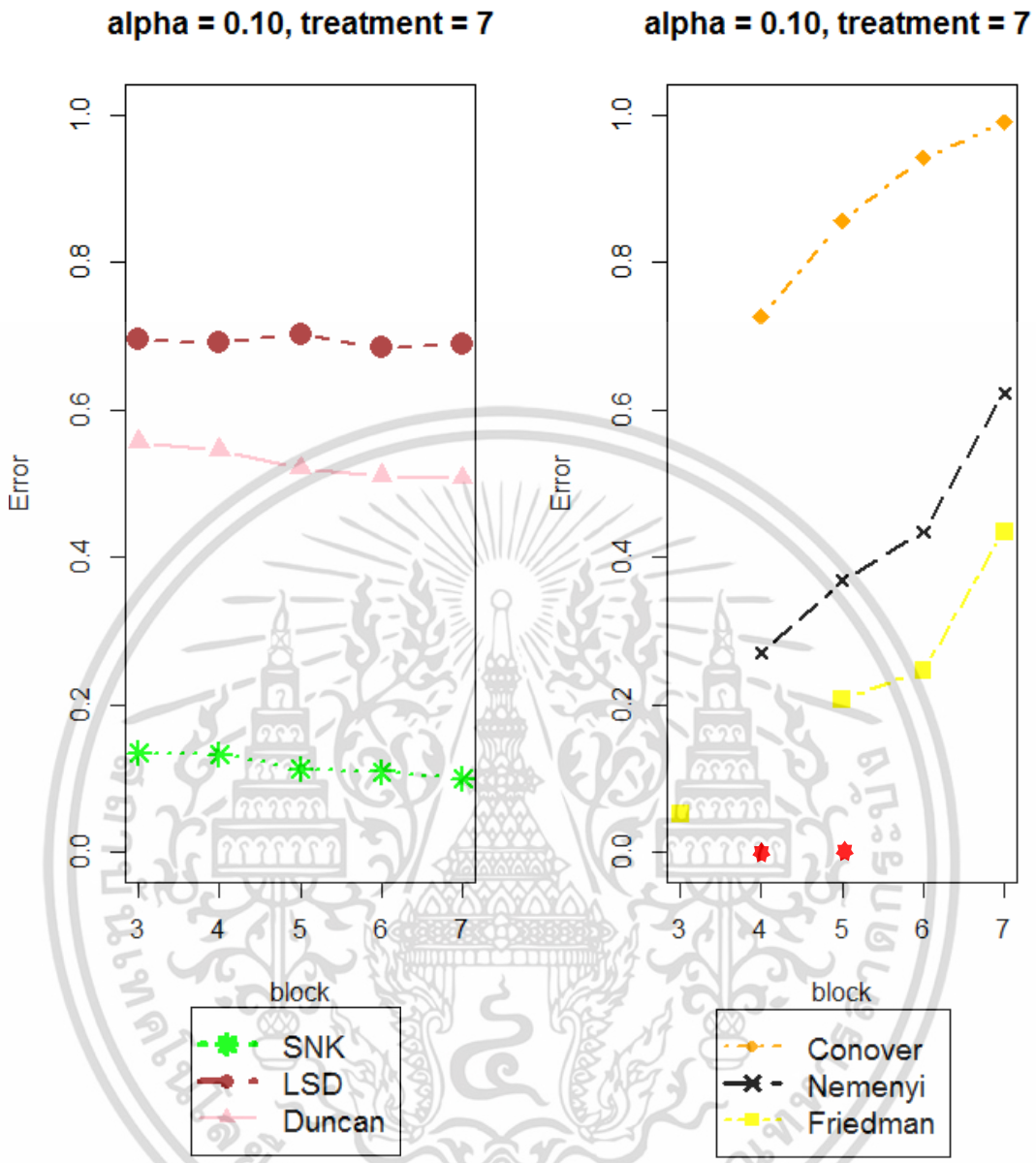


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.71 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.71 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.72 ค่ากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

จากรูปที่ 4.72 จะพบว่าเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 ตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดและเมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ตารางสรุปความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

เมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ทั้ง 6 การทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปผลตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ เมื่อจำลองข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ กันที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01, 0.05 และ 0.10

ทรีทเมนต์	บล็อก	(ค่าเฉลี่ย,ความแปรปรวน)					
		(ต่างกัน,เท่า)			(ต่างกัน,ต่างกัน)		
		ระดับนัยสำคัญ			ระดับนัยสำคัญ		
		0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10
3	3	SNK, LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover
	4	SNK,LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan	SNK,LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Conover
	5	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi
	6	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemeny, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman
	7	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ เมื่อจำลองข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติที่มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ กันที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01, 0.05 และ 0.10 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	บล็อก	(ค่าเฉลี่ย,ความแปรปรวน)					
		(ต่างกัน,เท่า)			(ต่างกัน,ต่างกัน)		
		ระดับนัยสำคัญ			ระดับนัยสำคัญ		
		0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10
5	3	SNK,LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi	-	SNK, LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan
	4	SNK,LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi
	5	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman
	6	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman
	7	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman
7	3	SNK,LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Nemenyi	LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Friedman
	4	SNK,LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi
	5	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	LSD, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman
	6	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	LSD, Duncan, Conover	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman
	7	SNK, Duncan	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK,LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman	SNK, LSD, Duncan, Conover, Nemenyi, Friedman

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพิจารณาผลการวิจัยตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวในกรณีที่ 3 และ 4 คือกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เท่านั้นเนื่องจากกรณีที่ 1 และ 2 คือ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน และกรณีค่าเฉลี่ยเท่า ความแปรปรวนต่างกัน พบว่าไม่มีตัวสถิติทดสอบใดที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley (1978) และ Cochran (1954) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวในกรณีที่ 3 และ 4 ได้ดังนี้

1. กรณีที่ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ซึ่งแบ่งตามจำนวนทรีทเมนต์ได้ดังนี้

1. เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 จะพบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดซึ่งแบ่งตามจำนวนบล็อกได้ดังนี้

1.1.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan และ Conover มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

1.1.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2. เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 จะพบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดซึ่งแบ่งตามจำนวนบล็อกได้ดังนี้

1.2.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

1.2.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan และ Conover มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

1.2.3 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

3. เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จะพบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดซึ่งแบ่งตามจำนวนบล็อกได้ดังนี้

1.3.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

1.3.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5และ 6 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

1.3.3 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK และ Duncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กรณีที่ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ซึ่งแบ่งตามจำนวนทรีทเมนต์ได้ดังนี้

2.1 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 จะพบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดซึ่งแบ่งตามจำนวนบล็อกได้ดังนี้

2.1.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2.1.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan และ Conover มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2.1.3 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2.2 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 จะพบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดซึ่งแบ่งตามจำนวนบล็อกได้ดังนี้

2.2.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และDuncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2.2.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2.3 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จะพบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดซึ่งแบ่งตามจำนวนบล็อกได้ดังนี้

2.3.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4 และ 5 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD และ Duncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2.3.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD, Duncan และ Conoverมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2.3.3 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4ตารางสรุปการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ทั้ง 6 การทดสอบ จำแนกตามการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลังสามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.4.1 กรณีการแจกแจงแกมมา เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ทั้ง 6 การทดสอบ สามารถสรุปผลตังสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำลองข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ กันที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01, 0.05และ 0.10

ทรีทเมนต์	บล็อก	(ค่าเฉลี่ย,ความแปรปรวน)					
		(ต่างกัน,เท่า)			(ต่างกัน,ต่างกัน)		
		ระดับนัยสำคัญ			ระดับนัยสำคัญ		
		0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10
3	3	Conover	Conover	Conover	LSD	Conover	Conover
	4	LSD	Conover	Conover	LSD	LSD	Conover
	5	LSD	LSD	Conover	Conover	Conover	Conover
	6	LSD	LSD	LSD	Conover	Conover	Conover
	7	LSD	LSD	Conover	Conover	Conover	Conover
5	3	LSD	Conover	Conover	-	LSD	LSD
	4	Conover	Conover	Conover	LSD	Conover	Conover
	5	Conover	Conover, Nemenyi, Friedman	Conover	Conover	Conover	Conover
	6	Conover	Conover, Nemenyi, Friedman	Conover, Nemenyi, Friedman	Conover	Conover	Conover
	7	Conover	Conover, Nemenyi, Friedman	Conover, Nemenyi, Friedman	Conover	Conover	Conover
7	3	SNK	LSD	Nemenyi	LSD	LSD	LSD
	4	LSD	LSD	Conover	LSD	Conover	Conover
	5	Conover	Conover	Conover	LSD	Conover	Conover
	6	Conover	Conover	Conover, Nemenyi	Conover	Conover	Conover
	7	Duncan	Conover, Nemenyi, Friedman	Conover, Nemenyi, Friedman	Conover	Conover	Conover

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการพิจารณากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ใน 2 กรณี คือ ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และ ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน สามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว แบ่งตามกรณีได้ดังนี้

1. กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนทรีทเมนต์ ได้ดังนี้

1.1 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

1.1.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 และ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.1.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.2 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

1.2.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 4, 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.3เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

1.3.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Nemenyiมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.3.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 พบวาตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.3.3 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 และ 6 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.3.4 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover, Nemenyiและ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกันกัน พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนทรีทเมนต์ ได้ดังนี้

2.1 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

2.1.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2.1.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

2.2.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2.2.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2.3เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

2.3.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2.3.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 กรณีการแจกแจงไคกำลังสอง เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบพาราเมตริกและนอนพาราเมตริกของแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ทั้ง 6 การทดสอบสามารถสรุปผลถึงตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำลองข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง ที่มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01, 0.05, 0.10

ทรีทเมนต์	บล็อก	(ค่าเฉลี่ย,ความแปรปรวน) (ต่างกัน,ต่างกัน) ระดับนัยสำคัญ		
		0.01	0.05	0.10
3	3	LSD	Conover	Conover
	4	LSD	LSD	Conover
	5	Conover	Conover	Conover
	6	Conover	Conover	Conover
	7	Conover	Conover	Conover, Nemenyi
5	3	-	LSD	LSD
	4	LSD	Conover	Nemenyi
	5	Conover	Conover	Conover
	6	Conover	Conover, Friedman	Nemenyi, Friedman
	7	Conover	Conover, Nemenyi, Friedman	Conover, Nemenyi, Friedman
7	3	LSD	LSD	LSD
	4	LSD	Conover	Nemenyi
	5	LSD	Friedman	Nemenyi
	6	Conover	Nemenyi, Friedman	Nemenyi, Friedman
	7	Conover, Nemenyi, Friedman	Nemenyi, Friedman	Nemenyi, Friedman

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการพิจารณากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงไคกำลังสองที่มีค่าพารามิเตอร์ 1 กรณี คือ ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน สามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว จำแนกตามจำนวนทรีทเมนต์ได้ดังนี้

1. เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

1.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

2.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3. เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

3.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 พบวาตัวสถิติทดสอบ LSD, Conover และ Nemenyi มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3.3 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 5 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD, Friedman และ Nemenyiมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3.4 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Nemenyiและ Friedman มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 กรณีการแจกแจงเลขชี้กำลัง เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ทั้ง 6 การทดสอบ สามารถสรุปผลตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28ตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด เมื่อจำลองข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ กันที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01, 0.05 และ 0.10

ทรีทเมนต์	บล็อก	(ค่าเฉลี่ย,ความแปรปรวน) (ต่างกัน,ต่างกัน) ระดับนัยสำคัญ		
		0.01	0.05	0.10
3	3	LSD	Conover	Conover
	4	LSD	LSD	Conover
	5	Conover	Conover	Conover
	6	Conover	Conover	Conover
	7	Conover	Conover	Conover
5	3	-	LSD	LSD
	4	LSD	Conover	Conover
	5	Conover	Conover	Conover
	6	Conover	Conover	Conover
	7	Conover	Conover	Conover
7	3	LSD	LSD	LSD
	4	LSD	Conover	Conover
	5	LSD	Conover	Conover
	6	Conover	Conover	Conover
	7	Conover	Conover	Conover

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการพิจารณากำลังการทดสอบ สำหรับข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเลขชี้กำลังที่มีค่าพารามิเตอร์ 1 กรณี คือ ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน สามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว จำแนกตามจำนวนทรีทเมนต์ได้ดังนี้

1. เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

1.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3, 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

2.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3 เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 พบว่ามีตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด จำแนกตามจำนวนบล็อก ได้ดังนี้

3.1 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 3 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

3.2 เมื่อจำนวนบล็อกเท่ากับ 4, 5, 6 และ 7 พบวาตัวสถิติทดสอบ Conoverมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ ที่ใช้ในการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ประกอบด้วย ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์ และตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาความสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ สามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

2. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

3. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD, Duncan และ Conover สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK และ Duncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

4. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, LSD และ Duncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD และ Duncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

ดังนั้น ตัวสถิติทดสอบ Ducan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ในกรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง สามารถจำแนกตามการแจกแจงแต่ละสถานการณ์ได้ดังนี้

1. กรณีการแจกแจงแกมมา สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ดังนี้

1.1 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ LSD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงสุด

1.2 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงสุด

2. กรณีการแจกแจงไคกำลัง สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ดังนี้

2.1 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Nemenyi มีกำลังการทดสอบสูงสุด

3. กรณีการแจกแจงเลขชี้กำลัง สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบได้ดังนี้

3.1 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 5 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จะพบว่าตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงสุด

ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงสุดในเกือบทุกสถานการณ์ ยกเว้นในกรณีการแจกแจงแกมมา ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 3 และในกรณีการแจกแจงไคกำลังสอง ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณ โดยผู้วิจัยจะพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ซึ่งจากการวิจัยในครั้งนี้เมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่าในกรณีการแจกแจงปรกติ ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และ ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล และตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณากำลังการทดสอบจะพบว่าในกรณีการแจกแจงแกมมา ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และในกรณีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่าตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด และตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่าตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปุณยนุช พินชู (2548) ที่กล่าวว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี มี 2 วิธี คือ วิธี LSD และ Duncan เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี มี 3 วิธี คือ วิธี LSD, Waller Duncan และ Duncan และสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญชม ศรีสะอาด (2538) ที่กล่าวว่า ในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดวิธีของ Duncan มีโอกาสที่จะพบนัยสำคัญมากกว่าวิธีอื่น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Boardman and Moffitt (1971) ที่กล่าวว่า อัตราความผิดพลาดของวิธี Duncan เพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย แต่ขัดแย้งกับงานวิจัยของ กฤตพล ธีรธนิตนันท์ และคณะ (2558) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบของบอนเฟอร์โรนี ตัวสถิติทดสอบของทูกีย์ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูลส์ และตัวสถิติทดสอบของเชฟเฟสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ที่ศึกษา อาจเนื่องมาจากว่างานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ แต่งานวิจัยของกฤตพล ธีรธนิตนันท์ และคณะ (2558) เป็นการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์

เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบพบว่าตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของนิภาพร ขำสะอาด (2552) ที่กล่าวว่า เมื่อกลุมตัวอยางขนาดเทากัน กำลังการทดสอบดวยสถิติทดสอบความแตกตางของคาเฉลี่ยทั้ง 5 วิธี วิธี LSD มีคากำลังการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือ วิธี Duncan, Scheffe's และ SNK และสถิติทดสอบที่ให้คากำลังการทดสอบนอยที่สุด คือ วิธี Tukey-Kramer และขัดแย้งกับงานวิจัยของกฤตพล ธีรธนิตนันท์ และคณะ (2558) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูลส์ มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ ซึ่งการที่ผลที่ออกมาแตกต่างกันอาจจะเป็นเพราะงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาทั้งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบแบบที่ใช้พารามิเตอร์และแบบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์และการวางแผนการทดลองที่ใช้ในงานวิจัยก็ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ของตัวสถิติทดสอบอื่นๆ เช่น R-E-G-W F Test, Gabriel Test, Waller-Duncan Test, Mack-Skillings และ Hollander

2. ควรขยายขนาดการทดลองที่ศึกษาให้มีจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับจำนวนบล็อก หรืออาจจะเพิ่มขนาดการทดลองนอกจากเหนือจากที่งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา

3. ควรศึกษาในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงอื่นๆ เช่น การแจกแจงเบ้ซ้าย การแจกแจงที่มีความโด่งน้อยและโด่งมาก หรือการแจกแจงที่แตกต่างกันในแต่ละประชากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤตพล ธีรธนิตนันท์, กำชัย สุภัทรกุล, ปารณัท สุขเจริญ และ โศภน พงษ์ชาลี. 2558. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณ ในกรณีความแปรปรวนเท่ากันสำหรับ 3 ประชากรโดยใช้โปรแกรมอาร์”. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กษิภัท โชติกรวรกุล, จินดารัตน์ พึ่งพันธ์, เจษฎา บุตมะ และปัญทิมา นากกล่ำ. 2557. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน ในกรณี 2 ประชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์”. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิภาพร ขำสะอาด. 2552. “อำนาจการทดสอบของการใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย”. ปริญญานิพนธ์การวิจัยและสถิติทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2538). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย.** ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

ปุณยนุช พิณชู. 2548. “การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่สำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์”. วิทยานิพนธ์สถิติการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรัญญา วรรลยางกูร. 2531. “การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบแบบพาราเมตริกและนอนพาราเมตริกในการเปรียบเทียบเชิงพหุของแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์”. วิทยานิพนธ์ (สต.ม.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภรัตน์ มีประพันธ์. 2559. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบสำหรับการแจกแจงปรกติของชุดคำสั่งนอร์เทสต์ในโปรแกรมอาร์”. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2558. **พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ฉบับราชบัณฑิตสภา.** กรุงเทพฯ : คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.

จิราวัลย์ จิตรถเวช. 2552. **การวางแผนและการวิเคราะห์การทดลอง**. กรุงเทพฯ : ไทยพัฒนรายวันการพิมพ์.

มานะชัย รอดชื่น. **การเปรียบเทียบสถิติทดสอบโดยใช้การจำลองข้อมูล.** วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 41. ฉบับที่ 3. 2556. หน้า 638–647.

มนตรี พิริยะกุล. 2529. **ทฤษฎีสถิติ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์.

วราฤทธิ์ พาณิชกิจโกศลกุล. 2557. **การใช้โปรแกรม R ในงานวิจัยด้านสถิติและสถิติประยุกต์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สมจิต วัฒนาชยากูล. 2532. **สถิติวิเคราะห์เบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เจริญผล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2548. **ความน่าจะเป็นสำหรับวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์.** กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์.

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

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2553. **การทดสอบเชิงสถิติ**. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์.

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

สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์. 2542. **การวางแผนการทดลอง**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุชาดา กีระนันทน์. 2545. **การอนุมานเชิงสถิติ:ทฤษฎีขั้นต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุเมธ สมภักดี. 2542. **สถิติคณิตศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : ยงพลเทรดดิ้ง.

สุวิมล ติรกานันท์. 2553. **สถิตินันพาราเมตริก**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. ม.ป.ป. **ไคสแควร์**. กรุงเทพฯ: ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

Bernhardson, C.S. (1975). “Type I Error Rate When Multiple Conparison Procedures Follow a Significant F test of ANOVA”. Biometrics, 31.

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

Boardman, T.J., & Moffitt, D.R. (1971). “Graphical Monte Carlo Type I Error Rate for Multiple Comparison Procedures”. Biometrics, September.

Cochran, W.G. 1954. **“Some methods for strengthening the common chi-squared tests.”** Biometrics. Vol.10 : 417-451.

Conover, W J. 1980. **Practical Nonparametric Statistics**. New York. JOHN WIEY and SONS.

Jeffrey D. Kromrey and Michela A. LA Rocca. (n.d.). “Power and type I Error Rates of New Pairwise Mutiple Comparison Procedures Under Heterogeneous Variances”. The journal of Experimental Education. 63(4).

Kane Nashimoto, Kristin M. Haldeman and Christopher M. Tait. (2013). “Multiple Comparisons of k Binomial Proportions”. Computational Statistics and Data Analysis. 68.

R. W. DAY and G. P. QUINN. (1989). “Comparisons of Treatments After an Analysis of Variance In Ecology”. Ecological Monographs. 59(4).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ก1 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จำนวนบล็อกเท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 ใช้จำนวนรอบ 9,000 รอบ

****

```
library (PMCMR)
library (agricolae)
set.seed(1)
alphaTest=c(0.10,0.05,0.01)
nBlock=5
nTr=7
COUNT <- array(rep(0,6*3),dim=c(6, 3))#StatTest
Tr<- array(1:nBlock*nTr,dim=c(nBlock, nTr))
for (a in 1: 3)
{ M=9000
alpha=alphaTest[a]
for( b in 1:M)
{ for (c in 1: nTr)
{block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)}
Table=data.frame(Tr)
randomTr=data.frame(Tr)
rd= sample(1:nTr, nTr)
for(random in 1 :nTr)
{randomTr[,random]=Table[,rd[random]]}#สุ่มtreatment
Table=randomTr
r = c(t(as.matrix(Table))) # response data
f = c("Tr1", "Tr2","Tr3", "Tr4","Tr5", "Tr6", "Tr7" )  # treatment levels
k = 7                   # number of treatment levels
n = 5                   # number of control blocks
tr = gl(k, 1, n*k, factor(f))
bk = gl(n, k, k*n)
av = aov(r ~ tm + blk)
summary(av)
df=df.residual(av)
MS=deviance(av)/df
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
values=r
ind=tr
Dfcheak= Block.F(Table,nTr,nBlock)
Ftr = Dfcheak[[1]][1]
Fblock= Dfcheak[[2]][1]
DfTr= Dfcheak[[3]][1]
DfBlock= Dfcheak[[4]][1]
DfError= Dfcheak[[5]][1]
Printcheak=PrintcheakBlockTr(alpha,DfTr,DfBlock,DfError,Ftr,Fblock)
if(alpha ==0.10)
{FTrTable=F10[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F10[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
if(alpha==.05)
{ FTrTable=F05[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F05[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
 if(alpha==0.01)
{ FTrTable=F01[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F01[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
if((Dfcheak[[1]][1]>FTrTable)& (Dfcheak[[2]][1]>FBlockTable))
{Printcheak
K=SNK.test(values,ind,df,MS, alpha,group=F)
pvalueSNK=K$comparison$pvalue
if ((pvalueSNK[1] <= alpha) || (pvalueSNK[2] <= alpha) || (pvalueSNK[3] <= alpha)
|| (pvalueSNK[4] <= alpha) || (pvalueSNK[5] <= alpha) || (pvalueSNK[6] <= alpha)
|| (pvalueSNK[7] <= alpha) || (pvalueSNK[8] <= alpha) || (pvalueSNK[9] <= alpha)
|| (pavlueSNK[10] <= alpha) || (pavlueSNK[11] <= alpha) || (pavlueSNK[12] <= alpha)
|| (pavlueSNK[13] <= alpha) || (pavlueSNK[14] <= alpha) || (pavlueSNK[15] <= alpha)
|| (pavlueSNK[16]<= alpha) || (pavlueSNK[17] <= alpha) || (pavlueSNK[18] <= alpha)
|| (pavlueSNK[19]<= alpha) || (pavlueSNK[20] <= alpha) || (pavlueSNK[21] <= alpha))
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]+1
L=LSD.test(values,ind,df,MS, alpha,group=F)
pvalueLSD=L$comparison$pvalue
if((pvalueLSD[1] <= alpha) || (pvalueLSD[2] <= alpha) || (pvalueLSD[3] <= alpha)
|| (pvalueLSD[4] <= alpha) || (pvalueLSD[5] <= alpha) || (pvalueLSD[6] <= alpha)
|| (pvalueLSD[7] <= alpha) || (pvalueLSD[8] <= alpha) || (pvalueLSD[9] <= alpha)
|| (pvalueLSD[10] <= alpha) || (pvalueLSD[11] <= alpha) || (pvalueLSD[12] <= alpha)
|| (pvalueLSD[13] <= alpha) || (pvalueLSD[14] <= alpha) || (pvalueLSD[15] <= alpha)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
|| (pvalueLSD[16] <= alpha) || (pvalueLSD[17] <= alpha) || (pvalueLSD[18] <= alpha)
|| (pvalueLSD[19] <= alpha) || (pvalueLSD[20] <= alpha) || (pvalueLSD[21] <= alpha))
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]+1
LSR=duncan.test(values,ind,df,MS, alpha,group=F)
pvalueLSR=LSR$comparison$pvalue
if((pvalueLSR[1] <= alpha) || (pvalueLSR[2] <= alpha) || (pvalueLSR[3] <= alpha)
|| (pvalueLSR[4] <= alpha) || (pvalueLSR[5] <= alpha) || (pvalueLSR[6] <= alpha)
|| (pvalueLSR[7] <= alpha) || (pvalueLSR[8] <= alpha) || (pvalueLSR[9] <= alpha)
|| (pvalueLSR[10] <= alpha) || (pvalueLSR[11] <= alpha) || (pvalueLSR[12] <= alpha)
|| (pvalueLSR[13] <= alpha) || (pvalueLSR[14] <= alpha) || (pvalueLSR[15] <= alpha)
|| (pvalueLSR[16] <= alpha) || (pvalueLSR[17] <= alpha) || (pvalueLSR[18] <= alpha)
|| (pvalueLSR[19] <= alpha) || (pvalueLSR[20] <= alpha) || (pvalueLSR[21] <= alpha))
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]+1
##nonpara
A1<-c(Table[[1]])
A2<-c(Table[[2]])
A3<-c(Table[[3]])
A4<-c(Table[[4]])
A5<-c(Table[[5]])
A6<-c(Table[[6]])
A7<-c(Table[[7]])
y <- matrix(c(A1[1], A2[1], A3[1], A4[1], A5[1], A6[1], A7[1],A1[2], A2[2], A3[2], A4[2],
A5[2], A6[2], A7[2],A1[3], A2[3], A3[3], A4[3], A5[3], A6[3], A7[3],A1[4], A2[4], A3[4], A4[4],
A5[4], A6[4], A7[4],A1[5], A2[5], A3[5], A4[5], A5[5], A6[5], A7[5]),
, nrow =5 , ncol = 7,dimnames = list ( 1:5, c("tr1", "tr2","tr3", "tr4","tr5", "tr6", "tr7")))
#กี่ตัว:แถว (Tr), คอลัม (block)
friedman.test(y)
CNV<-posthoc.friedman.conover.test(y=y, 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)
||(PvalueCNV [7]<=alpha) ||( PvalueCNV [8]<=alpha)||( PvalueCNV [9]<=alpha)
||( PvalueCNV[10]<=alpha) ||( PvalueCNV[11]<=alpha) ||( PvalueCNV[12]<=alpha)
||( PvalueCNV[13]<=alpha) ||( PvalueCNV[14]<=alpha) ||( PvalueCNV[15]<=alpha)
||( PvalueCNV[16]<=alpha) ||( PvalueCNV[17]<=alpha) ||( PvalueCNV[18]<=alpha)
||( PvalueCNV[19]<=alpha) ||( PvalueCNV[20]<=alpha) ||( PvalueCNV[21]<=alpha))
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]+1
NMY<-posthoc.friedman.nemenyi.test(y)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PvalueNMY<-get.pvalues(NMY)
if( (PvalueNMY [1]<=alpha) ||( PvalueNMY[2]<=alpha)||( PvalueNMY[3]<=alpha)
||( PvalueNMY[4]<=alpha)||( PvalueNMY[5]<=alpha)||( PvalueNMY[6]<=alpha)
||( PvalueNMY[7]<=alpha) ||( PvalueNMY[8]<=alpha)||( PvalueNMY[9]<=alpha)
||( PvalueNMY[10]<=alpha) ||( PvalueNMY[11]<=alpha) ||( PvalueNMY[12]<=alpha)
||( PvalueNMY[13]<=alpha) ||( PvalueNMY[14]<=alpha) ||( PvalueNMY[15]<=alpha)
||( PvalueNMY[16]<=alpha) ||( PvalueNMY[17]<=alpha) ||( PvalueNMY[18]<=alpha)
||( PvalueNMY[19]<=alpha) ||( PvalueNMY[20]<=alpha) ||( PvalueNMY[21]<=alpha))
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]+1
WineTasting <- data.frame(
Taste = c( y[1], y[6], y[11], y[16], y[21], y[26], y[31], y[2], y[7], y[12], y[17], y[22], y[27],
y[32],y[3], y[8], y[13], y[18], y[23], y[28], y[32], y[4], y[9], y[14], y[19], y[24], y[29],
y[34],y[5], y[10], y[15], y[20], y[25] , y[30] , y[35]),Wine = factor(rep(c("trA", " trB", "
trC","trD","trE","trF","trG"),5)),
Taster = factor(rep(1:5, rep(7,5) ) ))  #rep(1:tr,rep(block,tr) ) tr เป็นแถว block คอลัม
PvalueFriedman<-friedman.test.with.post.hoc(Taste ~ Wine | Taster ,WineTasting)
if(PvalueFriedman[[3]]==5){
if((PvalueFriedman[[2]][1] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][2] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][3] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][4] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][5] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][6] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][7] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][8] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][9] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][10] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][11] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][12] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][13] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][14] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][15] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][16] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][17] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][18] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][19] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][20] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][21] <= alpha))
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]+1}}}
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]/M
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]/M
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]/M
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]/M
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]/M
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]/M}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง คำสั่งโปรแกรมคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จำนวนบล็อกเท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ใช้จำนวนรอบ 1 รอบ

****

1. คำสั่งการจำลองและสุ่มข้อมูล

```
library (PMCMR)
library (agricolae)
nBlock = 5
nTr = 7
COUNT <- array (rep (0, 6*3), dim = c (6, 3)) # StatTest
Tr<- array(1:nBlock*nTr,dim=c(nBlock, nTr))
alpha = 0.05
{ for (c in 1: nTr)
{block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)}
Table=data.frame(Tr)
randomTr=data.frame(Tr)
rd= sample(1:nTr, nTr)
for(random in 1 :nTr)
{randomTr[,random]=Table[,rd[random]]}#สุ่มtreatment
```

หมายเหตุ (block1 : rnorm (จำนวนหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ 1, ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

```
Table=randomTr
```

ตารางที่ 1 การจำลองและการสุ่มข้อมูล

	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
Block1	0.9066	0.8503	4.9785	1.8926	-0.2740	0.6708	0.5380
Block2	2.3651	4.1395	2.6596	2.5051	0.8078	2.7654	3.5685
Block3	4.404	6.5646	6.3727	4.5894	5.4327	6.5289	5.5829
Block4	9.5419	9.9480	11.2283	8.9240	8.9845	10.8850	7.8483
Block5	12.3787	12.8446	13.6725	11.3703	12.3374	12.3374	12.5990

หมายเหตุ 0.9066 คือ ค่าที่สุ่มมาได้ของทรีทเมนต์ที่ 1 และบล็อกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **คำสั่งการคำนวณตาราง ANOVA**

```
r = c (t (as.matrix (Table))) # response data
f = c ("Tr1", "Tr2", "Tr3", "Tr4","Tr5", "Tr6", "Tr7")   # จำนวนทรีทเมนต์
k = 7                    # จำนวนทรีทเมนต์
n = 5                    # จำนวนบล็อก
tr = gl (k, 1, n*k, factor (f))
bk = gl (n, k, k*n)
av = aov (r ~ tm + blk)
summary (av)
```

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

	df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tr	6	18.6	3.10	3.325	0.0158 *
bk	4	602.7	150.67	161.357	<2e-16 ***
Residuals	24	22.4	0.93		

Signif.codes: ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

โดยที่ ‘***’ 0.001 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.001
‘**’ 0.01 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01
‘*’ 0.05 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
‘.’ 0.1 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1
‘ ’ 1 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 1

2.1 จากผลลัพธ์ ตาราง ANOVA พบว่า มีอิทธิพลของบล็อก เนื่องจากค่า p-value = <2e-16 ซึ่งน้อยกว่า α = 0.001 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงทำให้ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าบล็อกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.001

2.2 อิทธิพลของทรีทเมนต์เนื่องจากค่า p-value = 0.0158 ซึ่งน้อยกว่า α = 0.05 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงทำให้ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำสั่งตรวจสอบบล็อกและทรีทเมนต์ว่าต้องมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

```
df = df.residual (av)
MS = deviance (av)/df
values = r
ind = tr
Dfcheak= Block.F(Table,nTr,nBlock)
Ftr = Dfcheak[[1]][1]
Fblock= Dfcheak[[2]][1]
DfTr= Dfcheak[[3]][1]
DfBlock= Dfcheak[[4]][1]
DfError= Dfcheak[[5]][1]
Printcheak=PrintcheakBlockTr(alpha,DfTr,DfBlock,DfError,Ftr,Fblock)
if(alpha ==0.10)
{FTrTable=F10[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F10[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
if(alpha==.05)
{ FTrTable=F05[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F05[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
 if(alpha==0.01)
{ FTrTable=F01[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F01[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
if((Dfcheak[[1]][1]>FTrTable)&(Dfcheak[[2]][1]>FBlockTable))
{Printcheak
```

<u>ผลลัพธ์</u> การตรวจสอบบล็อกและทรีทเมนต์ พบว่า

Fcal > Ftable ; 161.357 > 2.78 ; Block is effect

Fcal > Ftable ; 3.325 > 2.51 ; Tr is effect

3.1 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของบล็อก พบว่า

Fcal > Ftable ; 161.357 > 2.78 ; Block is effect

เนื่องจาก F = 161.357 > 2.78 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าบล็อกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.2 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์

Fcal > Ftable ; 3.325 > 2.51 ; Tr is effect

เนื่องจาก F = 3.325 > 2.51 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงทำให้ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำสั่งการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จำแนกตามตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวดังนี้

4.1 ตัวสถิติทดสอบของสติวเด็นต์-นิวแมน-คูล

{K = SNK.test (values, ind, df, MS, alpha, group = F)

ผลลัพธ์ การคำนวณของตัวสถิติทดสอบของสติวเด็นต์-นิวแมน-คูล

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
6.34165	15.23741	0.9337413

ตารางที่ 4 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

df	ntr	alpha	test	name.t
24	7	0.05	SNK	Ind.

ตารางที่ 5 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)

Table	Critical Range
2.918793	1.261338
3.531697	1.526201
3.901262	1.685906
4.166314	1.800447
4.372651	1.889614
4.541314	1.962501

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	Std.	r	Min	Max
TM1	5.919336	4.870866	5	0.9066685	12.37872
TM2	6.869426	4.715828	5	0.8503303	12.84465
TM3	7.782326	4.545870	5	2.6596147	13.67253
TM4	5.856298	4.134041	5	1.8926209	11.37033
TM5	5.429823	5.321596	5	-0.2740513	12.33746
TM6	6.506983	4.848682	5	0.6707681	11.68480
TM7	6.027355	4.551902	5	0.5380098	12.59905

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
TM1-TM2	-0.95008978	0.4223	-2.63599596	0.73581640
TM1-TM3	-1.86298954	0.0401*	-3.66343624	-0.06254284
TM1-TM4	0.06303825	0.9187	-1.19830010	1.32437660
TM1-TM5	0.48951253	0.7060	-1.03668858	2.01571364
TM1-TM6	-0.58764684	0.6076	-2.11384794	0.93855427
TM1-TM7	-0.10801928	0.8612	-1.36935764	1.15331907
TM2-TM3	-0.91289976	0.1483	-2.17423811	0.34843859
TM2-TM4	1.01312803	0.4773	-0.78731867	2.81357473
TM2-TM5	1.43960231	0.2116	-0.45001165	3.32921627
TM2-TM6	0.36244295	0.5587	-0.89889540	1.62378130
TM2-TM7	0.84207050	0.3680	-0.68413061	2.36827161
TM3-TM4	1.92602779	0.0439*	0.03641383	3.81564175
TM3-TM5	2.35250207	0.0118*	0.39000156	4.31500259
TM3-TM6	1.27534271	0.1139	-0.25085840	2.80154381
TM3-TM7	1.75497026	0.0392*	0.06906408	3.44087644
TM4-TM5	0.42647428	0.4920	-0.83486407	1.68781263
TM4-TM6	-0.65068509	0.7137	-2.33659126	1.03522109
TM4-TM7	-0.17105753	0.9578	-1.69725864	1.35514357
TM5-TM6	-1.07715937	0.4172	-2.87760607	0.72328733
TM5-TM7	-0.59753182	0.7633	-2.28343800	1.08837436
TM6-TM7	0.47962755	0.4402	-0.78171080	1.74096590

จากตารางการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 4 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่า p-value = 0.0401 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0439 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0118 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.0392 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 1, 4, 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 คำสั่งหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง)

```
pvalueSNK = K$comparison$pvalue
if ((pvalueSNK[1] <= alpha) || (pvalueSNK[2] <= alpha) || (pvalueSNK[3] <= alpha)
|| (pvalueSNK[4] <= alpha) || (pvalueSNK[5] <= alpha) || (pvalueSNK[6] <= alpha)
|| (pvalueSNK[7] <= alpha) || (pvalueSNK[8] <= alpha) || (pvalueSNK[9] <= alpha)
|| (pavlueSNK[10] <= alpha) || (pavlueSNK[11] <= alpha) || (pavlueSNK[12] <= alpha)
|| (pavlueSNK[13] <= alpha) || (pavlueSNK[14] <= alpha) || (pavlueSNK[15] <= alpha)
|| (pavlueSNK[16]<= alpha) || (pavlueSNK[17] <= alpha) || (pavlueSNK[18] <= alpha)
|| (pavlueSNK[19]<= alpha) || (pavlueSNK[20] <= alpha) || (pavlueSNK[21] <= alpha))
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 4 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.2 ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด

```
L=LSD.test(values,ind,df,MS,alpha,group=F)
```

ผลลัพธ์ การคำนวณของตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
6.34165	15.23741	0.9337413

ตารางที่ 9 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

df	ntr.	t.value	alpha	Test	name.t
24	7	2.063899	0.05	Fisher-LSD	ind

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	Std.	r	LCL	UCL	Min	Max
TM1	5.919336	4.870866	5	5.027435	6.811237	0.9066685	12.37872
TM2	6.869426	4.715828	5	5.977525	7.761327	0.8503303	12.84465
TM3	7.782326	4.545870	5	6.890425	8.674227	2.6596147	13.67253
TM4	5.856298	4.134041	5	4.964397	6.748199	1.8926209	11.37033
TM5	5.429823	5.321596	5	4.537923	6.321724	-0.2740513	12.33746
TM6	6.506983	4.848682	5	5.615082	7.398884	0.6707681	11.68480
TM7	6.027355	4.551902	5	5.135454	6.919256	0.5380098	12.59905

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
TM1 - TM2	-0.95008978	0.1331	-2.21142823	0.3112487
TM1 - TM3	-1.86298954	0.0055 **	-3.12432799	-0.6016511
TM1 - TM4	0.06303825	0.9187	-1.19830020	1.3243767
TM1 - TM5	0.48951253	0.4310	-0.77182592	1.7508510
TM1 - TM6	-0.58764684	0.3459	-1.84898529	0.6736916
TM1 - TM7	-0.10801928	0.8612	-1.36935774	1.1533192
TM2 - TM3	-0.91289976	0.1483	-2.17423821	0.3484387
TM2 - TM4	1.01312803	0.1104	-0.24821042	2.2744665
TM2 - TM5	1.43960231	0.0270*	0.17826386	2.7009408
TM2 - TM6	0.36244295	0.5587	-0.89889551	1.6237814
TM2 - TM7	0.84207050	0.1810	-0.41926796	2.1034089
TM3 - TM4	1.92602779	0.0043**	0.66468934	3.1873662
TM3 - TM5	2.35250207	0.0008***	1.09116362	3.6138405
TM3 - TM6	1.27534271	0.0477*	0.01400425	2.5366812
TM3 - TM7	1.75497026	0.0084**	0.49363180	3.0163087
TM4 - TM5	0.42647428	0.4920	-0.83486417	1.6878127
TM4 - TM6	-0.65068509	0.2976	-1.91202354	0.6106534
TM4 - TM7	-0.17105753	0.7820	-1.43239599	1.0902809
TM5 - TM6	-1.07715937	0.0907	-2.33849782	0.1841791
TM5 - TM7	-0.59753182	0.3380	-1.85887027	0.6638066
TM6 - TM7	0.47962755	0.4402	-0.78171090	1.7409660

จากตารางการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 6 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่า p-value = 0.0055 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0270 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0043 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0008 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.0477 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.0084 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 1, 4, 5, 6, 7 และทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 คำสั่งหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง)

```
pvalueLSD=L$comparison$pvalue
if((pvalueLSD[1] <= alpha) || (pvalueLSD[2] <= alpha) || (pvalueLSD[3] <= alpha)
|| (pvalueLSD[4] <= alpha) || (pvalueLSD[5] <= alpha) || (pvalueLSD[6] <= alpha)
|| (pvalueLSD[7] <= alpha) || (pvalueLSD[8] <= alpha) || (pvalueLSD[9] <= alpha)
|| (pvalueLSD[10] <= alpha) || (pvalueLSD[11] <= alpha) || (pvalueLSD[12] <= alpha)
|| (pvalueLSD[13] <= alpha) || (pvalueLSD[14] <= alpha) || (pvalueLSD[15] <= alpha)
|| (pvalueLSD[16] <= alpha) || (pvalueLSD[17] <= alpha) || (pvalueLSD[18] <= alpha)
|| (pvalueLSD[19] <= alpha) || (pvalueLSD[20] <= alpha) || (pvalueLSD[21] <= alpha))
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 6 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.3 ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน

```
LSR = duncan.test (values, ind, df, MS,  alpha, group = F)
```

ผลลัพธ์ การคำนวณของตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
6.34165	15.23741	0.9337413

ตารางที่ 13 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

df	ntr	alpha	Test	name.t
24	7	0.05	Duncan	ind

ตารางที่ 14 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)

	Table	Critical Range
2	2.918793	1.261338
3	3.065610	1.324785
4	3.159874	1.365520
5	3.226454	1.394292
6	3.276155	1.415770
7	3.314602	1.432385

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	std	r	Min	Max
TM1	5.919336	4.870866	5	0.9066685	12.37872
TM2	6.869426	4.715828	5	0.8503303	12.84465
TM3	7.782326	4.545870	5	2.6596147	13.67253
TM4	5.856298	4.134041	5	1.8926209	11.37033
TM5	5.429823	5.321596	5	-0.2740513	12.33746
TM6	6.506983	4.848682	5	0.6707681	11.68480
TM7	6.027355	4.551902	5	0.5380098	12.59905

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
TM1 - TM2	-0.95008978	0.1672	-2.31560964	0.4154301
TM1 - TM3	-1.86298954	0.0102 *	-3.25728182	-0.4686973
TM1 - TM4	0.06303825	0.9187	-1.19830010	1.3243766
TM1 - TM5	0.48951253	0.4578	-0.83527201	1.8142971
TM1 - TM6	-0.58764684	0.3736	-1.91243138	0.7371377
TM1 - TM7	-0.10801928	0.8612	-1.36935764	1.1533191
TM2 - TM3	-0.91289976	0.1483	-2.17423811	0.3484386
TM2 - TM4	1.01312803	0.1497	-0.38116425	2.4074203
TM2 - TM5	1.43960231	0.0464 *	0.02383236	2.8553723
TM2 - TM6	0.36244295	0.5587	-0.89889540	1.6237813
TM2 - TM7	0.84207050	0.2050	-0.48271405	2.1668550
TM3 - TM4	1.92602779	0.0089 **	0.51025783	3.3417977
TM3 - TM5	2.35250207	0.0020**	0.92011723	3.7848869
TM3 - TM6	1.27534271	0.0586 .	-0.04944184	2.6001273
TM3 - TM7	1.75497026	0.0132 *	0.38945040	3.1204901
TM4 - TM5	0.42647428	0.4920	-0.83486407	1.6878126
TM4 - TM6	-0.65068509	0.3409	-2.01620494	0.7148348
TM4 - TM7	-0.17105753	0.7946	-1.49584208	1.1537270
TM5 - TM6	-1.07715937	0.1263	-2.47145164	0.3171329
TM5 - TM7	-0.59753182	0.3814	-1.96305168	0.7679880
TM6 - TM7	0.47962755	0.4402	-0.78171080	1.7409659

จากตารางการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 5 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่า p-value = 0.0102 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0464 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0089 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0020 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.0132 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 1, 4, 5, 7 และทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 คำสั่งหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง)

```
pvalueLSR=LSR$comparison$pvalue
if((pvalueLSR[1] <= alpha) || (pvalueLSR[2] <= alpha) || (pvalueLSR[3] <= alpha)
|| (pvalueLSR[4] <= alpha) || (pvalueLSR[5] <= alpha) || (pvalueLSR[6] <= alpha)
|| (pvalueLSR[7] <= alpha) || (pvalueLSR[8] <= alpha) || (pvalueLSR[9] <= alpha)
|| (pvalueLSR[10] <= alpha) || (pvalueLSR[11] <= alpha) || (pvalueLSR[12] <= alpha)
|| (pvalueLSR[13] <= alpha) || (pvalueLSR[14] <= alpha) || (pvalueLSR[15] <= alpha)
|| (pvalueLSR[16] <= alpha) || (pvalueLSR[17] <= alpha) || (pvalueLSR[18] <= alpha)
|| (pvalueLSR[19] <= alpha) || (pvalueLSR[20] <= alpha) || (pvalueLSR[21] <= alpha))
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 5 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.4 ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์

```
##nonpara
A1<-c(Table[[1]])
A2<-c(Table[[2]])
A3<-c(Table[[3]])
A4<-c(Table[[4]])
A5<-c(Table[[5]])
A6<-c(Table[[6]])
A7<-c(Table[[7]])
y <- matrix(c(A1[1], A2[1], A3[1], A4[1], A5[1], A6[1], A7[1],A1[2], A2[2], A3[2], A4[2], A5[2], A6[2],
A7[2],A1[3], A2[3], A3[3], A4[3], A5[3], A6[3], A7[3],A1[4], A2[4], A3[4], A4[4], A5[4], A6[4], A7[4],A1[5],
A2[5], A3[5], A4[5], A5[5], A6[5], A7[5]), nrow = 5, ncol =7,
dimnames=list(1:5,c("tr1"," tr2", " tr3"," tr4"," tr 5"," tr 6"," tr 7")))
#กี่ตัว:แถว(Tr),คอลัม(block)
friedman.test(y)
CNV<-posthoc.friedman.conover.test(y=y, p.adjust="none")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์

Pairwise comparisons using Conover's test for a two-way balanced complete block design

	tr1	tr2	tr3	tr4	tr 5	tr 6
tr2	0.23879	-	-	-	-	-
tr3	0.69074	0.12030	-	-	-	-
tr4	0.00135	6.4e-05	0.00365	-	-	-
tr5	8.4e-06	4.4e-07	2.3e-05	0.05541	-	-
tr6	2.8e-08	2.1e-09	6.9e-08	0.00018	0.02366	-
tr7	5.0e-09	4.3e-10	1.2e-08	2.3e-05	0.00365	0.42850

P value adjustment method: none

จากตางรางพบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 16 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.00135 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 8.4e-06 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 2.8e-08 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 5.0e-09 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 6.4e-05 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 4.4e-07 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 2.1e-09 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 4.3e-10 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.00365 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 2.3e-05 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 6.9e-08 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 1.2e-08 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.00018 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 2.3e-05 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 5 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.02366 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 5 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.00365 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 1, 2, 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 4, 5, 6, 7 และทรีทเมนต์ที่ 4, 5 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 6, 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 คำสั่งหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง)

```
PvalueCNV<-get.pvalues(CNV)
if((PvalueCNV[1] <= alpha) || (PvalueCNV[2] <=alpha) || (PvalueCNV[3] <= alpha)
|| (PvalueCNV[4] <= alpha) || (PvalueCNV[5] <=alpha) || (PvalueCNV[6] <= alpha)
|| (PvalueCNV [7] <= alpha) || (PvalueCNV[8] <=alpha) || (PvalueCNV [9] <= alpha)
|| (PvalueCNV[10] <= alpha) || (PvalueCNV[11] <=alpha) || (PvalueCNV[12] <= alpha)
|| (PvalueCNV[13] <= alpha) || (PvalueCNV[14] <=alpha) || (PvalueCNV[15] <= alpha)
|| (PvalueCNV[16] <= alpha) || (PvalueCNV[17] <=alpha) || (PvalueCNV[18] <= alpha)
|| (PvalueCNV[19] <= alpha) || (PvalueCNV[20] <=alpha) || (PvalueCNV[21] <= alpha))
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 16 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.5 ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี

```
NMY<-posthoc.friedman.nemenyi.test(y)
```

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี

Pairwise comparisons using Nemenyi multiple comparison test
with q approximation for unreplicated blocked data

	tr1	tr2	tr3	tr4	tr 5	tr 6
tr2	0.9995	-	-	-	-	-
tr3	1.0000	0.9972	-	-	-	-
tr4	0.8440	0.5776	0.9051	-	-	-
tr 5	0.3834	0.1633	0.4782	0.9906	-	-
tr 6	0.0530	0.0134	0.0794	0.6757	0.9758	-
tr 7	0.0218	0.0047	0.0345	0.4782	0.9051	0.9999

P value adjustment method: none

จากตารางพบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 4 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.0218 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.0134 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.0047 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.0345 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 1, 2, 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 7 และทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 คำสั่งหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง)

```
PvalueNMY<-get.pvalues(NMY)
if((PvalueNMY[1] <= alpha) || (PvalueNMY[2] <= alpha) || (PvalueNMY[3] <= alpha)
|| (PvalueNMY[4] <= alpha) || (PvalueNMY[5] <= alpha) || (PvalueNMY[6] <= alpha)
|| (PvalueNMY[7] <= alpha) || (PvalueNMY[8] <= alpha) || (PvalueNMY[9] <= alpha)
|| (PvalueNMY[10] <= alpha) || (PvalueNMY[11] <= alpha) || (PvalueNMY[12] <= alpha)
|| (PvalueNMY[13] <= alpha) || (PvalueNMY[14] <= alpha) || (PvalueNMY[15] <= alpha)
|| (PvalueNMY[16] <= alpha) || (PvalueNMY[17] <= alpha) || (PvalueNMY[18] <= alpha)
|| (PvalueNMY[19] <= alpha) || (PvalueNMY[20] <= alpha) || (PvalueNMY[21] <= alpha))
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 4 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.6 ตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน

```
WineTasting<- data.frame (Taste = c (y[1], y[6], y[11], y[16], y[21], y[26], y[31],y[2], y[7], y[12], y[17],
y[22], y[27], y[32],y[3], y[8], y[13], y[18], y[23], y[28], y[32],y[4], y[9], y[14], y[19], y[24], y[29], y[34],
y[5], y[10], y[15], y[20], y[25] , y[30] , y[35]),
Wine = factor(rep(c("trA", " trB", " trC", "trD","trE","trF","trG"),5)), Taster = factor(rep(1:5, rep(7,5) ) )) #
rep (1: tr, rep (block, tr) ) tr เป็นแถว block คอลัมน์
PvalueFriedman <- friedman.test.with.post.hoc (Taste ~ Wine | Taster, WineTasting)
$Friedman.Test
```

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน

```
        Asymptotic General Symmetry Test
data:  Taste by
        Wine ( trB,  trC, trA, trD, trE, trF, trG)      stratified by Taster
maxT = 3.6596, p-value = 0.004756 alternative hypothesis: two.sided
$PostHoc.Test
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

tr3 - tr2	0.997234028
tr1 - tr2	0.999458815
tr4 - tr2	0.577633910
tr5 - tr2	0.163483658
tr6 - tr2	0.013401214
tr7 - tr2	0.004833954
tr1 - tr3	0.999999172
tr4 - tr3	0.905074375
tr5 - tr3	0.478114082
tr6 - tr3	0.079530140
tr7 - tr3	0.034349492
tr4 – tr1	0.844103886
tr5 – tr1	0.383143426
tr6 – tr1	0.053089761
tr7 – tr1	0.021565713
tr5 – tr4	0.990647260
tr6 – tr4	0.675684125
tr7 – tr4	0.478114082
tr6 – tr5	0.975823129
tr7 – tr5	0.905074375
tr7 – tr6	0.999949164

จากตารางพบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 4 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 6 กับ ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่า p-value = 0.0134 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 7 กับ ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่า p-value = 0.0048 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 7 กับ ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่า p-value = 0.0343 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 7 กับ ทรีทเมนต์ที่ 1 มีค่า p-value = 0.0216 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 1, 2, 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 7 และทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 คำสั่งหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง)

```
if (PvalueFriedman[[3]] == 5)  {if ((PvalueFriedman[[2]][1] <= alpha) ||(PvalueFriedman[[2]][2] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][3] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][4] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][5] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][6] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][7] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][8] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][9] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][10] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][11] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][12] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][13] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][14] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][15] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][16] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][17] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][18] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][19] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][20] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][21] <= alpha))
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]+1}}
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 4 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก2 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จำนวนบล็อกเท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 ใช้จำนวนรอบ 9,000 รอบ

****

```
library (PMCMR)
library (agricolae)
set.seed(1)
alphaTest=c(0.10,0.05,0.01)
nBlock=5
nTr=7
COUNT <- array(rep(0,6*3),dim=c(6, 3))#StatTest
Tr<- array(1:nBlock*nTr,dim=c(nBlock, nTr))
for (a in 1: 3)
{ M=9000
alpha=alphaTest[a]
for( b in 1:M)
{ for (c in 1: nTr)
{block1=rgamma(1,4,1/2)
block2= rgamma(1,256,4)
block3= rgamma(1,144,3)
block4= rgamma(1,1,1/4)
block5= rgamma(1,16,1/1)
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rgamma(1,4,1/2)
block2= rgamma(1,256,4)
block3= rgamma(1,144,3)
block4= rgamma(1,1,1/4)
block5= rgamma(1,16,1/1)
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rgamma(1,4,1/2)
block2= rgamma(1,256,4)
block3= rgamma(1,144,3)
block4= rgamma(1,1,1/4)
block5= rgamma(1,16,1/1)
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rgamma(1,4,1/2)
block2= rgamma(1,256,4)
block3= rgamma(1,144,3)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
block4= rgamma(1,1,1/4)
block5= rgamma(1,16,1/1)
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rgamma(1,4,1/2)
block2= rgamma(1,256,4)
block3= rgamma(1,144,3)
block4= rgamma(1,1,1/4)
block5= rgamma(1,16,1/1)
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rgamma(1,4,1/2)
block2= rgamma(1,256,4)
block3= rgamma(1,144,3)
block4= rgamma(1,1,1/4)
block5= rgamma(1,16,1/1)
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rgamma(1,4,1/2)
block2= rgamma(1,256,4)
block3= rgamma(1,144,3)
block4= rgamma(1,1,1/4)
block5= rgamma(1,16,1/1)
        Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)}
Table=data.frame(Tr)
randomTr=data.frame(Tr)
rd= sample(1:nTr, nTr)
for(random in 1 :nTr)
{randomTr[,random]=Table[,rd[random]]} #สุ่มtreatment
Table=randomTr
r = c(t(as.matrix(Table))) # response data
f = c("Tr1", "Tr2","Tr3", "Tr4","Tr5", "Tr6", "Tr7" )  # treatment levels
k = 7                   # number of treatment levels
n = 5                   # number of control blocks
tr = gl(k, 1, n*k, factor(f))
bk = gl(n, k, k*n)
av = aov(r ~ tm + blk)
summary(av)
df=df.residual(av)
MS=deviance(av)/df
values=r
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ind=tr
Dfcheak= Block.F(Table,nTr,nBlock)
DfTr= Dfcheak[[3]][1]
DfBlock= Dfcheak[[4]][1]
DfError= Dfcheak[[5]][1]
if(alpha ==0.10)
{FTrTable=F10[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F10[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
if(alpha==.05)
{ FTrTable=F05[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F05[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
 if(alpha==0.01)
{ FTrTable=F01[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F01[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
if((Dfcheak[[2]][1]>FBlockTable))
{
K=SNK.test(values,ind,df,MS, alpha,group=F)
pvalueSNK=K$comparison$pvalue
if ((pvalueSNK[1] <= alpha) || (pvalueSNK[2] <= alpha) || (pvalueSNK[3] <= alpha)
|| (pvalueSNK[4] <= alpha) || (pvalueSNK[5] <= alpha) || (pvalueSNK[6] <= alpha)
|| (pvalueSNK[7] <= alpha) || (pvalueSNK[8] <= alpha) || (pvalueSNK[9] <= alpha)
|| (pavlueSNK[10] <= alpha) || (pavlueSNK[11] <= alpha) || (pavlueSNK[12] <= alpha)
|| (pavlueSNK[13] <= alpha) || (pavlueSNK[14] <= alpha) || (pavlueSNK[15] <= alpha)
|| (pavlueSNK[16]<= alpha) || (pavlueSNK[17] <= alpha) || (pavlueSNK[18] <= alpha)
|| (pavlueSNK[19]<= alpha) || (pavlueSNK[20] <= alpha) || (pavlueSNK[21] <= alpha))
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]+1
L=LSD.test(values,ind,df,MS, alpha,group=F)
pvalueLSD=L$comparison$pvalue
if((pvalueLSD[1] <= alpha) || (pvalueLSD[2] <= alpha) || (pvalueLSD[3] <= alpha)
|| (pvalueLSD[4] <= alpha) || (pvalueLSD[5] <= alpha) || (pvalueLSD[6] <= alpha)
|| (pvalueLSD[7] <= alpha) || (pvalueLSD[8] <= alpha) || (pvalueLSD[9] <= alpha)
|| (pvalueLSD[10] <= alpha) || (pvalueLSD[11] <= alpha) || (pvalueLSD[12] <= alpha)
|| (pvalueLSD[13] <= alpha) || (pvalueLSD[14] <= alpha) || (pvalueLSD[15] <= alpha)
|| (pvalueLSD[16] <= alpha) || (pvalueLSD[17] <= alpha) || (pvalueLSD[18] <= alpha)
|| (pvalueLSD[19] <= alpha) || (pvalueLSD[20] <= alpha) || (pvalueLSD[21] <= alpha))
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]+1
LSR=duncan.test(values,ind,df,MS, alpha,group=F)
pvalueLSR=LSR$comparison$pvalue
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if((pvalueLSR[1] <= alpha) || (pvalueLSR[2] <= alpha) || (pvalueLSR[3] <= alpha)
|| (pvalueLSR[4] <= alpha) || (pvalueLSR[5] <= alpha) || (pvalueLSR[6] <= alpha)
|| (pvalueLSR[7] <= alpha) || (pvalueLSR[8] <= alpha) || (pvalueLSR[9] <= alpha)
|| (pvalueLSR[10] <= alpha) || (pvalueLSR[11] <= alpha) || (pvalueLSR[12] <= alpha)
|| (pvalueLSR[13] <= alpha) || (pvalueLSR[14] <= alpha) || (pvalueLSR[15] <= alpha)
|| (pvalueLSR[16] <= alpha) || (pvalueLSR[17] <= alpha) || (pvalueLSR[18] <= alpha)
|| (pvalueLSR[19] <= alpha) || (pvalueLSR[20] <= alpha) || (pvalueLSR[21] <= alpha))
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]+1
##nonpara
A1<-c(Table[[1]])
A2<-c(Table[[2]])
A3<-c(Table[[3]])
A4<-c(Table[[4]])
A5<-c(Table[[5]])
A6<-c(Table[[6]])
A7<-c(Table[[7]])
y <- matrix(c(A1[1], A2[1], A3[1], A4[1], A5[1], A6[1], A7[1],A1[2], A2[2], A3[2], A4[2],
A5[2], A6[2], A7[2],A1[3], A2[3], A3[3], A4[3], A5[3], A6[3], A7[3],A1[4], A2[4], A3[4], A4[4],
A5[4], A6[4], A7[4],A1[5], A2[5], A3[5], A4[5], A5[5], A6[5], A7[5]),
, nrow =5 , ncol = 7,dimnames = list ( 1:5, c("tr1", "tr2","tr3", "tr4","tr5", "tr6", "tr7")))
#กี่ตัว:แถว (Tr), คอลัม (block)
friedman.test(y)
CNV<-posthoc.friedman.conover.test(y=y, 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)
||(PvalueCNV [7]<=alpha) ||( PvalueCNV [8]<=alpha)||( PvalueCNV [9]<=alpha)
||( PvalueCNV[10]<=alpha) ||( PvalueCNV[11]<=alpha) ||( PvalueCNV[12]<=alpha)
||( PvalueCNV[13]<=alpha) ||( PvalueCNV[14]<=alpha) ||( PvalueCNV[15]<=alpha)
||( PvalueCNV[16]<=alpha) ||( PvalueCNV[17]<=alpha) ||( PvalueCNV[18]<=alpha)
||( PvalueCNV[19]<=alpha) ||( PvalueCNV[20]<=alpha) ||( PvalueCNV[21]<=alpha))
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]+1
NMY<-posthoc.friedman.nemenyi.test(y)
PvalueNMY<-get.pvalues(NMY)
if( (PvalueNMY [1]<=alpha) ||( PvalueNMY[2]<=alpha)||( PvalueNMY[3]<=alpha)
||( PvalueNMY[4]<=alpha)||( PvalueNMY[5]<=alpha)||( PvalueNMY[6]<=alpha)
||( PvalueNMY[7]<=alpha) ||( PvalueNMY[8]<=alpha)||( PvalueNMY[9]<=alpha)
||( PvalueNMY[10]<=alpha) ||( PvalueNMY[11]<=alpha) ||( PvalueNMY[12]<=alpha)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
||( PvalueNMY[13]<=alpha) ||( PvalueNMY[14]<=alpha) ||( PvalueNMY[15]<=alpha)
||( PvalueNMY[16]<=alpha) ||( PvalueNMY[17]<=alpha) ||( PvalueNMY[18]<=alpha)
||( PvalueNMY[19]<=alpha) ||( PvalueNMY[20]<=alpha) ||( PvalueNMY[21]<=alpha))
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]+1
WineTasting <- data.frame(
                        Taste = c( y[1], y[6], y[11], y[16], y[21], y[26], y[31],
 y[2], y[7], y[12], y[17], y[22], y[27], y[32],y[3], y[8], y[13], y[18], y[23], y[28], y[32],
 y[4], y[9], y[14], y[19], y[24], y[29], y[34],y[5], y[10], y[15], y[20], y[25] , y[30] , y[35]),
Wine = factor(rep(c("trA", " trB", " trC","trD","trE","trF","trG"),5)),
Taster = factor(rep(1:5, rep(7,5) ) ))  #rep(1:tr,rep(block,tr) )tr เป็นแถว block คอลัม
PvalueFriedman<-friedman.test.with.post.hoc(Taste ~ Wine | Taster ,WineTasting)
if(PvalueFriedman[[3]]==5){
if((PvalueFriedman[[2]][1] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][2] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][3] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][4] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][5] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][6] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][7] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][8] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][9] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][10] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][11] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][12] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][13] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][14] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][15] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][16] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][17] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][18] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][19] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][20] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][21] <= alpha))
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]+1}}}
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]/M
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]/M
COUNT[3,a]= COUNT[3,a]/M
COUNT[4,a]= COUNT[4,a]/M
COUNT[5,a]= COUNT[5,a]/M
COUNT[6,a]= COUNT[6,a]/M}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง คำสั่งโปรแกรมคำนวณกำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 จำนวนบล็อกเท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ใช้จำนวนรอบ 1 รอบ

****

1. คำสั่งการจำลองและสุ่มข้อมูล

```
library(PMCMR)
library(agricolae)
set.seed(1)
alphaTest=c(0.10,0.05,0.01)
nBlock=5
nTr=7
COUNT <- array(rep(0,6*3),dim=c(6, 3))#StatTest
for (a in 1: 3)
{ M=0
alpha=alphaTest[a]
for( b in 1:9000)
{{ for (c in 1: nTr)
{block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)
block1=rnorm(1,1,sqrt(1))
block2=rnorm(1,3,sqrt(1))
block3=rnorm(1,6,sqrt(1))
block4=rnorm(1,9,sqrt(1))
block5=rnorm(1,12,sqrt(1))
Tr[,c]<-c(block1,block2,block3,block4,block5)}
Table=data.frame(Tr)
randomTr=data.frame(Tr)
rd= sample(1:nTr, nTr)
for(random in 1 :nTr)
{randomTr[,random]=Table[,rd[random]]}#สุ่มtreatment
```

หมายเหตุ (block1 : rnorm (จำนวนหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ 1, β, $\frac{1}{\beta}$)

```
Table=randomTr
```

ตารางที่ 20 การจำลองและสุ่มข้อมูล

	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
Block1	8.541239	6.797090	4.605085	1.590841	3.765325	4.6481886	21.97110
Block2	54.806490	59.407606	62.068381	68.353944	64.168742	59.8392366	65.36077
Block3	49.687013	53.931087	47.305266	53.134063	48.789484	46.0252881	52.97997
Block4	3.213348	2.206098	4.968920	4.968920	1.377538	0.240095	12.42307
Block5	22.397282	21.545200	12.209847	14.826593	23.842304	18.4222770	22.07297

หมายเหตุ 8.541239 คือ ค่าที่สุ่มมาได้ของทรีทเมนต์ที่ 1 และบล็อกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **คำสั่งการคำนวณตาราง ANOVA**

```
r = c(t(as.matrix(Table))) # response data
f = c("Tr1", "Tr2","Tr3", "Tr4","Tr5", "Tr6", "Tr7" )  # treatment levels
k = 7                  # number of treatment levels
n = 5                  # number of control blocks
tr = gl(k, 1, n*k, factor(f))
bk = gl(n, k, k*n)
av = aov(r ~ tm + blk)
summary(av)
```

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

	df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tr	6	11543	1924	2.662	0.0401 *
Bk	4	5042775	1260694	1744.179	<2e-16 ***
Residuals	24	17347	723		

Signif.codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

โดยที่ '***' 0.001 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.001

'**' 0.01 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

'*' 0.05 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

'.' 0.1 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

' ' 1 หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 1

2.1 จากผลลัพธ์ ตาราง ANOVA พบว่า มีอิทธิพลของบล็อก เนื่องจากค่า p-value = <2e-16 ซึ่งน้อยกว่า α = 0.001 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงทำให้ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าบล็อกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.001

2.2 อิทธิพลของทรีทเมนต์ เนื่องจากค่า p-value = 0.0401 ซึ่งน้อยกว่า α = 0.05 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงทำให้ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำสั่งตรวจสอบบล็อกและทรีทเมนต์ว่าต้องมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

```
df=df.residual(av)
MS=deviance(av)/df
values=r
ind=tr
Dfcheak= Block.F(Table,nTr,nBlock)
Ftr = Dfcheak[[1]][1]
Fblock= Dfcheak[[2]][1]
DfTr= Dfcheak[[3]][1]
DfBlock= Dfcheak[[4]][1]
DfError= Dfcheak[[5]][1]
Printcheak=PrintcheakBlockTr(alpha,DfTr,DfBlock,DfError,Ftr,Fblock)
if(alpha ==0.10)
{FTrTable=F10[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F10[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
if(alpha==.05)
{ FTrTable=F05[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F05[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
 if(alpha==0.01)
{ FTrTable=F01[[DfTr+1]][ DfError+1]
FBlockTable=F01[[DfBlock+1]][ DfError+1]}
if((Dfcheak[[1]][1]>FTrTable)& (Dfcheak[[2]][1]>FBlockTable))
{Printcheak
```

ผลลัพธ์ การ**ตรวจสอบบล็อกและทรีทเมนต์ พบว่า**

Fcal > Ftable; 1744.179 > 2.78 ; Block is effect
Fcal > Ftable ; 2.662 > 2.51 ; Tr is effect

3.1 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของบล็อก พบว่า

Fcal > Ftable; 1744.179 > 2.78 ; Block is effect

เนื่องจาก F = 161.357 > 2.78 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าบล็อกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.2 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์

Fcal > Ftable ; 2.662 > 2.51 ; Tr is effect

เนื่องจาก F = 3.325 > 2.51 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงทำให้ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำสั่งการคำนวณกำลังการทดสอบ จำแนกตามตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวดังนี้

4.1 ตัวสถิติทดสอบของสติวเด็นต์-นิวแมน-คูล

K=SNK.test(values,ind,df,MS, alpha,group=F)

ผลลัพธ์ การคำนวณตัวสถิติทดสอบของสติวเด็นต์-นิวแมน-คูล

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
284.3069	9.456316	722.8009

ตารางที่ 23 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

Df	ntr	alpha	Test	name.t
24	7	0.05	SNK	Ind

ตารางที่ 24 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)

	Table	Critical Range
2	2.918793	35.09358
3	3.531697	42.46272
4	3.901262	46.90611
5	4.166314	50.09292
6	4.372651	52.57377
7	4.541314	54.60166

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	std	r	Min	Max
Tr1	294.3115	436.6748	5	0.67238479	995.0039
Tr2	290.9083	437.1675	5	0.43199795	995.9931
Tr3	291.3590	431.0589	5	0.70440675	981.5246
Tr4	247.2399	375.0070	5	0.45066900	858.7745
Tr5	302.3245	445.7010	5	0.21009320	1010.4241
Tr6	296.2504	442.0918	5	0.08793663	1008.4612
Tr7	267.7546	403.3530	5	0.10102879	921.3764

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
Tr1-Tr2	3.4032699	0.9782	-39.059451	45.865991
Tr1-Tr3	2.9525164	0.8636	-32.141062	38.046095
Tr1-Tr4	47.0716402	0.0727	-3.021277	97.164557
Tr1-Tr5	-8.0129450	0.8854	-50.475666	34.449776
Tr1-Tr6	-1.9388750	0.9102	-37.032453	33.154703
Tr1-Tr7	26.5569402	0.4183	-20.349174	73.463054
Tr2-Tr3	-0.4507535	0.9791	-35.544332	34.642825
Tr2-Tr4	43.6683702	0.0430*	1.205650	86.131091
Tr2-Tr5	-11.4162150	0.9607	-61.509132	38.676702
Tr2-Tr6	-5.3421449	0.9890	-52.248259	41.563969
Tr2-Tr7	23.1536702	0.1859	-11.939908	58.247248
Tr3-Tr4	44.1191237	0.0705	-2.786990	91.025238
Tr3-Tr5	-10.9654615	0.9163	-57.871575	35.940653
Tr3-Tr6	-4.8913914	0.9555	-47.354112	37.571329
Tr3-Tr7	23.6044237	0.3627	-18.858297	66.067144
Tr4-Tr5	-55.0845852	0.0470*	-109.686243	-0.482927
Tr4-Tr6	-49.0105151	0.0777	-101.584288	3.563257
Tr4-Tr7	-20.5147000	0.2394	-55.608278	14.578878
Tr5-Tr6	6.0740700	0.7240	-29.019508	41.167648
Tr5-Tr7	34.5698852	0.3540	-18.003887	87.143658
Tr6-Tr7	28.4958151	0.4667	-21.597102	78.588732

จากตารางการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 2 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0430 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0470 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 2 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 คำสั่งหากำลังการทดสอบ (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง)

```
pvalueSNK = K$comparison$pvalue
if ((pvalueSNK[1] <= alpha) || (pvalueSNK[2] <= alpha) || (pvalueSNK[3] <= alpha)
|| (pvalueSNK[4] <= alpha) || (pvalueSNK[5] <= alpha) || (pvalueSNK[6] <= alpha)
|| (pvalueSNK[7] <= alpha) || (pvalueSNK[8] <= alpha) || (pvalueSNK[9] <= alpha)
|| (pavlueSNK[10] <= alpha) || (pavlueSNK[11] <= alpha) || (pavlueSNK[12] <= alpha)
|| (pavlueSNK[13] <= alpha) || (pavlueSNK[14] <= alpha) || (pavlueSNK[15] <= alpha)
|| (pavlueSNK[16]<= alpha) || (pavlueSNK[17] <= alpha) || (pavlueSNK[18] <= alpha)
|| (pavlueSNK[19]<= alpha) || (pavlueSNK[20] <= alpha) || (pavlueSNK[21] <= alpha))
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 2 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.2 ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด

```
L=LSD.test(values,ind,df,MS,alpha,group=F)
```

ผลลัพธ์ การคำนวณของตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
284.3069	9.456316	722.8009

ตารางที่ 28 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

df	Ntr	t.value	alpha	Test	name.t
24	7	2.063899	0.05	Fisher-LSD	ind

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	std	r	LCL	UCL	Min	Max
Tr1	294.3115	436.6748	5	269.49669	319.126403	0.67238479	995.0
Tr2	290.9083	437.1675	5	266.09341	315.723293	0.43199795	995.9
Tr3	291.3590	431.0589	5	266.54416	316.173924	0.70440675	981.5
Tr4	247.2399	375.0070	5	222.42505	272.054874	0.45066900	858.7
Tr5	302.3245	445.7010	5	277.50961	327.1394424	0.21009320	1010.
Tr6	296.2504	442.0918	5	271.43552	321.0653461	0.08793663	1008.
Tr7	267.7546	403.3530	5	242.93974	292.5695376	0.10102879	921.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
Tr1-Tr2	3.4032699	0.8430	-31.6903112	38.49685
Tr1-Tr3	2.9525164	0.8636	-32.1410647	38.04610
Tr1-Tr4	47.0716402	0.0107 *	11.9780591	82.16522
Tr1-Tr5	-8.0129450	0.6417	-43.1065261	27.08064
Tr1-Tr6	-1.9388750	0.9102	-37.0324561	33.15471
Tr1-Tr7	26.5569402	0.1314	-8.5366410	61.65052
Tr2-Tr3	-0.4507535	0.9791	-35.5443346	34.64283
Tr2-Tr4	43.6683702	0.0169 *	8.5747891	78.76195
Tr2-Tr5	-11.4162150	0.5084	-46.5097961	23.67737
Tr2-Tr6	-5.3421449	0.7561	-40.4357260	29.75144
Tr2-Tr7	23.1536702	0.1859	-11.9399109	58.24725
Tr3-Tr4	44.1191237	0.0159 *	9.0255426	79.21270
Tr3-Tr5	-10.9654615	0.5251	-46.0590426	24.12812
Tr3-Tr6	-4.8913914	0.7761	-39.9849725	30.20219
Tr3-Tr7	23.6044237	0.1778	-11.4891574	58.69800
Tr4-Tr5	-55.0845852	0.0035**	-90.1781663	-19.99100
Tr4-Tr6	-49.0105151	0.0082**	-84.1040962	-13.91693
Tr4-Tr7	-20.5147000	0.2394	-55.6082811	14.57888
Tr5-Tr6	6.0740700	0.7240	-29.0195111	41.16765
Tr5-Tr7	34.5698852	0.0532 .	-0.5236959	69.66347
Tr6-Tr7	28.4958151	0.1067	-6.5977660	63.58940

จากตารางการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 5 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0107 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0169 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0159 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0035 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.0082 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 4 และทรีทเมนต์ที่ 4 แตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 คำสั่งหากำลังการทดสอบ (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง)

```
pvalueLSD=L$comparison$pvalue
if((pvalueLSD[1] <= alpha) || (pvalueLSD[2] <= alpha) || (pvalueLSD[3] <= alpha)
|| (pvalueLSD[4] <= alpha) || (pvalueLSD[5] <= alpha) || (pvalueLSD[6] <= alpha)
|| (pvalueLSD[7] <= alpha) || (pvalueLSD[8] <= alpha) || (pvalueLSD[9] <= alpha)
|| (pvalueLSD[10] <= alpha) || (pvalueLSD[11] <= alpha) || (pvalueLSD[12] <= alpha)
|| (pvalueLSD[13] <= alpha) || (pvalueLSD[14] <= alpha) || (pvalueLSD[15] <= alpha)
|| (pvalueLSD[16] <= alpha) || (pvalueLSD[17] <= alpha) || (pvalueLSD[18] <= alpha)
|| (pvalueLSD[19] <= alpha) || (pvalueLSD[20] <= alpha) || (pvalueLSD[21] <= alpha))
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 5 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.3 ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน

```
LSR=duncan.test(values,ind,df,MS, alpha,group=F)
```

ผลลัพธ์ การคำนวณของตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผัน และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
284.3069	9.456316	722.8009

ตารางที่ 32 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

Df	ntr	alpha	Test	name.t
24	7	0.05	Duncan	ind

ตารางที่ 33 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)

Table	Critical Range
2 2.918793	35.09358
3 3.065610	36.85881
4 3.159874	37.99217
5 3.226454	38.79269
6 3.276155	39.39025
7 3.314602	39.85252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	std	r	Min	Max
Tr1	294.3115	436.6748	5	0.67238479	995.0039
Tr2	290.9083	437.1675	5	0.43199795	995.9931
Tr3	291.3590	431.0589	5	0.70440675	981.5246
Tr4	247.2399	375.0070	5	0.45066900	858.7745
Tr5	302.3245	445.7010	5	0.21009320	1010.421
Tr6	296.2504	442.0918	5	0.08793663	1008.462
Tr7	267.7546	403.3530	5	0.10102879	921.3764

ตารางที่ 35 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
Tr1-Tr2	3.4032699	0.8523	-33.455540	40.262080
Tr1-Tr3	2.9525164	0.8636	-32.141062	38.046095
Tr1-Tr4	47.0716402	0.0187 *	8.278952	85.864328
Tr1-Tr5	-8.0129450	0.6614	-44.871755	28.845865
Tr1-Tr6	-1.9388750	0.9102	-37.032453	33.154703
Tr1-Tr7	26.5569402	0.1652	-11.435227	64.549108
Tr2-Tr3	-0.4507535	0.9791	-35.544332	34.642825
Tr2-Tr4	43.6683702	0.0217 *	6.809561	80.527180
Tr2-Tr5	-11.4162150	0.5548	-50.208903	27.376473
Tr2-Tr6	-5.3421449	0.7775	-43.334313	32.650023
Tr2-Tr7	23.1536702	0.1859	-11.939908	58.247248
Tr3-Tr4	44.1191237	0.0241 *	6.126956	82.111291
Tr3-Tr5	-10.9654615	0.5626	-48.957629	27.026706
Tr3-Tr6	-4.8913914	0.7890	-41.750201	31.967418
Tr3-Tr7	23.6044237	0.2017	-13.25436	60.463233
Tr4-Tr5	-55.0845852	0.0080**	-94.93713	-15.232067
Tr4-Tr6	-49.0105151	0.0161 *	-88.400766	-9.620264
Tr4-Tr7	-20.5147000	0.2394	-55.608278	14.578878
Tr5-Tr6	6.0740700	0.7240	-29.019508	41.167648
Tr5-Tr7	34.5698852	0.0837 .	-4.820365	73.960136
Tr6-Tr7	28.4958151	0.1454	-10.296873	67.288503

จากตารางการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 5 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0187 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0217 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.0241 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0080 < 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.0161 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 4 และทรีทเมนต์ที่ 4 แตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3.1 คำสั่งหากำลังการทดสอบ (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง)

```
pvalueLSR=LSR$comparison$pvalue
if((pvalueLSR[1] <= alpha) || (pvalueLSR[2] <= alpha) || (pvalueLSR[3] <= alpha)
|| (pvalueLSR[4] <= alpha) || (pvalueLSR[5] <= alpha) || (pvalueLSR[6] <= alpha)
|| (pvalueLSR[7] <= alpha) || (pvalueLSR[8] <= alpha) || (pvalueLSR[9] <= alpha)
|| (pvalueLSR[10] <= alpha) || (pvalueLSR[11] <= alpha) || (pvalueLSR[12] <= alpha)
|| (pvalueLSR[13] <= alpha) || (pvalueLSR[14] <= alpha) || (pvalueLSR[15] <= alpha)
|| (pvalueLSR[16] <= alpha) || (pvalueLSR[17] <= alpha) || (pvalueLSR[18] <= alpha)
|| (pvalueLSR[19] <= alpha) || (pvalueLSR[20] <= alpha) || (pvalueLSR[21] <= alpha))
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 5 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.4 ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์

```
##nonpara
A1<-c(Table[[1]])
A2<-c(Table[[2]])
A3<-c(Table[[3]])
A4<-c(Table[[4]])
A5<-c(Table[[5]])
A6<-c(Table[[6]])
A7<-c(Table[[7]])
y <- matrix(c(A1[1], A2[1], A3[1], A4[1], A5[1], A6[1], A7[1], A1[2], A2[2], A3[2], A4[2], A5[2], A6[2],
A7[2],A1[3], A2[3], A3[3], A4[3], A5[3], A6[3], A7[3],A1[4], A2[4], A3[4], A4[4], A5[4], A6[4], A7[4],A1[5],
A2[5], A3[5], A4[5], A5[5], A6[5], A7[5]) , now = 5 , ncol =7
dimnames = list (1: 5 ,c (“tr1”, “tr2”, “tr3”, “tr4”, “tr5”, “tr6”, “tr7”)) # กี่ตัว : แถว (Tr),
คอลัมน์ (block)
CNV<-posthoc.friedman.conover.test(y=y, p.adjust="none")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์

Pairwise comparisons using Conover's test for a two-way
balanced complete block design

	tr1	tr2	tr3	tr4	tr 5	tr 6
tr2	0.00579	-	-	-	-	-
tr3	9.8e-05	0.11591	-	-	-	-
tr4	0.00330	0.81772	0.17486	-	-	-
tr5	0.64539	0.00186	3.0e-05	0.00104	-	-
tr6	0.36058	0.00058	9.4e-06	0.00032	0.64539	-
tr7	0.07458	0.25543	0.01002	0.17486	0.02853	0.01002

จากตางรางพบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 12 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่า p-value = 0.00579 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่า p-value = 9.8e-05 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 1 กับ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่า p-value = 0.00330 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.00186 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 2 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.00058 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 3.0e-05 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 9.4e-06 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.01002 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.00104 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 4 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.00032 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 5 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.02853 < 0.05
ทรีทเมนต์ที่ 6 กับ ทรีทเมนต์ที่ 7 มีค่า p-value = 0.01002 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 1มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 2, 3, 4 และทรีทเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 5 และ 6 และทรีทเมนต์ที่ 3, 5 และ 6 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 คำสั่งหากำลังการทดสอบ (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง)

```
PvalueCNV<-get.pvalues(CNV)
if((PvalueCNV[1] <= alpha) || (PvalueCNV[2] <=alpha) || (PvalueCNV[3] <= alpha)
|| (PvalueCNV[4] <= alpha) || (PvalueCNV[5] <=alpha) || (PvalueCNV[6] <= alpha)
|| (PvalueCNV [7] <= alpha) || (PvalueCNV[8] <=alpha) || (PvalueCNV [9] <= alpha)
|| (PvalueCNV[10] <= alpha) || (PvalueCNV[11] <=alpha) || (PvalueCNV[12] <= alpha)
|| (PvalueCNV[13] <= alpha) || (PvalueCNV[14] <=alpha) || (PvalueCNV[15] <= alpha)
|| (PvalueCNV[16] <= alpha) || (PvalueCNV[17] <=alpha) || (PvalueCNV[18] <= alpha)
|| (PvalueCNV[19] <= alpha) || (PvalueCNV[20] <=alpha) || (PvalueCNV[21] <= alpha))
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 12 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.5 ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี

```
NMY<-posthoc.friedman.nemenyi.test(y)
```

ตารางที่ 37 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี

Pairwise comparisons using Nemenyi multiple comparison test
with q approximation for unreplicated blocked data

	tr1	tr2	tr3	tr4	tr5	tr6
tr2	0.4782	-	-	-	-	-
tr3	0.0530	0.9485	-	-	-	-
tr4	0.3834	1.0000	0.9758	-	-	-
tr5	0.9999	0.2976	0.0218	0.2239	-	-
tr6	0.9972	0.1633	0.0081	0.1156	0.9999	-
tr7	0.9051	0.9906	0.5776	0.9758	0.7664	0.5776

จากตารางพบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 2 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 5 มีค่า p-value = 0.0218 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 3 กับ ทรีทเมนต์ที่ 6 มีค่า p-value = 0.0081 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 คำสั่งหากำลังการทดสอบ (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง)

```
PvalueNMY<-get.pvalues(NMY)
if((PvalueNMY[1] <= alpha) || (PvalueNMY[2] <= alpha) || (PvalueNMY[3] <= alpha)
|| (PvalueNMY[4] <= alpha) || (PvalueNMY[5] <= alpha) || (PvalueNMY[6] <= alpha)
|| (PvalueNMY[7] <= alpha) || (PvalueNMY[8] <= alpha) || (PvalueNMY[9] <= alpha)
|| (PvalueNMY[10] <= alpha) || (PvalueNMY[11] <= alpha) || (PvalueNMY[12] <= alpha)
|| (PvalueNMY[13] <= alpha) || (PvalueNMY[14] <= alpha) || (PvalueNMY[15] <= alpha)
|| (PvalueNMY[16] <= alpha) || (PvalueNMY[17] <= alpha) || (PvalueNMY[18] <= alpha)
|| (PvalueNMY[19] <= alpha) || (PvalueNMY[20] <= alpha) || (PvalueNMY[21] <= alpha))
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]+1
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 2 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

4.6 ตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน

```
WineTasting<- data.frame (Taste = c(y[1], y[6], y[11], y[16], y[21], y[26], y[31], y[2], y[7], y[12], y[17],
y[22], y[27], y[32],y[3], y[8], y[13], y[18], y[23], y[28], y[32], y[4], y[9], y[14], y[19], y[24], y[29], y[34],
y[5], y[10], y[15], y[20], y[25], y[30] , y[35]),
Wine = factor(rep(c("trA","trB","trC","trD","trE","trF","trG"),5)),
Taster = factor(rep(1:5, rep(7,5) ) )) # rep(1:tr,rep(block,tr) ) tr เป็นแถว block คอลัมน์
PvalueFriedman<-friedman.test.with.post.hoc(Taste ~ Wine | Taster ,WineTasting)
```

ตารางที่ 38 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน

```
$Friedman.Test
        Asymptotic General Symmetry Test
data:  Taste by
         Wine ( trB,  trC, trA, trD, trE, trF, trG)
        stratified by Taster
maxT = 3.5132, p-value = 0.007892
alternative hypothesis: two.sided
$PostHoc.Test
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

tr3 - tr2	0.948500678
tr1 - tr2	0.478192563
tr4 - tr2	0.999999172
tr5 - tr2	0.297586508
tr6 - tr2	0.162911344
tr7 - tr2	0.990646543
tr1 - tr3	0.052613179
tr4 - tr3	0.975837783
tr5 - tr3	0.021745664
tr6 - tr3	0.008220902
tr7 - tr3	0.577739774
tr4 – tr1	0.383110286
tr5 – tr1	0.999949114
tr6 – tr1	0.997235150
tr7 – tr1	0.905054981
tr5 – tr4	0.224389968
tr6 – tr4	0.115837813
tr7 – tr4	0.975837783
tr6 – tr5	0.999949114
tr7 – tr5	0.766358309
tr7 – tr6	0.577739774

จากตารางพบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 2 คู่ ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 5 กับ ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่า p-value = 0.0217 < 0.05

ทรีทเมนต์ที่ 6 กับ ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่า p-value = 0.0082 < 0.05

ดังนั้น ทรีทเมนต์ที่ 5 และ 6 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 คำสั่งหากำลังการทดสอบ (จำนวนครั้งในการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง)

```
        if(PvalueFriedman[[3]]==5){
if((PvalueFriedman[[2]][1] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][2] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][3]<= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][4]<= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][5]<= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][6]<= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][7]<= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][8]<= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][9]<= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][10]<= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][11] <= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][12] <= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][13]<= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][14]<= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][15]<= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][16]<= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][17]<= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][18]<= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][19]<= alpha) || (PvalueFriedman[[2]][20]<= alpha)
|| (PvalueFriedman[[2]][21]<= alpha))
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]+1}
```

เนื่องจากโปรแกรมนี้ผู้วิจัยนำจำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 มาทำการทดสอบ จึงทำให้มีการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ทั้งหมด 21 คู่ ถ้ามีทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ โปรแกรมจะทำการนับจำนวนรอบเป็น 1 รอบ และจากตาราง $comparison พบว่า มีค่า p-value ที่น้อยกว่า α = 0.05 อยู่ 2 คู่ แสดงว่ามีทรีทเมนต์ที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงทำให้นับเป็น 1 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก3 **คำสั่งโปรแกรม** การคำนวณกราฟการแจกแจงปรกติ (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน)

```
**********************************************************************************************
x=seq(-15,15,length.out = 10000)
plot(x,dnorm(x,0,sqrt(1)),col="red",lwd=6,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.40),ylab="Density",main="
Normal Probability Density Function")
lines(x,dnorm(x,0,sqrt(1)),lty = 2,col = "blue",lwd = 5.5,type = "l")
lines(x,dnorm(x,0,sqrt(1)),lty = 3,col = "green",lwd = 5,type = "l")
lines(x,dnorm(x,0,sqrt(1)),lty = 4,col = "pink",lwd = 4.5,type = "l")
lines(x,dnorm(x,0,sqrt(1)),lty = 5,col = "black",lwd =4,type = "l")
lines(x,dnorm(x,0,sqrt(1)),lty = 6,col = "yellow",lwd = 3.5,type = "l")
lines(x,dnorm(x,0,sqrt(1)),lty = 7,col = "brown",lwd = 3,type = "l")
labels = c("N(0,1)","N(0,1)","N(0,1)" ,"N(0,1)" ,"N(0,1)" ,"N(0,1)" ,"N(0,1)")
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 การคำนวณกราฟการแจกแจงแกมมา (ตัวอย่าง กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน)

```
**********************************************************************************************
x=seq(0,24,length.out = 10000)
plot(x,dgamma(x,2,1/4),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.1),ylab="Density",main="Ga
mma Probability Density Function")
lines(x,dgamma(x,2,1/4),lty = 2,col = "blue",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/4),lty = 3,col = "green",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/4),lty = 4,col = "pink",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/4),lty = 5,col = "black",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/4),lty = 6,col = "yellow",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/4),lty = 7,col = "brown",lwd = 3,type = "l")
labels=c("Gamma(2,4)","Gamma(2,4)","Gamma(2,4)","Gamma(2,4)","Gamma(2,4)","Gamma(2,4)",
"Gamma(2,4)")
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)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟการแจกแจงไคกำลังสอง (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน)

****

```
x=seq(0,15,length.out = 10000)
plot(x,dgamma(x,2,1/2),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.20),ylab="Density",main="Chi-Square Probability Density Function")
lines(x,dgamma(x,2,1/2),lty = 2,col = "blue",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/2),lty = 4,col = "green",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/2),lty = 2,col = "pink",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/2),lty = 4,col = "black",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/2),lty = 2,col = "yellow",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,2,1/2),lty = 4,col = "brown",lwd = 3,type = "l")
labels = c("Chi-Square (4)"," Chi-Square (4)"," Chi-Square (4)"," Chi-Square (4)"," Chi-Square (4)"," Chi-Square (4)"," Chi-Square (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 การคำนวณกราฟการแจกแจงเลขชี้กำลัง (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน)

****

```
x=seq(0,20,length.out = 10000)
plot(x,dgamma(x,1,1/4),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.3),ylab="Density",main="Exponential Probability Density Function")
lines(x,dgamma(x,1,1/4),lty = 2,col = "blue",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,1,1/4),lty = 4,col = "green",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,1,1/4),lty = 2,col = "pink",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,1,1/4),lty = 4,col = "black",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,1,1/4),lty = 2,col = "yellow",lwd = 3,type = "l")
lines(x,dgamma(x,1,1/4),lty = 4,col = "brown",lwd = 3,type = "l")
labels = c("Exponential (4)"," Exponential (4)"," Exponential (4)"," Exponential (4)"," Exponential (4)"," Exponential (4)"," Exponential (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)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก4 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีแจกแจงปรกติในสถานการณ์ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่จำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

```
**********************************************************************************************
par(mfrow=c(1,2))
block <-c(3,4,5,6,7)
SNK <-c(0.0401,0.0400,0.0356,0.0411,0.0444)
LSD <-c(0.0490,0.0502,0.0486,0.0521,0.0671)
Duncan <-c(0.0490,0.0504,0.0487,0.0521,0.0670)
plot(block, SNK,ylab='Probability of Type I
Error',main='alpha=0.05,treatment=7',type='b',lty = 3,
lwd=2,col="green",ylim=c(0,0.10),pch=8,cex=1.5)
lines(block, LSD,type='b', lty = 2,pch=16, col="brown",lwd=4,cex=2)
lines(block, Duncan,type='b', lty = 1,pch=17, col="pink",lwd=2,cex=1.5)
segments (0,0.025,100,0.025,col="blue",lwd=2)
segments (0,0.075,100,0.075,col="blue",lwd=2)
segments(0,0.04,100,0.04,col="red",lty=2,lwd=2)
segments(0,0.06,100,0.06,col="red",lty=2,lwd=2)
Conover <-c(0.0189,0.0183,0.0310,0.0400,0.0673)
Nemenyi <-c(0.0214,0.0496,0.0487,0.0521,0.0674)
Friedman <-c(0.0214,0.0498,0.0486,0.0524,0.0673)
plot(block, Conover,ylab='Probability of Type I
Error',main='alpha=0.05,treatment=7 ',type='b',lty = 4,
lwd=3,col="orange",ylim=c(0,0.10),pch=18,cex=2)
lines(block, Nemenyi,type='b', lty = 5,pch=4, col="black",lwd=3,cex=2)
lines(block, Friedman,type='b', lty = 6,pch=15, col="yellow",lwd=2,cex=1.5)
segments (0,0.025,100,0.025,col="blue",lwd=2)
segments (0,0.075,100,0.075,col="blue",lwd=2)
segments(0,0.04,100,0.04,col="red",lty=2,lwd=2)
segments(0,0.06,100,0.06,col="red",lty=2,lwd=2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก5 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟกำลังการทดสอบ กรณีแจกแจงแกมมา ในสถานการณ์ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่จำนวนทรีทเมนต์เท่ากับ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

****

```
par(mfrow=c(1,2))
block <-c(3,4,5,6,7)
SNK <-c(0.0509,0.0533,0.0503,0.0543,0.0536)
LSD <-c(0.3649,0.3861,0.3948,0.4143,0.4243)
Duncan <-c(0.2586,0.2580,0.2526,0.2702,0.2722)
plot(block, SNK,ylab='Probability of Type I
Error',main='alpha=0.05,treatment=7',type='b',lty = 3,
lwd=2,col="green",ylim=c(0,1),pch=8,cex=1.5)
lines(block, LSD,type='b', lty = 2,pch=16, col="brown",lwd=2,cex=2)
lines(block, Duncan,type='b', lty = 1,pch=17, col="pink",lwd=2,cex=1.5)
Conover <-c(NA, NA,1.0000, 1.0000, 1.0000)
Nemenyi <-c(NA,0.7812,0.9163,0.9982, 1.0000)
Friedman <-c(NA,0.7816,0.9170,0.9982, 1.0000)
plot(block, Conover,ylab='Probability of Type I
Error',main='alpha=0.05,treatment=7 ',type='b',lty = 4,
lwd=2,col="orange",ylim=c(0,1),pch=18,cex=2)
lines(block, Nemenyi,type='b', lty = 5,pch=4, col="black",lwd=3,cex=2)
lines(block, Friedman,type='b', lty = 6,pch=15, col="yellow",lwd=2,cex=1.5)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 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)

ตารางที่ 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)

ตารางที่ 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)																		
	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)

ตารางที่ 2 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าวิกฤตดันแคน

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

ตารางที่ 3 ค่าวิกฤตสำหรับแคน (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

ตารางที่ 4 ค่าวิกฤตสติวเดนไดซ์

Error *df*	α	*p* = number of									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87
	.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65
10	.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72
	.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61
	.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51
	.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
	.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
	.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66
15	.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31
	.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55
16	.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26
	.01	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46
17	.05	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.71	4.86	4.99	5.11	5.21
	.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38
18	.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17
	.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31
19	.05	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14
	.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25
20	.05	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11
	.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19
24	.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01
	.01	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02
30	.05	2.89	3.49	3.84	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92
	.01	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85
40	.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82
	.01	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.27	5.39	5.50	5.60	5.69
60	.05	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73
	.01	3.76	4.28	4.60	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53
120	.05	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.48	4.56	4.64
	.01	3.70	4.20	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.38
∞	.05	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55
	.01	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ค่าวิกฤตสติวเดนไดซ์ (ต่อ)

treatment means									α	Error *df*
12	13	14	15	16	17	18	19	20		
7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21	.05	5
10.70	10.89	11.08	11.24	11.40	11.55	11.68	11.81	11.93	.01	
6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59	.05	6
9.49	9.65	9.81	9.95	10.08	10.21	10.32	10.43	10.54	.01	
6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.09	7.17	.05	7
8.71	8.86	9.00	9.12	9.24	9.35	9.46	9.55	9.65	.01	
6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87	.05	8
8.18	8.31	8.44	8.55	8.66	8.76	8.85	8.94	9.03	.01	
5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64	.05	9
7.78	7.91	8.03	8.13	8.23	8.32	8.41	8.49	8.57	.01	
5.83	5.93	6.03	6.11	6.20	6.27	6.34	6.40	6.47	.05	10
7.48	7.60	7.71	7.81	7.91	7.99	8.07	8.15	8.22	.01	
5.71	5.81	5.90	5.99	6.06	6.14	6.20	6.26	6.33	.05	11
7.25	7.36	7.46	7.56	7.65	7.73	7.81	7.88	7.95	.01	
5.62	5.71	5.80	5.88	5.95	6.03	6.09	6.15	6.21	.05	12
7.06	7.17	7.26	7.36	7.44	7.52	7.59	7.66	7.73	.01	
5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	6.00	6.05	6.11	.05	13
6.90	7.01	7.10	7.19	7.27	7.34	7.42	7.48	7.55	.01	
5.46	5.55	5.64	5.72	5.79	5.85	5.92	5.97	6.03	.05	14
6.77	6.87	6.96	7.05	7.12	7.20	7.27	7.33	7.39	.01	
5.40	5.49	5.58	5.65	5.72	5.79	5.85	5.90	5.96	.05	15
6.66	6.76	6.84	6.93	7.00	7.07	7.14	7.20	7.26	.01	
5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.72	5.79	5.84	5.90	05	16
6.56	6.66	6.74	6.82	6.90	6.97	7.03	7.09	7.15	.01	
5.31	5.39	5.47	5.55	5.61	5.68	5.74	5.79	5.84	.05	17
6.48	6.57	6.66	6.73	6.80	6.87	6.94	7.00	7.05	.01	
5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79	.05	18
6.41	6.50	6.58	6.65	6.72	6.79	6.85	6.91	6.96	.01	
5.23	5.32	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75	.05	19
6.34	6.43	6.51	6.58	6.65	6.72	6.78	6.84	6.89	.01	
5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71	.05	20
6.29	6.37	6.45	6.52	6.59	6.65	6.71	6.76	6.82	.01	
5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.50	5.54	5.59	.05	24
6.11	6.19	6.26	6.33	6.39	6.45	6.51	6.56	6.61	.01	
5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.48	.05	30
5.93	6.01	6.08	6.14	6.20	6.26	6.31	6.36	6.41	.01	
4.91	4.98	5.05	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36	.05	40
5.77	5.84	5.90	5.96	6.02	6.07	6.12	6.17	6.21	.01	
4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.16	5.20	5.24	.05	60
5.60	5.67	5.73	5.79	5.84	5.89	5.93	5.98	6.02	.01	
4.72	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.05	5.09	5.13	.05	120
5.44	5.51	5.56	5.61	5.66	5.71	5.75	5.79	5.83	.01	
4.62	4.68	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01	.05	∞
5.29	5.35	5.40	5.45	5.49	5.54	5.57	5.61	5.65	.01	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ความน่าจะเป็นหางบนที่เลือกสำหรับการแจกแจงของตัวสถิติ S ของฟรีดแมน

Additional upper-tail probabilities can be found in Odeh (1977a) and Hollander and Wolfe (1973). For given k and n, the table entry for the point x is $P_0\{S \geq x\}$. Under these conditions, if x is such that $P_0\{S \geq x\} = \alpha$, then $s_\alpha = x$.

$k = 3$

n	x	$P_0\{S \geq x\}$	n	x	$P_0\{S \geq x\}$	n	x	$P_0\{S \geq x\}$
2	4	.167	5	4.8	.124	6	4.333	.142
				5.2	.093		5.333	.072
3	4.667	.194		6.4	.039		6.333	.052
	6	.028		7.6	.024		7	.029
				8.4	.008		8.333	.012
4	4.5	.125		10	.001		9	.008
	6	.069					9.333	.006
	6.5	.042					10.333	.002
	8	.005					12	<.0005
7	4.571	.112	10	4.2	.135	12	6.167	.051
	5.429	.085		5	.092		6.5	.038
	6	.051		5.4	.078		7.167	.027
	7.143	.027		5.6	.066		8	.020
	7.714	.021		6.2	.046		8.167	.017
	8	.016		7.2	.030		8.667	.011
	8.857	.008		7.4	.026		9.5	.007
	10.286	.004		7.8	.018		10.167	.005
	10.571	.003		8.6	.012		10.5	.004
	11.143	.001		9.6	.007		10.667	.003
	12.286	<.0005		9.8	.006		11.167	.002
				10.4	.003		12.167	.002
8	4.75	.120		11.4	.002		12.5	.001
	5.25	.079		12.2	.001		12.667	.001
	6.25	.047		12.6	.001		13.167	.001
	6.75	.038		12.8	.001		13.5	<.0005
	7	.030		13.4	<.0005			
	7.75	.018				13	4.308	.129
	9	.010	11	4.909	.100		4.769	.098
	9.25	.008		5.091	.087		5.538	.073
	9.75	.005		5.636	.062		5.692	.065
	10.75	.002		6.545	.043		6	.050
	12	.001		6.727	.038		6.615	.037
	12.25	.001		7.091	.027		7.385	.028
	13	<.0005		7.818	.019		7.538	.025
				8.727	.013		8	.016
9	4.667	.107		8.909	.011		8.769	.012
	5.556	.069		9.455	.006		9.385	.009
	6	.057		10.364	.004		9.692	.007
	6.222	.048		11.091	.003		9.846	.005
	6.889	.031		11.455	.002		10.308	.004
	8	.019		11.636	.001		11.231	.003
	8.222	.016		12.182	.001		11.538	.002
	8.667	.010		13.273	.001		11.692	.002
	9.556	.006		13.636	<.0005		12.154	.001
	10.667	.004					12.462	.001
	10.889	.003	12	4.667	.108		12.923	.001
	11.556	.001		5.167	.080		14	.001
	12.667	.001		6	.058		14.308	<.0005
	13.556	<.0005						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ความน่าจะเป็นหางบนที่เลือกสำหรับการแจกแจงของตัวสถิติ S ของฟรีดแมน (ต่อ)

$k = 4$

n	x	$P_0\{S \geq x\}$	n	x	$P_0\{S \geq x\}$	n	x	$P_0\{S \geq x\}$
2	5.4	.167	4	6.0	.105	4	8.4	.019
	6	.042		6.3	.094		8.7	.014
				6.6	.077		9.3	.012
3	5.8	.148		6.9	.068		9.6	.007
	6.6	.075		7.2	.054		9.9	.006
	7	.054		7.5	.052		10.2	.003
	7.4	.033		7.8	.036		10.8	.002
	8.2	.017		8.1	.033		11.1	.001
	9	.002					12.0	<.0005
5	6.12	.107	6	12	.002	8	7.35	.058
	6.36	.093		12.2	.002		7.50	.051
	6.84	.075		12.6	.001		7.65	.049
	7.08	.067		12.8	.001		7.80	.046
	7.32	.055		13	.001		7.95	.042
	7.80	.044		13.2	.001		8.10	.038
	8.04	.034		13.4	.001		8.25	.037
	8.28	.031		13.6	<.0005		8.55	.031
	8.76	.023					8.70	.028
	9	.020	7	6.257	.100		8.85	.025
	9.24	.017		6.429	.093		9	.023
	9.72	.012		6.6	.085		9.15	.022
	9.96	.009		6.943	.073		9.45	.019
	10.20	.007		7.114	.063		9.60	.016
	10.68	.005		7.286	.056		9.75	.015
	10.92	.003		7.629	.052		9.90	.014
	11.16	.002		7.8	.041		10.05	.014
	11.64	.002		7.971	.038		10.20	.011
	11.88	.002		8.314	.035		10.35	.011
	12.12	.001		8.486	.033		10.50	.009
	12.60	.001		8.657	.030		10.65	.009
	12.84	<.0005		9	.023		10.80	.008
				9.171	.020		10.95	.008
6	6.2	.108		9.686	.015		11.10	.006
	6.4	.089		9.857	.013		11.25	.006
	6.6	.088		10.029	.012		11.40	.005
	6.8	.073		10.371	.010		11.55	.005
	7	.066		10.543	.009		11.85	.004
	7.2	.060		10.714	.008		12	.004
	7.4	.056		11.057	.007		12.15	.004
	7.6	.043		11.229	.005		12.30	.003
	7.8	.041		11.4	.004		12.45	.003
	8.0	.037		11.743	.004		12.60	.002
	8.2	.035		11.914	.003		12.75	.002
	8.4	.032		12.086	.003		12.90	.002
	8.6	.029		12.429	.002		13.05	.002
	8.8	.023		12.6	.002		13.20	.002
	9.0	.022		12.771	.002		13.35	.001
	9.4	.017		13.114	.001		13.50	.001
	9.6	.014		13.286	.001		13.65	.001
	9.8	.013		13.457	.001		13.80	.001
	10	.010		13.8	.001		13.95	.001
	10.2	.010		13.971	.001		14.25	.001
	10.4	.009		14.143	.001		14.40	.001
	10.6	.007		14.486	<.0005		14.55	.001
	10.8	.006					14.70	.001
	11	.006	8	6.30	.100		14.85	<.0005
	11.4	.004		6.45	.094			
	11.6	.003		6.60	.081			
	11.8	.003		6.75	.079			
				7.05	.068			
				7.20	.060			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ความน่าจะเป็นหางบนที่เลือกสำหรับการแจกแจงของตัวสถิติ S ของฟรีดแมน (ค่อ)

$k = 5$								
n	x	$P_0\{S \geq x\}$	n	x	$P_0\{S \geq x\}$	n	x	$P_0\{S \geq x\}$
3	7.2	.117	5	7.52	.107	6	7.6	.1025
	7.467	.096		7.68	.094		7.733	.0952
	7.733	.080		7.84	.089		8.133	.0800
	8	.063		8	.082		8.267	.0742
	8.267	.056		8.16	.077		8.933	.0550
	8.533	.045		8.32	.073		9.067	.0491
	8.8	.038		8.48	.066		10.267	.0265
	9.067	.028		8.64	.058		10.4	.0235
	9.333	.026		8.80	.056		11.733	.0109
	9.6	.017		8.96	.049		11.867	.0099
	9.867	.015		9.12	.046		12.933	.0051
	10.133	.008		9.28	.042		13.067	.0044
	10.4	.005		9.44	.038		15.067	.0010
	10.667	.004		9.60	.035			
	10.933	.003		9.76	.032	7	7.657	.1025
	11.467	.001		9.92	.029		7.771	.0941
	12	<.0005		10.08	.026		8.229	.0775
				10.24	.024		8.343	.0742
4	7.4	.113		10.40	.022		9.029	.0527
	7.6	.095		10.56	.019		9.143	.0494
	7.8	.086		10.72	.018		10.400	.0261
	8	.080		10.88	.015		10.514	.0247
	8.2	.072		11.04	.013		12.114	.0100
	8.4	.063		11.20	.012		13.143	.0054
	8.6	.060		11.36	.012		13.257	.0048
	8.8	.049		11.52	.010		15.543	.0010
	9	.043		11.68	.009			
	9.2	.038		11.84	.008	8	7.6	.1039
	9.4	.035		12	.007		7.7	.0999
	9.6	.028		12.16	.006		8.3	.0765
	9.8	.025		12.32	.006		8.4	.0708
	10	.021		12.48	.005		9.1	.0521
	10.2	.019		12.64	.004		9.2	.0499
	10.4	.017		12.80	.004		10.5	.0256
	10.6	.014		12.96	.003		10.6	.0247
	10.8	.011		13.12	.003		12.2	.0104
	11	.010		13.28	.003		12.3	.0099
	11.2	.008		13.44	.002		13.4	.0050
	11.4	.007		13.60	.002		15.9	.0010
	11.6	.006		13.76	.002			
	11.8	.005		13.92	.002			
	12	.004		14.08	.001			
	12.2	.004		14.24	.001			
	12.4	.003		14.40	.001			
	12.6	.002		14.56	.001			
	12.8	.002		14.72	.001			
	13	.001		14.88	.001			
	13.2	.001		15.04	<.0005			
	13.4	.001						
	13.6	.001						
	13.8	<.0005						

(continued)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ความน่าจะเป็นหางบนที่เลือกสำหรับการแจกแจงของตัวสถิติ S ของฟรีดแมน (ต่อ)

$k = 6$

n	x	$P_0\{S \geq x\}$	n	x	$P_0\{S \geq x\}$	n	x	$P_0\{S \geq x\}$
2	8	.1208	4	8.857	.1018	6	8.952	.1033
	8.286	.0875		9	.0943		9.048	.0990
	8.571	.0681		9.429	.0760		9.619	.0766
	8.857	.0514		9.571	.0723		9.714	.0733
	9.143	.0292		10.143	.0518		10.476	.0515
	9.429	.0167		10.286	.0474		10.571	.0491
	9.714	.0083		11.286	.0263		11.905	.0251
	10	.0014		11.429	.0237		12	.0238
				12.571	.0109		13.524	.0103
3	8.524	.1122		12.714	.0096		13.619	.0097
	8.714	.0957		12.857	.0085		14.667	.0051
	9.095	.0769					14.762	.0048
	9.286	.0699	5	8.886	.1029		17.048	.0010
	9.667	.0560		9	.0986			
	9.857	.0461		9.571	.0754			
	10.619	.0281		9.686	.0720			
	10.810	.0247		10.371	.0513			
	11.571	.0117		10.486	.0483			
	11.762	.0095		11.629	.0258			
	12.333	.0052		11.743	.0244			
	12.524	.0037		13.114	.0106			
	13.286	.0010		13.229	.0099			
				14.257	.0050			
				16.314	.0010			

Adapted, in part, from R. E. Odeh, Extended tables of the distribution of Friedman's S-statistic in the two-way layout, *Communications in Statistics—Simulation and Computation* 6, Marcel Dekker, Inc., N.Y. (1977a): 29–48, with the permission of the author and the editor of *Communications in Statistics—Simulation and Computation*, reprinted by courtesy of Marcel Dekker, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ค่าวิกฤตของการแจกแจงไคกำลังสอง

ν	α									
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.0^4393	0.0^3257	0.0^3982	0.0^2393	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
31	14.458	15.655	17.539	19.281	21.434	41.422	44.985	48.232	52.191	55.003
32	15.134	16.362	18.291	20.072	22.271	42.585	46.194	49.480	53.486	56.328
33	15.815	17.074	19.047	20.867	23.110	43.745	47.400	50.725	54.776	57.648
34	16.501	17.789	19.806	21.664	23.952	44.903	48.602	51.966	56.061	58.964
35	17.192	18.509	20.569	22.465	24.797	46.059	49.802	53.203	57.342	60.275
36	17.887	19.233	21.336	23.269	25.643	47.212	50.998	54.437	58.619	61.581
37	18.586	19.960	22.106	24.075	26.492	48.363	52.192	55.668	59.892	62.883
38	19.289	20.691	22.878	24.884	27.343	49.513	53.384	56.896	61.162	64.181
39	19.996	21.426	23.654	25.695	28.196	50.660	54.572	58.120	62.428	65.476
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทุกทรีทเมนต์แบบสองด้านของวิลคอก ซัน-นีเมนยี-แมคโดนัล-ทอมสัน

For a given k and n, the r_α entry in the table corresponds to $P_0\{|R_u - R_v| < r_\alpha, u = 1,\ldots,k-1; v = u+1,\ldots,k\} \approx 1-\alpha$.

$k = 3$			$k = 4$		
n	r_α	α	n	r_α	α
3	6*	.028	2	6*	.083
4	7	.042	3	8*	.049
	8*	.005		9*	.007
5	8*	.039	4	10*	.026
	9*	.008		11*	.005
6	9*	.029	5	11	.037
	10*	.009		12*	.013
7	9*	.051	6	12*	.037
	10	.023		13	.018
	11*	.008		14*	.006
8	10*	.039	7	13*	.037
	11	.018		14	.020
	12*	.007		15*	.008
9	10*	.048	8	14*	.034
	11	.026		15	.019
	12*	.013		16*	.009
10	11	.037	9	15	.032
	12	.019		17*	.010
	13*	.010			
			10	15	.046
11	11*	.049		16	.029
	12	.028		18*	.010
	14*	.008			
			11	16	.041
12	12*	.038		17	.026
	13	.022		19	.009
	14*	.012			
			12	17	.038
13	12*	.049		18	.023
	13	.030		20	.008
	15*	.009			
			13	18	.032
14	13*	.038		19	.021
	14	.023		21	.008
	16*	.007			
			14	18	.042
15	13*	.047		19	.028
	14	.028		21	.011
	16*	.010			
			15	19	.037
				20	.024
				22	.010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทุกทรีทเมนต์แบบสองด้านของวิลคอก ซัน-นีเมนยี-แมคโดนัล-ทอมสัน (ต่อ)

$k = 5$			$k = 6$		
n	r_α	α	n	r_α	α
2	8	.050	2	10	.033
3	10	.067	3	13	.030
	11	.018		14	.008
	12	.002			
			4	15	.047
4	12	.054		16	.018
	13	.020		17	.006
	14	.006			
			5	17	.047
5	14	.040		18	.022
	16	.006		19	.010
6	15	.049	6	19	.040
	16	.028		20	.021
	17	.013		21	.010
7	16	.052	7	20	.049
	17	.033		21	.032
	19	.009		23	.010
8	18	.036	8	22	.039
	19	.022		23	.026
	20	.012		25	.008
9	19	.037	9	23	.043
	20	.024		24	.030
	22	.008		26	.012
10	20	.038	10	24	.047
	21	.025		26	.023
	23	.009		28	.009
11	21	.038	11	26	.036
	22	.025		27	.026
	24	.010		29	.012
12	22	.038	12	27	.039
	23	.025		28	.028
	25	.011		31	.009
13	23	.035	13	28	.039
	24	.024		29	.028
	26	.011		32	.010
14	24	.034	14	29	.040
	25	.024		30	.030
	27	.011		33	.011
15	24	.045	15	30	.040
	26	.022		32	.023
	28	.010		34	.012

(continued)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทุกทรีทเมนต์แบบสองด้านของวิลคอก ซัน-นีเมนยี-แมคโดนัล-ทอมสัน (ต่อ)

$k = 7$		
n	r_α	α
2	12	.024
3	15	.048
	16	.016
4	18	.040
	20	.007
5	20	.052
	21	.028
	22	.014
6	22	.050
	23	.032
	25	.009
7	24	.047
	25	.032
	27	.011
8	26	.041
	27	.030
	29	.011
9	27	.050
	29	.026
	31	.011
10	29	.042
	30	.031
	33	.010
11	30	.049
	32	.027
	35	.009
12	32	.040
	33	.030
	36	.011
13	33	.043
	35	.025
	38	.009
14	34	.047
	36	.028
	39	.011
15	36	.038
	37	.030
	41	.009

$k = 8$		
n	r_α	α
2	14	.018
3	17	.067
	18	.027
	19	.009
4	21	.036
	23	.007
5	23	.057
	24	.034
	26	.009
6	26	.045
	27	.027
	29	.009
7	28	.048
	29	.032
	31	.012
8	30	.046
	31	.033
	34	.009
9	32	.043
	33	.032
	36	.010
10	34	.040
	35	.031
	38	.010
11	35	.048
	37	.028
	40	.010
12	37	.042
	39	.026
	42	.010
13	39	.039
	40	.030
	44	.009
14	40	.042
	42	.027
	45	.012
15	42	.037
	43	.030
	47	.011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทุกทรีทเมนต์แบบสองด้านของวิลคอก ซัน-นีเมนยี-แมคโดนัล-ทอมสัน (ต่อ)

$k = 9$			$k = 10$		
n	r_α	α	n	r_α	α
2	15	.069	2	17	.056
	16	.014		18	.011
3	20	.041	3	22	.057
	22	.005		23	.026
				24	.010
4	23	.064	4	26	.060
	24	.034		27	.033
	26	.008		29	.009
5	27	.040	5	30	.047
	28	.023		31	.029
	29	.013		33	.010
6	29	.058	6	33	.051
	30	.038		34	.033
	33	.008		37	.008
7	32	.046	7	36	.047
	33	.032		37	.033
	36	.008		40	.010
8	34	.049	8	38	.052
	36	.026		40	.031
	38	.012		43	.010
9	36	.050	9	41	.046
	38	.030		43	.027
	41	.010		46	.009
10	38	.050	10	43	.047
	40	.031		45	.030
	43	.011		49	.009
11	40	.048	11	45	.049
	42	.030		47	.032
	46	.009		51	.010
12	42	.046	12	48	.040
	44	.029		50	.027
	48	.009		54	.009
13	44	.042	13	50	.039
	46	.027		52	.026
	50	.009		56	.009
14	46	.041	14	52	.039
	48	.026		54	.026
	52	.009		58	.010
15	47	.046	15	53	.045
	50	.025		56	.026
	54	.009		60	.010

(continued)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทุกทรีทเมนต์แบบสองด้านของวิลคอก ซัน-นีเมนยี-แมคโดนัล-ทอมสัน (ต่อ)

$k = 11$		
n	r_α	α
2	19	.045
	20	.009
3	25	.038
	27	.007
4	29	.057
	30	.033
	32	.010
5	33	.055
	34	.035
	37	.008
6	37	.045
	38	.030
	41	.008
7	40	.049
	41	.035
	44	.011
8	43	.046
	44	.035
	48	.009
9	46	.043
	47	.034
	51	.009
10	48	.047
	50	.031
	54	.009
11	51	.040
	53	.027
	57	.009
12	53	.043
	55	.029
	59	.011
13	55	.046
	57	.031
	62	.010
14	57	.045
	60	.026
	64	.011
15	59	.046
	62	.027
	67	.009

$k = 12$		
n	r_α	α
2	21	.038
	22	.008
3	27	.053
	28	.027
	29	.012
4	32	.055
	33	.033
	35	.011
5	37	.042
	38	.027
	40	.011
6	40	.059
	42	.028
	45	.008
7	44	.050
	46	.026
	49	.009
8	47	.050
	49	.030
	52	.011
9	50	.048
	52	.032
	56	.010
10	53	.047
	55	.032
	59	.010
11	56	.043
	58	.029
	62	.011
12	58	.048
	61	.027
	65	.011
13	61	.043
	63	.030
	68	.010
14	63	.046
	66	.027
	71	.009
15	66	.040
	68	.028
	73	.011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทุกทรีทเมนต์แบบสองด้านของวิลคอก ซัน-นีเมนยี-แมคโดนัล-ทอมสัน (ต่อ)

$k = 13$		
n	r_α	α
2	23	.032
	24	.006
3	30	.038
	32	.009
4	35	.054
	36	.033
	38	.012
5	40	.049
	41	.033
	44	.009
6	44	.054
	46	.027
	49	.009
7	48	.051
	50	.028
	53	.010
8	52	.046
	53	.035
	57	.010
9	55	.048
	57	.030
	61	.010
10	58	.047
	60	.032
	65	.009
11	61	.046
	63	.032
	68	.010
12	64	.045
	66	.032
	71	.010
13	67	.041
	69	.030
	74	.011
14	69	.046
	72	.028
	77	.010
15	72	.040
	74	.030
	80	.010

$k = 14$		
n	r_α	α
2	25	.027
	26	.005
3	32	.052
	33	.028
	35	.006
4	38	.053
	39	.034
	41	.013
5	43	.057
	45	.027
	47	.012
6	48	.050
	50	.026
	53	.009
7	52	.053
	54	.030
	57	.012
8	56	.051
	58	.031
	62	.010
9	60	.047
	62	.029
	66	.010
10	63	.048
	65	.033
	70	.010
11	66	.049
	69	.029
	74	.009
12	69	.048
	72	.030
	77	.010
13	72	.047
	75	.030
	80	.011
14	75	.045
	78	.028
	84	.009
15	78	.043
	81	.028
	87	.010

(continued)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทุกทรีทเมนต์แบบสองด้านของวิลคอก ซัน-นีเมนยี-แมคโดนัล-ทอมสัน (ต่อ)

$k = 15$			$k = 15$		
n	r_α	α	n	r_α	α
2	26	.071	9	64	.052
	27	.024		67	.028
	28	.005		71	.011
3	35	.039	10	68	.049
	37	.010		71	.028
				75	.011
4	41	.053			
	42	.035	11	72	.043
	45	.008		74	.032
				79	.011
5	47	.046			
	48	.033	12	75	.045
	51	.010		78	.028
				83	.010
6	52	.047			
	53	.035	13	78	.046
	57	.009		81	.030
				87	.009
7	56	.055			
	58	.032	14	81	.046
	62	.010		84	.030
				90	.010
8	60	.056			
	63	.027	15	84	.043
	67	.009		87	.029
				94	.009

Adapted, in part, from B. J. McDonald and W. A. Thompson, Jr., Rank sum multiple comparisons in one- and two-way classifications, *Biometrika* **54** (1967): 487–497, by permission of Oxford University Press on behalf of the *Biometrika* trustees, and, in part (the starred values), from P. Nemenyi, Distribution-free multiple comparisons, Ph. D. thesis, Princeton University (1963), with the permission of the author.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับพิสัยของตัวแปร N(0,1) ที่เป็นอิสระกัน k ตัว

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

Adapted from H. L. Harter, Tables of range and studentized range, *Annals of Mathematical Statistics* **31** (1960): 1122–1147, with permission of the author, the editor of *The Annals of Mathematical Statistics*, and the Institute of Mathematical Statistics.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ค1 ตัวอย่างการคำนวณของตัวสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ โดยคำนวณโดยเครื่องคิดเลข และ คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

****

ตัวอย่างที่ 1 จากการทดสอบความแข็งของบัตร มีวิธีทดสอบอยู่ 4 วิธี และบัตรโลหะ 4 ชนิด เครื่องจักรได้ทำการทดสอบบัตรโลหะ และจากการวัดความลึกของผลการทดสอบเราสามารถวัดความแข็งของโลหะได้โดยทำการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ข้อมูลที่ได้เป็นดังในตารางข้างล่างนี้ (สายชล, 2558)

การวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์สำหรับการทดสอบความแข็งของบัตร

วิธีการทดสอบ	ชนิดของบัตรโลหะ			
	1(A)	2(B)	3(C)	4(D)
1	9.3	9.4	9.6	10.0
2	9.4	9.3	9.8	9.9
3	9.5	9.4	9.5	9.7
4	9.7	9.6	10.0	10.2

เพื่อให้ง่ายแก่การคำนวณให้โค๊ด (code) แก่ข้อมูลโดยการลบค่าสังเกตแต่ละค่าด้วย 9.5 และคูณด้วย 10 ข้อมูลที่ได้ดังแสดงในตารางข้อมูลที่ให้โค๊ดแล้วสำหรับการทดสอบความแข็งของบัตร

วิธีการทดสอบ	ชนิดของบัตรโลหะ(บล็อก)				$y_{i.}$
	1	2	3	4	
1	-2	-1	1	5	3
2	-1	-2	3	4	4
3	-3	-1	0	2	-2
4	2	1	5	7	15
$y_{.j}$	-4	-3	9	18	$y_{..}$ = 20

ตัวแบบ $y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$; $i = 1,2,3,4$; $j = 1,2,3,4$

โดยที่ y_{ij} คือ ค่าสังเกตในชนิดของบัตรโลหะที่ j ที่ได้รับวิธีทดสอบที่ i

μ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

τ_i คือ อิทธิพลของวิธีการทดสอบที่ i

β_j คือ อิทธิพลของชนิดของบัตรโลหะที่ j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ε_{ij} คือ ส่วนประกอบของความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มที่อยู่ในค่าสังเกตในชนิดของบัตรโลหะที่ j ที่ได้รับวิธีทดสอบที่ i

วิธีที่1 คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

คำนวณค่าผลบวกกำลังสอง

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

$$= (-1)^2 + (-1)^2 + \ldots + (7)^2 - \frac{(20)^2}{16}$$

$$= 129.00$$

$$SSTr = \sum_{i=1}^{a} \frac{y_{i.}^2}{b} - \frac{y_{..}^2}{ab}$$

$$= \frac{(3)^2 + (4)^2 + (-2)^2 + (15)^2}{4}$$

$$= 38.50$$

$$SSB = \sum_{j=1}^{b} \frac{y_{.j}^2}{a} - \frac{y_{..}^2}{ab}$$

$$= 82.50$$

$$SSE = SST - SSTr - SSB$$

$$= 129.00 - 38.50 - 82.50$$

$$= 8.00$$

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบความแข็งของบัตร

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ทรีทเมนต์(วิธีทดสอบ)	3	38.50	12.83	14.44**
บล็อก(ชนิดของบัตรโลหะ)	3	82.50	27.50	30.90**
ความคลาดเคลื่อน	9	8.00	0.89	
รวม	15	129.00		

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐาน

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$

$H_1 : \tau_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

ตัวสถิติทดสอบ

$$F = \frac{MSTr}{MSE}$$

$$= \frac{12.83}{0.89}$$

$$= 14.44$$

จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก ข จะได้ว่า

$F_{0.05;3,9} = 3.86$, $F_{0.01;3,9} = 6.99$

เนื่องจาก $F = 14.44 > 6.99$ ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤตจึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้นวิธีทดสอบมีผลต่อค่าเฉลี่ยของความแข็งของบัตรชนิดของบัตร(บล็อก)ดูเหมือนว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเนื่องจากค่ากำลังสองเฉลี่ยของบล็อกมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมาก

วิธีที่ 2 คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
tr1<-c(-2,-1,1,5)
tr2<-c(-1,-2,3,4)
tr3<-c(-3,-1,0,2)
tr4<-c(2,1,5,7)
Table=data.frame(tr1, tr2, tr3,tr4)
```

ตารางที่ 2 แสดงค่าผลต่างของแต่ละทรีทเมนต์

	tr1	tr2	tr3	tr4
1	-2	-1	-3	2
2	-1	-2	-1	1
3	1	3	0	5
4	5	4	2	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
r = c(t(as.matrix(Table))) # response data
f = c("tr1", "tr2","tr3", "tr4")  # treatment levels
k = 4                  # number of treatment levels
n = 4                   # number of control blocks
tr = gl(k, 1, n*k, factor(f))
bk = gl(n, k, k*n)
av = aov(r ~ tm + blk)
summary(av)
```

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

	df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tr	3	38.5	12.833	14.44	0.000871 ***
bk	3	82.5	27.500	30.94	4.52e-05 ***
Residuals	9	8.0	0.889		

Signif. codes: ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

ดังนั้นวิธีทดสอบมีผลต่อค่าเฉลี่ยของความแข็งของบัตรชนิดของบัตร(บล็อก)ดูเหมือนว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเนื่องจากค่ากำลังสองเฉลี่ยของบล็อกมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค2 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยวิธี LSD โดยคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และ คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าวิธีการทดสอบมีผลต่อค่าเฉลี่ยของความแข็งของบัตรชนิดของบัตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธี LSD

วิธีที่ 1 คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์จากน้อยไปหามากได้ดังนี้

$\bar{y}_{3.} = -0.5$ $\bar{y}_{1.} = 0.75$ $\bar{y}_{2.} = 1.00$ $\bar{y}_{4.} = 3.75$

จากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ข จะได้ว่า $t_{0.025,9} = 2.262$

ตัวสถิติทดสอบคือ

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

$$= t_{0.025,9}\sqrt{\frac{2(0.89)}{4}}$$

$$= (2.262)\sqrt{\frac{2(0.89)}{4}}$$

$$= 1.509$$

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ทีละคู่จะได้

$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{3.})$: 3.75-(-0.50) = 4.25 >1.509*

$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{1.})$: 3.75-0.75 = 3.00 >1.509*

$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{2.})$: 3.75-1.00 = 2.75 >1.509*

$(\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{3.})$: 1.00-(-0.50) = 1.50 <1.509

$(\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{1.})$: 1.00-0.75 = 0.25 <1.509

$(\bar{y}_{1.} - \bar{y}_{3.})$: 0.75-(-0.50) = 1.25 <1.509

ขีดเส้นใต้ร่วมระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ที่ไม่มีความแตกต่างกันได้ดังนี้

3 1 2 4

ดังนั้นวิธีการทดสอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์แตกต่างจากวิธีการทดสอบที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2 คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

L=LSD.test(values,ind,df,MS, alpha=.05,group=F)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผันและความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
1.25	75.42472	0.8888889

ตารางที่ 5 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

df	ntr	t.value	alpha	test	name.t
9	4	2.262157	0.05	Fisher-LSD	ind

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	std	r	LCL	UCL	Min	Max
tr1	0.75	3.095696	4	-0.31639111	1.8163911	-2	5
tr2	1.00	2.943920	4	-0.06639111	2.0663911	-2	4
tr3	-0.50	2.081666	4	-1.56639111	0.5663911	-3	2
tr4	3.75	2.753785	4	2.68360889	4.8163911	1	7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
tr1 - tr2	-0.25	0.7163	-1.758104775	1.258105
tr1 - tr3	1.25	0.0935 .	-0.258104775	2.758105
tr1 - tr4	-3.00	0.0015 **	-4.508104775	-1.491895
tr2 - tr3	1.50	0.0510 .	-0.008104775	3.008105
tr2 - tr4	-2.75	0.0026**	-4.258104775	-1.241895
tr3 - tr4	-4.25	0.0001***	-5.758104775	-2.741895

ดังนั้นวิธีการทดสอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์แตกต่างจากวิธีการทดสอบที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค3 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยวิธี Duncan โดยคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และ คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าวิธีการทดสอบมีผลต่อค่าเฉลี่ยของความแข็งของบัตรชนิดของบัตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีของดันแคน (สายชล, 2558)

วิธีที่ 1 คำนวณด้วยเครื่องคิดเลข

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์จากน้อยไปหามากได้ดังนี้

$\bar{y}_{3.} = -0.5 \qquad \bar{y}_{1.} = 0.75 \qquad \bar{y}_{2.} = 1.00 \qquad \bar{y}_{4.} = 3.75$

ตัวสถิติทดสอบคือ

โดยที่

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

เมื่อ $\sqrt{\frac{MSE}{n}} = \sqrt{\frac{0.89}{4}}$

$= 0.47$

จากตารางที่ 3 ในภาคผนวก ข จะได้ว่า

p	2	3	4
$r_{0.05}(p,9)$	3.20	3.34	3.41
LSR_p	1.50	1.57	1.60

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ทีละคู่จะได้

$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{3.})$: 3.75-(-0.50) = 4.25> 1.60*

$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{1.})$: 3.75-0.75 = 3.00>1.57*

$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{2.})$: 3.75-1.00 = 2.75>1.50*

$(\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{3.})$: 1.00-(-0.50) = 1.50 < 1.57

$(\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{1.})$: 1.00-0.75 = 0.25 <1.50

$(\bar{y}_{1.} - \bar{y}_{3.})$: 0.75-(-0.50) = 1.25 <1.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดเส้นใต้ร่วมระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ที่ไม่มีความแตกต่างกันได้ดังนี้

3 1 2 4

ดังนั้นวิธีการทดสอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์แตกต่างจากวิธีการทดสอบที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีที่ 2 คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

LSR=duncan.test(values,ind,df,MS, alpha=.05,group=F)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผันและความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
1.25	75.42472	0.8888889

ตารางที่ 9 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

df	ntr	alpha	test	name.t
9	4	0.05	Duncan	ind

ตารางที่ 10 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)

	Table	CriticalRange
2	3.199173	1.508105
3	3.339138	1.574085
4	3.419765	1.612093

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	Std.	R	Min	Max
tr1	0.75	3.095696	4	-2	5
tr2	1.00	2.943920	4	-2	4
tr3	-0.50	2.081666	4	-3	2
tr4	3.75	2.753785	4	1	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
tr1 - tr2	-0.25	0.7163	-1.75810477	1.258105
tr1 - tr3	1.25	0.0935 .	-0.25810477	2.758105
tr1 - tr4	-3.00	0.0019 **	-4.57408457	-1.425915
tr2 - tr3	1.50	0.0595 .	-0.07408457	3.074085
tr2 - tr4	-2.75	0.0026 **	-4.25810477	-1.241895
tr3 - tr4	-4.25	0.0002 ***	-5.86209261	-2.637907

ดังนั้นวิธีการทดสอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์แตกต่างจากวิธีการทดสอบที่ 1, 2และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค4 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยวิธี SNK โดยคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และ คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

****

จากตัวอย่างที่ 1 พบว่าวิธีการทดสอบมีผลต่อค่าเฉลี่ยของความแข็งของบัตรชนิดของบัตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีของดันแคน(สายชล,2558)

วิธีที่ 1 คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์จากน้อยไปหามากได้ดังนี้

$\bar{y}_{3.} = -0.5 \qquad \bar{y}_{1.} = 0.75 \qquad \bar{y}_{2.} = 1.00 \qquad \bar{y}_{4.} = 3.75$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$K_{\alpha} = q_{\alpha}(p,\upsilon)\sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

ที่ $\alpha = 0.05$ $\quad K_{0.05} = q_{\alpha}(p,\upsilon)\sqrt{\frac{0.89}{n}}$

โดยใช้ตารางค่าวิกฤตของพิสัยสตีวเดนต์ไดซ์ ที่ $\alpha = 0.05$ อ่านค่าตั้งแต่ $p = 2$ ถึง $p = 4$ ที่ df $= \upsilon = 9$ จะได้ค่าสถิติ ดังตาราง

จากตารางที่ 4 ในภาคผนวก ข จะได้ว่า

p	2	3	4
$q_{0.05}(p, 9)$	3.20	3.95	4.42
$K_{0.05}$	1.5094	1.8632	2.0849

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ทีละคู่จะได้

$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{3.})$: 3.75-(-0.50)	=	4.25 > 2.0849*
$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{1.})$: 3.75-0.75	=	3.00 > 1.8632*
$(\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{2.})$: 3.75-1.00	=	2.75 > 1.5094*
$(\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{3.})$: 1.00-(-0.50)	=	1.50 < 1.509
$(\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{1.})$: 1.00-0.75	=	0.25 <1.509
$(\bar{y}_{1.} - \bar{y}_{3.})$: 0.75-(-0.50)	=	1.25 <1.509

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดเส้นใต้ร่วมระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ที่ไม่มีความแตกต่างกันได้ดังนี้

3 1 2 4

ดังนั้นวิธีการทดสอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์แตกต่างจากวิธีการทดสอบที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีที่ 2 คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

K=SNK.test(values,ind,df,MS,alpha=.05,group=F)

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การแปรผันและความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Mean	CV	MSE
1.25	75.42472	0.8888889

ตารางที่ 14 ตัวสถิติทดสอบ (Statistics)

Df	ntr	alpha	Test	name.t
9	4	0.05	SNK	Ind

ตารางที่ 15 พิสัยค่าวิกฤต (Critical Range)

Table	Critical Range
2 3.199173	1.508105
3 3.948492	1.861337
4 4.414890	2.081199

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของแต่ละทรีทเมนต์

	Mean	Std	R	Min	Max
tr1	0.75	3.095696	4	-2	5
tr2	1.00	2.943920	4	-2	4
tr3	-0.50	2.081666	4	-3	2
tr4	3.75	2.753785	4	1	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison)

	Difference	p-value	LCL	UCL
tr1-tr2	-0.25	0.7163	-1.7581048	1.258105
tr1-tr3	1.25	0.0935 .	-0.2581048	2.758105
tr1-tr4	-3.00	0.0038 **	-4.8613371	-1.138663
tr2-tr3	1.50	0.1155	-0.3613371	3.361337
tr2-tr4	-2.75	0.0026 **	-4.2581048	-1.241895
tr3-tr4	-4.25	0.0006 ***	-6.3311992	-2.168801

ดังนั้นวิธีการทดสอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์แตกต่างจากวิธีการทดสอบที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค5 ตัวอย่างการคำนวณของตัวสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยคำนวณโดยเครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

****

ตัวอย่างที่ 2 ในการศึกษาความเหนียวของเส้นด้ายจากฝ้ายว่าขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยโปแตส(K_2O)ที่ใช้ปลูกฝ้ายหรือไม่ ผู้ศึกษาทำการวัดความเหนียวของเส้นด้ายที่ทำจากฝ้ายใช้ปุ๋ย 5 ระดับ ในการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ที่มี 3 บล็อกความเหนียวของเส้นด้ายวัดด้วยค่าดัชนีแรงดึง (สายชล, 2552) ข้อมูลเป็นดังนี้

บล็อก	ปริมาณปุ๋ยโปแตสที่ใช้ (ปอนด์/เอเคอร์)				
	144	108	72	54	36
1	7.46 (2)	7.17 (1)	7.76(4)	8.14(5)	7.63(3)
2	7.68(2)	7.57(1)	7.73(3)	8.15(5)	8.00(4)
3	7.21(1)	7.80(3)	7.74(2)	7.87(4)	7.93(5)
ผลรวมของลำดับที่	5	5	9	14	12

จงทดสอบว่าปริมาณปุ๋ยที่ใช้ปลูกฝ้ายมีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายหรือไม่พร้อมทั้งจงประมาณค่าเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่

วิธีที่ 1 คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

<u>วิธีทำ</u> ในที่นี้ b=3, t=5

ก) สมมติฐาน

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_5$$

$H_1 : \tau_i \neq \tau_j$ บางค่า $i \neq j$

ใช้วิธี Friedman test

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$S = \left[\frac{12}{bt(t+1)}\sum_{j=1}^{t} R_j^2\right] - 3b(t+1)$$

$$= \left[\frac{12}{3(5)(6)}\left(5^2+5^2+9^2+14^2+12^2\right)\right] - 3(3)(6)$$

$$= 8.8$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาจากค่าวิกฤต

- จากภาคผนวก ข ตารางที่ 5 ที่ t=5, b=3 และ α = 0.056 ค่าวิกฤตคือ $s_\alpha = s_{0.056} = 8.267$

และจากภาคผนวก ข ตารางที่ 5 ที่ t=5, b=3 และ α = 0.045 ค่าวิกฤตคือ $s_\alpha = s_{0.045} = 8.533$

เนื่องจาก s = 8.8 > 8.533 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤตจึงปฏิเสธ H_0 ที่ α =0.05

- จากภาคผนวก ข ตารางที่ 5 ที่ t=5, b=3 และ α = 0.015 ค่าวิกฤตคือ $s_\alpha = s_{0.015} = 9.867$ และ จากภาคผนวก ข ตารางที่ 5 ที่ t=5, b=3 และ α = 0.008

ค่าวิกฤตคือ $s_\alpha = s_{0.008} = 10.133$

แสดงว่า $s_{0.01}$ มีค่าอยู่ระหว่าง 9.867 และ 10.133

เนื่องจาก s = 8.8 < 9.867 ซึ่งไม่ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤตจึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ α = 0.01

ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ปลูกฝ้ายมีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

การประมาณค่าเมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่ (Large – Sample Approximation)

พิจารณาค่าวิกฤติ

จากภาคผนวก ข ตารางที่ 6 ที่ α =0.05 , $t-1=4$

ค่าวิกฤตคือ $\chi^2_{\alpha;t-1} = \chi^2_{0.05;4} = 9.49$

เนื่องจาก s = 8.8 <9.49 ซึ่งไม่ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤตจึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ α = 0.05

ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ปลูกฝ้ายไม่มีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีที่ 2 คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
y <- matrix(c(7.46, 7.68, 7.21, 7.17, 7.57, 7.80, 7.76, 7.73, 7.74, 8.14, 8.15, 7.87,
7.63, 8.00, 7.93)
, nrow = 3, ncol = 5,
Dimnames = list (1 : 3, c ("tr1", "tr2", "tr3", "tr4", "tr5")))
# กี่ตัว : แถว (Tr), คอลัมน์ (block)
friedman.test(y)
Friedman rank sum test
data:  y
Friedman chi-squared = 8.8, df = 4, p-value = 0.0663
```

เนื่องจาก p-value = 0.0663 มากกว่า 0.01 ซึ่งไม่ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤตจึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ α = 0.01 ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ปลูกฝ้ายมีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค6 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยวิธีของ ฟรีดแมน โดยคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และ คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

****

จากตัวอย่างที่ 2 เมื่อใช้การทดสอบของฟรีดแมนจะปฏิเสธ $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_5$
ที่ α = 0.05จงพิจารณาว่าปุ๋ยสูตรคู่ใดมีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายแตกต่างกัน

วิธีที่ 1 คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข
ในที่นี้ R_1 = 5 , R_2 = 5 , R_3 = 9 , R_4 = 14 , R_5 = 12
จะได้ค่าของ $|R_u - R_v|, 1 \le u < v \le 5$ ดังตาราง

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
R_1	-	0	4	9	7
R_2		-	4	9	7
R_3			-	5	3
R_4				-	2
R_5					-

จากภาคผนวก ข ตารางที่ 7 ที่ t = 5, b = 3 และ α =0.067 ค่าวิกฤตคือ $r_\alpha = r_{0.067} = 10$ จะปฏิเสธ $H_0 : \tau_u = \tau_v$ และถือว่า $H_1 : \tau_u \neq \tau_v$ เป็นจริงถ้า $|R_u - R_v| < 10$ ทุกคู่จึงยอมรับ H_0

ดังนั้นไม่มีปุ๋ยสูตรคู่ใดที่มีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.067 จะเห็นว่าผลสรุปที่ได้นี้ขัดแย้งกับผลสรุปข้างต้นโดยวิธีการทดสอบของฟรีดแมน

การประมาณค่าเมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่ (Large – Sample Approximation)

จากภาคผนวก ข ตารางที่ 8 ที่ t=5 และ α = 0.05 ค่าวิกฤตคือ $q_\alpha = q_{0.05} = 3.858$ จะได้

$$q_\alpha \sqrt{\frac{bt(t+1)}{12}} = 3.858 \sqrt{\frac{3(5)(6)}{12}}$$

$$= 10.6$$

จะปฏิเสธ $H_0 : \tau_u = \tau_v$ และถือว่า $H_1 : \tau_u \neq \tau_v$ เป็นจริงถ้า $|R_u - R_v| < 10.6$ ทุกคู่จึงยอมรับ H_0

ดังนั้นไม่มีปุ๋ยสูตรคู่ใดที่มีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05จะเห็นว่าผลสรุปที่ได้นี้ขัดแย้งกับผลสรุปข้างต้นโดยวิธีการทดสอบของฟรีดแมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2 คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
WineTasting<- data.frame(Taste = c(y[1], y[4], y[7], y[10], y[13], y[2], y[5], y[8], y[11], y[14],  y[3], y[6], y[9], y[12], y[15]),
Wine = factor(rep(c("trA", "trB", "trC", "trD", "trE"),3)),
Taster = factor(rep(1:3, rep(5,3) ) ))#rep(1:tr,rep(block,tr) )
# trเป็นแถว block คอลัมน์
PvalueFriedman<-friedman.test.with.post.hoc(Taste ~ Wine | Taster ,WineTasting)

Friedman rank sum test
data:  y
Friedman chi-squared = 5.0667, df = 4, p-value = 0.2805
$Friedman.Test
Asymptotic General Symmetry Test
data:  Taste by
Wine (trA, trB, trC, trD, trE)
stratified by Taster
maxT = 2.3238, p-value = 0.1372
alternative hypothesis: two.sided
```

การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดแมน

	P value
trB - trA	1.0000000
trC - trA	0.8402182
trD - trA	0.1372653
trE - trA	0.3692329
trC - trB	0.8402182
trD - trB	0.1372653
trE - trB	0.3692329
trD - trC	0.6968081
trE - trC	0.9379793
trE - trD	0.9857557

ดังนั้นไม่มีปุ๋ยสูตรคูใดที่มีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค7 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยวิธี นีแมนยี โดยคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และ คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

****

จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 2 พบว่าปริมาณปุ๋ยที่ใช้ปลูกฝ้ายมีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธีที่ 1 คำนวณโดยใช้เครื่องเลข

จะได้ t=5, b=3

จากตัวอย่างที่ 1 จะได้

$T_{12} = 3, T_{13} = 6, T_{14} = 6, T_{15} = 6, T_{23} = 5$

$T_{24} = 6, T_{25} = 6, T_{34} = 6, T_{35} = 5, T_{45} = 1$

จาก $T_{uv}' = \max\left(T_{uv}, \frac{b(b+1)}{2} - T_{uv}\right)$

$= \max\left(T_{uv}, \frac{3(4)}{2} - T_{uv}\right)$

$= \max\left(T_{uv}, 6 - T_{uv}\right)$

จะได้

$T_{12} = 3, T_{13} = 6, T_{14} = 6, T_{15} = 6, T_{23} = 5$

$T_{21} = 6, T_{25} = 6, T_{34} = 6, T_{35} = 5, T_{45} = 5$

จากตารางที่ 8 $\alpha = 0.05$, t=5 ค่าวิกฤตคือ $q_\alpha = q_{0.05} = 3.858$

$t_\alpha' = \frac{b(b+1)}{4} + \sqrt{\frac{b(b+1)(2b+1)}{48}}\, q_\alpha$

$= \frac{3(4)}{4} + \sqrt{\frac{3(4)[2(3)+1]}{48}}\,(3.858)$

$= 8.10$

เนื่องจาก $T_{uv}' < 8.10$ ทุกค่า $1 \le u < v \le 5$ จึงไม่สามารถปฏิเสธ $H_0 : \tau_u = \tau_v$ ดังนั้นไม่มีปุ๋ยสูตรคู่ใดที่มีอิทธิพลแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีที่ 2 คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

ผลลัพท์ ของnemanye

NMY<-posthoc.friedman.nemenyi.test(y)

Pairwise comparisons using Nemenyi multiple comparison test with q approximation for unreplicated blocked data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี

	tr1	tr2	tr3	tr4
tr2	1.00	-	-	-
tr3	0.84	0.84	-	-
tr4	0.14	0.14	0.70	-
tr5	0.37	0.37	0.94	0.99

P value adjustment method: none

ดังนั้นไม่มีปุ๋ยสูตรคู่ใดที่มีอิทธิพลแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค8 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยวิธี โคโนเวอร์ โดยคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และ คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

****

จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 2 พบว่าปริมาณปุ๋ยที่ใช้ปลูกฝ้ายมีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธีที่ 1 คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

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

จากโจทย์ตัวอย่างที่ 2.5 จะได้ว่า n = 3, k = 5

$$\chi_R^2 = \frac{(2-\frac{5}{3})^2}{\frac{5}{3}}-\frac{(2-\frac{5}{3})^2}{\frac{5}{3}}-\ldots-\frac{(5-4)^2}{4}$$

$$= \frac{139}{42}$$

$$= 3.3095$$

$$t_{1-\frac{\alpha}{2};(n-1)(k-1)} = t_{\frac{0.01}{2};(3-1)(5-1)}$$

$$= t_{0.005;8}$$

$$= 3.355$$

จะได้ว่า มีค่าวิกฤติ $= 3.355\sqrt{\frac{2(3)\left(1-\frac{139/42}{5(3-1)}\right)\left(165-\frac{5(3)(3-1)^2}{4}\right)}{(3-1)(5-1)}}$

$$= 29.1069$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ค่าของ $|R_u - R_v|$,ดังตาราง

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
R_1	-	0	4	9	7
R_2		-	4	9	7
R_3			-	5	3
R_4				-	2
R_5					-

จะปฏิเสธ $H_0 : \tau_u = \tau_v$ และถือว่า $H_1 : \tau_u \neq \tau_v$ เป็นจริงถ้า $|R_u - R_v| < 29.1069$ ทุกคู่จึงยอมรับ H_0 ดังนั้นไม่มีปุ๋ยสูตรคู่ใดที่มีอิทธิพลต่อความเหนียวของเส้นด้ายแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธีที่ 2 คำนวนณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
y <- matrix(c(7.46, 7.17, 7.76, 8.14, 7.63, 7.68, 7.57, 7.73, 8.15, 8.00, 7.21, 7.80, 7.74, 7.87,
7.93) , nrow = 3, ncol = 5, dimnames = list (1 : 3, c ("tr1","tr2", "tr3", "tr4", "tr5")))
# ตัว:แถว (Tr), คอลัม (block)
friedman.test(y)
CNV<-posthoc.friedman.conover.test(y=y, p.adjust="none")
```

ผลลัพท์ ของ Cononer

Pairwise comparisons using Conover's test for a two-way balanced complete block design

การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์

	tr1	tr2	tr3	tr4
tr2	1.0000	-	-	-
tr3	0.4500	0.4500	-	-
tr4	0.1961	0.1961	0.3500	-
tr5	0.3052	0.3052	0.5900	0.7100

ดังนั้นไม่มีปุ๋ยสูตรคู่ใดที่มีอิทธิพลแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้