การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์

COMPARISON OF EFFICIENCY FOR PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF COMPLETELY RANDOMIZED DESIGN

ธารทิพย์ โนภาศ
TANTIP NOPAS

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562
KMITL-2019-SC-M-050-054

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์

COMPARISON OF EFFICIENCY FOR PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF COMPLETELY RANDOMIZED DESIGN

ธารทิพย์ โนภาศ

TANTIP NOPAS

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-SC-M-050-054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISON OF EFFICIENCY FOR PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC TESTS IN MULTIPLE COMPARISONS OF COMPLETELY RANDOMIZED DESIGN

TANTIP NOPAS

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN STATISTICS AND BUSINESS ANALYTICS
DEPARTMENT OF STATISTICS FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2019

KMITL-2019-SC-M-050-054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2019
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์

ชื่อนักศึกษา นางสาวธารทิพย์ โนภาศ

รหัสประจำตัว 60605082

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติและการวิเคราะห์ธุรกิจ)

ภาควิชา สถิติ

พ.ศ. 2562

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สายชล สินสมบูรณ์ทอง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ ซึ่งมีตัวสถิติทดสอบที่ศึกษา 6 การทดสอบ คือ Student–Newman–Keul's Test (SNK), Duncan's New Multiple Range Test (DC), Waller–Duncan Test (WD), Conover Test (CNV), Van der Waerden test (VD) และ Nemenyi Test (NM) โดยศึกษาจากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ ในการตรวจสอบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ โดยกำหนดขนาดตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ คือ (10,10,10), (30,30,30), (50,50,50), (5,10,15), (25,30,35) และ(45,50,55) ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญในการวิจัย 2 ระดับ คือ 0.01 และ 0.05

ผลการวิจัยเมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในการแจกแจงปรกติ และการแจกแจงล็อกปรกติ ตัวสถิติทดสอบ SNK และ DC มีความความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ส่วนในการแจกแจงแกมมา ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้ง 3 การแจกแจง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ส่วนการพิจารณากำลังการทดสอบ พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ทั้ง 3 การแจกแจง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

คำสำคัญ: การเปรียบเทียบพหุคูณ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กำลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Comparison of Efficiency for Parametric and Nonparametric Tests in Multiple Comparisons of Completely Randomized Designs
Student Name	Tantip Nopas
Student ID	60605082
Degree	Master of Science (Statistics and Business Analytics)
Department	Statistics
Year	2019
Thesis Advisor	Associate Professor Saichon Sinsomboonthong

Abstract

This research purposed to study and compare the efficiencies of multiple comparisons tests with parametric and nonparametric Tests of completely randomized design consisting of six tests, namely, Student-Newman-Keul's test (SNK), Duncan's New Multiple Range Test (DC), Waller-Duncan Test (WD), Conover Test (CNV), Van Der Waerden Test (VD) and Nemenyi Test (NM). The study was conducted in data randomly obtained from normal distribution, gamma distribution and log-normal distribution. For the probability calculation of Type I error and power of a test using identical and different sample sizes, divided into small size, medium size and large size, i.e., (10,10,10), (30,30,30), (50,50,50), (5,10,15), (25,30,35) and (45,50,55) and there were two levels of significance: 0.01 and 0.05.

The results indicated that, in the case of probability control capability of Type I error at the 0.01 significance level; the Normal distribution and The Log-Normal distribution, SNK and DC yielded greatest probability control capability of Type I error. The Gamma distribution, SNK, DC and WD Test yielded greatest probability control capability of Type I error and at the 0.05 significance level, in three distributions SNK, DC and WD Test yielded greatest probability control capability of Type I error For the power of a test, it was found that at 0.01 and 0.05 significance levels, in three distributions the highest power of a test was found in WD Test.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมีความถูกต้องในเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่าง ๆ และหนังสืออ้างอิง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจทานแก้ไขความถูกต้องตลอดจนติดตามผลงานทุกขั้นตอนของการดำเนินงานในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.จุฑาภรณ์ สินสมบูรณ์ทองซึ่งเป็นประธานกรรมการและผู้ผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์ ผู้ซึ่งเป็นกรรมการ และ รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ ผู้ซึ่งเป็นกรรมการ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำมาตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติม ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้พร้อมทั้งให้คำแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณอัจฉรา แผ้วบาง และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาอุปกรณ์ในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการทำงานมาโดยตลอดจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ธารทิพย์ โนภาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ฐ
คำย่อ/สัญลักษณ์	ผ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	4
1.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 การแจกแจงที่ใช้ในการศึกษา	8
2.1.1 การแจกแจงปรกติ	8
2.1.2 การแจกแจงแกมมา	11
2.1.3 การแจกแจงล็อกปรกติ	13
2.2 แผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์	14
2.3 หน่วยทดลองและทรีทเมนต์	15
2.3.1 ตัวแบบการวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์	16
2.3.2 ตัวแบบของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์กรณีจำนวนซ้ำไม่เท่า	20
2.4 การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	23
2.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์	24
2.5.1 การเปรียบเทียบพหุคูณ	24
2.6 สถิติไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์	27
2.7 เกณฑ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ	29
2.8 กำลังการทดสอบ	30
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	36
3.1 การวางแผนการวิจัย	36
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย	58
3.3 ขั้นตอนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย	60
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	62
4.1 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1	63
4.1.1 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ	63
4.1.2 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา	87
4.1.3 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ	111
4.2 การคำนวณค่ากำลังการทดสอบ	135
4.2.1 การคำนวณค่ากำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจาก ประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ	135
4.2.2 การคำนวณค่ากำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจาก ประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา	159
4.2.3 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจา ประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ	183
4.3 สรุปความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1	207
4.4 สรุปการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ	214
4.5 อภิปลายผล	222
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	224
5.1 สรุปผลการวิจัย	224
5.2 ข้อเสนอแนะ	227
บรรณานุกรม	228
ภาคผนวก	231
ภาคผนวก ก	232
ภาคผนวก ข	242
ภาคผนวก ค	253
ประวัติผู้เขียน	271

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อดีและข้อเสียของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์	15
2.2 ผังแสดงค่าสังเกตของตัวอย่างสุ่มสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์	17
2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์	19
2.4 ผังแสดงค่าสังเกตของตัวอย่างสุ่มสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่มีจำนวนซ้ำไม่เท่ากัน	21
2.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่มีจำนวนซ้ำไม่เท่ากัน	22
2.6 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ	23
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริงของสมมติฐานว่างและการสรุปผล	30
3.1 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา 3 ประชากร	36
3.2 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ของทั้ง 3 ประชากรที่มีขนาดตัวอย่างที่เท่ากันกรณี $n=10$, $j=1,2,...,10$, $i=1,2,3$, r_i คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i	37
3.3 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ของทั้ง 3 ประชากรที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน $n=5,10,15$, $i=1,2,3$, $j=1,2,...,15$, r_i คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i	37
3.4 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ	38
3.5 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ	39
3.6 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา	41
3.7 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา	42
3.8 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ	44
3.9 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

3.10 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติ 47
3.11 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติ 48
3.12 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมา 50
3.13 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมา 51
3.14 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ 53
3.15 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ 54
3.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีข้อมูลที่มีการแจงแจกปรกติ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดให้มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนรอบ 100 ถึง 1,000 รอบ 56
3.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีข้อมูลที่มีการแจงแจกปรกติ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดให้มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนรอบ 100 ถึง 1,000 รอบ 56
4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 63
4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 65
4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 67
4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 69
4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 75
4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 79
4.8 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 83
4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 87
4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 89
4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 91
4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 93
4.13 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 95
4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 99
4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 103
4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 107
4.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 111
4.18 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 113
4.19 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.20 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 117
4.21 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ0.01 119
4.22 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 123
4.23 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 127
4.24 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 131
4.25 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 135
4.26 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 137
4.27 กำลังการทดสอบเมื่อ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 139
4.28 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 141
4.29 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 143
4.30 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 147
4.31 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 151
4.32 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.33 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 159
4.34 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 161
4.35 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 163
4.36 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 165
4.37 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 167
4.38 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 171
4.39 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 175
4.40 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 179
4.41 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 183
4.42 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 185
4.43 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 187
4.44 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 189
4.45 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 191
4.46 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.47 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 199
4.48 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 203
4.49 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 207
4.50 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 211
4.51 ตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบมากที่สุดในกรณีต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 214
4.52 ร้อยละของตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ 217
4.53 ร้อยละของตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีต่าง ๆ 219
ก.1 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 233
ก.2 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 234
ก.3 ค่าวิกฤตสติวเดนไดซ์ 235
ก.4 ค่าวิกฤตดันแคน 237
ก.5 การแจกแจงที 239
ก.6 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับพิสัยของตัวแปร $N(0,1)$ ที่เป็นอิสระกัน $k= 2(1)20(2)40(10)100$ 240
ค.1 ค่าปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงที่ได้จากการทดลองโดยวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์254
ค.2 ค่าที่ได้จากตารางค่าวิกฤตของพิสัยสติวเด็นท์ไดซ์ที่ $\alpha = 0.05$ 257
ค.3 ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม 258
ค.4 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล 258
ค.5 ค่าที่ได้จากตารางค่าวิกฤตของพิสัยพหุคูณของดันแคน ที่ $\alpha = 0.05$ 259
ค.6 ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม 260
ค.7 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน 261
ค.8 ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม 263

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค.9 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน	263
ค.10 การวิเคราะห์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ โดยการเรียงอันดับของข้อมูลจากน้อยไปมาก	264
ค.11 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์	266
ค.12 ค่าความสามารถในการเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับ Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS)	267
ค.13 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี	268
ค.14 ค่า normal scores	269
ค.15 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน	270

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน 9

2.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนต่างกัน 10

2.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยต่างกัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน 11

2.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมาที่มีพารามิเตอร์ต่าง ๆ กัน 12

2.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติที่มีพารามิเตอร์ต่าง ๆ กัน 14

3.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,8), (4,8) และ (4,8) 38

3.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,1), (4,2) และ (4,3) 39

3.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (8,1), (8,3) และ (8,5) 40

3.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (12,1) ,(12,6) และ (12,14) 40

3.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,2), (2,2) และ (2,2) 41

3.6 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (16,1/4), (8,1/2) และ (4,1) 42

3.7 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (6,1/2), (8,1) และ (4,2) 43

3.8 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (16,1), (8,2) และ (4,4) 43

3.9 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1.1065,0.5596), (1.1065, 0.5596) และ (1.1065, 0.5596) 44

3.10 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1.3560,0.3560), (1.3274,0.1178) และ (1.2747,0.2231) 45

3.11 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (2.7648,0.0155), (2.7572,0.0308) และ (2.7423,0.0606) 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.12 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (2.7423,0.0606), (2.7137,0.1178) และ (2.6610,0.2231) 46

3.13 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,4), (5,4) และ (6,4) 47

3.14 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,1), (5,2) และ (6,3) 48

3.15 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (8,1), (9,3) และ (10,5) 49

3.16 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (12,1), (13,6) และ (14,14) 49

3.17 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,2), (8,1) และ (32,1/2) 50

3.18 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,1), (3,1) และ (4,1) 51

3.19 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (4,1), (16,1) และ (18,1) 52

3.20 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,1), (4,1) และ (4,2) 52

3.21 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1.2747,0.2231), (1.5352,0.1484) และ (1.7391,0.1054) 53

3.22 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1.3560,0.0606), (1.5710,0.0770) และ (1.7391, 0.1054) 54

3.23 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (2.0491,0.0606), (2.1501,0.0942) และ (2.2284,0.1484) 55

3.24 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (2.4814,0.0069), (2.5476,0.0349) และ (2.6046,0.0690) 55

3.25 จำนวนรอบในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีข้อมูลที่มีการแจงแจกปรกติ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดให้มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 64
4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 66
4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 68
4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 70
4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 72
4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 73
4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 74
4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 76
4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 77
4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 78
4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 81
4.13 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 82
4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 84
4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 85
4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 86
4.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 88
4.18 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 90
4.19 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 92
4.20 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 94
4.21 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 96
4.22 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.23 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 98

4.24 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 100

4.25 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 101

4.26 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 102

4.27 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 104

4.28 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 105

4.29 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 106

4.30 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 108

4.31 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.32 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 110
4.33 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 112
4.34 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 114
4.35 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 116
4.36 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 118
4.37 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 120
4.38 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 121
4.39 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 122
4.40 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 124
4.41 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 125
4.42 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.43 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 128
4.44 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 129
4.45 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 130
4.46 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 132
4.47 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 133
4.48 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 134
4.49 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 136
4.50 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 138
4.51 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 140
4.52 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 142
4.53 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.54 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 145

4.55 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 146

4.56 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากันและความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 148

4.57 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 149

4.58 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 150

4.59 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 152

4.60 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 153

4.61 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 154

4.62 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.63 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 157
4.64 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 158
4.65 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 160
4.66 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 162
4.67 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 164
4.68 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 166
4.69 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 168
4.70 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 169
4.71 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 170
4.72 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 172
4.73 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.74 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 174
4.75 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 176
4.76 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 177
4.77 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 178
4.78 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 180
4.79 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 181
4.80 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 182
4.81 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 184
4.82 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 186
4.83 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 187
4.84 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.85 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 192
4.86 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 193
4.87 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 194
4.88 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 196
4.89 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 197
4.90 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 198
4.91 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 200
4.92 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 201
4.93 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 202
4.94 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 204

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.95 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 205

4.96 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/ สัญลักษณ์

คำย่อ/ สัญลักษณ์	คำอธิบาย
1. SNK	ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล
2. DC	ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน
3. WD	ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน
4. CNV	ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์
5. NM	ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี
6. VD	ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน
7. B	ผ่านเกณฑ์ของ Bradley
8. –	ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้
9. *	กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น
10.	ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้
11.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล
12.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน
13.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน
14.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์
15.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี
16.	เส้นกราฟของตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน
17.	เกณฑ์ของBradley (1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในแผนแบบการทดลองโดยการทดสอบสมมติฐานนั้นต้องใช้การอนุมานเชิงสถิติเกี่ยวกับประชากร เพราะการที่จะศึกษาคุณลักษณะของประชากรทั้งหมดได้โดยตรงนั้นเป็นไปได้ยากเนื่องจากประชากรมักจะมีขนาดใหญ่ ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลอาจเกิดความไม่สะดวก เพราะอาจมีค่าใช้จ่ายจำนวนมากและต้องใช้ระยะเวลา ผู้วิจัยจึงจำเป็นที่จะต้องอาศัยคุณลักษณะของตัวอย่างมาวิเคราะห์ แล้วนำผลที่ได้จากตัวอย่างนั้นไปสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับคุณลักษณะของประชากร วิธีทางสถิติที่กล่าวมานั้นเรียกว่าการอนุมานเชิงสถิติ (Statistical Inference) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation) และ การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypothesis) (กฤตพล และคณะ, 2558)

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการอนุมานเชิงสถิติที่เกี่ยวกับประชากรนิยมใช้การทดสอบสมมติฐานซึ่งการทดสอบสมมติฐานจะนำไปสู่ข้อสรุปของงานวิจัย ในที่นี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป โดยทั่วไปแล้วจะนิยมใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ ภายหลังจากการทดสอบสมมติฐานพบว่าถ้าการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวเกิดการปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) คือ มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เราจะต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไปเพื่อหาว่ามีค่าเฉลี่ยของประชากรคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ซึ่งตัวสถิติทดสอบสำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณมีทั้งอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ ซึ่งในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบนั้นจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ว่ามีลักษณะเป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้น (Assumption) ของตัวสถิติทดสอบเอฟ คือ ข้อมูลแต่ละประชากรสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ข้อมูลแต่ละประชากรจะต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน และข้อมูลแต่ละประชากรจะต้องสุ่มมาจากประชากรที่อิสระกัน ในการทำการเปรียบเทียบพหุคูณจะใช้ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ ถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้นของตัวสถิติทดสอบเอฟ ก็จะใช้ตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์โดยในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบควรที่จะต้องมีแนวทางในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับข้อมูลของผู้วิจัย (สายชล, 2558)

ในการเลือกแผนแบบการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากงานวิจัยต่าง ๆ ตำรา และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่าแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์เป็นแผนที่ได้รับความนิยม นักวิจัยใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นแผนแบบการทดลองที่สามารถยืดหยุ่นได้ วิธีการคำนวณง่ายและสะดวก และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการจำลองข้อมูลจากโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2 โดยจำลองข้อมูลให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละขนาดจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมาและการแจกแจงล็อกปรกติ ให้มีพารามิเตอร์ตามที่ต้องการ โดยในที่นี้ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแต่ละการแจกแจงเป็นค่าเฉลี่ย เนื่องจากการศึกษาฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น พบว่า การแจกแจงปรกติมีค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานที่เท่ากัน ศึกษาฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมม่า พบว่า ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นการแจกแจงแกมมา ไม่มีค่ามัธยฐาน และศึกษาฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงล็อกปรกติ พบว่า ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นการแจกแจงล็อกปรกติ มีทั้งค่าเฉลี่ยและมัธยฐาน ดังนั้นเพื่อความเที่ยงตรงในการวิเคราะห์ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ค่ากลางของการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ เป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละประชากร

ในการเลือกตัวสถิติทดสอบที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาทำการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าศึกษาองค์ความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวสถิติทั้งตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ จากงานวิจัย ตำรา และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกตัวสถิติทดสอบมาใช้ในการทำวิจัย ผลจากการศึกษางานวิจัยมีดังนี้

ผลจากการศึกษา ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล งานวิจัยของศรัญญา (2531) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์-นิวแมน-คูล มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเมื่อประชากรมีลักษณะใกล้เคียงกับการแจกแจงปรกติที่มีความโด่งไม่มาก กฤตพล และคณะ (2558) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบ สติวเดนต์–นิวแมน–คูล มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา Francisco and Carlos (2016) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล มีกำลังการทดสอบมากที่สุด ในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา Armando. et.al (2008) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และDouglas (2019) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล มีความสามารถในการความคุมความผิดพลาดของความน่าจะเป็นแบบที่ 1 ได้

ผลจากการศึกษา ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน งานวิจัยของบุญชม (2538) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวสถิติทดสอบอื่นๆ ปุณยนุช (2548) กล่าวว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี และเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี ธนพงศ์ และคณะ (2559) กล่าวว่า ในกรณีการแจกแจงปรกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน และค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่าตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ Ozkaya (2012) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน และBoardman and Moffitt (1971) กล่าวว่า อัตราความผิดพลาดของตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนเพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย Francisco and Carlos (2016) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน มีกำลังการทดสอบมากที่สุดรองจากตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล Armando. et. al (2008) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และDavid (2012) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

ผลจากการศึกษา ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน งานวิจัยของปุณยนุช (2548) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบ วอลเลอร์ดันแคนมีกำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณีเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 ถึง 4 กลุ่ม และArmando. et. al (2008) กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

ผลจากการศึกษา ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ งานวิจัยของธนพงศ์ และคณะ (2559) กล่าวว่า ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกันพบว่าตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกกรณี

ผลจากการศึกษา ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากงานวิจัย และเอกสาร วรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้วไม่พบว่ามีผู้ใดได้นำตัวสถิติทดสอบนี้มาทำงานวิจัยหรือศึกษาผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำตัวสถิติทดสอบนี้มาทำการทดสอบรวมกับตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ

ผลจากการศึกษา ตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี จากงานวิจัยของธนพงศ์ และคณะ (2559) กล่าวว่าในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลัง ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกันพบว่าตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยีในทุกกรณี

ดังนั้นในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจการศึกษาการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล (Student–Newman–Keul’s Test : SNK) ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน (Duncan’s New Multiple Range Test : DC) ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน (Waller–Duncan Test : WD) ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test : CNV) ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน (Van der Waerden test : VD) และตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี (Nemenyi Test) โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2 ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ทั้ง 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน และตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์

1.2.2 เพื่อหาตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมสำหรับทดสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ ประกอบด้วย 2 ประเภท ดังนี้

1.3.1.1 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์ ได้แก่

1) ตัวสถิติทดสอบสติวเดนท์-นิวแมน-คูล (Student–Newman–Keul's Test : SNK)

2) ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DC)

3) ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test : WD)

1.3.1.2 ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณไม่อิงพารามิเตอร์ ได้แก่

1) ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test : CNV)

2) ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน (Van der Waerden test : VD)

3) ตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี (Nemenyi Test : NM)

1.3.2 กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

1.3.3 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 3 ประชากร

1.3.3.1 กำหนดขนาดตัวอย่างสุ่มจากแต่ละประชากรขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

1.3.4 ในการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 การแจกแจงที่นำมาศึกษา คือ การแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ ซึ่งในแต่ละการแจกแจงจะแบ่งเป็น 2 สถานการณ์

1.3.4.1 กรณีประชากรทั้ง 3 ประชากร มีการแจกแจงปรกติ แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน

2) สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.4.2 กรณีประชากรทั้ง 3 ประชากร มีการแจกแจงแกมมา แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1) สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน

2) สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.4.3 กรณีประชากรทั้ง 3 ประชากรมีการแจกแจงล็อกปรกติ แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

1) สถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน

2) สถานการณ์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.5 ในการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ การแจกแจงที่นำมาศึกษา คือ การแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ ซึ่งในแต่ละการแจกแจงจะแบ่งเป็น 2 สถานการณ์

1.3.5.1 กรณีประชากรทั้ง 3 ประชากร มีการแจกแจงปรกติแบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

3) สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

4) สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.5.2 กรณีประชากรทั้ง 3 ประชากร มีการแจกแจงแกมมา แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

3) สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

4) สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.3.5.3 กรณีประชากรทั้ง 3 ประชากรมีการแจกแจงล็อกปรกติ แบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

3) สถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน

4) สถานการณ์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน

1.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

1.4.1 ในการศึกษาครั้งนี้ ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยจะทำการจำลองสร้างข้อมูล (Simulation) ให้มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ ซึ่งจะจำลองให้มี 2 สถานการณ์ คือ ข้อมูลที่ถูกจำลองให้มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน และจำลองข้อมูลให้มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน กำหนดตัวสร้างเลขสุ่มเทียม (Seeding Number) = 10 เพื่อให้การสุ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในครั้งต่อไปได้ค่าเท่าเดิมเพื่อใช้ในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α) และทำการทดสอบตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน และตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี โดยทำการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α) ตามเกณฑ์ Bradley (1978)

1.4.2 ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยจะทำการจำลองสร้างข้อมูล ให้มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ ซึ่งจะจำลองให้มี 2 สถานการณ์ คือ ข้อมูลที่ถูกจำลองให้มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และจำลองข้อมูลให้มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน กำหนดตัวสร้างเลขสุ่มเทียม = 10 เพื่อให้การสุ่มข้อมูลในครั้งต่อไปได้ค่าเท่าเดิม เพื่อใช้ในการคำนวณกำลังการทดสอบ และทำการทดสอบตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ เพื่อศึกษากำลังการทดสอบของ ตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวสถิติทดสอบ โดยทำการพิจารณากำลังการทดสอบสูงที่สุด

1.5 นิยามศัพท์

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

1.5.2 กำลังการทดสอบ (Power of a test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างไม่เป็นจริง (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

1.5.3 ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ค่าวัดระดับคุณภาพเชิงเปรียบเทียบภายใต้เกณฑ์ที่พิจารณา เช่น ถ้าใช้เกณฑ์ความเที่ยงของตัวประมาณ ตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า คือ ตัวประมาณที่มีความแปรปรวนต่ำกว่า (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558) สำหรับงานวิจัยนี้เกณฑ์ในการตัดสินใจว่าตัวสถิติทดสอบใดดีที่สุด วัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ของแบรดลีย์ และพิจารณาเปรียบเทียบจากกำลังการทดสอบที่มีค่าสูงสุด

1.5.4 เกณฑ์การทดสอบของแบรดลีย์เป็นเกณฑ์ที่ใช้ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วงและระดับนัยสำคัญที่กำหนด จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ (Bradley, 1978)

1.5.5 ตัวสร้างเลขสุ่มเทียม (Seeding Number) เป็นขั้นตอนวิธีสำหรับใช้ในการสร้างลำดับของตัวเลขที่มีความใกล้เคียงกับสมบัติของการสุ่ม โดยลำดับตัวเลขที่ได้จากตัวสร้างเลขสุ่มเทียมทั้งหมดได้มาจากกลุ่มเล็ก ๆของค่าเริ่มต้นที่เรากำหนด (Seed) ของตัวสร้างเลขสุ่มเทียม (Barker and Kelsey, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ในแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์

1.6.2 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทั้งอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ที่เหมาะสำหรับการทดสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ

1.6.3 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทั้งอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ให้เหมาะสมสำหรับทดสอบข้อมูลที่มีตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวอย่างขนาดปานกลางและตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางและนำมาใช้ในงานวิจัยได้อย่างถูกต้อง ในที่นี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้าทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการแจกแจงที่ใช้ในการศึกษา การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ หน่วยทดลอง ทรีทเมนต์ และตัวสถิติทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณทั้ง 6 การทดสอบที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 การแจกแจงที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 การแจกแจงปรกติ (Normal distribution)

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

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

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นคือ (กฤตพล และคณะ, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f\left(x;\mu,\sigma^2\right) = \begin{cases} \dfrac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} & -\infty < x < \infty, -\infty < \mu < \infty, \sigma^2 > 0 \\ 0 & x \quad \text{เป็นค่าอื่น ๆ} \end{cases} \quad (2.1)$$

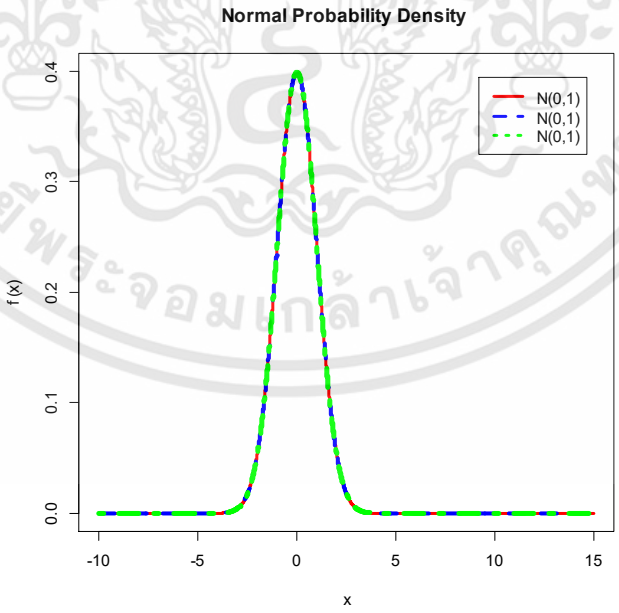
หรือเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim N\left(\mu,\sigma^2\right)$

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 แล้วตัวแปรสุ่ม X จะมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

$$E(X) = \mu$$
$$Var(X) = \sigma^2$$

การหาค่าอินทิกรัลของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติเพื่อให้ได้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐาน ไม่สามารถทำได้ง่ายๆ จึงได้มีการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐานแทนโดยใช้ในการหาค่าความน่าจะเป็นในรูปของตาราง ซึ่งตารางดังกล่าวจะเป็นตารางเมื่อค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 นั่นคือ การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนเป็นอย่างอื่น จึงมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนให้เส้นเป็นโค้งปรกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 ทำได้โดยให้ $Z=\dfrac{X-\mu}{\sigma}$ ซึ่งจะทำให้การแจกแจงปรกติ $N\left(x;\mu,\sigma^2\right)$ เป็นการแจกแจงปรกติมาตรฐาน $N(Z;0,1)$

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



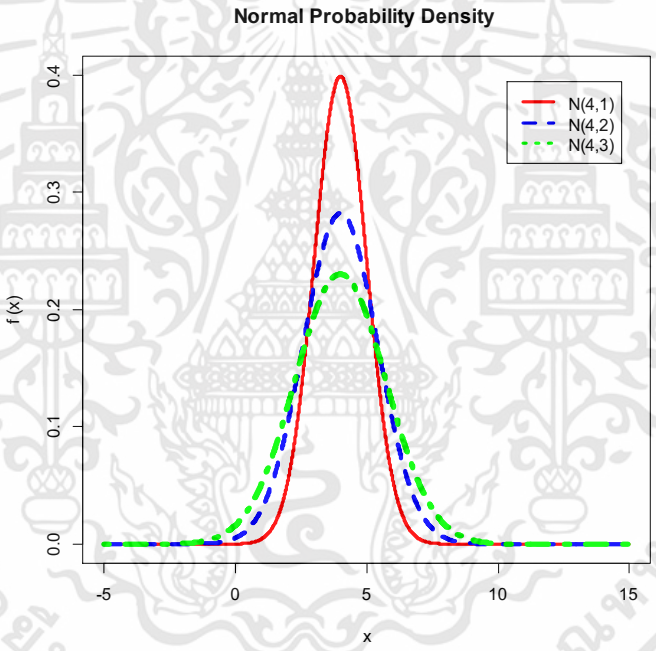
รูปที่ 2.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของเส้นโค้งปรกติ

1. ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมอยู่ที่ $X = \mu$ (ตำแหน่งที่เส้นโค้งปรกติอยู่สูงที่สุด)
2. เส้นโค้งปรกติมีลักษณะสมมาตรกับแกนตั้งที่ลากผ่าน μ
3. เส้นโค้งปรกติมีจุดเปลี่ยนเว้าที่ $X = \mu \pm \sigma$
4. ปลายเส้นโค้งปรกติเข้าใกล้แกน X เมื่อ X มีค่าห่างจาก μ ออกไปทุกที่ แต่จะไม่สัมผัสแกน X
5. พื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ใต้เส้นโค้งปรกติและอยู่เหนือแกน X มีค่าเป็น 1
6. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มปรกติ X คือ μ และความแปรปรวน คือ σ^2

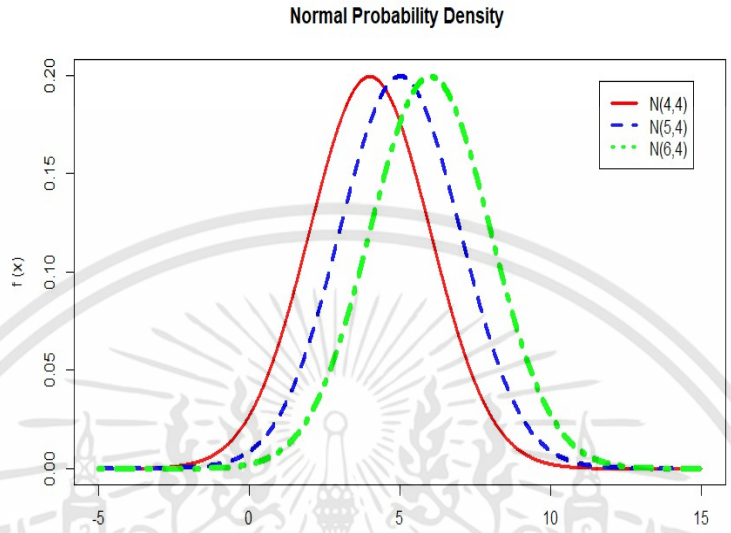
ตัวอย่างกราฟแสดงความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่มีความแปรปรวนต่างกัน แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางตรงกันข้ามของความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อมีค่าเฉลี่ยต่างกัน แต่มีความแปรปรวนเท่ากัน แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติเมื่อค่าเฉลี่ยต่างกัน แต่ความแปรปรวนเท่ากัน

2.1.2 การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution)

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

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

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

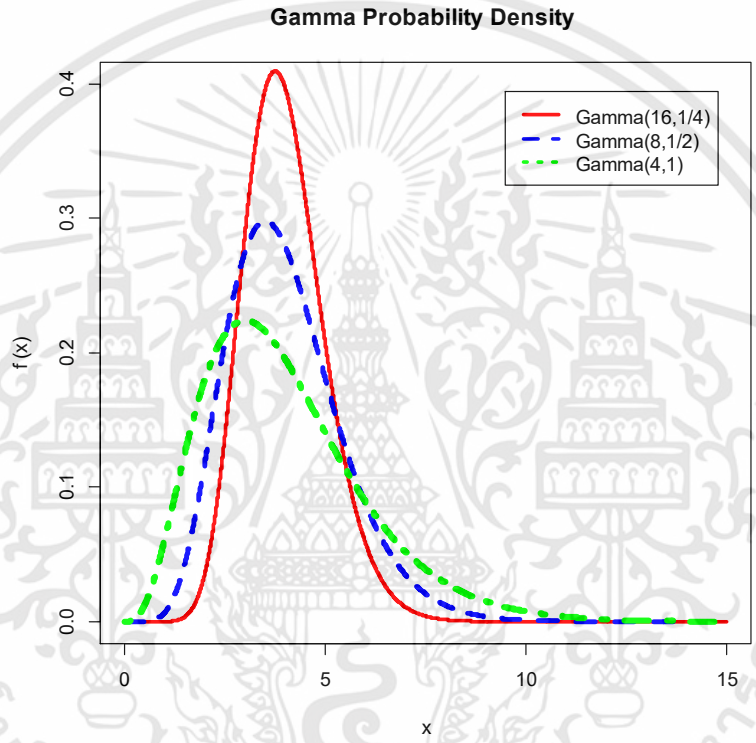
ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแกมมา ที่มีพารามิเตอร์ α และ β สามารถเขียนฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นจะขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ α และ β ซึ่ง α คือ พารามิเตอร์ที่แสดงถึงรูปร่าง (Shape parameter) ส่วน β คือ พารามิเตอร์ที่แสดงถึงสเกล (Scale parameter) (สายชล, 2558)

ตัวอย่างกราฟแสดงความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมาที่มีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมาที่มีพารามิเตอร์ต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การแจกแจงล็อกปรกติ (Lognormal Distribution)

การแจกแจงล็อกปรกติเหมาะสมกับตัวแปรสุ่มที่ถูกจำกัดโดย 0 แต่มีค่ามาก ๆ เพียง 2-3 ค่า ซึ่งทำให้การแจกแจงไม่สมมาตรและเบ้ขวา เช่น น้ำหนักของผู้ใหญ่ ความเข้มข้นของสินแร่ที่ถมกันช่วงระยะเวลาที่ไม่ได้ทำงานเนื่องจากป่วย การแจกแจงของทรัพย์สมบัติ เวลาที่เครื่องจักรเสีย เป็นต้น

การประยุกต์ใช้ของการแปลงล็อกการิทึมของข้อมูลสามารถประมาณด้วยการแจกแจงปรกติเชิงสมมาตร (Symmetrical normal distribution) แม้จะไม่มีค่าลบอาจจะจำกัดความถูกต้องของวิธีการนี้ (สายชล, 2558)

ในการหาฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงล็อกปรกติสามารถเขียนได้ดังนี้

$$f(x/\mu, \sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log x - \mu)^2}{2\sigma^2}}; 0 \le x < \infty \qquad (2.4)$$

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงล็อกปรกติ แล้วตัวแปรสุ่ม X จะมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ดังนี้

$$E(X) = me^{\frac{\sigma^2}{2}}$$

$$Var(X) = m^2\omega(\omega - 1)$$

โดยที่ พารามิเตอร์บอกสเกล (มัธยฐาน) คือ $m>0$

พารามิเตอร์ทางเลือก (ค่าเฉลี่ยของ $\log L$) คือ μ

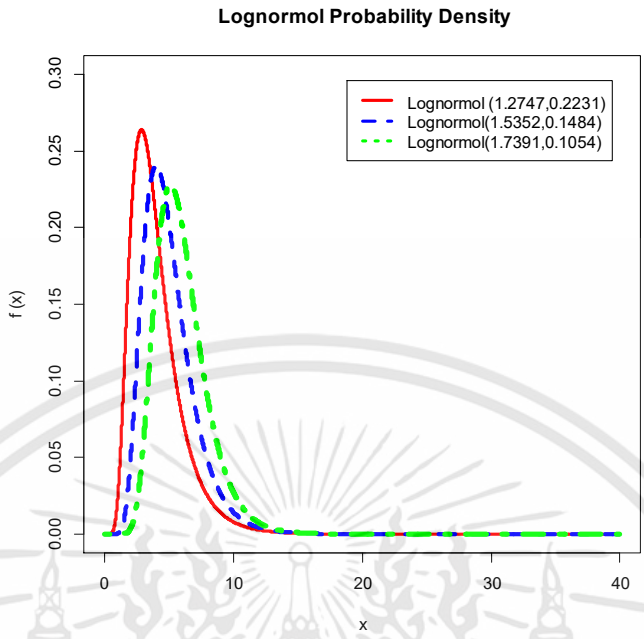
พารามิเตอร์รูปร่าง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $\log L$) คือ $\sigma>0$

สัมประสิทธิ์ความแปรผัน คือ $\sqrt{\omega - 1}$

หมายเหตุ m และ μ มีความสัมพันธ์กันคือ $m = e^{\mu}$ และ $\mu = \log m$ สำหรับความกะทัดรัดในการคำนวณสามารถใช้ค่า $\omega = e^{\sigma^2}$ ในการคำนวณ

ตัวอย่างกราฟแสดงความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติที่มีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติที่มีพารามิเตอร์ต่าง ๆ กัน

2.2 แผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD)

แผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์เป็นการจัดทรีทเมนต์ให้กับหน่วยทดลองโดยสุ่มอย่างสมบูรณ์กล่าวคือไม่มีการกำหนดเงื่อนไขหรือข้อบังคับพิเศษใด ๆ เกี่ยวกับการสุ่มทรีทเมนต์ให้อยู่ในหน่วยทดลองเหล่านั้นเลย ดังนั้นหน่วยทดลองทุกหน่วยต่างก็มีโอกาสที่จะได้รับทรีทเมนต์ใดทรีทเมนต์หนึ่งโดยเท่าเทียมกัน แผนแบบการทดลองนี้จึงเหมาะสมที่จะใช้เฉพาะในกรณีที่ค่อนข้างแน่ใจว่าหน่วยทดลองทุกหน่วยมีความสม่ำเสมอกันทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุ น้ำหนัก หรือแม้จะมีก็จัดว่าน้อยมาก (สายชล, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นแผนแบบการทดลองที่สามารถยืดหยุ่นได้ เพราะจำนวนทรีทเมนต์และจำนวนซ้ำถูกจำกัดโดยจำนวนหน่วยทดลองที่มีอยู่ทั้งหมด ดังนั้น จำนวนซ้ำจึงขึ้นอยู่กับจำนวนทรีทเมนต์และสามารถให้ทรีทเมนต์ต่าง ๆ มีจำนวนที่แตกต่างกันได้ แต่ถ้าไม่มีความจำเป็น ควรให้มีจำนวนเท่ากันทุกทรีทเมนต์ 2. วิธีการคำนวณง่ายและสะดวก แม้จะมีจำนวนซ้ำแตกต่างกัน 3. เมื่อเกิดข้อมูลสูญหาย การสูญเสียข้อความจริงมีน้อยกว่าแผนแบบการทดลองอื่น ๆ 4. องศาเสรีสำหรับใช้หาค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง (Experimental error) มีมากกว่าแผนแบบการทดลองอื่น ๆ ทำให้งานทดลองขนาดเล็กมีความเที่ยงตรงสูง	1. เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดในการจัดทรีทเมนต์ให้หน่วยทดลองแบบสุ่ม ทำให้ความคลาดเคลื่อนจากการทดลองไปรวมกับความแปรผันของหน่วยทดลองทั้งหมด ยกเว้นความแปรผันจากทรีทเมนต์ซึ่งในกรณีที่หน่วยทดลองไม่มีความสม่ำเสมอกัน จะไม่สามารถแยกส่วนแตกต่างนี้ออกจากความคลาดเคลื่อนได้ จึงเป็นข้อเสียเปรียบเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ ซึ่งจัดหน่วยทดลองเป็นกลุ่ม ๆ เรียกว่า บล็อก (Block) และสามารถแยกความแปรผันของบล็อกออกจากความคลาดเคลื่อนได้

2.3 หน่วยทดลองและทรีทเมนต์

หน่วยทดลอง (Experimental unit) หมายถึง หน่วยของวัสดุที่ใช้สำหรับการทดลองกับทรีทเมนต์ 1 ทรีทเมนต์ หน่วยทดลองอาจจะหมายถึงต้นไม้ 1 ต้น เป็ด 5 ตัว หรือใบไม้ครึ่งใบ หน่วยทดลองอาจเป็นสัตว์แต่ละตัว หรือ นก 10 ตัวในกรงเดียวกัน เป็นต้น หน่วยทดลองที่ใช้ทางด้านเกษตรกรรมอาจเรียกว่าแปลงทดลอง (Experimental plot) (จิราวัลย์, 2552)

ทรีทเมนต์ (Treatment) หมายถึง ลักษณะประจำตัวของวัตถุทดลอง หรือวิธีการที่ใช้ปฏิบัติต่อหน่วยทดลอง ถ้าผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบพันธุ์สัตว์ พันธุ์สัตว์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะประจำตัวของสัตว์ ก็คือทรีทเมนต์ ในทำนองเดียวกัน อายุ เพศ สีผิว ซึ่งเป็นลักษณะประจำตัวของวัตถุทดลอง ถ้าผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบ ก็ถือว่าเป็นทรีทเมนต์ ในขณะเดียวกัน อาหารสัตว์สูตรต่าง ๆ ปุ๋ยพืชชนิด ต่าง ๆ กรรมวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ผลิตทางอุตสาหกรรม เป็นวิธีการปฏิบัติต่อหน่วยทดลอง ถ้าผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบก็ถือว่าเป็นทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์อาจเกิดจากปัจจัยเดียว เช่น ต้องการศึกษาเฉพาะปัจจัยเกี่ยวกับพันธุ์สัตว์เพียงปัจจัยเดียว หรืออาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น ต้องการศึกษาทั้งพันธุ์สัตว์และสูตรอาหารสัตว์ เป็นต้น ทรีทเมนต์อาจมีชื่อเฉพาะโดยเรียกตามลักษณะการใช้และวัตถุประสงค์ของการทดลอง เช่น ถ้าใช้ทรีทเมนต์นั้นเป็นตัวควบคุม จะเรียกว่า ทรีทเมนต์ควบคุม (Control treatment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าใช้ทรีทเมนต์นั้นเป็นวิธีการปฏิบัติที่ใช้เป็นมาตรฐานทั่วไป จะเรียกว่า ทรีทเมนต์มาตรฐาน (Standard treatment)

ในการวัดอิทธิพลของทรีทเมนต์จะทำการวัดผลการตอบสนองต่อทรีทเมนต์ของหน่วยตัวอย่างสุ่มซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยทดลองหรืออาจจะเป็นหน่วยทดลองทั้งหน่วยก็ได้ ค่าสังเกตที่วัดจากหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์ที่กำหนดเรียกว่า ผลตอบสนอง (Response) (สายชล, 2558)

2.3.1 ตัวแบบ (Model) การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (สายชล, 2558)

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad ; \; i = 1,2,...,a \quad j = 1,2,...,n \tag{2.5}$$

โดยที่ y_{ij} คือ ผลการทดลอง (Outcome) หรือผลตอบสนอง (Response) หรือค่าสังเกตที่วัดจากหน่วยทดลองที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

μ คือ พารามิเตอร์ที่มีค่าคงที่ในทุก ๆ ทรีทเมนต์ หรือค่าเฉลี่ยทั้งหมด (Overall mean) หรือค่าเฉลี่ยรวม (Grand mean)

τ_i คือ พารามิเตอร์ที่มีค่าคงที่ของทรีทเมนต์ที่ i หรืออิทธิพลของทรีทเมนต์ที่ i (The i^{th} treatment effect)

ε_{ij} คือ ส่วนประกอบของความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random error component) ที่อยู่ในค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

สำหรับวัตถุประสงค์ก็เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลของทรีทเมนต์ (Treatment effect) และเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ (Model parameter) สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 เป็นความแปรปรวนภายในทรีทเมนต์ และมีค่าเดียวสำหรับทรีทเมนต์ทุกทรีทเมนต์ นั่นคือ

$$\varepsilon_{ij} \sim N\left(0,\sigma^2\right) \tag{2.6}$$

รูปแบบนี้เรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of variance) หรือการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีปัจจัยเดียว (Single Factor Analysis Of Variance) เนื่องจากมีปัจจัยที่ได้รับการตรวจสอบเพียงปัจจัยเดียว นอกจากนี้เราต้องการให้มีการทดลองโดยสุ่มเพื่อว่าหน่วยทดลอง (Experimental unit) ถูกใช้แบบสม่ำเสมอเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นการวางแผนแบบการทดลองนี้เรียกว่า การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ผังแสดงค่าสังเกตของตัวอย่างสุ่มสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (สายชล, 2558)

ค่าสังเกต	ทรีทเมนต์						
	1	2	...	i	...	a	
1	y_{11}	y_{21}	...	y_{i1}	...	y_{a1}	
2	y_{12}	y_{22}	...	y_{i2}	...	y_{a2}	
.	.	.	...	.	...	.	
.	.	.	...	.	...	.	
.	.	.	...	.	...	.	
j	y_{1j}	y_{2j}	...	y_{ij}	...	y_{aj}	
.	.	.	...	.	...	.	
.	.	.	...	.	...	.	
.	.	.	...	.	...	.	
n	y_{1n}	y_{2n}	...	y_{in}	...	y_{an}	
ผลรวม	$y_{1.}$	$y_{2.}$	...	$y_{i.}$	...	$y_{a.}$	$y_{..}$
ค่าเฉลี่ย	$\bar{y}_{1.}$	$\bar{y}_{2.}$	...	$\bar{y}_{i.}$	...	$\bar{y}_{a.}$	$\bar{y}_{..}$

y_{ij} คือ ค่าสังเกตที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

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

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

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

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

$N = an$ คือ ผลรวมของจำนวนค่าสังเกตทั้งหมด

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของผลการทดลองตามแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยการทดสอบสมมติฐานโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) ซึ่งสมมติฐานที่ต้องการทดสอบในตัวแบบอิทธิพลคงที่คือ การทดสอบสมมติฐานความเท่ากันของค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_a$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j \text{ อย่างน้อย 1 ค่าของ } i \neq j$$

ซึ่งสมมติฐานนี้จะสอดคล้องกับการทดสอบสมมติฐานในเทอมของอิทธิพลทรีทเมนต์ τ_i นั่นคือ

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

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

โดยที่ผลบวกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทุกค่าเรียกว่า ผลบวกกำลังสองของยอดรวม (Total sum of squares) และผลบวกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์กับค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทุกค่าเรียกว่า ผลบวกกำลังสองของทรีทเมนต์ (Between treatment sum of squares) ส่วนผลผลบวกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตแต่ละค่าภายในทรีทเมนต์หนึ่งๆ กับค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เรียกว่า ผลบวกกำลังสองภายในทรีทเมนต์ (Within treatment sum of squares) ดังนั้นจึงเขียนสมการได้ดังนี้

$$SST = SSTr + SSE \qquad (2.7)$$

โดยที่ SST คือ ผลบวกกำลังสองของยอดรวม (Total sum of squares)

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

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

องศาเสรีของยอดรวมของทรีทเมนต์และของความคลาดเคลื่อนคือ

df ของยอดรวม = df ของทรีทเมนต์ + df ของความคลาดเคลื่อน

$$an - 1 = a - 1 + an - a \qquad (2.8)$$

(สายชล, 2558)

ในการคำนวณค่าของผลบวกกำลังสองเราอาจคำนวณได้ง่ายขึ้นโดยการทำให้ผลบวกกำลังสองเหล่านี้อยู่ในรูปของยอดรวมของทรีทเมนต์ดังนี้

ผลบวกกำลังสองของยอดรวม $SST = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{an}$

ผลบวกกำลังสองของทรีทเมนต์ $SSTr = \sum_{i=1}^{a} \frac{y_{i.}^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{an}$

ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน $SSE = SST - SSTr$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราอาจสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ได้ดังตาราง

ตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (สายชล, 2558)

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

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

$$F = \frac{MSTr}{MSE} \tag{2.9}$$

โดยที่องศาเสรีของ F เท่ากับ $a-1$ และ $an-a$ และอาณาเขตวิกฤตของ F คือพื้นที่ปลายด้านขวาของการแจกแจงเอฟ โดยมีองศาเสรี $a-1$ และ $an-a$ และจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F>F_{\alpha;a-1,an-a}$ โดยเปิดตารางที่ 1 จากภาคผนวก ก (สายชล, 2558)

ถ้ายอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าประชากรทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย μไม่แตกต่างกัน หรือประชากรไม่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต และค่าสังเกต y_{ij} เป็นผลมาจากค่าเฉลี่ยรวม μ และความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม ε_{ij} เท่านั้น

ถ้าปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่ามีประชากรอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่าเฉลี่ยของประชากร μ แตกต่างกัน การสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนยังไม่สามารถบอกได้ว่ามีประชากรคู่ไหนบ้างที่มีค่าเฉลี่ยของประชากรแตกต่างกัน ผู้วิเคราะห์ต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) เพื่อตรวจสอบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันหรือไม่แตกต่างกัน เป็นขั้นตอนต่อไป (ประไพศรีและพงศ์ชนัน, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ตัวแบบ (Model) ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์กรณีจำนวนซ้ำไม่เท่า (สายชล, 2558)

การวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อแต่ละทรีทเมนต์มีจำนวนซ้ำไม่เท่ากัน

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad ; \; i = 1,\ldots,a \quad j = 1,\ldots,r_i \tag{2.10}$$

โดยที่ y_{ij} คือ ค่าของข้อมูลจากหน่วยทดลองที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

μ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (Overall mean) หรือค่าเฉลี่ยรวม (Grand mean)

α_i คือ อิทธิพลของทรีทเมนต์ที่ i (The i^{th} treatment effect)

ε_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อนในการทดลอง (Experimental error) จากการใช้ทรีทเมนต์ที่ i และหน่วยทดลองที่ j

a คือ จำนวนทรีทเมนต์ทั้งหมด

r_i คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i

ตัวแบบแบ่งเป็น 2 ชนิด

ตัวแบบที่ 1 หรือตัวแบบกำหนด (Model I or Fixed model)

ข้อสมมติ (Assumption)

μ และ α_i เป็นอิทธิพลกำหนด โดยที่

$$\sum_{i=1}^{a} r_i \alpha_i = 0 \tag{2.11}$$

ε_{ij} เป็นอิทธิพลสุ่ม โดยที่

$$\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}\left(0,\sigma^2\right) \tag{2.12}$$

ตัวแบบที่ 2 หรือตัวแบบสุ่ม (Model II or Random model)

ข้อกำหนดเบื้องต้น (Assumption)

α_i และ ε_{ij} เป็นอิทธิพลสุ่ม โดยที่

$$\alpha_i \sim \text{NID}\left(0,\alpha\right) \tag{2.13}$$

$$\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}\left(0,\sigma^2\right) \tag{2.14}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ผังแสดงค่าสังเกตของตัวอย่างสุ่มสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่มีจำนวนซ้ำไม่เท่ากัน (สายชล, 2558)

ค่าสังเกต	ทรีทเมนต์						
	1	2	...	i	...	a	
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{i1}	...	y_{a1}	
2	y_{12}	y_{22}	...	y_{i2}	...	y_{a2}	
.	.	.	...	.	...	.	
.	.	.	...	.	...	.	
.	.	.	...	.	...	.	
j	y_{1j} .	y_{2j}	...	y_{ij}	...	y_{aj}	
.	.	.	...	.	...	.	
.	y_{1r_1}	.	...	.	...	.	
.		y_{2r_2}	...	.	...	.	
r_i			...	y_{ir_i}	...	y_{ar_i}	
					...		
ผลรวม	$y_{1.}$	$y_{2.}$	....	$y_{i.}$	...	$y_{a.}$	$y_{..}$
ค่าเฉลี่ย	$\bar{y}_{1.}$	$\bar{y}_{2.}$	...	$\bar{y}_{i.}$	...	$\bar{y}_{a.}$	$\bar{y}_{..}$
จำนวนซ้ำ	r_1	r_2	...	r_i	...	r_a	$\sum_{i=1}^{a} r_a$

โดยที่ y_{ij} คือ ค่าสังเกตที่ j ของทรีทเมนต์ที่ i

$y_{i.} = \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij}$ คือ ผลรวมของข้อมูลจากหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

$\bar{y}_{i.} = \frac{y_{i.}}{r_i}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

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

$\bar{y}_{..} = \frac{y_{..}}{\sum_{i=1}^{a} r_i}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากหน่วยทดลองทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสมมติฐานนี้จะสอดคล้องกับการทดสอบสมมติฐานในเทอมของอิทธิพลทรีทเมนต์ α_i นั่นคือ

$H_0 : \alpha_i = 0$ สำหรับทุกค่าของ $i = 1,2,...,a$

$H_1 : \alpha_i \neq 0$ สำหรับ i อย่างน้อย 1 ค่า

การหาผลบวกกำลังสอง (Sum of square)

ในการคำนวณค่าของผลบวกกำลังสองเราอาจคำนวณได้ง่ายขึ้นโดยการทำให้ผลบวกกำลังสองเหล่านี้อยู่ในรูปของยอดรวมของทรีทเมนต์ดังนี้

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

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

ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน $SSE = SST - SSTr$

เราอาจสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์เมื่อแต่ละทรีทเมนต์ มีจำนวนซ้ำไม่เท่ากัน ได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่มีจำนวนซ้ำไม่เท่ากัน (สายชล, 2558)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน

กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง ϕ (Noncentrality parameter) เป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวน คือ

$$\phi = \left[\left(\sum_{i=1}^{k}\left(\sigma_i^2-\bar{\sigma}^2\right)/k\right)/\sigma_1^2\right]^{1/2} \quad (2.15)$$

โดยที่ σ_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำที่สุด

σ_i^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่ i โดยที่ $i=1,2,...,k$

$\bar{\sigma}^2$ คือ ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของประชากรทั้ง k กลุ่ม

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร คือ

ถ้าค่า ϕ อยู่ในช่วง $0<\phi<1.5$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย

ถ้าค่า ϕ อยู่ในช่วง $1.5\le\phi<3$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันปานกลาง

ถ้าค่า $\phi\ge 3$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันมาก

(Games, P. A., Winkler, H. B. and Probert, D. A., 1972)

ตัวอย่างการกำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง ϕ (Noncentrality parameter) เป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวน คือ

$$\phi = \left[\left(\sum_{i=1}^{k}\left(\sigma_i^2-\bar{\sigma}^2\right)/k\right)/\sigma_1^2\right]^{1/2}$$

ตารางที่ 2.6 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3			
1	(4,1)	(4,2)	(4,3)	4,4,4	1,2,3	0.816

ทำการคำนวณ ค่า ϕ ดังนี้

$$\phi = \left[\left(\left((1-2)^2/3\right)+\left((2-2)^2/3\right)+\left((3-2)^2/3\right)\right)/1\right]^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.816

จากการพิจารณาค่า ϕ = 0.816 อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร คือ ถ้าค่า ϕ อยู่ในช่วง $0 < \phi < 1.5$ แสดงว่า ความแปรปรวนของประชากรมีความแตกต่างกันน้อย ดังนั้นสรุปได้ว่าประชากรทั้ง 3 ประชากร มีความแปรปรวนที่มีความแตกต่างกันน้อย

2.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ (Comparison of Treatment Means)

2.5.1 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และทำการยอมรับ H_1 นั้น หมายถึงเชื่อว่าอย่างน้อยจะต้องมีอยู่ 2 ทรีทเมนต์ให้ผลแตกต่างกัน แต่ยังไม่ทราบว่าทรีทเมนต์ใดบ้างที่ให้ผลไม่แตกต่างกัน และทรีทเมนต์ใดบ้างที่ให้ผลแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ต่อไปโดยใช้การเปรียบเทียบพหุคูณ (สมจิต, 2532)

นิยาม 2.1 การเปรียบเทียบพหุคูณ หมายถึง การเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ต่าง ๆ เพื่อหาว่ามีทรีทเมนต์ใดบ้างที่ยังผลให้ H_0 ถูกปฏิเสธไป

โดยปกติการเปรียบเทียบพหุคูณจะถูกใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลังจากที่การวิเคราะห์ขั้นต้นส่งผลว่า H_0 ต้องถูกปฏิเสธไป วิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบพหุคูณมีหลายวิธี เช่น Least Significant Difference (LSD), T-method ของ Tukey, S-method ของ Scheffe และ Multiple-Range test ของ Duncan เป็นต้น แต่วิธีที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ LSD, T-method และ S-method (สมจิต, 2532)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ อาจแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ

1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ ๆ
2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ต่าง ๆ กับทรีทเมนต์ควบคุม
3. การเปรียบเทียบแบบออร์โธโกนอล

ในที่นี้ผู้วิจัยเลือกใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ ๆ ซึ่งจะกระทำหลังการทดสอบสมมติฐานแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์อย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน ในที่นี้ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบแบบอิงพารามิเตอร์มา 3 การทดสอบ และแบบไม่อิงพารามิเตอร์มา 3 การทดสอบ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล (Student–Newman–Keul's Test or SNK Test)

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

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$K_{\alpha} = \frac{q_{\alpha}(p,\upsilon)}{\sqrt{2}}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}\ ; n_i \neq n_j \qquad (2.16)$$

$$K_{\alpha} = q_{\alpha}(p,\upsilon)\sqrt{\frac{MSE}{n}}\ ; n_i = n_j \qquad (2.17)$$

เมื่อ $q_{\alpha}(p,\upsilon)$ คือค่าวิกฤตของพิสัยสติวเดนต์ไดซ์ที่ระดับนัยสำคัญ α โดยที่ p คือจำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบ ซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ +1 และมีองศาเสรีของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ υ โดยเปิดตารางที่ 2 จากภาคผนวก ก

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i, n_j คือ ขนาดตัวอย่างของประชากรที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบ ตามลำดับ

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

การทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนเสนอโดยดันแคนในปี 1955 นิยมใช้ในกรณีที่มีทรีทเมนต์จำนวนมากและต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดในคราวเดียวกัน หรือไม่จำเป็นต้องมีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนทรีทเมนต์ในการทดลองแต่อย่างใด ค่าวิกฤตที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมีหลายคู่ ซึ่งจะใช้ค่าวิกฤตของพิสัยพหุคูณของดันแคน โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้ (สายชล, 2558)

1. จัดเรียงค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์จากน้อยไปหามาก

2. ตัวสถิติทดสอบคือ

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

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

$$= r_{\alpha(p,\upsilon)}\sqrt{\frac{MSE}{n}}\ ; n_i = n_j \qquad (2.18)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i, n_j คือ ขนาดตัวอย่างของประชากรที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบ ตามลำดับ

1. เปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยต่ำสุดกับค่า LSR ถ้าผลต่างนั้นมีค่ามากกว่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าผลต่างนั้นยังมีค่ามากกว่า LSR ให้ทำต่อไปเรื่อย ๆ คือเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยถัดขึ้นมาจากการเปรียบเทียบครั้งก่อน จะหยุดการเปรียบเทียบก็ต่อเมื่อผลต่างนั้นมีค่าน้อยกว่า LSR และสรุปว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดที่อยู่ในช่วงนั้นไม่มีความความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยอื่น ๆ หมดแล้ว ก็ให้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรองสูงสุดกับค่าเฉลี่ยอื่น ๆ ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ

4. จัดกลุ่มค่าเฉลี่ยตามความแตกต่างโดยใช้การขีดเส้นใต้ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกัน

ข้อจำกัดในการใช้ Duncan

1. นิยมใช้ Duncan ในกรณีที่มีทรีทเมนต์จำนวนมากและต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดในคราวเดียว

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

3. ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test) (Pohlert, 2015)

กรณีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

สูตร $$WD = t_B\sqrt{\frac{2MSW}{n}} \qquad (2.19)$$

กรณีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน

$$WD = t_B\sqrt{\frac{2MSW}{n_h}} \;;\; n_h = \frac{k}{\sum_{1\le i\le k} n_i^{-1}} \qquad (2.20)$$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ $\bar{X}_i - \bar{X}_j \ge WD$

ค่า t_B เปิดจากตารางที่ 4 ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 สถิติไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์

2.6.1 ความแตกต่างระหว่างตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์

ตัวสถิติทดสอบจำแนกออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ ตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ (Parametric Test) กับตัวสถิติทดสอบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Test) (อุทุมพร, ม.ป.ป)

2.6.2 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) สำหรับตัวสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ ใช้เมื่อปฏิเสธ $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_t$ ไม่ว่าสมมติฐานทางเลือกจะอยู่ในรูปทั่วไปหรือในรูปลำดับ เพื่อทำให้ทราบว่าอิทธิพลของทรีทเมนต์คู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบตัวสถิติทดสอบ 3 การทดสอบคือ

1. ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test)

ได้เสนอให้มีการทดสอบ Post-hoc test สำหรับการเปรียบเทียบแบบคู่ ถ้าการทดสอบ Kruskal-Wallis แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ถ้าการทดสอบ Kruskal-Wallis ใช้สมการดังต่อไปนี้ (Pohlert, 2015)

$$\hat{H} = \left[\frac{12}{n(n+1)}\right]\left[\sum_{i=1}^{k}\frac{R_i^2}{n_i}\right] - 3(n+1) \qquad (2.21)$$

เมื่อพบว่า $n_i, n_j, ..., n_k \geq 6$ และ $k \geq 6$

$$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{k}\left(t_i^3 - t_i\right)}{n^3 - n} \qquad (2.22)$$

การเปรียบเทียบพหุคูณของโคโนเวอร์ ใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\left|\bar{R}_i - \bar{R}_i\right| > t_{1-\alpha/2;n-k}\sqrt{S^2\left[\frac{n-1-\hat{H}^*}{n-k}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]} \qquad (2.23)$$

โดยที่ $\hat{H}^* = \hat{H}/C$ (2.24)

และ $S^2 = \frac{1}{n-1}\left[\sum R_i^2 - n\frac{(n+1)^2}{4}\right]$ (2.25)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน (van der Waerden Test)

การทดสอบแวนเดอแวร์เดนสามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการทดสอบ Kruskal-Wallis ถ้าข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ANOVA (Conover and Iman, 1979) โดยจัดอันดับข้อมูลของ Kruskal-Wallis โดยกำหนดให้เป็น $R_{i,j}$ แล้ว กำหนดให้ normal scores คือ $A_{i,j}$ ดังสมการที่ 2.26 (Pohlert, 2015)

$$A_{i,j} = \phi^{-1}\left(\frac{R_{i,j}}{n+1}\right) \tag{2.26}$$

ให้ผลรวมของคะแนน i-th คือ $A_{j.}$ ความแปรปรวน S^2 คำนวณได้จากสมการที่ 2.27

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\sum A_{ij}^2 \tag{2.27}$$

จะได้สมการของตัวสถิติทดสอบดังสมการที่ 2.28

$$T = \frac{1}{S^2}\sum_{j=1}^{k}\frac{A_j^2}{n_j} \tag{2.28}$$

การเปรียบเทียบพหุคูณของแวนเดอแวร์เดนสามารถทำได้ดังสมการที่ 2.29

$$\left|\frac{A_i}{n_i}-\frac{A_j}{n_j}\right| > t_{1-\alpha/2^*;n-k}\sqrt{S^2\left[\frac{n-1-T}{n-k}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]} \tag{2.29}$$

3. ตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี (Nemenyi Test)

การทดสอบ Kruskal-Wallis แสดงให้เห็นถึงความสำคัญ (เช่น การปฏิเสธ H_0 และแสดงให้เห็นว่ามี H_1 อย่างน้อยใน 1 คู่ โดยที่ตัวอย่าง k ไม่ได้อยู่ในกลุ่มประชากรเดียวกัน) ยอมรับว่ากลุ่มหนึ่งหรือกลุ่มใดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จำนวนครั้งในการทดสอบความแตกต่างในแต่ละคู่ คือ $m = k(k\text{-}1)/2$ การหาความแตกต่างระหว่างแต่ละกลุ่มของตัวสถิติทดสอบ Nemenyi สามารถทำได้โดยใช้สมการที่ 2.30 (Pohlert, 2015)

$$\left|R_i - R_j\right| > \frac{q_{\infty;k;\alpha}}{\sqrt{2}}\sqrt{\left[\frac{n(n+1)}{12}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]} \tag{2.30}$$

โดยที่ $q_{\infty;k;\alpha}$ สามารถหาค่าได้จากตามที่แสดงไว้ในตารางของ Wilcoxon และ Wilcox ตารางที่ 5 ภาคผนวก ก

ในกรณีที่มีความสัมพันธ์กันวิธีการนำเสนอโดย Sachs (1997, p. 395) สามารถใช้สมการที่ 2.31 ได้ ในกรณีที่ $(n_i, n_j, ..., n_k \geq 6)$ และ $k \geq 4$

$$\left|\bar{R}_i - \bar{R}_j\right| > \sqrt{\frac{1}{c}\chi^2_{k\text{-}1;\alpha}\left[\frac{n(n+1)}{12}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]} \tag{2.31}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ c จะได้จากสมการ (2.32)

$$c = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{r}\left(t_i^3 - t_i\right)}{n^3 - n} \qquad (2.32)$$

และคำนวณระดับนัยสำคัญที่เกี่ยวข้องสำหรับตัวสถิติทดสอบโดยประมาณค่า q และ χ^2 ตามลำดับ

2.7 เกณฑ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ

ประสิทธิภาพ หมายถึง ค่าวัดระดับคุณภาพเชิงเปรียบเทียบภายใต้เกณฑ์ที่พิจารณา เช่น ถ้าใช้เกณฑ์ความเที่ยงของตัวประมาณ ตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า คือตัวประมาณที่มีความแปรปรวนต่ำกว่า (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558) สำหรับงานวิจัยนี้เกณฑ์ในการตัดสินใจว่าตัวสถิติทดสอบใดดีที่สุด วัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ของแบรดลีย์ และกำลังการทดสอบที่มีค่าสูงสุด

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 หมายถึง ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

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

ตารางที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริงของสมมติฐานว่างและการสรุปผล

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

สำหรับการจำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบจะพิจารณาจากค่าประมาณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α) หรือกำลังการทดสอบ $(1-\beta)$ หรือพิจารณาทั้งสองอย่างควบคู่กัน ซึ่งการพิจารณาทั้งสองอย่างควบคู่กันนั้น อันดับแรกจะพิจารณาที่ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ก่อนว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ (เรียกว่าการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1) ถ้าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นจึงเลือกตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดเป็นตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 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

จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

2.7.2 เกณฑ์ของ Bradley (1978)

เกณฑ์ของแรดลีย์ขึ้นอยู่กับนัยสำคัญ α โดยสมรถคำนวณเกณฑ์ได้จาก $0.5\alpha<p<1.5\alpha$ เมื่อ p คือความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.005,0.015)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.025,0.075)

สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วง (0.05,0.15)

จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ของ Bradley (1978) เป็นเกณฑ์สำหรับการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพียงเกณฑ์เดียวเนื่องจากเกณฑ์ของ Bradley (1978) ครอบคลุมเกณฑ์ของ Cochran (1954)

2.8 กำลังการทดสอบ

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

ในการคำนวณค่าของ β จะต้องทำการกำหนดค่าของพารามิเตอร์ให้สอดคล้องกับสมมติฐานทางเลือก ดังนั้นอาจถือได้ว่า β เป็นฟังก์ชันของสมมติฐานทางเลือก ซึ่งจะมีค่าต่างๆ กันขึ้นอยู่กับค่าของพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ในสมมติฐานทางเลือกนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 หรือ α นี้เรียกว่าระดับนัยสำคัญ (Level of significance)

ขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานโดยทั่วไป มีดังนี้

1. กำหนดสมมติฐานที่จะทดสอบ เรียกว่าสมมติฐานว่าง (Null hypothesis) H_0 และสมมติฐานทางเลือก (Alternative hypothesis) H_1
2. กำหนดระดับนัยสำคัญ α ของการทดสอบ
3. เลือกตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม
4. พิจารณาการแจกแจงของตัวอย่างสุ่ม (Sampling distribution) ของตัวสถิติทดสอบที่เลือกได้ โดยถือว่า H_0 เป็นจริง
5. กำหนดอาณาเขตวิกฤตสำหรับตัวสถิติทดสอบซึ่งจะเป็นอาณาเขตวิกฤตที่มีการปฏิเสธ H_0 ที่เป็นจริง ถ้ามีการทดสอบโดยคิดเป็นจำนวนร้อยละ 100α ของจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบทั้งหมด
6. เลือกตัวอย่างสุ่มขนาด n และคำนวณค่าของตัวสถิติทดสอบจากค่าสังเกตทั้ง n ค่า แล้วพิจารณาตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 (ธนพงศ์ และคณะ, 2559)

2.8.1 ประเภทของกำลังการทดสอบ

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

กำลังการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบพหุคูณสำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (Kirk, 2013)

1. กำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ (Any–Pair Power) เสนอโดย Ramsey (1978) คือ ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานว่างอย่างน้อยหนึ่งสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างทั้งหมดไม่เป็นจริง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวม (All–Pair Power) เสนอโดย Ramsey (1978) คือ ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานว่างทุกสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างทั้งหมดไม่เป็นจริง

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

3. กำลังการทดสอบแบบต่อคู่การเปรียบเทียบ (Per–Pair Power) เสนอโดย Einot และ Gabriel (1975) คือ ความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานว่างทุกสมมติฐานว่าง เมื่อมีสมมติฐานว่างหนึ่งสมมติฐานไม่เป็นจริง กำลังการทดสอบนี้เป็นส่วนหนึ่งในกำลังการทดสอบแบบพีสับเซต (P–subset Power)

Kirk (2013) กล่าวว่ากำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ (Any–Pair Power) จะมีค่าสูงกว่ากำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวม (All–Pair Power) ส่วนกำลังการทดสอบแบบต่อคู่การเปรียบเทียบ (Per–Pair Power) จะมีค่าอยู่ระหว่างกำลังการทดสอบแบบคู่การเปรียบเทียบใด ๆ และกำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวม ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะคำนวณกำลังการทดสอบ โดยใช้หลักการคำนวณแบบกำลังการทดสอบแบบการเปรียบเทียบรวมเท่านั้น ซึ่งในการคำนวณกำลังการทดสอบจะนำตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มาคำนวณกำลังการทดสอบเท่านั้น

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุญชม (2538) ศึกษาการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนแต่ละวิธีอาจให้ผลเหมือนกันหรือให้ผลแตกต่างกัน โดยความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เรียงจากน้อยไปหามาก ได้แก่ วิธี Scheffe วิธี Tukey วิธี Newman-Keuls และวิธี Duncan ในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดเดียวกัน วิธี Scheffe มีความน่าจะเป็นที่จะพบนัยสำคัญของความแตกต่างน้อยกว่าวิธีอื่น และวิธี Duncan มีความน่าจะเป็นที่จะพบนัยสำคัญของความแตกต่างมากกว่าวิธีอื่น บางครั้งเมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่ามีนัยสำคัญ จึงทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละคู่พบว่าเมื่อใช้วิธี Scheffe หรือวิธี Newman-Keuls อาจไม่พบความแตกต่างในคู่ใด ๆ แต่เมื่อใช้วิธี Duncan จะพบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยบางคู่

ปุณยนุช (2550) ศึกษาเปรียบเทียบอัตราความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ 4 การทดสอบ คือ LSD, Tukey's HSD, Bonferoni, Tukey's b, Sidak, Duncan, Scheffe, Hochberg's GT2, R-B-G-WF, Gabriel, R-E-G-WQ, Waller-Duncan, SNK และ Dunnet ในแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่ α = 0.05 ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าประชากรทั้ง 5 กลุ่มมีค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน และมีการแจกแจงปรกติ ซึ่งพิจารณาเปรียบเทียบทั้งกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยกำหนดให้มีระดับทรีทเมนต์ (k)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ 3 กลุ่ม ถึง 8 กลุ่ม แบ่งกลุ่มการทดลองเป็นกลุ่มขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี มี 2 การทดสอบ คือ วิธี LSD และ Duncan เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี คือ วิธี LSD, Waller- Duncan และ Duncan และกำลังการทดสอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนและขนาดกลุ่มตัวอย่าง เมื่อพิจารณาที่กำลังการทดสอบพบว่า วิธี LSD และ Waller-Duncan จะเป็น 2 การทดสอบ ที่มีค่าใกล้เคียงกันและมีกำลังการทดสอบสูงในทุกกรณีเมื่อมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 ถึง 4 กลุ่ม

นิภาพร (2552) ศึกษากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 5 การทดสอบ คือ วิธี Tukey-Kramer วิธี Newman Keuls วิธี Duncan วิธี Scheffe และวิธี Fisher's LSD จากกลุ่มตัวอย่าง 4 ขนาด คือ ขนาด 30 คน 60 คน 90 คน และ 120 คน ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.86, 0.82 , 0.85 และ 0.91 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน กำลังการทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้ง 5 การทดสอบ คือ วิธี Fisher's LSD มีกำลังการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือวิธี Duncan วิธี Scheffe และวิธี Newman Keuls และให้กำลังการทดสอบน้อยที่สุดคือวิธี Tukey-Kramer และเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นส่งผลให้กำลังการทดสอบสูงขึ้น

กฤตพล และคณะ (2558) ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด ตัวสถิติทดสอบของบอนเฟอร์โรนี ตัวสถิติทดสอบของทูกีย์ ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล และตัวสถิติทดสอบของเชฟเฟสำหรับทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณในกรณีความแปรปรวนเท่ากันสำหรับ 3 ประชากร โดยศึกษาจากข้อมูลที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติและแกมมา กำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากับ (5,5,5), (10,10,10), (30,30,30), (5,6,7), (10,12,14) และ (30,34,38) ในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.1 ผลการวิจัยพบว่าตัวสถิติทดสอบของบอนเฟอร์โรนี ตัวสถิติทดสอบของทูกีย์ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล และตัวสถิติทดสอบของเชฟเฟ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ที่ศึกษา เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบพบว่าตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา และยังพบอีกว่ากำลังการทดสอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นหรือความแปรปรวนลดลง

ธนพงศ์ และคณะ (2559) ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ซึ่งมีตัวสถิติทดสอบที่ศึกษา 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนท์-นิวแมน-คูล ตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบด้วยค่าลำดับที่ของนีเมนยี และตัวสถิติทดสอบผลรวมค่าลำดับที่ของฟรีดเมน โดยศึกษาจากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรกติ 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 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่าในกรณีการแจกแจงปรกติ ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคนมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล และตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณากำลังการทดสอบจะพบว่าในกรณีการแจกแจงแกมมาที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และในกรณีการแจกแจงแกมมา การแจกแจงไคกำลังสอง และการแจกแจงเลขชี้กำลังที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่าตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดและตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่ของนีเมนยี

Boardman and Moffitt (1971) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์พหุคูณ 5 การทดสอบ คือ วิธี LSD, Tukey, Scheffe, Duncan และ SNK ด้วยกลุ่มตัวอย่างที่มีการแจกแจงปรกติขนาด 5, 10 และ 15 ในระดับการทดลองตั้งแต่ 2 ถึง 11 และทำการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง เปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาด 2 แบบ คือ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดต่อการเปรียบเทียบและความน่าจะเป็นของความผิดพลาดต่อการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดของวิธี LSD และวิธีของ Duncan เพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย ส่วนวิธีของ Scheffe เป็นวิธีเปรียบเทียบพหุคูณที่มีอัตราความผิดพลาดที่คงที่มากที่สุด

Carmer and Swanson (1973) ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2 และอัตราการตัดสินใจที่ถูกต้องของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ จากผลการวิจัยพบว่าวิธี Least Significant Difference มีความเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และจากการปรับแก้ตามทฤษฎีของเบส์พบว่ามี 2 การทดสอบ ที่มีความสะดวกในการประยุกต์ใช้งานด้านการวิจัยคือวิธี Least Significant Difference และวิธี Duncan's Multiple Range Test

Kirk (1982) ศึกษาวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณเมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน พบว่า วิธี Games-Howell Test มีกำลังการทดสอบมากกว่าวิธี Dunnett's C Test และวิธี Dunnett's C Test มีกำลังการทดสอบมากกว่าวิธี Dunnett's T3 Test เมื่อจำนวนความคลาดเคลื่อนขององศาเสรี (Degree of Freedom) มีค่ามาก และมีกำลังการทดสอบน้อยกว่าเมื่อจำนวนความคลาดเคลื่อนขององศาองศาเสรีมีค่าน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Clemens and Walker (1985) ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณเมื่อการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้ F-test พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปรียบเทียบ 5 การทดสอบ คือ LSD, HsD, Scheffe, Newman-Keuls และ Duncan การวิจัยครั้งนี้ทำการวิจัยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างขนาด 15 และกระทำภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยการทดสอบเอฟ กำหนดพารามิเตอร์ $\mu = 50$ และ $\sigma = 15$ ภายใต้การแจกแจงของประชากรปรกติโดยใช้สัปรูทีน โปรแกรม Gauss ผลการวิจัยพบว่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของวิธี LSD และวิธี Duncan เพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าเฉลี่ย ส่วนวิธี Scheffe เป็นวิธีเปรียบเทียบพหุคูณที่มีความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่คงที่มากที่สุด แต่ถ้าทำการเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยการทดสอบเอฟ จะทำให้ผลของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ลดลง เนื่องจากการทดสอบเอฟนั้นได้ป้องกันความน่าจะเป็นของความผิดพลาดต่อการเปรียบเทียบ

Armando. et. al (2008) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ โดยทำการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 พบว่า ตัวสถิติทดสอบ Waller-Duncan, Duncan, SNK, REGWF, REGWQ, Tukey, Bonferroni, Sidak, unilateral Dunnet, Sidak, Bonferroni, Bonferroni2, Tukey 1 และ Tukey 2 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

Ozkaya (2012) ศึกษาการทดสอบวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณโดยการหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบพบว่าวิธี LSD และวิธี Duncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

David (2012) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณโดยใช้การเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่า ตัวสถิติทดสอบใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคน

Francisco and Carlos (2016) ได้ทำการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบเชิงพหุคูณที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 พบว่าตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณใหม่ของดันแคนและตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูลมีกำลังการทดสอบมากที่สุด

Douglas (2019) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูล ตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ และตัวสถิติทดสอบบอนเฟอร์โรนี พบว่า ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์-นิวแมน-คูลและตัวสถิติทดสอบโดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เท่ากัน ส่วนตัวสถิติทดสอบบอนเฟอร์โรนีไม่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลากแบบที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบทั้งอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณโดยตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการเปรียบเทียบทั้งหมด 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบสติวเดนท์-นิวแมน-คูล (Student–Newman–Keul's Test : SNK) ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันนแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DC) ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน (Waller–Duncan Test : WD) ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test) ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน (Van der Waerden Test : VD) และตัวสถิติทดสอบนีเมนยี (Nemenyi Test : NM) โดยทำการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ

ในการทำวิจัยนี้ศึกษาโดยการจำลองข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2 ในการทำวิจัย

3.1 การวางแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ในการศึกษาเปรียบเทียบ ดังนี้

3.1.1 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 3 ประชากร

3.1.2 กำหนดขนาดตัวอย่างสุ่มจากแต่ละประชากรขนาดเท่ากันและไม่เท่ากันได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา 3 ประชากร

ขนาดตัวอย่าง (n_1,n_2,n_3)	
เท่ากัน	ไม่เท่ากัน
(10,10,10)	(5,10,15)
(30,30,30)	(25,30,35)
(50,50,50)	(45,50,55)

การจำลองแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ของทั้ง 3 ประชากรที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน และขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งใช้การจำลองแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์โดยโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2 สามารถจำลองได้ดังตารางที่ 3.2-3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ของทั้ง 3 ประชากรที่มีขนาดตัวอย่างที่เท่ากัน กรณี $n=10$, $i=1,2,3$, $j=1,2,...,10$, r_i คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i

ค่าสังเกต (j)	ทรีทเมนต์ (i)		
	1	2	3
1	y_{11}	y_{21}	y_{31}
2	y_{12}	y_{22}	y_{32}
3	y_{13}	y_{23}	y_{33}
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
j	y_{1j}	y_{2j}	y_{3j}
จำนวนซ้ำ (r_i)	10	10	10

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการจำลองแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ของทั้ง 3 ประชากรที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน $n=5,10,15$, $i=1,2,3$, $j=1,2,...,15$, r_i คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i

ค่าสังเกต (j)	ทรีทเมนต์ (i)		
	1	2	3
1	y_{11}	y_{21}	y_{31}
2	y_{12}	y_{22}	y_{32}
3	y_{13}	y_{23}	y_{33}
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
j	y_{1j}	y_{2j}	y_{3j}
.		.	.
.	y_{1r_1}	.	.
.		y_{2r_2}	.
			y_{3r_3}
r_i	r_1	r_2	r_3
จำนวนซ้ำ (r_i)	5	10	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

3.1.4 กำหนดข้อมูลที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์ (μ,σ^2) การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ (α,β) และการแจกแจงล็อกปรกติ ด้วยพารามิเตอร์ (μ,σ^2)

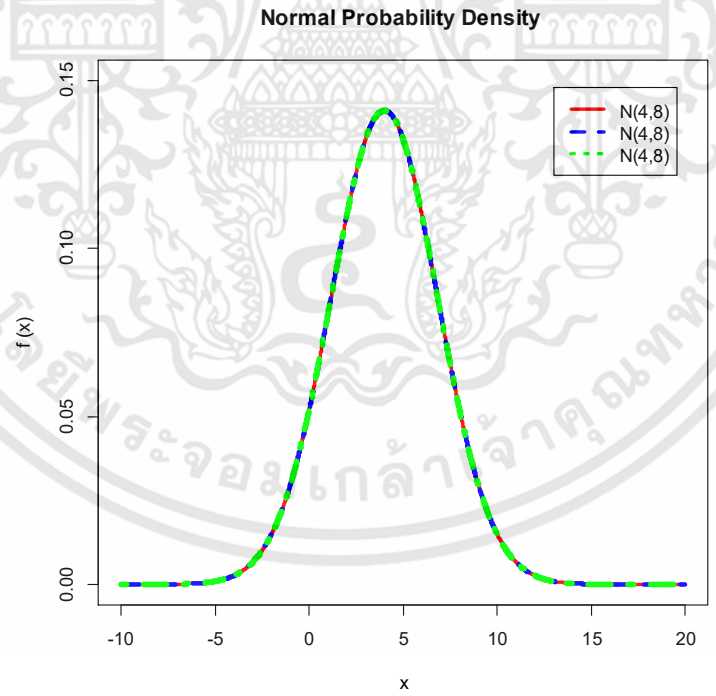
3.1.5 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบจะกำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละประชากร สำหรับแต่ละการแจกแจงดังต่อไปนี้

3.1.5.1 ในการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติจะกำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ

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



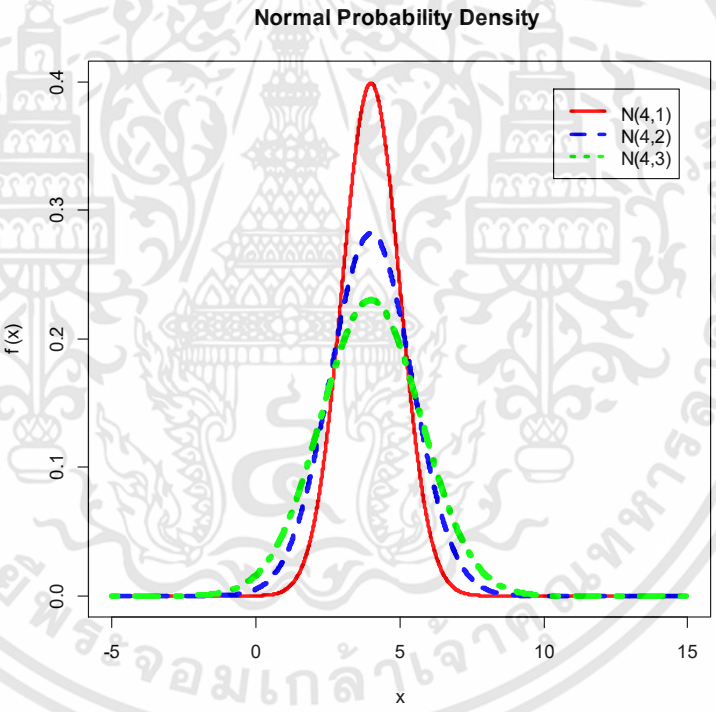
รูปที่ 3.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,8), (4,8) และ (4,8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถานการณ์ที่ 2 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน แสดงดังตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.2-3.4

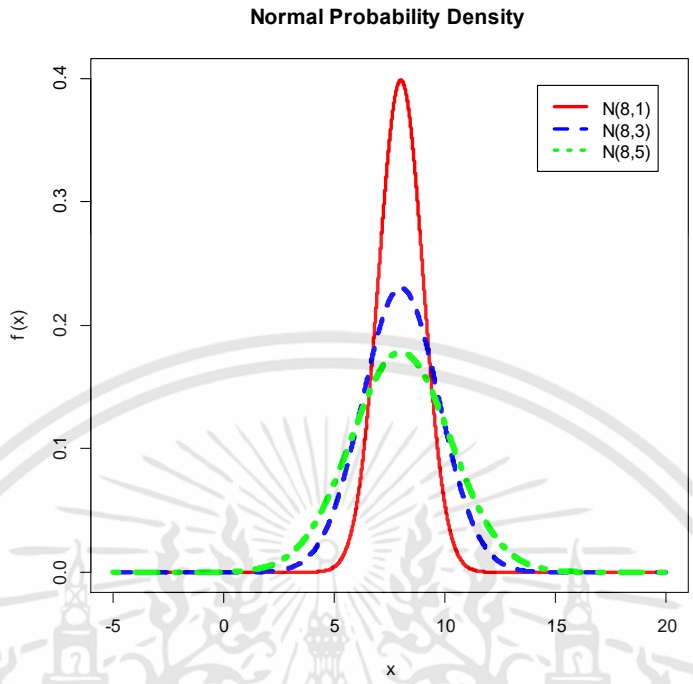
ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงปรกติ

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3			
1	(4,1)	(4,2)	(4,3)	4,4,4	1,2,3	0.816
2	(8,1)	(8,3)	(8,5)	8,8,8	1,3,5	1.633
3	(12,1)	(12,6)	(12,14)	12,12,12	1,6,14	5.354

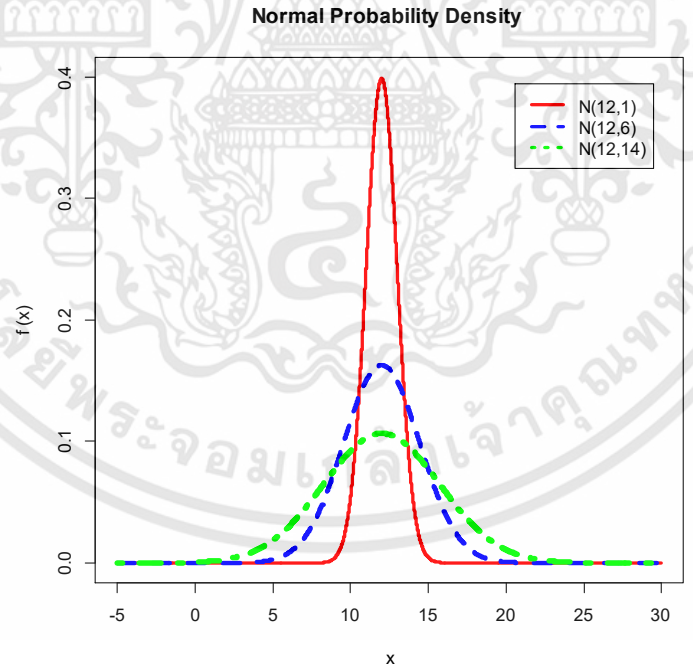


รูปที่ 3.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,1), (4,2) และ (4,3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (8,1), (8,3) และ (8,5)



รูปที่ 3.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (12,1), (12,6) และ (12,14)

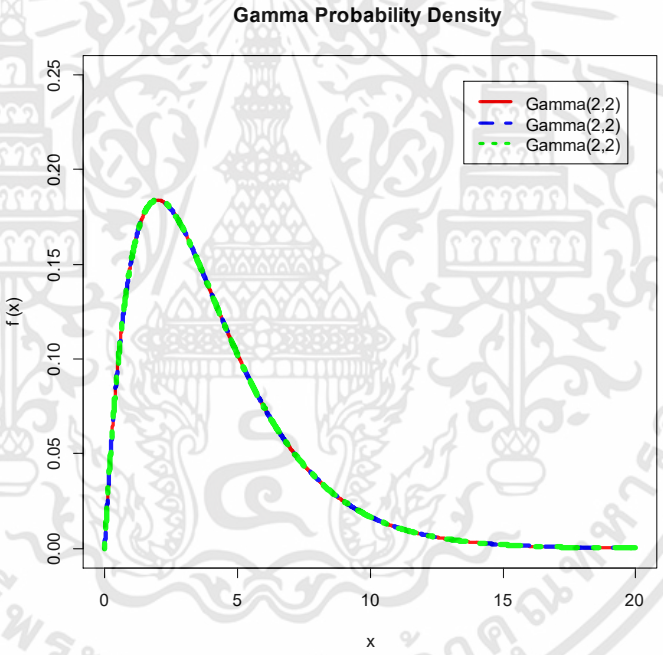
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.2 ในการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) ได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.5

ตารางที่ 3.6 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3		
1	(2,2)	(2,2)	(2,2)	4,4,4	8,8,8



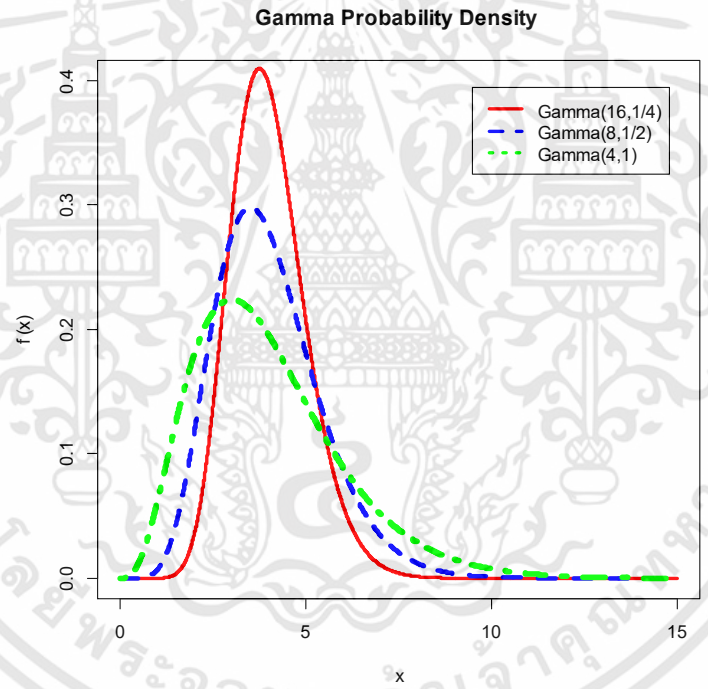
รูปที่ 3.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,2), (2,2) และ (2,2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถานการณ์ที่ 2 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน แสดงดังตารางที่ 3.7 และรูปที่ 3.6-3.8

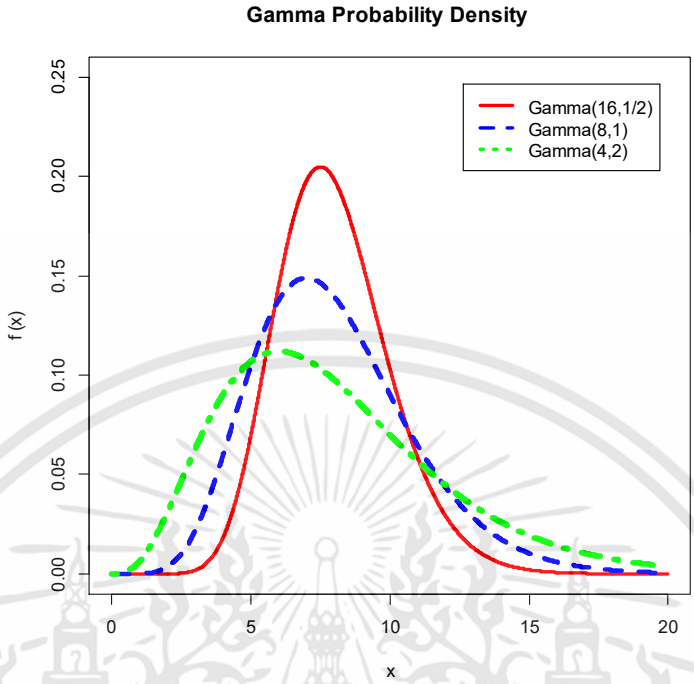
ตารางที่ 3.7 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงแกมมา

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3			
1	(16,1/4)	(8,1/2)	(4,1)	4,4,4	1,2,4	1.247
2	(16,1/2)	(8,1)	(4,2)	8,8,8	4,8,16	2.494
3	(16,1)	(8,2)	(4,4)	16,16,16	16,32,64	4.989

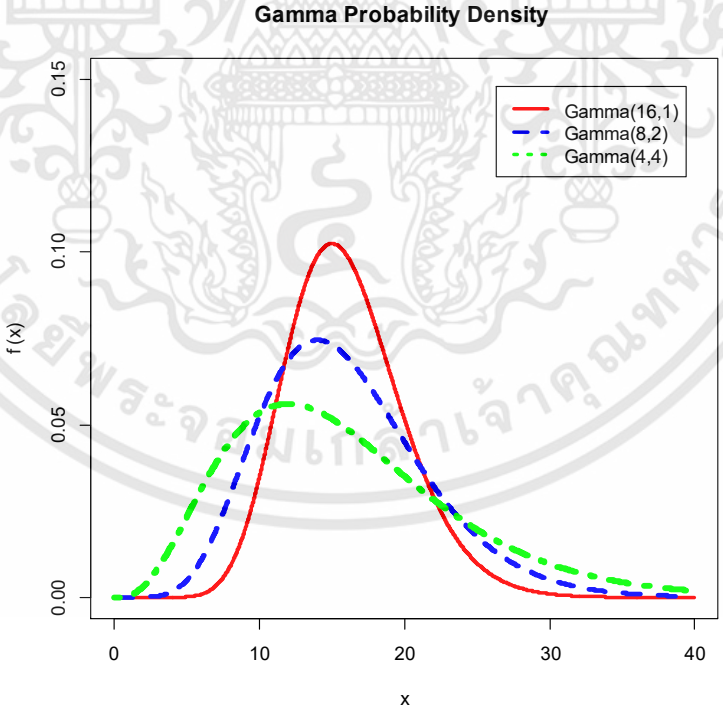


รูปที่ 3.6 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (16,1/4), (8,1/2) และ (4,1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)เป็น (6,1/2), (8,1) และ (4,2)



รูปที่ 3.8 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)เป็น (16,1), (8,2) และ (4,4)

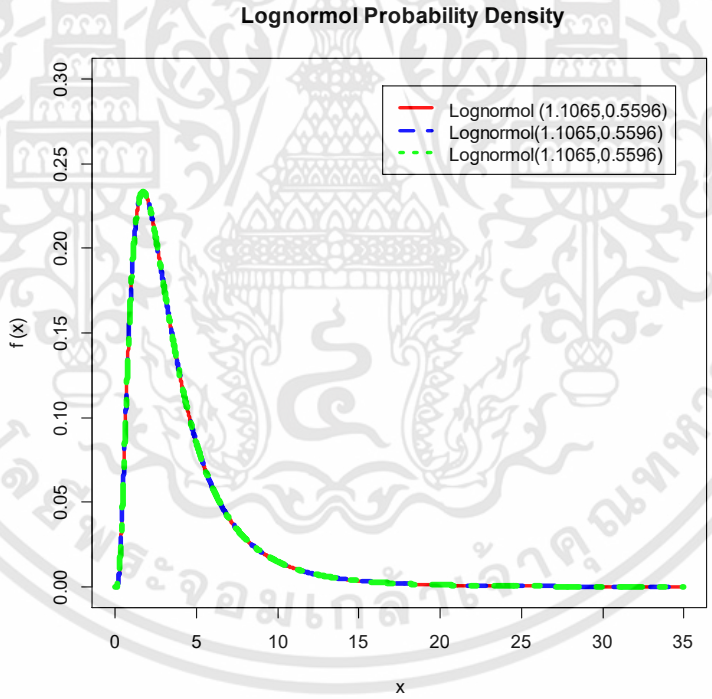
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.3 ในการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติจะกำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 1 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 3.8 และรูปที่ 3.9

ตารางที่ 3.8 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3		
1	(1.1065, 0.5596)	(1.1065, 0.5596)	(1.1065, 0.5596)	4,4,4	12,12,12



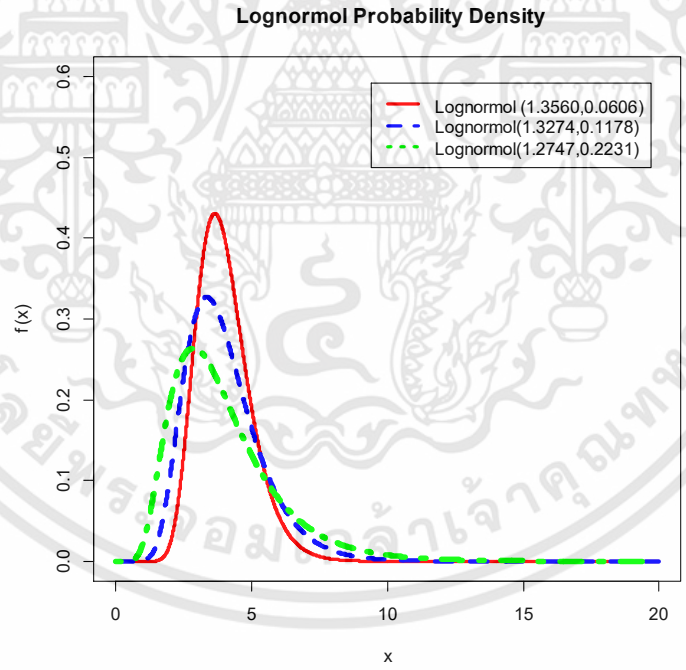
รูปที่ 3.9 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1.1065,0.5596), (1.1065, 0.5596) และ (1.1065, 0.5596)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถานการณ์ที่ 2 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน แสดงดังตารางที่ 3.9 และรูปที่ 3.10-3.12

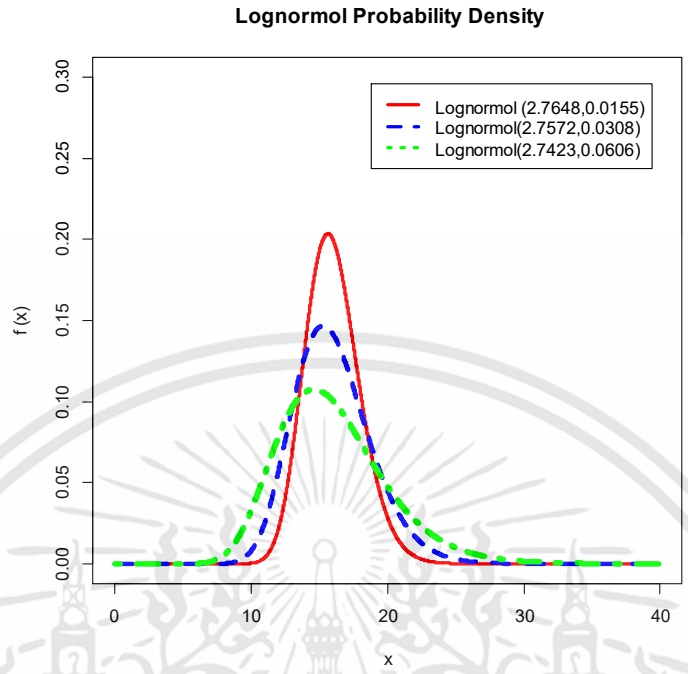
ตารางที่ 3.9 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3			
1	(1.3560, 0.3560)	(1.3274 , 0.1178)	(1.2747, 0.2231)	4,4,4	1,2,4	1.247
2	(2.7648, 0.0155)	(2.7572, 0.0308)	(2.7423, 0.0606)	16,16,16	4,8,16	2.494
3	(2.7423, 0.0606)	(2.7137 , 0.1178)	(2.6610, 0.2231)	16,16,16	16,32,64	4.989

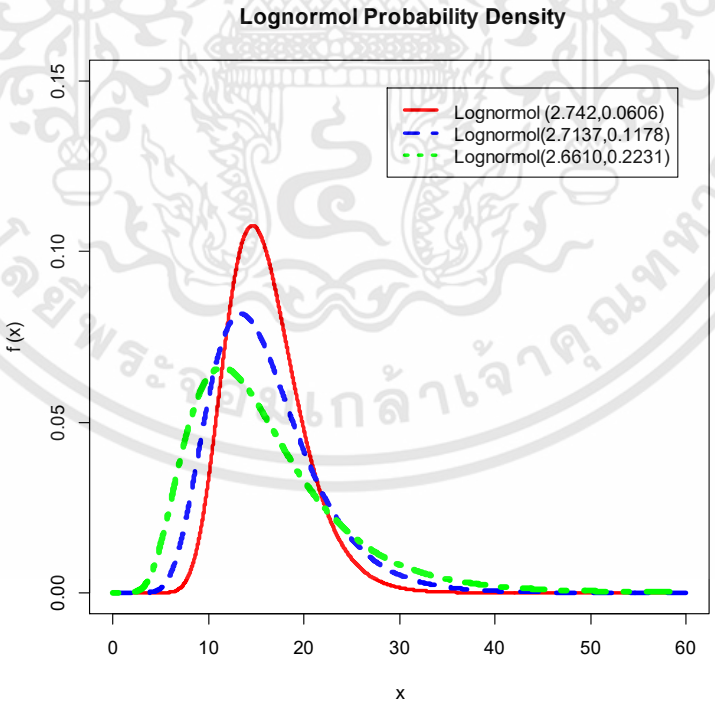


รูปที่ 3.10 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1.3560,0.3560), (1.3274,0.1178) และ (1.2747,0.2231)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (2.7648,0.0155), (2.7572,0.0308) และ (2.7423,0.0606)



รูปที่ 3.12 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (2.7423,0.0606), (2.7137,0.1178) และ (2.6610,0.2231)

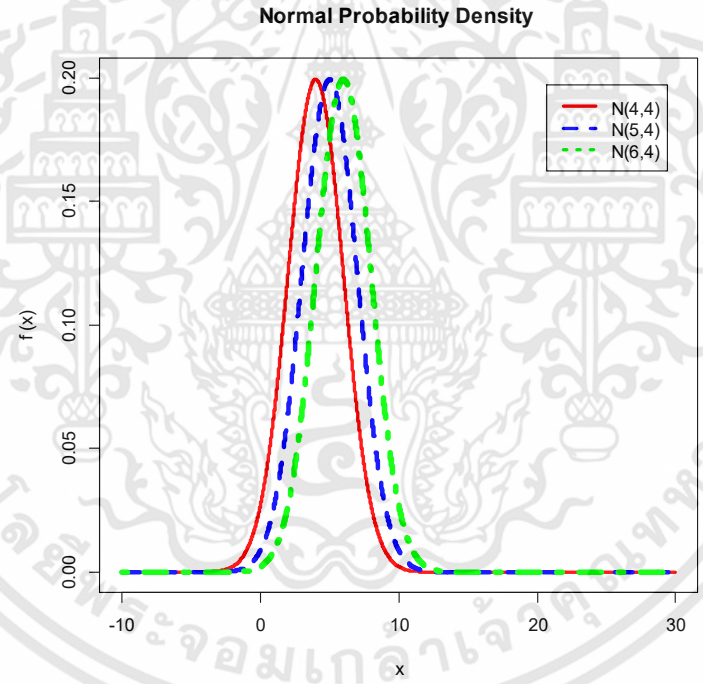
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.4 ในการคำนวณกำลังการทดสอบสำหรับการแจกแจงปรกติ จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 3 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 3.10 และรูปที่ 3.13

ตารางที่ 3.10 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติ

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3		
1	(4,4)	(5,4)	(6,4)	4,5,6	4,4,4



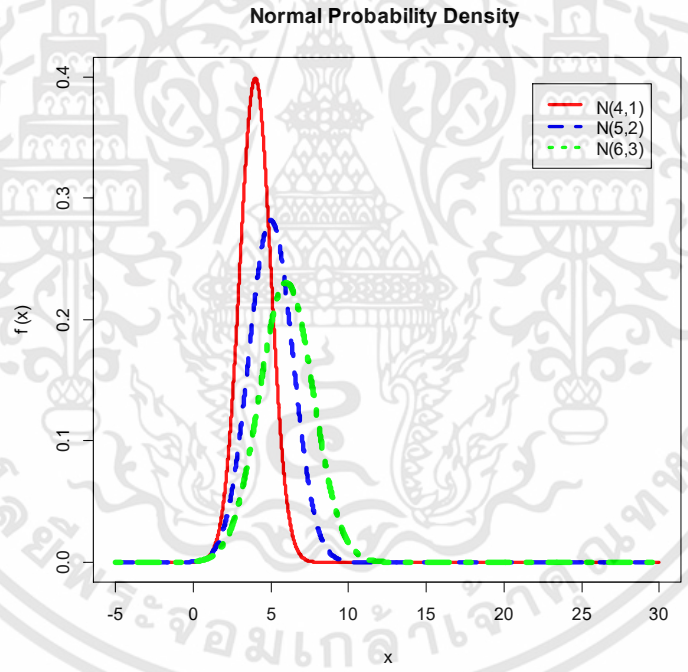
รูปที่ 3.13 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,4), (5,4) และ (6,4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถานการณ์ที่ 4 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน แสดงดังตารางที่ 3.11 และรูปที่ 3.14-3.16

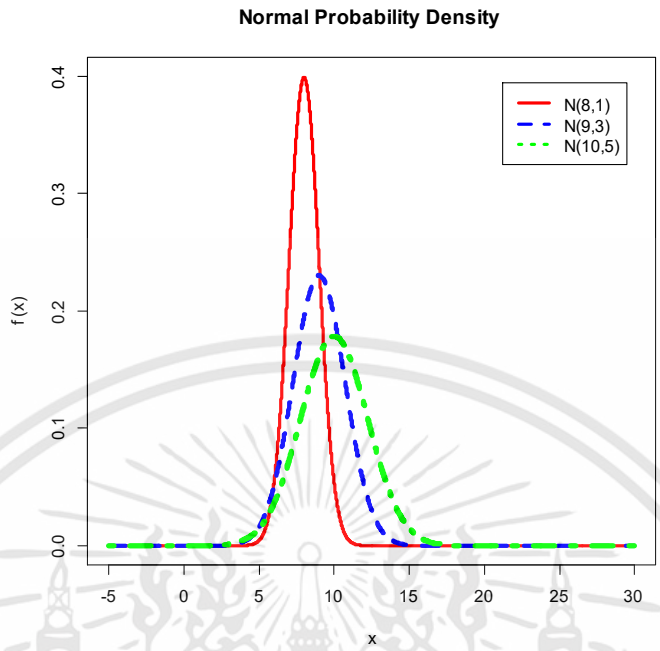
ตารางที่ 3.11 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติ

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3			
1	(4,1)	(5,2)	(6,3)	4,5,6	1,2,3	0.816
2	(8,1)	(9,3)	(10,5)	8,9,10	1,3,5	1.633
3	(12,1)	(13,6)	(14,14)	12,13,14	1,6,14	5.354

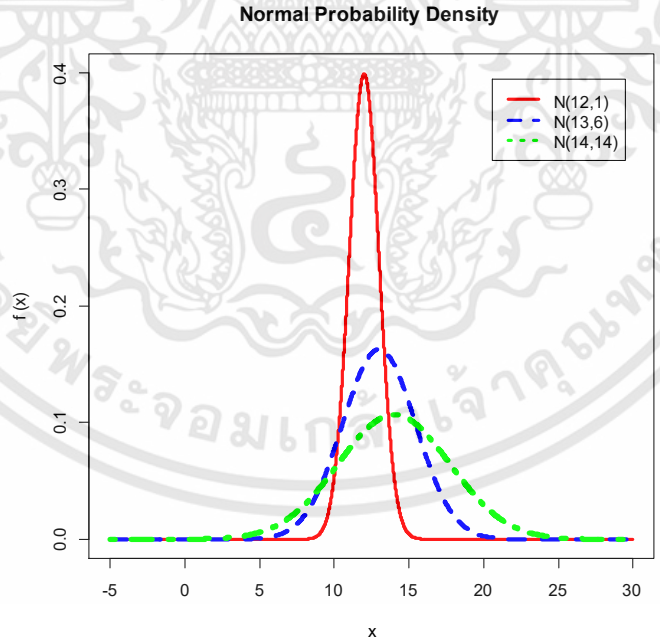


รูปที่ 3.14 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (4,1), (5,2) และ (6,3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (8,1), (9,3) และ (10,5)



รูปที่ 3.16 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (12,1), (13,6) และ (14,14)

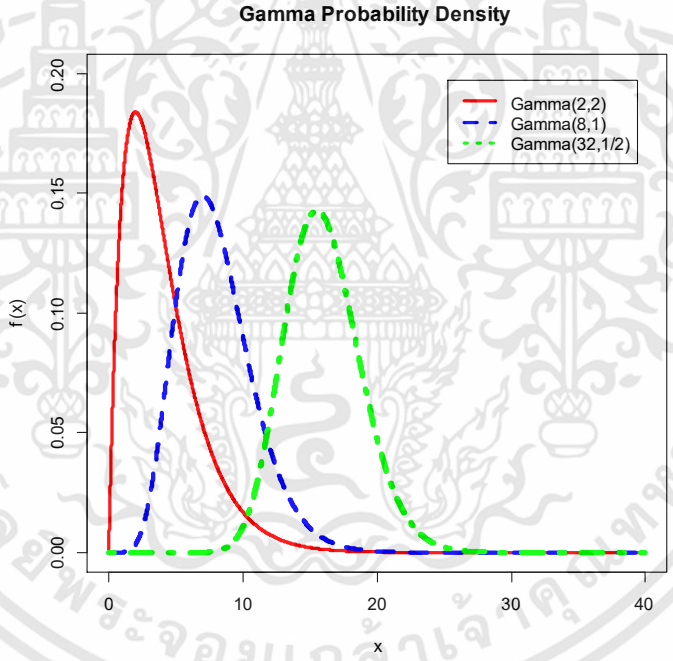
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.5 ในการคำนวณกำลังการทดสอบสำหรับการแจกแจงแกมมา จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ (α,β) ได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 3 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน แสดงดังตารางที่ 3.12 และรูปที่ 3.17

ตารางที่ 3.12 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมา

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



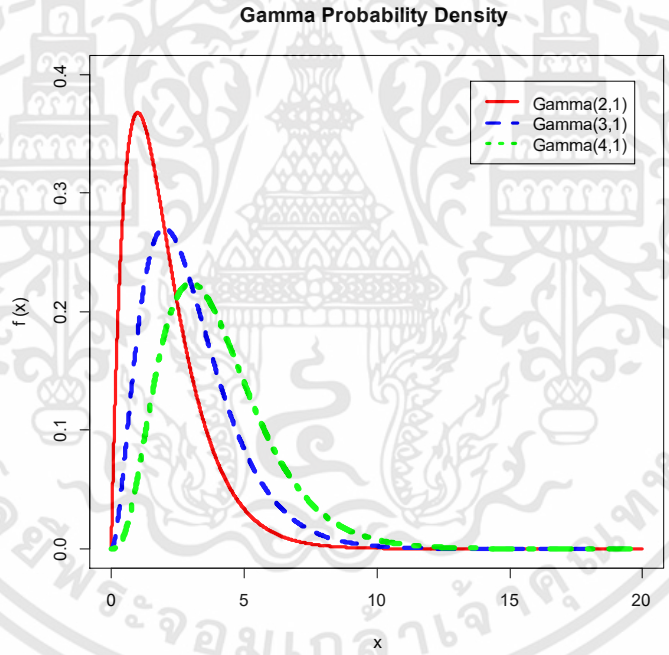
รูปที่ 3.17 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,2), (8,1) และ (32,1/2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถานการณ์ที่ 4 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน แสดงดังตาราง ที่ 3.13 และรูปที่ 3.18-3.20

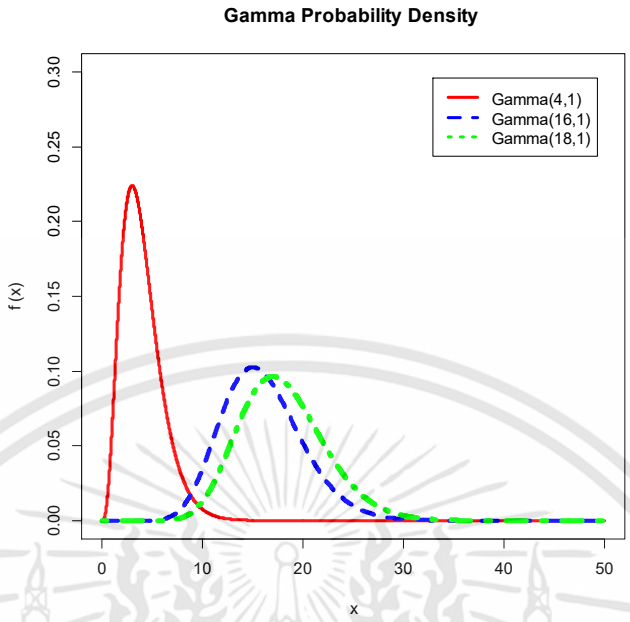
ตารางที่ 3.13 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแกมมา

แบบที่	พารามิเตอร์ (α,β)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3			
1	(2,1)	(3,1)	(4,1)	2,3,4	2,3,4	0.577
2	(4,1)	(16,1)	(18,1)	4,16,18	8,16,18	1.528
3	(2,1)	(4,1)	(4,2)	2,4,8	2,4,16	4.372

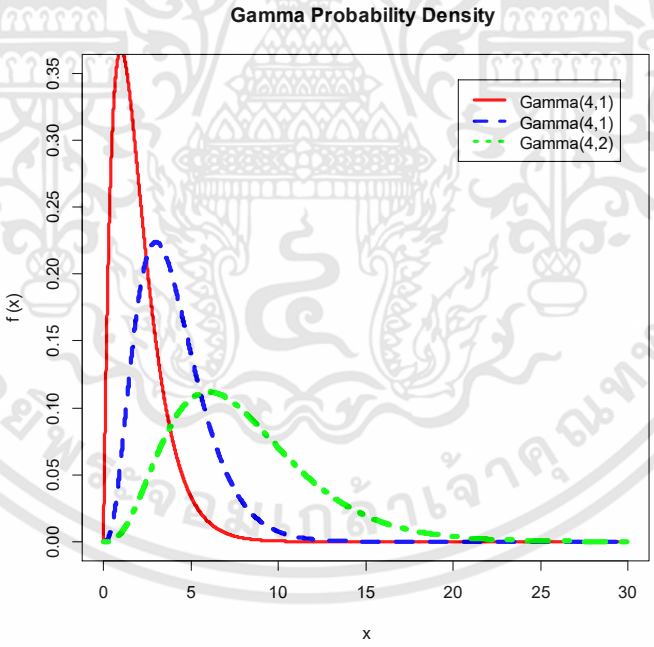


รูปที่ 3.18 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,1), (3,1) และ (4,1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β)เป็น (4,1), (16,1) และ (18,1)



รูปที่ 3.20 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นแกมมา ที่มีค่าพารามิเตอร์ (α,β) เป็น (2,1), (4,1) และ (4,2)

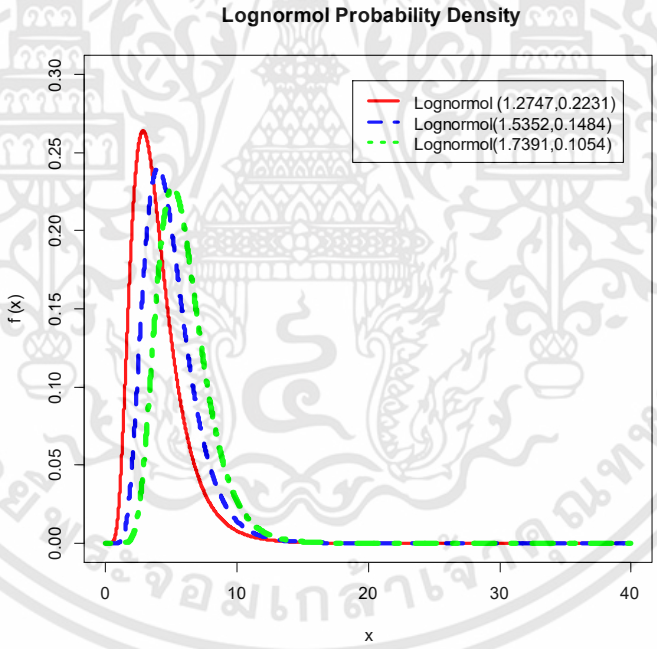
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.5 ในการคำนวณกำลังการทดสอบสำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) ได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 3 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน แสดงดังตาราง ที่ 3.14 และรูปที่ 3.21

ตารางที่ 3.14 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3		
1	(1.2747, 0.2231)	(1.5352, 0.1484)	(1.7391, 0.1054)	4,5,6	4,4,4



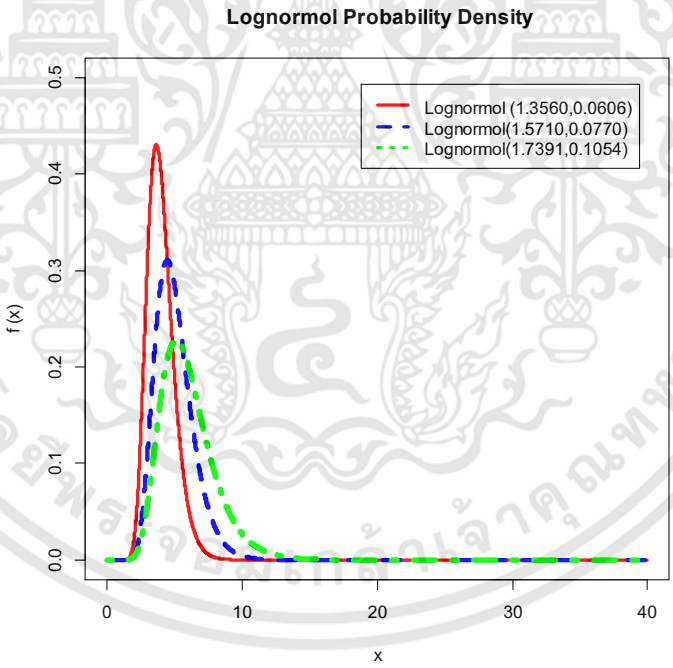
รูปที่ 3.21 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น(1.2747,0.2231), (1.5352,0.1484) และ (1.7391,0.1054)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถานการณ์ที่ 4 กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน แสดงดังตาราง ที่ 3.15 และรูปที่ 3.22-3.24

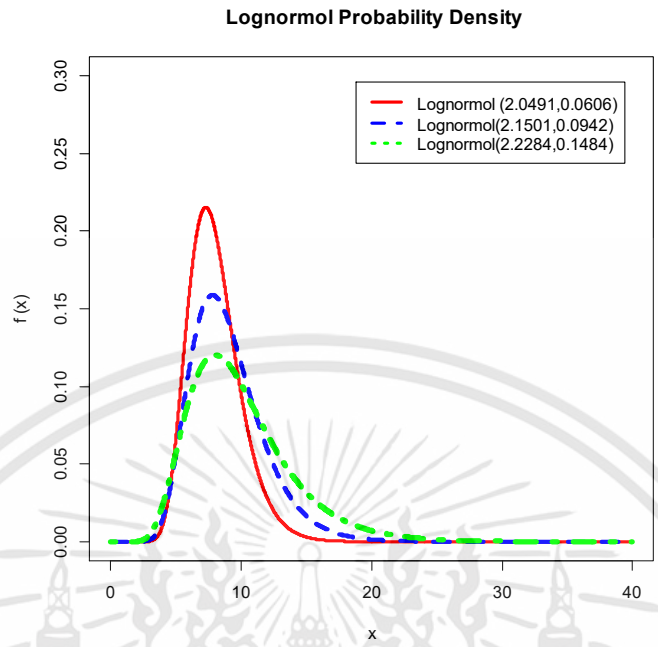
ตารางที่ 3.15 พารามิเตอร์สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของกำลังการทดสอบ สำหรับการแจกแจงล็อกปรกติ

แบบที่	พารามิเตอร์ (μ,σ^2)			ค่าเฉลี่ย (μ_1,μ_2,μ_3)	ความแปรปรวน $(\sigma_1^2,\sigma_2^2,\sigma_3^2)$	ϕ
	ประชากรที่ 1	ประชากรที่ 2	ประชากรที่ 3			
1	(1.3560, 0.0606)	(1.5710, 0.0770)	(1.7391, 0.1054)	4,5,6	1,2,4	1.247
2	(2.0491, 0.0606)	(2.1501, 0.0942)	(2.2284, 0.1484)	8,9,10	4,8,16	2.494
3	(2.4814, 0.0069)	(2.5475, 0.0349)	(2.6046, 0.0690)	12,13,14	1,6,14	5.354

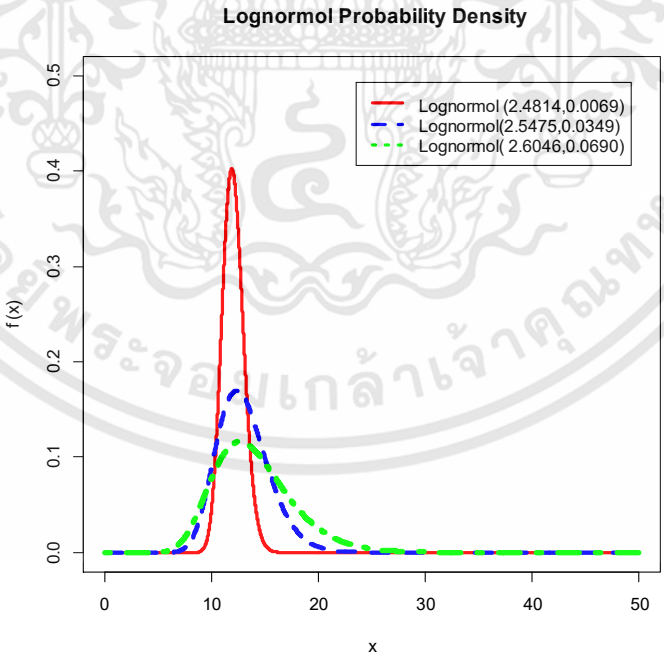


รูปที่ 3.22 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (1.3560,0.0606), (1.5710,0.0770) และ (1.7391, 0.1054)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น(2.0491,0.0606), (2.1501,0.0942) และ (2.2284,0.1484)



รูปที่ 3.24 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นล็อกปรกติ ที่มีค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (2.4814,0.0069), (2.5476,0.0349) และ (2.6046,0.0690)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 หาจำนวนรอบที่ใช้ในการวิจัยโดยพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีที่ข้อมูลมีการแจงแจกปรกติ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ โดยกำหนดให้มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังตารางที่ 3.16 ดังนี้

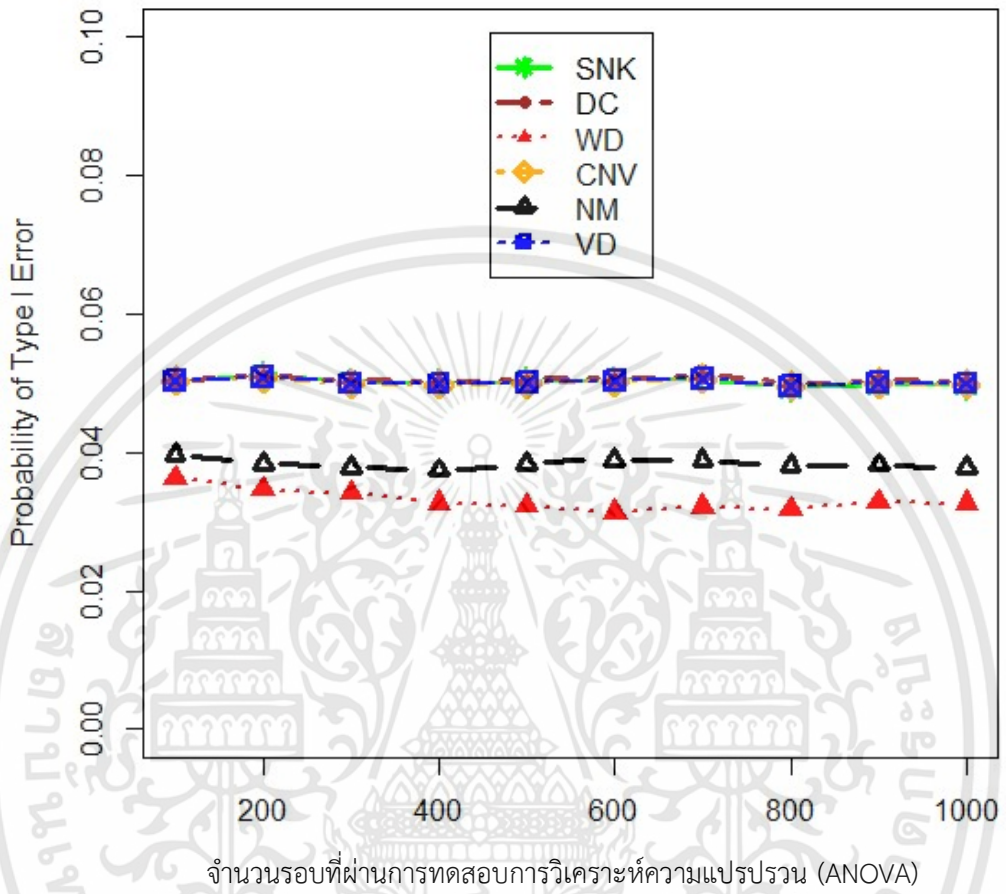
ตารางที่ 3.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีข้อมูลที่มีการแจงแจกปรกติ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดให้มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนรอบ 100 ถึง 1000 รอบ

ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนรอบทั้งหมด				
	1,989	3,903	5,956	7,959	9,879
	จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน				
	100	200	300	400	500
1. SNK	0.0503	0.0512	0.0502	0.0500	0.0503
2. DC	0.0503	0.0512	0.0504	0.0503	0.0506
3. WD	0.0362	0.0346	0.0341	0.0372	0.0323
4. CNV	0.0503	0.0507	0.0499	0.0498	0.0499
5. NM	0.0397	0.0384	0.0379	0.0374	0.0384
6. VD	0.0503	0.0510	0.0500	0.0500	0.0501

ตารางที่ 3.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีข้อมูลที่มีการแจงแจกปรกติและมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดให้มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนรอบ 100 ถึง 1000 รอบ (ต่อ)

ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนรอบทั้งหมด				
	11,803	13,685	16,013	17,841	19,880
	จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน				
	600	700	800	900	1,000
1. SNK	0.0504	0.0506	0.0494	0.0498	0.0497
2. DC	0.0508	0.0512	0.0500	0.0504	0.0503
3. WD	0.0313	0.2322	0.0317	0.0328	0.0326
4. CNV	0.0502	0.0506	0.0495	0.0500	0.0498
5. NM	0.0389	0.0389	0.0381	0.0382	0.0379
6. VD	0.0504	0.0507	0.0496	0.0501	0.0500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของกรณีข้อมูลที่มีการแจงแจกปรกติ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดให้มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนรอบ 100 ถึง 1000 รอบ

จากรูปที่ 3.25 พบว่าจากการหาจำนวนรอบในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้นพบว่าความน่าจะเป็นของความความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ จะมีค่าคงที่เมื่อจำนวนรอบทั้งหมดเท่ากับ 16,013 รอบ และจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เท่ากับ 800 รอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการกำหนดให้การจำลองข้อมูลเพื่อนำมาทำการทดสอบต้องผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวน 800 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะดำเนินงานตามขั้นตอนโดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 การคำนวณความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (α)

3.2.1.1 จำลองข้อมูลในแต่ละขนาดจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ ให้มีพารามิเตอร์ตามที่ต้องการ โดยโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2

3.2.1.2 คำนวณตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน และตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี โดยใช้คำสั่งจากโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2

3.2.1.3 สรุปผลการปฏิเสธสมมติฐานว่างในแต่ละระดับนัยสำคัญโดยการเปรียบเทียบระดับนัยสำคัญกับค่าพี (p-value)

3.2.1.4 ทำซ้ำข้อ 3.2.1.1 – 3.2.1.3 จนครบ 800 ชุด แล้วทำการหาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยการนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) ดังนี้

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

ถ้าความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบสำหรับแต่ละสถานการณ์มีค่าอยู่ในช่วงที่ได้กำหนดไว้ในเกณฑ์ของการเปรียบเทียบวิธีการทดสอบ ได้แก่ เกณฑ์ของแบรดลีย์ (Bradley, 1978) และเกณฑ์ของค็อกแครน (Cochran, 1954) จะถือว่าตัวสถิติทดสอบนั้นมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เนื่องจากเกณฑ์ของแบรดลีย์มีความครอบคลุมเกณฑ์ของค็อกแครน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้เกณฑ์ของแบรดลีย์เพียงเกณฑ์เดียว

3.2.2 การคำนวณกำลังการทดสอบ $(1-\beta)$

3.2.2.1 จำลองข้อมูลในแต่ละขนาดจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมาและการแจกแจงล็อกปรกติ ให้มีพารามิเตอร์ตามที่ต้องการ ด้วยโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2

3.2.2.2 คำนวณตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์-ดันแคน ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน และตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี โดยใช้คำสั่งจากโปรแกรมอาร์ (R) เวอร์ชั่น 3.5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 สรุปผลการปฏิเสธสมมติฐานว่าง ในแต่ละระดับนัยสำคัญในการเปรียบเทียบระดับนัยสำคัญกับค่าพี (p-value)

3.2.2.4 ทำซ้ำข้อ 3.2.2.1 – 3.2.2.3 จบครบ 800 ชุด แล้วหากำลังการทดสอบ โดยการนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) ดังนี้

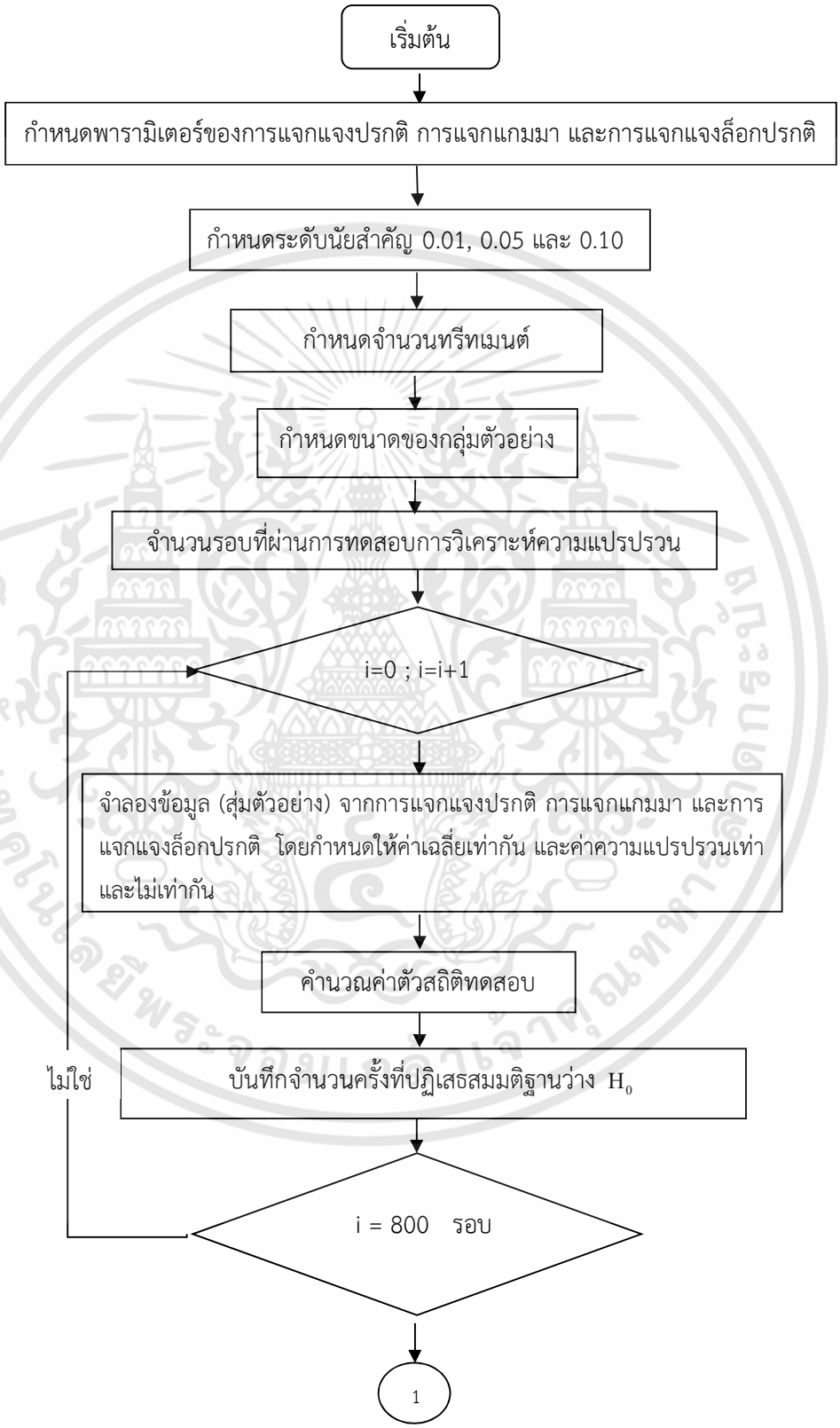
$$\text{กำลังการทดสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งของการปฏิเสธ } H_0 \text{ เมื่อ } H_0 \text{ ไม่จริง}}{\text{จำนวนรอบทั้งหมด}}$$

โดยหากำลังการทดสอบ เฉพาะตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น และทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ ถ้าพบว่าตัวสถิติทดสอบใดมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดจะเป็นตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุด

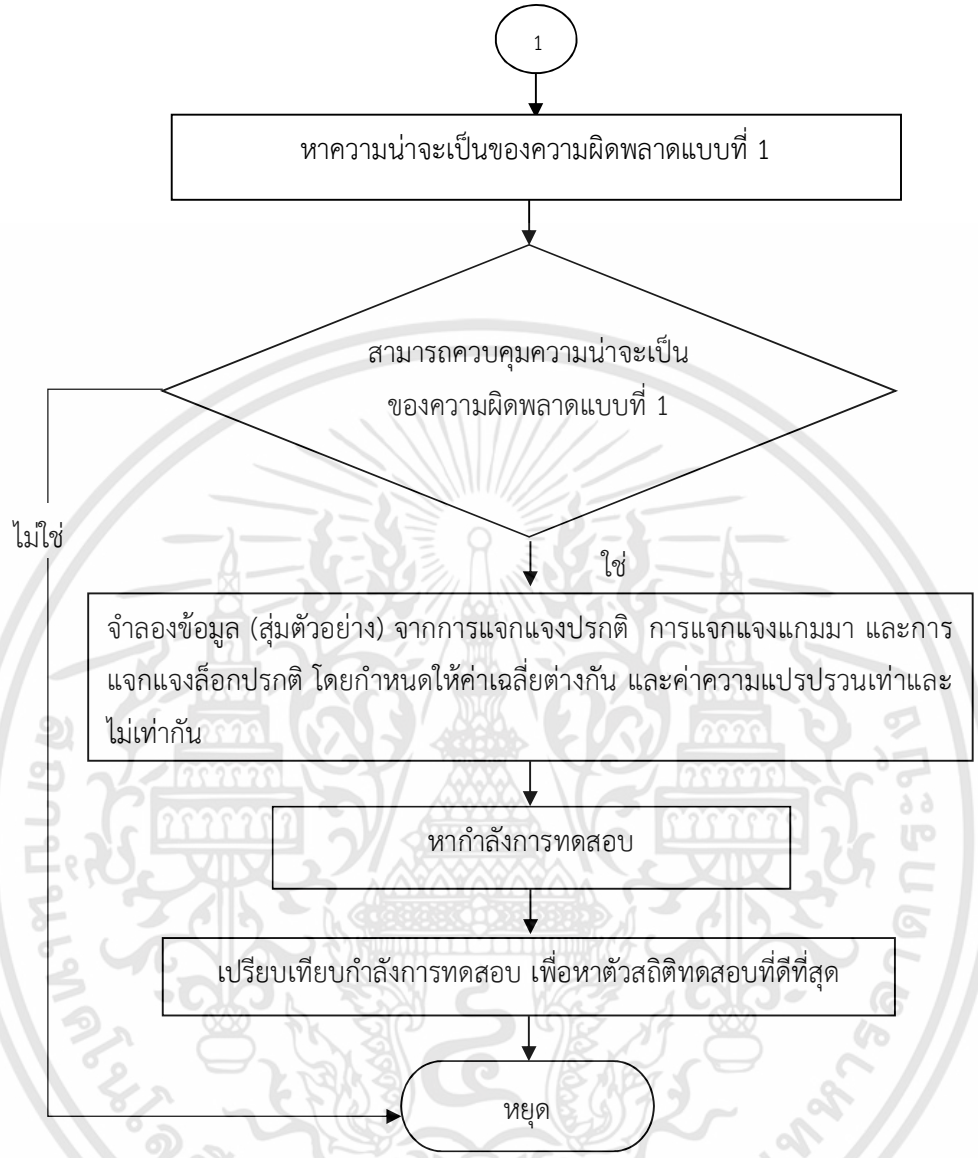
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยและการประมวลผลข้อมูลสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังรูปที่ 3.26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 แผนผังแสดงลำดับวิธีการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล (Student–Newman–Keul's Test) ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของ ดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test) ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน (Waller–Duncan Test) ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test) ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน (Van der Waerden test) และตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี (Nemenyi Test)

การเสนอผลวิจัยทำโดยการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Bradley (1978) จากนั้นทำการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เท่านั้น

โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนตัวสถิติทดสอบ ดังนี้

SNK	แทน	ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล
DC	แทน	ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน
CNV	แทน	ตัวสถิติทดสอบของโคโนเวอร์
NM	แทน	ตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี
VD	แทน	ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

4.1.1 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

4.1.1.1 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

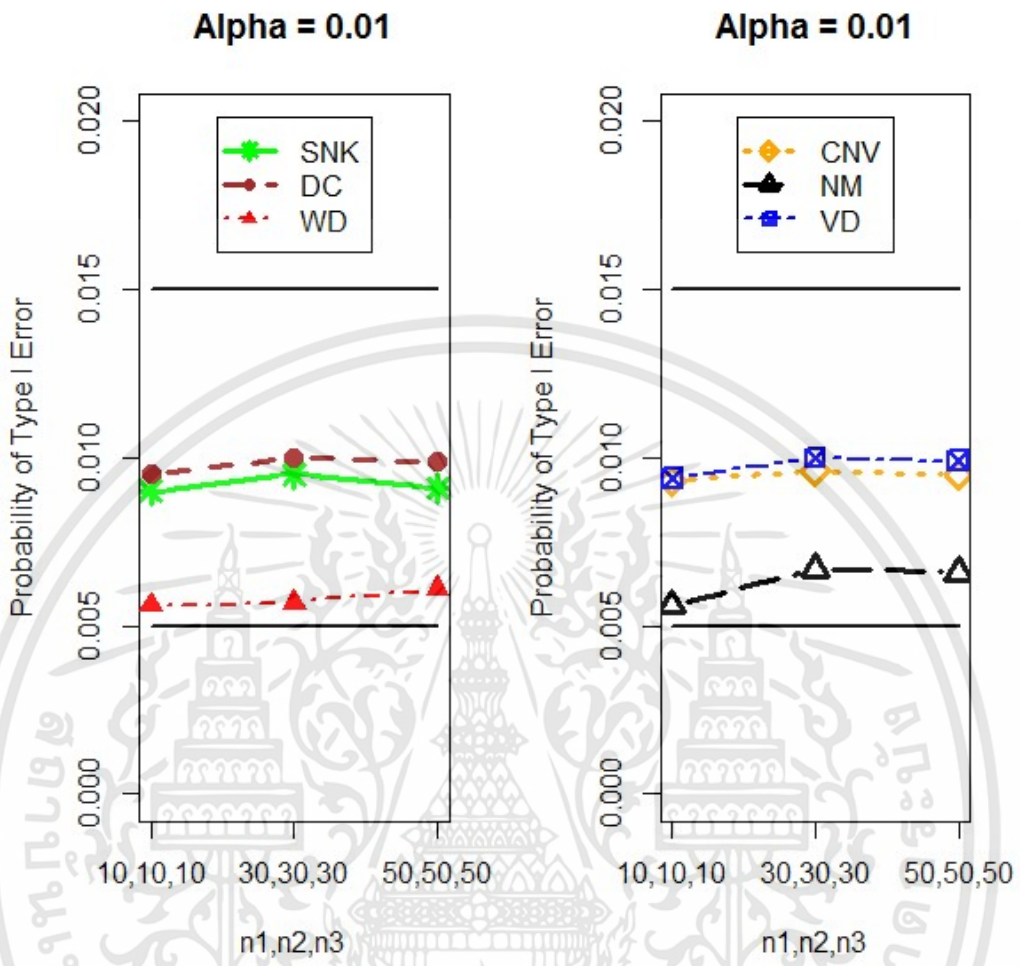
1. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.0090[B]	0.0095 [B]	0.0091 [B]
DC	0.0095 [B]	0.0100 [B]	0.0099 [B]
WD	0.0056 [B]	0.0057 [B]	0.0061 [B]
CNV	0.0093 [B]	0.0096 [B]	0.0095 [B]
NM	0.0056 [B]	0.0067 [B]	0.0066 [B]
VD	0.0094 [B]	0.0100 [B]	0.0099 [B]

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.1 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

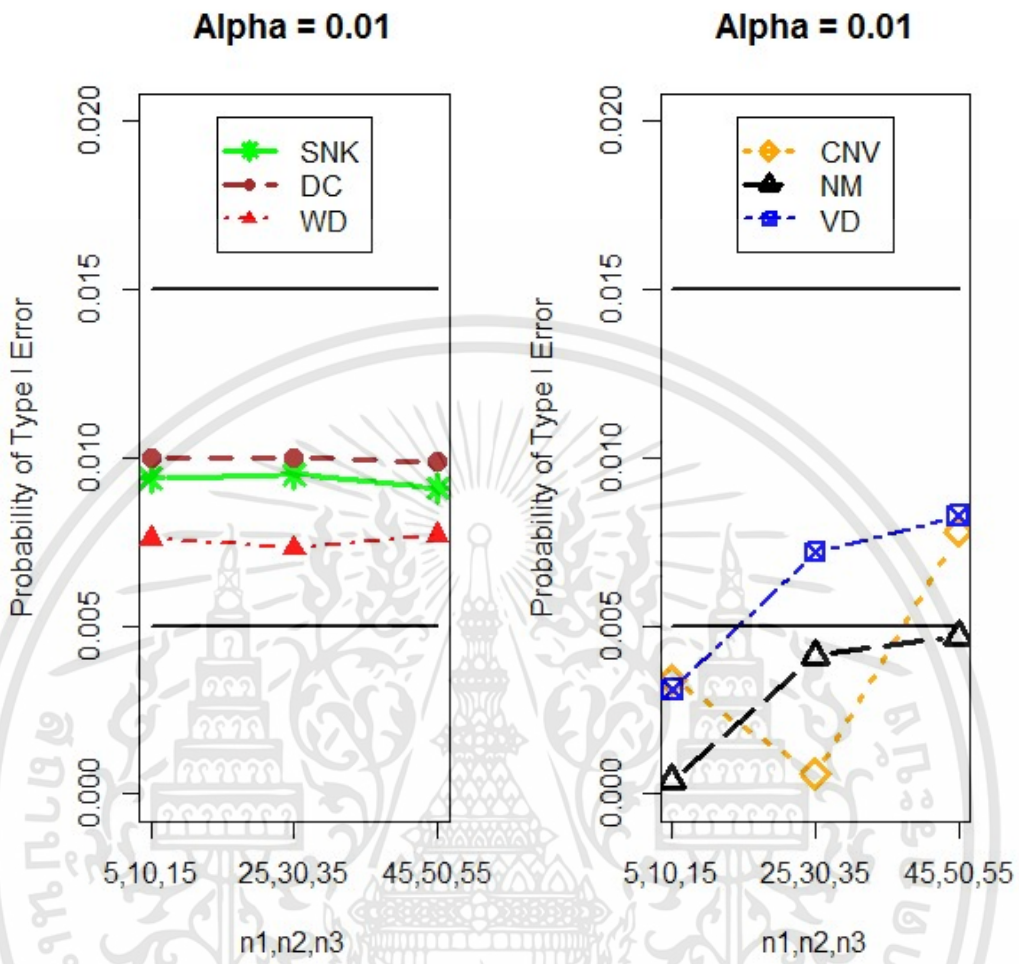
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสามามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.0094 B	0.0095 B	0.0091 B
DC	0.0100 B	0.0100 B	0.0099 B
WD	0.0076 B	0.0073 B	0.0077 B
CNV	0.0034	0.0070 B	0.0078 B
NM	0.0004	0.0041	0.0047
VD	0.0031	0.0072 B	0.0083 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.2 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

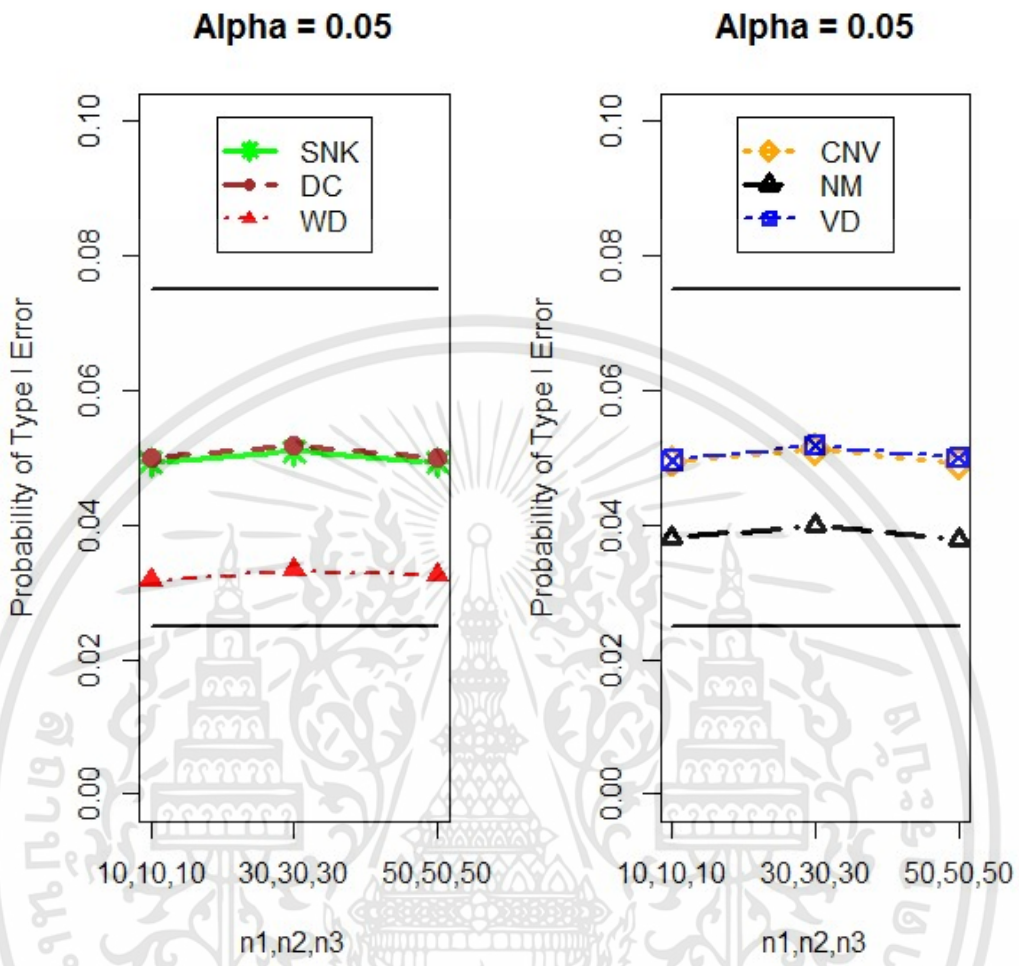
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.0494 B	0.0509 B	0.0494 B
DC	0.0500 B	0.0518 B	0.0500 B
WD	0.0317 B	0.0333 B	0.0325 B
CNV	0.0495 B	0.0513 B	0.0492 B
NM	0.0381 B	0.0400 B	0.0379 B
VD	0.0496 B	0.0518 B	0.0500 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.3 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

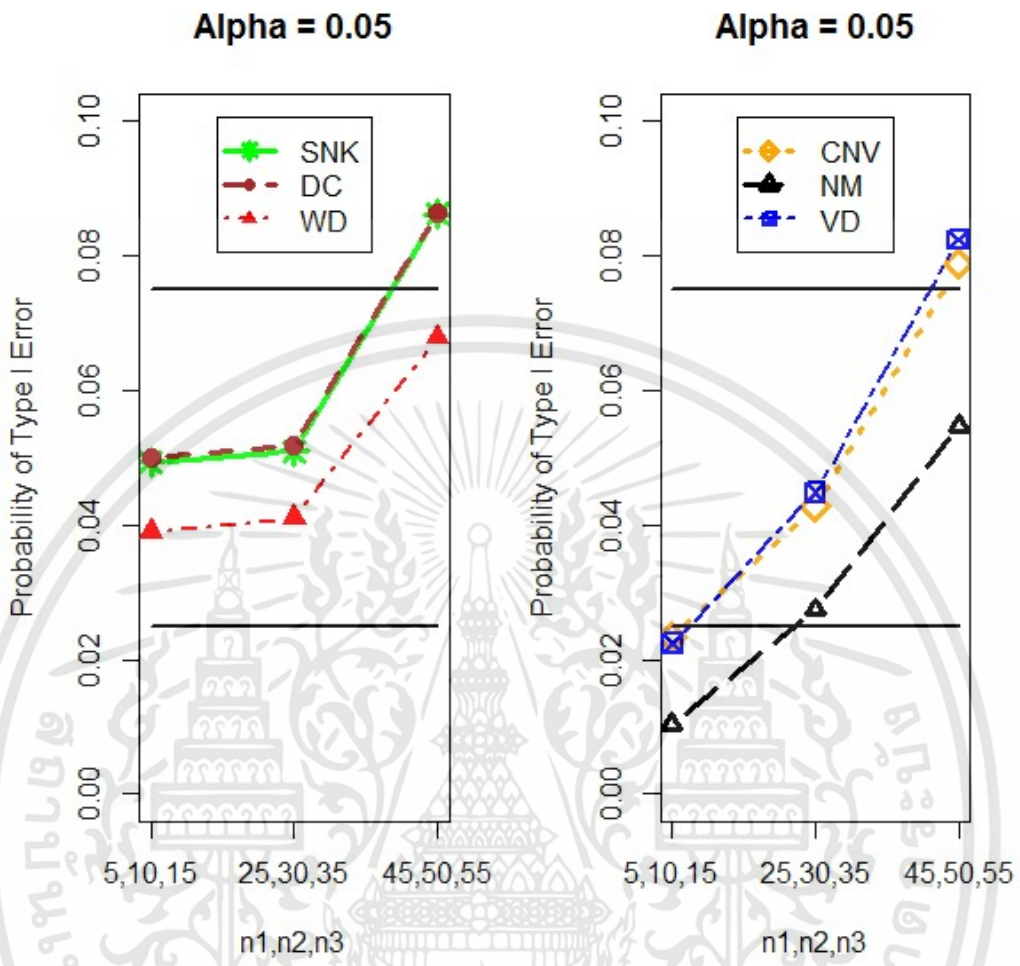
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.0494 B	0.0509 B	0.0862 B
DC	0.0500 B	0.0518 B	0.0864 B
WD	0.0390 B	0.0411 B	0.0679 B
CNV	0.0233	0.0428 B	0.0788 B
NM	0.0104	0.0274 B	0.0548 B
VD	0.0223	0.0449 B	0.0824 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.4 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนตัวสถิติทดสอบ CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

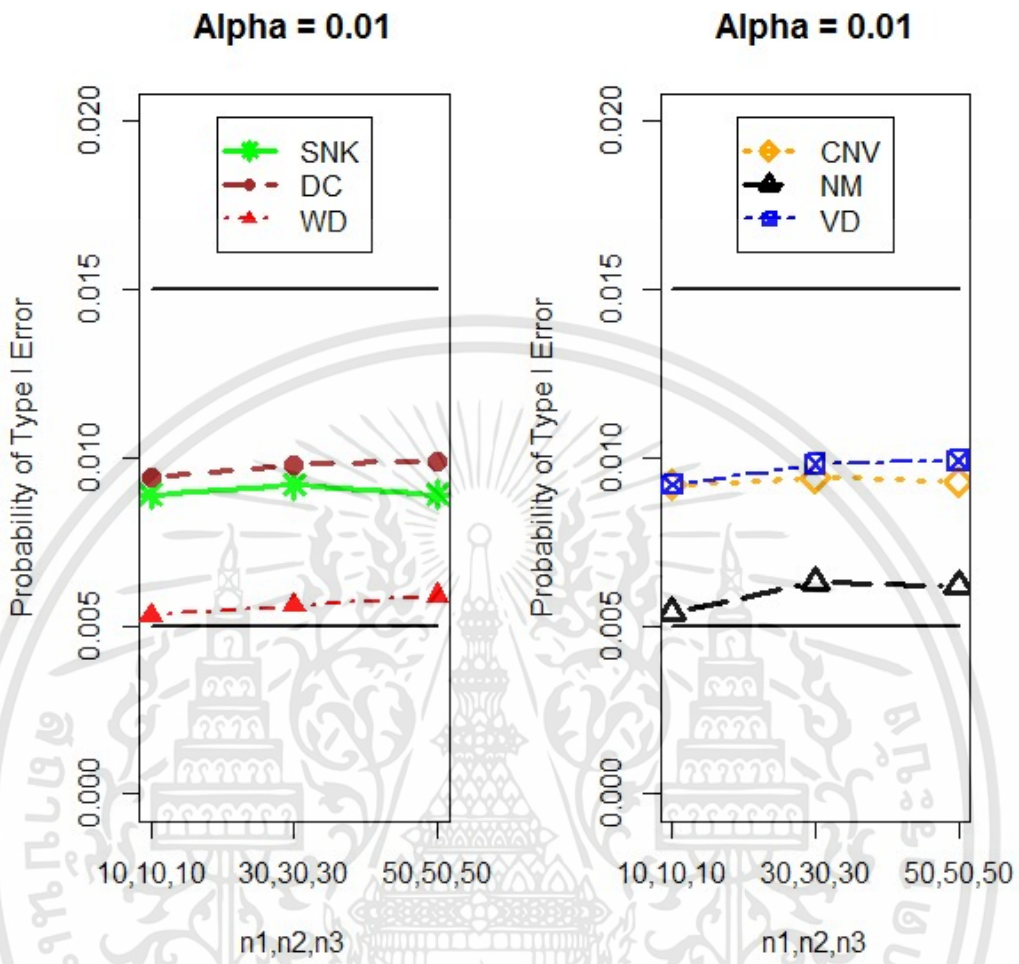
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.5-4.7

ตารางที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.0089 B	0.0092 B	0.0089 B
	DC	0.0094 B	0.0098 B	0.0099 B
	WD	0.0053 B	0.0056 B	0.0059 B
	CNV	0.0092 B	0.0094 B	0.0093 B
	NM	0.0054 B	0.0063 B	0.0062 B
	VD	0.0092 B	0.0098 B	0.0099 B
ปานกลาง	SNK	0.0080 B	0.0091 B	0.0091 B
	DC	0.0084 B	0.0096 B	0.0098 B
	WD	0.0049	0.0056 B	0.0059 B
	CNV	0.0080 B	0.0090 B	0.0090 B
	NM	0.0049	0.0061 B	0.0060 B
	VD	0.0083 B	0.0096 B	0.0097 B
มาก	SNK	0.0067 B	0.0087 B	0.0089 B
	DC	0.0071 B	0.0095 B	0.0097 B
	WD	0.0041	0.0057 B	0.0057 B
	CNV	0.0000	0.0085 B	0.0082 B
	NM	0.0000	0.0055 B	0.0054 B
	VD	0.0000	0.0093 B	0.0093 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

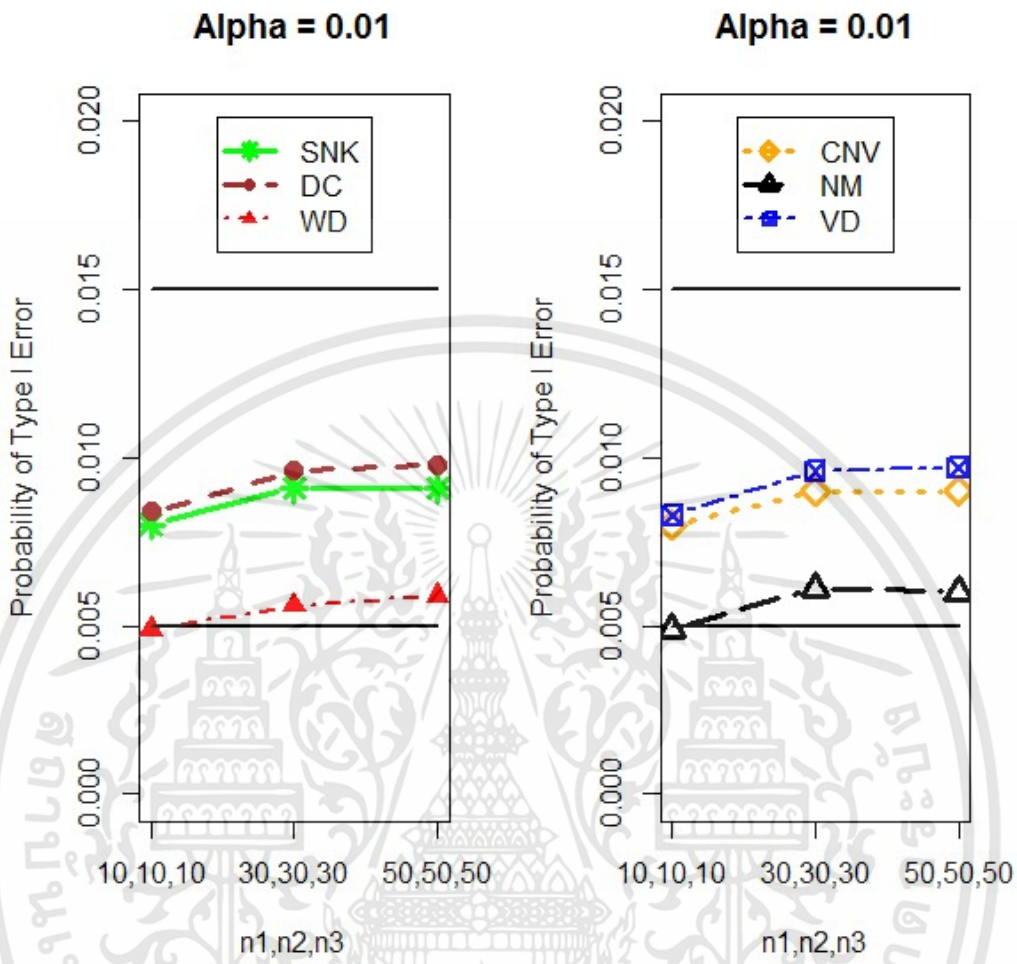
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.5 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

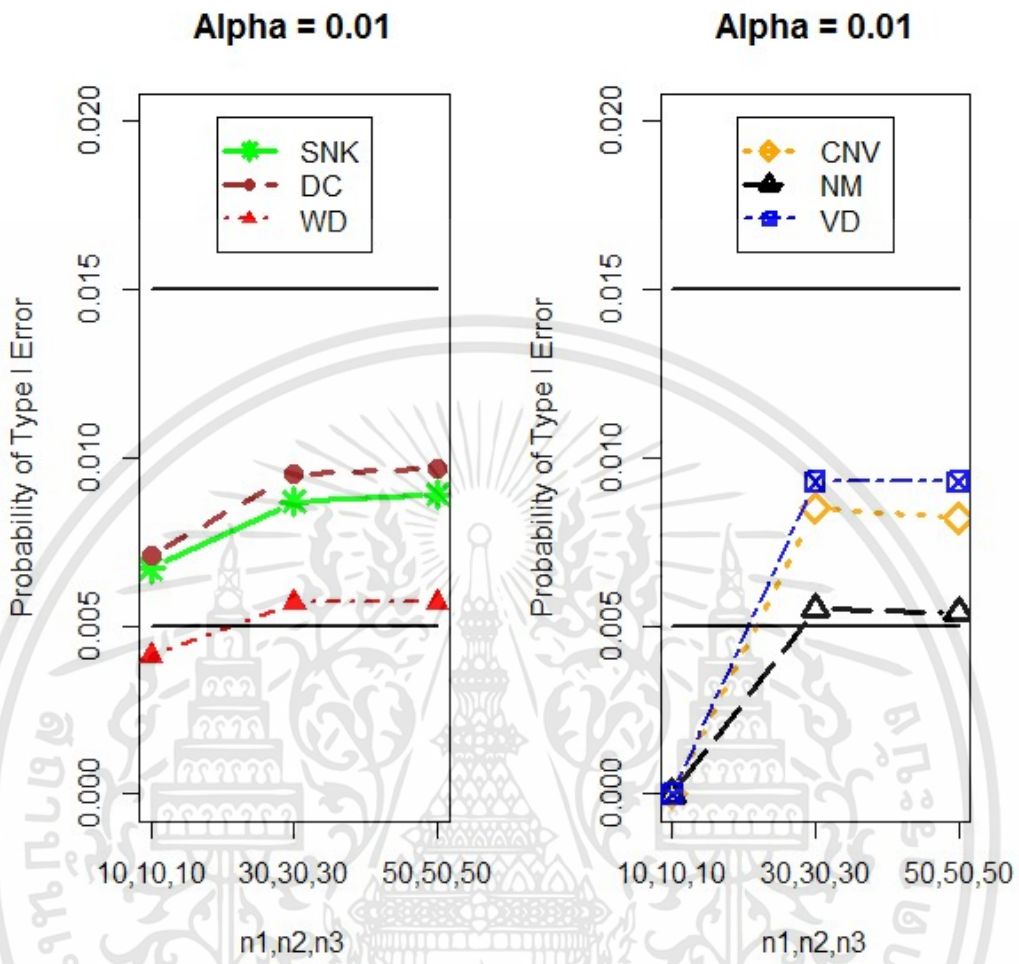
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.6 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนตัวตัวสถิติทดสอบ WD และ NM สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.7 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK และ DC สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนตัวสถิติทดสอบ WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

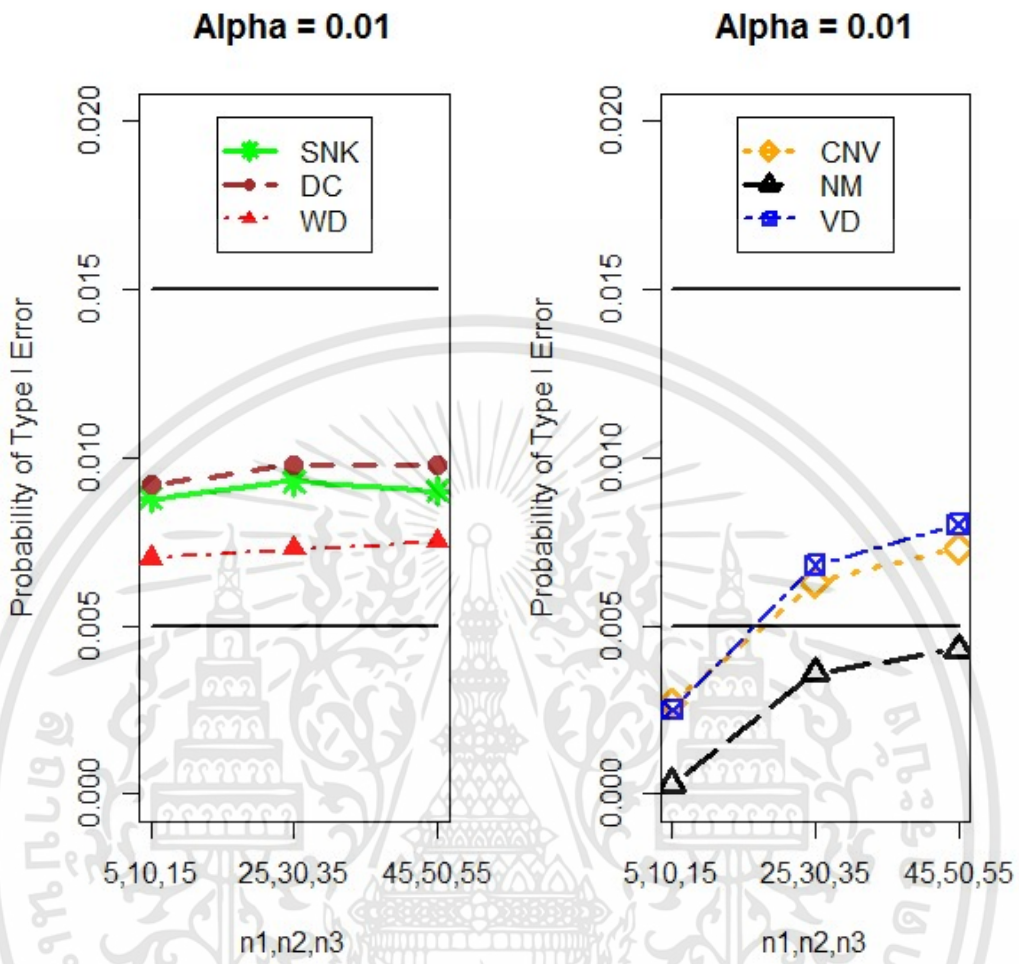
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.8-4.10

ตารางที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.0088 B	0.0093 B	0.0090 B
	DC	0.0092 B	0.0098 B	0.0098 B
	WD	0.0070 B	0.0073 B	0.0075 B
	CNV	0.0027	0.0063 B	0.0073 B
	NM	0.0003	0.0036	0.0043
	VD	0.0025	0.0068 B	0.0080 B
ปานกลาง	SNK	0.0085 B	0.0092 B	0.0092 B
	DC	0.0090 B	0.0097 B	0.0098 B
	WD	0.0067 B	0.0072 B	0.0075 B
	CNV	0.0024	0.0059 B	0.0069 B
	NM	0.0003	0.0034	0.0041
	VD	0.0022	0.0065 B	0.0079 B
มาก	SNK	0.0079 B	0.0087 B	0.0089 B
	DC	0.0082 B	0.0095 B	0.0096 B
	WD	0.0060 B	0.0072 B	0.0070 B
	CNV	0.0019	0.0053 B	0.0060 B
	NM	0.0002	0.0029	0.0035
	VD	0.0018	0.0061 B	0.0070 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

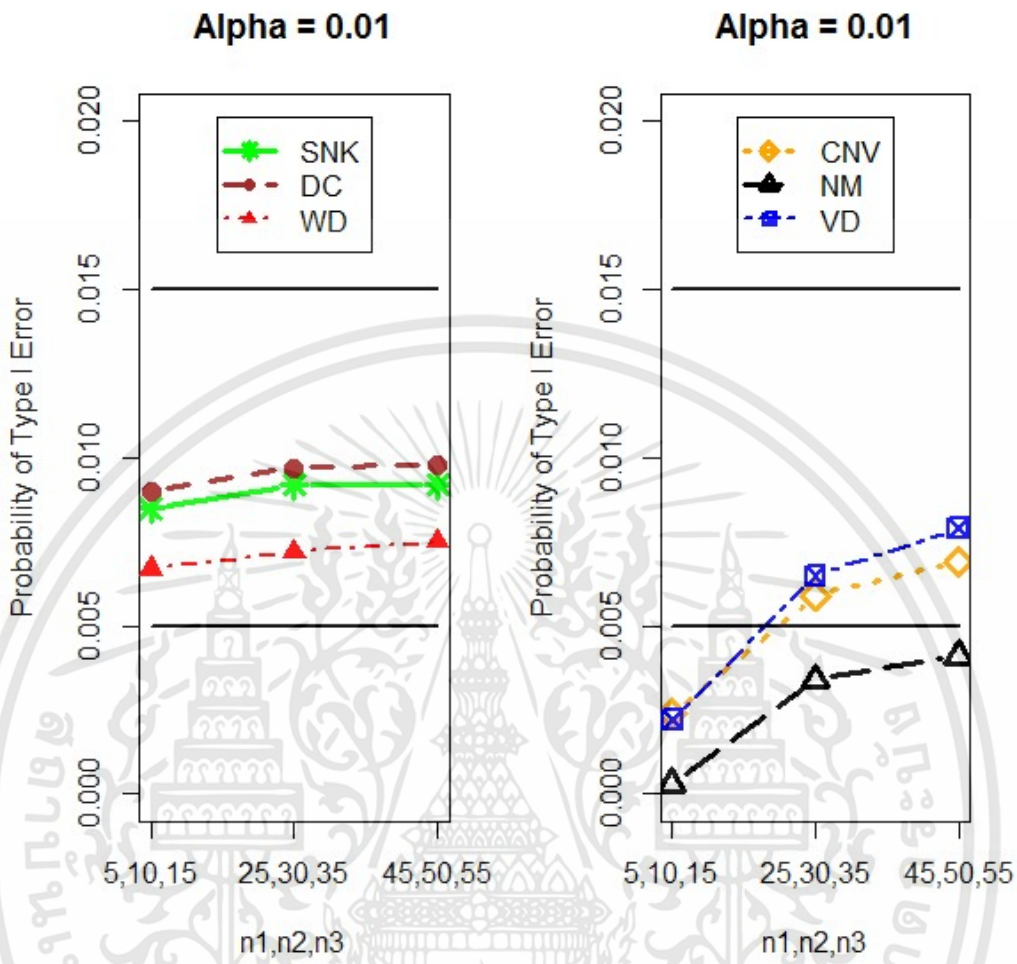
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.8 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

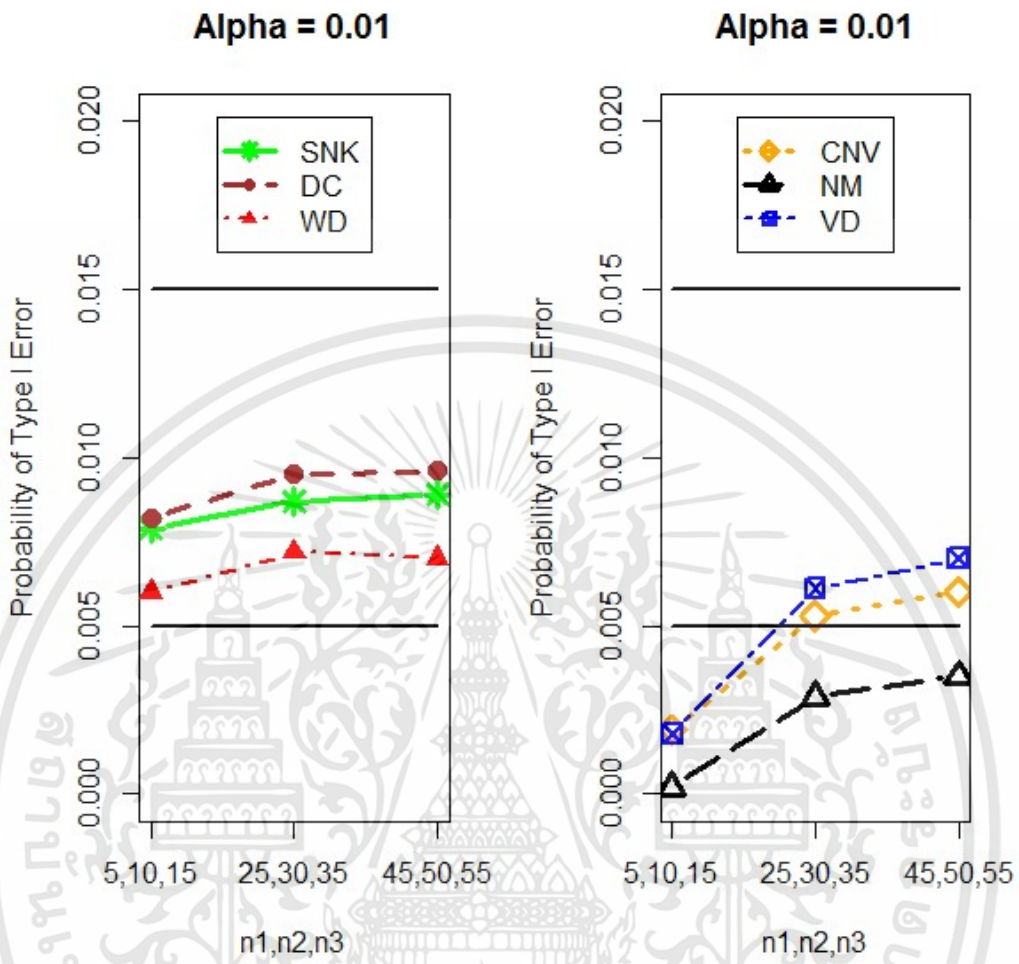
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.9 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจงกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.10 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

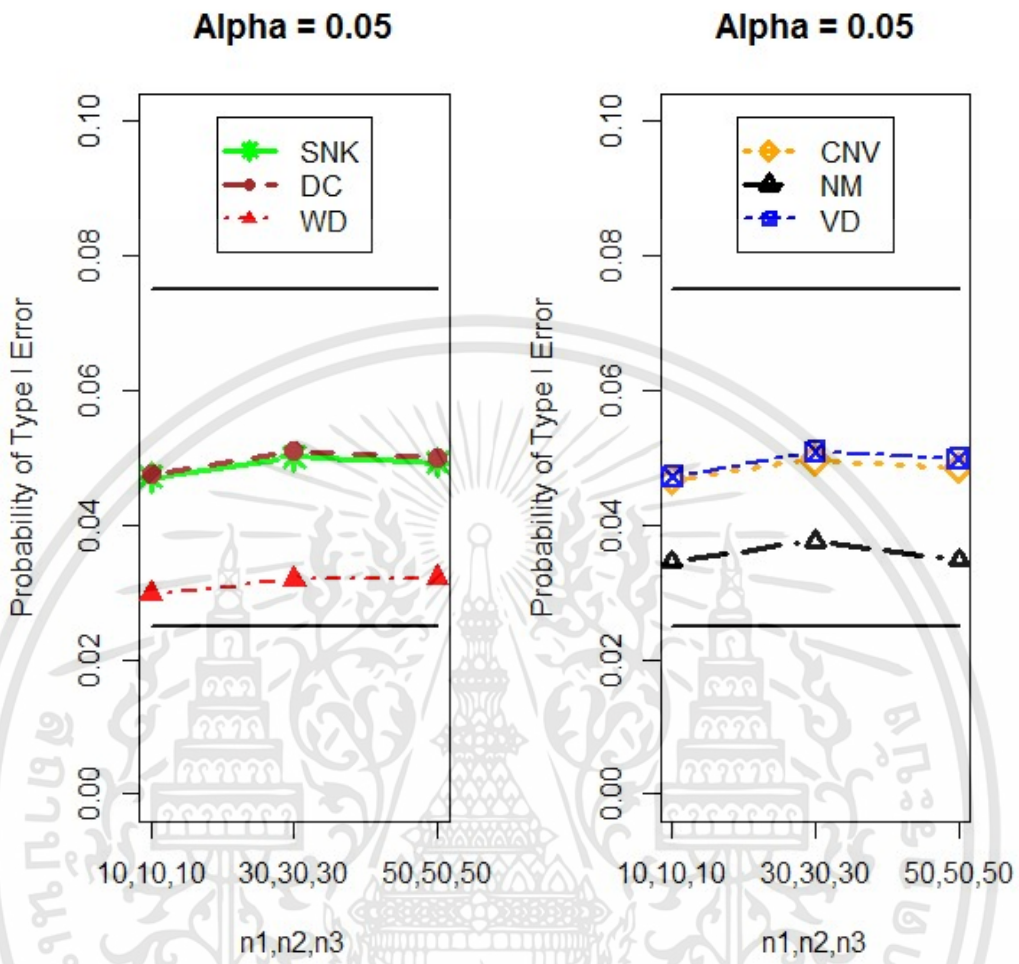
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.11-4.13

ตารางที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.0471 B	0.0502 B	0.0493 B
	DC	0.0475 B	0.0509 B	0.0500 B
	WD	0.0297 B	0.0319 B	0.0322 B
	CNV	0.0467 B	0.0497 B	0.0485 B
	NM	0.0346 B	0.0376 B	0.0349 B
	VD	0.0472 B	0.0509 B	0.0499 B
ปานกลาง	SNK	0.0472 B	0.0510 B	0.0482 B
	DC	0.0475 B	0.0516 B	0.0490 B
	WD	0.0304 B	0.0325 B	0.0316 B
	CNV	0.0462 B	0.0499 B	0.0471 B
	NM	0.0345 B	0.0363 B	0.0333 B
	VD	0.0470 B	0.0516 B	0.0490 B
มาก	SNK	0.0454 B	0.0500 B	0.0491 B
	DC	0.0462 B	0.0508 B	0.0501 B
	WD	0.0292 B	0.0318 B	0.0319 B
	CNV	0.0039	0.0472 B	0.0461 B
	NM	0.0017	0.0336 B	0.0313 B
	VD	0.0038	0.0505 B	0.0497 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

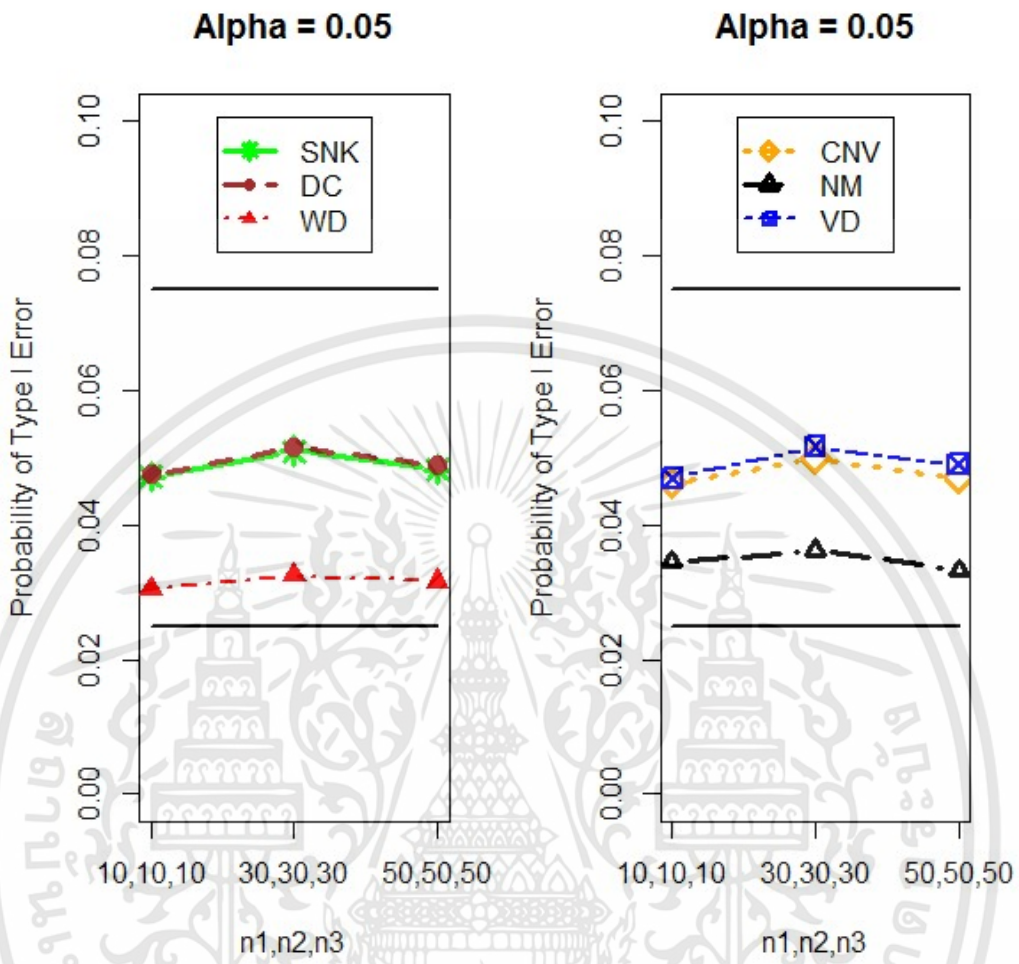
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.11 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

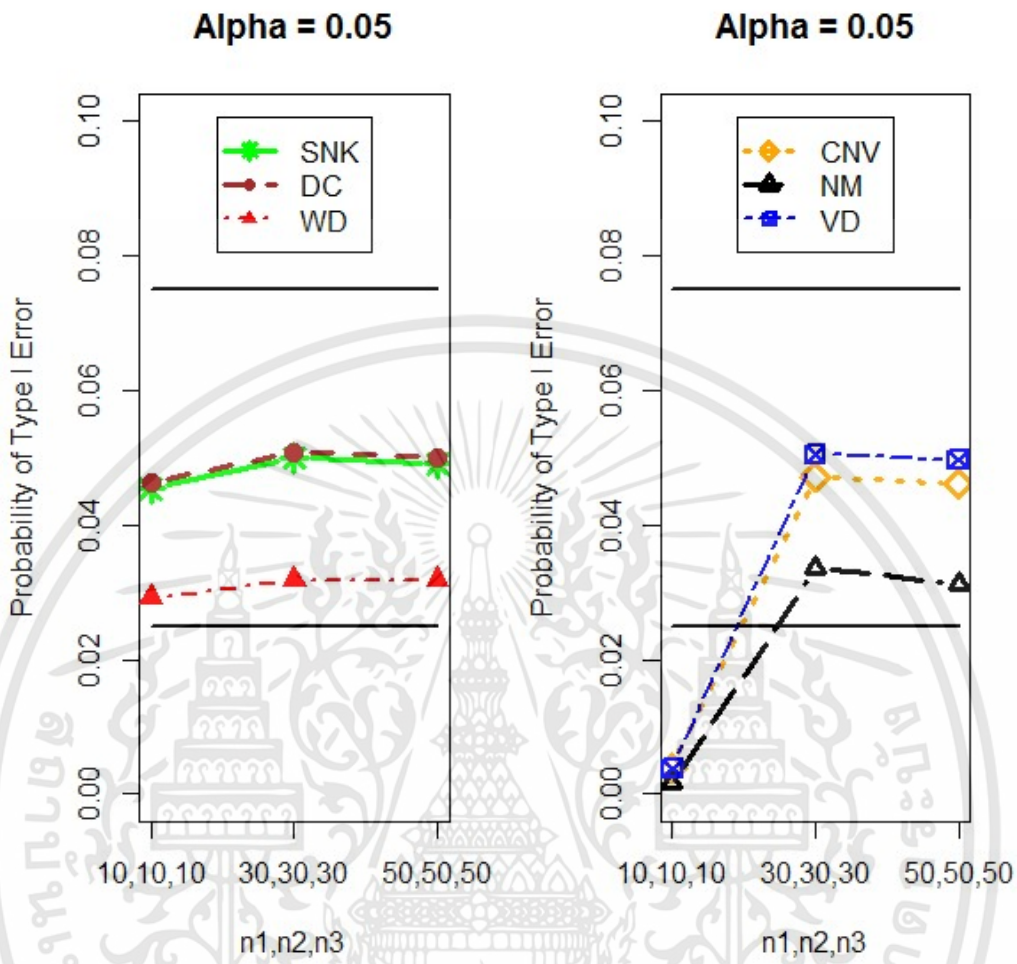
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.12 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.13 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK และ DC สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ที่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ WD, CNV, NM และ VD สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

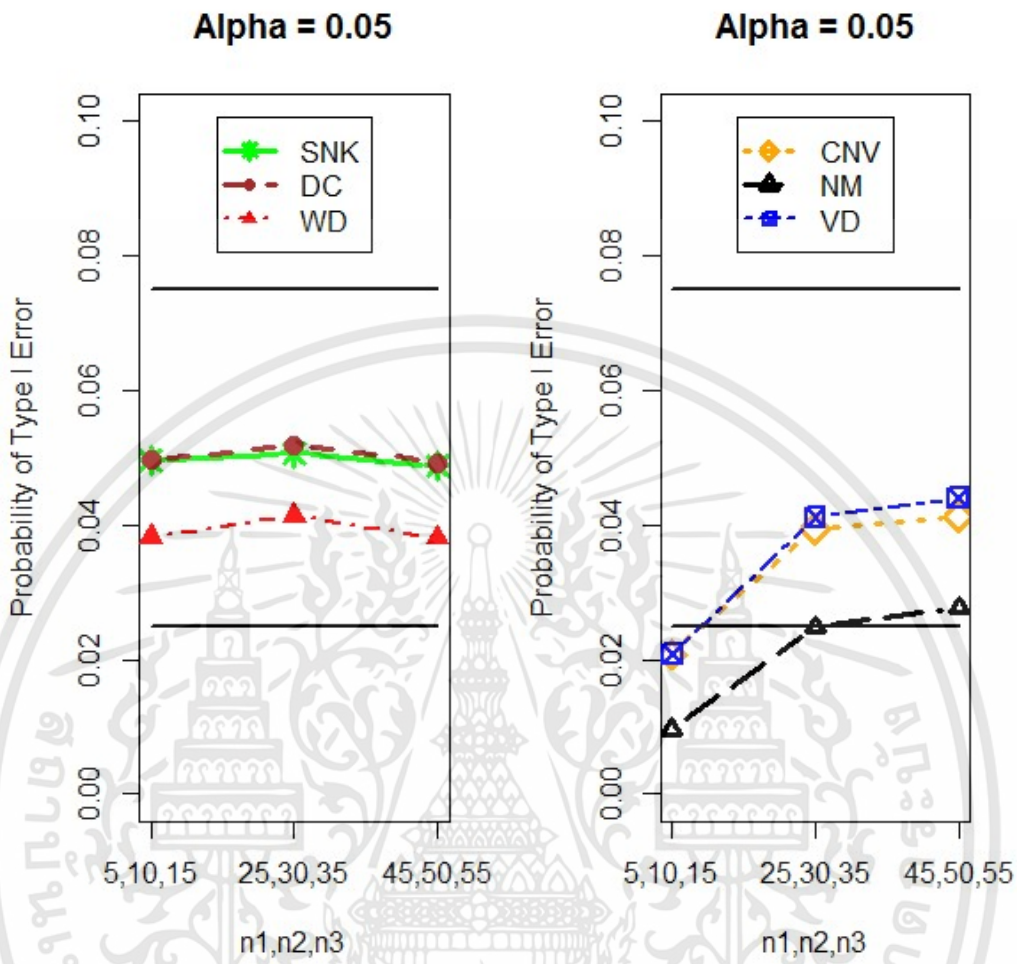
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.14-4.16

ตารางที่ 4.8 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.0496 B	0.0507 B	0.0488 B
	DC	0.0498 B	0.0518 B	0.0493 B
	WD	0.0382 B	0.0413 B	0.0381 B
	CNV	0.0208	0.0394 B	0.0413 B
	NM	0.0096	0.0248	0.0277 B
	VD	0.0209	0.0412 B	0.0440 B
ปานกลาง	SNK	0.0491 B	0.0501 B	0.0480 B
	DC	0.0494 B	0.0509 B	0.0486 B
	WD	0.0381 B	0.0406 B	0.0375 B
	CNV	0.0196	0.0370 B	0.0388 B
	NM	0.0081	0.0233	0.0253 B
	VD	0.0199	0.0396 B	0.0425 B
มาก	SNK	0.0473 B	0.0511 B	0.0488 B
	DC	0.0475 B	0.0518 B	0.0496 B
	WD	0.0366 B	0.0413 B	0.0381 B
	CNV	0.0170	0.0354 B	0.0376 B
	NM	0.0067	0.0215	0.0223
	VD	0.0172	0.0386 B	0.0413 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

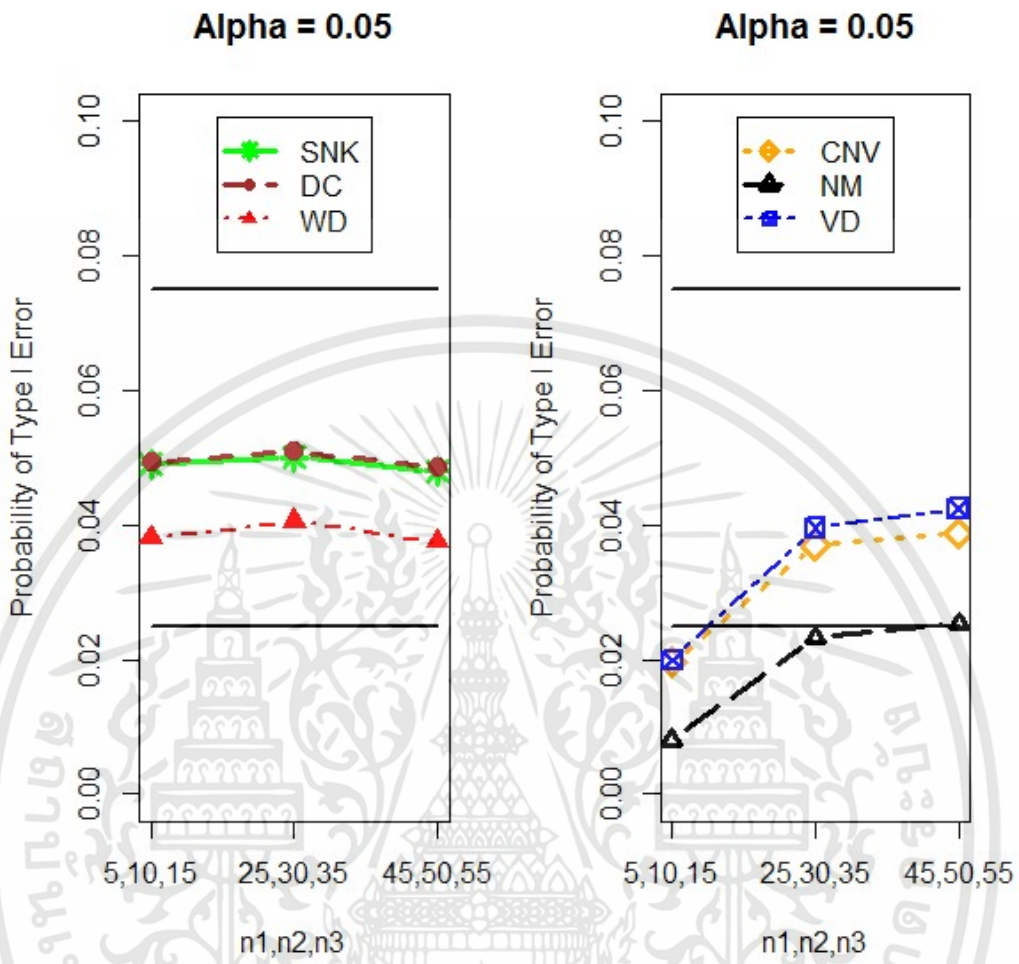
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.14 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

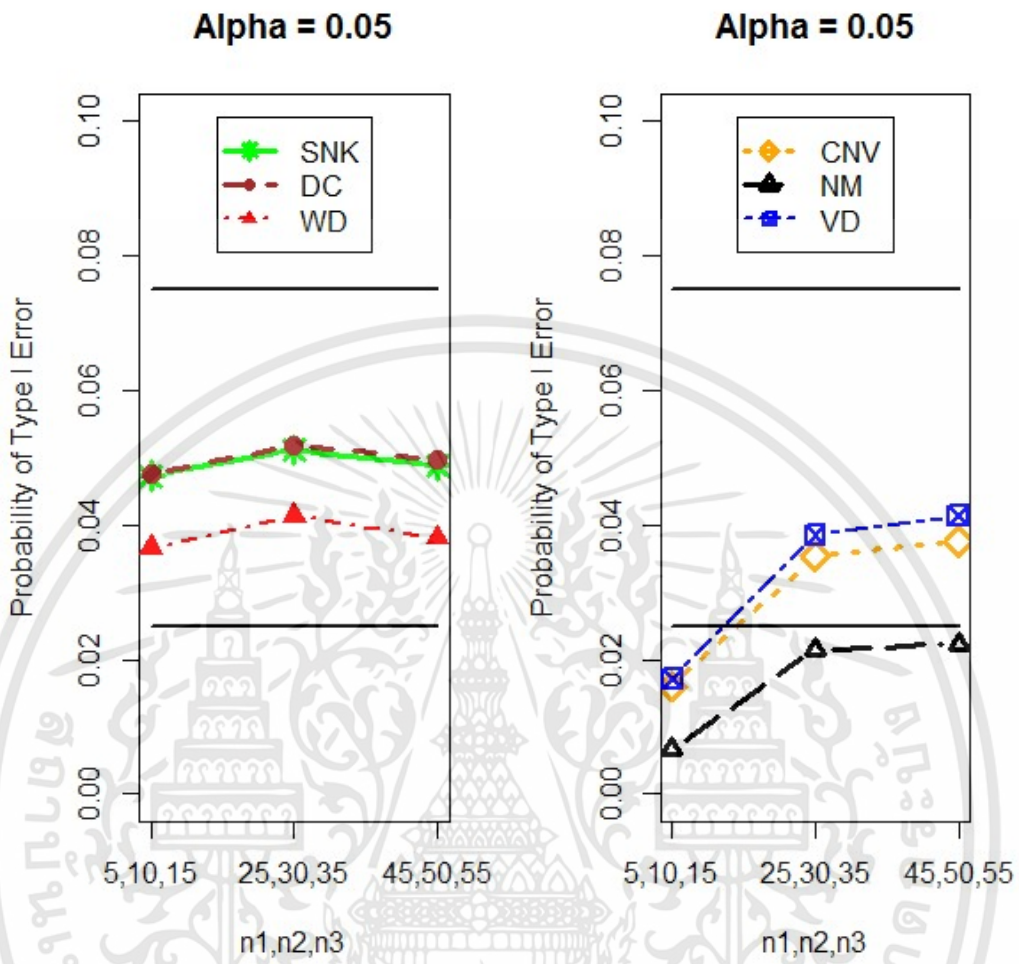
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.15 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.16 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา

4.1.2.1 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

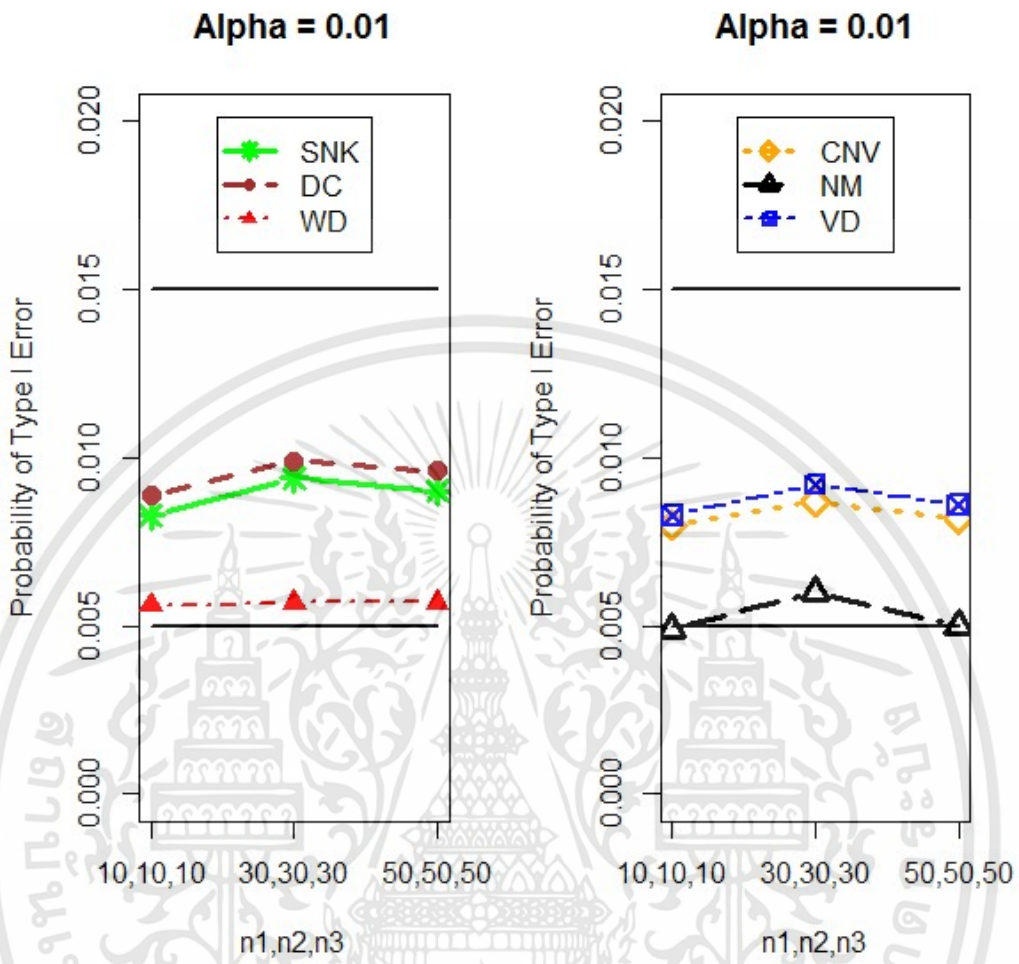
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.17

ตารางที่ 4.9 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.0083 B	0.0094 B	0.0090 B
DC	0.0089 B	0.0099 B	0.0096 B
WD	0.0056 B	0.0057 B	0.0057 B
CNV	0.0080 B	0.0087 B	0.0082 B
NM	0.0049	0.0060 B	0.0050 B
VD	0.0083 B	0.0092 B	0.0086 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.17 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนตัวสถิติทดสอบ Nemenyi สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

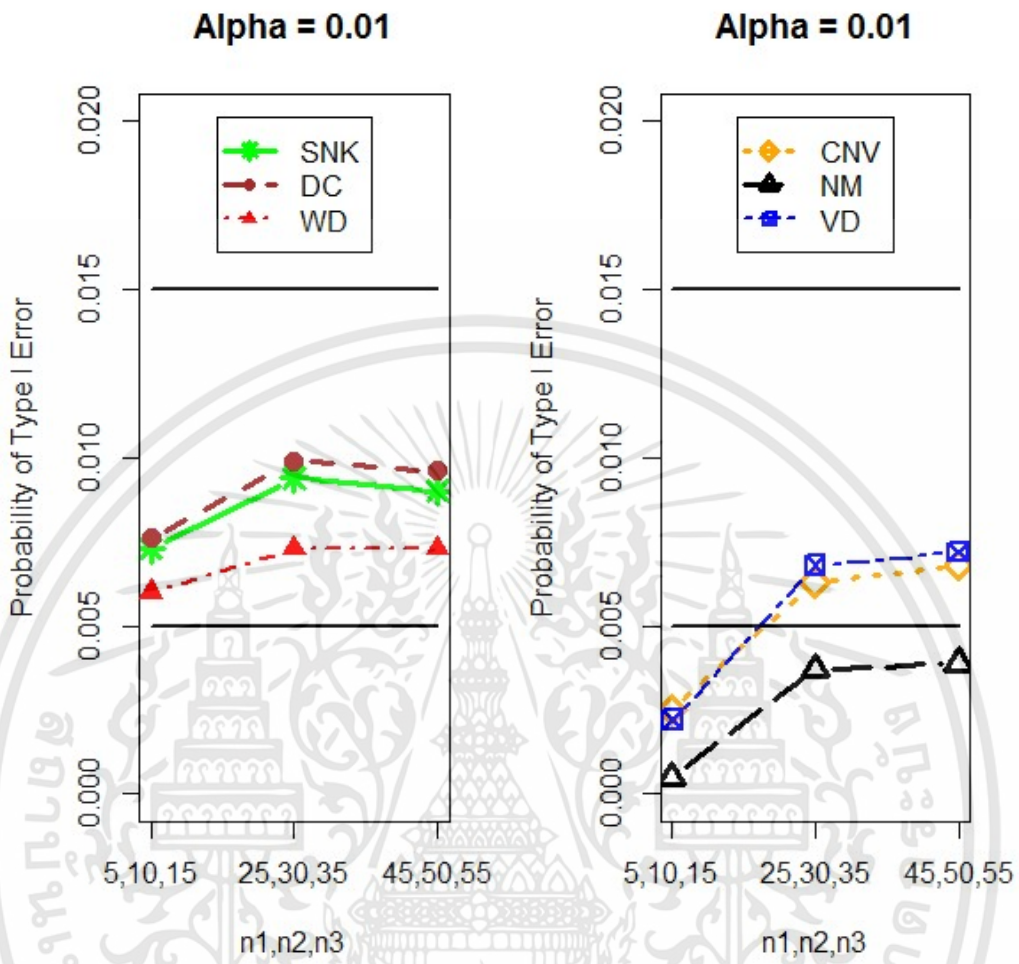
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.18

ตารางที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.0073 B	0.0094 B	0.0090 B
DC	0.0076 B	0.0099 B	0.0096B
WD	0.0060 B	0.0073 B	0.0073 B
CNV	0.0025	0.0063 B	0.0068 B
NM	0.0005	0.0037	0.0039
VD	0.0022	0.0068 B	0.0072 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.18 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

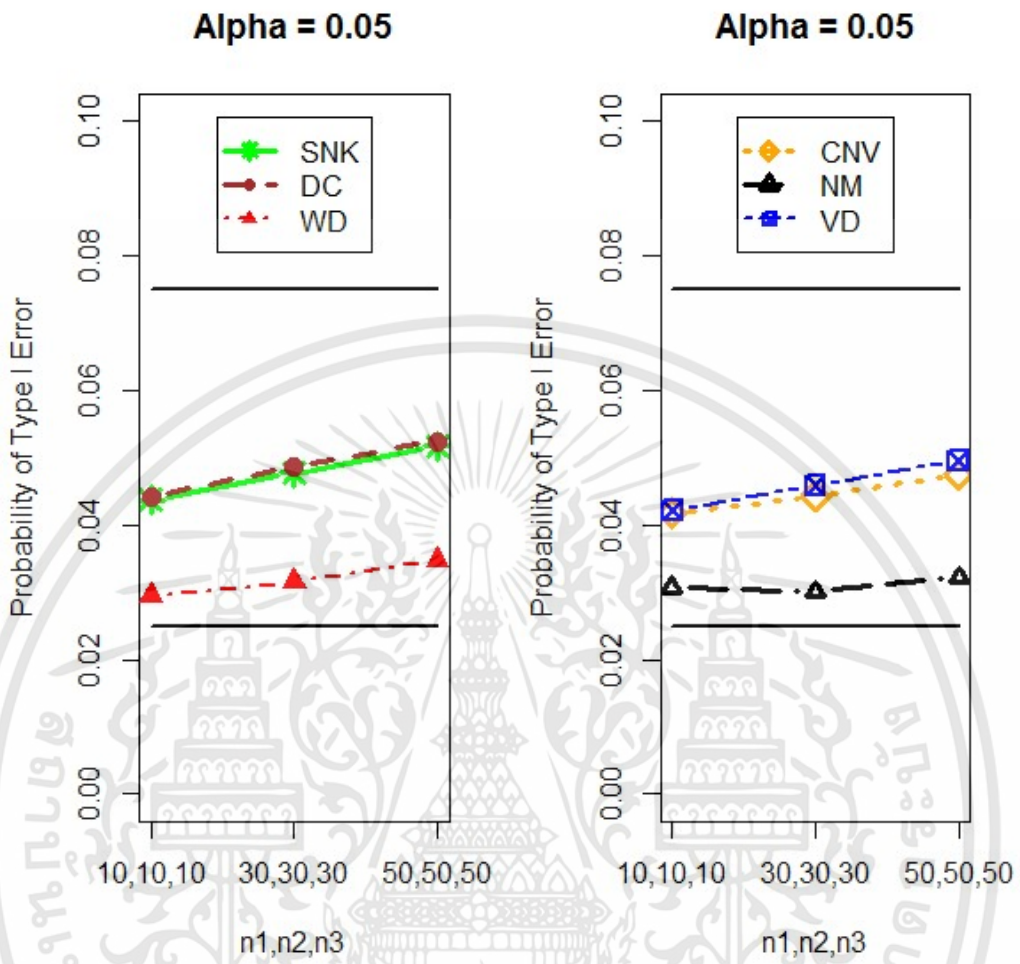
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่า จะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.19

ตารางที่ 4.11 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.0437 B	0.0478 B	0.0517 B
DC	0.0443 B	0.0487 B	0.0524 B
WD	0.0295 B	0.0316 B	0.0347 B
CNV	0.0418 B	0.0443 B	0.0475 B
NM	0.0307 B	0.0301 B	0.0322 B
VD	0.0421 B	0.0458 B	0.0496 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.19 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

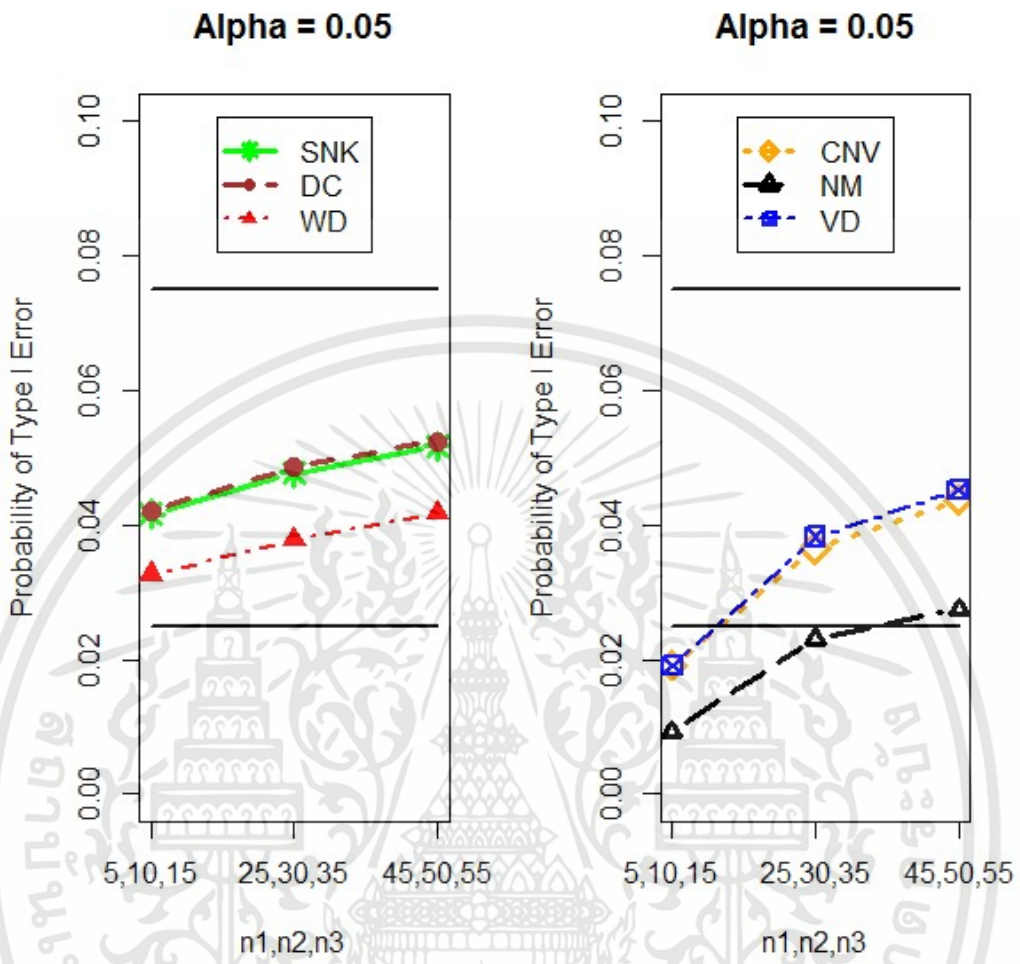
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.20

ตารางที่ 4.12 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.0416 B	0.0478 B	0.0517 B
DC	0.0420 B	0.0487 B	0.0524 B
WD	0.0326 B	0.0378 B	0.0418 B
CNV	0.0192	0.0365 B	0.0437 B
NM	0.0092	0.0231	0.0274 B
VD	0.0191	0.0382 B	0.0452 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.20 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.3 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

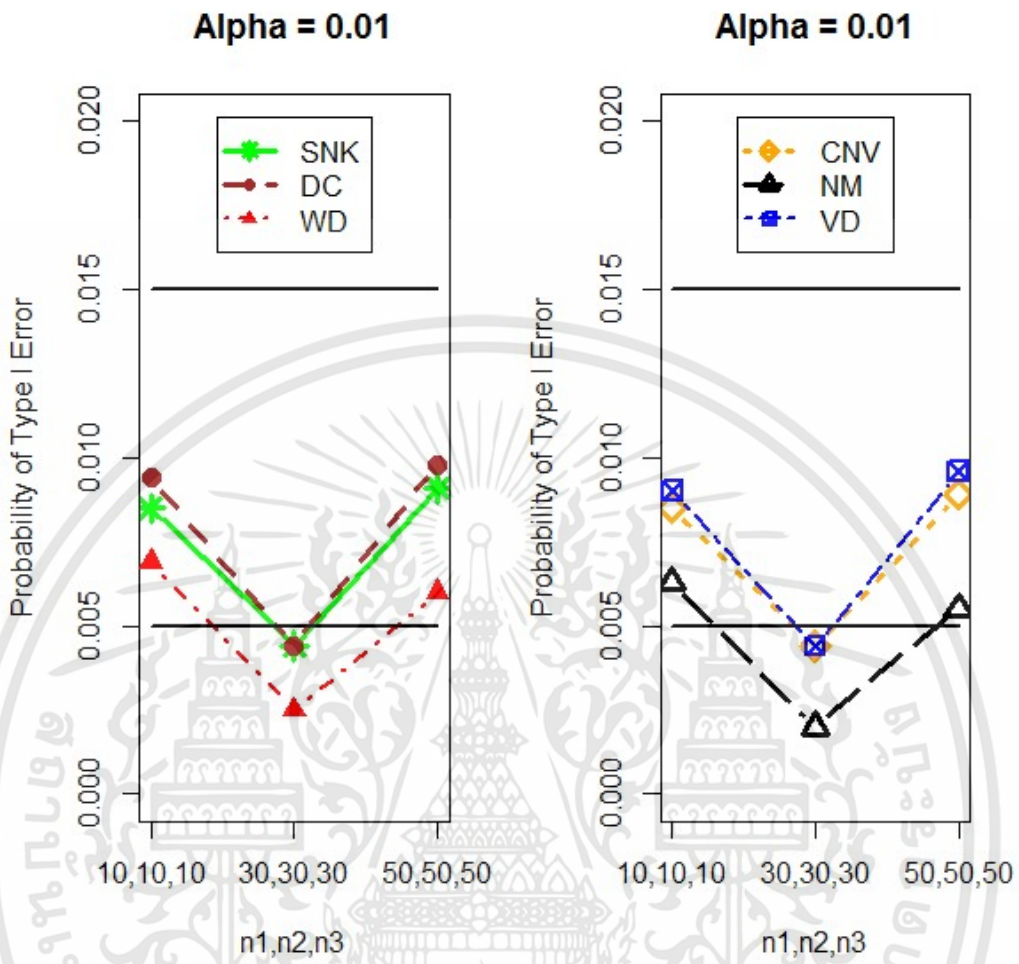
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.21-4.23

ตารางที่ 4.13 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.0085 B	0.0044	0.0091 B
	DC	0.0094 B	0.0044	0.0098 B
	WD	0.0069 B	0.0025	0.0060 B
	CNV	0.0085 B	0.0044	0.0089 B
	NM	0.0063 B	0.0020	0.0055 B
	VD	0.0090 B	0.0044	0.0096 B
ปานกลาง	SNK	0.0085 B	0.0044	0.0091 B
	DC	0.0094 B	0.0044	0.0098 B
	WD	0.0069 B	0.0025	0.0060 B
	CNV	0.0085 B	0.0044	0.0089 B
	NM	0.0063 B	0.0020	0.0055 B
	VD	0.0090 B	0.0044	0.0096 B
มาก	SNK	0.0082 B	0.0044	0.0091 B
	DC	0.0089 B	0.0044	0.0098 B
	WD	0.0060 B	0.0025	0.0060 B
	CNV	0.0082 B	0.0045	0.0089 B
	NM	0.0057 B	0.0020	0.0055 B
	VD	0.0086 B	0.0044	0.0096 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

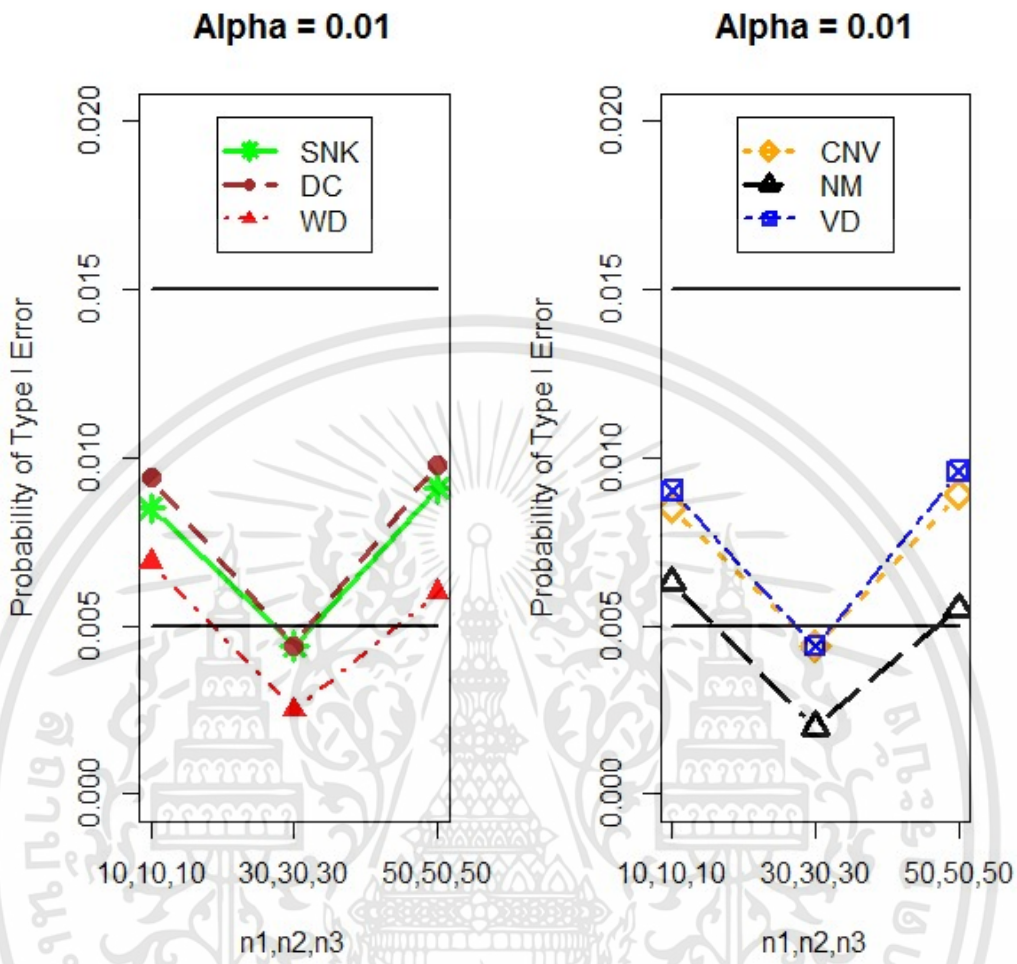
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.21 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดใหญ่

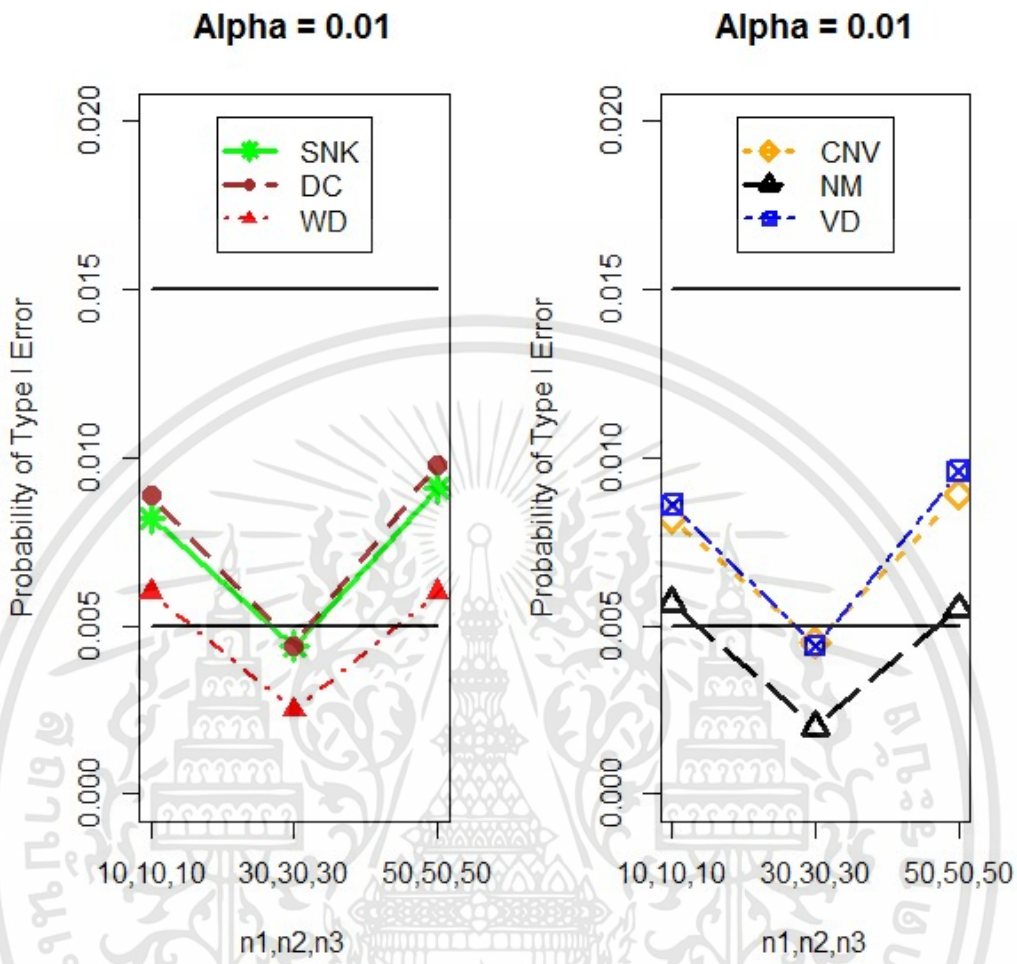
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาด และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.22 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาด ตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.23 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

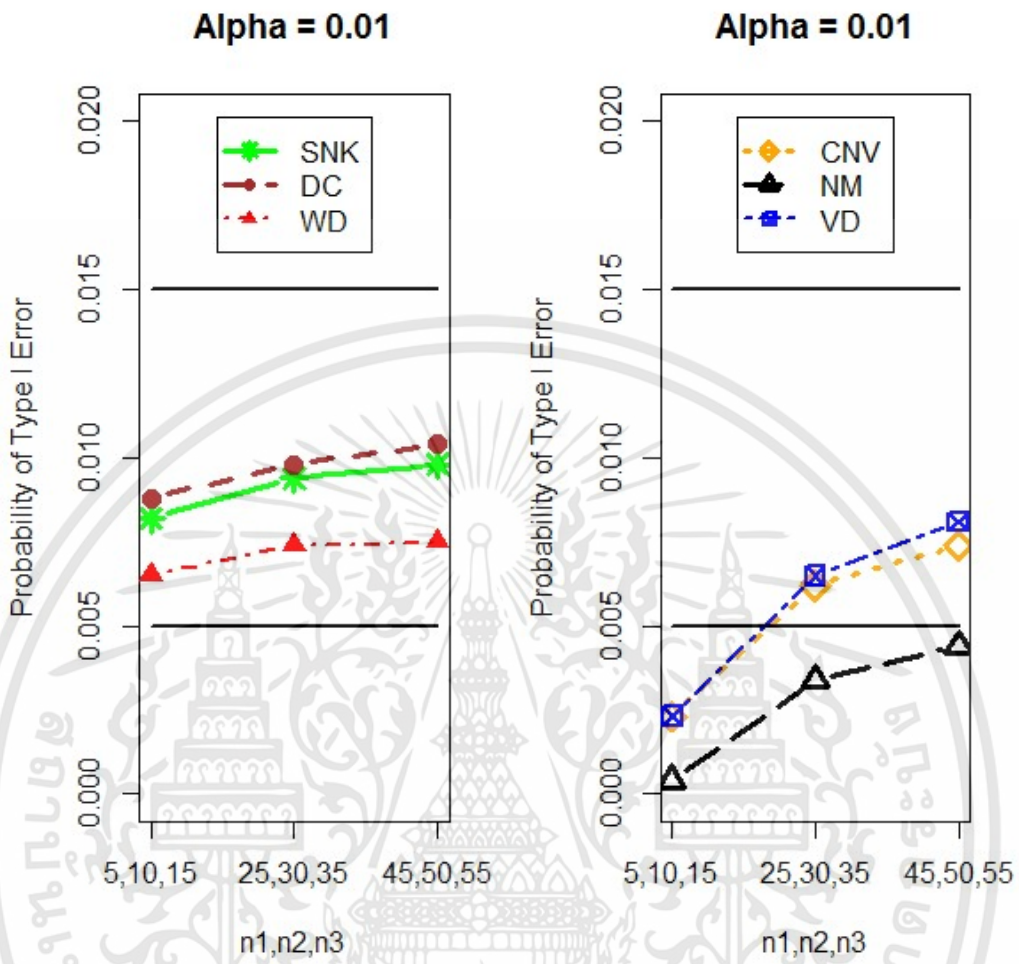
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.24-4.26

ตารางที่ 4.14 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.0082 B	0.0094 B	0.0098 B
	DC	0.0088 B	0.0098 B	0.0104 B
	WD	0.0065 B	0.0074 B	0.0075 B
	CNV	0.0023	0.0062 B	0.0074 B
	NM	0.0004	0.0034	0.0044
	VD	0.0023	0.0065 B	0.0081 B
ปานกลาง	SNK	0.0082 B	0.0092 B	0.0098 B
	DC	0.0088 B	0.0097 B	0.0104 B
	WD	0.0065 B	0.0074 B	0.0075 B
	CNV	0.0023	0.0060 B	0.0074 B
	NM	0.0004	0.0035	0.0044
	VD	0.0023	0.0064 B	0.0081 B
มาก	SNK	0.0083 B	0.0094 B	0.0098 B
	DC	0.0088 B	0.0098 B	0.0104 B
	WD	0.0065 B	0.0074 B	0.0075 B
	CNV	0.0023	0.0062 B	0.0043
	NM	0.0004	0.0034	0.0041
	VD	0.0023	0.0065 B	0.0081 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

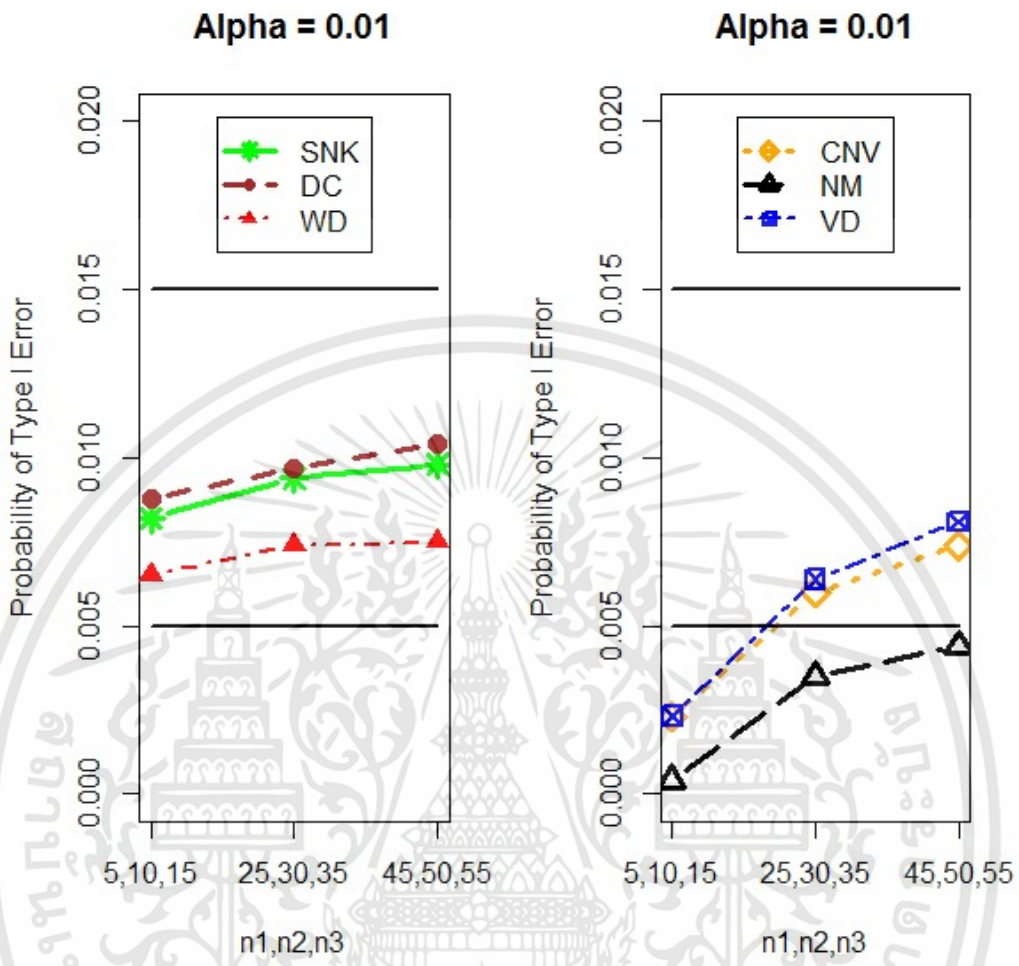
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.24 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

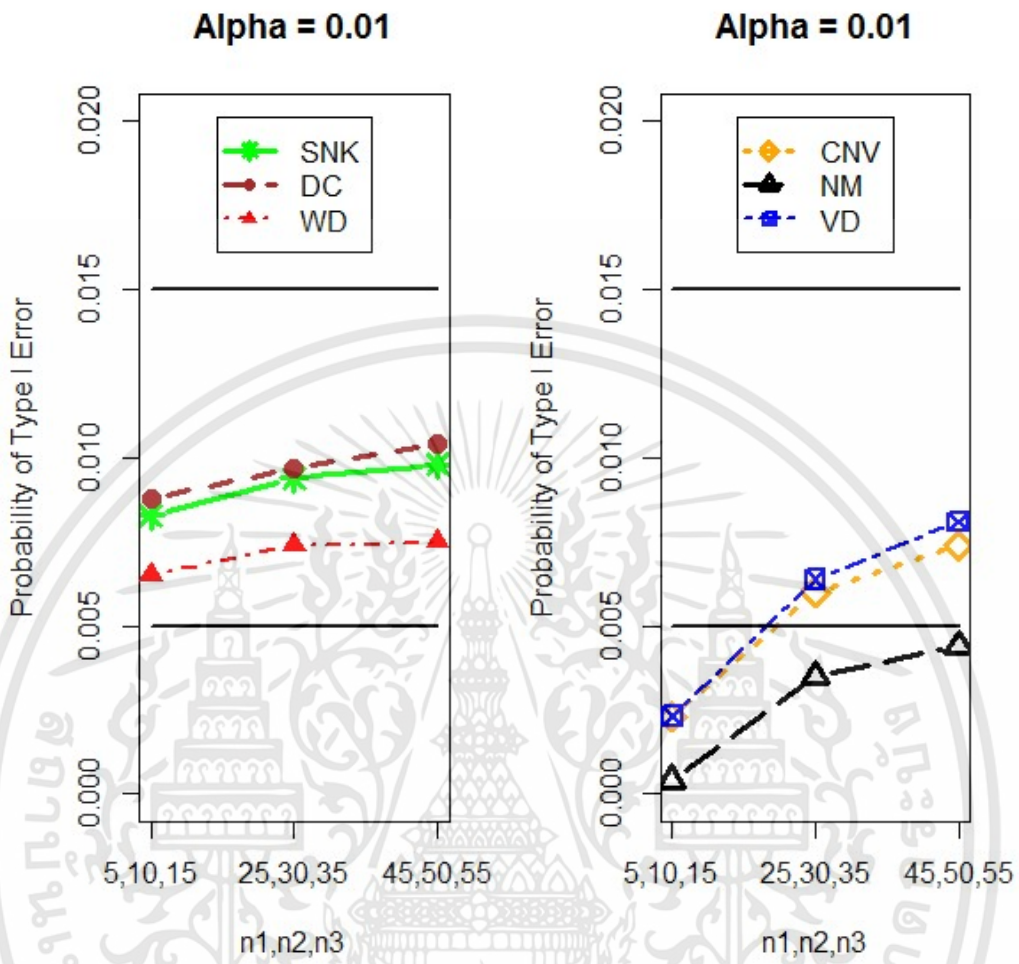
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.25 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.26 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง ตัวสถิติทดสอบ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.4 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

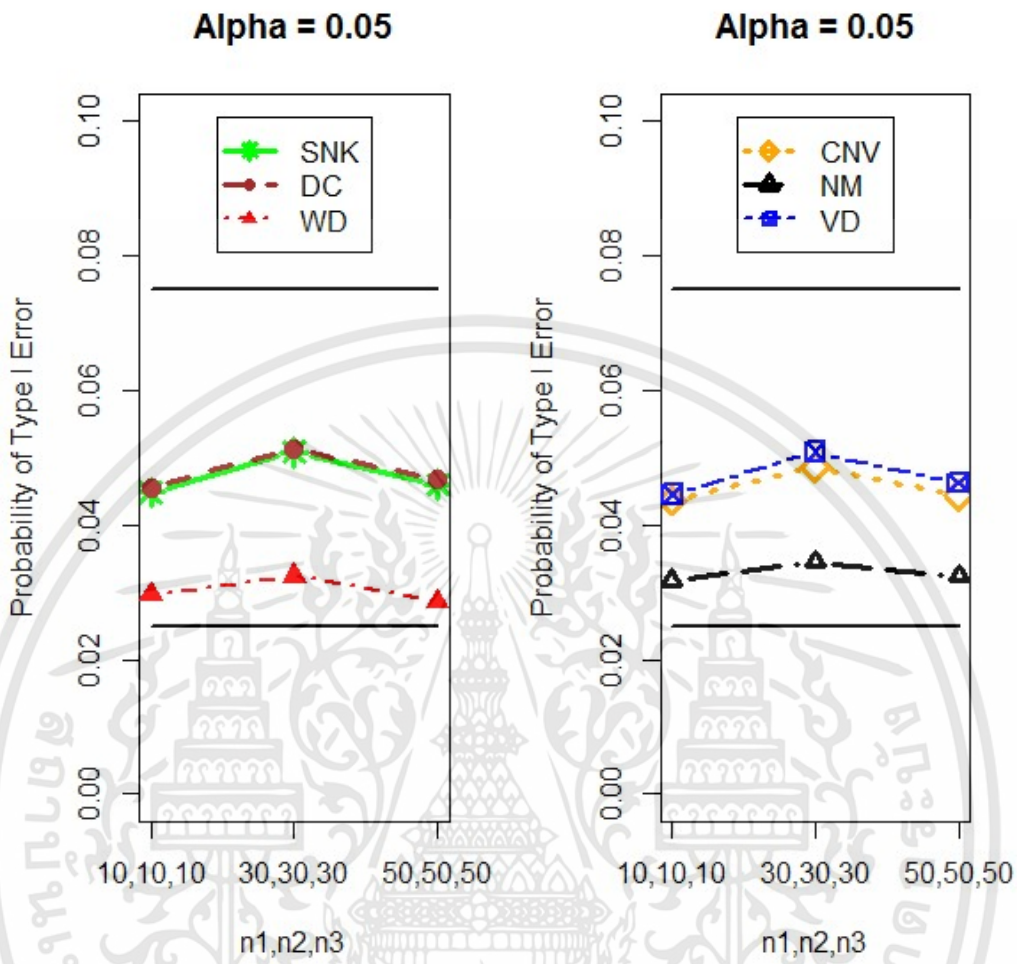
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.27-4.29

ตารางที่ 4.15 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.0449 B	0.0508 B	0.0460 B
	DC	0.0456 B	0.0514 B	0.0468 B
	WD	0.0296 B	0.0324 B	0.0286 B
	CNV	0.0437 B	0.0486 B	0.0444 B
	NM	0.0318 B	0.0345 B	0.0324 B
	VD	0.0446 B	0.0509 B	0.0463 B
ปานกลาง	SNK	0.0445 B	0.0508 B	0.0460 B
	DC	0.0454 B	0.0514 B	0.0468 B
	WD	0.0304 B	0.0324 B	0.0286 B
	CNV	0.0440 B	0.0486 B	0.0444 B
	NM	0.0323 B	0.0345 B	0.0324 B
	VD	0.0444 B	0.0509 B	0.0463 B
มาก	SNK	0.0445 B	0.0508 B	0.0460 B
	DC	0.0454 B	0.0514 B	0.0468 B
	WD	0.0304 B	0.0324 B	0.0286 B
	CNV	0.0440 B	0.0486 B	0.0444 B
	NM	0.0323 B	0.0345 B	0.0324 B
	VD	0.0444 B	0.0509 B	0.0463 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

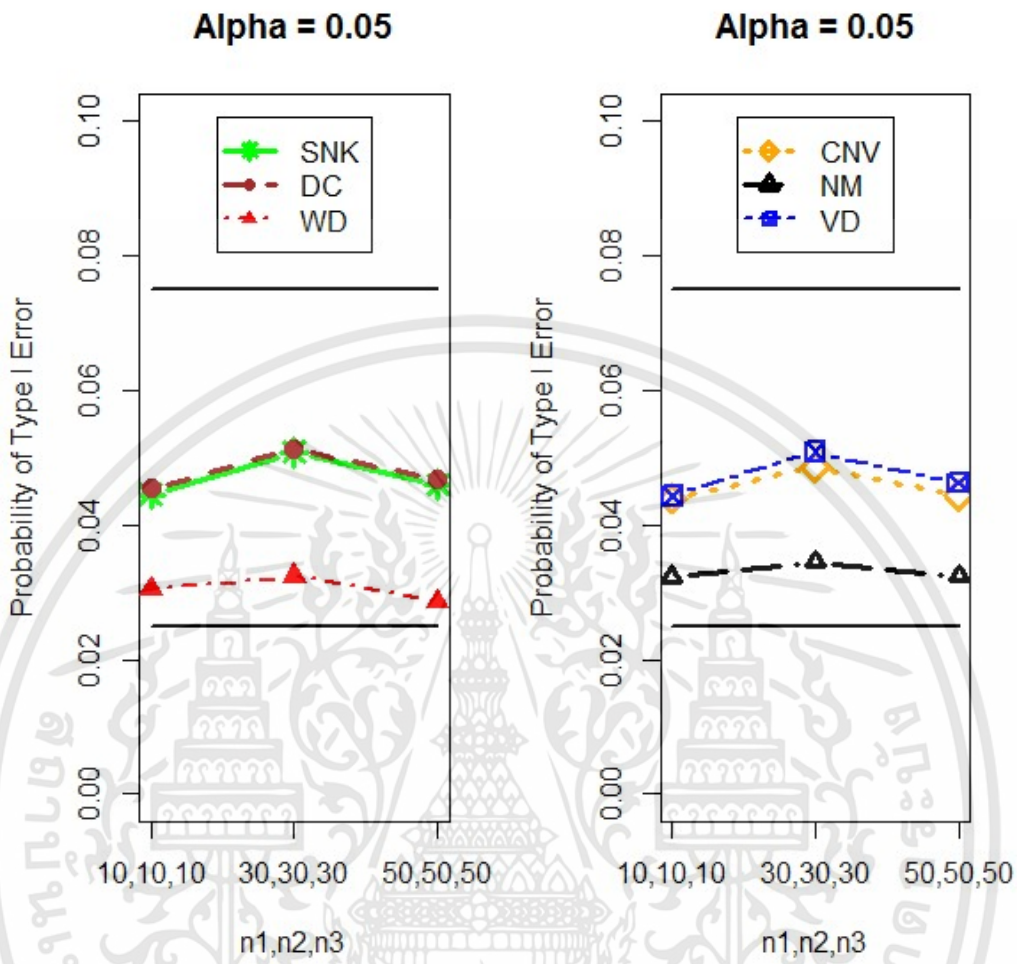
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.27 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

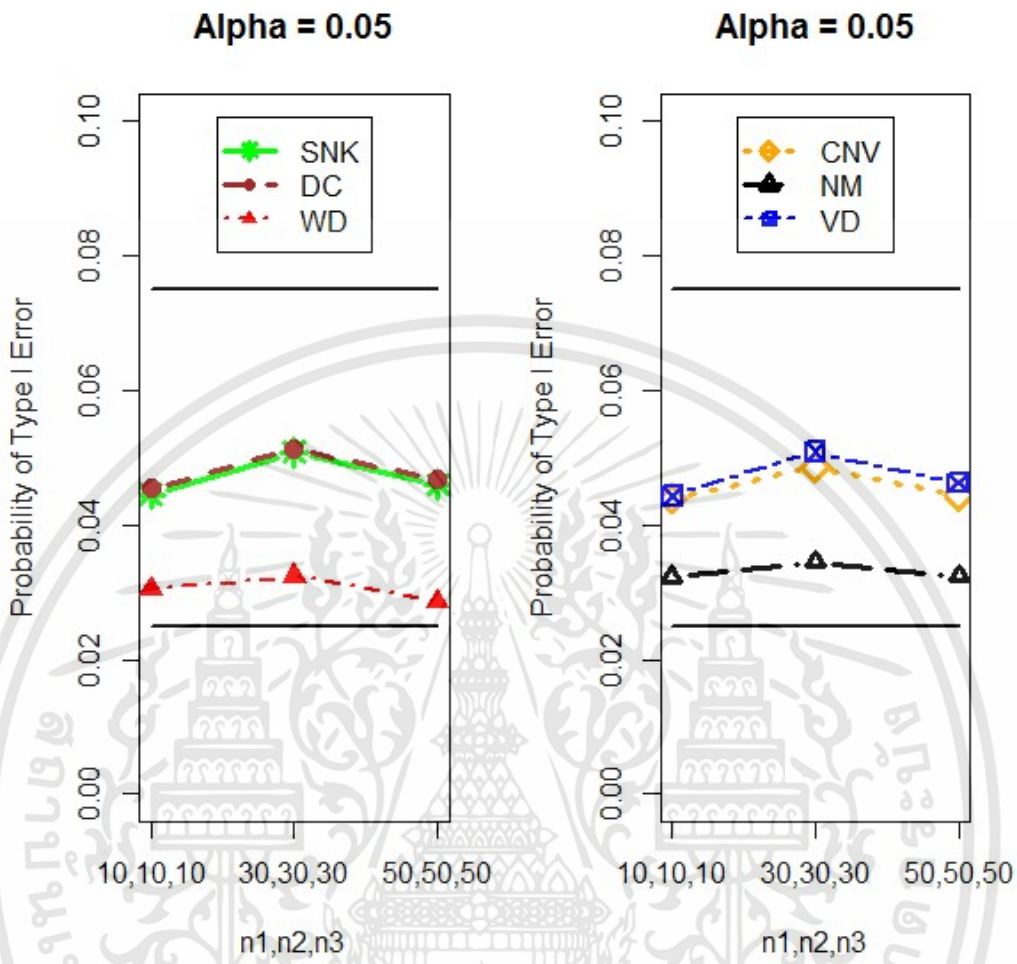
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.28 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD ,CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.29 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

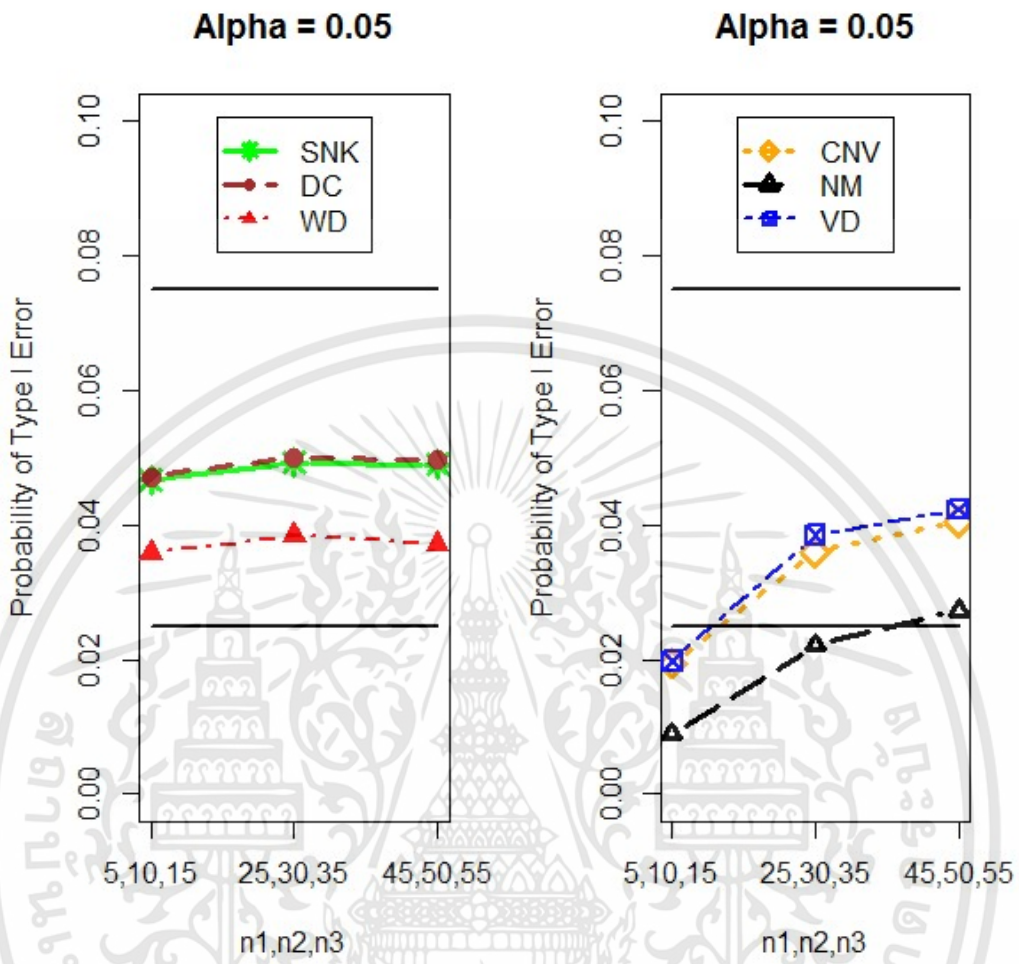
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.30-4.32

ตารางที่ 4.16 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.0467 B	0.0493 B	0.0490 B
	DC	0.0472 B	0.0500 B	0.0497 B
	WD	0.0359 B	0.0385 B	0.0372 B
	CNV	0.0195	0.0360 B	0.0405 B
	NM	0.0089	0.0221	0.0273 B
	VD	0.0198	0.0384 B	0.0423 B
ปานกลาง	SNK	0.0467 B	0.0493 B	0.0490 B
	DC	0.0472 B	0.0500 B	0.0497 B
	WD	0.0359 B	0.0385 B	0.0372 B
	CNV	0.0195	0.0360 B	0.0405 B
	NM	0.0089	0.0221	0.0273 B
	VD	0.0198	0.0384 B	0.0423 B
มาก	SNK	0.0467 B	0.0493 B	0.0490 B
	DC	0.0472 B	0.0500 B	0.0497 B
	WD	0.0359 B	0.0385 B	0.0372 B
	CNV	0.0195	0.0360 B	0.0405 B
	NM	0.0089	0.0221	0.0273 B
	VD	0.0198	0.0384 B	0.0423 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

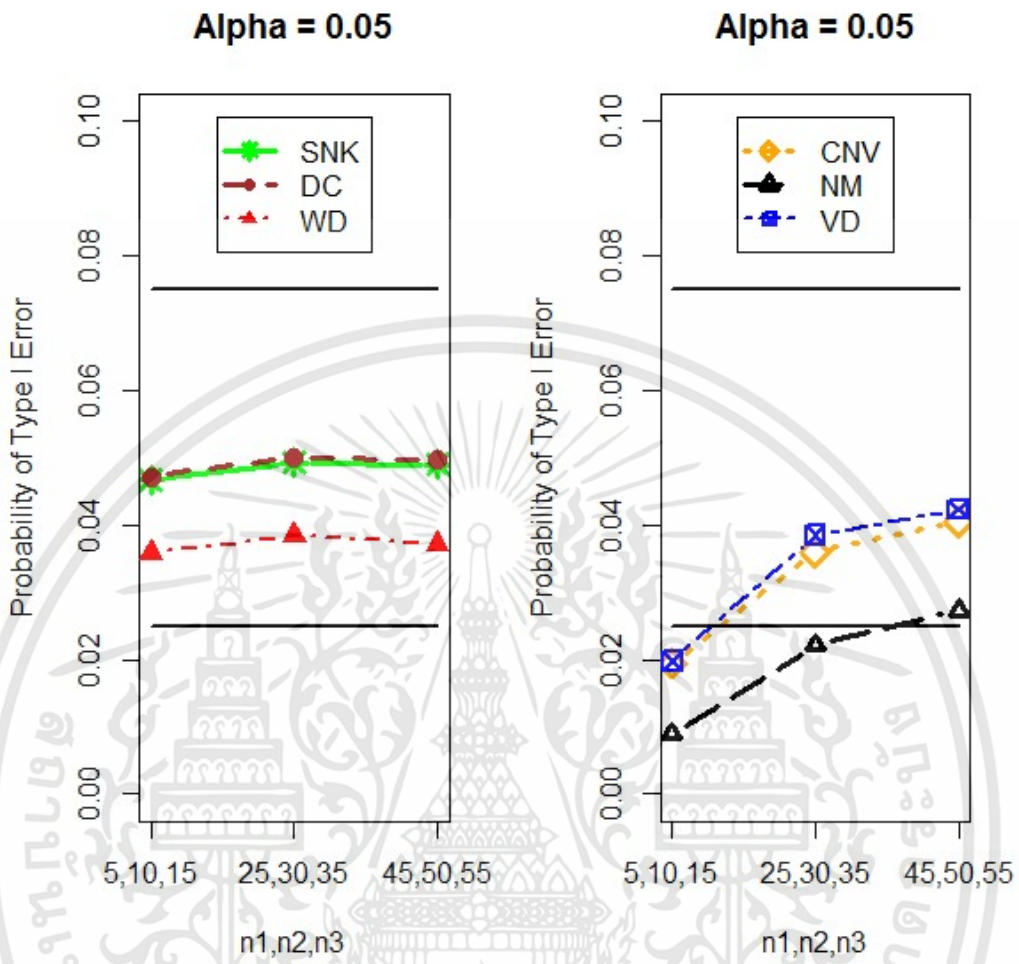
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.30 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

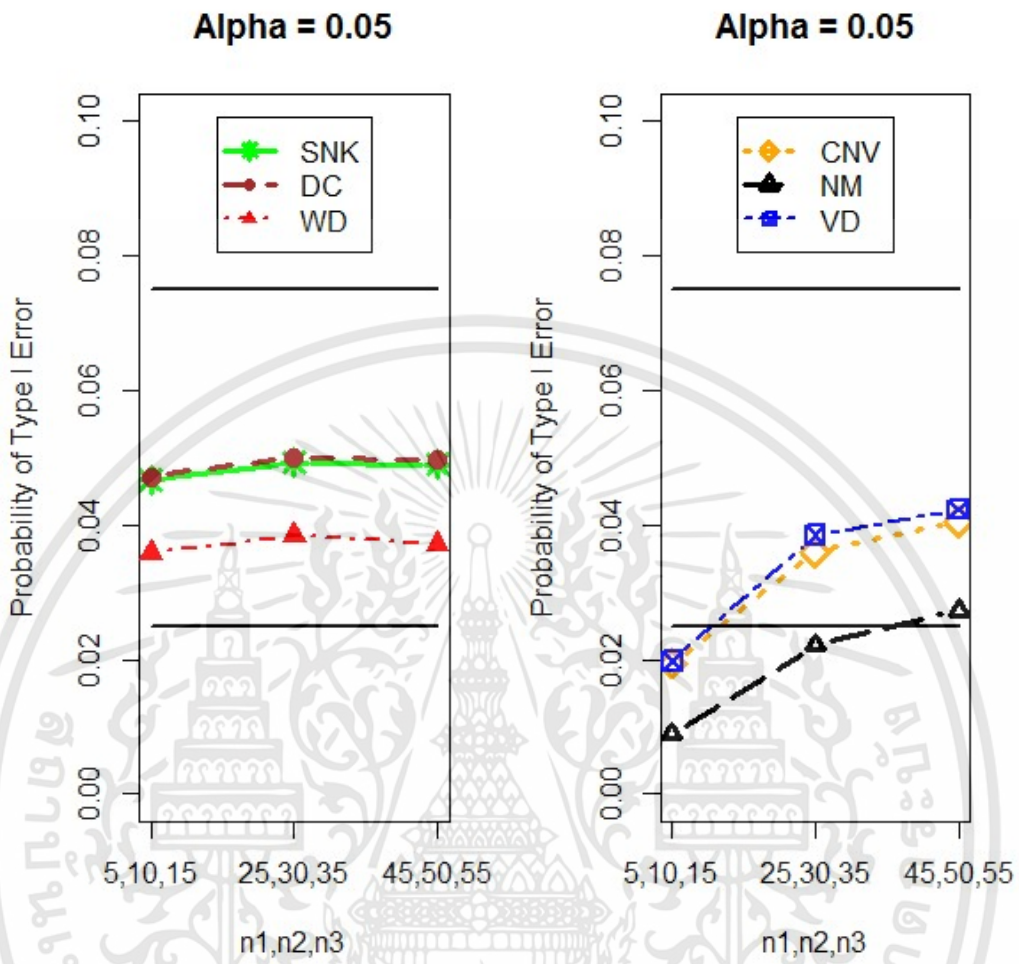
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.31 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของ ความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.32 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ

4.1.3.1 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

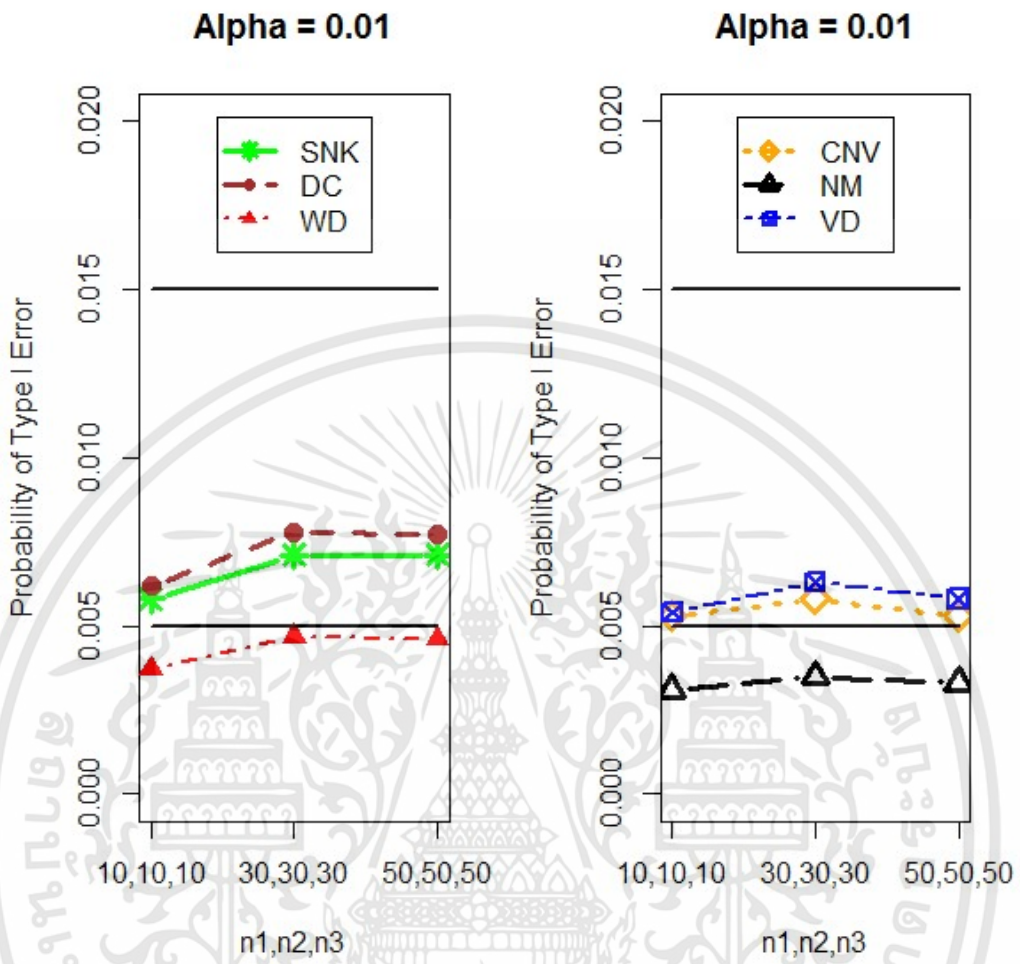
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.33

ตารางที่ 4.17 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.0058 B	0.0071 B	0.0071 B
DC	0.0062 B	0.0078 B	0.0077 B
WD	0.0037	0.0047	0.0046
CNV	0.0053 B	0.0058 B	0.0053 B
NM	0.0031	0.0035	0.0033
VD	0.0054 B	0.0063 B	0.0058 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.33 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนตัวสถิติทดสอบ WD และ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

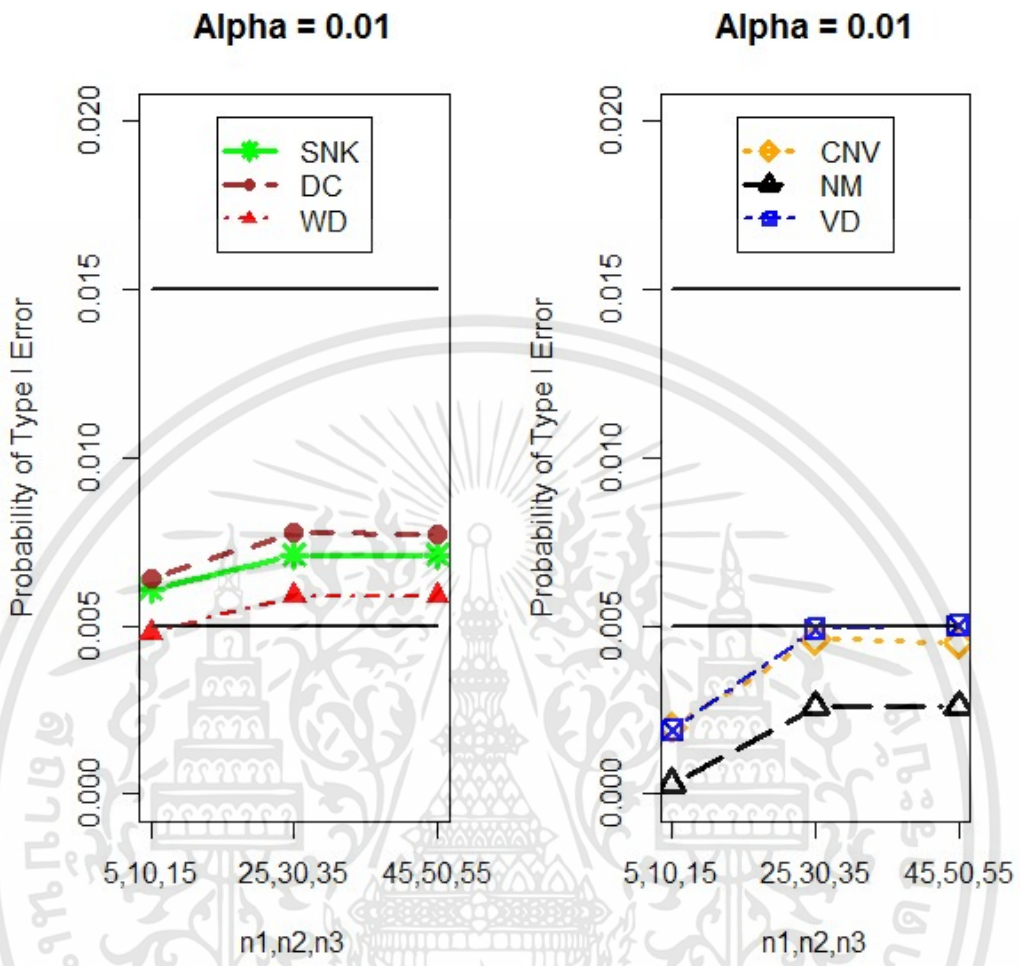
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.34

ตารางที่ 4.18 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.0061 B	0.0071 B	0.0071 B
DC	0.0064 B	0.0078 B	0.0077 B
WD	0.0048	0.0059 B	0.0059 B
CNV	0.0020	0.0046	0.0045
NM	0.0003	0.0026	0.0026
VD	0.0019	0.0049	0.0050 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.34 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK และ DC สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ตัวสถิติทดสอบ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ CNV และ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

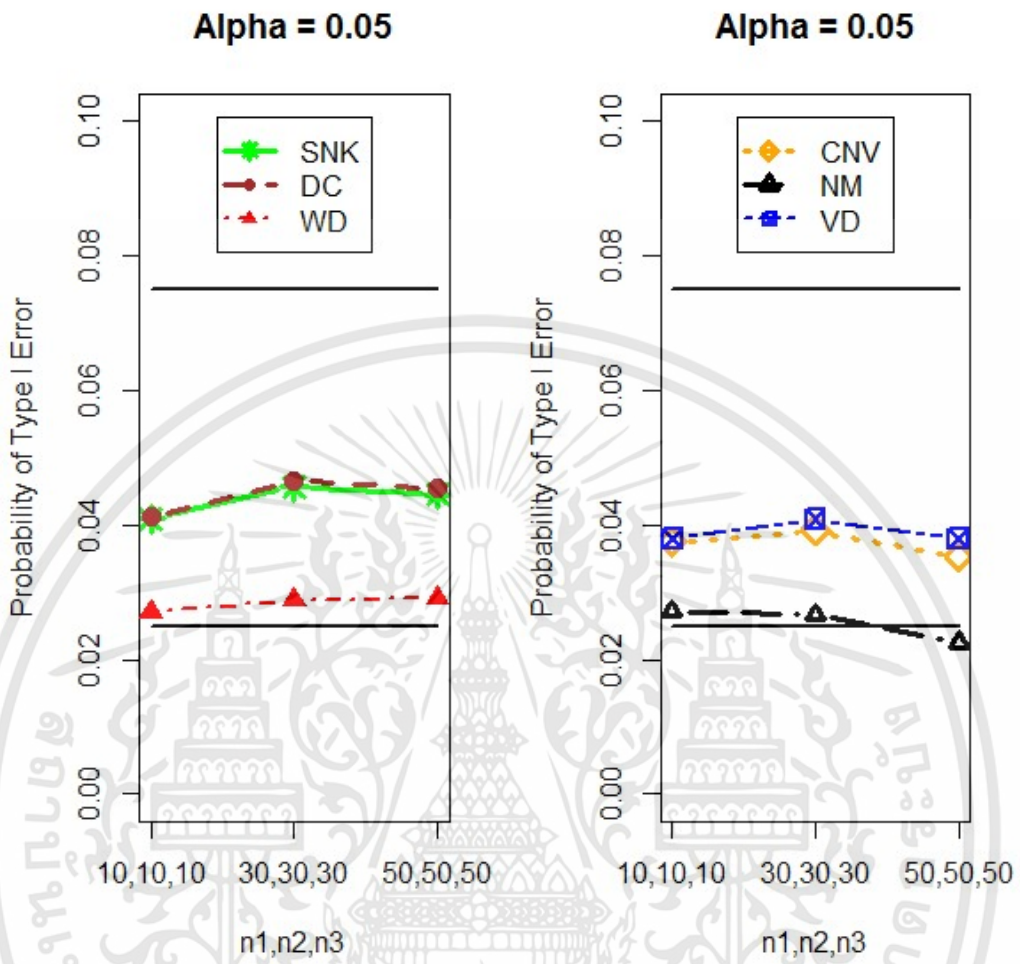
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.19 และรูปที่ 4.35

ตารางที่ 4.19 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.0409 B	0.0457 B	0.0445 B
DC	0.0413 B	0.0466 B	0.0454 B
WD	0.0270 B	0.0288 B	0.0291 B
CNV	0.0375 B	0.0392 B	0.0354 B
NM	0.0271 B	0.0266 B	0.0226
VD	0.0379 B	0.0408 B	0.0380 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.35 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

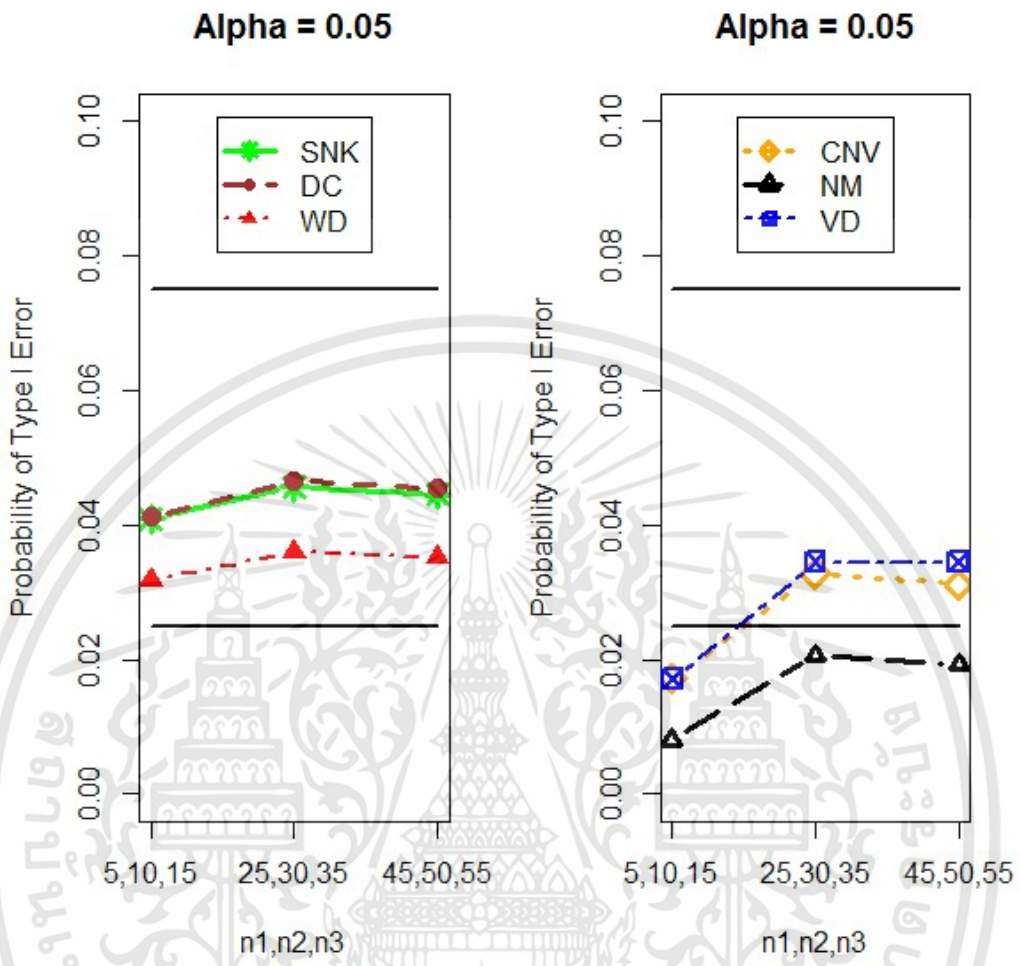
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.36

ตารางที่ 4.20 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.0409 B	0.0457 B	0.0445 B
DC	0.0413 B	0.0466 B	0.0454 B
WD	0.0317 B	0.0360 B	0.0352 B
CNV	0.0172	0.0327 B	0.0312 B
NM	0.0081	0.0206	0.0193
VD	0.0171	0.0345 B	0.0345 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.36 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

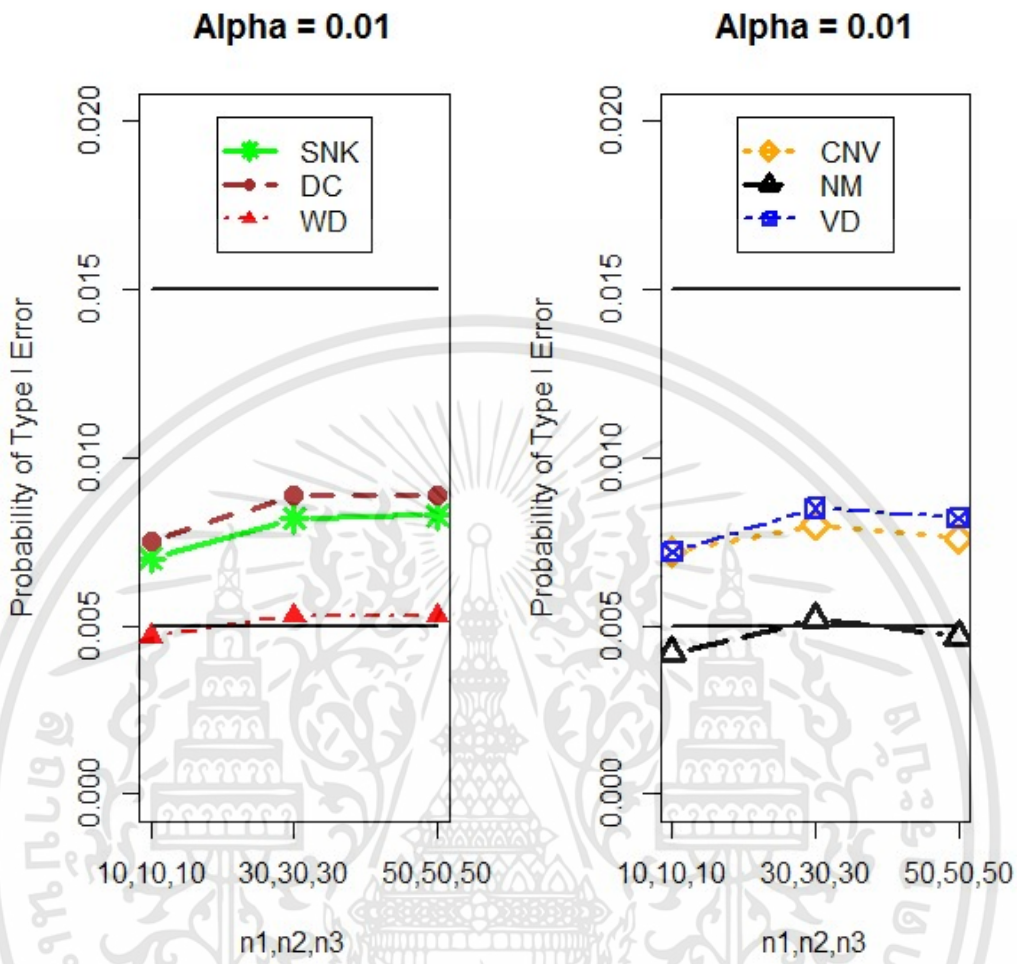
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.21 และรูปที่ 4.37-4.39

ตารางที่ 4.21 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.0070 B	0.0082 B	0.0083 B
	DC	0.0075 B	0.0089 B	0.0089 B
	WD	0.0047	0.0053 B	0.0053 B
	CNV	0.0072 B	0.0080 B	0.0076 B
	NM	0.0042	0.0052 B	0.0047
	VD	0.0072 B	0.0085 B	0.0082 B
ปานกลาง	SNK	0.0079 B	0.0088 B	0.0088 B
	DC	0.0084 B	0.0094 B	0.0096 B
	WD	0.0051 B	0.0054 B	0.0057 B
	CNV	0.0082 B	0.0087 B	0.0087 B
	NM	0.0049	0.0058 B	0.0056 B
	VD	0.0083 B	0.0092 B	0.0094 B
มาก	SNK	0.0070 B	0.0082 B	0.0083 B
	DC	0.0075 B	0.0089 B	0.0089 B
	WD	0.0047	0.0053 B	0.0053 B
	CNV	0.0072 B	0.0080 B	0.0076 B
	NM	0.0042	0.0052 B	0.0047
	VD	0.0072 B	0.0085 B	0.0082 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

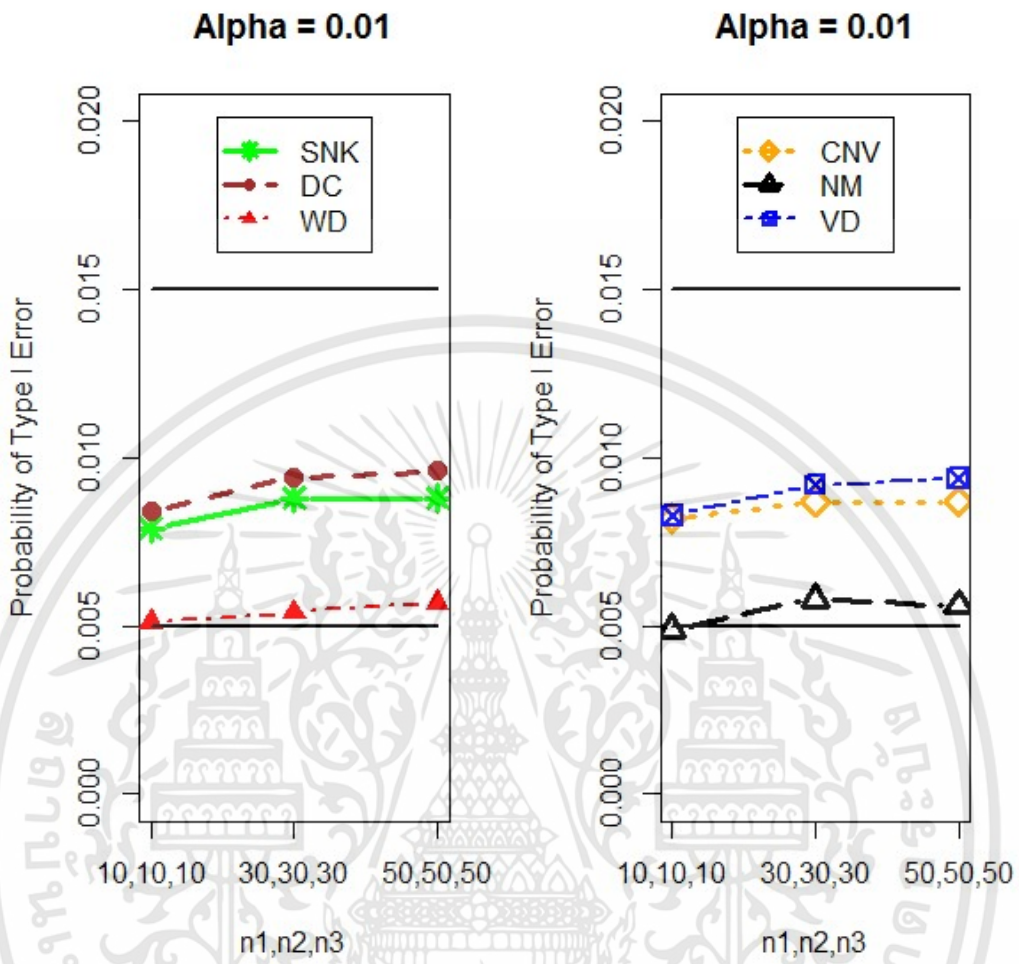
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.37 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง

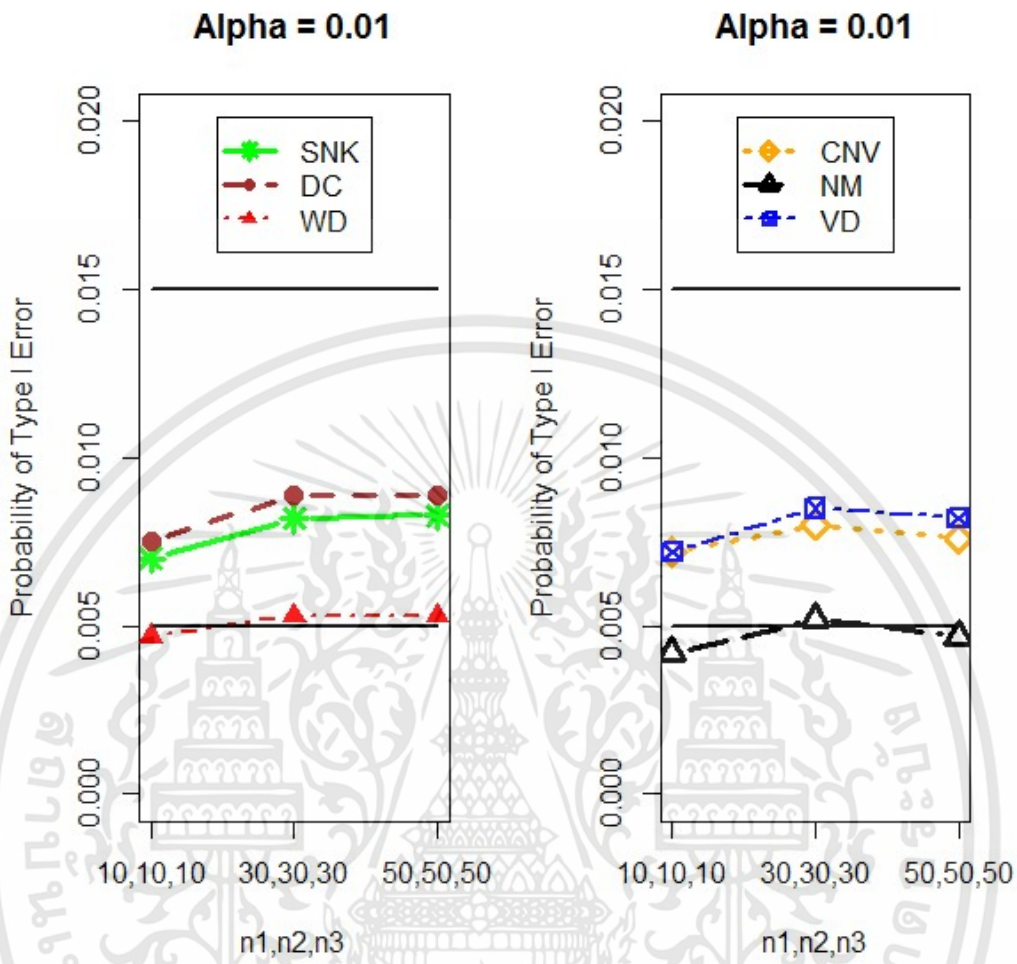
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.38 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.39 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

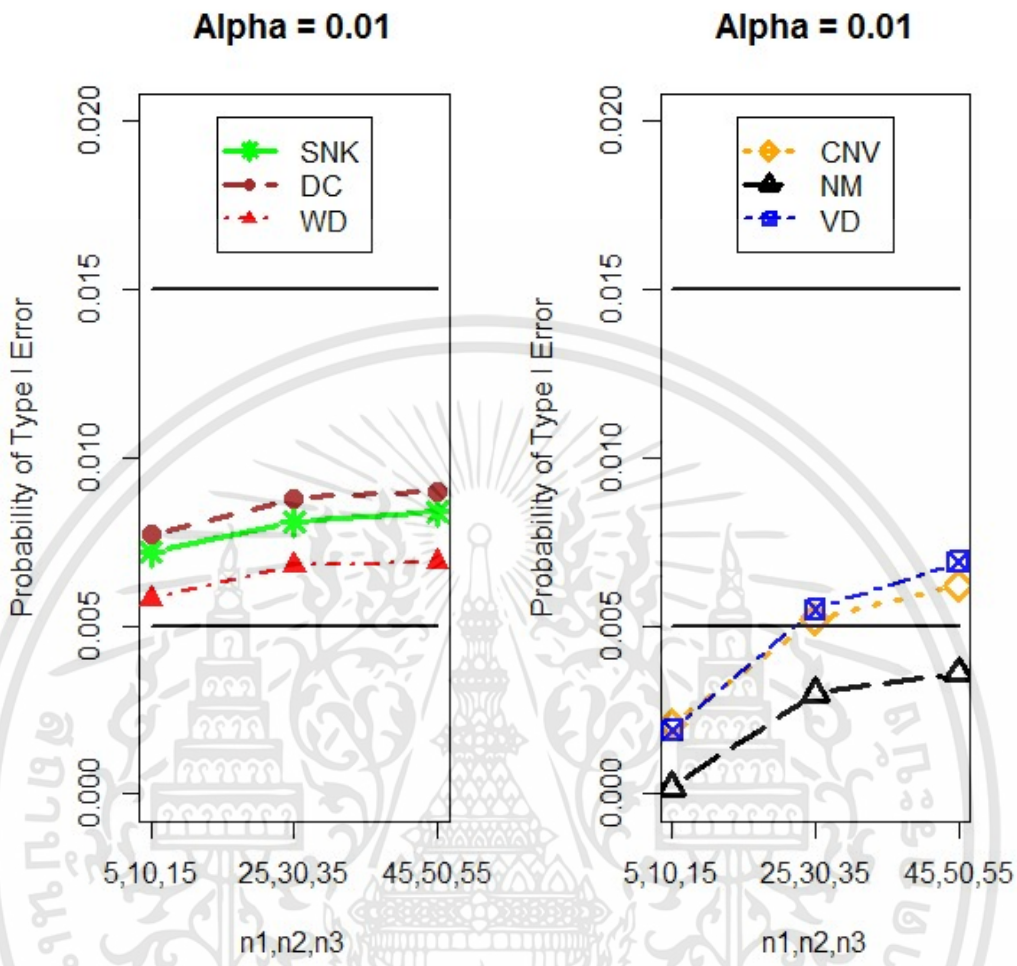
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.22 และรูปที่ 4.40-4.42

ตารางที่ 4.22 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.0072 B	0.0081 B	0.0084 B
	DC	0.0077 B	0.0088 B	0.0090 B
	WD	0.0058 B	0.0068 B	0.0069 B
	CNV	0.0021	0.0052 B	0.0062 B
	NM	0.0002	0.0030	0.0036
	VD	0.0019	0.0055 B	0.0069 B
ปานกลาง	SNK	0.0081 B	0.0091 B	0.0089 B
	DC	0.0086 B	0.0096 B	0.0096 B
	WD	0.0066 B	0.0072 B	0.0073 B
	CNV	0.0023	0.0057 B	0.0068 B
	NM	0.0003	0.0031	0.0039
	VD	0.0022	0.0062 B	0.0076 B
มาก	SNK	0.0072 B	0.0081 B	0.0084 B
	DC	0.0077 B	0.0088 B	0.0090 B
	WD	0.0058 B	0.0068 B	0.0069 B
	CNV	0.0021	0.0052 B	0.0062 B
	NM	0.0002	0.0030	0.0036
	VD	0.0019	0.0055 B	0.0069 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

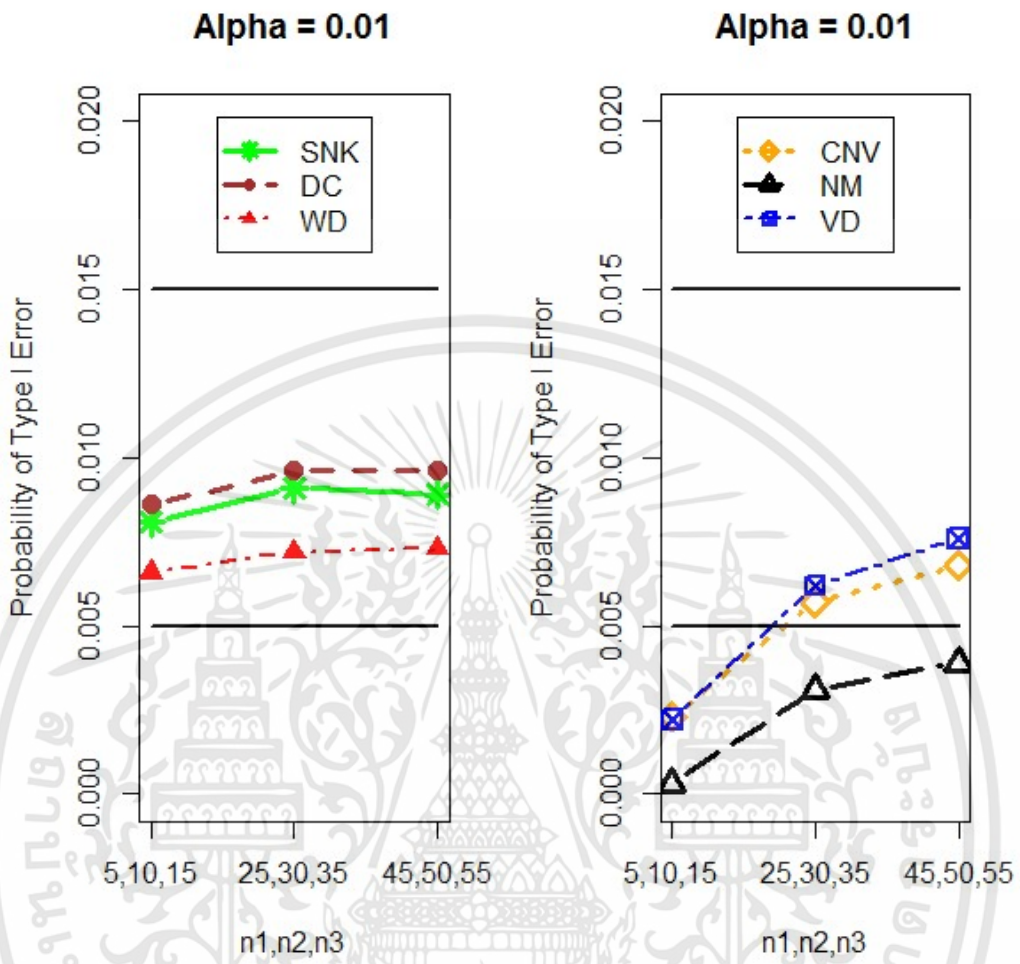
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.40 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

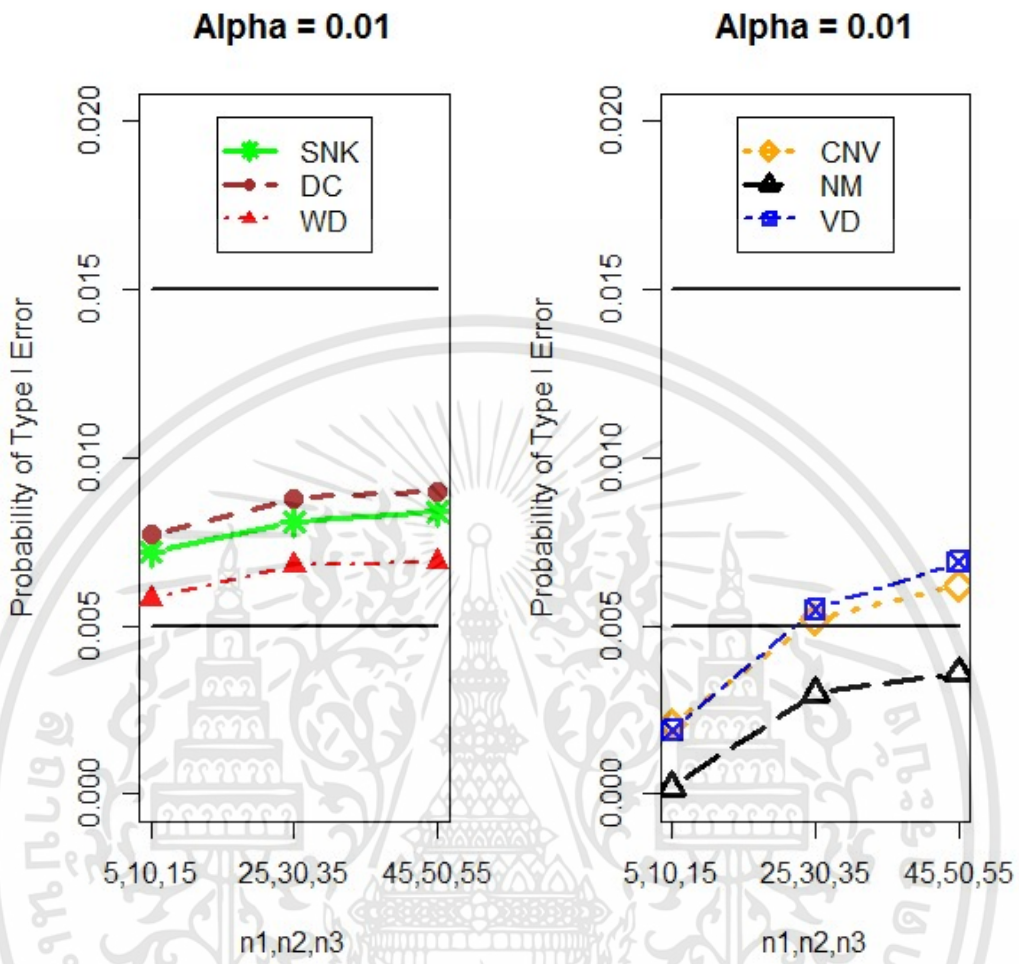
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.41 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.42 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.4 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

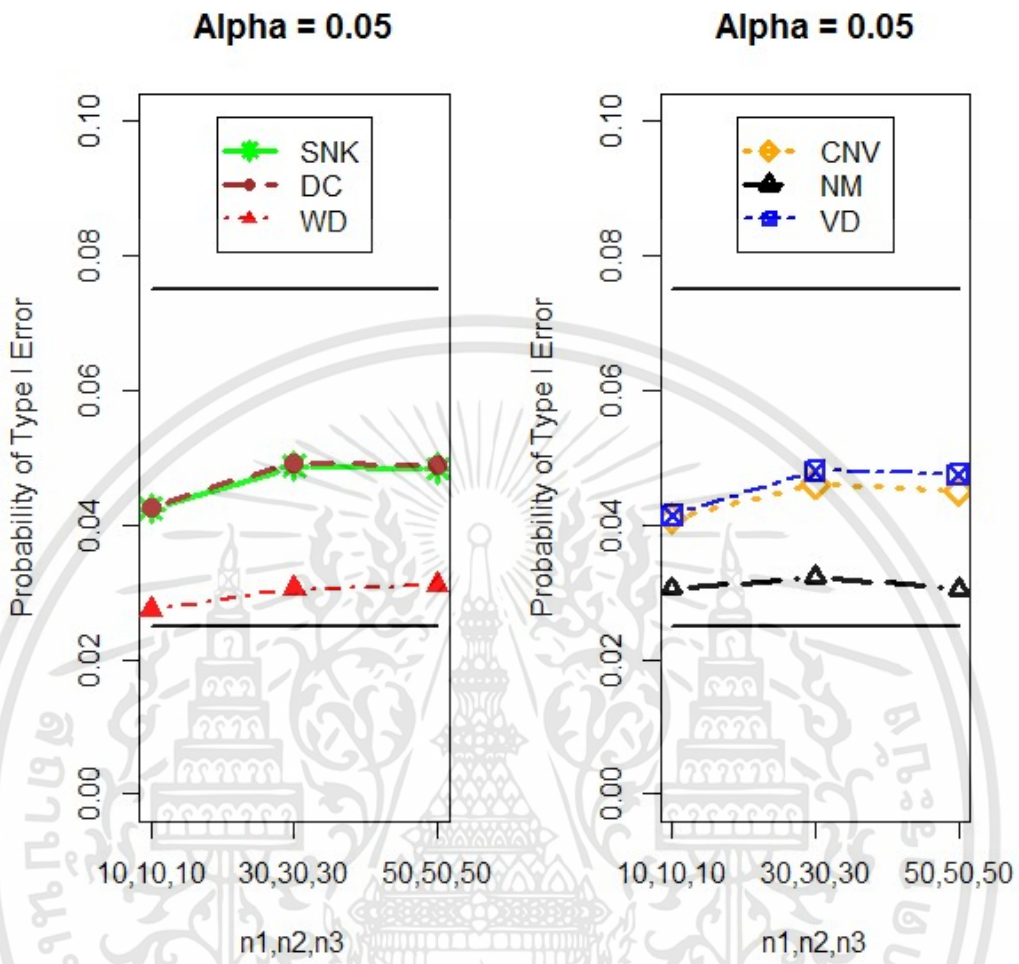
1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.23 และรูปที่ 4.43-4.45

ตารางที่ 4.23 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.0424 B	0.0487 B	0.0484 B
	DC	0.0426 B	0.0493 B	0.0489 B
	WD	0.0274 B	0.0305 B	0.0311 B
	CNV	0.0410 B	0.0461 B	0.0450 B
	NM	0.0306 B	0.0323 B	0.0305 B
	VD	0.0415 B	0.0481 B	0.0474 B
ปานกลาง	SNK	0.0469 B	0.0494 B	0.0495 B
	DC	0.0474 B	0.0502 B	0.0500 B
	WD	0.0306 B	0.0317 B	0.0317 B
	CNV	0.0461 B	0.0482 B	0.0476 B
	NM	0.0338 B	0.0351 B	0.0334 B
	VD	0.0466 B	0.0499 B	0.0497 B
มาก	SNK	0.0446 B	0.0487 B	0.0484 B
	DC	0.0451 B	0.0493 B	0.0489 B
	WD	0.0293 B	0.0305 B	0.0312 B
	CNV	0.0431 B	0.0461 B	0.0450 B
	NM	0.0321 B	0.0323 B	0.0305 B
	VD	0.0439 B	0.0481 B	0.0474 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

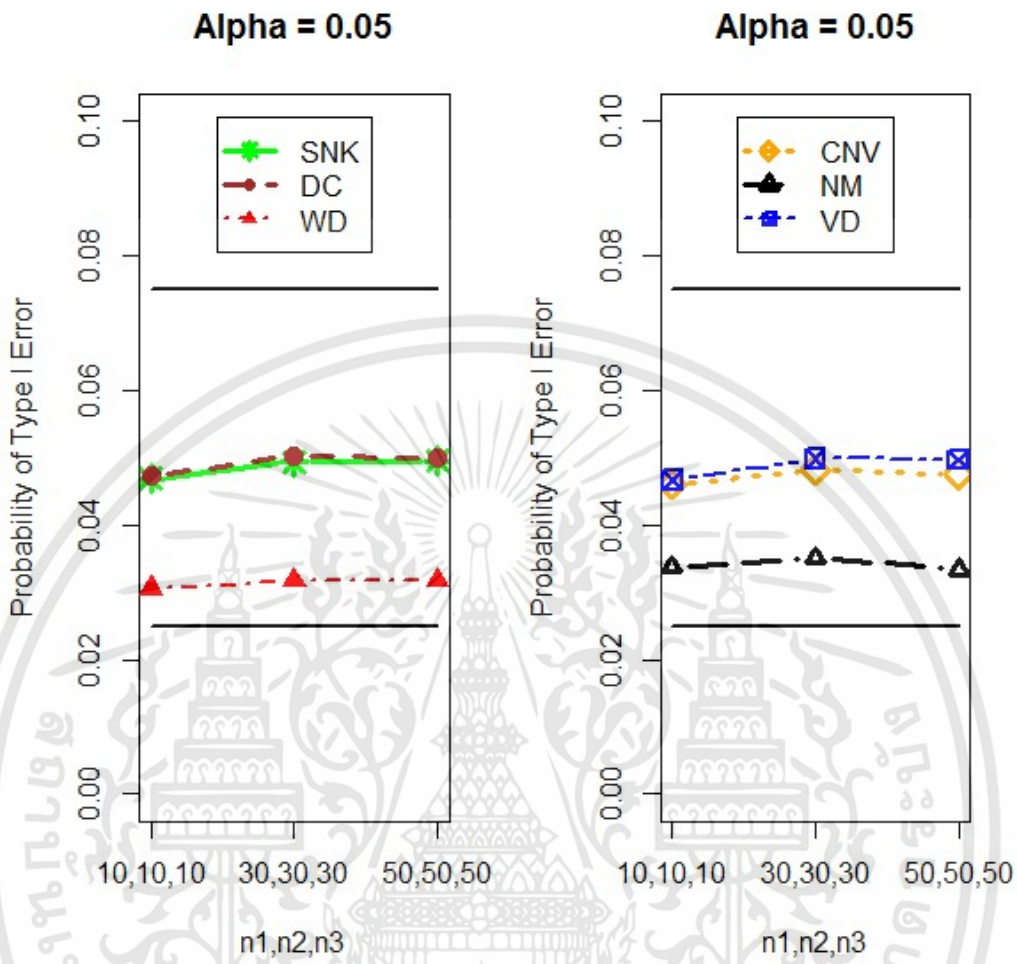
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.43 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.43 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

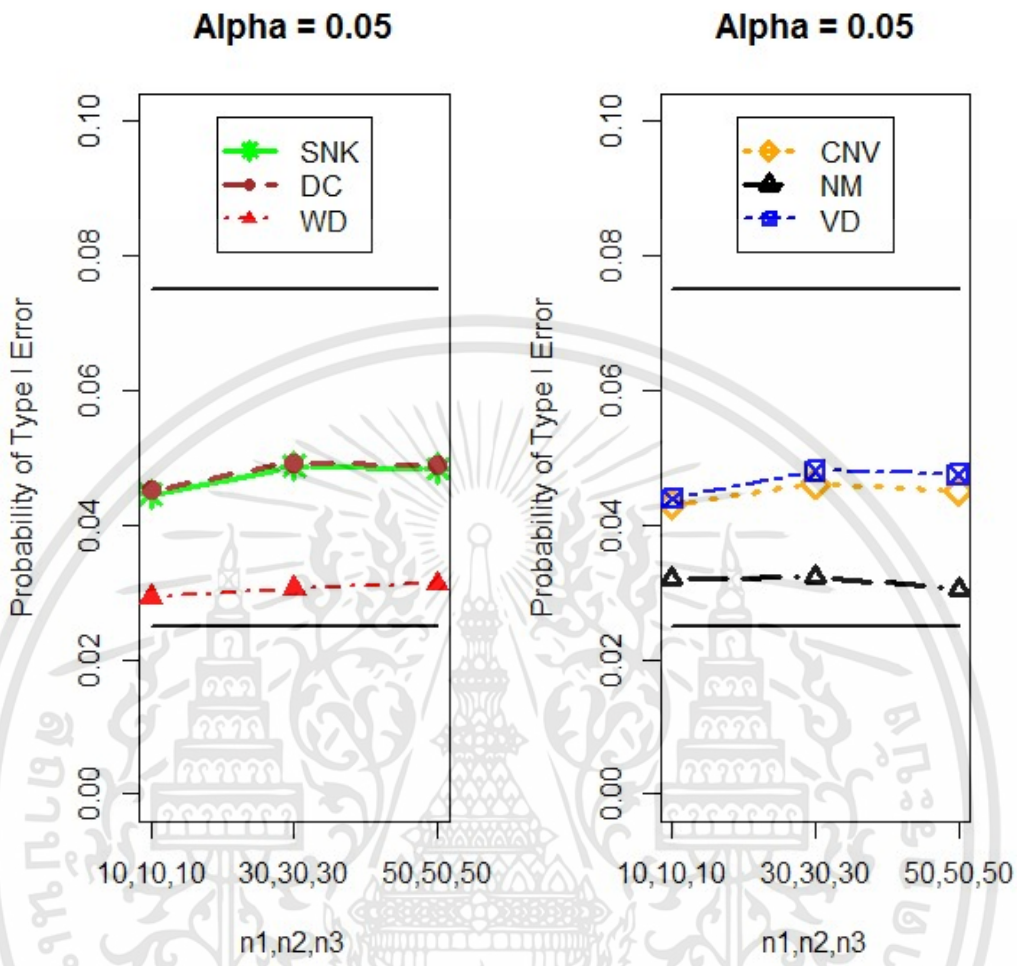
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.44 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.44 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.45 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

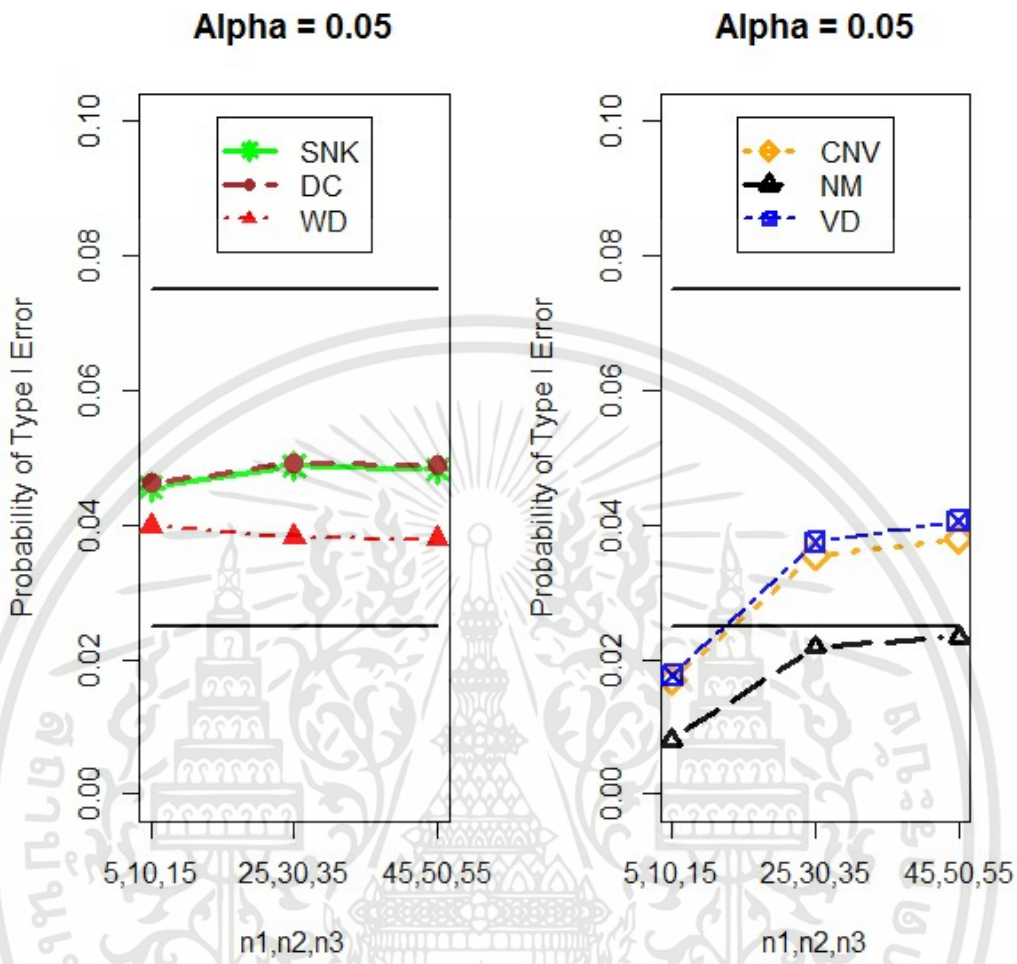
2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาความสมามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของแบรดลีย์ สรุปได้ดังตารางที่ 4.24 และรูปที่ 4.46-4.48

ตารางที่ 4.24 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.0456 B	0.0488 B	0.0483 B
	DC	0.0462 B	0.0493 B	0.0490 B
	WD	0.0398 B	0.0382 B	0.0379 B
	CNV	0.0170	0.0355 B	0.0379 B
	NM	0.0081	0.0219	0.0234
	VD	0.0177	0.0374 B	0.0407 B
ปานกลาง	SNK	0.0477 B	0.0498 B	0.0492 B
	DC	0.0485 B	0.0505 B	0.0502 B
	WD	0.0368 B	0.0400 B	0.0383 B
	CNV	0.0188	0.0380 B	0.0396 B
	NM	0.0089	0.0233	0.0250 B
	VD	0.0192	0.0402 B	0.0426 B
มาก	SNK	0.0456 B	0.0488 B	0.0483 B
	DC	0.0462 B	0.0493 B	0.0490 B
	WD	0.0350 B	0.0382 B	0.0379 B
	CNV	0.0170	0.0355 B	0.0379 B
	NM	0.0081	0.0219	0.0234
	VD	0.0177	0.0374 B	0.0407 B

หมายเหตุ B หมายถึง ผ่านเกณฑ์ Bradley

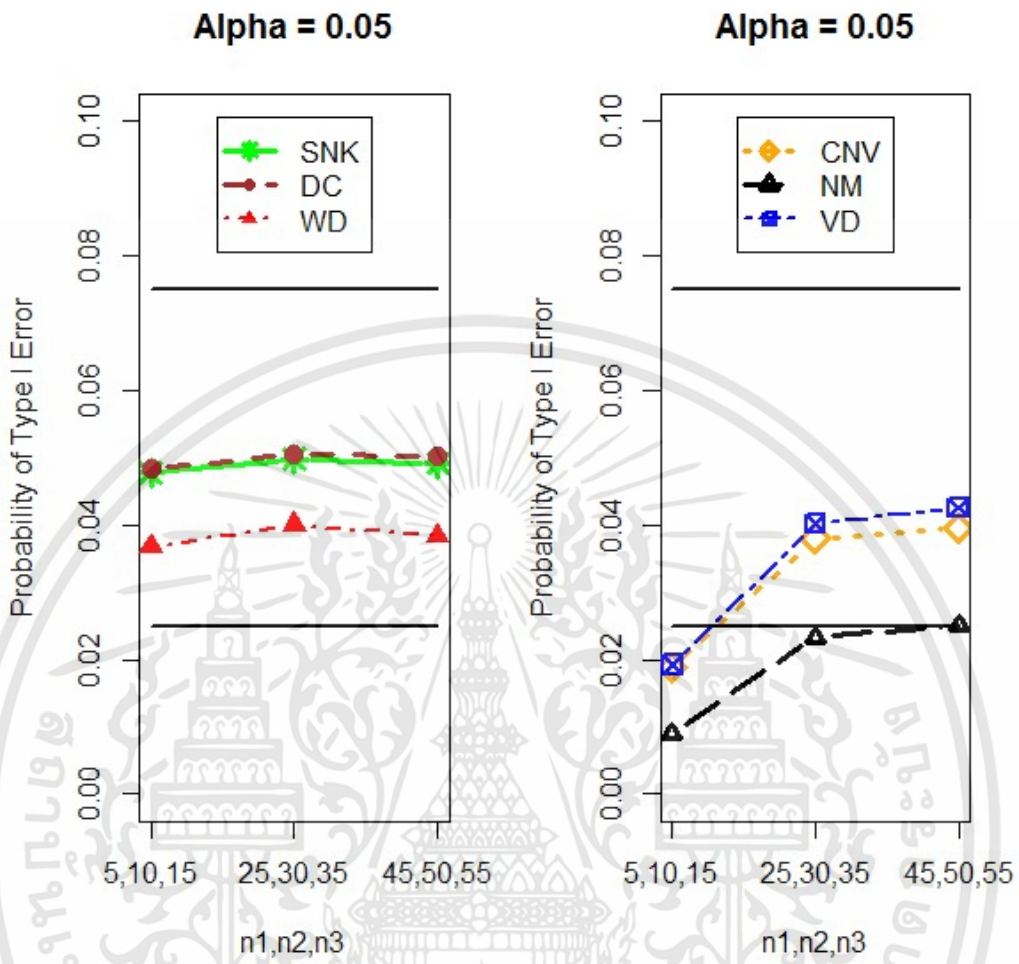
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.46 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.46 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

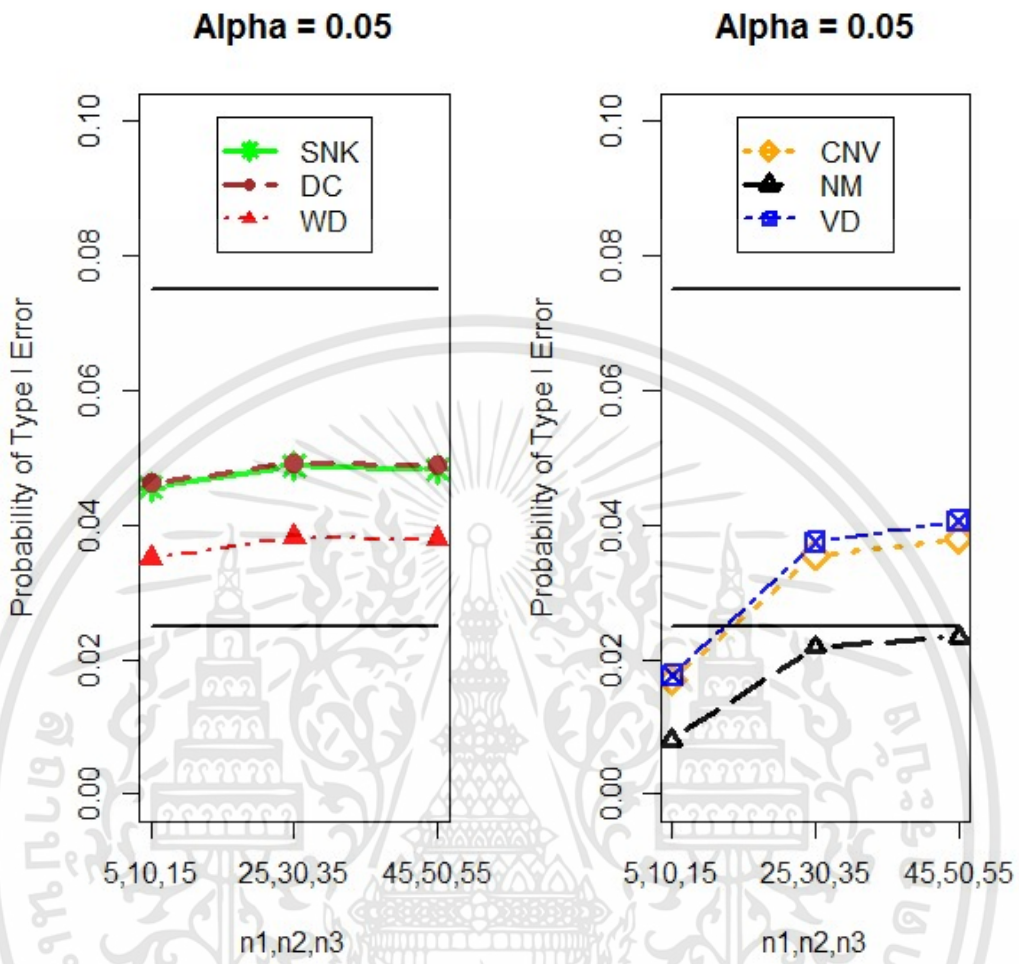
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.47 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.48 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.48 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM ไม่สามารถสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การคำนวณกำลังการทดสอบ

4.2.1 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

4.2.1.1 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.25 และรูปที่ 4.49

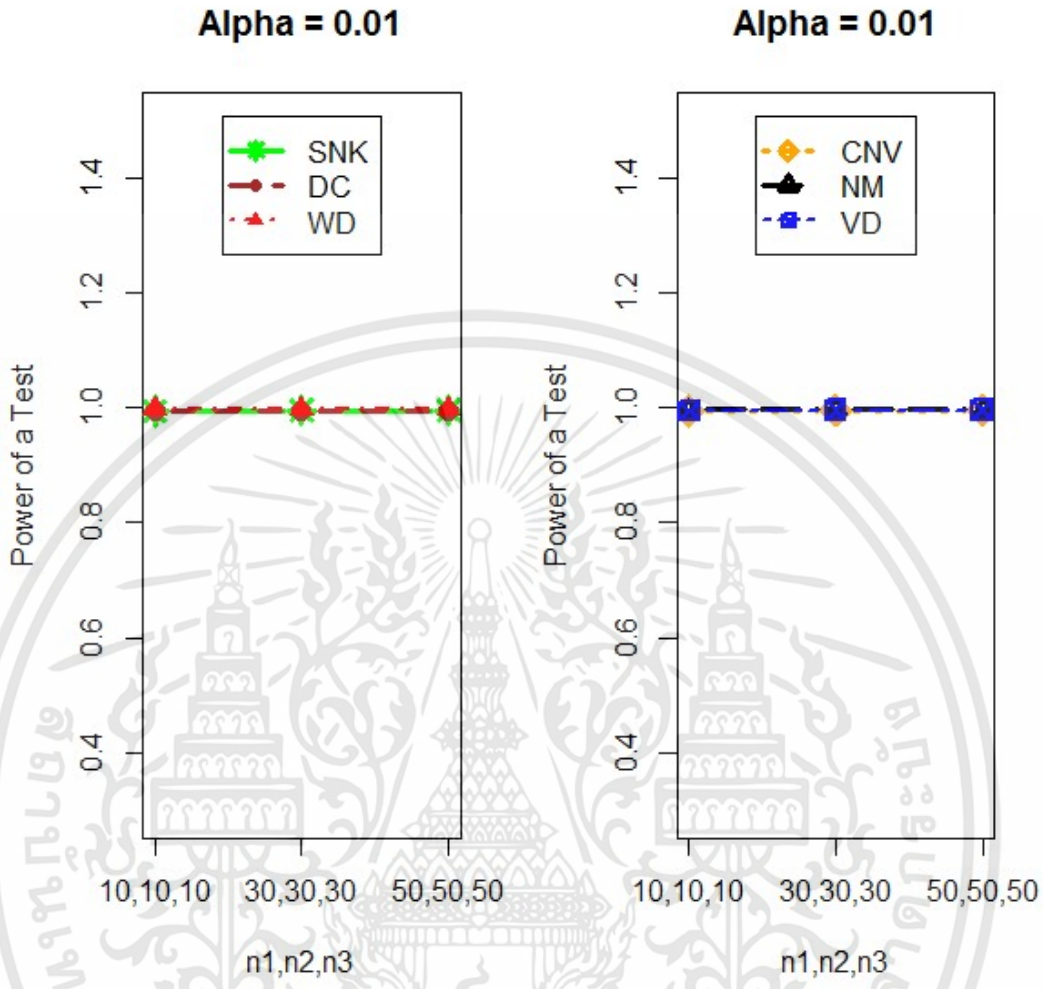
ตารางที่ 4.25 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.9947	0.9958	0.9956
DC	0.9944	0.9955	0.9953
WD	0.9980*	0.9974*	0.9977*
CNV	0.9945	0.9957	0.9955
NM	0.9969	0.9970	0.9969
VD	0.9945	0.9955	0.9953

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ * หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.49 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.49 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่ากำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.26 และรูปที่ 4.50

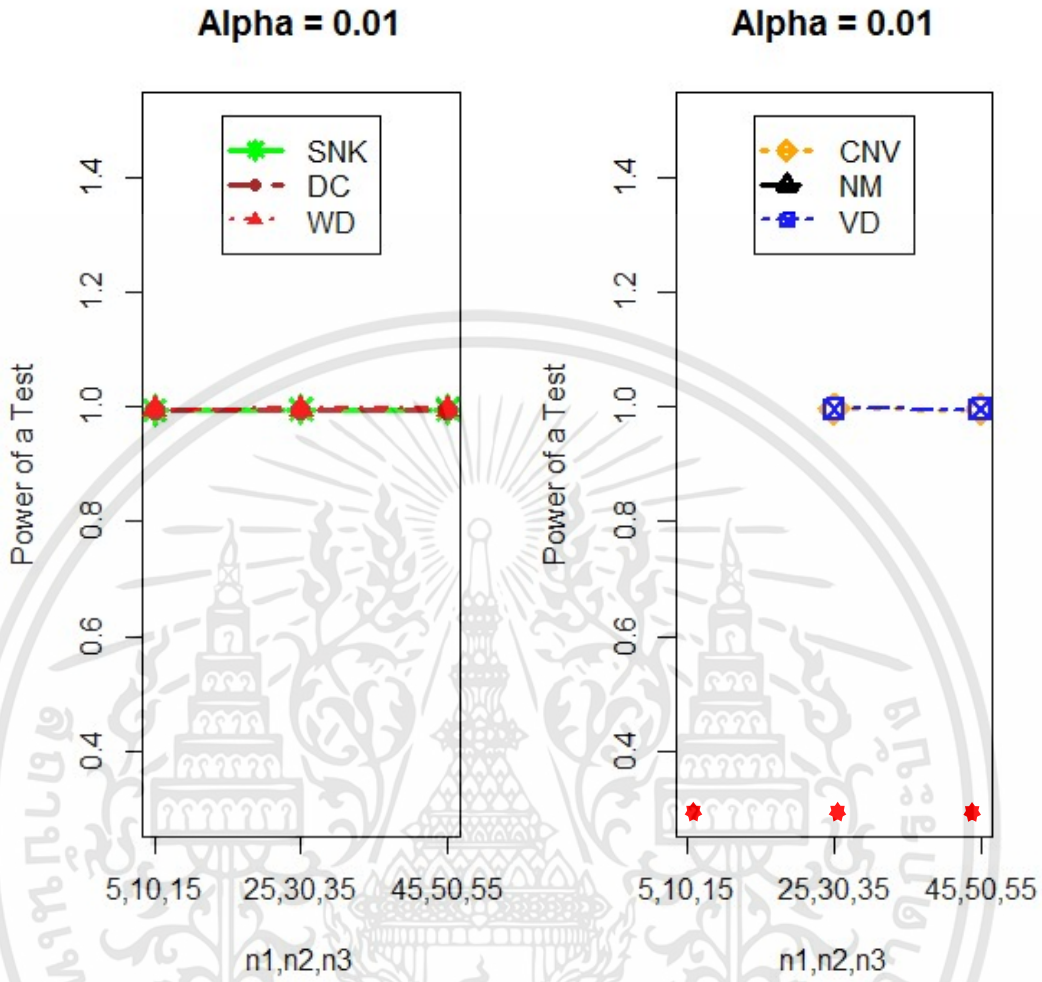
ตารางที่ 4.26 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.9945	0.9955	0.9956
DC	0.9941	0.9950	0.9953
WD	0.9960*	0.9968*	0.9966*
CNV	-	0.9965	0.9962
NM	-	-	-
VD	-	0.9964	0.9959

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.50 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.50 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

1. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.27 และรูปที่ 4.51

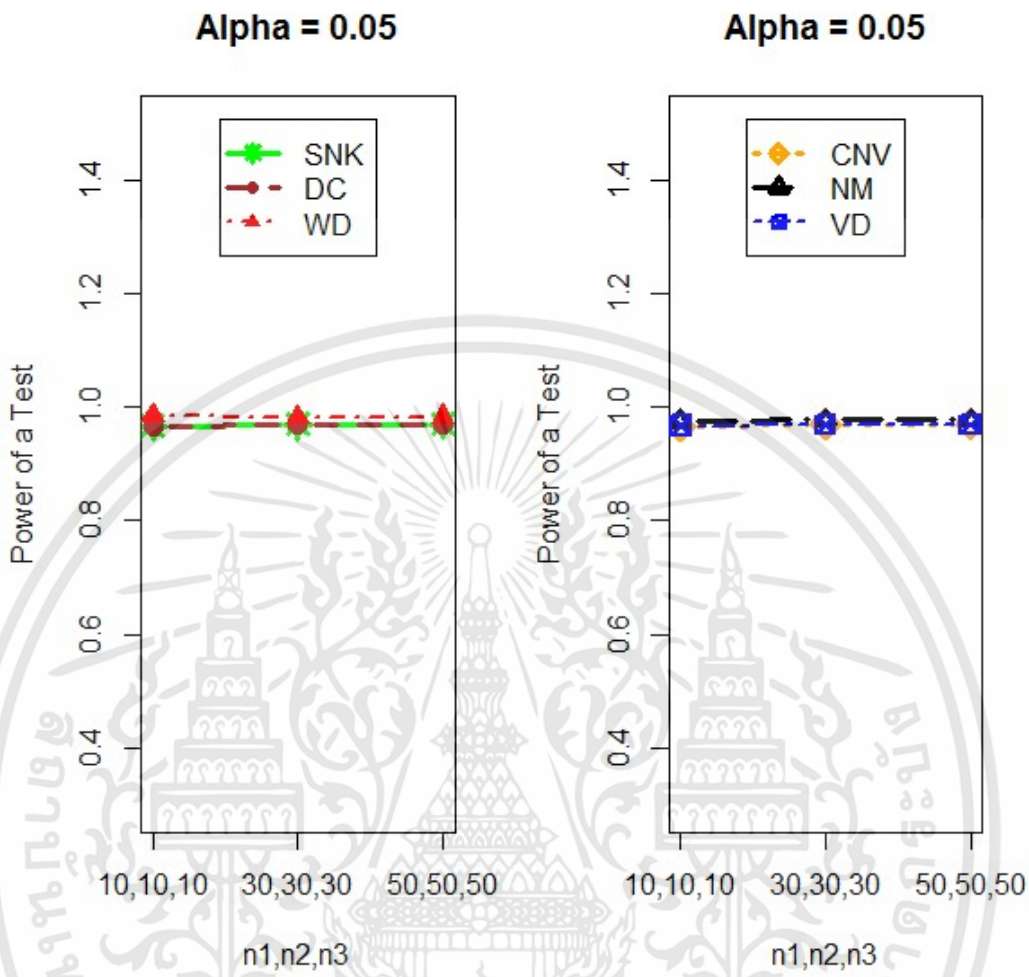
ตารางที่ 4.27 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.9669	0.9697	0.9701
DC	0.9664	0.9695	0.9695
WD	0.9845*	0.9814*	0.9827*
CNV	0.9670	0.9701	0.9699
NM	0.9761	0.9780	0.9780
VD	0.9667	0.9696	0.9695

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ * หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.51 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.51 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.28 และรูปที่ 4.52

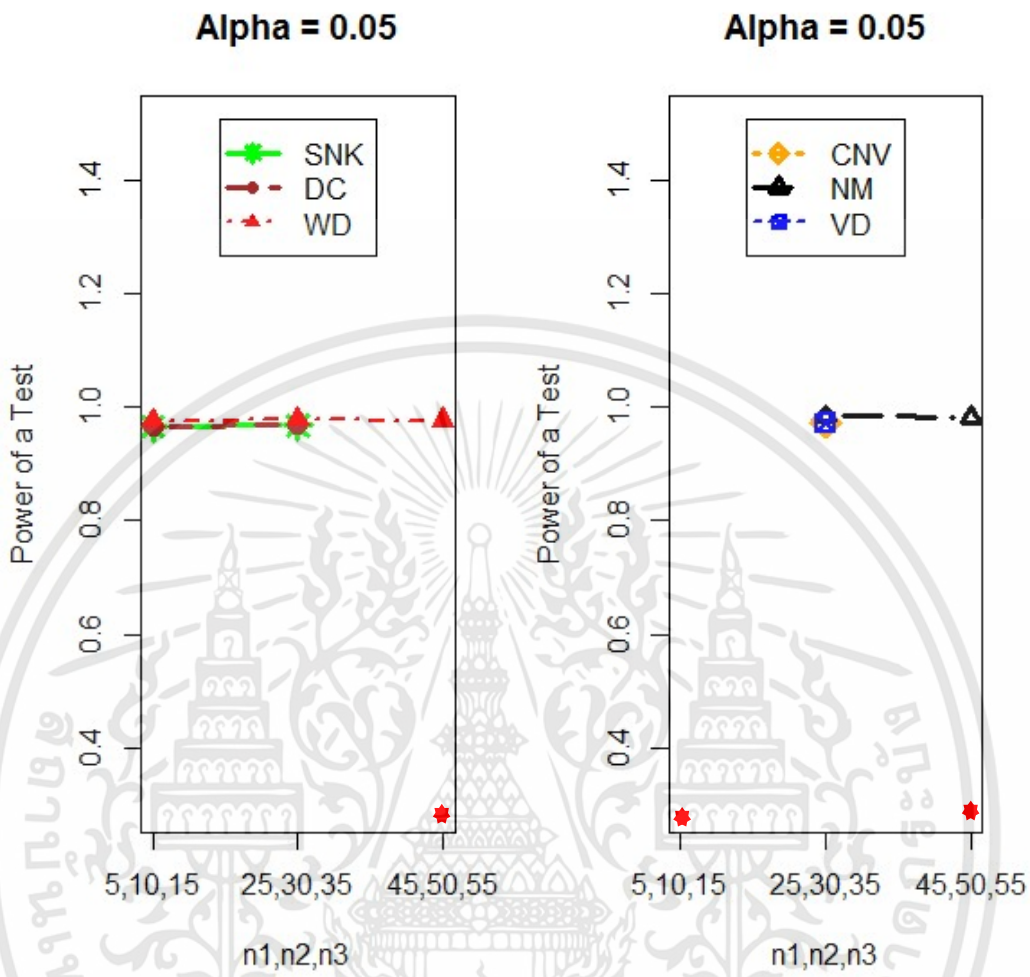
ตารางที่ 4.28 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.9662	0.9686	0.9700
DC	0.9656	0.9681	0.9694
WD	0.9750*	0.9780	0.9768
CNV	-	0.9739	0.9731
NM	-	0.9847*	0.9828*
VD	-	0.9728	0.9715

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.52 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากรูปที่ 4.52 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และ ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

1. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.29 และรูปที่ 4.53-4.55

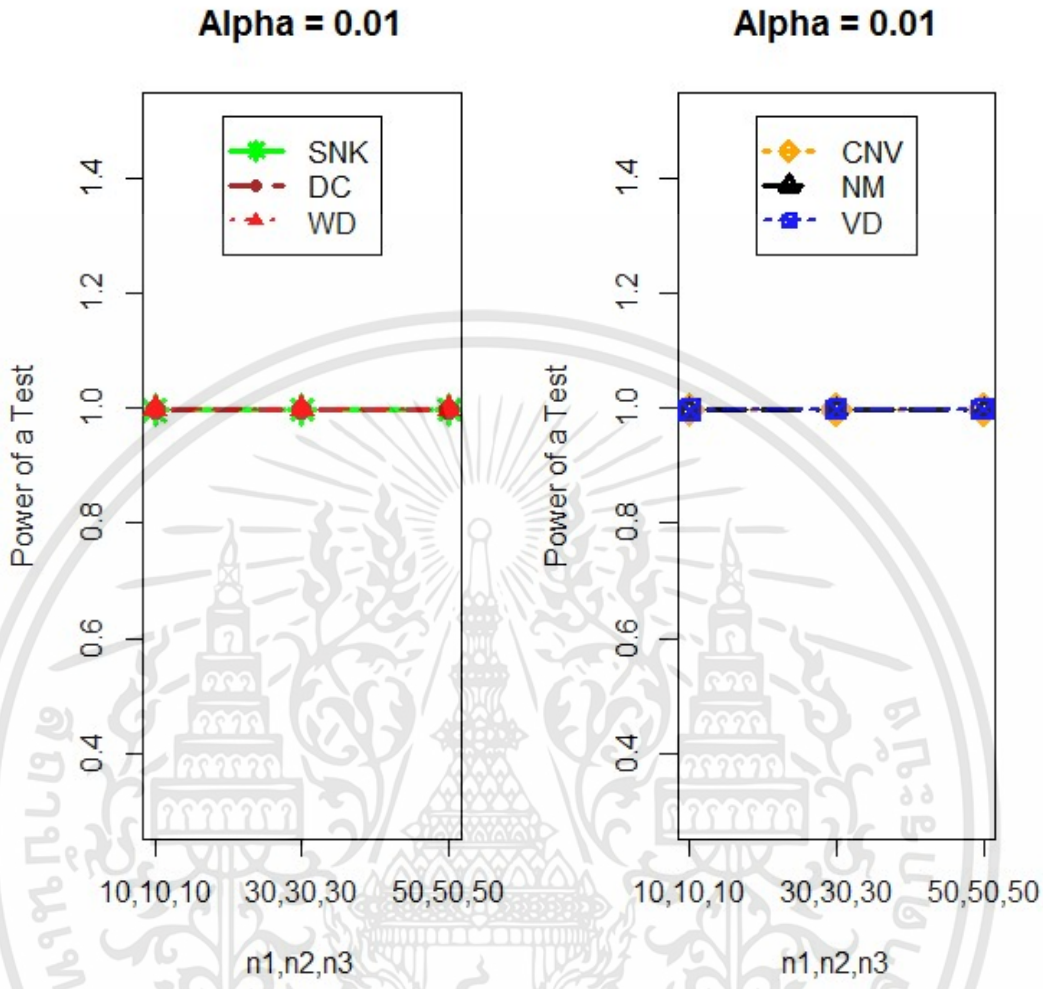
ตารางที่ 4.29 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.9975	0.9980	0.9979
	DC	0.9973	0.9978	0.9977
	WD	0.9993*	0.9987*	0.9990*
	CNV	0.9974	0.9979	0.9979
	NM	0.9986	0.9987*	0.9987
	VD	0.9974	0.9979	0.9977
ปานกลาง	SNK	0.9964*	0.9968	0.9968
	DC	0.9962	0.9965	0.9965
	WD	-	0.9980	0.9984*
	CNV	-	0.9968	0.9968
	NM	-	0.9981*	0.9980
	VD	-	0.9966	0.9966
มาก	SNK	0.9953*	0.9947	0.9945
	DC	0.9949	0.9942	0.9939
	WD	-	0.9966	0.9969*
	CNV	-	0.9949	0.9948
	NM	-	0.9968*	0.9969*
	VD	-	0.9943	0.9942

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

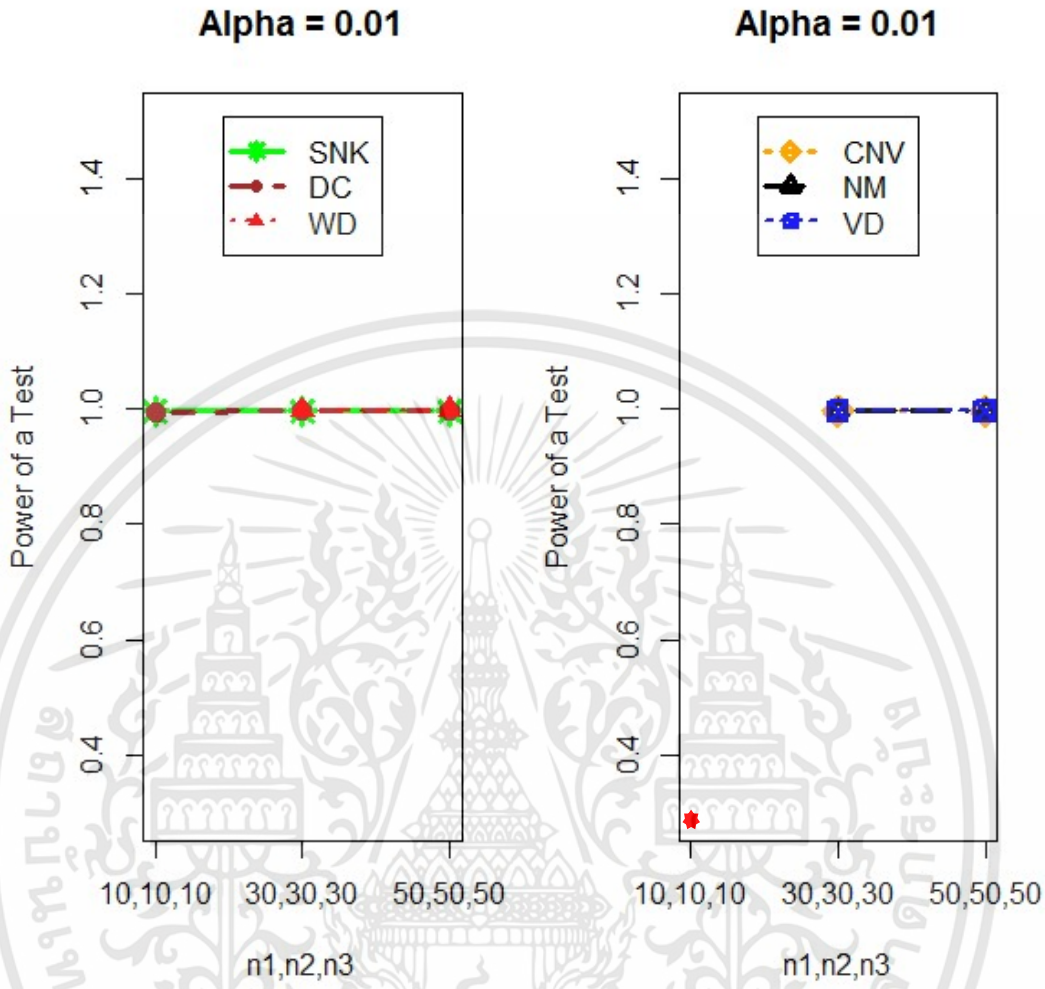


หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.53 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.53 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

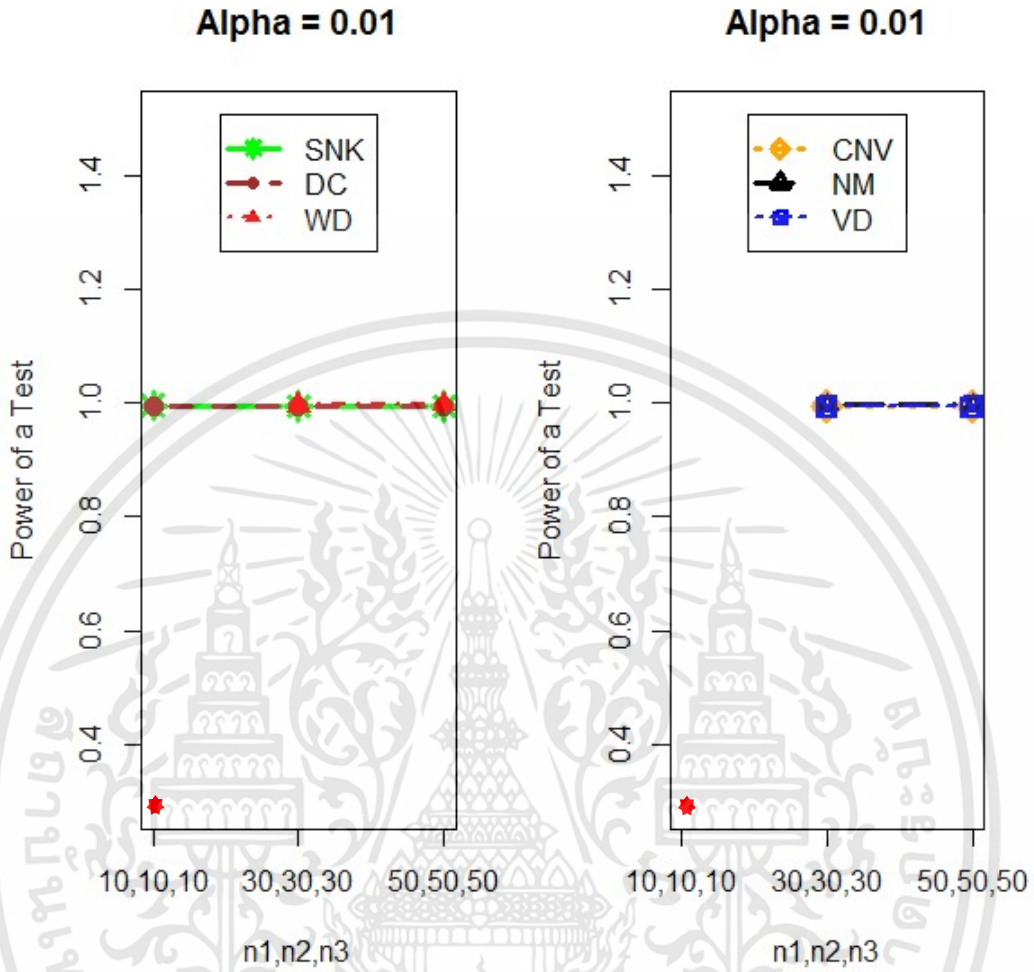


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.54 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.54 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ SNK มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.55 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.55 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ และตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.30 และรูปที่ 4.56-4.4.58

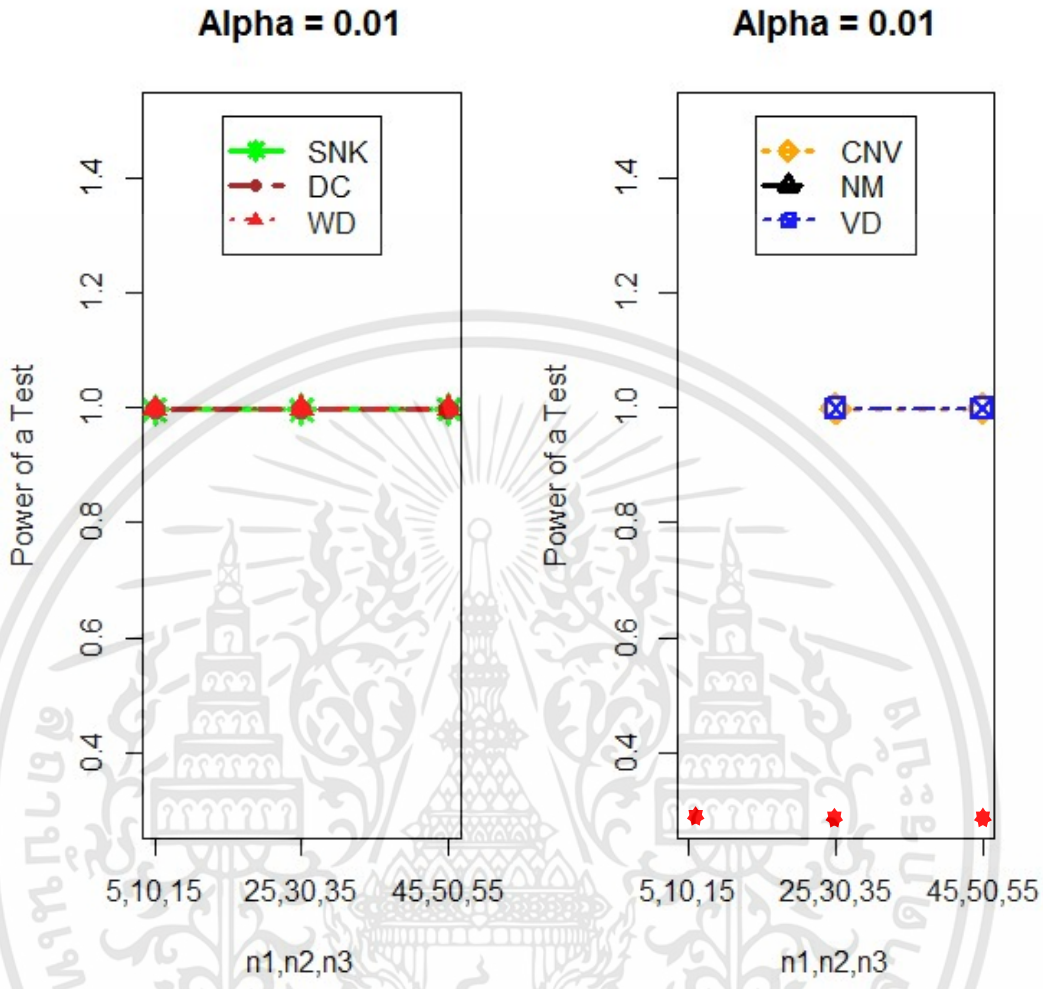
ตารางที่ 4.30 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.9966	0.9975	0.9980
	DC	0.9964	0.9973	0.9978
	WD	0.9978*	0.9983	0.9984*
	CNV	-	0.9984*	0.9984*
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9983	0.9982
ปานกลาง	SNK	0.9955	0.9962	0.9967
	DC	0.9953	0.9960	0.9964
	WD	0.9971*	0.9973	0.9974
	CNV	-	0.9976*	0.9976*
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9974	0.9973
มาก	SNK	0.9941	0.9942	0.9941
	DC	0.9936	0.9938	0.9937
	WD	0.9958*	0.9957	0.9953
	CNV	-	0.9965*	0.9962*
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9961	0.9954

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

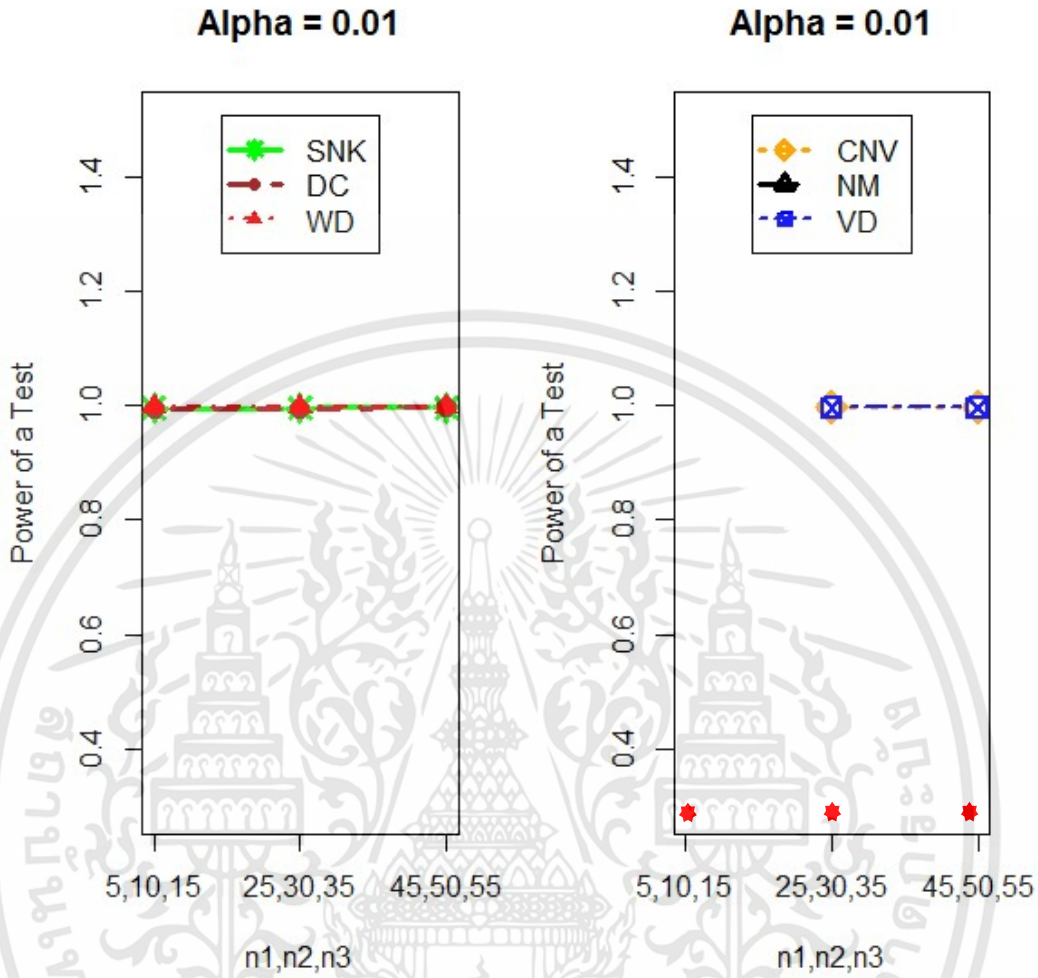


หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.56 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.56 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ และ ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

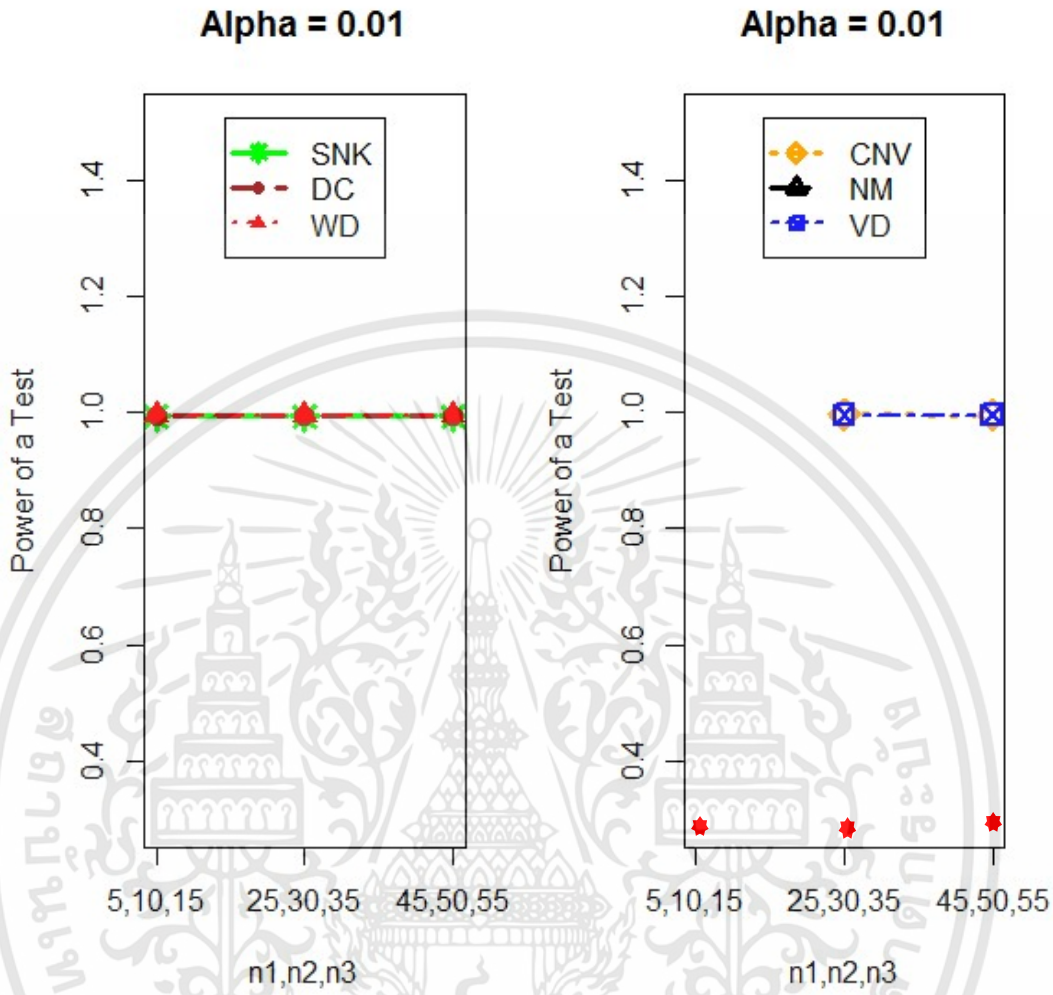


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.57 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.57 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.58 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.58 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และ ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.4 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.31 และรูปที่ 4.59-4.61

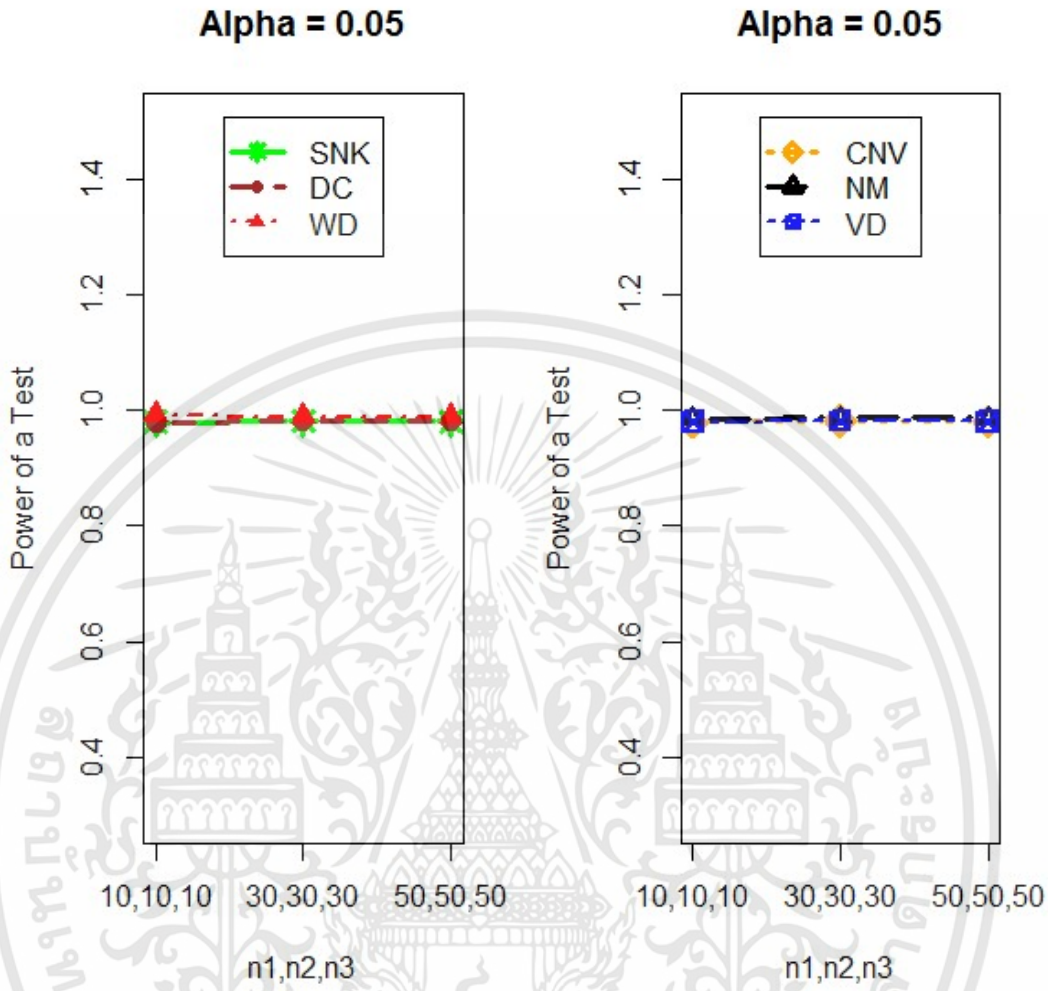
ตารางที่ 4.31 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.9801	0.9820	0.9807
	DC	0.9798	0.9817	0.9805
	WD	0.9929*	0.9890*	0.9899*
	CNV	0.9802	0.9823	0.9811
	NM	0.9864	0.9877	0.9868
	VD	0.9800	0.9817	0.9805
ปานกลาง	SNK	0.9737	0.9754	0.9735
	DC	0.9733	0.9749	0.9730
	WD	0.9887*	0.9846*	0.9855*
	CNV	0.9743	0.9758	0.9741
	NM	0.9825	0.9833	0.9826
	VD	0.9737	0.9750	0.9733
มาก	SNK	0.9650	0.9622	0.9625
	DC	0.9646	0.9618	0.9618
	WD	0.9821*	0.9765*	0.9778*
	CNV	-	0.9649	0.9649
	NM	-	0.9762	0.9761
	VD	-	0.9624	0.9621

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

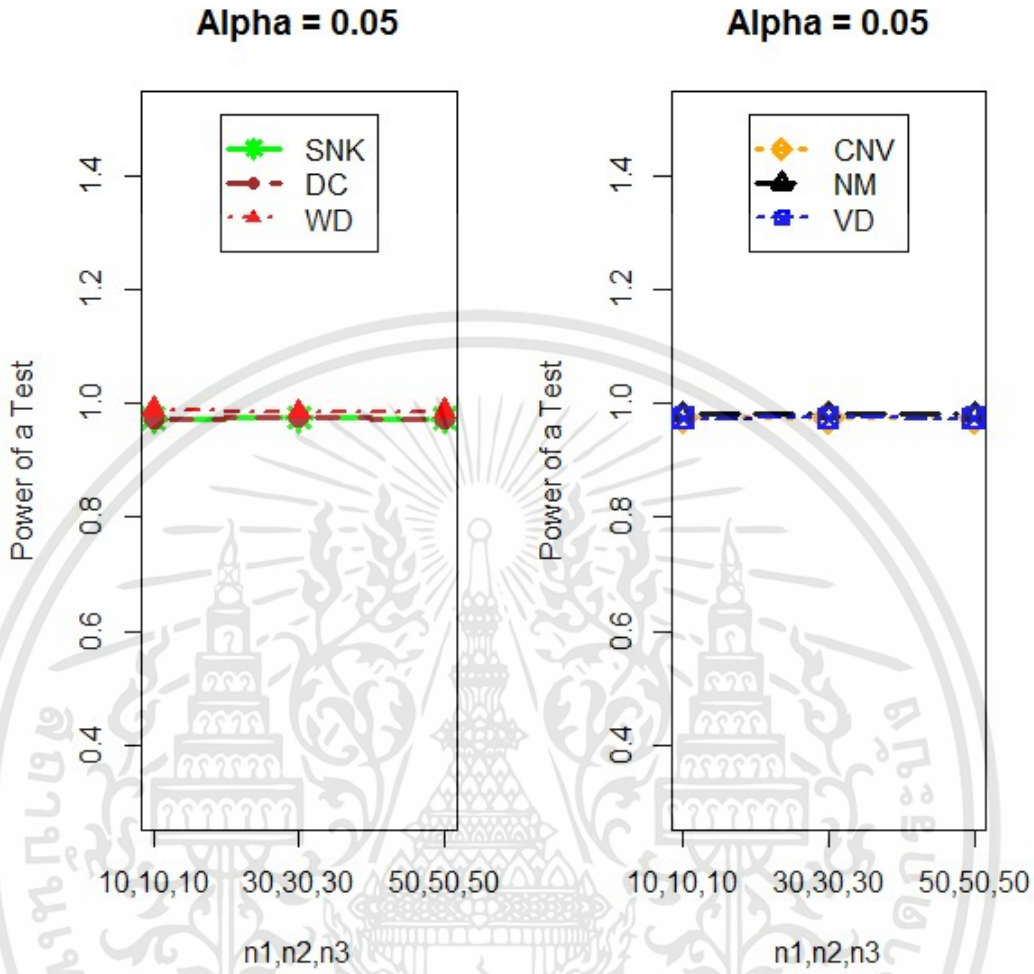


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.59 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.59 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

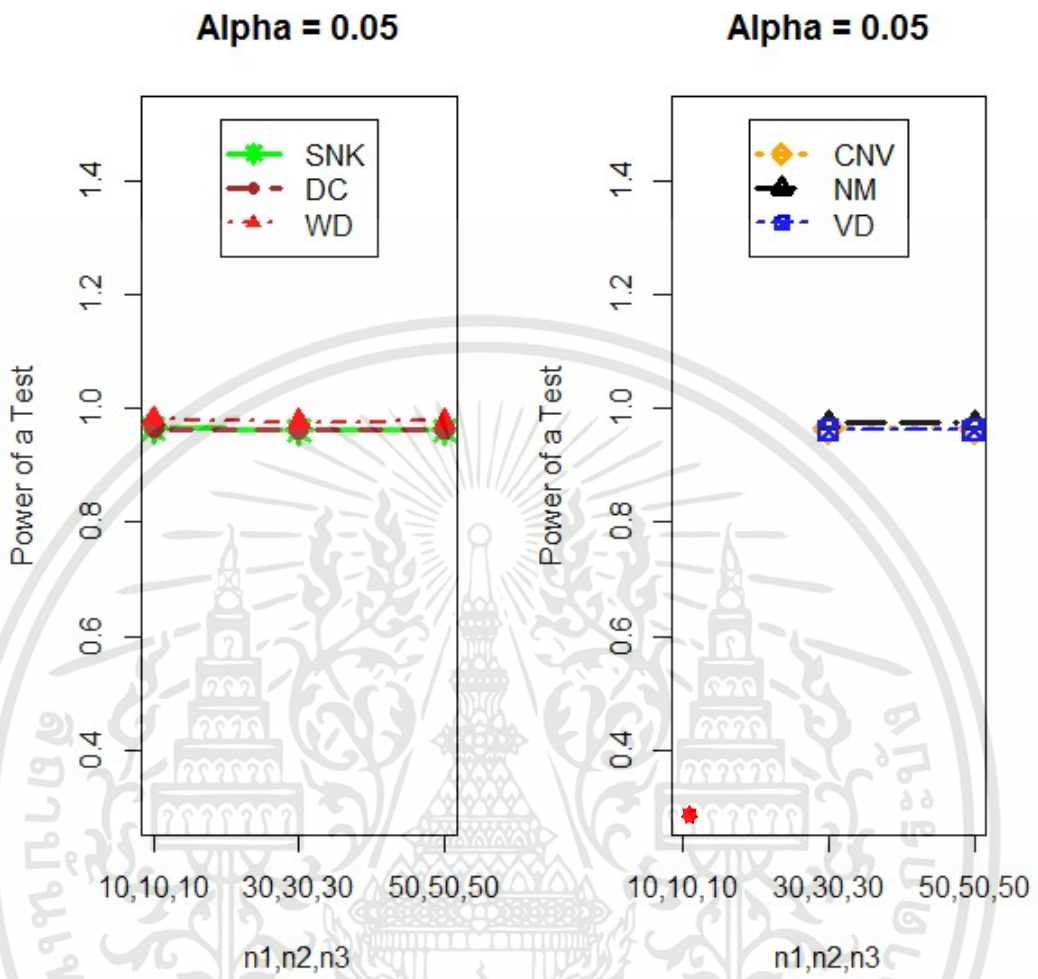


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.60 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.60 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.61 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.61 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.32 และรูปที่ 4.62-4.64

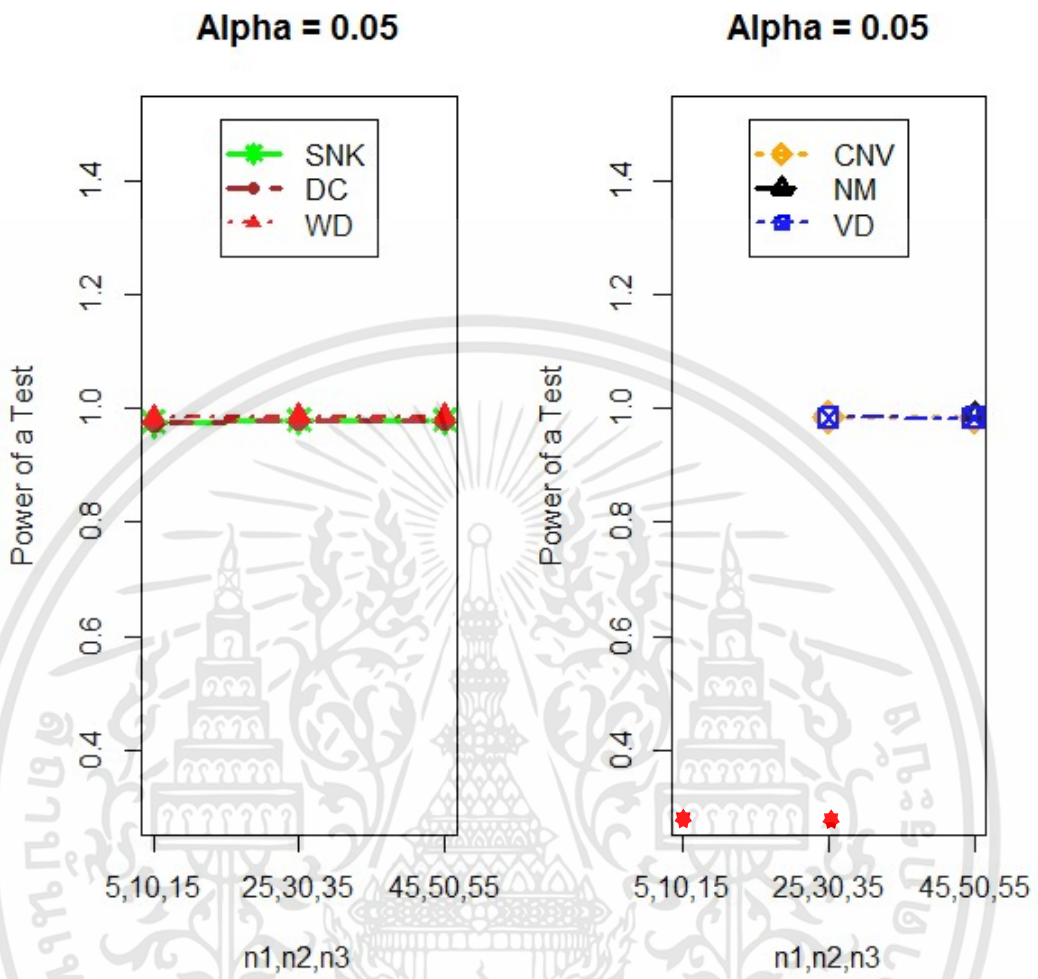
ตารางที่ 4.32 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.9760	0.9799	0.9803
	DC	0.9754	0.9796	0.9800
	WD	0.9836*	0.9865*	0.9857
	CNV	-	0.9852	0.9843
	NM	-	-	0.9912*
	VD	-	0.9845	0.9827
ปานกลาง	SNK	0.9698	0.9723	0.9729
	DC	0.9696	0.9718	0.9725
	WD	0.9794*	0.9808*	0.9797
	CNV	-	0.9800	0.9791
	NM	-	-	0.9877*
	VD	-	0.9784	0.9765
มาก	SNK	0.9608	0.9611	0.9622
	DC	0.9605	0.9607	0.9615
	WD	0.9718*	0.9710	0.9708
	CNV	-	0.9731*	0.9715*
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9706	0.9679

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

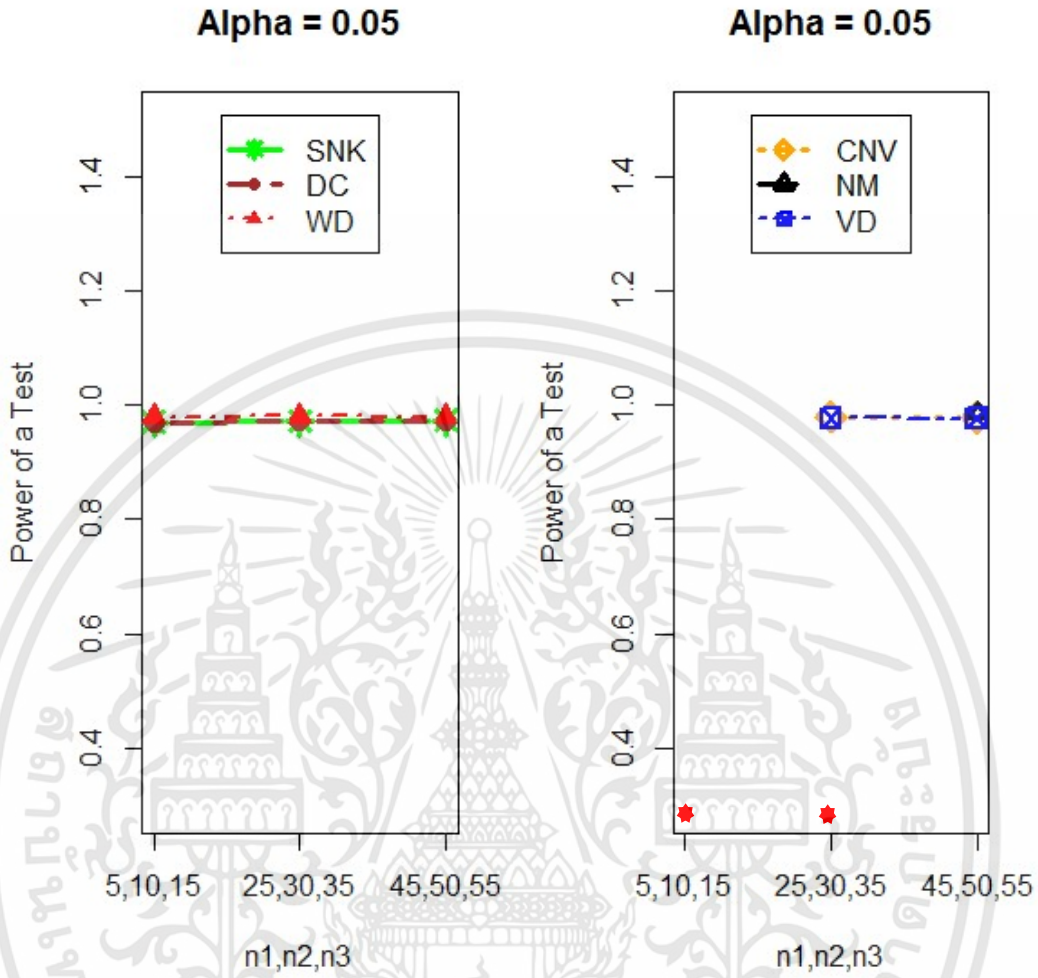


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.62 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.62 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

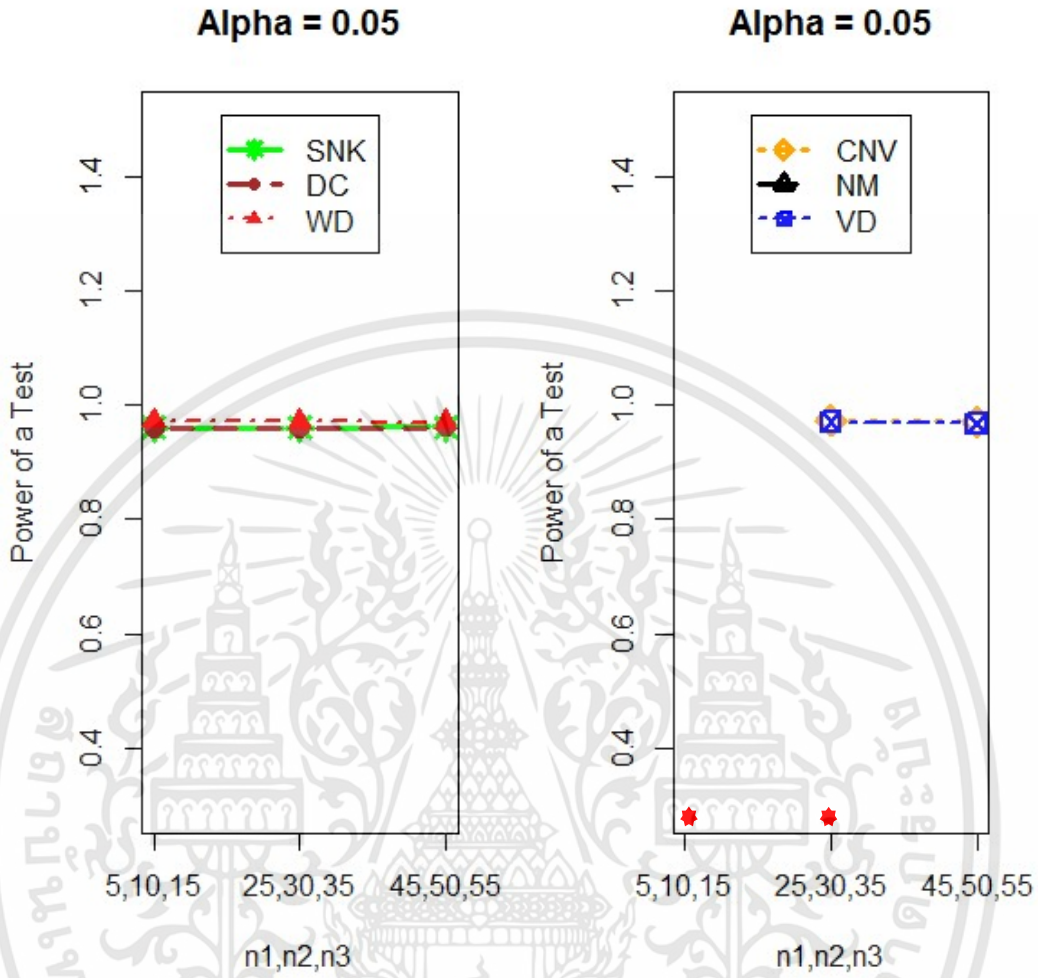


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.63 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.63 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.64 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.64 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา

4.2.2.1 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.33 และรูปที่ 4.65

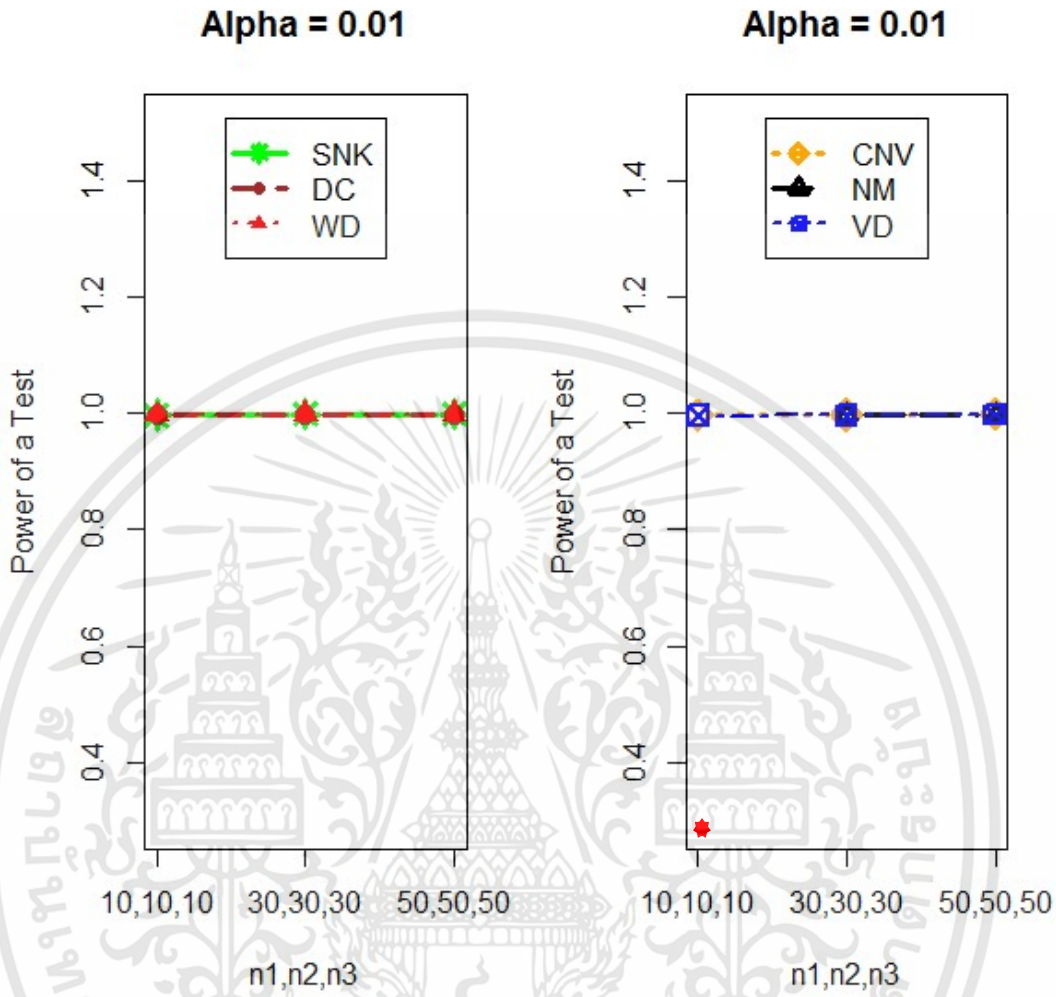
ตารางที่ 4.33 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.9975	0.9983	0.9985
DC	0.9978	0.9985	0.9988
WD	0.9980*	0.9989*	0.9990*
CNV	0.9965	0.9976	0.9987
NM	-	0.9981	0.9987
VD	0.9954	0.9964	0.9978

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.65 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.65 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.34 และรูปที่ 4.66

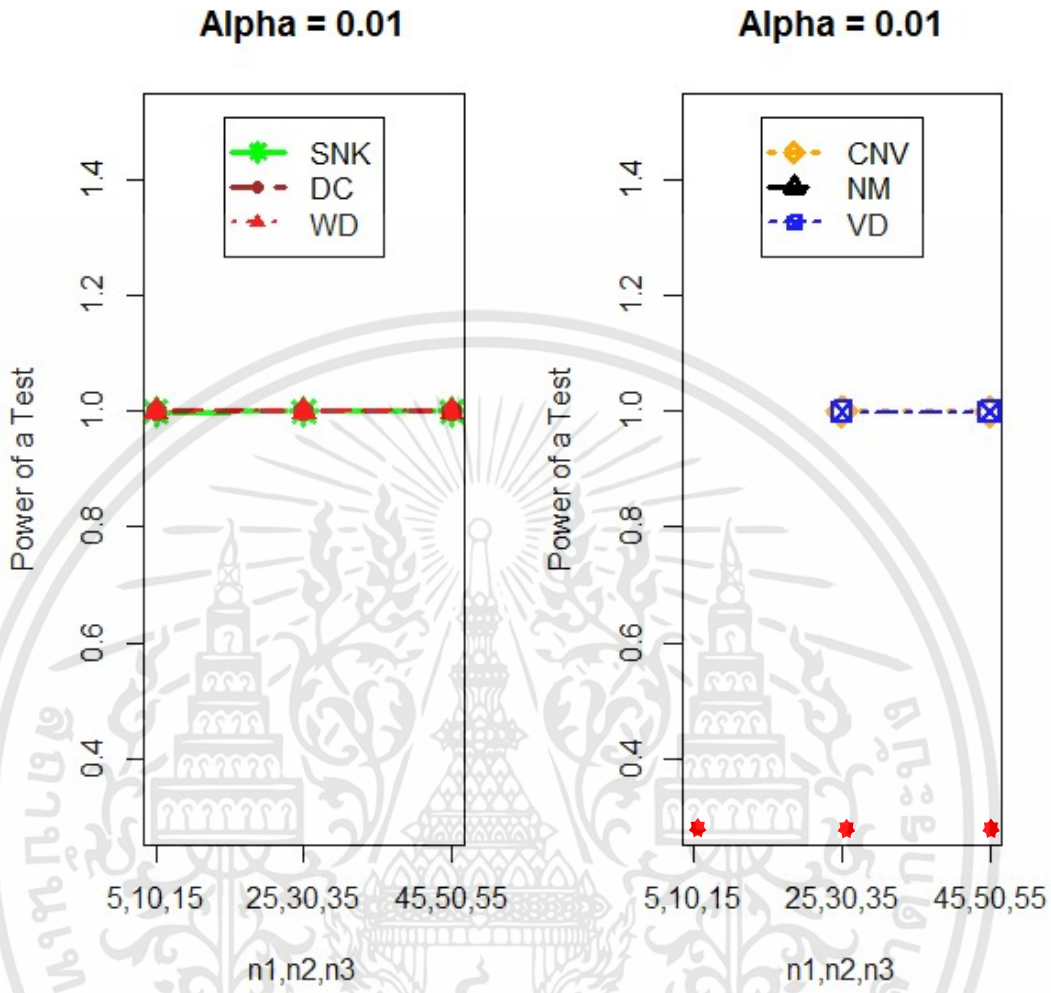
ตารางที่ 4.34 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.9991	0.9995	0.9998
DC	0.9997	0.9997	1.0000*
WD	0.9998*	1.0000*	1.0000*
CNV	-	0.9998	1.0000*
NM	-	-	-
VD	-	0.9987	0.9990

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.66 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.66 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ ส่วน ตัวสถิติทดสอบ DC และ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

1. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.35 และรูปที่ 4.67

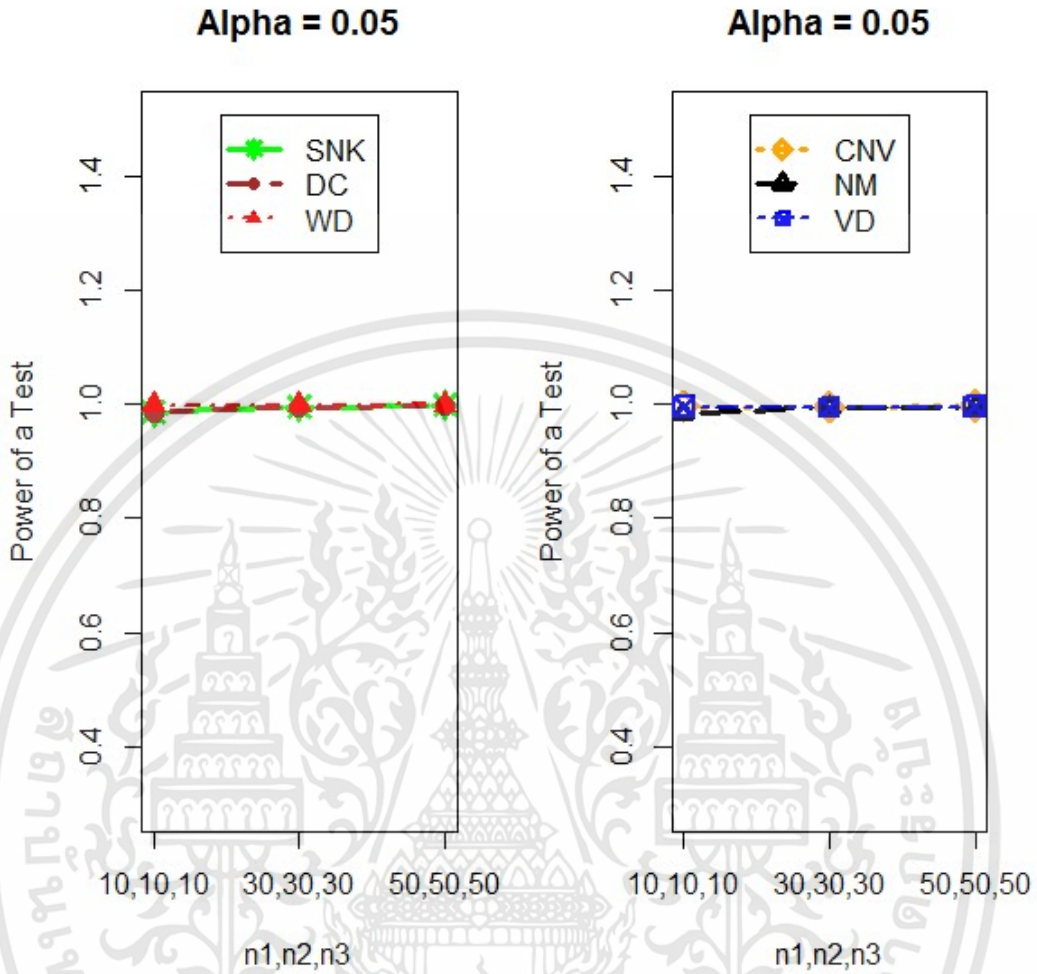
ตารางที่ 4.35 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.9856	0.9956	0.9987
DC	0.9860	0.9954	0.9984
WD	0.9990*	0.9993*	0.9997*
CNV	0.9963	0.9954	0.9976
NM	0.9847	0.9947	0.9957
VD	0.9951	0.9945	0.9955

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.67 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.67 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.36 และรูปที่ 4.68

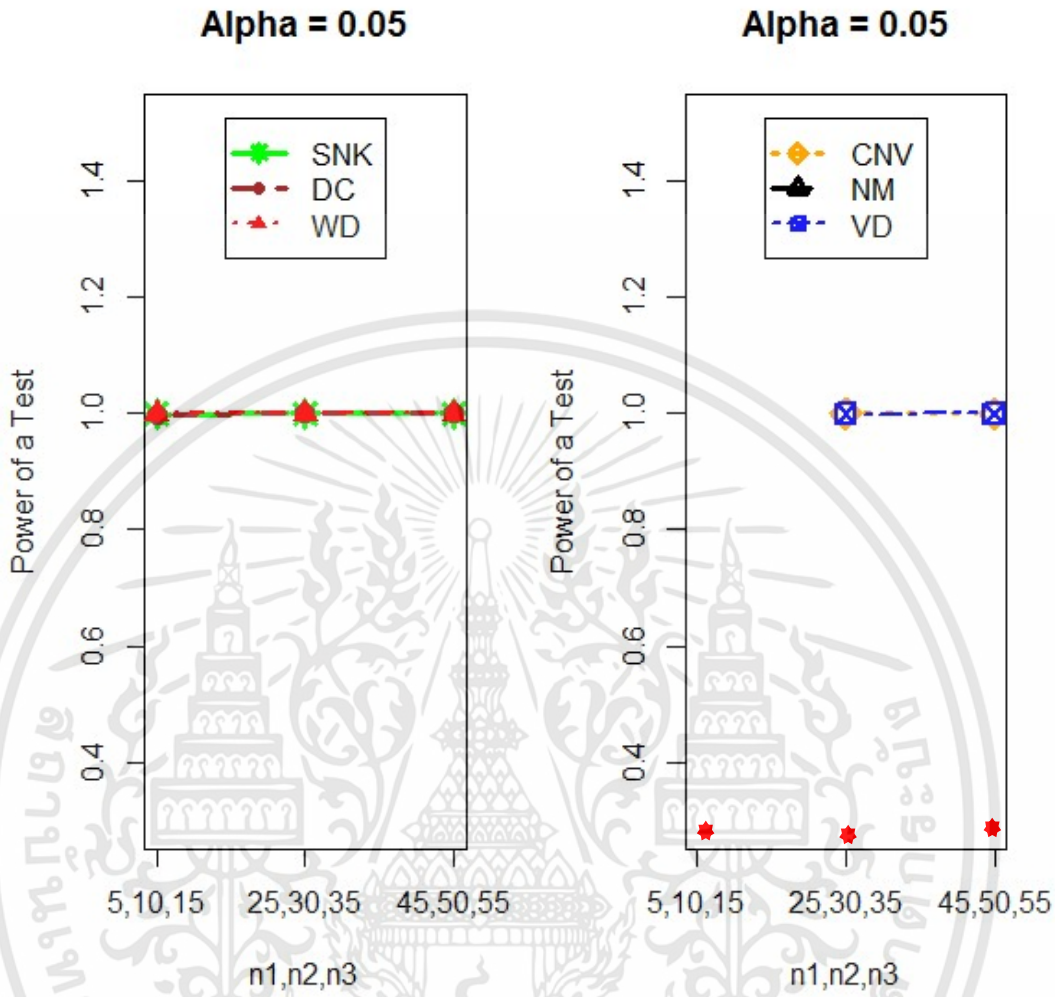
ตารางที่ 4.36 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.9990	0.9997	0.9998
DC	0.9990	0.9997	0.9999
WD	0.9997*	1.0000*	1.0000*
CNV	-	0.9995	0.9997
NM	-	-	0.9998
VD	-	0.9985	0.9997

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.68 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.68 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

1. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.37 และรูปที่ 4.69-4.71

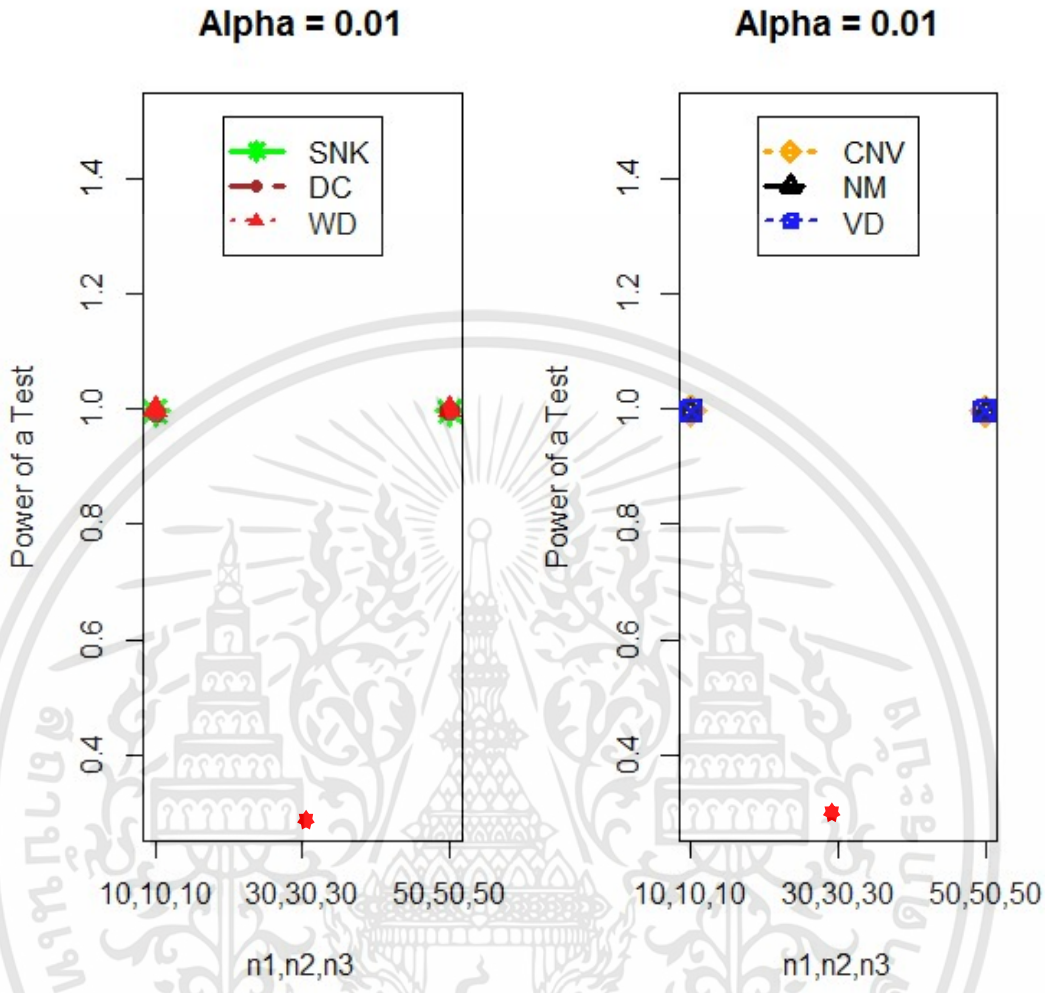
ตารางที่ 4.37 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.9965	-	0.9966
	DC	0.9962	-	0.9965
	WD	0.9989*	-	0.9983*
	CNV	0.9964	-	0.9973
	NM	0.9981	-	0.9983*
	VD	0.9964	-	0.9971
ปานกลาง	SNK	0.9997	-	0.9997
	DC	0.9995	-	0.9994
	WD	0.9997	-	0.9999*
	CNV	0.9998*	-	0.9994
	NM	0.9997	-	0.9997
	VD	0.9998	-	0.9993
มาก	SNK	0.9999	-	1.0000*
	DC	0.9998	-	0.9999
	WD	0.9999	-	1.0000*
	CNV	0.9999	-	1.0000*
	NM	1.0000*	-	1.0000*
	VD	0.9998	-	1.0000*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

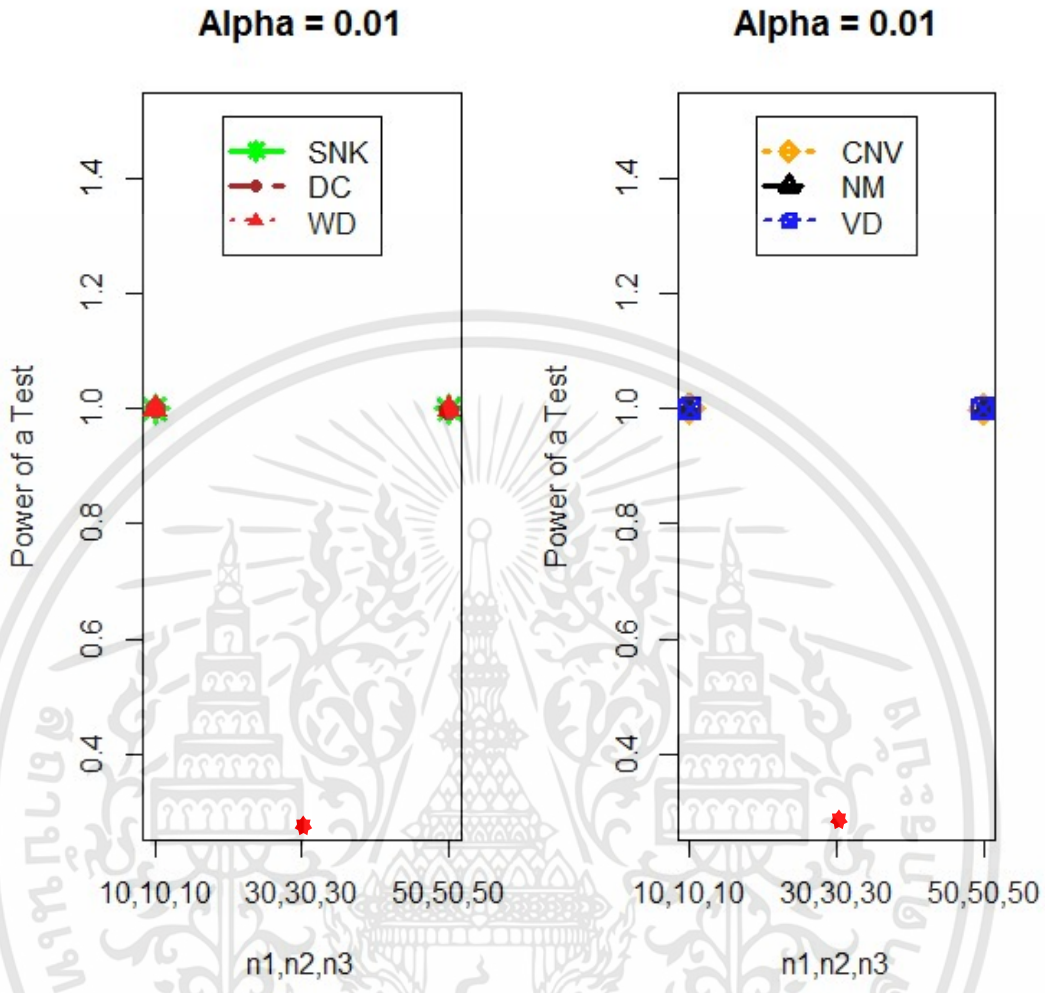


หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.69 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.69 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ส่วน ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

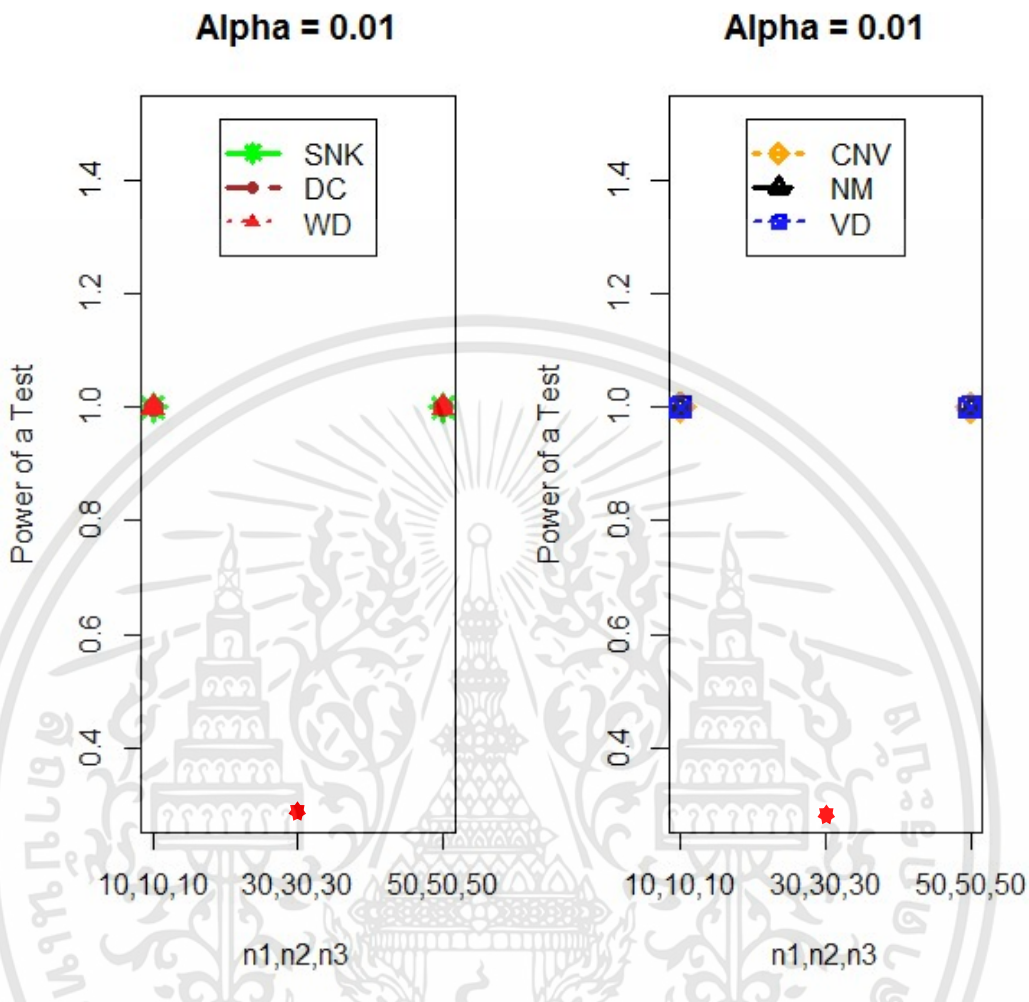


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.70 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ0.01

จากรูปที่ 4.70 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ส่วนตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.71 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.71 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ส่วนตัวสถิติทดสอบ SNK, WD, CNV, NM และ VD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.38 และรูปที่ 4.72-4.74

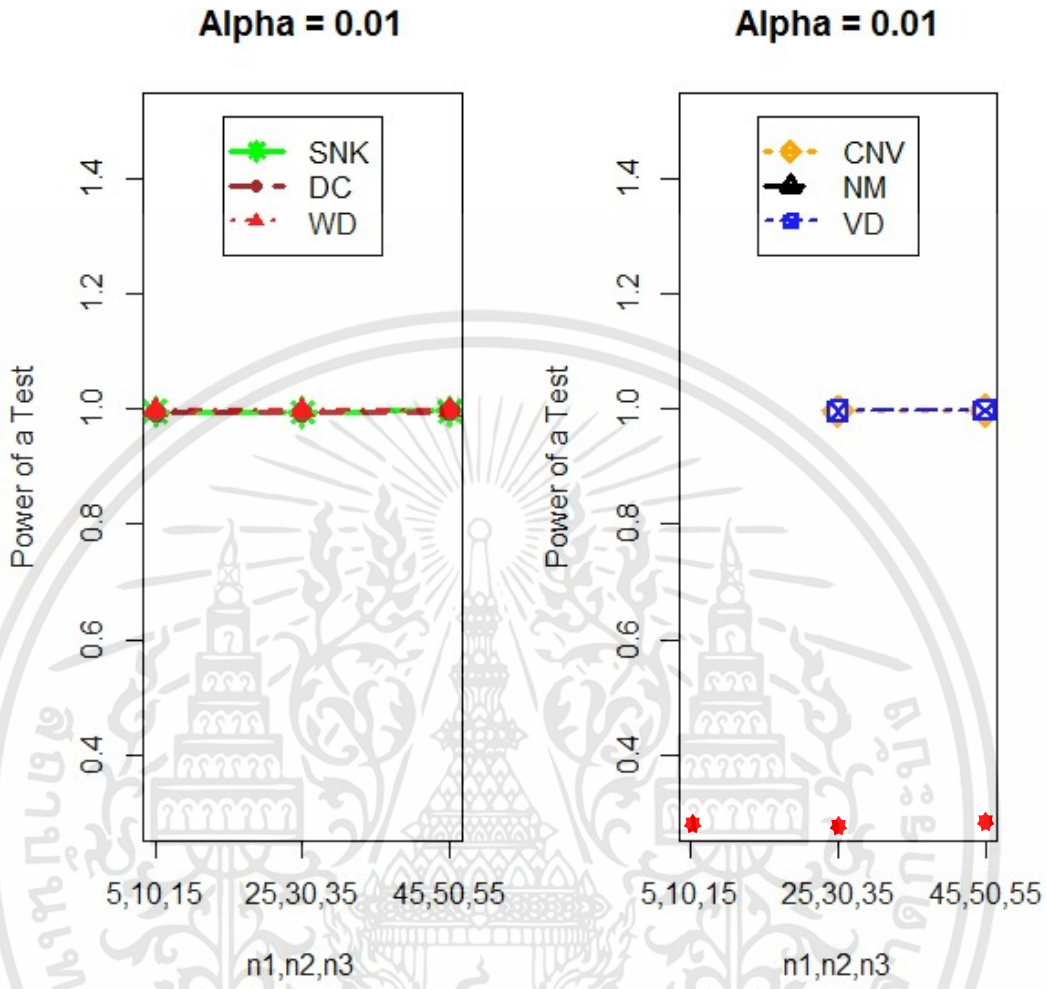
ตารางที่ 4.38 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.9962	0.9949	0.9967
	DC	0.9960	0.9945	0.9964
	WD	0.9974*	0.9972*	0.9974
	CNV	-	0.9968	0.9977
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9963	0.9976*
ปานกลาง	SNK	0.9996	0.9995	0.9995
	DC	0.9996	0.9997	0.9997
	WD	0.9999*	0.9998*	0.9999*
	CNV	-	0.9990	0.9996
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9997	0.9990
มาก	SNK	0.9996	0.9997	0.9997
	DC	0.9996	0.9997	0.9997
	WD	0.9998*	0.9998	0.9999
	CNV	-	0.9999*	-
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9997	1.0000*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

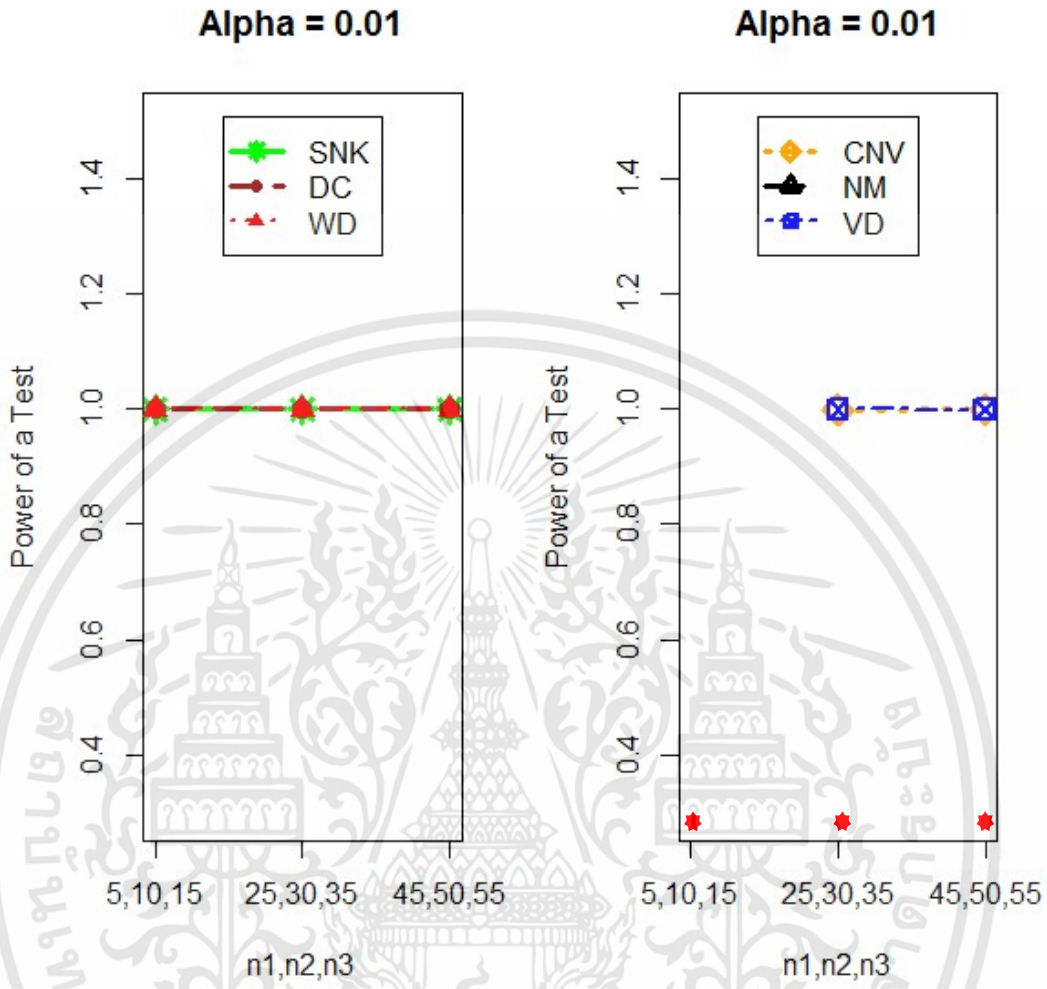


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.72 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.72 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดกลาง ส่วนตัวสถิติทดสอบ VD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

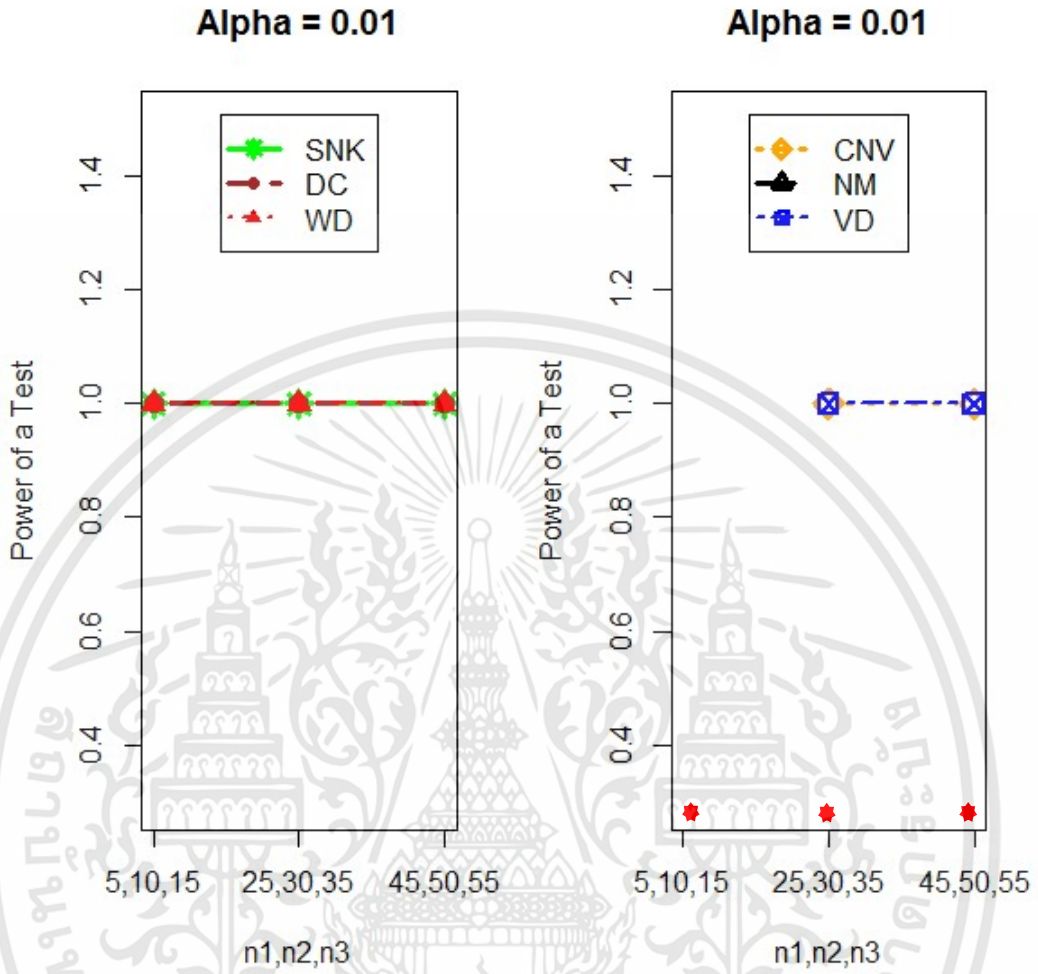


หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.73 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ0.01

จากรูปที่ 4.73 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.74 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ0.01

จากรูปที่ 4.74 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง ส่วนตัวสถิติทดสอบ VD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.4 การคำนวณค่ากำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

1. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.39 และรูปที่ 4.75-4.4.77

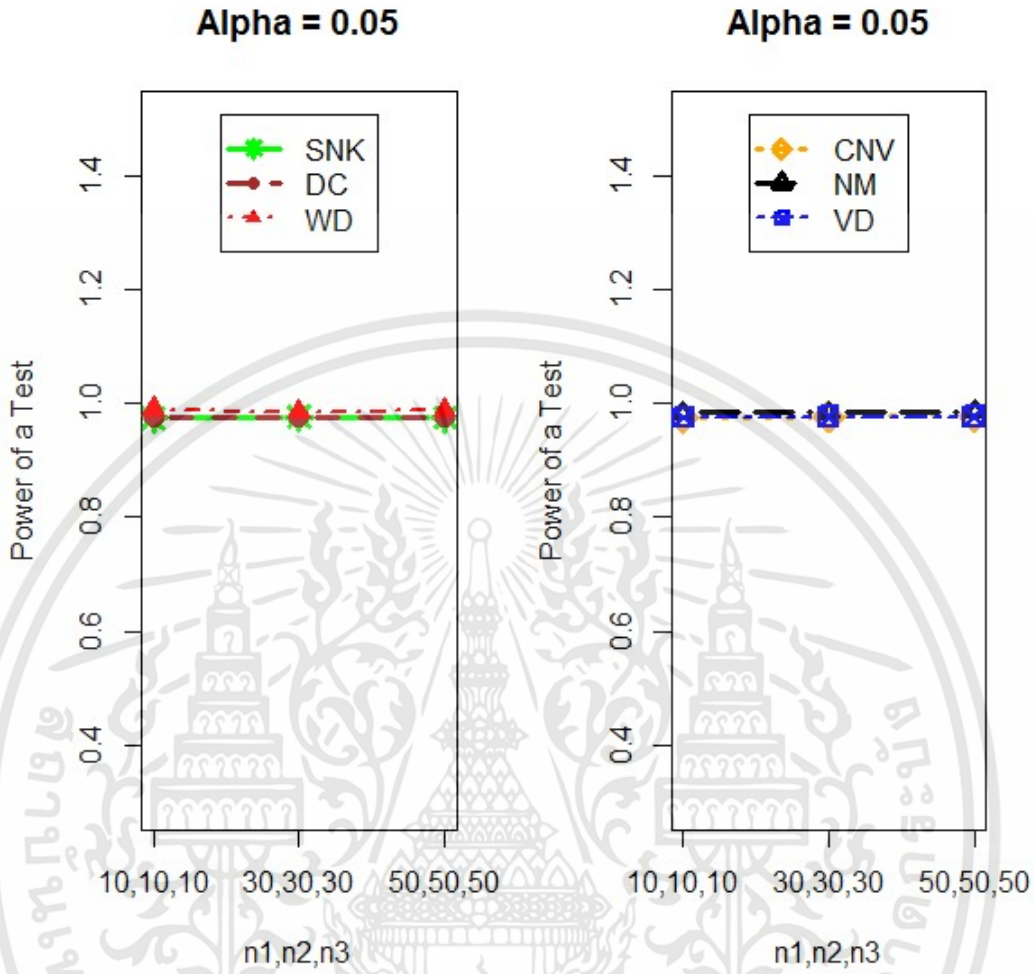
ตารางที่ 4.39 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.9747	0.9762	0.9758
	DC	0.9743	0.9759	0.9755
	WD	0.9896*	0.9843	0.9877
	CNV	0.9759	0.9772	0.9777
	NM	0.9836	0.9848*	0.9862*
	VD	0.9756	0.9770	0.9770
ปานกลาง	SNK	0.9745	0.9875	0.9974
	DC	0.9843	0.9905*	0.9976
	WD	0.9980*	0.9875	0.9996
	CNV	0.9847	0.9778	0.9979
	NM	0.9936	0.9858	1.0000*
	VD	0.9951	0.9880	0.9974
มาก	SNK	0.9956	0.9969	0.9965
	DC	0.9956	0.9968	0.9963
	WD	0.9994*	0.9985	0.9986
	CNV	0.9963	0.9976	0.9979
	NM	0.9980	0.9992*	0.9991*
	VD	0.9961	0.9975	0.9974

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

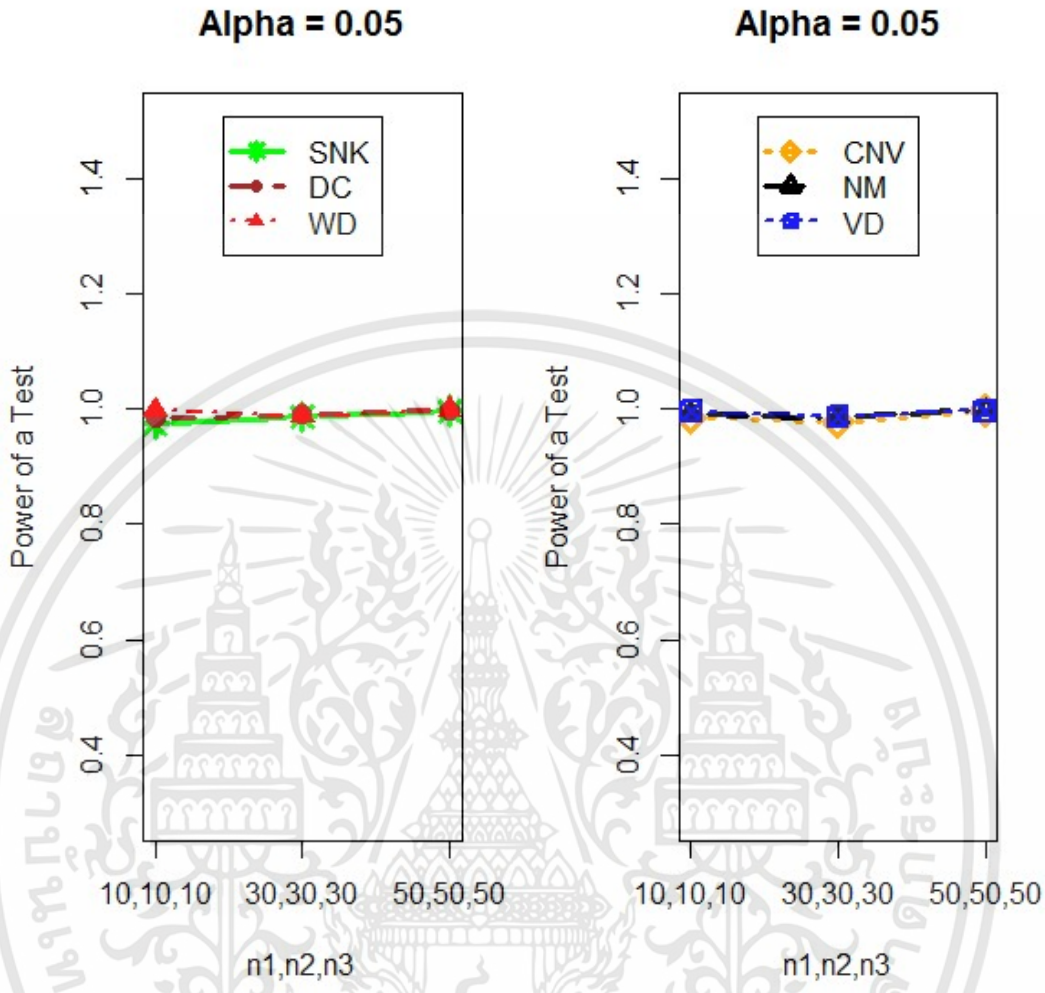


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.75 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.75 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

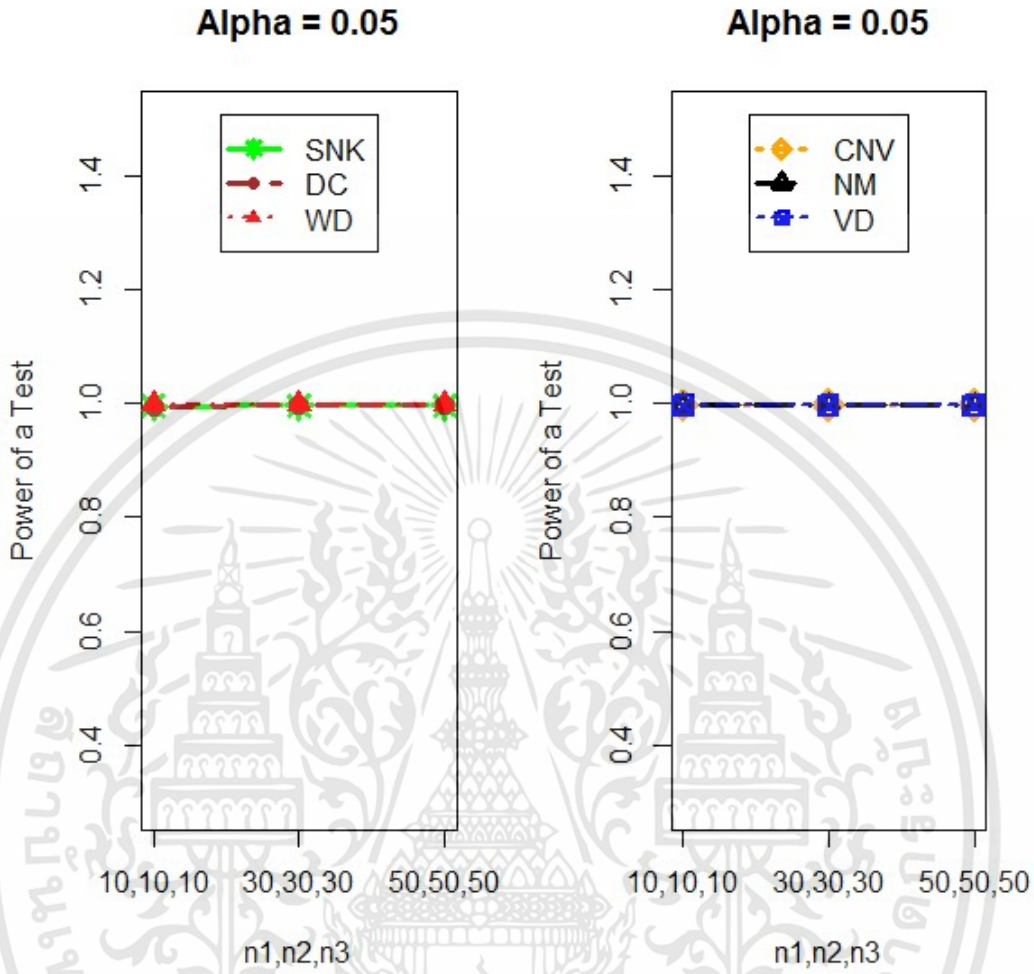


หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.76 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.76 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ DC มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.77 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.77 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.40 และรูปที่ 4.78-4.80

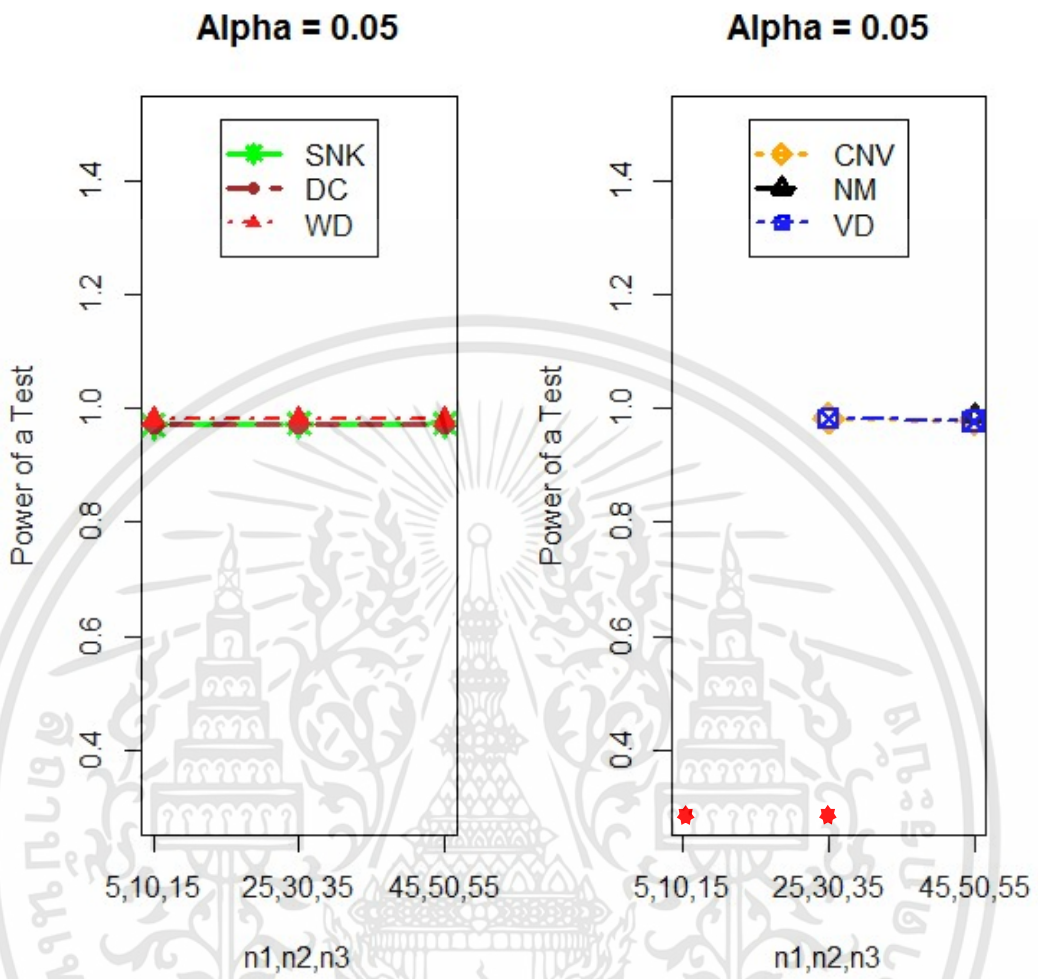
ตารางที่ 4.40 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.9712	0.9730	0.9741
	DC	0.9710	0.9728	0.9736
	WD	0.9803*	0.9816	0.9810
	CNV	-	0.9832*	0.9798
	NM	-	-	0.9889*
	VD	-	0.9822	0.9782
ปานกลาง	SNK	0.9843	0.9857	0.9949
	DC	0.9843	0.9857	0.9945
	WD	0.9973*	0.9969	0.9968
	CNV	-	0.9980*	0.9975
	NM	-	-	0.9996*
	VD	-	0.9966	0.9976
มาก	SNK	0.9943	0.9957	0.9959
	DC	0.9943	0.9957	0.9955
	WD	0.9963*	0.9979	0.9978
	CNV	-	0.9982*	0.9985
	NM	-	-	0.9996*
	VD	-	0.9977	0.9977

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

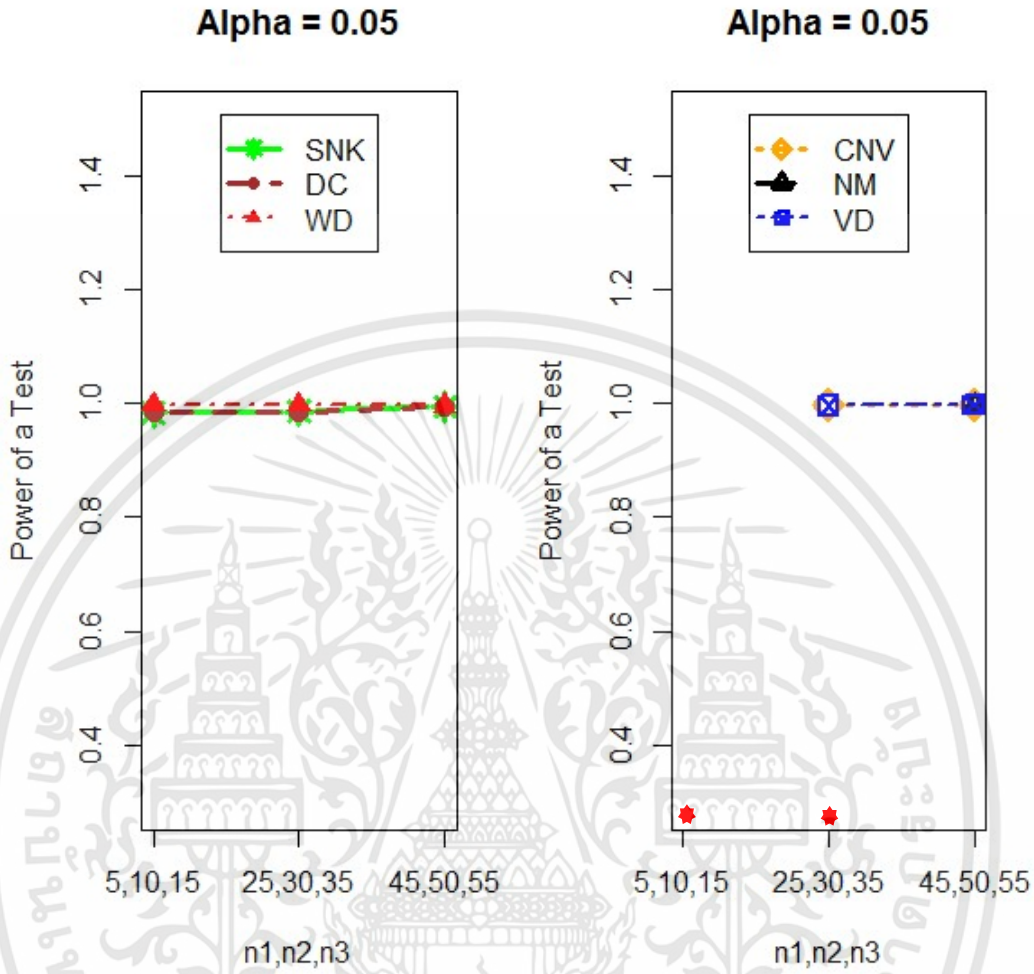


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.78 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ0.05

จากรูปที่ 4.78 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

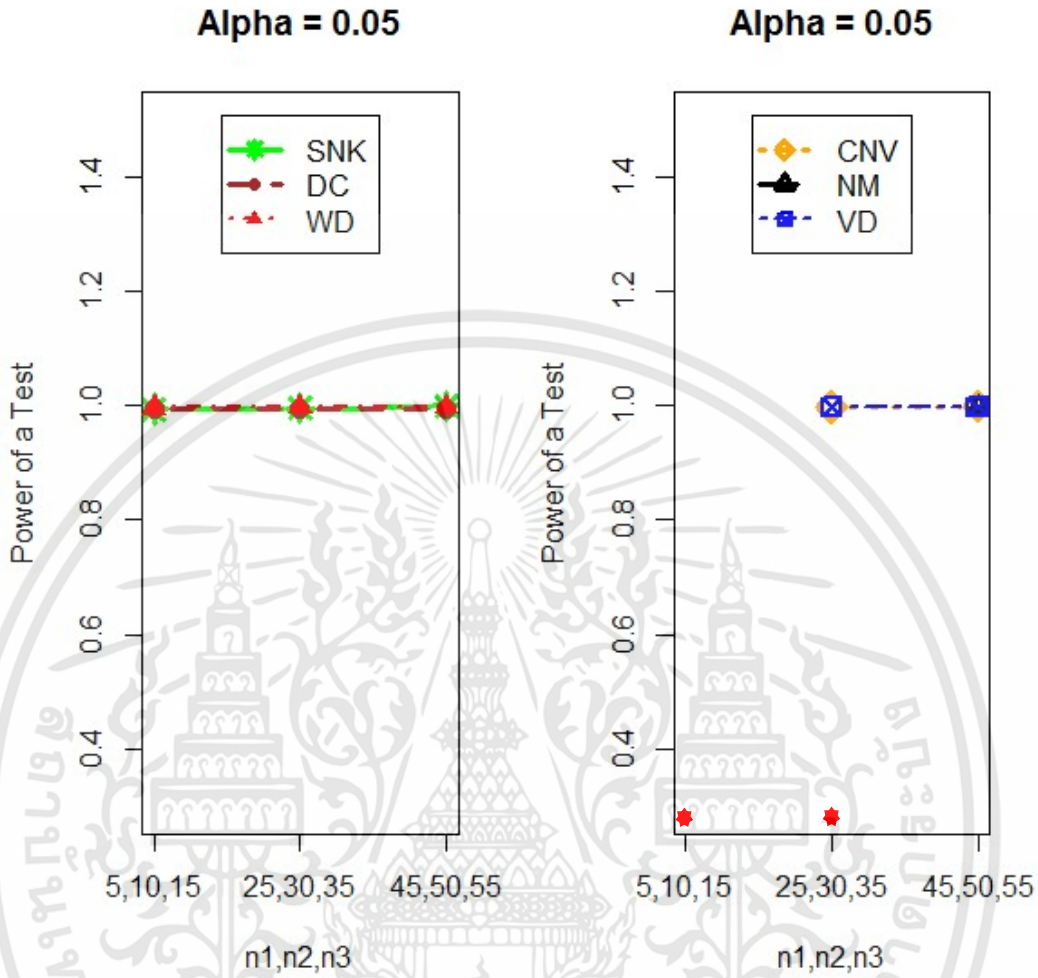


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.79 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.79 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.80 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ที่ระดับนัยสำคัญ0.05

จากรูปที่ 4.80 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ

4.2.3.1 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจง ล็อกปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่เท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.41 และรูปที่ 4.79

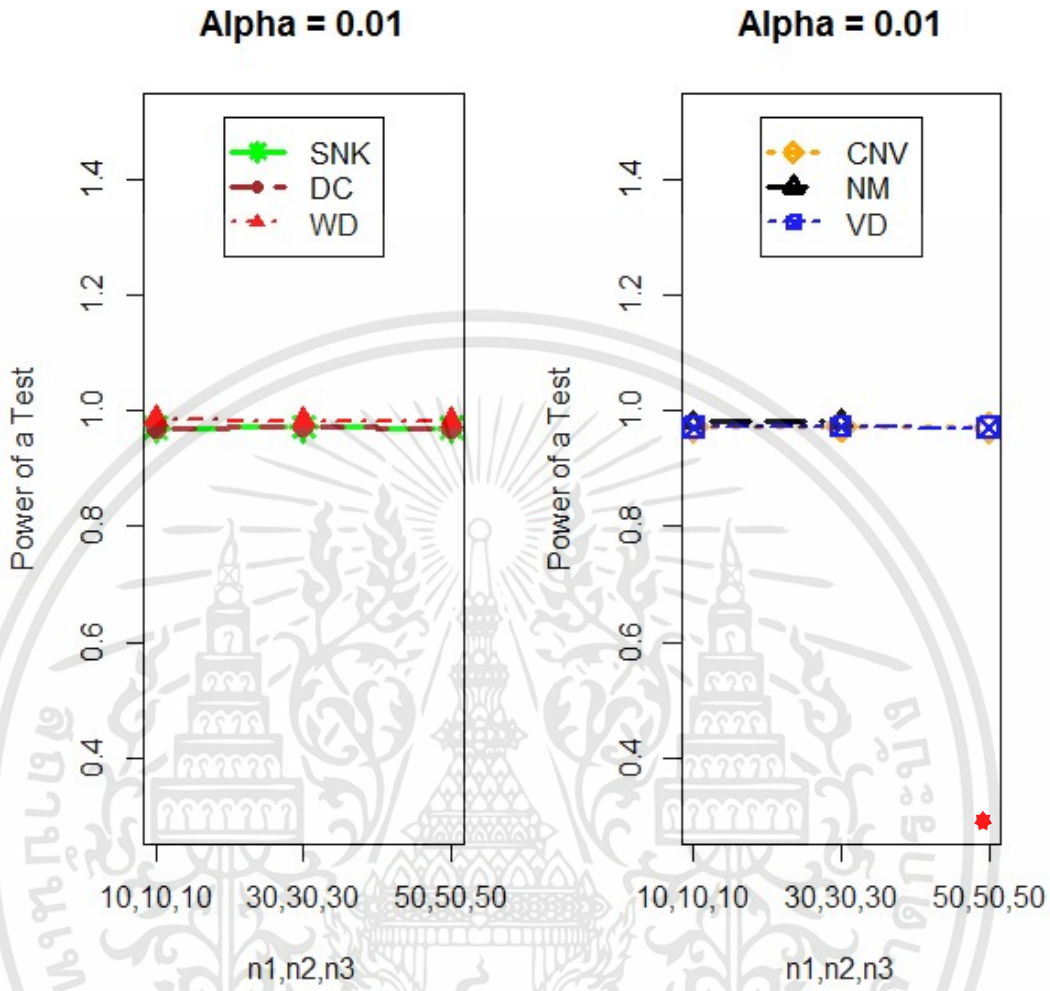
ตารางที่ 4.41 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.9959	0.9963	0.9959
DC	0.9955	0.9959	0.9956
WD	0.9983*	0.9977*	0.9979*
CNV	0.9958	0.9964	0.9962
NM	-	-	-
VD	0.9958	0.9962	0.9959

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.81 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.81 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.42 และรูปที่ 4.80

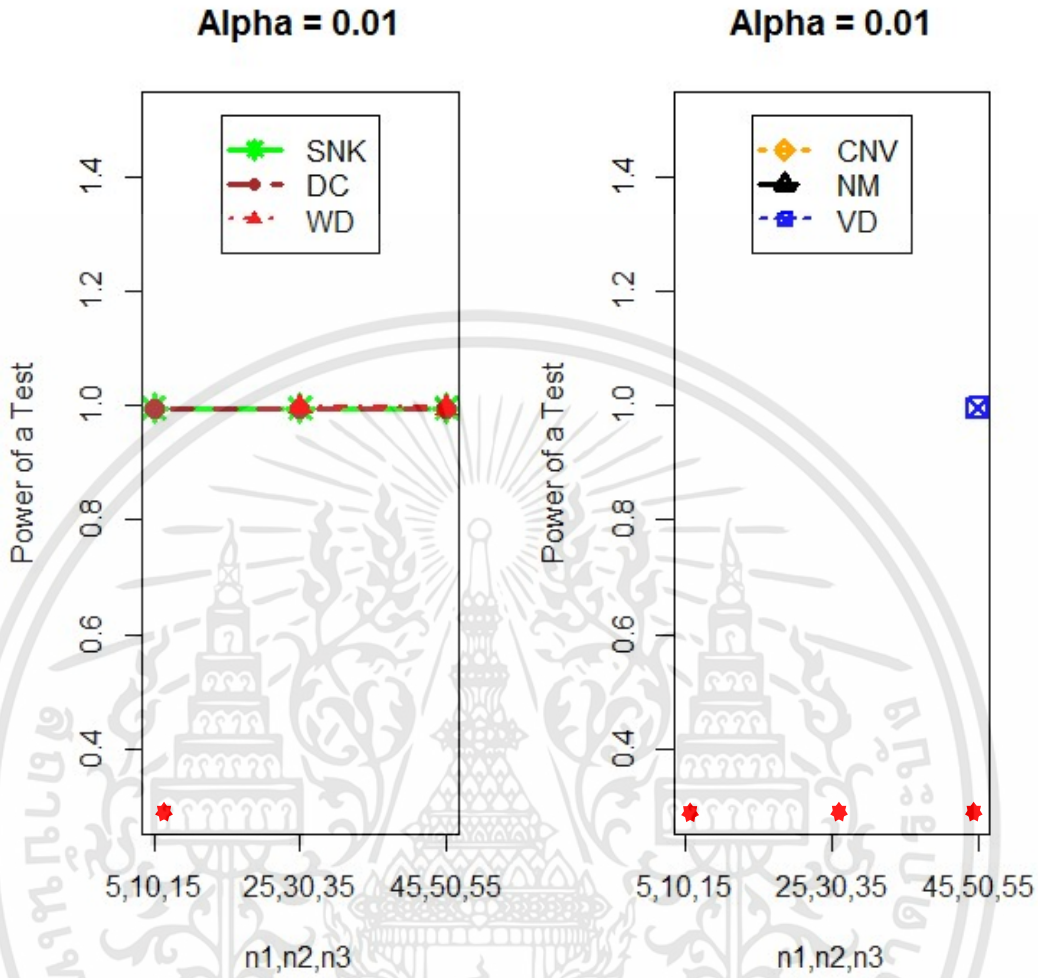
ตารางที่ 4.42 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.9956*	0.9959	0.9959
DC	0.9953	0.9956	0.9956
WD	-	0.9970*	0.9968*
CNV	-	-	-
NM	-	-	-
VD	-	-	0.9967

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.82 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.82 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และ ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 การคำนวณค่ากำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

1. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่ากำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.43 และรูปที่ 4.81

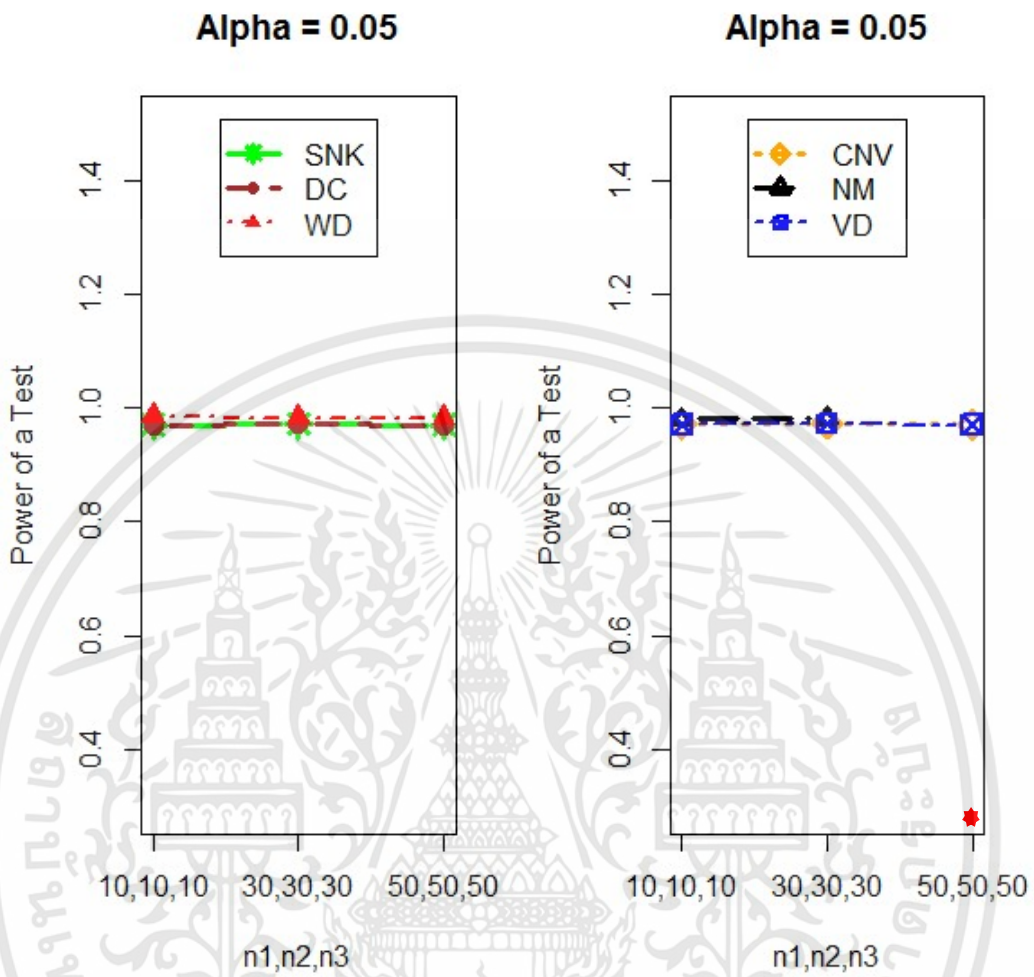
ตารางที่ 4.43 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
SNK	0.9706	0.9722	0.9702
DC	0.9701	0.9713	0.9695
WD	0.9865*	0.9827*	0.9829*
CNV	0.9713	0.9735	0.9717
NM	0.9802	0.9825	-
VD	0.9709	0.9723	0.9704

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.83 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.83 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.44 และรูปที่ 4.82

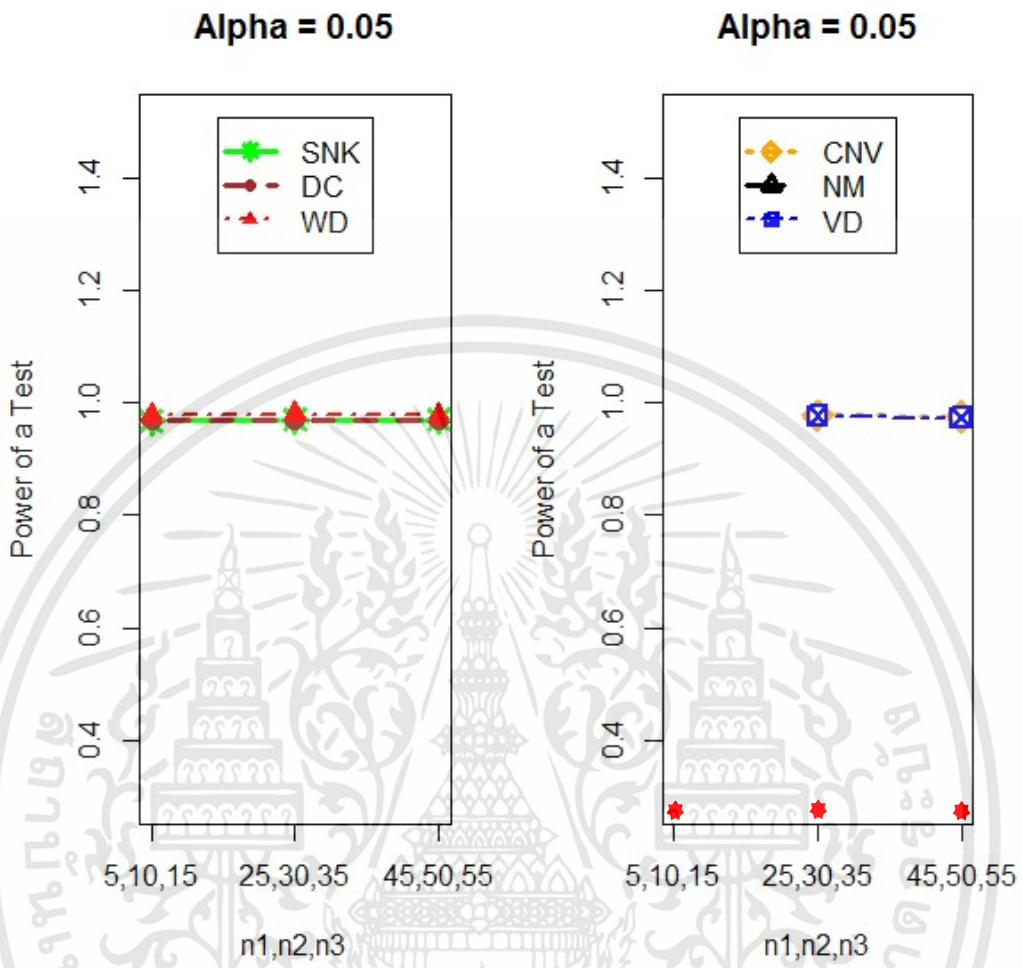
ตารางที่ 4.44 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
	(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
SNK	0.9690	0.9707	0.9704
DC	0.9684	0.9705	0.9696
WD	0.9777*	0.9792*	0.9771*
CNV	-	0.9781	0.9755
NM	-	-	-
VD	-	0.9766	0.9737

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.84 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.84 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

1. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.45 และรูปที่ 4.83-4.85

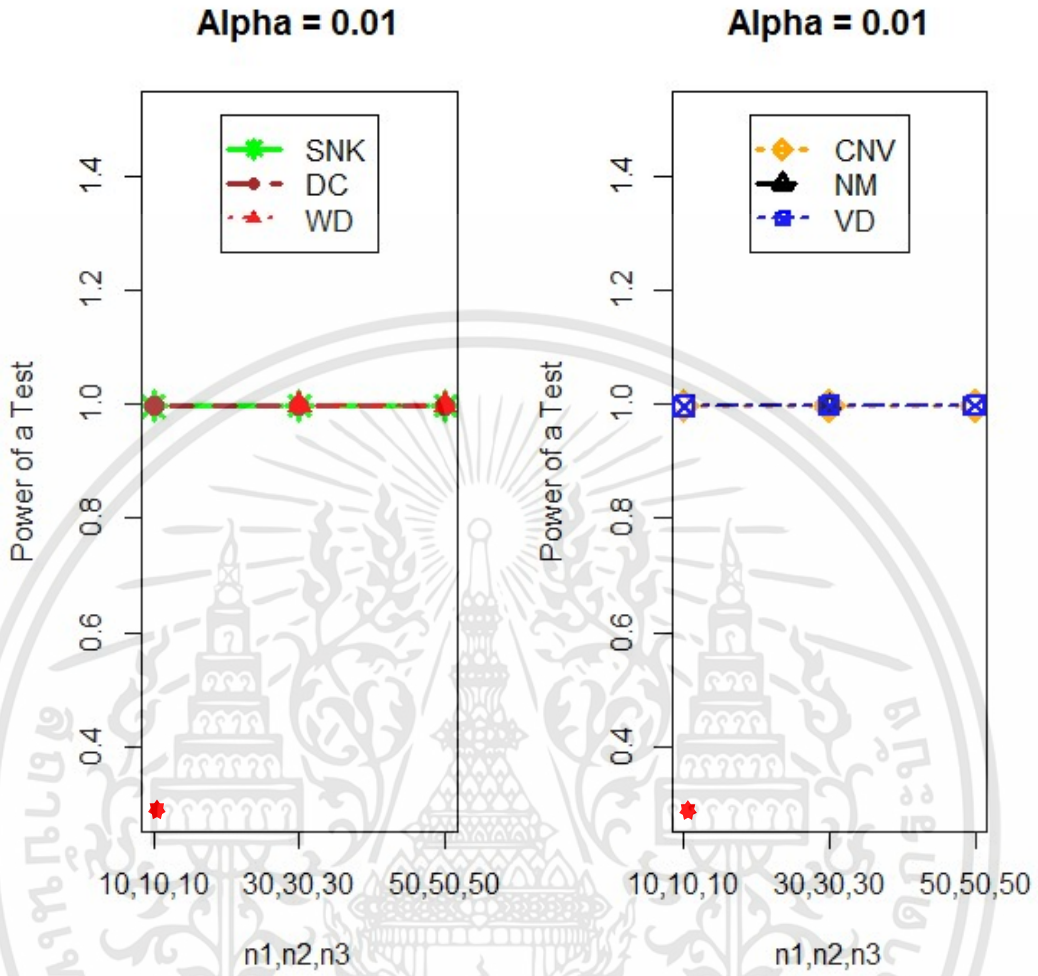
ตารางที่ 4.45 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.9974*	0.9977	0.9976
	DC	0.9972	0.9976	0.9974
	WD	-	0.9986	0.9988*
	CNV	0.9974*	0.9979	0.9979
	NM	-	0.9988*	-
	VD	0.9974*	0.9978	0.9977
ปานกลาง	SNK	0.9941	0.9939	0.9939
	DC	0.9937	0.9935	0.9933
	WD	0.9970*	0.9963*	0.9964*
	CNV	0.9940	0.9943	0.9943
	NM	-	0.9961	0.9964*
	VD	0.9940	0.9938	0.9938
มาก	SNK	0.9953*	0.9949	0.9946
	DC	0.9950	0.9945	0.9941
	WD	-	0.9967	0.9969*
	CNV	0.9953*	0.9954	0.9952
	NM	-	0.9970*	-
	VD	0.9952	0.9948	0.9945

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

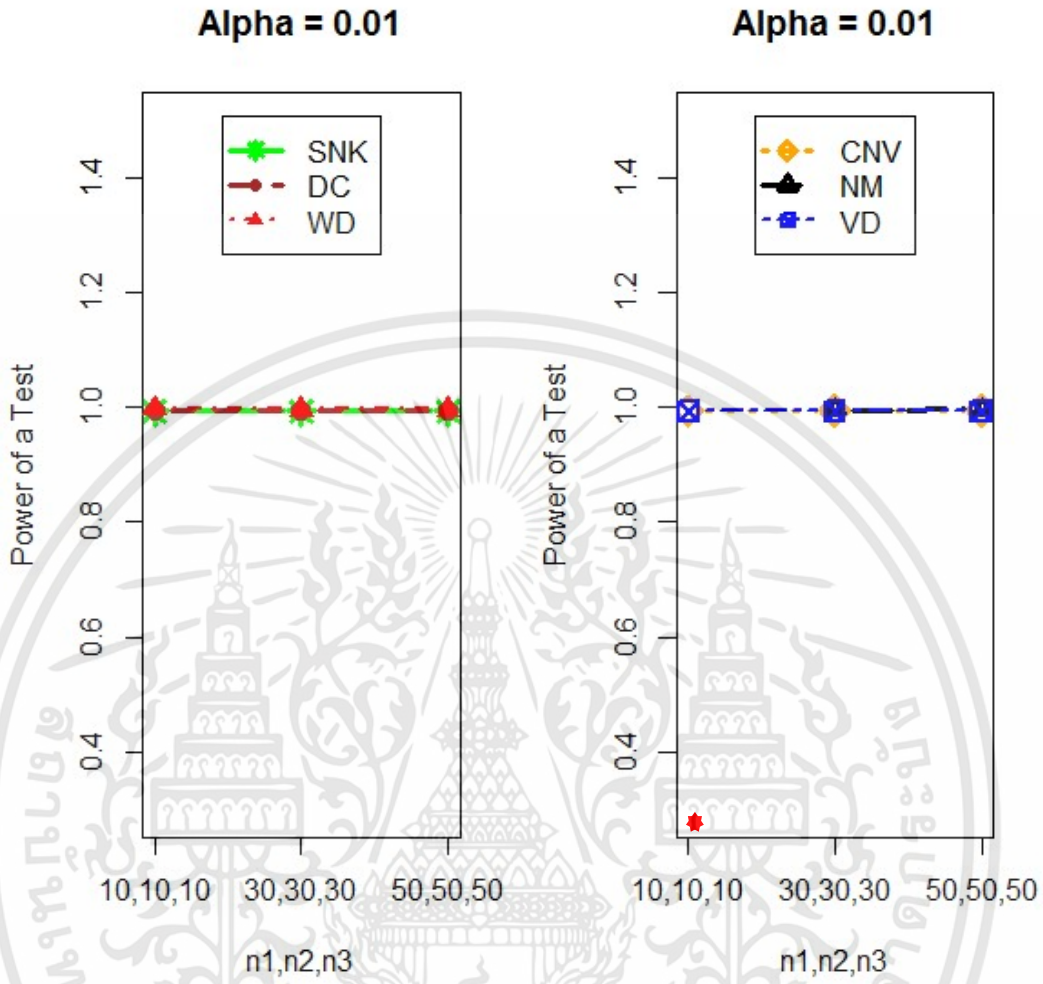


หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.85 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.85 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ SNK และ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง ส่วน WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

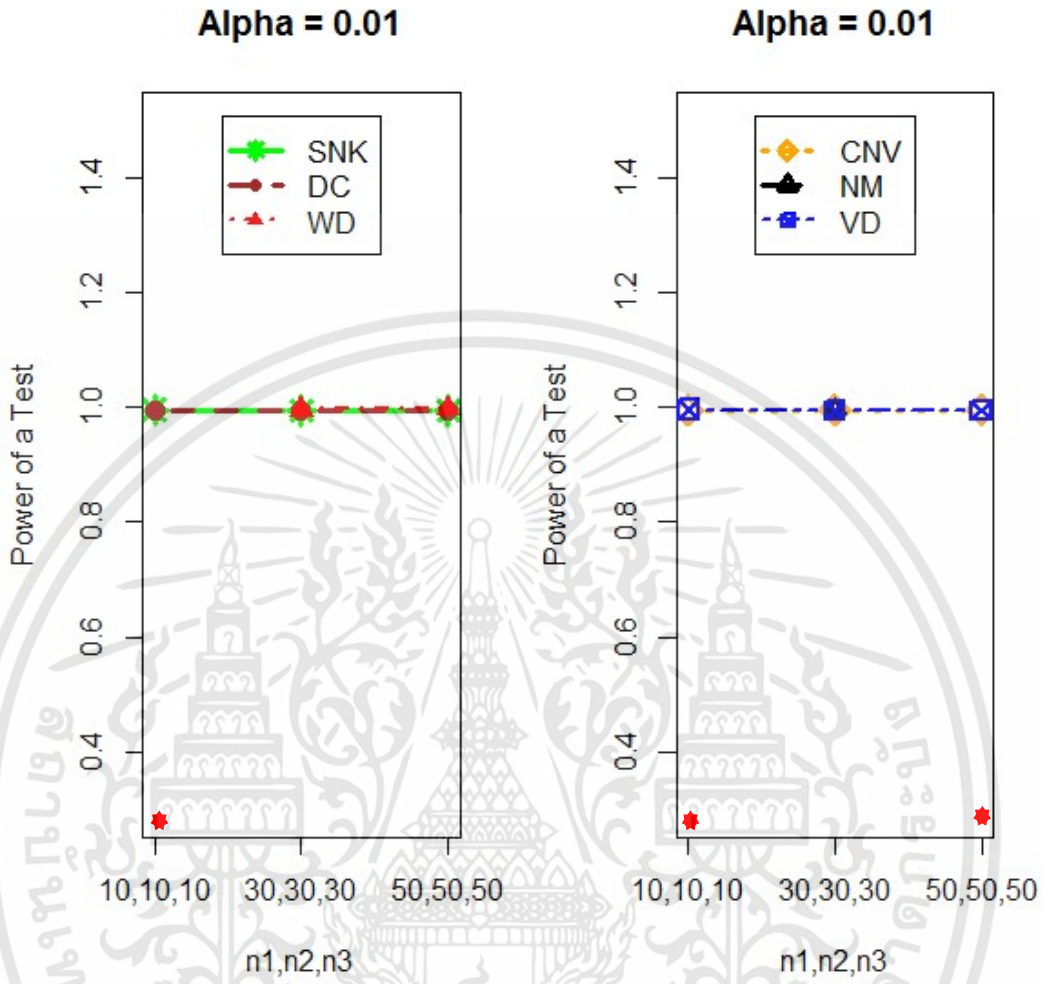


หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.86 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ0.01

จากรูปที่ 4.86 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ * หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.87 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.87 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ SNK และ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง ส่วน WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.46 และรูปที่ 4.86-4.88

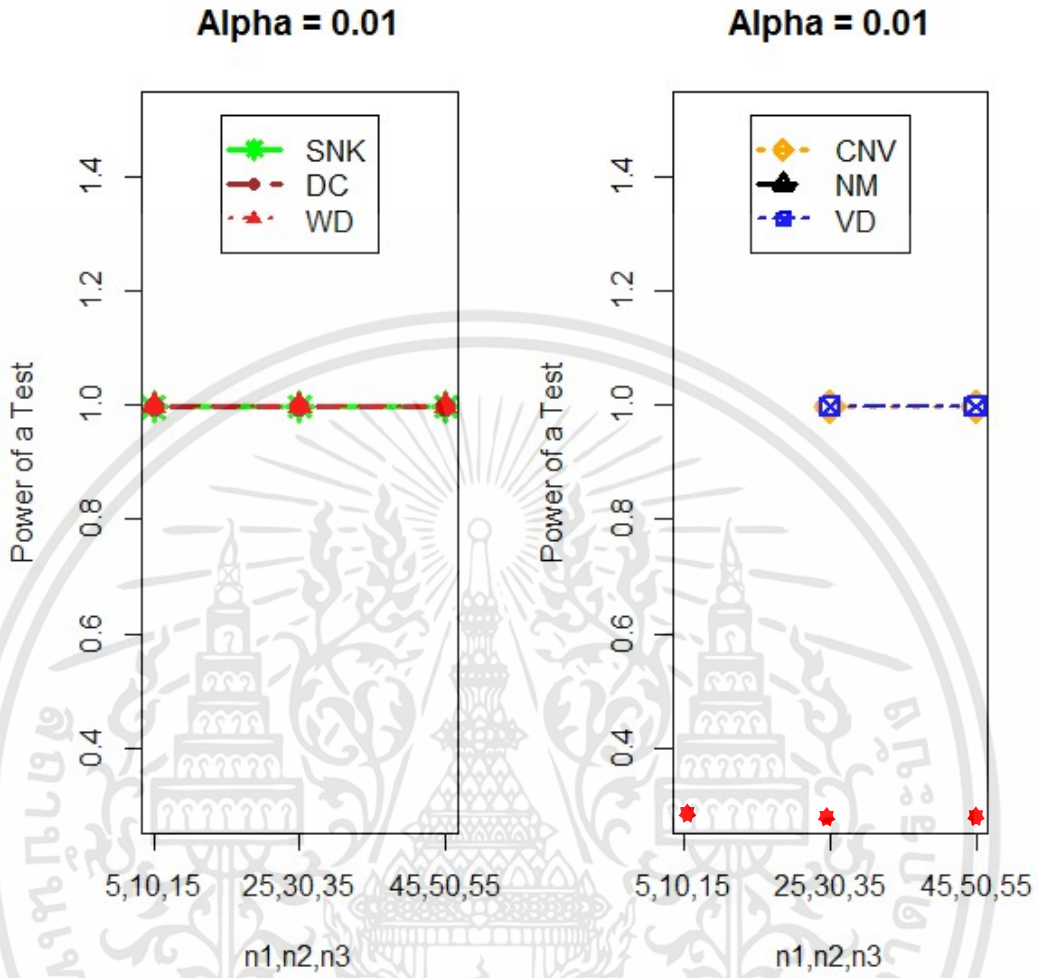
ตารางที่ 4.46 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.9974	0.9977	0.9976
	DC	0.9972	0.9976	0.9974
	WD	0.9991*	0.9986*	0.9988*
	CNV	-	0.9979	0.9979
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9978	0.9977
ปานกลาง	SNK	0.9938	0.9936	0.9940
	DC	0.9934	0.9930	0.9934
	WD	0.9954*	0.9951	0.9952
	CNV	-	0.9959*	0.9957*
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9956	0.9953
มาก	SNK	0.9943	0.9942	0.9946
	DC	0.9940	0.9938	0.9942
	WD	0.9961*	0.9957	0.9958
	CNV	-	0.9967*	0.9964*
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9962	0.9959

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

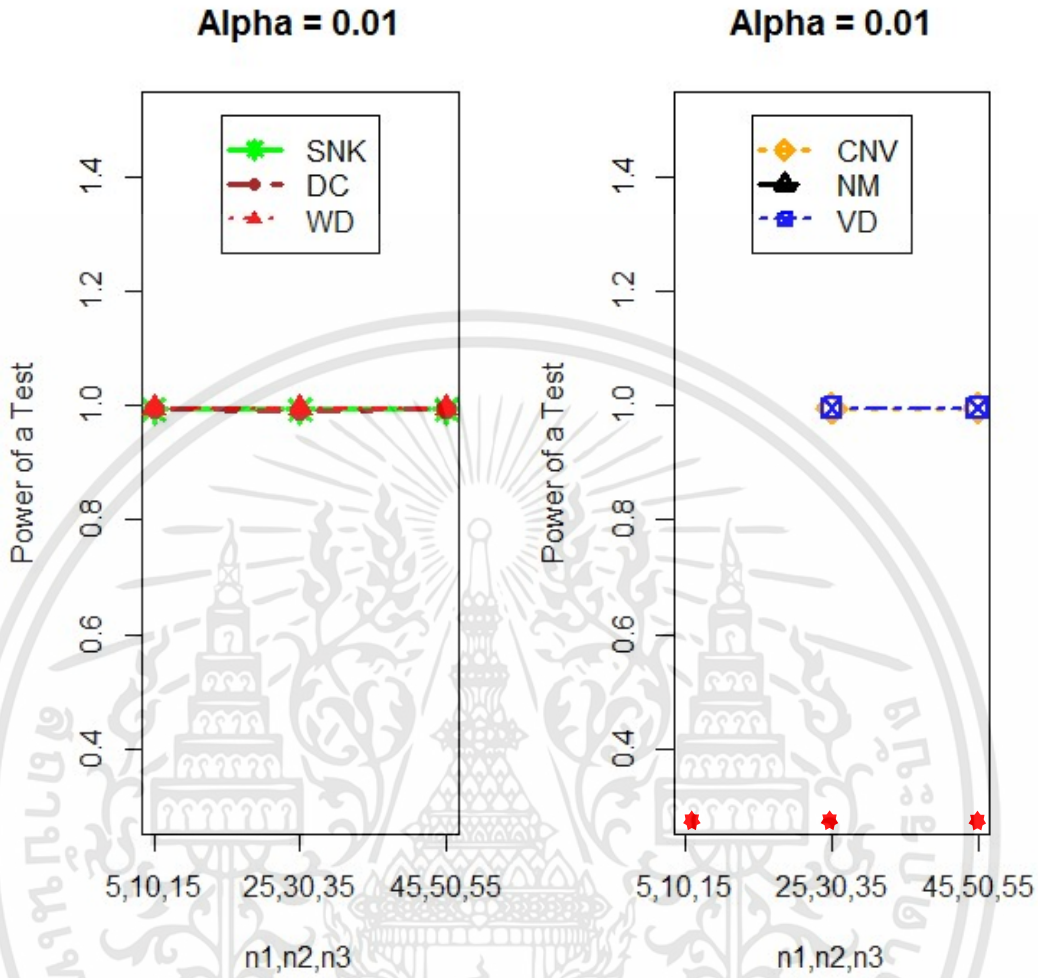


หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.88 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.88 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

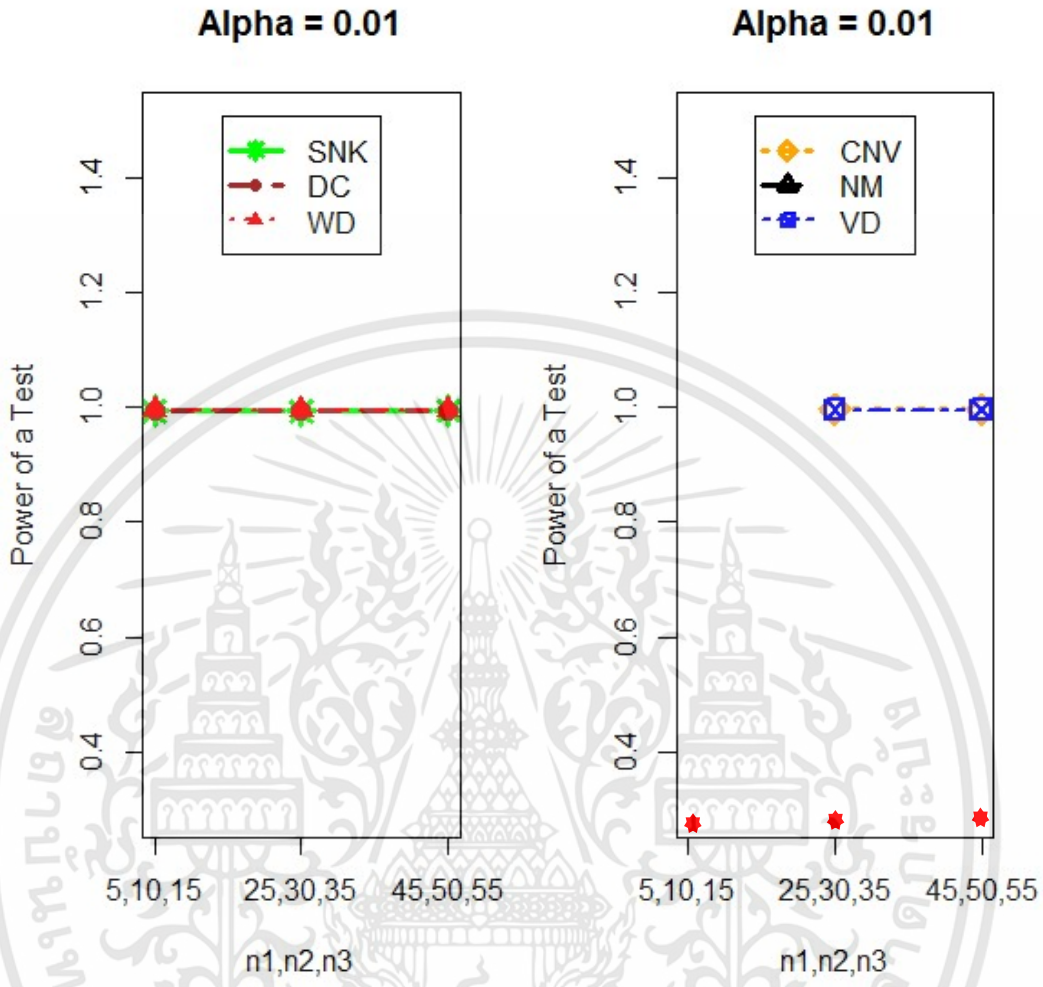


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.89 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.89 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ส่วน CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.90 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากรูปที่ 4.90 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ส่วน CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.4 การคำนวณกำลังการทดสอบ จากข้อมูลที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีค่าเฉลี่ยต่าง ความแปรปรวนต่างโดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

1. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ (10,10,10), (30,30,30) และ (50,50,50) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.47 และรูปที่ 4.89-4.91

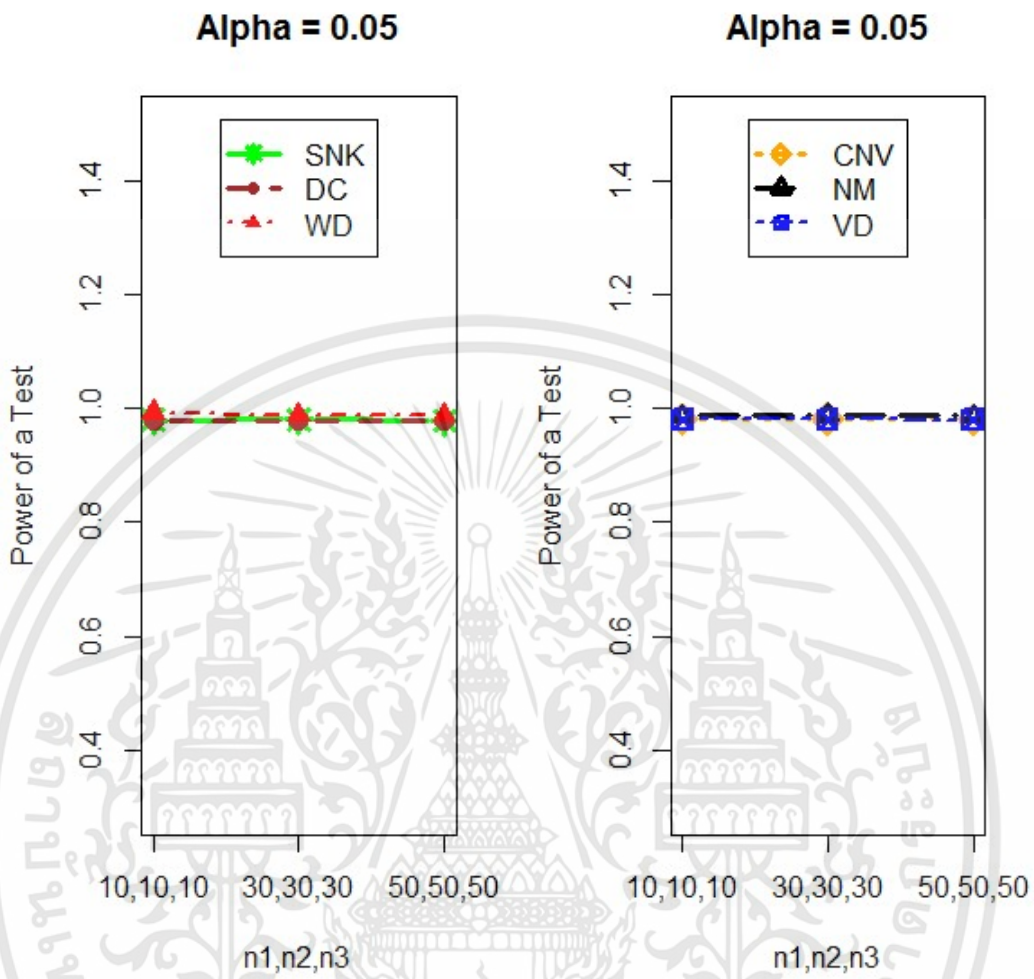
ตารางที่ 4.47 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(10,10,10)	(30,30,30)	(50,50,50)
น้อย	SNK	0.9798	0.9807	0.9788
	DC	0.9795	0.9803	0.9784
	WD	0.9922*	0.9877	0.9884*
	CNV	0.9805	0.9824	0.9812
	NM	0.9866	0.9886*	0.9880
	VD	0.9803	0.9813	0.9794
ปานกลาง	SNK	0.9614	0.9605	0.9588
	DC	0.9609	0.9601	0.9583
	WD	0.9795*	0.9758*	0.9754*
	CNV	0.9627	0.9631	0.9620
	NM	0.9731	0.9740	0.9750
	VD	0.9620	0.9614	0.9602
มาก	SNK	0.9660	0.9635	0.9620
	DC	0.9652	0.9630	0.9617
	WD	0.9823*	0.9772	0.9779*
	CNV	0.9676	0.9666	0.9665
	NM	0.9778	0.9773*	0.9772
	VD	0.9664	0.9642	0.9634

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

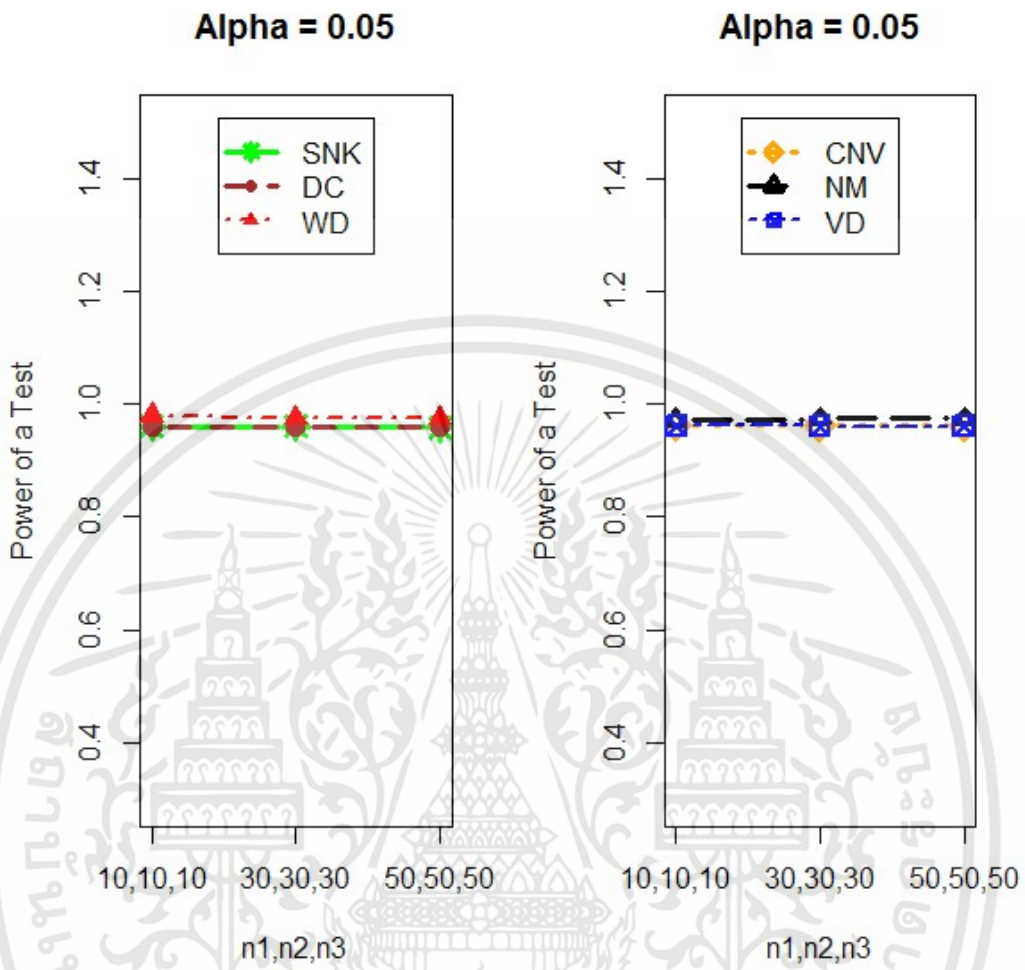


หมายเหตุ ★ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.91 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.91 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ส่วน NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

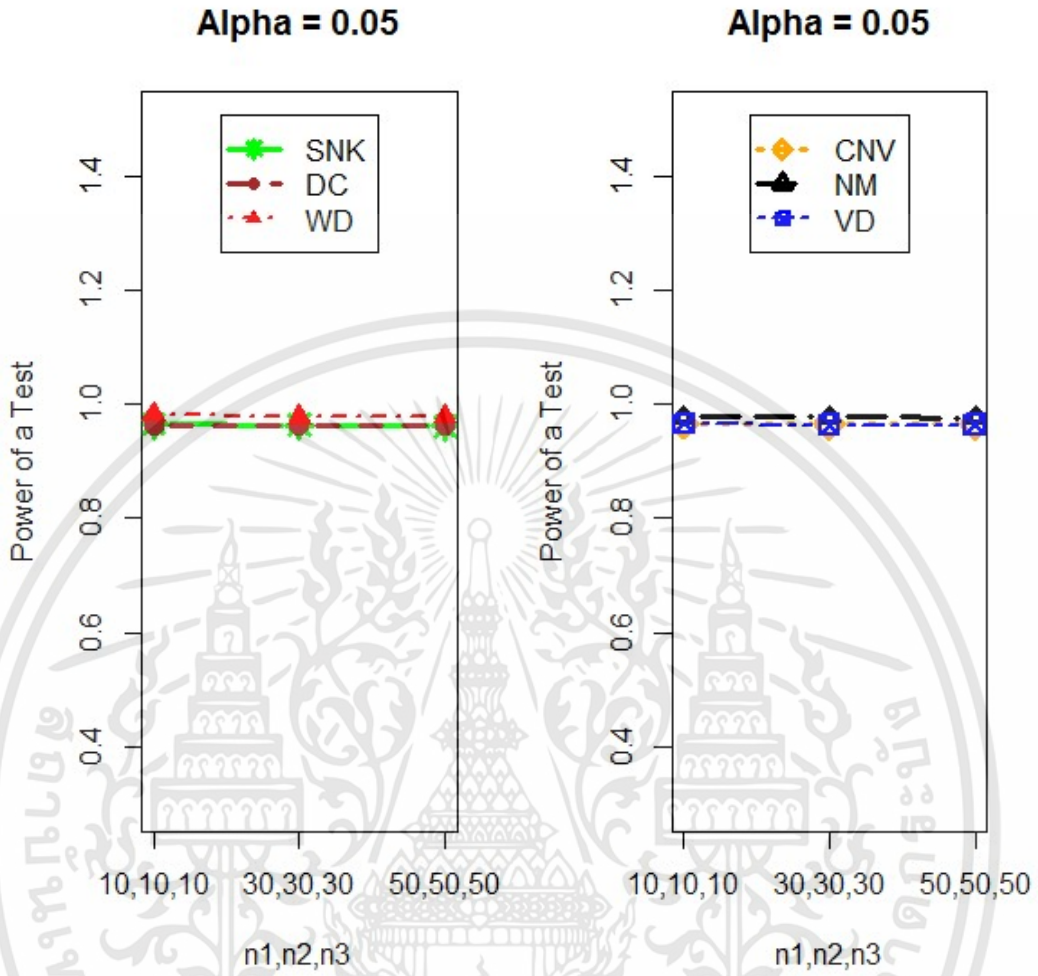


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.92 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ0.05

จากรูปที่ 4.92 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.93 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.93 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ส่วน NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,10,15), (25,30,35) และ (45,50,55) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ค่ากำลังการทดสอบ สรุปได้ดังตารางที่ 4.48 และรูปที่ 4.92-4.94

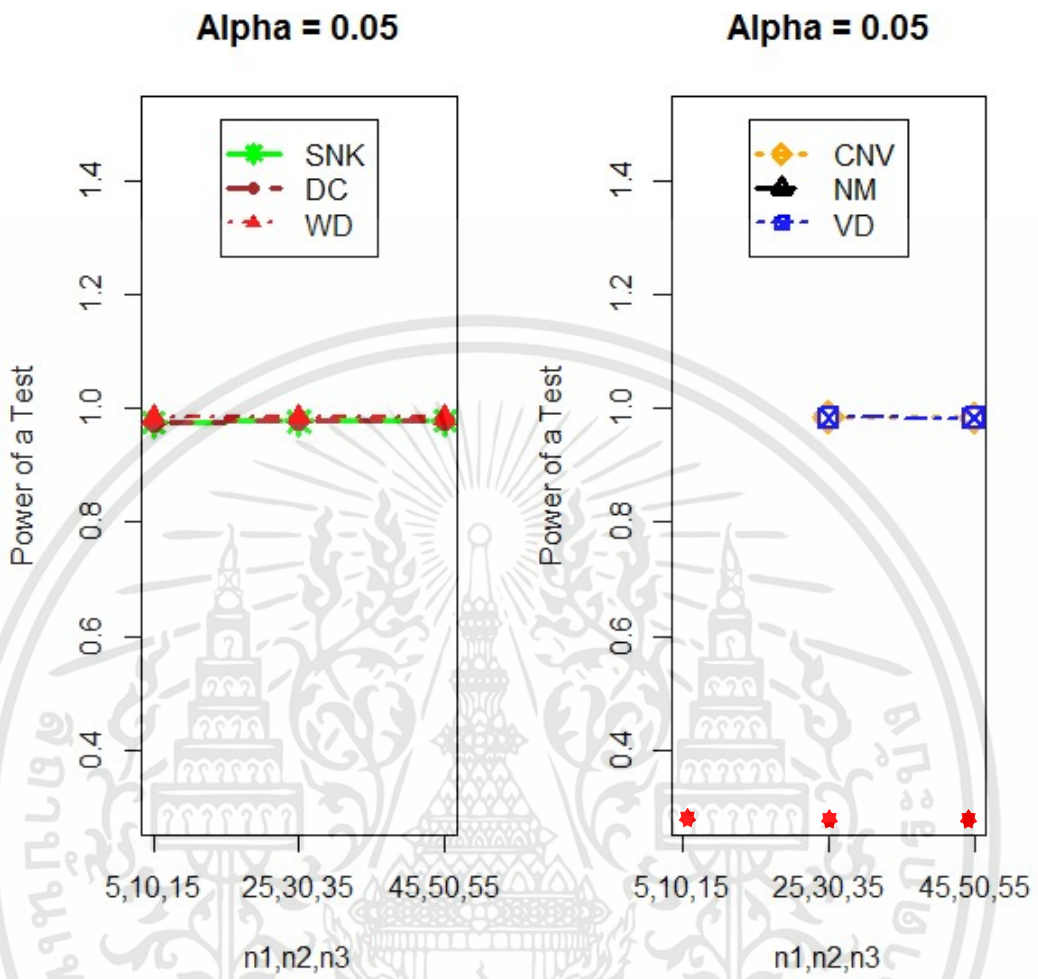
ตารางที่ 4.48 กำลังการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนต่างกัน กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแตกต่างของความแปรปรวน	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน (n_1,n_2,n_3)		
		(5,10,15)	(25,30,35)	(45,50,55)
น้อย	SNK	0.9757	0.9779	0.9787
	DC	0.9751	0.9777	0.9781
	WD	0.9835*	0.9849	0.9837
	CNV	-	0.9855*	0.9840*
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9843	0.9824
ปานกลาง	SNK	0.9589	0.9592	0.9595
	DC	0.9584	0.9586	09590
	WD	0.9702*	0.9699	0.9691
	CNV	-	0.9704*	0.9689
	NM	-	-	0.9810*
	VD	-	0.9685	0.9666
มาก	SNK	0.9610	0.9622	0.9621
	DC	0.9604	0.9615	0.9612
	WD	0.9722*	0.9715	0.9707
	CNV	-	0.9742*	0.9721*
	NM	-	-	-
	VD	-	0.9715	0.9691

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

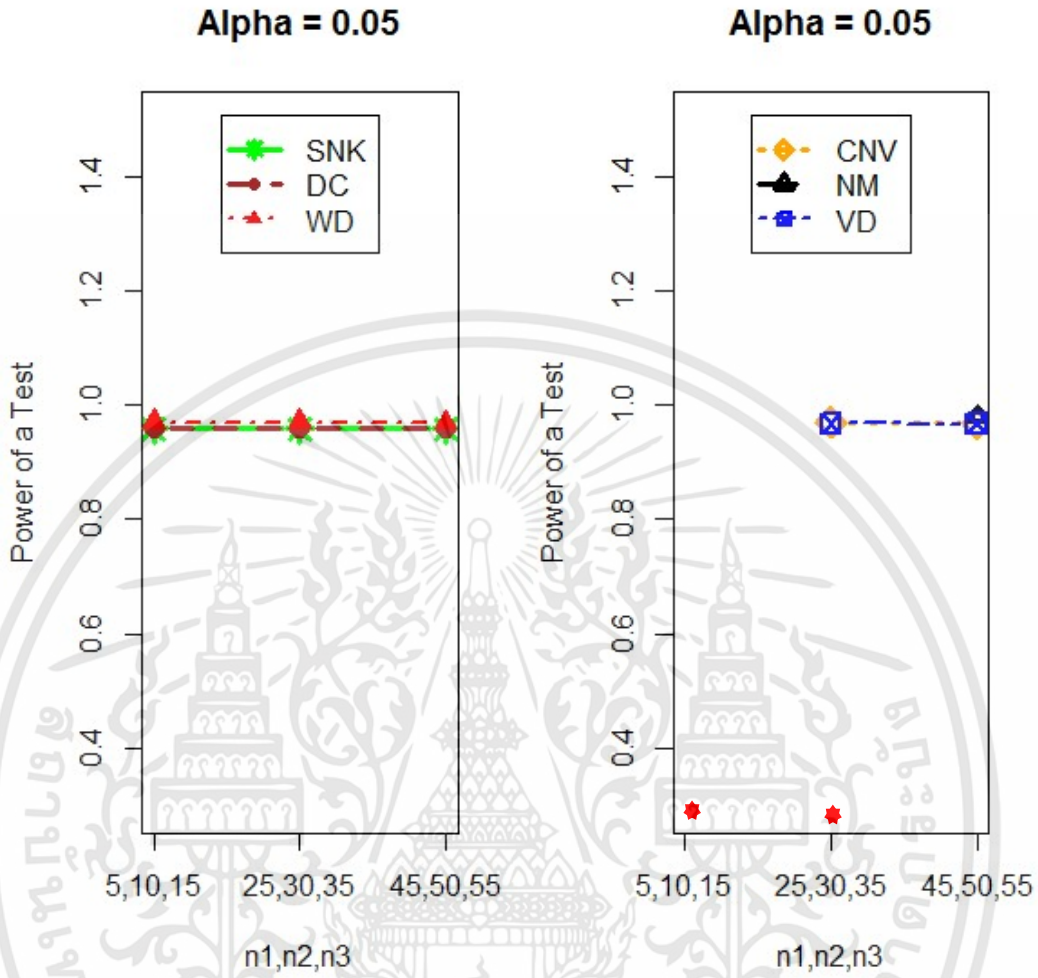


หมายเหตุ ● หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.94 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.94 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันน้อย ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ส่วนตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

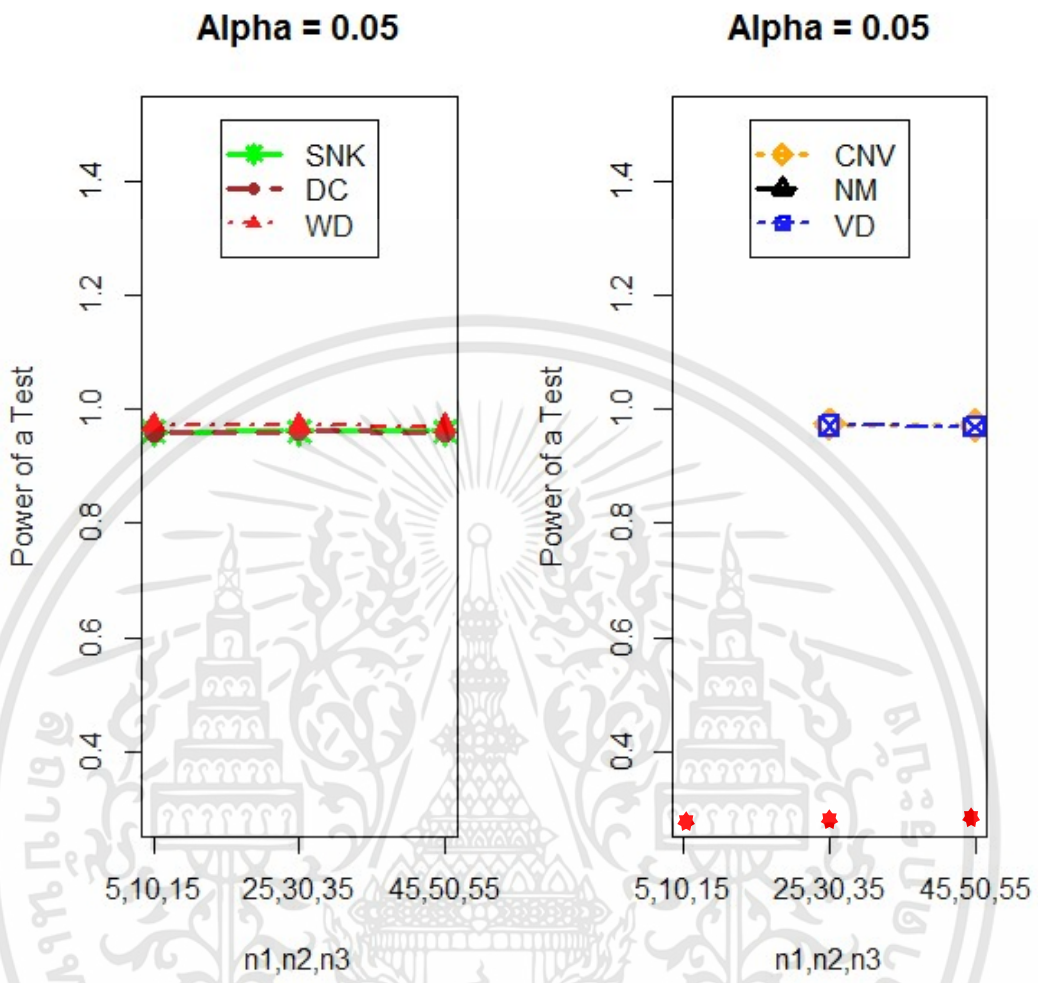


หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.95 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.95 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง ส่วนตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ✸ หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

รูปที่ 4.96 กำลังการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก กรณีข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากรูปที่ 4.96 พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน และความแตกต่างของความแปรปรวนแต่ละประชากรแตกต่างกันมาก ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ส่วนตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

เมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์ และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ทั้ง 6 การทดสอบ สำหรับการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจง ล็อกปรกติ สามารถสรุปผลตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดังตารางที่ 4.49

ตารางที่ 4.49 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง		อัตราส่วนความแปรปรวน			
			ความแปรปรวนเท่ากัน	ความแปรปรวนต่างกัน		
				น้อย	ปานกลาง	มาก
ปรกติ	เท่ากัน	เล็ก	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, CNV, VD	SNK, DC
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
	ต่างกัน	เล็ก	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
แกมมา	เท่ากัน	เล็ก	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	-	-	-
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
	ต่างกัน	เล็ก	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, VD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.49 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ต่อ)

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง		อัตราส่วนความแปรปรวน			
			ความแปรปรวนเท่ากัน	ความแปรปรวนต่างกัน		
				น้อย	ปานกลาง	มาก
ล็อกปรกติ	เท่ากัน	เล็ก	SNK, DC, CNV, VD	SNK, DC, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, CNV, VD
		กลาง	SNK, DC, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
		ใหญ่	SNK, DC, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
	ต่างกัน	เล็ก	SNK, DC	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD
		กลาง	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD

จากตารางที่ 4.49 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สามารถแบ่งเป็นสถานการณ์ดังนี้

4.3.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4.3.1.1 การแจกแจงปรกติ

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาด แบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วน ตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาด แบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ในทุกสถานการณ์ และ ตัวสถิติทดสอบ WD และ NM มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาด แบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลาง และมาก ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาด แบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลาง และมาก

4.3.1.2 การแจกแจงแกมมา

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่มีความแจกแจงแกมมา พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติ NM มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติ CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลาง และมาก ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันพบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ CNV มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลาง และ ตัวสถิติ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาด แบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนมาก

4.3.1.3 การแจกแจงล็อกปรกติ

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงล็อกปรกติกรณีที่มีขนาดตัวเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติ SNK, DC มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบ ที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ WD มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบ ที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ และตัวสถิติทดสอบ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบ ที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK ,DC, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ตัวสถิติทดสอบ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ NM มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลาง และมากส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันตัวสถิติทดสอบ SNK และ WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.50 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง		อัตราส่วนความแปรปรวน			
			ความแปรปรวนเท่ากัน	ความแปรปรวนต่างกัน		
				น้อย	ปานกลาง	มาก
ปรกติ	เท่ากัน	เล็ก	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
	ต่างกัน	เล็ก	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
แกมมา	เท่ากัน	เล็ก	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
	ต่างกัน	เล็ก	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.50 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง		อัตราส่วนความแปรปรวน			
			ความแปรปรวนเท่ากัน	ความแปรปรวนต่างกัน		
				น้อย	ปานกลาง	มาก
ล็อกปรกติ	เท่ากัน	เล็ก	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD
	ต่างกัน	เล็ก	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD	SNK, DC, WD
		กลาง	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD
		ใหญ่	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD	SNK, DC, WD, CNV, NM, VD	SNK, DC, WD, CNV, VD

จากตารางที่ 4.50 พบว่า ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถแบ่งเป็นสถานการณ์ดังนี้

4.3.2 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3.2.1 การแจกแจงปรกติ

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติ SNK, DC, WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติทดสอบ CNV, NM และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และใหญ่

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์ และ ตัวสถิติทดสอบ CNV, NM และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ยกเว้นกรณีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนมาก

4.3.2.2 การแจกแจงแกมมา

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงแกมมา กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติทดสอบ CNV, NM และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และใหญ่ ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และใหญ่

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV, NM และVD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ในทุกสถานการณ์ และ ตัวสถิติทดสอบ NM มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

4.3.2.3 การแจกแจงล็อกปรกติ

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงล็อกปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาด แบบที่ 1 ได้ดีที่สุด

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติทดสอบ NM มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดกลาง ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ และตัวสถิติทดสอบ CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

4.4 การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบใช้พารามิเตอร์ และไม่ใช้พารามิเตอร์ของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ทั้ง 6 การทดสอบ สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.51-4.52

ตารางที่ 4.51 ตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบมากที่สุดในกรณีต่าง ๆที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง		อัตราส่วนความแปรปรวน			
			ความแปรปรวนเท่ากัน	ความแปรปรวนต่างกัน		
				น้อย	ปานกลาง	มาก
ปรกติ	เท่ากัน	เล็ก	WD	WD	SNK	SNK
		กลาง	WD	WD	NM	NM
		ใหญ่	WD	WD	WD	WD
	ต่างกัน	เล็ก	WD	WD	WD	WD
		กลาง	WD	CNV	CNV	CNV
		ใหญ่	WD	CNV	CNV	CNV
แกมมา	เท่ากัน	เล็ก	WD	WD	CNV	NM
		กลาง	WD	-	-	-
		ใหญ่	WD	WD, NM	WD	SNK, WD, CNV, NM, VD
	ต่างกัน	เล็ก	WD	WD	WD	WD
		กลาง	WD	WD	WD	WD
		ใหญ่	DC, WD, CNV	VD	WD	VD
ล็อกปรกติ	เท่ากัน	เล็ก	WD	SNK, CNV	WD	SNK
		กลาง	WD	NM	WD	NM
		ใหญ่	WD	WD	WD, NM	WD
	ต่างกัน	เล็ก	SNK	WD	WD	WD
		กลาง	WD	WD	CNV	CNV
		ใหญ่	WD	WD	CNV	CNV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.51 พบว่า กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สามารถแบ่งเป็นสถานการณ์ดังนี้

4.4.1 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4.4.1.1 การแจกแจงปรกติ

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างขนาดเล็กที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง และมาก ตัวค่าสถิติทดสอบ SNK มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีที่ขนาดตัวอย่างขนาดกลางที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง และมากตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเท่ากันในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลาง และมาก และตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลางและมาก

4.4.1.2 การแจกแจงแกมมา

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงแกมมา กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ DC, WD และ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ Weller – Duncan มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็กที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย และในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง ตัวค่าสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเท่ากันในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็กที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง และตัวสถิติทดสอบ SNK, WD, CNV, NM และ VD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.3 การแจกแจงล็อกปรกติ

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงล็อกปรกติกรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และตัวสถิติทดสอบมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่

2. ค่าความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติ กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK และ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเท่ากันในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ตัวค่าสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลาง และมาก และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเท่ากันในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง และมาก ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในทุกสถานการณ์ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย และในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็กที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง และมาก ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่มีความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลางและมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.52 ตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดในกรณีต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง		อัตราส่วนความแปรปรวน			
			ความแปรปรวนเท่ากัน	ความแปรปรวนต่างกัน		
				น้อย	ปานกลาง	มาก
ปรกติ	เท่ากัน	เล็ก	WD	WD	WD	WD
		กลาง	WD	WD	WD	WD
		ใหญ่	WD	WD	WD	WD
	ต่างกัน	เล็ก	WD	WD	WD	NM
		กลาง	NM	WD	WD	NM
		ใหญ่	NM	WD	CNV	CNV
แกมมา	เท่ากัน	เล็ก	WD	WD	WD	WD
		กลาง	WD	NM	DC	NM
		ใหญ่	WD	NM	NM	NM
	ต่างกัน	เล็ก	WD	WD	WD	WD
		กลาง	WD	CNV	CNV	CNV
		ใหญ่	WD	NM	NM	NM
ล็อกปรกติ	เท่ากัน	เล็ก	WD	WD	WD	WD
		กลาง	WD	NM	WD	NM
		ใหญ่	WD	WD	WD	WD
	ต่างกัน	เล็ก	WD	WD	WD	WD
		กลาง	WD	CNV	CNV	CNV
		ใหญ่	WD	CNV	NM	CNV

จากตารางที่ 4.52 พบว่า กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถแบ่งเป็นสถานการณ์ดังนี้

4.4.2 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.4.2.1 การแจกแจงปรกติ

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และ ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และ ขนาดใหญ่

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลที่การแจกแจงปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ ยกเว้นในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่ที่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างของค่าความแปรปรวนมาก ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ Weller–Duncan มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย และในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดกลางที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง ตัวสถิติทดสอบ Conover มีกำลังการทดสอบมากที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่ที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง และมาก และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบมากที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดกลางที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนมาก

4.4.2.2 การแจกแจงแกมมา

1. ค่าความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงแกมมา กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา กรณีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ DC มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด ในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย ปานกลาง และมาก ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่

4.4.2.3 การแจกแจงล็อกปรกติ

1. ความแปรปรวนเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงล็อกปรกติกรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

2. ความแปรปรวนต่างกัน

ข้อมูลมีการแจกแจงล็อกปรกติกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ และในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลางที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อย และมาก ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่ที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนน้อยและมาก และตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่มีขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่ที่มีค่าความแตกต่างของค่าความแปรปรวนปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.53 ร้อยละของตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนครั้ง		รวม	ร้อยละ
			$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$		
ปรกติ	เท่ากัน	SNK	12	12	24	100
		DC	12	12	24	100
		WD	10	12	22	91.67
		CNV	11	11	22	91.67
		NM	10	11	21	87.5
		VD	11	11	22	91.67
	ต่างกัน	SNK	12	12	24	100
		DC	12	12	24	100
		WD	12	12	24	100
		CNV	8	9	17	70.8
		NM	0	4	4	16.67
		VD	8	8	16	66.67
แกมมา	เท่ากัน	SNK	9	12	21	87.5
		DC	9	12	21	87.5
		WD	9	12	21	87.5
		CNV	9	12	21	87.5
		NM	8	12	20	83.33
		VD	9	12	21	87.5
	ต่างกัน	SNK	12	12	24	100
		DC	12	12	24	100
		WD	12	12	24	100
		CNV	7	8	15	62.5
		NM	0	4	4	16.67
		VD	8	8	16	66.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.53 ร้อยละของตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ (ต่อ)

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนครั้ง		รวม	ร้อยละ
			$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$		
ล็อกปรกติ	เท่ากัน	SNK	12	12	24	100
		DC	12	12	24	100
		WD	7	12	18	75
		CNV	12	12	24	100
		NM	3	11	14	58.33
		VD	12	12	24	100
	ต่างกัน	SNK	12	12	24	100
		DC	12	12	24	100
		WD	11	12	23	95.83
		CNV	6	8	14	58.33
		NM	0	1	1	4.17
		VD	7	8	15	62.5

จากตารางที่ 4.53 ข้อมูลที่การแจกแจงปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติ SNK และ DC มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงแกมมา กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

ข้อมูลที่การแจกแจงล็อกปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC, WD, CNV และ VD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน ส่วนกรณีที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติ SNK และ DC มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.54 ร้อยละของตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนครั้ง		รวม	ร้อยละ
			$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$		
ปรกติ	เท่ากัน	SNK	2	0	2	8.33
		DC	0	0	0	0
		WD	8	12	20	83.33
		CNV	0	0	0	0
		NM	1	0	1	4.17
		NM	0	0	0	0
	ต่างกัน	SNK	0	0	0	0
		DC	0	0	0	0
		WD	6	6	12	50
		CNV	6	2	8	33.33
		NM	0	4	4	16.67
		NM	0	0	0	0
แกมมา	เท่ากัน	SNK	1	0	1	4.17
		DC	0	1	1	4.17
		WD	7	6	13	54.17
		CNV	2	0	2	8.33
		NM	3	5	8	33.33
		NM	1	0	1	4.17
	ต่างกัน	SNK	0	0	0	0
		DC	1	0	1	4.17
		WD	10	6	16	66.67
		CNV	1	3	4	16.67
		NM	0	3	3	12.5
		VD	2	0	2	8.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.54 ร้อยละของตัวสถิติทดสอบที่ให้กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ (ต่อ)

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง	ตัวสถิติทดสอบ	จำนวนครั้ง		รวม	ร้อยละ
			$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$		
ล็อกปรกติ	เท่ากัน	SNK	2	0	2	8.33
		DC	0	0	0	0
		WD	8	10	18	75
		CNV	1	0	1	4.17
		NM	3	2	5	2.83
		NM	0	0	0	0
	ต่างกัน	SNK	1	0	1	4.17
		DC	0	0	0	0
		WD	7	6	13	54.17
		CNV	4	5	9	37.5
		NM	0	1	1	4.17
		VD12	0	0	0	0

จากตารางที่ 4.54 ข้อมูลที่การแจกแจงปรกติ แกมมา และล็อกปรกติ กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน และไม่ท่า พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

4.5 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่าตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์– นิวแมน–คูล ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดในทุกสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปุณยนุช (2550) ที่กล่าวว่า ในแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่ α = 0.05 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ Duncan เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน วิธีการทดสอบที่ควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ คือ ตัวสถิติทดสอบ Waller-Duncan และDuncan สอดคล้องกับ กฤตพล และคณะ (2558) ที่กล่าวว่า ในการคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.1 จากข้อมูลที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ และแกมมา พบว่า ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์

สอดคล้องกับ ธนพงศ์ และคณะ (2559) ที่กล่าวว่า เมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จะพบว่าในกรณีการแจกแจงปรกติ ที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญชม (2538) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK และวDuncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ดีที่สุดสอดคล้องกับงานวิจัยของ Armando. et. al (2008) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบ Waller-Duncan และDuncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และสอดคล้องกับ Ozkaya (2012) ที่กล่าวว่า ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ Duncan สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุด ส่วนกำลังการทดสอบผลการวิจัยพบว่า ตัวสถิติทดสอบ Waller-Duncan มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ที่ความแปรปรวนแต่ละประชากรเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ Conover และNemenyi มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์ความแปรปรวนแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปุณยนุช (2550) ที่กล่าวว่า แผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่ α = 0.05 ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าประชากรทั้ง 5 กลุ่มมีค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน ตัวสถิติทดสอบWaller-Duncan มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด แต่พบว่าขัดแย้งกับงานวิจัยของนิภาพร (2552) ที่กล่าวว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบLSD มีค่ากำลังการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือ วิธี Duncan, Scheffe's และ SNK และสถิติทดสอบที่ให้ค่ากำลังการทดสอบน้อยที่สุด และขัดแย้งกับงานวิจัยของกฤตพล และคณะ (2558) ที่กล่าวว่า ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูลส์ มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ และขัดแย้งกับงานวิจัยของ Francisco and Carlos (2016) ที่กล่าวว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตัวสถิติทดสอบDuncan และSNK มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์โดยทำการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบ 6 การทดสอบ คือ ตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์– นิวแมน–คูล (Student–Newman–Keul's Test : SNK) ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test : DC) ตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน (Waller–Duncan Test : WD) ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test : CNV) ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน (Van der Waerden test : VD) และตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี (Nemenyi Test : NM) ซึ่งทำการศึกษาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ซึ่งแบ่งเป็น 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน และ สถานการณ์ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน ส่วนการศึกษากำลังการทดสอบหลังจากพบว่าตัวสถิติใดบ้างที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน และสถานการณ์ที่ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยทำการจำลองข้อมูลที่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ0.05

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ สามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

5.1.1.1 กรณีการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

2. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK และ DC มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

5.1.1.2 กรณีการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

2. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

ดังนั้นในการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบ SNK และ DC มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากันในทุกสถานการณ์

5.1.2 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกมมา สามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

5.1.2.1 กรณีการแจกแจงแกมมา สามารถสรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

2. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

5.1.2.2 กรณีการแจกแจงแกมมา สามารถสรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

2. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

ดังนั้นในการแจกแจงแกมมา ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากันในทุกสถานการณ์

5.1.3 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ สามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

5.1.3.1 กรณีการแจกแจงล็อกปรกติ สามารถสรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK และ Duncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

2. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK และ Duncan มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.2 กรณีการแจกแจงล็อกปรกติ สามารถสรุปผลความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

2. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ SNK, DC และ WD มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากัน

ดังนั้นในการแจกแจงล็อกปรกติ ตัวสถิติทดสอบ SNK และ DC มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ดีที่สุดเท่ากันในทุกสถานการณ์

5.1.4 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อทำการคำนวณกำลังการทดสอบ ในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ สามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

5.1.4.1 กรณีการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปผลกำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

5.1.4.2 กรณีการแจกแจงปรกติ สามารถสรุปผลกำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD และ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ดังนั้นในการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์

5.1.5 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อทำการคำนวณกำลังการทดสอบ ในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแกรมมา สามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

5.1.5.1 กรณีการแจกแจงแกมมา สามารถสรุปผลกำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

5.1.5.2 กรณีการแจกแจงแกมมา สามารถสรุปผลกำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนพบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ NM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ดังนั้นในการแจกแจงแกมมา ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเท่าในทุกสถานการณ์

5.1.6 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อทำการคำนวณกำลังการทดสอบ ในกรณีที่ข้อมูลสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงล็อกปรกติ สามารถจำแนกตามสถานการณ์ได้ดังนี้

5.1.6.1 กรณีการแจกแจงล็อกปรกติ สามารถสรุปผลกำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ดังนี้

1.ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD และ CNV มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

5.1.6.2 กรณีการแจกแจงล็อกปรกติ สามารถสรุปผลกำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ดังนี้

1.ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

2. ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนต่างกัน พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

ดังนั้นในการแจกแจงล็อกปรกติ ตัวสถิติทดสอบ WD มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเท่าในทุกสถานการณ์

จากผลการศึกษาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 6 การทดสอบ สำหรับแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ พบว่า ตัวสถิติทดสอบ WD เป็นตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาในครั้งต่อไปอาจเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากกว่า 3 กลุ่ม อาจเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 4-6 กลุ่ม

5.2.2 ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจทำการเพิ่มตัวสถิติทดสอบตัวอื่น ๆ ทั้งตัวสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ และไม่อิงพารามิเตอร์ เช่น ตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน เป็นต้น

5.2.3 ควรทำการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงอื่นที่ไม่ใช่การแจกแจงปรกติ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงล็อกปรกติ เช่นการแจกแจงบีตา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤตพล ธีรธนิตนันท์, กำชัย สุภัทรกุล, ปารณัท สุขเจริญ และโศภน พงษ์ชาลี. 2558. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณ ในกรณีความแปรปรวนเท่ากันสำหรับ 3 ประชากรโดยใช้โปรแกรมอาร์.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

จิรภา โคมเดือน. 2560. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากร ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน.” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จิราวัลย์ จิตรถเวช. 2552. **การวางแผนและการวิเคราะห์การทดลอง**. กรุงเทพมหานคร : ไทยพัฒนารายวันการพิมพ์.

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

ธีรศักดิ์ จันทร์กระจ่าง. 2551. “อำนาจการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณตามข้อตกลงความแปรปรวนวิวิธพันธ์ของข้อมูลที่แจกแจงต่างกัน และขนาดกลุ่มตัวอย่างต่างกัน.” ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และพงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. 2551. **การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ท้อป.

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

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

วราฤทธิ์ พาณิชกิจโกศลกุล. 2557. **การใช้โปรแกรม R ในงานวิจัยด้านสถิติและสถิติประยุกต์.** กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิไลลักษณ์ องค์จิระวุฒฒิ. 2522. “การเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรโดยพิจารณาจากความผิด 3 ชนิด.” ปริญญาพาณิชยศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

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

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

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

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

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2558. **การแจกแจงเชิงสถิติ.** กรุงเทพมหานคร: จามจุรีโปรดักส์.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2558. **พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

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

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

Francisco, D. A. S. S. and Carlos A. V. D. A. 2016. "Comparison of Means of agricultural experimentation data through different Tests Using The software Assistat." *African Journal of Agricultural Research.* 11(37) : 3527-3531.

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

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

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

Degrees of Freedom for the Denominator (ν_2)

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ก.2 การแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

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

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

Degrees of Freedom for the Denominator (ν_2)

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ก.3 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

(สายชล, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ค่าวิกฤตของการแจกแจงแบบเอฟ

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

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

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ก.4 ค่าวิกฤตพิสัยแบบดันแคน(ต่อ)

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

(สายชล, 2558)

ตารางที่ ก.5 การแจกแจงที

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

ν = degrees of freedom.

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

(สายชล, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าวิกฤตที่เลือกสำหรับพิสัยของตัวแปร $N(0,1)$ ที่เป็นอิสระกัน ตัว : k = 2(1)20(2)40(10)100

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

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

(สายชล, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข1 คำสั่งโปรแกรมการคำนวณกราฟการแจกแจงปรกติ (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน) โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

```
x=seq(-10,40,length.out = 10000)
plot(x,dnorm(x,12,sqrt(36)),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.10),ylab="Density"
,main="Normal Probability Density ")
lines(x,dnorm(x,12,sqrt(36)),lty = 2,col = "blue",lwd = 4,type = "l")
lines(x,dnorm(x,12,sqrt(36)),lty = 4,col = "green",lwd = 5,type = "l")
labels = c("N(12,36)","N(12,36)","N(12,36)")
colors = c("red","blue","green")
A = c(1,2,3)
legend("topright",inset = 0.05,labels,lwd = 3,lty = A,col = colors)
```

****

ข2 คำสั่งโปรแกรมการคำนวณกราฟการแจกแจงแกมมา (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน) โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

```
x=seq(0,50,length.out = 10000)
plot(x,dgamma(x,3,1/4),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.08),ylab="Density",m
ain="Gamma Probability Density ")
lines(x,dgamma(x,3,1/4),lty = 2,col = "blue",lwd = 4,type = "l")
lines(x,dgamma(x,3,1/4),lty = 4,col = "green",lwd = 5,type = "l")
labels = c("Gamma(3,4)","Gamma(3,4)","Gamma(3,4)")
colors = c("red","blue","green")
A = c(1,2,3)
legend("topright",inset = 0.05,labels,lwd = 3,lty = A,col = colors)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข3 คำสั่งโปรแกรมการคำนวณกราฟการแจกแจงล็อกปรกติ (ตัวอย่างกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน) โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

```
x=seq(0,40,length.out = 10000)
plot(x,dlnorm(x,2.3733349,0.4723807),col="red",lwd=3,type="l",lty=1,ylim=c(0,0.15) ,yla
b="Density",main=" Lognormol Probability Density Function")
lines(x,dlnorm(x, 2.3733349, 0.4723807),lty = 2,col = "blue",lwd = 4,type = "l")
lines(x,dlnorm(x, 2.3733349, 0.4723807),lty = 4,col = "green",lwd = 5,type = "l")
labels = c("Lognormol (2.3733349, 0.2231435)","Lognormol(2.3733349, 0.2231435)","Lo
gnormol(2.3733349, 0.2231435)")
colors = c("red","blue","green")
A = c(1,2,3)
legend("topright",inset = 0.05,labels,lwd = 3,lty = A,col = colors)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข4 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

```
library(PMCMR)
library(agricolae)
set.seed(10)
alpha=0.01
COUNT <- array(rep(0,8*1),dim=c(8,1))
a<-1
M<-800
q<-0
while(q<M)
{
X1=rnorm(10,4,sqrt(8))
X2=rnorm(10,4,sqrt(8))
X3=rnorm(10,4,sqrt(8))
trt<-c("A","B","C")
rm<-c(10,10,10)
Data<-c(X1,X2,X3)
Z=design.crd (trt,r=rm,serie=Data)
y<-c(Z$parameters$serie)
r<-c(Z$book$r)
table=data.frame(y,trt)
FBC<-aov( y~trt, data = table)
summary(FBC)
t=data.frame(X1,X2,X3)
s<-as.matrix(t)
h=table[,2]
trt1<-c(h[1], h[2], h[3], h[4], h[5], h[6], h[7], h[8], h[9], h[10])
trt2<-c(h[11], h[12], h[13], h[14], h[15], h[16], h[17], h[18], h[19], h[20])
trt3<-c(h[21], h[22], h[23], h[24], h[25], h[26], h[27], h[28], h[29], h[30])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
hh=data.frame(trt1,trt2,trt3)
hy<-as.matrix(hh)
df1=length(Data)-1-(df.residual(FBC))
df2=df.residual(FBC)
MS=deviance(FBC)/df2
FTabalT=qf(alpha,df1,df2,lower.tail=F)
K=anova(FBC)
K$`F value`
FCal<-K$`F value`
Fc<-anova(FBC)["trt",3]
k=10
if((FTabalT<FCal))
{
SNK=SNK.test(y,trt,df2,MS,group=F)
pvalueSNK=SNK$comparison$pvalue
if((pvalueSNK[1]<=alpha)||(pvalueSNK[2]<=alpha)||(pvalueSNK[3]<=alpha))
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]+1
LSR=duncan.test(y,trt,df2,MS,group=F)
pvalueLSR=LSR$comparison$pvalue
if((pvalueLSR[1]<=alpha)||(pvalueLSR[2]<=alpha)||(pvalueLSR[3]<=alpha))
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]+1
WAL=waller.test( y,trt,df2,MS,Fc,group=F,console=T)
WALTable=-(qt(alpha,df2))
SigWAL=WALTable*(((2*MS)/k)^(1/2))
pvalueWAL=WAL$comparison$Difference
if((pvalueWAL[1]>=SigWAL)||(pvalueWAL[2]>=SigWAL)||(pvalueWAL[3]>=SigWAL))
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]+1
CNV<-posthoc.kruskal.conover.test( s, hy, p.adjust.method="none")
PvalueCNV=get.pvalues(CNV)
if((PvalueCNV[1]<=alpha)||(PvalueCNV[2]<=alpha)||(PvalueCNV[3]<=alpha))
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]+1
NMY<-posthoc.kruskal.nemenyi.test( s, hy, dist="Tukey")
PvalueNMY=get.pvalues(NMY)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if((PvalueNMY[1]<=alpha)||(PvalueNMY[2]<=alpha)||(PvalueNMY[3]<=alpha))
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]+1
VND<-posthoc.vanWaerden.test( s, hy, p.adjust.method="none")
PvalueVND=get.pvalues(VND)
if((PvalueVND[1]<=alpha)||(PvalueVND[2]<=alpha)||(PvalueVND[3]<=alpha))
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]+1
COUNT[7,a]=COUNT[7,a]+1
NM=COUNT[7,a]
q=q+1
}
else{q=q}
COUNT[8,a]=COUNT[8,a]+1
H=COUNT[8,a]
}
COUNT[1,a]=(COUNT[1,a]/H)
COUNT[2,a]=(COUNT[2,a]/H)
COUNT[3,a]=(COUNT[3,a]/H)
COUNT[4,a]=(COUNT[4,a]/H)
COUNT[5,a]=(COUNT[5,a]/H)
COUNT[6,a]=(COUNT[6,a]/H)
COUNT[1,a]
COUNT[2,a]
COUNT[3,a]
COUNT[4,a]
COUNT[5,a]
COUNT[6,a]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข5 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 3ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

```
library(PMCMR)
library(agricolae)
set.seed(10)
alpha=0.01
COUNT <- array(rep(0,8*1),dim=c(8,1))
a<-1
M<-800
q<-0
while(q<M)
{
X1=rnorm(10,4,sqrt(4))
X2=rnorm(10,5,sqrt(4))
X3=rnorm(10,6,sqrt(4))
trt<-c("A","B","C")
rm<-c(10,10,10)
Data<-c(X1,X2,X3)
Z=design.crd (trt,r=rm,serie=Data)
y<-c(Z$parameters$serie)
r<-c(Z$book$r)
table=data.frame(y,trt)
FBC<-aov( y~trt, data = table)
summary(FBC)
t=data.frame(X1,X2,X3)
s<-as.matrix(t)
h=table[,2]
trt1<-c(h[1], h[2], h[3], h[4], h[5], h[6], h[7], h[8], h[9], h[10])
trt2<-c(h[11], h[12], h[13], h[14], h[15], h[16], h[17], h[18], h[19], h[20])
trt3<-c(h[21], h[22], h[23], h[24], h[25], h[26], h[27], h[28], h[29], h[30])
hh=data.frame(trt1,trt2,trt3)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
hy<-as.matrix(hh)
df1=length(Data)-1-(df.residual(FBC))
df2=df.residual(FBC)
MS=deviance(FBC)/df2
FTabalT=qf(alpha,df1,df2,lower.tail=F)
K=anova(FBC)
K$`F value`
FCal<-K$`F value`
Fc<-anova(FBC)["trt",3]
k=10
if((FTabalT<FCal))
{
SNK=SNK.test(y,trt,df2,MS,group=F)
pvalueSNK=SNK$comparison$pvalue
if((pvalueSNK[1]<=alpha)||(pvalueSNK[2]<=alpha)||(pvalueSNK[3]<=alpha))
COUNT[1,a]=COUNT[1,a]+1
LSR=duncan.test(y,trt,df2,MS,group=F)
pvalueLSR=LSR$comparison$pvalue
if((pvalueLSR[1]<=alpha)||(pvalueLSR[2]<=alpha)||(pvalueLSR[3]<=alpha))
COUNT[2,a]=COUNT[2,a]+1
WAL=waller.test( y,trt,df2,MS,Fc,group=F,console=T)
WALTable=-(qt(alpha,df2))
SigWAL=WALTable*(((2*MS)/k)^(1/2))
pvalueWAL=WAL$comparison$Difference
if((pvalueWAL[1]>=SigWAL)||(pvalueWAL[2]>=SigWAL)||(pvalueWAL[3]>=SigWAL))
COUNT[3,a]=COUNT[3,a]+1
CNV<-posthoc.kruskal.conover.test( s, hy, p.adjust.method="none")
PvalueCNV=get.pvalues(CNV)
if((PvalueCNV[1]<=alpha)||(PvalueCNV[2]<=alpha)||(PvalueCNV[3]<=alpha))
COUNT[4,a]=COUNT[4,a]+1
NMY<-posthoc.kruskal.nemenyi.test( s, hy, dist="Tukey")
PvalueNMY=get.pvalues(NMY)
if((PvalueNMY[1]<=alpha)||(PvalueNMY[2]<=alpha)||(PvalueNMY[3]<=alpha))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COUNT[5,a]=COUNT[5,a]+1
VND<-posthoc.vanWaerden.test( s, hy, p.adjust.method="none")
PvalueVND=get.pvalues(VND)
if((PvalueVND[1]<=alpha)||(PvalueVND[2]<=alpha)||(PvalueVND[3]<=alpha))
COUNT[6,a]=COUNT[6,a]+1
COUNT[7,a]=COUNT[7,a]+1
NM=COUNT[7,a]
q=q+1
}
else{q=q}
COUNT[8,a]=COUNT[8,a]+1
H=COUNT[8,a]
}
COUNT[1,a]=(COUNT[1,a]/H)
COUNT[2,a]=(COUNT[2,a]/H)
COUNT[3,a]=(COUNT[3,a]/H)
COUNT[4,a]=(COUNT[4,a]/H)
COUNT[5,a]=(COUNT[5,a]/H)
COUNT[6,a]=(COUNT[6,a]/H)
COUNT[1,a]
COUNT[2,a]
COUNT[3,a]
COUNT[4,a]
COUNT[5,a]
COUNT[6,a]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข6 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์แผน 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

```
BradleyUpper1 = rep(0.005,3)
BradleyLower1 = rep(0.015,3)
SNK = c(0.0090,0.0095,0.0091)
DC = c(0.0095,0.0100,0.0099)
WD = c(0.0056,0.0057,0.0061)
CNV = c(0.0093,0.0096,0.0095)
NM = c(0.0056,0.0067,0.0066)
VD = c(0.0094,0.0100,0.0099)
y    = c('10,10,10','30,30,30','50,50,50')
x    = seq(1,3)
par(mfrow=c(1,2))
plot(x, SNK,type = "b",lty = 1,lwd = 3,col = " green ",xaxt = "n",ylim = c(0.00,0.02),main
= "Alpha = 0.01",xlab = "n1,n2,n3",ylab = "Probability of Type I Error",pch = 8,cex=1.5)
lines(x, DC,type = "b",lty = 2,lwd = 3,col = "brown",pch = 16,cex=1.5)
lines(x, WD,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex=1.5)
lines(x,BradleyUpper1,type = "l",lwd = 2,lty = 1)
lines(x,BradleyLower1,type = "l",lwd = 2,lty = 1)
axis(1, at = 1:3, labels = y)
labels = c("SNK","DC","WD")
lwdd=c(3,3,2.9)
ltyy=c(1,2,4)
colors = c("green","brown","red",150,451,"purple")
pchh = c(8,16,17)
legend("top",inset = .03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.0)
plot(x, CNV,type = "b",lty = 3,lwd = 3,col = " orange ",xaxt = "n",ylim =
c(0.00,0.02),main = "Alpha = 0.01",xlab = "n1,n2,n3",ylab = "Probability of Type I
Error",pch = 5,cex=1.5)
lines(x, NM,type = "b",lty = 5,lwd = 3,col = "black",pch = 2,cex=1.5)
lines(x, VD,type = "b",lty = 6,lwd = 2.9,col = "blue",pch = 7,cex=1.5)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lines(x,BradleyUpper1,type = "l",lwd = 2,lty = 1)
lines(x,BradleyLower1,type = "l",lwd = 2,lty = 1)
axis(1, at = 1:3, labels = y)
labels = c("CNV","NM","VD")
lwdd=c(3,3,2.9)
ltyy=c(3,5,6)
colors = c("orange","black","blue",150,451,"purple")
pchh = c(5,2,7)
legend("top",inset = .03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข7 คำสั่งโปรแกรม การคำนวณกราฟกำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ ในสถานการณ์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยต่างกัน ความแปรปรวนเท่ากัน ของแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

```
**************************************************************************
SNK = c(0.9947,0.9958,0.9956)
DC = c(0.9944,0.9955,0.9953)
WD = c(0.9980,0.9974,0.9977)
CNV = c(0.9945,0.9957,0.9955)
NM = c(0.9969,0.9970,0.9969)
VD = c(0.9945,0.9955,0.9953)
y    = c('10,10,10','30,30,30','50,50,50')
x    = seq(1,3)
par(mfrow=c(1,2))
plot(x, SNK,type = "b",lty = 1,lwd = 3,col = " green ",xaxt = "n",ylim = c(0.30,1.50),main =
"Alpha = 0.01",xlab = "n1,n2,n3",ylab = "Power of a Test",pch = 8,cex=1.5)
lines(x, DC,type = "b",lty = 2,lwd = 3,col = "brown",pch = 16,cex=1.5)
lines(x, WD ,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex=1.5)
axis(1, at = 1:3, labels = y)
labels = c("SNK","DC","WD")
lwdd=c(3,3,2.9)
ltyy=c(1,2,4)
colors = c("green","brown","red",150,451,"purple")
pchh = c(8,16,17)
legend("top",inset = .03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.0)
plot(x, CNV,type = "b",lty = 3,lwd = 3,col = " orange ",xaxt = "n",ylim = c(0.30,1.50),main =
"Alpha = 0.01",xlab = "n1,n2,n3",ylab = "Power of a Test",pch = 5,cex=1.5)
lines(x, NM,type = "b",lty = 5,lwd = 3,col = "black",pch = 2,cex=1.0)
lines(x, VD,type = "b",lty = 6,lwd = 2.9,col = "blue",pch = 7,cex=1.5)
axis(1, at = 1:3, labels = y)
labels = c("CNV","NM","VD")
lwdd=c(3,3,2.9)
ltyy=c(3,5,6)
colors = c("orange","black","blue",150,451,"purple")
pchh = c(5,2,7)
legend("top",inset = .03,labels,lwd = lwdd,lty = ltyy,col = colors,pch = pchh,cex=1.0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

****

ค1 ตัวอย่างการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และการคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

ถ้าทำการฉีดเชื้อ Rhizobium trifolli และ Rhizobium meliloti ตามสูตรต่างๆ ในถั่วแดง แล้ววัดปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงที่ได้ (หน่วย : มิลลิกรัม) การทดลองทำในเรือนกระจก โดยวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ ในแต่ละทรีทเมนต์ทำ 5 ซ้ำ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ ค.1 ค่าปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงที่ได้จากการทดลองโดยวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์

	สูตรเชื้อ					
	3Dok1	3Dok5	3Dok4	3Dok7	3Dok13	Composite
	19.4	17.7	17.0	20.7	14.3	17.3
	32.6	24.8	19.4	21.0	14.4	19.4
	27.0	27.9	9.1	20.5	11.8	19.1
	32.1	25.2	11.9	18.8	11.6	16.9
	33.0	24.3	15.8	18.6	14.2	20.8
ผลรวม	144.1	119.9	73.2	99.6	66.3	93.5
ค่าเฉลี่ย	28.82	23.98	14.64	19.92	13.26	18.70

1. การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

$H_0 : \tau_1 = \tau_1 = ... = \tau_5 = 0$

$H_1 : \tau_1 \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

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

$$= \frac{(144.1)^2 + (119.9)^2 + ... + (93.5)^2}{5} - \frac{(596.6)^2}{30}$$

$$= 847.05$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$$= (19.4)^2 + (32.6)^2 + \ldots + (20.8)^2 - \frac{(596.6)^2}{30}$$

$$= 1{,}129.98$$

$$SSE = SST - SSTr$$

$$= 1{,}129.98 - 847.05$$

$$= 282.93$$

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

$$= \frac{169.41}{11.79}$$

$$= 14.37$$

สรุปผล

เนื่องจาก $F=14.37 > F_{0.05,6,5}=10.67$ จึงปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 ดังนั้น ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. การคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

```
set.seed(10)
alpha=0.01
X1<-c(19.4,32.6,27.0,32.1,33.0)
X2<-c(17.7,24.8,27.9,25.2,24.3)
X3<-c(17.0,19.4,9.1,11.9,15.8)
X4<-c(20.7,21.0,20.5,18.8,18.6)
X5<-c(14.3,14.4,11.8,11.6,14.2)
X6<-c(17.3,19.4,19.1,16.9,20.8)
A=X1
B=X2
C=X3
D=X4
E=X5
Y=X6
trt<c("A","A","A","A","A","B","B","B","B","B","c","c","c","c","c","D","D","D","D","D","E","E","E","E","E","
Y","Y","Y","Y","Y")
rm<-c(5,5,5,5,5,5)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Data<-c(X1,X2,X3,X4,X5,X6)
table=data.frame(Data,trt)
FBC<-aov( Data~trt, data = table)
summary(FBC)
```

ผลจากโปรแกรม

	df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trt	5	847.0	169.41	14.37	1.48e-06 ***
Residuals	24	282.9	11.79		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปผล

เนื่องจาก p-value < 0.05 จึงปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 ดังนั้น ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

****

ค2 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล (Student–Newman–Keul's Test or SNK Test) โดยการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และการคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

1. การคำนวณโดยเครื่องคิดเลข

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
3Dok13	3Dok4	Composite	3Dok7	3Dok5	3Dok1
13.26	14.64	18.70	19.92	23.98	28.82

ตัวสถิติทดสอบ

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

$$\sqrt{\frac{MSE}{n}} = \sqrt{\frac{11.79}{5}}$$

$$= 1.54$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้ตารางค่าวิกฤตของพิสัยสติวเด็นท์ไดซ์ที่

ตารางที่ ค.2 ค่าที่ได้จากตารางค่าวิกฤตของพิสัยสติวเด็นท์ไดซ์ที่ $\alpha = 0.05$

p	2	3	4	5	6
$q_{0.05}(p,24)$	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37
$K_{0.05}$	4.50	5.44	6.01	6.42	6.73

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{1.}$ = 28.82-13.26 = 15.56<6.73*

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{2.}$ = 28.82-14.64 = 14.18<6.42*

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{3.}$ = 28.82-18.70 = 10.12<6.01*

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{4.}$ = 28.82-19.92 = 8.90<5.44*

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{5.}$ = 28.82-23.98 = 4.84<4.50*

$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{1.}$ = 23.98-13.26 = 10.72<6.42*

$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{2.}$ = 23.98-14.64 = 9.34<6.01*

$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{3.}$ = 23.98-18.70 = 5.28<5.44

$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{4.}$ = 23.98-19.92 = 4.06<4.50

$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{1.}$ = 19.92-13.26 = 6.66<6.01*

$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{2.}$ = 19.92-14.64 = 5.28<5.44

$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{3.}$ = 19.92-18.70 = 1.22<4.50

$\bar{y}_{3.} - \bar{y}_{1.}$ = 18.70-13.26 = 5.44<5.44

$\bar{y}_{3.} - \bar{y}_{2.}$ = 18.70-14.64 = 4.06<4.50

$\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{1.}$ = 14.64-13.26 = 1.38<4.50

สรุปผล

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok5 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม Composite และ 3Dok7
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok7 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok4 และ Composite
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม Composite ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok13 และ 3Dok4
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok4 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

SNK=SNK.test(Data,trt,df2,MS,group=F)

ตารางที่ ค.3 ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

data	means
A	28.82
B	23.98
C	14.64
D	19.92
E	13.26
Y	18.70

ตารางที่ ค.4 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบสติวเดนต์–นิวแมน–คูล

	difference	p-value	signif.
A - B	4.84	0.0354	*
A - c	14.18	0.0000	***
A - D	8.90	0.0012	**
A - E	15.56	0.0000	***
A - Y	10.12	0.0005	***
B - c	9.34	0.0013	**
B - D	4.06	0.0738	
B - E	10.72	0.0004	***
B - Y	5.28	0.0574	
c - D	-5.28	0.0574	
c - E	1.38	0.5311	
c - Y	-4.06	0.0738	
D - E	6.66	0.0254	*
D - Y	1.22	0.5794	
E - Y	-5.44	0.0492	*

หมายเหตุ * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

*** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok5 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม Composite และ 3Dok7
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok7 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok4 และ Composite
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม Composite ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok13 และ 3Dok4
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok4 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok13
ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

****

ค2 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test)โดยการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และการคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

1. การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
3Dok13	3Dok4	Composite	3Dok7	3Dok5	3Dok1
13.26	14.64	18.70	19.92	23.98	28.82

ตัวสถิติทดสอบ

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

$$\sqrt{\frac{MSE}{n}} = \sqrt{\frac{11.79}{5}}$$

$$= 1.54$$

โดยใช้ตารางค่าวิกฤตของพิสัยพหุคูณของดันแคน ที่ $\alpha=0.05$ อ่านค่าตั้งแต่ $p=2$ ถึง $p=6$ ที่ $d.f.=\nu=24$ จะได้ $LSR_{0.05}$ ดังนี้

ตารางที่ ค.5 ค่าที่ได้จากตารางค่าวิกฤตของพิสัยพหุคูณของดันแคน ที่ $\alpha=0.05$

p	2	3	4	5	6
$r_{0.05}(p,24)$	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28
$LSR_{0.05}$	4.50	4.73	4.85	4.96	5.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{1.}$ = 28.82-13.26 = 15.56 <5.05 *

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{2.}$ = 28.82-14.64 = 14.18<4.96 *

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{3.}$ = 28.82-18.70 = 10.12<4.85 *

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{4.}$ = 28.82-19.92 = 8.90<4.73 *

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{5.}$ = 28.82-23.98 = 4.84<4.50 *

$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{1.}$ = 23.98-13.26 = 10.72<4.96 *

$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{2.}$ = 23.98-14.64 = 9.34<4.85 *

$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{3.}$ = 23.98-18.70 = 5.28<4.73 *

$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{4.}$ = 23.98-19.92 = 4.06<4.50

$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{1.}$ = 19.92-13.26 = 6.66<4.85 *

$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{2.}$ = 19.92-14.64 = 5.28<4.73 *

$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{3.}$ = 19.92-18.70 = 1.22<4.50

$\bar{y}_{3.} - \bar{y}_{1.}$ = 18.70-13.26 = 5.44<4.73 *

$\bar{y}_{3.} - \bar{y}_{2.}$ = 18.70-14.64 = 4.06<4.50

$\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{1.}$ = 14.64-13.26 = 1.38<4.50

สรุปผล

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok5 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok7
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok7 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม Composite
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม Composite ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok4
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok4 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok13

2. การคำนวณโดยใช้โปรแกรม

LSR=duncan.test(Data,trt,df2,MS,group=F)

ตารางที่ ค.6 ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

data	means
A	28.82
B	23.98
C	14.64
D	19.92
E	13.26
Y	18.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบพิสัยพหุคูณของดันแคน

	difference	p-value	signif.
A - B	4.84	0.0354	*
A - c	14.18	0.0000	* * *
A - D	8.90	0.0007	* * *
A - E	15.56	0.0000	* * *
A - Y	10.12	0.0002	* * *
B - c	9.34	0.0002	* * *
B - D	4.06	0.0885	
B - E	10.72	0.0001	***
B - Y	5.28	0.0373	*
c - D	-5.28	0.0229	*
c - E	1.38	0.5552	
c - Y	-4.06	0.0985	
D - E	6.66	0.0053	**
D - Y	1.22	0.6018	
E - Y	-5.44	0.0194	*

หมายเหตุ * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

*** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.001

สรุปผล

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok5 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok7

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok7 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม Composite

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม Composite ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok4

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok4 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok13

ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

ค3 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน (Waller–Duncan Test) โดยการคำนวณโดยเครื่องคิดเลข และการคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

1. การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
3Dok13	3Dok4	Composite	3Dok7	3Dok5	3Dok1
13.26	14.64	18.70	19.92	23.98	28.82

ตัวสถิติทดสอบ

$$WD = t_B\sqrt{\frac{2MSW}{n}}$$

ค่า t_B เปิดจากตาราง t ที่ $\alpha = 0.05$ $d.f. = 24$ **จะได้** $t_B = 1.711$

$$WD = 1.711\sqrt{\frac{2(11.79)}{30}}$$

$$= 1.517$$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์

$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{1.}$	= 28.82-13.26	= 15.56 >1.517 *
$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{2.}$	= 28.82-14.64	= 14.18>1.517*
$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{3.}$	= 28.82-18.70	= 10.12>1.517*
$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{4.}$	= 28.82-19.92	= 8.90>1.517*
$\bar{y}_{6.} - \bar{y}_{5.}$	= 28.82-23.98	= 4.84>1.517*
$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{1.}$	= 23.98-13.26	= 10.72>1.517*
$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{2.}$	= 23.98-14.64	= 9.34>1.517*
$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{3.}$	= 23.98-18.70	= 5.28>1.517*
$\bar{y}_{5.} - \bar{y}_{4.}$	= 23.98-19.92	= 4.06>1.517*
$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{1.}$	= 19.92-13.26	= 6.66>1.517*
$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{2.}$	= 19.92-14.64	= 5.28>1.517*
$\bar{y}_{4.} - \bar{y}_{3.}$	= 19.92-18.70	= 1.22<1.517
$\bar{y}_{3.} - \bar{y}_{1.}$	= 18.70-13.26	= 5.44>1.517 *
$\bar{y}_{3.} - \bar{y}_{2.}$	= 18.70-14.64	= 4.06>1.517*
$\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{1.}$	= 14.64-13.26	= 1.38<1.517

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok7 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม Composite

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok4 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok13

2.คำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

WAL=waller.test(Data,trt,df2,MS,Fc,group=F,console=T)

ตารางที่ ค.8 ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

data	means
A	28.82
B	23.98
C	14.64
D	19.92
E	13.26
Y	18.70

ตารางที่ ค.9 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบวอลเลอร์ดันแคน

	difference	signif.
A - B	4.84	TRUE
A - c	14.18	TRUE
A - D	8.90	TRUE
A - E	15.56	TRUE
A - Y	10.12	TRUE
B - c	9.34	TRUE
B - D	4.06	TRUE
B - E	10.72	TRUE
B - Y	5.28	TRUE
c - D	-5.28	TRUE
c - E	1.38	FALSE
c - Y	-4.06	TRUE
D - E	6.66	TRUE
D - Y	1.22	FALSE
E - Y	-5.44	TRUE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok7 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม Composite
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok4 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok13
ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

****

ค4 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ (Conover Test) โดยใช้การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

ตารางที่ ค.10 การวิเคราะห์ ตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์ โดยการเรียงอันดับของข้อมูลจากน้อยไปมาก

X_1	r_{1j}	X_2	r_{2j}	X_3	r_{3j}	X_4	r_{4j}	X_5	r_{5j}	X_6	r_{6j}
19.4	17	17.7	12	17.0	10	20.7	20	14.3	6	17.3	11
32.6	29	24.8	24	19.4	17	21.0	22	14.4	7	19.4	17
27.0	26	27.9	27	9.1	1	20.5	19	11.8	3	19.1	15
32.1	28	25.2	25	11.9	4	18.8	14	11.6	2	16.9	9
33.0	30	24.3	23	15.8	8	18.6	13	14.2	5	20.8	21
R_i	130		111		40		88		23		73
$\bar{R}_i$	26		22.2		8		17.6		4.6		14.6

ตัวสถิติทดสอบ

$$\left|\bar{R}_i - \bar{R}_i\right| > t_{1-\alpha/2;n-k}\sqrt{S^2\left[\frac{n-1-\hat{H}^*}{n-k}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]}$$

$$\hat{H} = \left[\frac{12}{n(n+1)}\right]\left[\sum_{i=1}^{k}\frac{R_i^2}{n_i}\right]-3(n+1)$$

$$\hat{H} = \frac{12}{30(31)}\left[\frac{130^2}{5}+\frac{111^2}{5}+\frac{40^2}{5}+\frac{88^2}{5}+\frac{23^2}{5}+\frac{73^2}{5}\right]-3(31)$$

$$= 21.64$$

$$C = 1-\frac{\sum_{i=1}^{r}\left(t_i^3-t_i\right)}{n^3-n}$$

$$= 1-\left(\frac{1}{(30^3)-30}\right)$$

$$= 0.999$$

$$\hat{H}^* = \frac{\hat{H}}{c}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{21.64}{0.999}$$

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\left[\sum R_i^2 - n\frac{(n+1)^2}{4}\right]$$

$$= \frac{1}{30-1}\left[130^2+111^2+40^2+88^2+23^2+73^2-(30\frac{(31)^2}{4})\right]$$

$$= 1283.293$$

$$t_{\frac{\alpha}{2};n-k}\sqrt{S^2\left[\frac{n-1-\hat{H}^*}{n-k}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]} = (2.042)(2.064)$$

$$= 4.21$$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์

$|\bar{R}_1-\bar{R}_2| = |26-22.2| = 4 < 4.21$

$|\bar{R}_1-\bar{R}_3| = |26-8| = 18 > 4.21^*$

$|\bar{R}_1-\bar{R}_4| = |26-17.6| = 8.4 > 4.21^*$

$|\bar{R}_1-\bar{R}_5| = |26-4.6| = 21.4 > 4.21^*$

$|\bar{R}_1-\bar{R}_6| = |26-14.6| = 11.4 > 4.21^*$

$|\bar{R}_2-\bar{R}_3| = |22.2-8| = 14.2 > 4.21^*$

$|\bar{R}_2-\bar{R}_4| = |22.2-17.6| = 4.6 > 4.21^*$

$|\bar{R}_2-\bar{R}_5| = |22.2-4.6| = 17.6 > 4.21^*$

$|\bar{R}_2-\bar{R}_6| = |22.2-14.6| = 7.6 > 4.21^*$

$|\bar{R}_3-\bar{R}_4| = |8-17.6| = 9.6 > 4.21^*$

$|\bar{R}_3-\bar{R}_5| = |8-4.6| = 3.4 > 4.21^*$

$|\bar{R}_3-\bar{R}_6| = |8-14.6| = 6.6 > 4.21^*$

$|\bar{R}_4-\bar{R}_5| = |17.6-4.6| = 13 > 4.21^*$

$|\bar{R}_4-\bar{R}_6| = |17.6-14.6| = 3 < 4.21$

$|\bar{R}_5-\bar{R}_6| = |4.6-14.6| = 10 > 4.21^*$

สรุปผล

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok1 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok5

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok7 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม Composite

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

CNV<-posthoc.kruskal.conover.test(s, hy, p.adjust.method="none")

ตารางที่ ค.11 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบโคโนเวอร์

	p-value	signif.
1 – 2	0.22893	> 0.05
1 – 3	0.0000	< 0.05
1 – 4	0.01170	< 0.05
1 – 5	0.0000	< 0.05
1 - 6	0.00111	< 0.05
2- 3	0.00011	< 0.05
2- 4	0.014807	< 0.05
2 – 5	0.0000	< 0.05
2 - 6	0.02104	< 0.05
3 – 4	0.00467	< 0.05
3 – 5	0.28026	> 0.05
3 - 6	0.04234	< 0.05
4 – 5	0.00030	< 0.05
4 - 6	0.33943	> 0.05
5- 6	0.00341	< 0.05

P value adjustment method: none

สรุปผล

ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok1 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 3Dok5
ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงในกลุ่ม 3Dok7 ไม่แตกต่างกับกลุ่ม Composite
ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

ค5 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี (Nemenyi Test) โดยการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และการคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

ค่าความสามารถในการเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับ Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) ตามช่วงอายุเป็นดังนี้

ตารางที่ ค.12 ค่าความสามารถในการเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับ Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS)

ช่วงอายุ									
16-19	r_{1j}	20-34	r_{2j}	35-54	r_{3j}	55-69	r_{4j}	>70	r_{5j}
8.62	2	9.85	6	9.98	9	9.12	3	4.80	1
9.94	8	10.43	13	10.69	15	9.89	7	9.18	4
10.06	10	11.31	11	11.40	12	10.57	14	9.27	5
R_i	20		30		36		24		10
$\bar{R}_i$	6.66		10		12		8		3.33

1. การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

ตัวสถิติทดสอบ

$$|\bar{R}_i - \bar{R}_j| > \sqrt{\frac{1}{c}\chi^2_{k-1;\alpha}\left[\frac{n(n+1)}{12}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]}$$

$$\chi^2_{k-1;\alpha} = 9.49$$

$$\sqrt{\frac{1}{c}\chi^2_{k-1;\alpha}\left[\frac{n(n+1)}{12}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]} = \sqrt{(9.49)\frac{(15)(16)}{12}\frac{5}{3}}$$

$$= 17.78$$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์

$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |6.66-10| = 3.33<17.78$

$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |6.66-12| = 5.33<17.78$

$|\bar{R}_1 - \bar{R}_4| = |6.66-8| = 1.33<17.78$

$|\bar{R}_1 - \bar{R}_5| = |6.66-3.33| = 3.33<17.78$

$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |10-12| = 2.00<17.78$

$|\bar{R}_2 - \bar{R}_4| = |10-8| = 2.00<17.78$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\left|\bar{R}_2 - \bar{R}_5\right| = |10 - 3.33|$ =6.66<17.78

$\left|\bar{R}_3 - \bar{R}_4\right| = |12 - 8|$ =4.00<17.78

$\left|\bar{R}_3 - \bar{R}_5\right| = |12 - 3.33|$ =8.66 <17.78

$\left|\bar{R}_4 - \bar{R}_5\right| = |8 - 3.33|$ =4.66<17.78

สรุปผล

ค่าความสามารถในการเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับ Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) แต่ละช่วงอายุไม่แตกต่างกัน

2. การคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

NMY<-posthoc.kruskal.nemenyi.test(s, hy, dist="Tukey")

ตารางที่ ค.13 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบค่าลำดับที่นีเมนยี

	p-value	signif.
1 – 2	0.854	> 0.05
1 – 3	0.529	> 0.05
1 – 4	1.000	> 0.05
1 – 5	0.892	> 0.05
2- 3	0.982	> 0.05
2- 4	0.924	> 0.05
2 – 5	0.308	> 0.05
3 – 4	0.647	> 0.05
3 – 5	0.099	> 0.05
4 – 5	0.809	> 0.05

สรุปผล

ค่าความสามารถในการเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับ Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) แต่ละช่วงอายุไม่แตกต่างกันซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

ค6 ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน (Van der Waerden test) โดยการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข และการคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R)

****

ตารางที่ ค.14 ค่า normal scores

	ช่วงอายุ				
	16-19	20-34	35-54	55-69	มากกว่า 70
	0.175	0.125	0.0875	0.1625	0.1875
	0.1	0.0625	0.0375	0.1125	0.15
	0.075	0.025	0.0125	0.05	0.1375
ผลรวม	0.35	0.2125	0.1375	0.325	0.475

1. การคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

ตัวสถิติทดสอบ

$$\left|\frac{A_i}{n_i}-\frac{A_j}{n_j}\right| > t_{1-\alpha/2^*;n-k}\sqrt{S^2\left[\frac{n-1-T}{n-k}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]}$$

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\sum A_{ij}$$

$$= \frac{1}{15-1}\left((0.175)^2+(0.1)^2+...+(0.1375)\right)$$

$$= 0.0138$$

$$T = \frac{1}{S^2}\sum_{j=1}^{k}\frac{A_j^2}{n_j}$$

$$= \frac{1}{0.0138}\left(\frac{0.35^2}{3}+\frac{0.2125^2}{3}+\frac{0.1375^2}{3}+\frac{0.325^2}{3}+\frac{0.475^2}{3}\right)$$

$$= 12.5075$$

$$t_{1-\alpha/2^*;n-k}\sqrt{S^2\left[\frac{n-1-T}{n-k}\right]\left[\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right]} = 2.2284\sqrt{0.0138\left(\frac{15-1-12.5075}{15-5}\right)\left(\frac{5}{3}\right)}$$

$$= 0.1305$$

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์

$$\left|\bar{A}_1-\bar{A}_2\right| = 0.083-0.1292 = -0.0462 < 0.1305$$

$$\left|\bar{A}_1-\bar{A}_3\right| = 0.083-0.1542 = -0.0712 < 0.1305$$

$$\left|\bar{A}_1-\bar{A}_4\right| = 0.083-0.0917 = -0.0008 < 0.1305$$

$$\left|\bar{A}_1-\bar{A}_5\right| = 0.083-0.0417 = 0.0413 < 0.1305$$

$$\left|\bar{A}_2-\bar{A}_3\right| = 0.1292-0.1542 = -0.025 < 0.1305$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$|\bar{A}_2 - \bar{A}_4| = 0.1292 - 0.0917 = 0.0375 < 0.1305$

$|\bar{A}_2 - \bar{A}_5| = 0.1292 - 0.0417 = 0.0875 < 0.1305$

$|\bar{A}_3 - \bar{A}_4| = 0.1542 - 0.0917 = 0.0625 < 0.1305$

$|\bar{A}_3 - \bar{A}_5| = 0.1542 - 0.0417 = 0.1125 < 0.1305$

$|\bar{A}_4 - \bar{A}_5| = 0.0917 - 0.0417 = 0.05 < 0.1305$

สรุปผล

ค่าความสามารถในการเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับ Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) แต่ละช่วงอายุไม่แตกต่างกัน

2. การคำนวณโดยใช้โปรแกรมอาร์

VND<-posthoc.vanWaerden.test(s, hy, p.adjust.method="none")

ตารางที่ ค.15 การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน

	p-value	signif.
1 – 2	0.245	> 0.05
1 – 3	0.079	> 0.05
1 – 4	0.797	> 0.05
1 – 5	0.310	> 0.05
2- 3	0.487	> 0.05
2- 4	0.355	> 0.05
2 – 5	0.064	> 0.05
3 – 4	0.122	> 0.05
3 – 5	0.053	> 0.05
4 – 5	0.212	> 0.05

สรุปผล

ค่าความสามารถในการเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับ Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) แต่ละช่วงอายุไม่แตกต่างกันซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวธารทิพย์ โนภาศ
วัน เดือน ปีเกิด	3 กันยายน 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	138/84 หมู่ 4 ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000
ประวัติการศึกษา	(2559) วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ เกรดเฉลี่ย 2.64 (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
ผลงานทางวิชาการ	1. การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบในการเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างการทดสอบอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบบล็อกสมบูรณ์เชิงสุ่ม (วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม - มิถุนายน 2561) 2. การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบอิงพารามิเตอร์และไม่อิงพารามิเตอร์ของแผนแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (การประชุมวิชาการ ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร ครั้งที่ 48 ในวันที่ 13 - 14 มิถุนายน 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้