การศึกษาผลกระทบของการทดสอบเลวีน
สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

STUDYING AFFECT LEVENE'S TEST FOR DATA ANALYSIS

ธีมฐ์ รัชตะประกร
ปิยพร เพ็งบุญ
ภาวัต รุกิจเจริญ
ศุภกร พวงทอง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDYING AFFECT LEVENE'S TEST FOR DATA ANALYSIS

TEEM RACHTAPRAKORN

PIYAPORN PENGBOON

PHAWAT RUKITCHAROEN

SUPAKRON PUANGTHONG

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)

DEPARTMENT OF STATISTICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การศึกษาผลกระทบของการทดสอบเลวีนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
Studying Affect Levene's Test for Data Analysis

ชื่อนักศึกษา นายธีมฐ์ รัชตะประกร รหัสนักศึกษา 58051242
นางสาวปิยพร เพ็งบุญ รหัสนักศึกษา 58051264
นายภาวัต รุกิจเจริญ รหัสนักศึกษา 58051291
นายศุภกร พวงทอง รหัสนักศึกษา 58051326

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2561

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง ประธานกรรมการ	
ดร.พรรณทิพา วาณิชย์จิรัฐติกาล กรรมการ	
ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาผลกระทบของการทดสอบเลวีนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
ชื่อนักศึกษา	นายธีมธ์ รัชตะประกร รหัสนักศึกษา 58051242
	นางสาวปิยพร เพ็งบุญ รหัสนักศึกษา 58051264
	นายภาวัต รุกิจเจริญ รหัสนักศึกษา 58051291
	นายศุภกร พวงทอง รหัสนักศึกษา 58051326
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร ในการศึกษาใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F) ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (W) ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (M) ซึ่งข้อมูลที่ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน เมื่อความแปรปรวนเท่ากันจะใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ (LF) และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากันจะใช้ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (LW) และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (LM) เป็นการทดสอบตัวสถิติเพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ของ Bradley เป็นเกณฑ์ในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 แล้วจึงพิจารณากำลังการทดสอบที่สูงที่สุด ข้อมูลที่ใช้ในศึกษาครั้งนี้จำลองมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กำหนดขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เท่ากับ (15,15,15), (30,30,30), (80,80,80), (15,20,25), (30,35,40) และ (80,85,90) กำหนดค่าเฉลี่ยของประชากร (μ_1, μ_2, μ_3) เท่ากับ (3,3,3) และ (3,6,9) โดยกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันจะกำหนดค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากร $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ เท่ากับ (5,5,5), (10,10,10) และ (20,20,20) ส่วนกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากันจะกำหนดค่าความแปรปรวนตามเกณฑ์ของค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลางเท่ากับ (5,7,9), (5,13,20) และ (5,17,49) ซึ่งได้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลางเป็น 0.73, 2.74 และ 8.30 ตามลำดับ กำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับคือ 0.01, 0.05 และ 0.1 โดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมอาร์ สตูดิโอในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล ทำการจำลองข้อมูลซ้ำ 1,000 รอบในแต่ละสถานการณ์

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อพิจารณากำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลจำลองมาจากการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากันพบว่า ส่วนใหญ่ LF มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดทุกขนาดตัวอย่าง จึงเห็นได้ว่าตัวสถิติทดสอบเลวีนส่งผลให้กำลังการทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสูงขึ้น และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากันพบว่า ส่วนใหญ่ M มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดทุกขนาดตัวอย่าง จึงเห็นได้ว่า ตัวสถิติทดสอบเลวีนไม่ส่งผลให้กำลังการทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสูงขึ้น

คำสำคัญ : กำลังการทดสอบ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล ตัวสถิติทดสอบเลวีน ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ตัวสถิติทดสอบเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Studying Affect Levene's Test for Data Analysis
Students	Mr.Teem Rachtaprakorn Student ID 58051242
	Miss.Piyaporn Pengboon Student ID 58051264
	Mr.Phawat Rukitcharoen Student ID 58051291
	Mr.Supakron Puangthong Student ID 58051326
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)
Department	Statistics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2018
Advisor	Asst. Prof. Dr.Autcha Araveeporn

Abstract

A special problem is an experiment studying that aimed to study test statistics for compare three population means. In study we use test statistics F (F), test statistics Welch (W), test statistics Marascuilo (M). The data is used with test statistics Levene's for checking equal or unequal variances. If the test concludes that the variances are equal, use test statistics F (LF), otherwise, use test statistics Welch (LW) and test statistics Marascuilo (LM). This studying is testing for compare probability type I error and power of a test. The Bradley's is criterion to control the probability type I error, then we consider the maximum of power of a test. The data of this studying is simulated from the normal distribution. The sample sizes (n_1, n_2, n_3) are set equal to (15,15,15), (30,30,30), (80,80,80), (15,20,25), (30,35,40) and (80,85,90). The population mean (μ_1, μ_2, μ_3) are set equal to (3,3,3) and (3,6,9). In case of equal variances are set population variances $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ equal to (5,5,5), (10,10,10) and (20,20,20). In case of variances are not equal based on noncentrality parameter. The population mean are set equal to (5,7,9), (5,13,20) and (5,17,49), then noncentrality parameter is computed as equal to 0.73, 2.74 and 8.30 respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The significance levels are considered on three levels at 0.01, 0.05 and 0.1. R Studio program is used for simulation and data analysis with 1,000 times for each situation.

The results are considered the power of a test in case of normal distribution. For equal variances, LF shows the highest power of a test in all the sample sizes. It indicated that test statistics Levene's affects to the higher power of a test from data analysis. For unequal variances, M shows the highest power of a test in all the sample sizes. It indicated that test statistics Levene's no affects to the higher power of a test from data analysis.

Keywords: Power of a Test, Probability of Type I Error, Noncentrality Parameter, Test Statistics Marascuilo, Test Statistics Levene's, Test Statistics Welch, Test Statistics F



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมีความถูกต้องในเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ และหนังสืออ้างอิง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจทานแก้ไขความถูกต้องตลอดจนติดตามผลงานทุกขั้นตอนของการดำเนินงานในการทำปัญหาพิเศษนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง ดร.พรรณทิพา วาณิชย์จิรัฐติกาล และอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและความรู้ เกี่ยวกับตัวสถิติในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณอัจฉรา แผ้วบาง และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการทำงานมาโดยตลอดจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ธีมฐ์ รัชตะประกร
ปิยพร เพ็งบุญ
ภาวัต รุกิจเจริญ
ศุภกร พวงทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 4

1.3 ขอบเขตการศึกษา 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 ตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 7

2.1.1 ตัวสถิติทดสอบเลวีน 7

2.2 ตัวสถิติทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร 8

2.2.1 ตัวสถิติทดสอบเอฟ 8

2.2.2 ตัวสถิติทดสอบเวลช์ 9

2.2.3 ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล 10

2.3 การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน 11

2.4 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ 12

2.5 การแจกแจงที่ใช้ในงานวิจัย 14

2.6 ตัวอย่างในการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ 16

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 35

3.1 การวางแผนการวิจัย 35

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 49

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 49

4.1.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 50

4.1.2 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 58

4.1.3 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 66

4.2 กำลังการทดสอบ 73

4.2.1 กำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 73

4.2.2 กำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 82

4.2.3 กำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 90

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 98

5.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 98

5.1.1 จำนวนสถานการณ์ของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ในแต่ละระดับนัยสำคัญ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน 98

5.1.2 จำนวนสถานการณ์ของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ในแต่ละระดับนัยสำคัญ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน 99

5.2 กำลังการทดสอบ 100

5.2.1 จำนวนสถานการณ์ของตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในแต่ละระดับนัยสำคัญ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนเท่ากัน 100

5.2.2 จำนวนสถานการณ์ของตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในแต่ละระดับนัยสำคัญ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนไม่เท่ากัน 101

5.3 ข้อเสนอแนะ 102

เอกสารอ้างอิง 103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก 105
ภาคผนวก ก คำสั่งโปรแกรมอาร์ สตูดิโอที่ใช้ในการศึกษา 106
ภาคผนวก ข ตารางการแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 จำนวนลักษณะขนาดตัวอย่างขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน 4

1.2 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่ใช้ในการศึกษา 5

2.1 เกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวน 11

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานว่างและการสรุปผล 12

3.1 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น ตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ 35

3.2 ระดับความแตกต่างของความแปรปรวนที่ใช้ในการศึกษา 36

3.3 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน 37

3.4 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน 38

3.5 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$ กรณีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน 40

3.6 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$ กรณีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน 42

4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรมีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 50

4.2 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 53

4.3 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรมีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.4 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 57

4.5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 58

4.6 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 61

4.7 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 62

4.8 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 65

4.9 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 66

4.10 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 69

4.11 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 70

4.12 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 73

4.13 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 74

4.14 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร ที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 77

4.15 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.16 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 81

4.17 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 82

4.18 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 85

4.19 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 86

4.20 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 89

4.21 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 90

4.22 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 93

4.23 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 94

4.24 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 97

5.1 สรุปตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนเท่ากัน 99

5.2 สรุปตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนไม่เท่ากัน..... 99

5.3 สรุปตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนเท่ากัน..... 100

5.4 สรุปตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนไม่เท่ากัน..... 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ μ และ σ^2 15

2.2 กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,20), (6,20) และ (9,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน..... 15

2.3 กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5), (3,17) และ (3,49) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน 16

3.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (3,10) และ (3,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ,σ^2 เท่ากัน..... 37

3.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (3,7) และ (3,9) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.73)..... 38

3.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (3,13) และ (3,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 2.74)..... 39

3.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (3,17) และ (3,49) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 8.30)..... 39

3.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (6,5) และ (9,5) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน..... 40

3.6 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,10) , (6,10) และ (9,10) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน..... 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.7 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,20) , (6,20) และ (9,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน 41

3.8 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (6,7) และ (9,9) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.73) 42

3.9 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (6,13) และ (9,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 2.74) 43

3.10 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (6,17) และ (9,49) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 8.30) 43

4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 51

4.2 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 52

4.3 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 55

4.4 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 56

4.5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 59

4.6 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 60

4.7 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.8 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 64

4.9 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1 67

4.10 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1 68

4.11 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1..... 71

4.12 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1..... 72

4.13 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 75

4.14 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 76

4.15 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 79

4.16 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 80

4.17 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 83

4.18 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 84

4.19 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 87

4.20 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 88

4.21 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1 91

4.22 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.23 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1 95

4.24 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1 96



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาลักษณะประชากรมีความยุ่งยาก สิ้นเปลืองทรัพยากรและระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ทำให้ยากที่จะประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter) เนื่องจากประชากรมีขนาดใหญ่ ดังนั้นเราจึงใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน (Statistical Inference) ซึ่งจะทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ที่เป็นตัวแทนของประชากร (Population) และวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเรียกว่าค่าสถิติ (Statistics) แล้วนำผลที่ได้ไปประมาณค่าพารามิเตอร์ เพื่อให้ทราบลักษณะของประชากร ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน นอกจากการประมาณค่า (Estimation) พารามิเตอร์ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้นยังมีการทดสอบสมมติฐาน (Tests of Hypothesis)

ในการทดสอบสมมติฐานประกอบไปด้วยสถิติอิงพารามิเตอร์ ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบที (t – test) ใช้ทดสอบค่าเฉลี่ย 1 ประชากรและ 2 ประชากร ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ทั้งหมด 3 ประการได้แก่ ตัวอย่างที่ถูกสุ่มมาต้องมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ (Normal Distribution) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร มีขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 30 ตัวสถิติทดสอบซี (z – test) ใช้ทดสอบค่าเฉลี่ย 1 ประชากรและ 2 ประชากร ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้น 3 ประการ ได้แก่ ตัวอย่างที่ถูกสุ่มมาต้องมีการแจกแจงปรกติ ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรและไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร มีขนาดตัวอย่างใหญ่มากกว่า 30 และตัวสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 2 ประชากร และมากกว่า 2 ประชากร มีข้อตกลงเบื้องต้น 3 ประการ ได้แก่ ประชากรมีการแจกแจงปรกติ แต่ละประชากรมีความแปรปรวนเท่ากันหรือคงที่ (Homogeneity of Variance) และเป็นอิสระต่อกัน (Independence) โดยการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบในการทดสอบสมมติฐานแต่ละแบบจะมีการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นที่แตกต่างกัน ซึ่งการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นนั้นอาจทำให้ผลการทดสอบที่ได้นั้นมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 ประชากร โดยปกติทั่วไปนิยมใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ซึ่งเป็นตัวสถิติทดสอบที่ใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ในทางปฏิบัติบางครั้งข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั้นอาจไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในบางประการ กรณีที่ตัวอย่างที่ถูกสุ่มมามีค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรไม่เท่ากัน ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 ประชากรมีงานวิจัยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้องดังนี้ พลชาติ หาญอนุรักษ์ (2549) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test) ตัวสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตี (Brown-Forsythe's test) และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน พบว่าตัวสถิติทดสอบเวลช์เหมาะสมที่จะใช้ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโลเหมาะสมที่จะใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ จิรภา โคมเดือน (2560) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากร ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากันด้วยตัวสถิติทดสอบเอฟ (F - test) ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test) ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test) และตัวสถิติทดสอบบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ (Parametric Bootstrap test) ข้อมูลที่ใช้มีการแจกแจงปรกติและแกมมา เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันโดยขึ้นอยู่กับอัตราส่วนความแตกต่างของความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่าตัวสถิติทดสอบเวลช์ และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดทุกกรณีที่มีการแจกแจงปรกติ สำหรับการแจกแจงแกมมา ตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบเวลช์ และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเกือบทุกกรณี กุณฑีรา อารีกุล (2552) ได้ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบเอฟในการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร ภายใต้ความแปรปรวนแตกต่างกัน เมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบเอฟสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกสถานการณ์ที่ศึกษาเฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่และขนาดไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบเอฟสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ Bradley และเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกันมากขึ้น กำลังการทดสอบจะลดลง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก แต่จะมีผลต่อกำลังการทดสอบเพียงเล็กน้อย เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดกลางและขนาดใหญ่

ดังนั้นก่อนที่จะทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 ประชากร จำเป็นจะต้องทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร เพื่อให้เลือกตัวสถิติทดสอบที่ใช้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรมีหลายวิธี เช่น ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F - test) ตัวสถิติทดสอบเลวีน (Levene's test) โดยตัวสถิติทดสอบเลวีน เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และได้มีการบรรจุใช้ในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล (2548) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ประชากรโดยใช้ตัวสถิติทดสอบเลวีนแบบผลต่างสมบูรณ์ แบบผลต่างกำลังสองและแบบถ่วงน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่าเมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นปรกติ ตัวสถิติทดสอบเลวีนแบบผลต่างสัมบูรณ์และแบบผลต่างกำลังสองสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of Type I Error) ได้เกือบทุกกรณีศึกษา ส่วนตัวสถิติทดสอบแบบถ่วงน้ำหนักสามารถควบคุมได้บางขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และตัวสถิติทดสอบเลวีนแบบผลต่างสัมบูรณ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเกือบทุกกรณีที่ศึกษา กษิภัท โชติกรวรกุลและคณะ (2559) ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต และตัวสถิติทดสอบเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนในกรณีประชากร 2 กลุ่ม จากการศึกษาพบว่า ในกรณีที่ลักษณะของข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบบาร์ตเลต และตัวสถิติทดสอบเลวีนสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกสถานการณ์ และเมื่อพิจารณากำลังการทดสอบ พบว่าตัวสถิติทดสอบของเลวีนให้กำลังการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก Gastwirth. J.L. et al. (2009) ศึกษาผลกระทบของการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีนต่อทฤษฎีและการปฏิบัติทางสถิติ โดยเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบเวลช์และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปรับซึ่งในที่นี้คือการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน จากนั้นในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน ทำการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยตัวสถิติทดสอบเอฟ และในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ทำการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยตัวสถิติทดสอบเวลช์ พบว่าเมื่อความแปรปรวนเท่ากัน กำลังการทดสอบของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปรับสูงกว่าตัวสถิติทดสอบเอฟ และตัวสถิติทดสอบเวลช์ 2–3%

ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการทดสอบตัวสถิติเลวีน ในการทดสอบค่าความแปรปรวนของประชากรก่อนการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล และศึกษาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบ (Power of a Test) ของตัวสถิติทดสอบ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อเสนอแนะที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

การศึกษาทำปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษาตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F - test) ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test) และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test) ในกรณีที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยใช้ตัวสถิติทดสอบเลวีน (Levene's test) ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยใช้ตัวสถิติทดสอบเลวีน ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาการทดสอบตัวสถิติทดสอบเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของทั้ง 3 ประชากร

1.3.2 ศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเอฟ (F - test) ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test) ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test)

1.3.3 ศึกษาประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ (Normal Distribution) มีพารามิเตอร์เป็น μ และ σ^2 โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ดังนี้

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

1.3.4 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากัน 3 กลุ่ม

1.3.5 ศึกษาในกรณีขนาดตัวอย่างสุ่มจากแต่ละประชากรเท่ากันและไม่เท่ากัน ดังนี้

ตารางที่ 1.1 จำนวนลักษณะขนาดตัวอย่างขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

ลักษณะ	จำนวนลักษณะ	(n_1, n_2, n_3)
ขนาดเท่ากัน	3	(15,15,15), (30,30,30), (80,80,80)
ขนาดไม่เท่ากัน	3	(15,20,25), (30,35,40), (80,85,90)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.6 กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality Parameter: ϕ) เป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร (Games. P.A. et al. 1972)

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

$$\phi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k}\left(\sigma_i^2 - \overline{\sigma^2}\right)^2 / k}{\sigma_1^2}}$$

เมื่อ σ_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำที่สุด

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

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

k คือ จำนวนกลุ่มประชากร ในที่นี้ $k=3$

ตารางที่ 1.2 เกณฑ์ของค่าความแปรปรวนที่ใช้ในการศึกษา

ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ความแปรปรวน	ϕ
มีความแตกต่างกันน้อย $(0 < \phi < 1.5)$	5: 7: 9	0.73
มีความแตกต่างกันปานกลาง $(1.5 \le \phi < 3)$	5: 13: 20	2.74
มีความแตกต่างกันมาก $(\phi \ge 3)$	5: 17: 49	8.30

1.3.7 กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.1

1.3.8 โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้งหมดเขียนด้วยโปรแกรม R Studio ซึ่งทำการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร

1.4.2 เพื่อทำให้เลือกใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากรได้อย่างเหมาะสมกับขนาดตัวอย่างตามขอบเขตการวิจัย

1.4.3 เพื่อทำให้ทราบว่าตัวสถิติทดสอบเลวีนมีผลต่อการเลือกใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบ หมายถึงเกณฑ์ในการตัดสินว่าตัวสถิติทดสอบใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในบรรดาตัวสถิติทดสอบที่สนใจศึกษาทั้งหมด โดยวัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of type I error) ได้ และมีกำลังการทดสอบ (Power of a Test) สูงที่สุด (กุณฑีรา อารีกุล. 2552)

1.5.2 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of type I error) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง แทนด้วยสัญลักษณ์ α (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2558)

1.5.3 กำลังการทดสอบ (Power of a Test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ แทนด้วยสัญลักษณ์ $1-\beta$ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2558)

1.5.4 เกณฑ์ของ Bradley ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 อยู่ในช่วง $[0.5\alpha, 1.5\alpha]$ สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ α นั่นคือถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 อยู่ในช่วง $[0.005, 0.015]$ สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 อยู่ในช่วง $[0.025, 0.075]$ สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และอยู่ในช่วง $[0.05, 0.15]$ สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ตามลำดับ (Bradley. J.V. 1978)

1.5.5 ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality Parameter : ϕ) หมายถึง เกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร (Games. P.A. et al. 1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบโดยวัดประสิทธิภาพจากความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติ ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของตัวสถิติทดสอบ คุณสมบัติการแจกแจงที่ใช้ในการศึกษา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ตัวอย่างการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ตัวสถิติทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร

2.1.1 ตัวสถิติทดสอบเลวีน (Levene Test for Equality of Variances)

นำเสนอโดย Levene, H. การทดสอบเลวีนมีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบอื่นๆ โดยสามารถใช้ได้ทั้งในกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ข้อกำหนดเบื้องต้นของการทดสอบเลวีน คือ ข้อมูลแต่ละกลุ่มต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ และข้อมูลทั้ง k กลุ่มต้องเป็นอิสระกัน

การทดสอบเลวีนมีความทนทานต่อการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงปรกติมากกว่าการทดสอบบาร์ตเลตต์ (สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2558)

สมมติฐานในการทดสอบ

สมมติฐานว่าง $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_k^2$

สมมติฐานทางเลือก $H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_{i'}^2$ อย่างน้อย 1 คู่ สำหรับ $i \neq i'$

โดยที่ $i, i' = 1, 2, \ldots, k$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$W = \frac{(n-2)\sum_{i=1}^{k} n_i \left(\overline{Z}_{i\bullet} - \overline{Z}_{\bullet\bullet}\right)^2}{(k-1)\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} n_i \left(Z_{ij} - \overline{Z}_{i\bullet}\right)^2}$$

เมื่อ $Z_{ij} = \left|X_{ij} - \overline{X}_{i\bullet}\right|$ คือ ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างค่าสังเกตที่ j ของกลุ่มที่ i และค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของกลุ่มที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$n = \sum_{i=1}^{k} n_i$ คือ ผลรวมของขนาดตัวอย่างทั้ง k กลุ่ม

$\overline{Z}_{i\bullet} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}{n_i}$ และ $\overline{Z}_{\bullet\bullet} = \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}{n}$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อตัวสถิติทดสอบเลวีน W มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ที่องศาเสรี df_1 เป็น $k-1$ และ df_2 เป็น $n-k$ เมื่อ k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง หรือ p-value $< \alpha$

2.2 ตัวสถิติทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร

ในงานวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวสถิติทดสอบการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากร โดยมีสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

สมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

สมมติฐานทางเลือก $H_1 : \mu_i \neq \mu_{i'}$ อย่างน้อย 1 คู่ สำหรับ $i \neq i'$

โดยที่ $i, i' = 1, 2, 3$

สำหรับงานวิจัยนี้สนใจที่จะทำการศึกษา ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F – test) ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test) และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test) ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F – test)

ในการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยในกรณีตั้งแต่ 3 ประชากร ขึ้นไปและข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นทั้ง 3 ข้อ (Montgomery. D.C. 2013)

(1) ข้อมูลแต่ละประชากรสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

(2) ข้อมูลแต่ละประชากรสุ่มจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากันหรือคงที่

(3) ข้อมูลแต่ละประชากรสุ่มจากประชากรที่เป็นอิสระกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$F_{cal} = \frac{\left[\sum_{i=1}^{k} \frac{X_{i\bullet}^2}{n_i} - \frac{X_{\bullet\bullet}^2}{n}\right] / (k-1)}{\left[\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{k} \frac{X_{i\bullet}^2}{n_i}\right] / (n-k)}$$

โดยที่ X_{ij} คือ ค่าสังเกตที่ j ของกลุ่มที่ i และ k คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$$n = \sum_{i=1}^{k} n_i \qquad X_{i\bullet} = \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} \qquad X_{\bullet\bullet} = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อตัวสถิติทดสอบ F_{cal} มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ที่องศาเสรี df_1 เป็น $k-1$ และ df_2 เป็น $n-k$ หรือ p-value $< \alpha$

2.2.2 ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test)

คิดค้นโดย Welch. B.L. (1951) ซึ่งได้ดัดแปลงมาจากการทดสอบของ Cochran เพื่อนำมาใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย k ประชากร เมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน โดยพบว่าตัวสถิติทดสอบเวลช์มีความแกร่งมากกว่าตัวสถิติทดสอบเอฟ เมื่อความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกัน โดยเฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันสำหรับกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงปรกติ
ตัวสถิติทดสอบคือ

$$W_0 = \frac{\sum_{i=1}^{k} W_i \left[\left(\overline{X}_{i\bullet} - \tilde{X}\right)^2 / (k-1)\right]}{1 + \frac{2(k-2)}{(k^2-1)}\left[\sum_{i=1}^{k}\left(1 - \frac{W_i}{U}\right)^2 / n_i - 1\right]}$$

โดยที่ $W_i = \frac{n_i}{S_i^2}$, $U = \sum_{i=1}^{k} W_i$, $\tilde{X} = \sum_{i=1}^{k} W_i \overline{X}_{i\bullet} / U$,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\overline{X}_{i\bullet} = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \frac{X_{ij}}{n_i} \quad \text{และ} \quad S_i^2 = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \frac{\left(X_{ij} - \overline{X}_{i\bullet}\right)^2}{n_i - 1}$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อตัวสถิติทดสอบเวลช์ W_0 มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ที่องศาเสรี df_1 เป็น $k-1$ และ df_2 เป็น f เมื่อ

$$f = \left[\frac{3}{(k^2-1)} \times \left(\sum_{i=1}^{k} \left(1 - \frac{W_i}{U} \right)^2 \times \frac{1}{n_i - 1} \right) \right]^{-1}$$

หรือ p-value $< \alpha$

2.2.3 ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test)

เสนอโดย Marascuilo. L.A. (1971) ได้ดัดแปลงจากการทดสอบของ Welch ทำให้รูปแบบการคำนวณที่ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากรที่มากกว่า 2 กลุ่ม ในกรณีที่ความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน โดยเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$M = \sum_{i=1}^{k} W_i \left[\left(\overline{X}_{i\bullet} - \tilde{X} \right)^2 / \left(k - 1 \right) \right]$$

โดยที่ $W_i = n_i / S_i^2$, $U = \sum_{i=1}^{k} W_i$, $\tilde{X} = \sum_{i=1}^{k} W_i \overline{X}_{i\bullet} / U$,

$$\overline{X}_{i\bullet} = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \frac{X_{ij}}{n_i} \quad \text{และ} \quad S_i^2 = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \frac{\left(X_{ij} - \overline{X}_{i\bullet}\right)^2}{n_i - 1}$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล M มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ที่องศาเสรี df_1 เป็น $k-1$ และ df_2 เป็น f เมื่อ f แทนค่าเหมือนของตัวสถิติทดสอบเวลช์ หรือ p-value $< \alpha$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน

กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality Parameter: ϕ) เป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร (Games. P.A. et al. 1972)

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

$$\phi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k}\left(\sigma_i^2 - \overline{\sigma^2}\right)^2 / k}{\sigma_1^2}}$$

เมื่อ σ_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำที่สุด

σ_i^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่ i โดย $i = 1,2,3,\ldots,k$

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

k คือ จำนวนกลุ่มประชากร ในที่นี่ $k=3$

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวน

ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ความแปรปรวน	ϕ
มีความแตกต่างกันน้อย $(0 < \phi < 1.5)$	5: 7: 9	0.73
มีความแตกต่างกันปานกลาง $(1.5 \le \phi < 3)$	5: 13: 20	2.74
มีความแตกต่างกันมาก $(\phi \ge 3)$	5: 17: 49	8.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบ

ประสิทธิภาพการทดสอบ หมายถึง เกณฑ์ในการตัดสินว่าวิธีการทดสอบใดดีที่สุดในบรรดาวิธีทดสอบที่สนใจศึกษา โดยวัดประสิทธิภาพจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด (ปิยวรรณ ถือแก้ว. 2552)

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of Type I Error) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง แทนด้วยสัญลักษณ์ α (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2558)

กำลังการทดสอบ (Power of a Test) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ แทนด้วยสัญลักษณ์ $1-\beta$ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2558) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานว่างและการสรุปผล

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

ระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) หมายถึง โอกาสที่จะตัดสินใจผิดพลาด โดยธรรมชาติกรณีความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 (Probability of Type I Error) นั้นระดับความรุนแรงจะมากกว่ากรณีความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2 (Probability of Type II Error) เช่น กรณีศาลตัดสินให้ผู้บริสุทธิ์เป็นผู้มีความผิดจะถือว่าไม่น่าให้เกิดบ่อยๆ แต่ถ้าตัดสินว่าผู้กระทำความผิดไม่ต้องได้รับโทษอันเนื่องมาจากหลักฐานยังไม่เพียงพอ ยังมีความรุนแรงน้อยกว่า ในวิชาสถิติจึงมีความจำเป็นที่จะต้องลดระดับความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดให้ต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือจะต้องให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจให้น้อยที่สุด ซึ่งเรียกว่า ระดับนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี Type I Error ใช้สัญลักษณ์ α (Alpha) โดยทั่วไปจะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.01 ถึง 0.1 หรือให้เกิดการตัดสินใจความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ 1% ถึง 10% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.90 ถึง 0.99 หรือ 90% ถึง 99%

กรณี Type II Error ใช้สัญลักษณ์ β (Beta) โดยทั่วไปจะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.1 ถึง 0.3 หรือให้เกิดการตัดสินใจความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2 ได้ 10% ถึง 30% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.70 ถึง 0.90 หรือ 70% ถึง 90%

แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น การเลือกระดับนัยสำคัญทั้งสองนี้เท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรง ถ้าหากมีการตัดสินใจผิดพลาด ไม่ได้มีสูตรตายตัวหรือข้อกำหนดตายตัวขึ้นอยู่กับสถานการณ์

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

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

ถ้าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดลองตกอยู่นอกเหนือจากช่วงที่กำหนด หรือการทดลองนั้นไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) กรณีที่ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สูงกว่าขอบเขตที่กำหนด จะถือว่าการทดสอบนั้นมีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 มากกว่าระดับสำคัญที่กำหนด $(\tau > \alpha)$

2) กรณีที่ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ต่ำกว่าขอบเขตที่กำหนด จะถือว่าการทดสอบนั้นมีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 น้อยกว่ากว่าระดับสำคัญที่กำหนด $(\tau < \alpha)$

2.5 การแจกแจงที่ใช้ในงานวิจัย

2.5.1 การแจกแจงปรกติ (Normal Distribution) (สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2558)

เป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่อง โดยรูปแบบการแจกแจงปรกติแสดงด้วยเส้นโค้งความน่าจะเป็นที่มีพื้นที่ใต้เส้นโค้งทั้งหมดเป็น 1 ลักษณะของเส้นโค้งปรกติเป็นรูประฆังคว่ำ มีจุดศูนย์กลางที่ค่าเฉลี่ยของประชากรและสมมาตรรอบค่าเฉลี่ยซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ย มัธยฐานและฐานนิยมอยู่ที่จุดเดียวกัน สามารถใช้ได้กับข้อมูลสถานการณ์และปรากฏการณ์ต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง อายุการใช้งาน ค่าใช้จ่าย ความเร็ว คะแนนสอบ เป็นต้น

ศึกษาข้อมูลที่สุ่มมาจากการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ดังนี้

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

โดยที่ค่าเฉลี่ย $E(X) = \mu$

และค่าความแปรปรวน $Var(X) = \sigma^2$

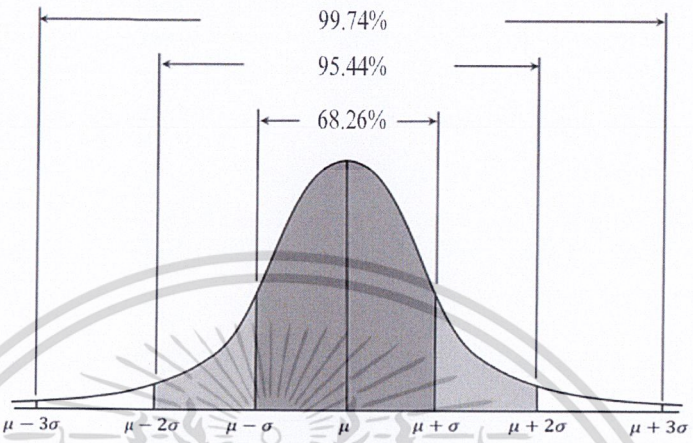
อาจจะใช้สัญลักษณ์สำหรับตัวแปรสุ่มปรกติ คือ $X \sim N(\mu,\sigma^2)$

สมบัติของโค้งการแจกแจงปรกติ

1) เป็นกราฟที่มีจุดยอดเพียงจุดเดียว (Unimodal)
2) เส้นโค้งปรกติจะสมมาตรรอบจุดค่าเฉลี่ย μ โดยมีค่าเฉลี่ย μ เป็นจุดกึ่งกลาง ซึ่งแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน โดยที่ครึ่งหนึ่ง (50%) ของพื้นที่ใต้โค้งปรกติจะอยู่ทางด้านขวาของจุดกึ่งกลาง และอีกครึ่งหนึ่ง (50%) ของพื้นที่ใต้โค้งปรกติจะอยู่ทางด้านซ้ายของจุดกึ่งกลาง
3) ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมจะมีค่าเท่ากันและอยู่ที่จุดกึ่งกลางคือจุด $X = \mu$
4) พื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ใต้โค้งปรกติ และอยู่เหนือแกนจะมีค่าเท่ากับ 1

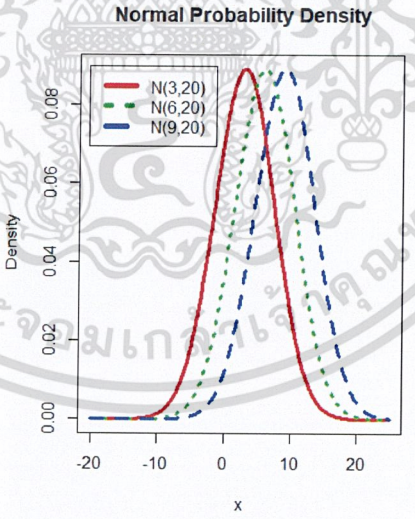
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) โค้งปรกติมีจุดเปลี่ยนเว้า (Inflectional Point) ที่ $X = \mu \pm \sigma$ โดยที่พื้นที่ใต้เส้นโค้งระหว่าง $\mu \pm \sigma$ เท่ากับ 68.26%, $\mu \pm 2\sigma$ เท่ากับ 95.44% และ $\mu \pm 3\sigma$ เท่ากับ 99.74% ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กราฟความหนาแน่นความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ μ และ σ^2

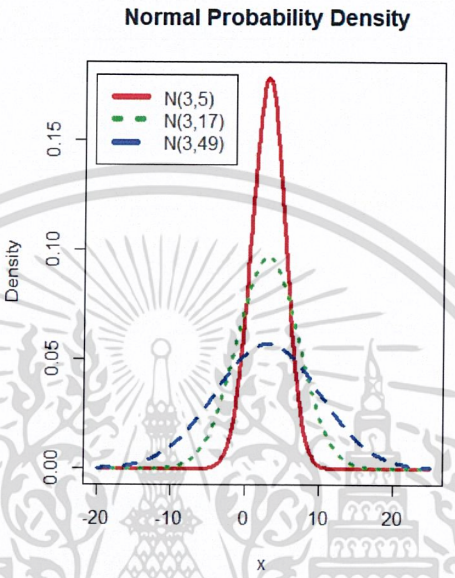
6) พารามิเตอร์ μ เป็นพารามิเตอร์แสดงตำแหน่ง (Location Parameter) ทำให้โค้งปรกติมีจุดกึ่งกลางคือ μ นั่นคือถ้า μ มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตำแหน่งของจุดกึ่งกลางจะเปลี่ยนไป ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ (μ, σ^2) เป็น (3,20), (6,20) และ (9,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



รูปที่ 2.3 กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปรกติ ที่มีพารามิเตอร์ (μ, σ^2) เป็น (3,5), (3,17) และ (3,49) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน

2.6 ตัวอย่างในการคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ

ถ้าสุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มจากประชากร 3 กลุ่มซึ่งเป็นอิสระต่อกันด้วยขนาดตัวอย่าง 15 เท่ากัน ได้ค่าดังนี้

กลุ่ม 1

2.134	1.610	4.845	2.952	2.699
6.947	5.164	-1.561	1.387	0.281
-0.048	-0.030	5.964	1.995	2.525

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม 2

0.934	4.552	4.880	1.234	4.406
3.663	1.457	2.928	3.693	4.386
3.139	3.876	1.223	4.277	0.709

กลุ่ม 3

-0.628	0.722	4.177	2.439	1.491
2.788	2.954	5.673	2.646	5.962
5.322	3.758	0.540	0.714	3.915

2.6.1 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบเลวีน (Levene's Test)

สมมติฐานในการทดสอบ

สมมติฐานว่าง $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_k^2$

สมมติฐานทางเลือก $H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_{i'}^2$ อย่างน้อย 1 คู่ สำหรับ $i \neq i'$

โดยที่ $i, i' = 1, 2, \ldots, k$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$W = \frac{(n-2)\sum_{i=1}^{k} n_i \left(\overline{Z}_{i\bullet} - \overline{Z}_{\bullet\bullet}\right)^2}{(k-1)\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}\left(Z_{ij} - \overline{Z}_{i\bullet}\right)^2}$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อตัวสถิติทดสอบเลวีน W มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ที่องศาเสรี df_1 เป็น $k-1$ และ df_2 เป็น $n-k$ เมื่อ k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

วิธีที่ 1 การคำนวณโดยแทนค่าจากสูตร

โดยที่ $n_1 = 15$, $n_2 = 15$, $n_3 = 15$, $k = 3$, $n = \sum_{i=1}^{k} n_i = 45$

$$\overline{X}_{1\bullet} = \frac{2.134 + 1.610 + \ldots + 1.995 + 2.525}{15} = 2.457$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\overline{X}_{2\bullet} = \frac{0.934 + 4.552 + \ldots + 4.277 + 0.709}{15} = 3.024$$

$$\overline{X}_{3\bullet} = \frac{-0.628 + 0.722 + \ldots + 0.714 + 3.915}{15} = 2.832$$

$Z_{11} = \left\|X_{11} - \overline{X}_{1\bullet}\right\|$ $= \left\|2.134 - 2.457\right\|$ $= 0.323$ $Z_{12} = \left\|X_{12} - \overline{X}_{1\bullet}\right\|$ $= \left\|1.611 - 2.457\right\|$ $= 0.846$ . . . $Z_{114} = \left\|X_{114} - \overline{X}_{1\bullet}\right\|$ $= \left\|1.995 - 2.457\right\|$ $= 0.462$ $Z_{115} = \left\|X_{115} - \overline{X}_{1\bullet}\right\|$ $= \left\|2.525 - 2.457\right\|$ $= 0.068$	$Z_{21} = \left\|X_{21} - \overline{X}_{2\bullet}\right\|$ $= \left\|0.935 - 3.024\right\|$ $= 2.089$ $Z_{22} = \left\|X_{22} - \overline{X}_{2\bullet}\right\|$ $= \left\|4.552 - 3.024\right\|$ $= 1.528$ . . . $Z_{214} = \left\|X_{214} - \overline{X}_{2\bullet}\right\|$ $= \left\|4.277 - 3.024\right\|$ $= 1.253$ $Z_{215} = \left\|X_{215} - \overline{X}_{2\bullet}\right\|$ $= \left\|0.709 - 3.024\right\|$ $= 2.315$	$Z_{31} = \left\|X_{31} - \overline{X}_{3\bullet}\right\|$ $= \left\|-0.628 - 2.832\right\|$ $= 3.460$ $Z_{32} = \left\|X_{32} - \overline{X}_{3\bullet}\right\|$ $= \left\|0.722 - 2.832\right\|$ $= 2.110$ . . . $Z_{314} = \left\|X_{314} - \overline{X}_{3\bullet}\right\|$ $= \left\|0.714 - 2.832\right\|$ $= 2.118$ $Z_{315} = \left\|X_{315} - \overline{X}_{3\bullet}\right\|$ $= \left\|3.915 - 2.832\right\|$ $= 1.083$
$\overline{Z}_{1\bullet} = \frac{\sum_{j=1}^{n_1} Z_{1j}}{n_1}$ $= \frac{0.323 + \ldots + 0.068}{15}$ $= 1.852$	$\overline{Z}_{2\bullet} = \frac{\sum_{j=1}^{n_2} Z_{2j}}{n_2}$ $= \frac{2.089 + \ldots + 2.315}{15}$ $= 1.287$	$\overline{Z}_{3\bullet} = \frac{\sum_{j=1}^{n_3} Z_{3j}}{n_3}$ $= \frac{3.460 + \ldots + 1.083}{15}$ $= 1.592$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\overline{Z}_{\bullet\bullet} = \frac{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{n} Z_{ij}}{n} = \frac{0.323+0.846+\ldots+2.118+1.083}{45} = 1.577$$

แทนค่าตัวสถิติทดสอบ

$$W_{cal} = \frac{(45-2)\times\left[(15\times(1.852-1.577)^2)+\ldots+(15\times(1.592-1.577)^2)\right]}{(3-1)\times\left[(0.323-1.852)^2+\ldots+(1.083-1.592)^2\right]}$$

$$= 0.947$$

กำหนดให้ $\alpha = 0.05$

ที่องศาเสรี $df_1 = k-1 = 3-1 = 2$, $df_2 = n-k = 45-3 = 42$

หาอาณาวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ได้ $F_{0.05} = 3.22$

เนื่องจาก $W_{cal} = 0.947 < 3.22$ ไม่ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงยอมรับสมมติฐานว่าง

หรือ p-value = P(W_{cal} > 0.947) = 0.3959 เนื่องจาก p-value > α (=0.05)

จึงยอมรับสมมติฐานว่าง สรุปได้ว่า ความแปรปรวนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

วิธีที่ 2 การคำนวณโดยใช้โปรแกรม R Studio

การเขียนคำสั่ง

```
n1 = 15; n2 = 15; n3 = 15; n = 45; k = 3; alpha = 0.05

x1 <- c(2.134, 1.610, 4.845, 2.952, 2.699, 6.947, 5.164, -1.561, 1.387, 0.281,
-0.048, -0.030, 5.964, 1.995, 2.525)

x2 <- c(0.934, 4.552, 4.880, 1.234, 4.406, 3.663, 1.457, 2.928, 3.693, 4.386,
3.139, 3.876, 1.223, 4.277, 0.709)

x3 <- c(-0.628, 0.722, 4.177, 2.439, 1.491, 2.788, 2.954, 5.673, 2.646, 5.962,
5.322, 3.758, 0.540, 0.714, 3.915)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรในการคำนวณ

```
z1 = abs(x1-mean(x1))

z2 = abs(x2-mean(x2))

z3 = abs(x3-mean(x3))

z = sum(z1+z2+z3)/n

up1 = n1*(mean(z1)-z)^2

up2 = n2*(mean(z2)-z)^2

up3 = n3*(mean(z3)-z)^2

up = sum(up1+up2+up3)

down1 = (z1-mean(z1))^2

down2 = (z2-mean(z2))^2

down3 = (z3-mean(z3))^2

down = sum(down1+down2+down3)

leve = ((n-2)/(k-1))*(up/down)

l.test = leve
```

ผลลัพธ์

```
l.test

[1] 0.9472417 , p-value = 0.3959
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบเอฟ (F – test)

สมมติฐานในการทดสอบ

สมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

สมมติฐานทางเลือก $H_1 : \mu_i \neq \mu_{i'}$ อย่างน้อย 1 คู่ สำหรับ $i \neq i'$

โดยที่ $i, i' = 1, 2, 3$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$F_{cal} = \frac{\left[\sum_{i=1}^{k} \frac{X_{i\bullet}^2}{n_i} - \frac{X_{\bullet\bullet}^2}{n}\right] / (k-1)}{\left[\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{k} \frac{X_{i\bullet}^2}{n_i}\right] / (n-k)}$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อตัวสถิติทดสอบ F_{cal} มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ที่องศาเสรี df_1 เป็น $k-1$ และ df_2 เป็น $n-k$ เมื่อ k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

วิธีที่ 1 การคำนวณโดยแทนค่าจากสูตร

โดยที่ $n_1 = 15$, $n_2 = 15$, $n_3 = 15$, $k = 3$, $n = \sum_{i=1}^{k} n_i = 45$

$$X_{1\bullet} = \sum_{j=1}^{n_1} X_{1j} = 2.134 + 1.610 + \ldots + 1.994 + 2.525 = 36.865$$

$$X_{2\bullet} = \sum_{j=1}^{n_2} X_{2j} = 0.934 + 4.552 + \ldots + 4.277 + 0.709 = 45.363$$

$$X_{3\bullet} = \sum_{j=1}^{n_3} X_{3j} = -0.628 + 0.722 + \ldots + 0.714 + 3.915 = 42.480$$

$$X_{\bullet\bullet} = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} = 36.865 + 45.363 + 42.480 = 124.708$$

$$\sum_{i=1}^{3} \frac{X_{i\bullet}^2}{n_i} = \frac{(36.865)^2}{15} + \frac{(45.363)^2}{15} + \frac{(42.480)^2}{15} = 348.092$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X_{1\bullet}^2 = \sum_{j=1}^{n_1} X_{1j}^2 = 2.134^2 + 1.610^2 + \ldots + 1.994^2 + 2.525^2 = 171.913$$

$$X_{2\bullet}^2 = \sum_{j=1}^{n_2} X_{2j}^2 = 0.934^2 + 4.552^2 + \ldots + 4.277^2 + 0.709^2 = 168.538$$

$$X_{3\bullet}^2 = \sum_{j=1}^{n_3} X_{3j}^2 = -0.628^2 + 0.722^2 + \ldots + 0.714^2 + 3.915^2 = 176.384$$

$$X_{\bullet\bullet}^2 = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 = 171.913 + 168.538 + 176.384 = 516.835$$

แทนค่าตัวสถิติทดสอบ

$$F_{cal} = \frac{\left[348.092 - \frac{(124.708)^2}{45}\right] / (3-1)}{[516.835 - 348.092] / (45-3)} = 0.309$$

กำหนดให้ $\alpha = 0.05$

ที่องศาเสรี $df_1 = k-1 = 3-1 = 2$, $df_2 = n-k = 45-3 = 42$

หาอาณาวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ได้ $F_{0.05} = 3.22$

เนื่องจาก $F_{cal} = 0.309 < 3.22$ ไม่ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงยอมรับสมมติฐานว่าง

หรือ p-value = ($F_{cal} > 0.309$) = 0.7352 เนื่องจาก p-value > α (=0.05)

จึงยอมรับสมมติฐานว่าง สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2 การคำนวณโดยใช้โปรแกรม R Studio

การเขียนคำสั่ง

```
n1 = 15; n2 = 15; n3 = 15; n = 45; k = 3; alpha = 0.05

x1 <- c(2.134, 1.610, 4.845, 2.952, 2.699, 6.947, 5.164, -1.561, 1.387, 0.281,
-0.048, -0.030, 5.964, 1.995, 2.525)

x2 <- c(0.934, 4.552, 4.880, 1.234, 4.406, 3.663, 1.457, 2.928, 3.693, 4.386,
3.139, 3.876, 1.223, 4.277, 0.709)

x3 <- c(-0.628, 0.722, 4.177, 2.439, 1.491, 2.788, 2.954, 5.673, 2.646, 5.962,
5.322, 3.758, 0.540, 0.714, 3.915)

x = c(x1, x2,x3)

g1 = rep(1, n1)

g2 = rep(2, n2)

g3 = rep(3, n3)

g = c(g1, g2, g3)

df = data.frame(x,g)
```

สูตรในการคำนวณ

```
f.test = oneway.test(x ~ g ,var.equal = T)
```

ผลลัพธ์

```
f.test

        One-way analysis of means

data:  x and g

F = 0.30992, num df = 2, denom df = 42, p-value = 0.7352
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test)

สมมติฐานในการทดสอบ

สมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

สมมติฐานทางเลือก $H_1 : \mu_i \neq \mu_{i'}$ อย่างน้อย 1 คู่ สำหรับ $i \neq i'$

โดยที่ $i, i' = 1, 2, 3$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$W_0 = \frac{\sum_{i=1}^{k} W_i \left[\left(\overline{X}_{i\bullet} - \tilde{X} \right)^2 / (k-1) \right]}{1 + \frac{2(k-2)}{\left(k^2 - 1\right)} \left[\sum_{i=1}^{k} \left(1 - \frac{W_i}{U} \right)^2 / n_i - 1 \right]}$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อตัวสถิติทดสอบเวลช์ W_0 มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ที่องศาเสรี df_1 เป็น $k-1$ และ df_2 เป็น f เมื่อ

$$f = \left[\frac{3}{(k^2 - 1)} \times \left(\sum_{i=1}^{k} \left(1 - \frac{W_i}{U} \right)^2 \times \frac{1}{n_i - 1} \right) \right]^{-1}$$

วิธีที่ 1 การคำนวณโดยแทนค่าจากสูตร

โดยที่ $n_1 = 15$, $n_2 = 15$, $n_3 = 15$, $k = 3$

$$\overline{X}_{1\bullet} = \sum_{j=1}^{n_1} \frac{X_{1j}}{n_1} = \frac{2.134 + 1.610 + \ldots + 2.525}{15} = 2.457$$

$$\overline{X}_{2\bullet} = \sum_{j=1}^{n_2} \frac{X_{2j}}{n_2} = \frac{0.934 + 4.552 + \ldots + 0.709}{15} = 3.024$$

$$\overline{X}_{3\bullet} = \sum_{j=1}^{n_3} \frac{X_{3j}}{n_3} = \frac{-0.628 + 0.722 + \ldots + 3.915}{15} = 2.832$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_1^2 = \sum_{j=1}^{n_1} \frac{\left(X_{1j} - \overline{X}_{1\bullet}\right)^2}{n_1 - 1}$$

$$= \left[\frac{(2.134 - 2.457)^2}{15-1}\right] + \left[\frac{(1.610 - 2.457)^2}{15-1}\right] + \ldots + \left[\frac{(2.525 - 2.457)^2}{15-1}\right]$$

$$= 5.807$$

$$S_2^2 = \sum_{j=1}^{n_2} \frac{\left(X_{2j} - \overline{X}_{2\bullet}\right)^2}{n_2 - 1}$$

$$= \left[\frac{(0.934 - 3.024)^2}{15-1}\right] + \left[\frac{(4.552 - 3.024)^2}{15-1}\right] + \ldots + \left[\frac{(0.709 - 3.024)^2}{15-1}\right]$$

$$= 2.239$$

$$S_3^2 = \sum_{j=1}^{n_3} \frac{\left(X_{3j} - \overline{X}_{3\bullet}\right)^2}{n_3 - 1}$$

$$= \left[\frac{(-0.628 - 2.832)^2}{15-1}\right] + \left[\frac{(0.722 - 2.832)^2}{15-1}\right] + \ldots + \left[\frac{(3.915 - 2.832)^2}{15-1}\right]$$

$$= 4.005$$

$$W_1 = \frac{n_1}{S_1^2} = \frac{15}{5.807} = 2.583$$

$$W_2 = \frac{n_2}{S_2^2} = \frac{15}{2.239} = 6.699$$

$$W_3 = \frac{n_3}{S_3^2} = \frac{15}{4.005} = 3.745$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$U = \sum_{i=1}^{3} W_i = 2.583 + 6.699 + 3.745 = 13.027$$

$$\tilde{X} = \sum_{i=1}^{3} W_i \overline{X}_{i\bullet} / U = \left(\frac{2.583 \times 2.457}{13.027}\right) + \left(\frac{6.699 \times 3.024}{13.027}\right) + \left(\frac{3.745 \times 2.832}{13.027}\right)$$

$$= 2.856$$

$$f = \left[\frac{3}{3^2 - 1} \times \left[\left(\left(1 - \frac{2.583}{13.027}\right)^2 \times \frac{1}{15-1}\right) + \ldots + \left(\left(1 - \frac{3.745}{13.027}\right)^2 \times \frac{1}{15-1}\right)\right]\right]^{-1}$$

$$= 26.928$$

แทนค่าตัวสถิติทดสอบ

$$W_0 = \left[\frac{\left(2.583 \times \frac{(2.457 - 2.856)^2}{3-1}\right) + \ldots + \left(3.745 \times \frac{(2.832 - 2.856)^2}{3-1}\right)}{1 + \frac{2(3-2)}{(3^2-1)}\left[\left(\left(1 - \frac{2.583}{13.027}\right)^2 / 15-1\right) + \ldots + \left(\left(1 - \frac{3.745}{13.027}\right)^2 / 15-1\right)\right]}\right]$$

$$= 0.293$$

กำหนดให้ $\alpha = 0.05$

ที่องศาเสรี $df_1 = k - 1 = 3 - 1 = 2$, $df_2 = f = 26.928$

หาอาณาวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ได้ $F_{0.05} = 3.351$

เนื่องจาก $W_0 = 0.293 < 3.351$ ไม่ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงยอมรับสมมติฐานว่าง

หรือ p-value = P($W_0 > 0.293$) = 0.7475 เนื่องจาก p-value $> \alpha$ (=0.05)

จึงยอมรับสมมติฐานว่าง สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2 การคำนวณโดยใช้โปรแกรม R Studio

การเขียนคำสั่ง

```
n1 = 15; n2 = 15; n3 = 15; n = 45; k = 3; alpha = 0.05

x1 <- c(2.134, 1.610, 4.845, 2.952, 2.699, 6.947, 5.164, -1.561, 1.387, 0.281,
-0.048, -0.030, 5.964, 1.995, 2.525)

x2 <- c(0.934, 4.552, 4.880, 1.234, 4.406, 3.663, 1.457, 2.928, 3.693, 4.386,
3.139, 3.876, 1.223, 4.277, 0.709)

x3 <- c(-0.628, 0.722, 4.177, 2.439, 1.491, 2.788, 2.954, 5.673, 2.646, 5.962,
5.322, 3.758, 0.540, 0.714, 3.915)

x = c(x1, x2,x3)

g1 = rep(1, n1)

g2 = rep(2, n2)

g3 = rep(3, n3)

g = c(g1, g2, g3)

df = data.frame(x,g)
```

สูตรในการคำนวณ

```
w.test = oneway.test(x ~ g ,var.equal = F)
```

ผลลัพธ์

```
w.test

        One-way analysis of means (not assuming equal variances)

data:  x and g

F = 0.29348, num df = 2.000, denom df = 26.928, p-value = 0.7475
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ตัวอย่างในการคำนวณของตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test)

สมมติฐานในการทดสอบ

สมมติฐานว่าง $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

สมมติฐานทางเลือก $H_1 : \mu_i \neq \mu_{i'}$ อย่างน้อย 1 คู่ สำหรับ $i \neq i'$

โดยที่ $i, i' = 1, 2, 3$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$M = \sum_{i=1}^{k} W_i \left[\left(\overline{X}_{i\bullet} - \tilde{X} \right)^2 / (k-1) \right]$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล M มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ที่องศาเสรี df_1 เป็น $k-1$ และ df_2 เป็น f เมื่อ f แทนค่าเหมือนของตัวสถิติทดสอบเวลช์

วิธีที่ 1 การคำนวณโดยแทนค่าสูตร

โดยที่ $n_1 = 15$, $n_2 = 15$, $n_3 = 15$, $k = 3$

$$\overline{X}_{1\bullet} = \sum_{j=1}^{n_1} \frac{X_{1j}}{n_1} = \frac{2.134 + 1.610 + \ldots + 2.525}{15} = 2.457$$

$$\overline{X}_{2\bullet} = \sum_{j=1}^{n_2} \frac{X_{2j}}{n_2} = \frac{0.934 + 4.552 + \ldots + 0.709}{15} = 3.024$$

$$\overline{X}_{3\bullet} = \sum_{j=1}^{n_3} \frac{X_{3j}}{n_3} = \frac{-0.628 + 0.722 + \ldots + 3.915}{15} = 2.832$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_1^2 = \sum_{j=1}^{n_1} \frac{\left(X_{1j} - \overline{X}_{1\bullet}\right)^2}{n_1 - 1}$$

$$= \left[\frac{(2.134 - 2.457)^2}{15-1}\right] + \left[\frac{(1.610 - 2.457)^2}{15-1}\right] + \ldots + \left[\frac{(2.525 - 2.457)^2}{15-1}\right]$$

$$= 5.807$$

$$S_2^2 = \sum_{j=1}^{n_2} \frac{\left(X_{2j} - \overline{X}_{2\bullet}\right)^2}{n_2 - 1}$$

$$= \left[\frac{(0.934 - 3.024)^2}{15-1}\right] + \left[\frac{(4.552 - 3.024)^2}{15-1}\right] + \ldots + \left[\frac{(0.709 - 3.024)^2}{15-1}\right]$$

$$= 2.239$$

$$S_3^2 = \sum_{j=1}^{n_3} \frac{\left(X_{3j} - \overline{X}_{3\bullet}\right)^2}{\left(n_3 - 1\right)}$$

$$= \left[\frac{(-0.628 - 2.832)^2}{15-1}\right] + \left[\frac{(0.722 - 2.832)^2}{15-1}\right] + \ldots + \left[\frac{(3.915 - 2.832)^2}{15-1}\right]$$

$$= 4.005$$

$$W_1 = \frac{n_1}{S_1^2} = \frac{15}{5.807} = 2.583$$

$$W_2 = \frac{n_2}{S_2^2} = \frac{15}{2.239} = 6.699$$

$$W_3 = \frac{n_3}{S_3^2} = \frac{15}{4.005} = 3.745$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$U = \sum_{i=1}^{3} W_i = 2.583 + 6.699 + 3.745 = 13.027$$

$$\tilde{X} = \sum_{i=1}^{3} W_i \overline{X}_{i\bullet} / U = \left(\frac{2.583 \times 2.457}{13.027}\right) + \left(\frac{6.699 \times 3.024}{13.027}\right) + \left(\frac{3.745 \times 2.832}{13.027}\right)$$

$$= 2.856$$

แทนค่าตัวสถิติทดสอบ

$$M = \left[2.583 \times \left(\frac{(2.457 - 2.856)^2}{3-1}\right)\right] + \ldots + \left[3.745 \times \left(\frac{(2.457 - 2.856)^2}{3-1}\right)\right]$$

$$= 0.301$$

กำหนดให้ $\alpha = 0.05$

หาอาณาวิกฤตจากตารางการแจกแจงสถิติ F ได้ $F_{0.05} = 3.351$

ที่องศาเสรี $df_1 = k - 1 = 3 - 1 = 2$, $df_2 = f = 26.928$

เนื่องจาก $M = 0.301 < 3.351$ ไม่ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงยอมรับสมมติฐานว่าง

หรือ p-value = P($M > 0.301$) = 0.7417 เนื่องจาก p-value $> \alpha$ (=0.05)

จึงยอมรับสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

วิธีที่ 2 การคำนวณโดยใช้โปรแกรม R Studio

การเขียนคำสั่ง

```
n1 = 15; n2 = 15; n3 = 15; n = 45; k = 3; alpha = 0.05

x1 <- c(2.134, 1.610, 4.845, 2.952, 2.699, 6.947, 5.164, -1.561, 1.387, 0.281,
-0.048, -0.030, 5.964, 1.995, 2.525)

x2 <- c(0.934, 4.552, 4.880, 1.234, 4.406, 3.663, 1.457, 2.928, 3.693, 4.386,
3.139, 3.876, 1.223, 4.277, 0.709)

x3 <- c(-0.628, 0.722, 4.177, 2.439, 1.491, 2.788, 2.954, 5.673, 2.646, 5.962,
5.322, 3.758, 0.540, 0.714, 3.915)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรในการคำนวณ

```
w1 = n1/var(x1); w2 = n2/var(x2); w3 = n3/var(x3)

u = w1+w2+w3

y1 = (w1*mean(x1))/u; y2 = (w2*mean(x2))/u; y3 = (w3*mean(x3))/u

X = y1+y2+y3

M1 = w1*(((mean(x1)-X)^2)/(k-1)); M2 = w2*(((mean(x2)-X)^2)/(k-1))

M3 = w3*(((mean(x3)-X)^2)/(k-1))

Maras = M1+M2+M3

e1 = (1-(w1/u))^2; e2 = (1-(w2/u))^2; e3 = (1-(w3/u))^2

t1 = 1/(n1-1)

t2 = 1/(n2-1)

t3 = 1/(n3-1)

et1 = e1*t1

et2 = e2*t2

et3 = e3*t3

et = et1+et2+et3

f = (((3/((k^2)-1))*et)^(-1))

m.test = Maras
```

ผลลัพธ์

```
m.test

[1] 0.3007438 , p-value = 0.7417
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยของผู้วิจัยหลายท่าน ดังต่อไปนี้

พลชาติ หาญอนุรักษ์ (2549) ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบในการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากร 5 ชุด โดยใช้ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ตัวสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตี และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล กรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปรกติ การแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล และการแจกแจงแบบที โดยกำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ 1 : 2 : 3 : 4 : 5, 1 : 3 : 5 : 7 : 9 และ 1: 5 : 10 : 15 : 20อัตราส่วนค่าเฉลี่ย 3 ระดับ คือ 1 : 1 : 1 : 1 : 1, 1 : 1 : 1 : 2 : 2 และ 2 : 2 : 1 : 1 : 1 ขนาดตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรแต่ละชุด 2 ลักษณะ คือ ขนาดเท่ากันเป็น (10, 10, 10, 10, 10), (20, 20, 20, 20, 20), (30, 30, 30, 30, 30) และขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันเป็น (5, 10, 15, 20, 25), (5, 5, 10, 10, 15), (15, 15, 20, 25,25), (30, 30, 35, 35, 40) และ (30, 35, 40, 45, 50) จากปัจจัยเหล่านี้ทำให้มีกรณีศึกษาจำนวน 72 กรณี ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่จำลองขึ้นด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล จำนวน 1,000 ครั้ง ในแต่ละกรณี เกณฑ์การเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ เกณฑ์ของ Cochran เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 พบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปรกติ ตัวสถิติทดสอบเวลช์ สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกกรณี ส่วนตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล สามารถควบคุมได้บางกรณี และตัวสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตีไม่สามารถควบคุมได้เลย เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที พบว่าตัวสถิติทดสอบเวลช์ และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในทุกกรณี ส่วนตัวสถิติทดสอบแบบบราวน์-ฟอร์สิตีไม่สามารถควบคุมได้ และเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลพบว่าเฉพาะตัวสถิติทดสอบแบบบราวน์-ฟอร์สิตีสามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันและขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันที่มีขนาดใหญ่

2. กำลังการทดสอบพบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปรกติ ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโลมีกำลังการทดสอบสูงสุดในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากันที่มีขนาดใหญ่ ส่วนกรณีที่ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากันและอัตราส่วนของความแปรปรวนเพิ่มมากขึ้น ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโลจะมีกำลังการทดสอที่ลดลง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที พบว่าตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโลมีกำลังการทดสอบเพิ่มมากขึ้นเมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น และกำลังการทดสอบนี้จะลดลงเมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนมากขึ้น และเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล พบว่าตัวสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิตีให้กำลังการทดสอบสูงสุดในทุกกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล (2548) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร 3 ประชากร โดยใช้ตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบผลต่างสมบูรณ์ แบบผลต่างกำลังสอง และแบบถ่วงน้ำหนัก โดยพิจารณาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบเมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปรกติ แบบเลขชี้กำลัง แบบไคกำลังสองแบบไวบูลล์ โดยศึกษาทั้งกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันและอัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการโดยจำลองการทดสอบด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลซึ่งกระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง ในแต่ละลักษณะ จากการศึกษาพบว่าเมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปรกติ ตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบผลต่างสัมบูรณ์และแบบผลต่างกำลังสอง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้เกือบทุกกรณีที่ศึกษา ส่วนตัวสถิติทดสอบแบบถ่วงน้ำหนักสามารถควบคุมได้บางขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบผลต่างสัมบูรณ์มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเกือบทุกกรณีที่ศึกษา เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบเลขชี้กำลัง และไคกำลังสอง ตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบผลต่างกำลังสองเท่านั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ในบางกรณี เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบไวบูลล์ ตัวสถิติทดสอบของเลวีนแบบผลต่างกำลังสองสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดเกือบทุกกรณีที่ศึกษา กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความแปรปรวนลักษณะการแจกแจงของประชากร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบ

ปิยวรรณ ถือแก้ว (2552) งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยพิจารณาเมื่อประชากรมีจำนวน 4 และ 5 กลุ่ม ภายใต้การแจกแจงปรกติ การแจกแจงดับเบิ้ลเอกซ์โปเนนเชียล ซึ่งวิธีที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ วิธีทดสอบ T_3 วิธีเนย์แมน – เพียร์สัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์ วิธีทดสอบเลวีน และวิธีทดสอบโอบรีน โดยจะพิจารณาว่าวิธีทดสอบใดมีประสิทธิภาพมากที่สุด จากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran และกำลังการทดสอบ ซึ่งกำหนดให้อัตราส่วนความแปรปรวนมีค่าแตกต่างกัน ภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ดำเนินการทดลองโดยการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลจำนวน 252 กรณี ซึ่งแต่ละกรณีทำซ้ำๆกัน 1,000 ครั้ง ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า เมื่อลักษณะของประชากรมีการแจกแจงปรกติ วิธีทดสอบ T_3 เป็นวิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงสุด เมื่อประชากรมีการแจกแจงดับเบิ้ลเอกซ์โปเนนเชียล สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากัน วิธีทดสอบเลยาร์ดไคสแควร์เป็นวิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และกำลังการทดสอบสูงสุด แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน วิธีทดสอบโอบรีนเป็นวิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ และมีกำลังการทดสอบสูงสุด และเมื่อประชากรมีการแจกแจงปรกติ และการแจกแจงดับเบิ้ลเอกซ์โปเนนเชียล ซึ่งเป็นการแจกแจงที่ไม่สมมาตร วิธีทดสอบโอบรีนเป็นวิธีทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้และมีกำลังการทดสอบสูงสุด

กฤตพล ธีรนิตนันท์และคณะ (2558) การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด ตัวสถิติทดสอบของบอนเฟอร์โรนี ตัวสถิติทดสอบของทูกีย์ ตัวสถิติทดสอบแบบพิสัยพหุคูณของดันแคน ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล และตัวสถิติทดสอบของเชฟเฟ สำหรับทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณในกรณีความแปรปรวนเท่ากัน สำหรับ 3 ประชากร โดยศึกษาจากข้อมูลที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ กำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากับ (5,5,5), (10,10,10), (30,30,30), (5,6,7), (10,12,14) และ (30,34,38) ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กำหนดค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ (4,4,4) และการคำนวณกำลังการทดสอบ กำหนดค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ (4,8,12) โดยที่ความแปรปรวนของแต่ละประชากรกำหนดเป็น 2, 4, 8 และ 16 ตามลำดับ กำหนดระดับนัยสำคัญ 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ0.1 ใช้โปรแกรมอาร์ในการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล ทำการจำลองข้อมูลซ้ำ 5,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่าตัวสถิติทดสอบของบอนเฟอร์โรนี ตัวสถิติทดสอบของทูกีย์ ตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล และตัวสถิติทดสอบของเชฟเฟ สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกสถานการณ์ที่ศึกษา เมื่อพิจารณากำลังการทดสอบพบว่าตัวสถิติทดสอบของสติวเดนต์–นิวแมน–คูล มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ที่ศึกษา และพบว่ากำลังการทดสอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นหรือความแปรปรวนลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบของประชากร 3 กลุ่ม ในกรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน กรณีที่ค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน กรณีที่ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน และกรณีที่ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ใช้ตัวสถิติทดสอบเลวีน (Levene's test) ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F – test) ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test) และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test) ในการทำการวิจัยครั้งนี้ศึกษาจากการจำลองข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ โปรแกรม R Studio เพื่อหาว่าตัวสถิติทดสอบเลวีนมีผลต่อการเลือกตัวสถิติทดสอบในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากรหรือไม่

3.1 การวางแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ในการศึกษาเปรียบเทียบดังนี้

3.1.1 กำหนดจำนวนประชากรเท่ากับ 3 ประชากร

3.1.2 ศึกษาในกรณีที่ตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น ตัวอย่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

ลักษณะ	จำนวนลักษณะ	(n_1, n_2, n_3)
ขนาดเท่ากัน	3	(15,15,15), (30,30,30), (80,80,80)
ขนาดไม่เท่ากัน	3	(15,20,25), (30,35,40), (80,85,90)

เมื่อ ตัวอย่างขนาดเล็ก คือ (15,15,15) และ (15,20,25)

ตัวอย่างขนาดกลาง คือ (30,30,30) และ (30,35,40)

ตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ (80,80,80) และ (80,85,90)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 กำหนดความแตกต่างของความแปรปรวนโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality Parameter: ϕ) เป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร (Games. P.A. et al. 1972)

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

$$\phi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k}\left(\sigma_i^2 - \overline{\sigma^2}\right)^2 / k}{\sigma_1^2}}$$

เมื่อ σ_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีค่าต่ำที่สุด

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

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

k คือ จำนวนกลุ่มประชากร ในที่นี่ $k = 3$

ตารางที่ 3.2 ระดับความแตกต่างของความแปรปรวนที่ใช้ในการศึกษา

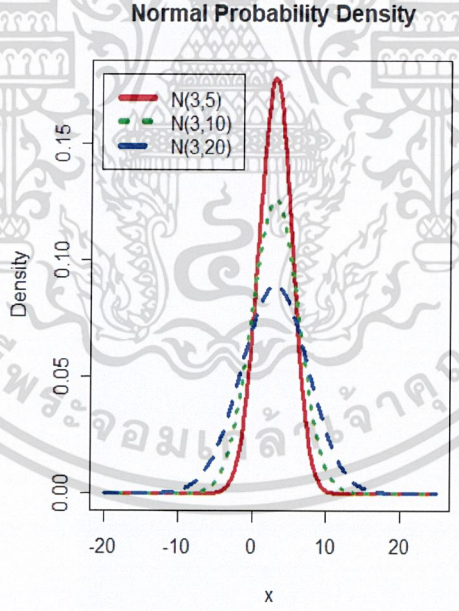
ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ความแปรปรวน	ϕ
มีความแตกต่างกันน้อย $(0 < \phi < 1.5)$	5: 7: 9	0.73
มีความแตกต่างกันปานกลาง $(1.5 \le \phi < 3)$	5: 13: 20	2.74
มีความแตกต่างกันมาก $(\phi \ge 3)$	5: 17: 49	8.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ค่าพารามิเตอร์แสดงดังตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.1

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

สถานการณ์	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	(3,5)	(3,5)	(3,5)	(3,3,3)	(5,5,5)
2	(3,10)	(3,10)	(3,10)	(3,3,3)	(10,10,10)
3	(3,20)	(3,20)	(3,20)	(3,3,3)	(20,20,20)



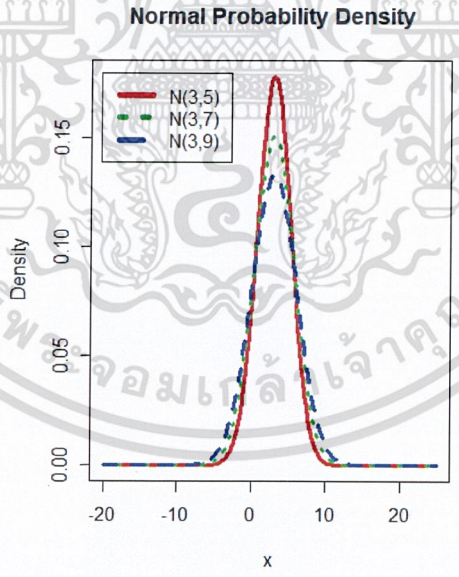
รูปที่ 3.1 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (3,10) และ (3,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ค่าพารามิเตอร์แสดงดังตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.2, 3.3 และ 3.4

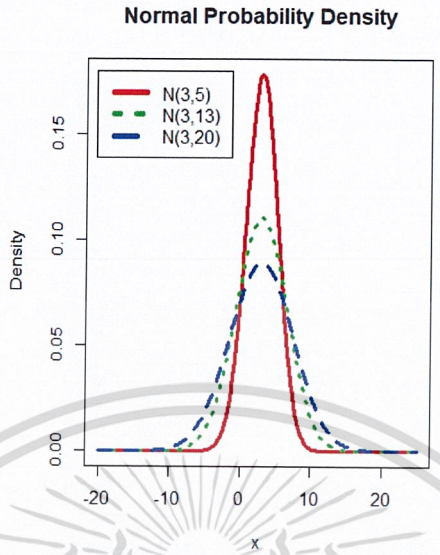
ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$ กรณีค่าเฉลี่ยเท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน

สถานการณ์	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	(3,5)	(3,7)	(3,9)	(3,3,3)	(5,7,9)
2	(3,5)	(3,13)	(3,20)	(3,3,3)	(5,13,20)
3	(3,5)	(3,17)	(3,49)	(3,3,3)	(5,17,49)

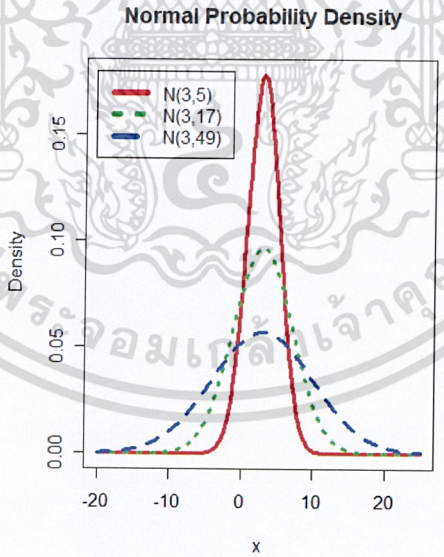


รูปที่ 3.2 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (3,7) และ (3,9) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.73)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (3,13) และ (3,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 2.74)



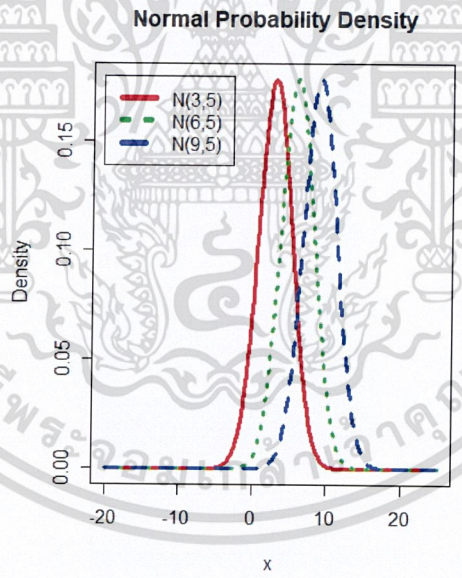
รูปที่ 3.4 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (3,17) และ (3,49) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ μ เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ σ^2 แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 8.30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 กรณีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน ค่าพารามิเตอร์แสดงดังตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.5, 3.6 และ 3.7

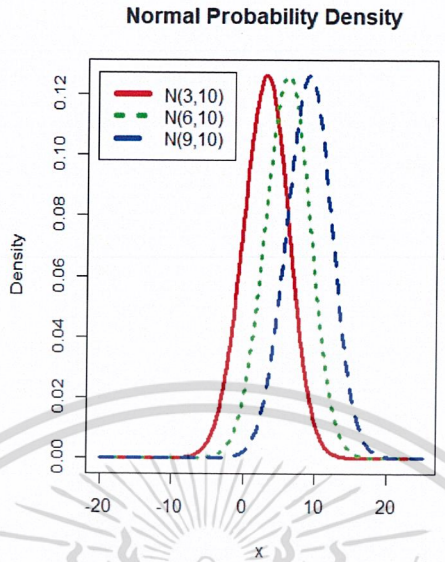
ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$ กรณีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนเท่ากัน

สถานการณ์	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	(3,5)	(6,5)	(9,5)	(3,6,9)	(5,5,5)
2	(3,10)	(6,10)	(9,10)	(3,6,9)	(10,10,10)
3	(3,20)	(6,20)	(9,20)	(3,6,9)	(20,20,20)

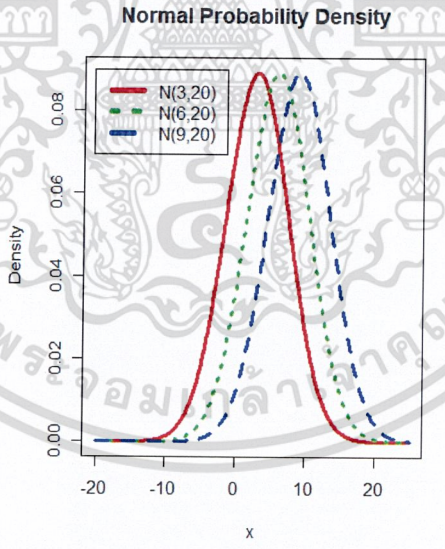


รูปที่ 3.5 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (6,5) และ (9,5) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,10) , (6,10) และ (9,10) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน



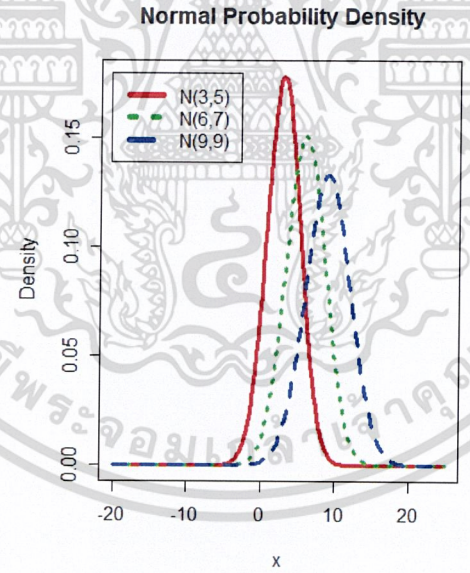
รูปที่ 3.7 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,20) , (6,20) และ (9,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ σ^2 เท่ากัน แต่มีพารามิเตอร์ μ แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 กรณีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ค่าพารามิเตอร์แสดงดังตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.8, 3.9 และ 3.10

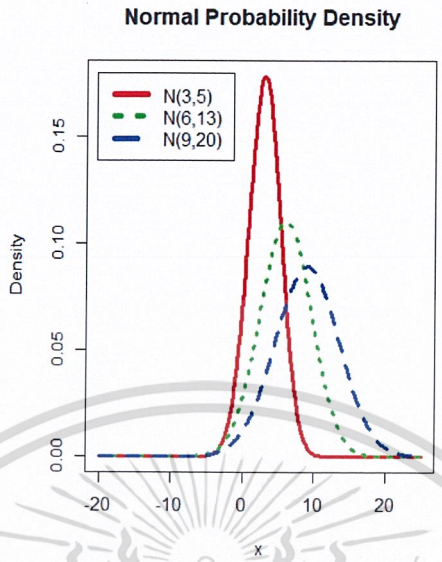
ตารางที่ 3.6 พารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปรกติที่ค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) มีค่าเฉลี่ย $E(X)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $Var(X)=\sigma^2$ กรณีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันและความแปรปรวนไม่เท่ากัน

สถานการณ์	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	(3,5)	(6,7)	(9,9)	(3,6,9)	(5,7,9)
2	(3,5)	(6,13)	(9,20)	(3,6,9)	(5,13,20)
3	(3,5)	(6,17)	(9,49)	(3,6,9)	(5,17,49)

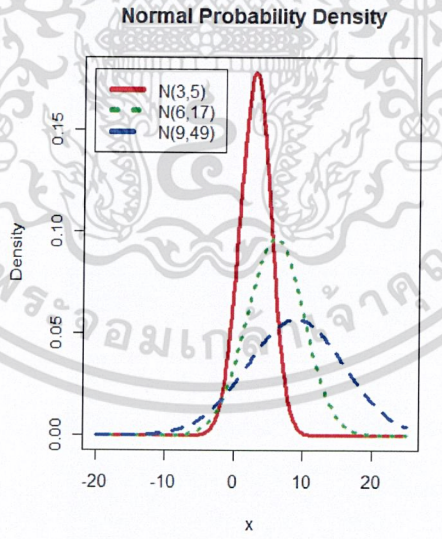


รูปที่ 3.8 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (6,7) และ (9,9) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนน้อย (ϕ = 0.73)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (6,13) และ (9,20) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนปานกลาง (ϕ = 2.74)



รูปที่ 3.10 ความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงปรกติเมื่อค่าพารามิเตอร์ (μ,σ^2) เป็น (3,5) , (6,17) และ (9,49) ซึ่งก็คือมีพารามิเตอร์ (μ,σ^2) แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความแปรปรวนมาก (ϕ = 8.30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.1

3.1.9 เปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบและความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพื่อหาตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์

3.1.10 โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้งหมดเขียนด้วยโปรแกรม R Studio ซึ่งทำการทดลองซ้ำจำนวน 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 จำลองข้อมูลและสุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม R Studio กำหนดค่าเฉลี่ยเท่ากัน ค่าความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันระหว่างประชากร 3 กลุ่ม โดยมีการแจกแจงปรกติ ค่าเฉลี่ยความแปรปรวน และขนาดตัวอย่าง เป็นไปตามขอบเขตการวิจัย

3.2.2 ทำการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย คือ ตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล

3.2.3 ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนด้วยตัวสถิติทดสอบเลวีน ถ้าผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนเท่ากัน ให้นำข้อมูลไปทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยตัวสถิติทดสอบเอฟ แต่ถ้าพบว่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน ให้นำข้อมูลไปทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยตัวสถิติทดสอบเวลช์และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล

3.2.4 ทำการบันทึกจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างของตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโลที่ไม่ได้ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนด้วยตัวสถิติทดสอบเลวีน และตัวสถิติทดสอบเอฟ ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโลที่ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนด้วยตัวสถิติทดสอบเลวีน ทำซ้ำจนครบ 1,000 ครั้ง

3.2.5 หาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

3.2.6 ทำการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแต่ละตัวสถิติทดสอบกับเกณฑ์ของ Bradley โดยตัวสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ก็ต่อเมื่อ α มีค่าอยู่ในช่วง $[0.5\alpha, 1.5\alpha]$ (กฤตพล ธีรนิตนันท์และคณะ. 2558) ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) 3 ระดับคือ 0.01, 0.05 และ 0.1 ดังนั้น ช่วงของความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 คือ $[0.005, 0.015]$, $[0.025, 0.075]$ และ $[0.05, 0.15]$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ถ้าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 จากการทดลองอยู่ในช่วงที่กำหนด จะสรุปได้ว่าตัวสถิติทดสอบทั้งหมดนั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

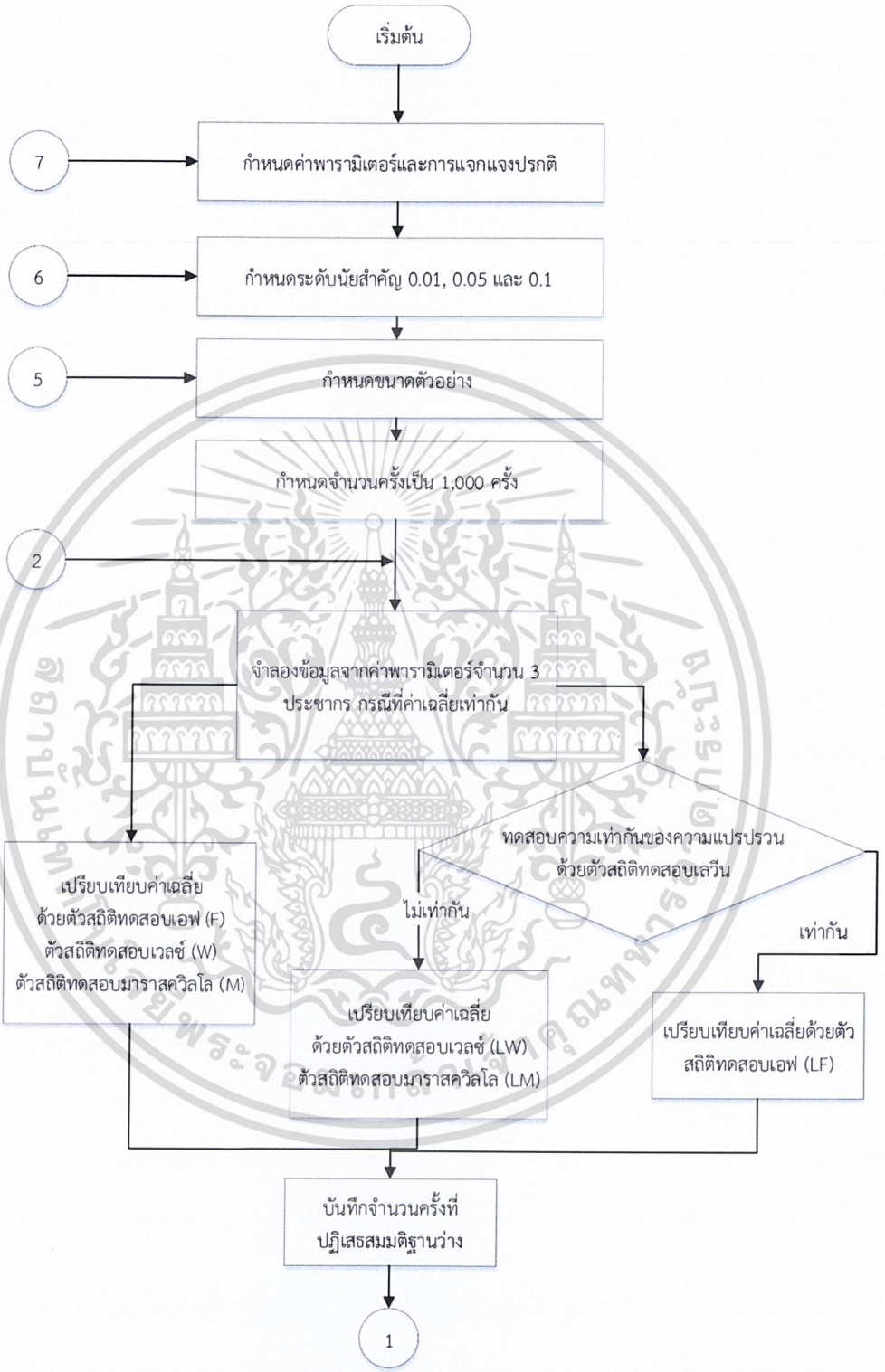
3.2.7 จำลองข้อมูลและสุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม R Studio กำหนดค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน ค่าความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันระหว่างประชากร 3 กลุ่ม โดยมีการแจกแจงปรกติ ค่าเฉลี่ยความแปรปรวน และขนาดตัวอย่าง เป็นไปตามขอบเขตการวิจัย

3.2.8 ปฏิบัติตามขั้นตอน 3.2.2, 3.2.3 และ 3.2.4

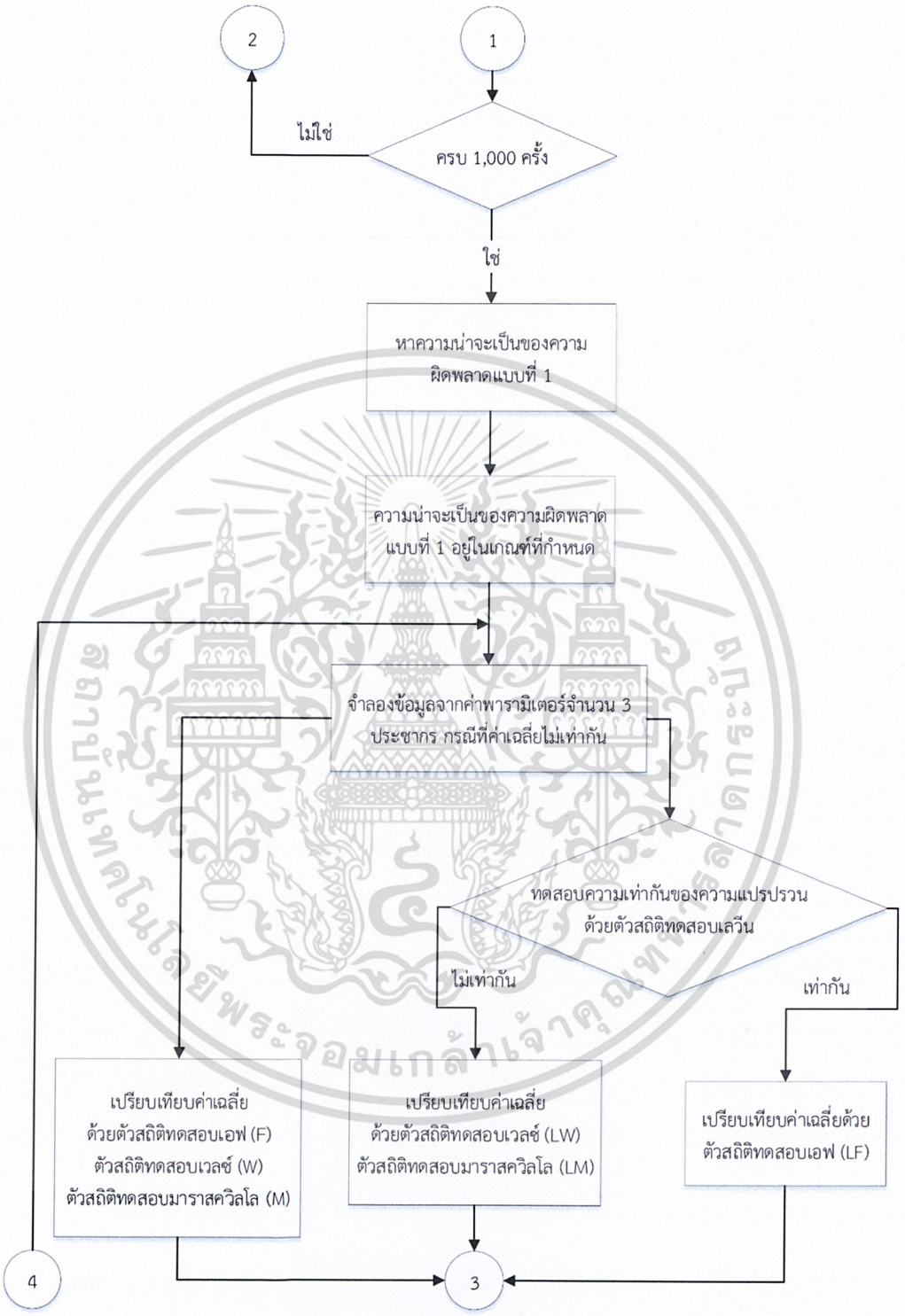
3.2.9 หากำลังการทดสอบจากตัวสถิติทดสอบ โดยนำจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

3.2.10 เปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ โดยตัวสถิติทดสอบที่มีกำลังการทดสอบที่สูงที่สุดจะถือว่าเป็นตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวสถิติทดสอบของการศึกษาครั้งนี้

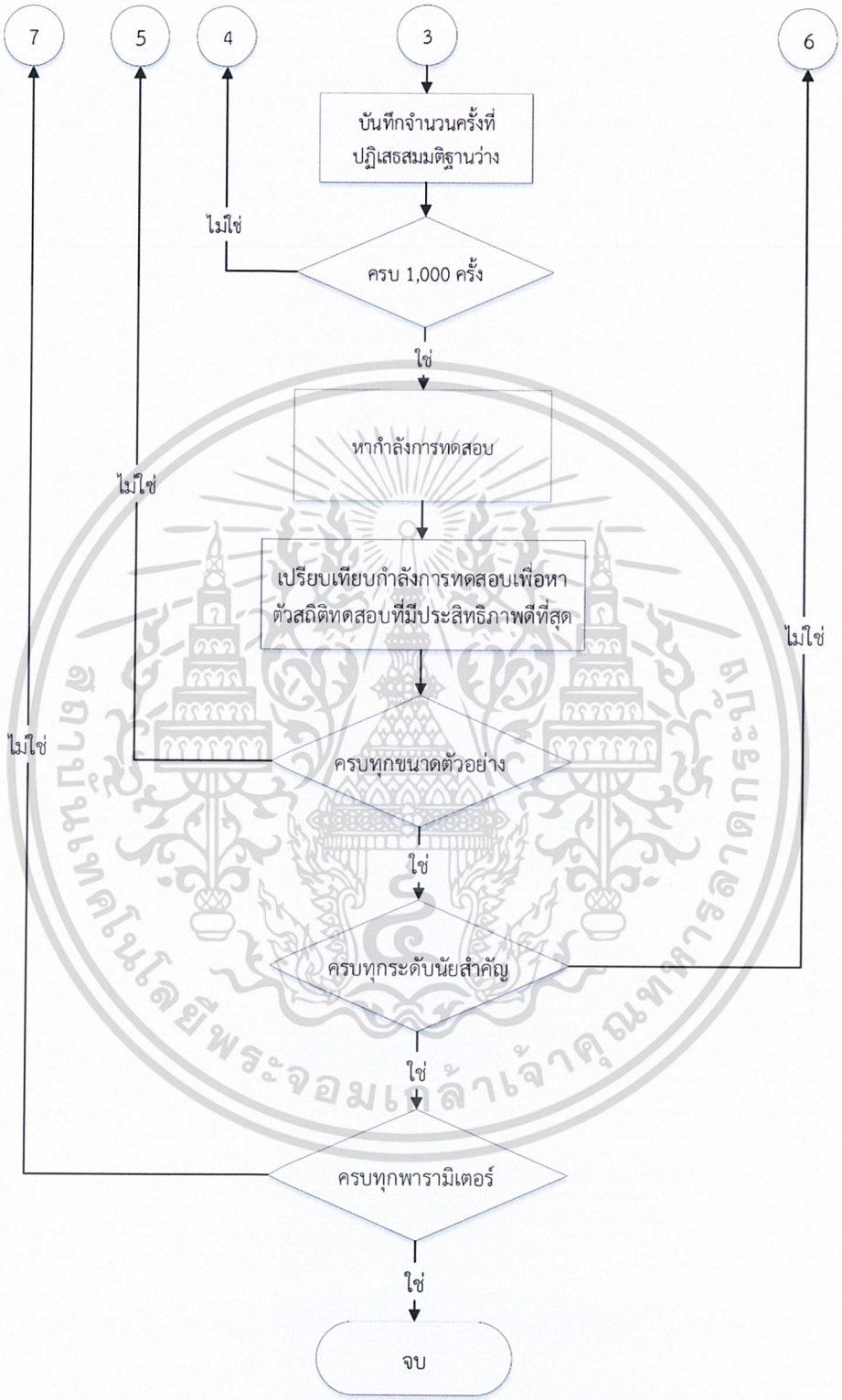
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F - test) ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test) และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test) ในกรณีที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน และความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยใช้ตัวสถิติทดสอบเลวีน (Levene's test) ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน ในกรณีของการแจกแจงปรกติ ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสามารถสรุปได้เป็น 2 ส่วน คือความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ โดยจะทำการจำลองข้อมูลด้วยโปรแกรม R Studio ทำซ้ำ 1,000 ครั้ง

โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนตัวสถิติทดสอบ ดังนี้

F	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบเอฟ ที่ไม่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน
W	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ที่ไม่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน
M	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล ที่ไม่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน
LF	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบเอฟ ที่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน
LW	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ที่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน
LM	หมายถึง	ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล ที่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ของแต่ละตัวสถิติทดสอบ กำหนดค่าเฉลี่ยเท่ากัน ค่าความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันระหว่าง 3 ประชากร โดยมีการแจกแจงปรกติ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และขนาดตัวอย่าง เป็นไปตามขอบเขตการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

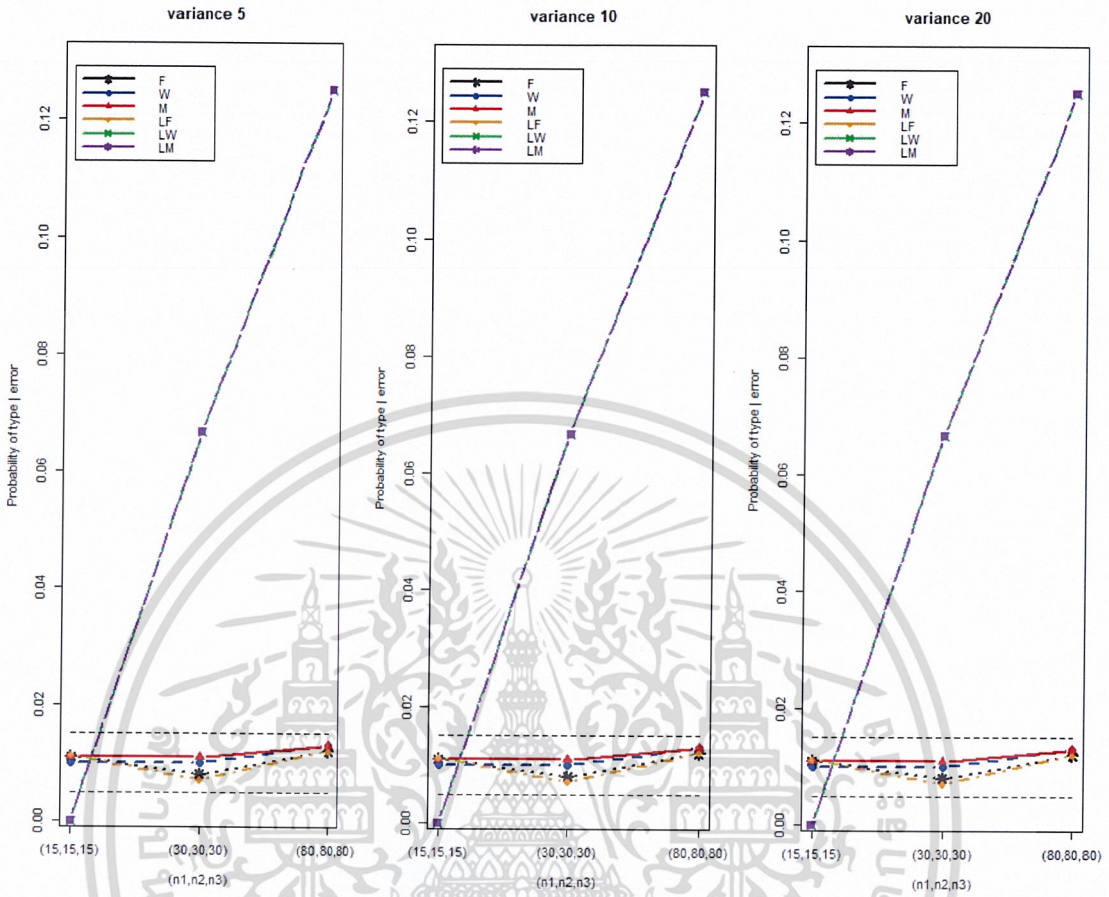
จากการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.1 - 4.4 และรูปที่ 4.1 - 4.4

ตารางที่ 4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน (σ^2)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,15,15)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F	0.01100*	0.00800*	0.01200*	0.00900*	0.01600	0.01000*
	W	0.01000*	0.01000*	0.01300*	0.00800*	0.01100*	0.01100*
	M	0.01100*	0.01100*	0.01300*	0.00900*	0.01200*	0.01100*
	LF	0.01116*	0.00711*	0.01210*	0.00964*	0.01486*	0.01028*
	LW	0	0.06667	0.12500	0.00588*	0	0
	LM	0	0.06667	0.12500	0.00588*	0	0
10	F	0.01100*	0.00800*	0.01200*	0.00900*	0.01600	0.01000*
	W	0.01000*	0.01000*	0.01300*	0.00800*	0.01100*	0.01100*
	M	0.01100*	0.01100*	0.01300*	0.00900*	0.01200*	0.01100*
	LF	0.01116*	0.00711*	0.01210*	0.00964*	0.01486*	0.01028*
	LW	0	0.06667	0.12500	0.00588*	0	0
	LM	0	0.06667	0.12500	0.00588*	0	0
20	F	0.01100*	0.00800*	0.01200*	0.00900*	0.01600	0.01000*
	W	0.01000*	0.01000*	0.01300*	0.00800*	0.01100*	0.01100*
	M	0.01100*	0.01100*	0.01300*	0.00900*	0.01200*	0.01100*
	LF	0.01116*	0.00711*	0.01210*	0.00964*	0.01486*	0.01028*
	LW	0	0.06667	0.12500	0.00588*	0	0
	LM	0	0.06667	0.12500	0.00588*	0	0

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



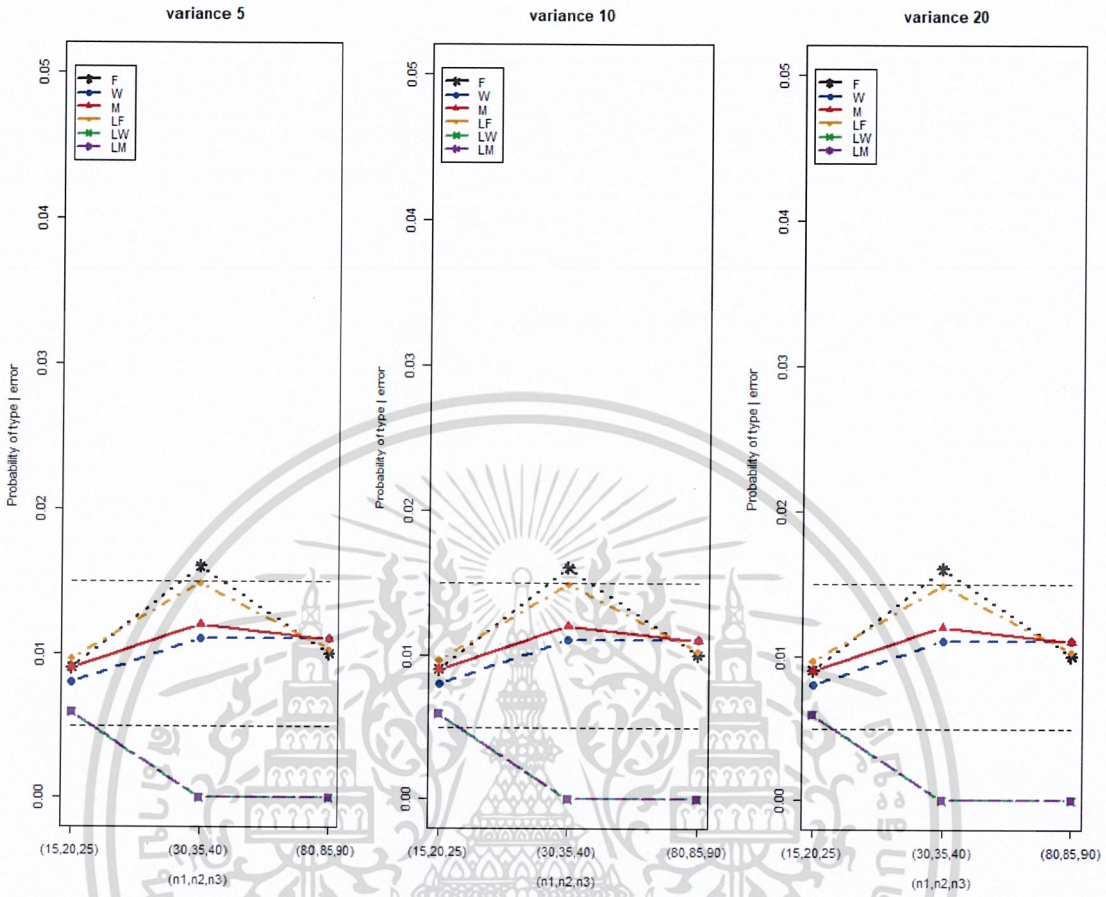
(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.005, 0.015]

รูปที่ 4.1 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

จากรูปที่ 4.1 พบว่า

กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นสูงเกินเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.005, 0.015]

รูปที่ 4.2 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

จากรูปที่ 4.2 พบว่า

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ของ Bradley

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ F เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เท่ากับ (30,35,40) ส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นสูงเกินเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน (σ^2)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F, W, M, LF	F, W, M, LF	F, W, M, LF	F, W, M, LF, LW, LM	W, M, LF	F, W, M, LF
10	F, W, M, LF	F, W, M, LF	F, W, M, LF	F, W, M, LF, LW, LM	W, M, LF	F, W, M, LF
20	F, W, M, LF	F, W, M, LF	F, W, M, LF	F, W, M, LF, LW, LM	W, M, LF	F, W, M, LF

จากตารางที่ 4.2 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LF สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

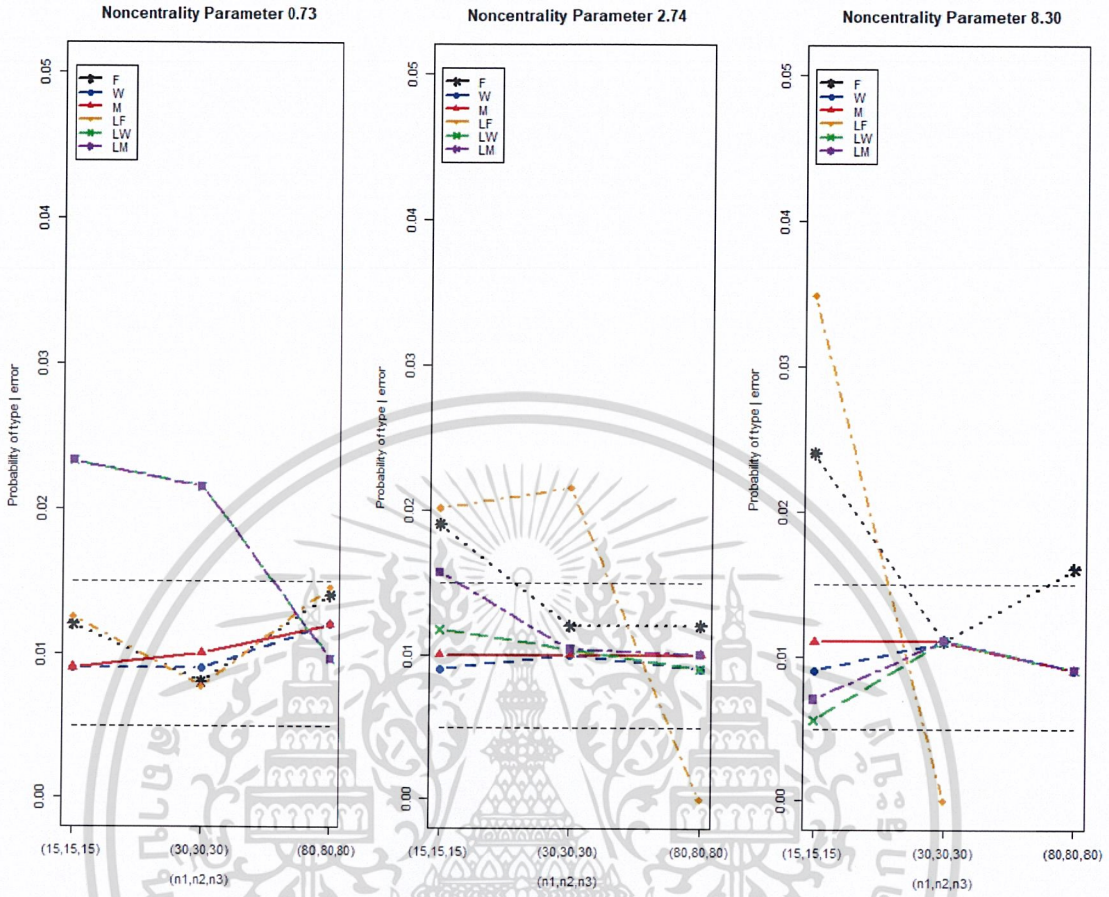
ตารางที่ 4.3 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F	0.01200*	0.00800*	0.01400*	0.00900*	0.01100*	0.01100*
	W	0.00900*	0.00900*	0.01200*	0.01100*	0.01300*	0.01200*
	M	0.00900*	0.01000*	0.01200*	0.01100*	0.01300*	0.01200*
	LF	0.01254*	0.00772*	0.01453*	0.01080*	0.00747*	0.01480*
	LW	0.02326	0.02151	0.00962*	0.00599*	0.03553	0.00765*
	LM	0.02326	0.02151	0.00962*	0.00599*	0.03553	0.00765*
2.74	F	0.01900	0.01200*	0.01200*	0.01000*	0.00600*	0.01100*
	W	0.00900*	0.01000*	0.00900*	0.01200*	0.01000*	0.01000*
	M	0.01000*	0.01000*	0.01000*	0.01200*	0.01000*	0.01000*
	LF	0.02013	0.02154	0	0.01862	0.00541*	N/A
	LW	0.01176*	0.01037*	0.00901*	0.00432	0.00982*	0.01000*
	LM	0.01569	0.01037*	0.01001*	0.00432	0.00982*	0.01000*
8.30	F	0.02400	0.01100*	0.01600	0.00600*	0.00700*	0.01500*
	W	0.00900*	0.01100*	0.00900*	0.01300*	0.01000*	0.01000*
	M	0.01100*	0.01100*	0.00900*	0.01400*	0.01000*	0.01000*
	LF	0.03484	0	N/A	0.01000*	0	N/A
	LW	0.00561*	0.01109*	0.00900*	0.01444*	0.01001*	0.01000*
	LM	0.00701*	0.01109*	0.00900*	0.01556	0.01001*	0.01000*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

N/A หมายถึง จากการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีนพบว่า ไม่พบข้อมูลที่มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยตัวสถิติทดสอบเอฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.005, 0.015]

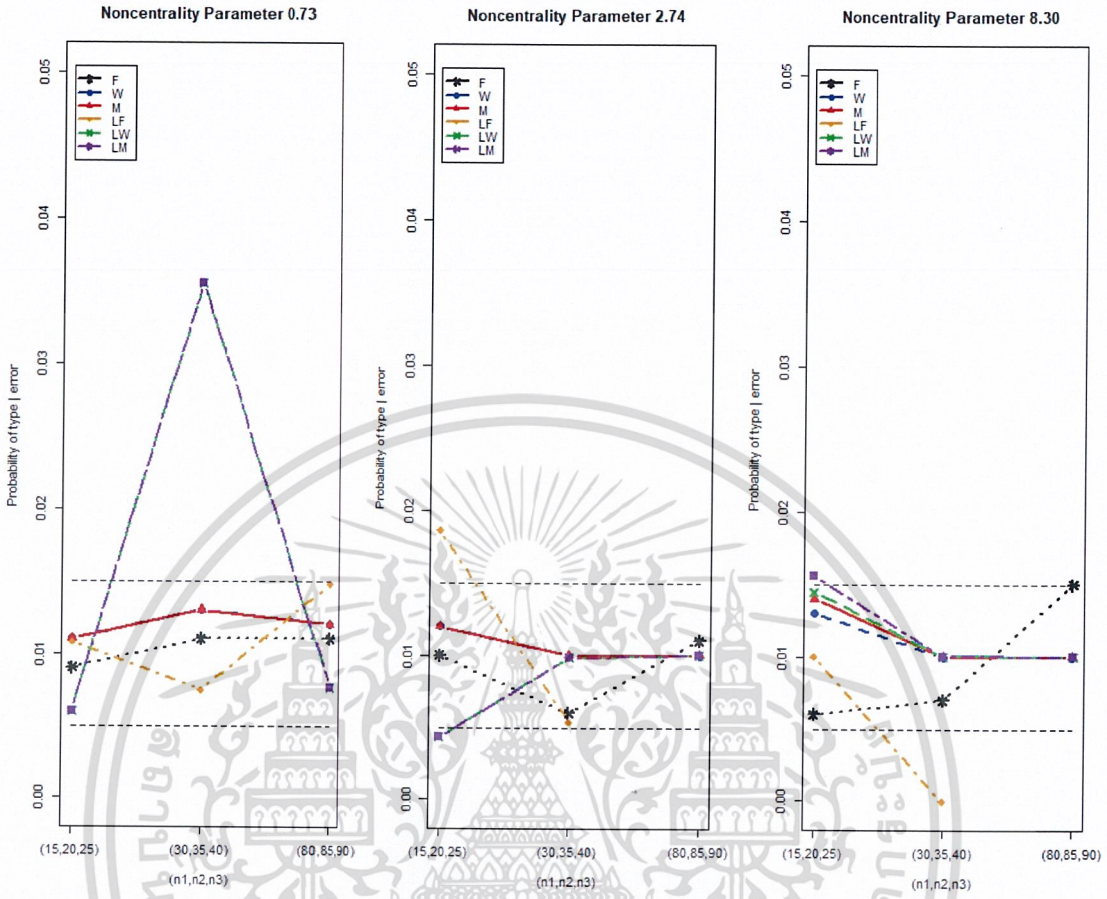
รูปที่ 4.3 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

จากรูปที่ 4.3 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM มีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เข้าสู่เกณฑ์ของ Bradley

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ ตัวสถิติทดสอบ LF และตัวสถิติทดสอบ F มีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ออกจากเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.005, 0.015]

รูปที่ 4.4 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

จากรูปที่ 4.4 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM มีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เข้าสู่เกณฑ์ของ Bradley

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ ตัวสถิติทดสอบ LF มีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ออกจากเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F, W, M, LF	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF	F, W, M, LF, LW, LM
2.74	W, M, LW	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M,	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW, LM
8.30	W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	W, M, LW, LM	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM

จากตารางที่ 4.4 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าตัวสถิติทดสอบ W และตัวสถิติทดสอบ M สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ LW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

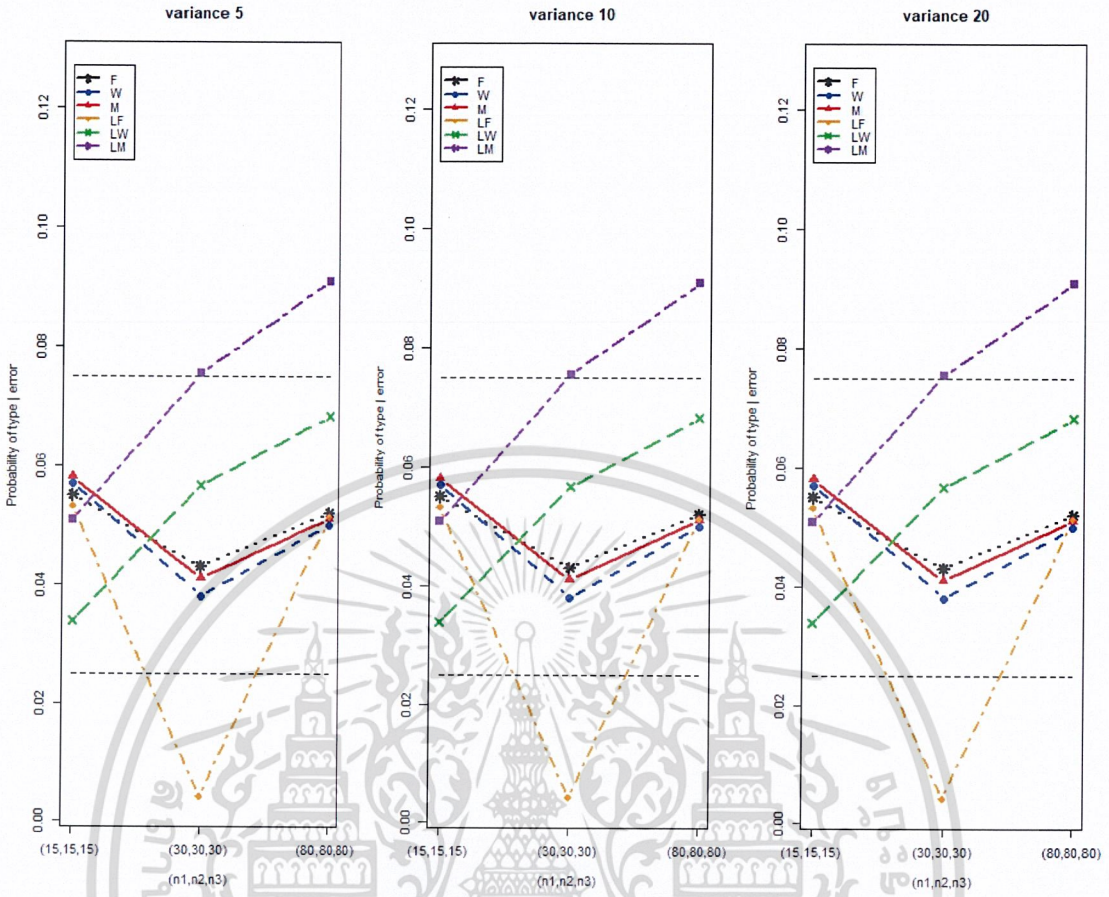
จากการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.5 – 4.8 และรูปที่ 4.5 – 4.8

ตารางที่ 4.5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรมีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน (σ^2)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,15,15)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F	0.05500*	0.04300*	0.05200*	0.05300*	0.05700*	0.05700*
	W	0.05700*	0.03800*	0.05000*	0.05100*	0.05900*	0.05600*
	M	0.05800*	0.04100*	0.05100*	0.05500*	0.06000*	0.05600*
	LF	0.05314*	0.04224	0.05126*	0.04679*	0.05195*	0.06095*
	LW	0.03389*	0.05660*	0.06818*	0.05556*	0.07492*	0.02632*
	LM	0.05085*	0.07547	0.09091	0.06061*	0.07492*	0.02632*
10	F	0.05500*	0.04300*	0.05200*	0.05300*	0.05700*	0.05700*
	W	0.05700*	0.03800*	0.05000*	0.05100*	0.05900*	0.05600*
	M	0.05800*	0.04100*	0.05100*	0.05500*	0.06000*	0.05600*
	LF	0.05314*	0.04224	0.05126*	0.04679*	0.05195*	0.06095*
	LW	0.03389*	0.05660*	0.06818*	0.05556*	0.07492*	0.02632*
	LM	0.05085*	0.07547	0.09091	0.06061*	0.07492*	0.02632*
20	F	0.05500*	0.04300*	0.05200*	0.05300*	0.05700*	0.05700*
	W	0.05700*	0.03800*	0.05000*	0.05100*	0.05900*	0.05600*
	M	0.05800*	0.04100*	0.05100*	0.05500*	0.06000*	0.05600*
	LF	0.05314*	0.04224	0.05126*	0.04679*	0.05195*	0.06095*
	LW	0.03389*	0.05660*	0.06818*	0.05556*	0.07492*	0.02632*
	LM	0.05085*	0.07547	0.09091	0.06061*	0.07492*	0.02632*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.025, 0.075]

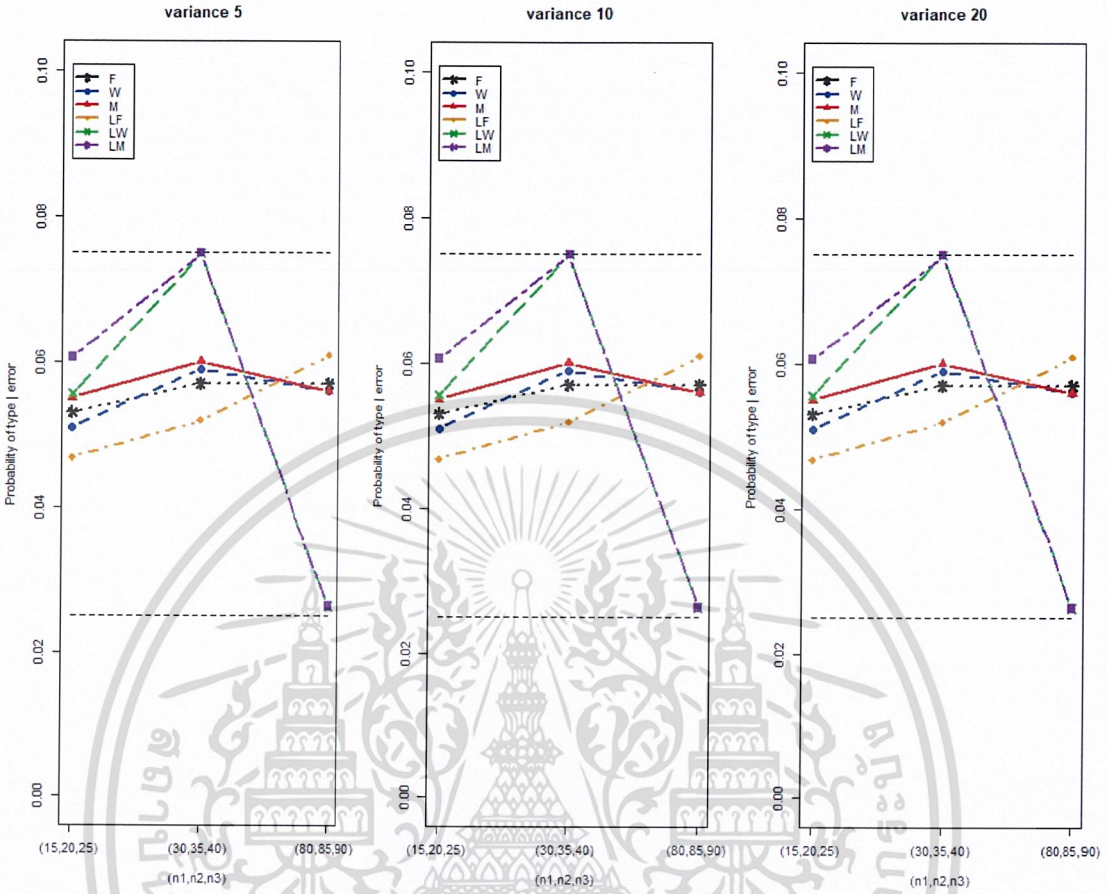
รูปที่ 4.5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

รูปที่ 4.5 พบว่า

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นสูงเกินเกณฑ์ของ Bradley

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันตัวสถิติทดสอบ LF เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เท่ากับ (30,30,30) ส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.025, 0.075]

รูปที่ 4.6 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

จากรูปที่ 4.6 พบว่า

กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันตัวสถิติทดสอบทุกตัว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ยังอยู่ในเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน (σ^2)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
10	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
20	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM

จากตารางที่ 4.6 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LW สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ LF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

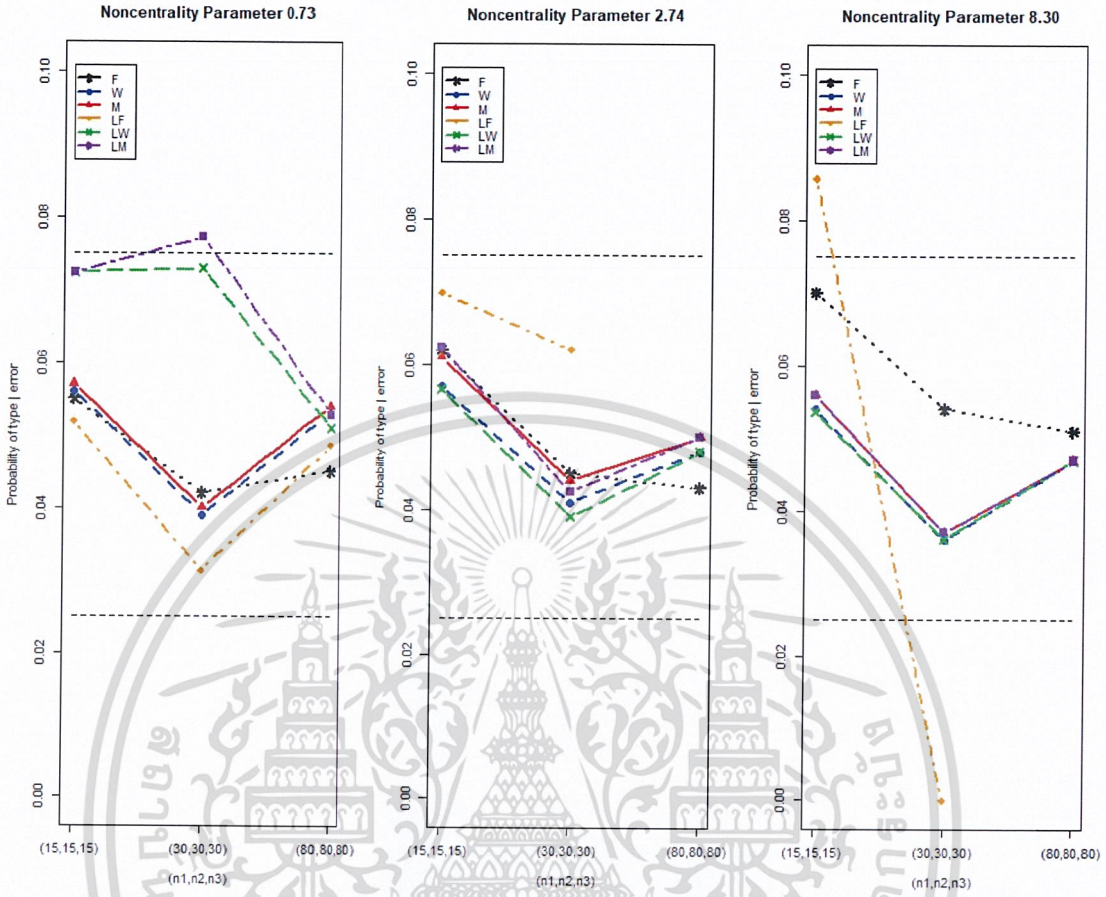
ตารางที่ 4.7 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรมีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F	0.05500*	0.04200*	0.04500*	0.04600*	0.05500*	0.05100*
	W	0.05600*	0.03900*	0.05300*	0.05300*	0.05400*	0.05100*
	M	0.05700*	0.04000*	0.05400*	0.05500*	0.05700*	0.05100*
	LF	0.05189*	0.03129*	0.04861*	0.03947*	0.04723*	0.05231*
	LW	0.07237*	0.07296*	0.05106*	0.05968*	0.06238*	0.04593*
	LM	0.07237*	0.07725	0.05282*	0.06129*	0.06238*	0.04593*
2.74	F	0.06200*	0.04500*	0.04300*	0.04300*	0.05500*	0.04900*
	W	0.05700*	0.04100*	0.04800*	0.05300*	0.04900*	0.04800*
	M	0.06100*	0.04400*	0.05000*	0.05700*	0.05000*	0.04800*
	LF	0.06982*	0.06202*	N/A	0.04412*	0	N/A
	LW	0.05653*	0.03904*	0.04800*	0.05556*	0.05062*	0.04800*
	LM	0.06238*	0.04248*	0.05000*	0.05903*	0.05165*	0.04800*
8.30	F	0.07000*	0.05400*	0.05100*	0.03800*	0.05000*	0.06000*
	W	0.05400*	0.03600*	0.04700*	0.05600*	0.04500*	0.04600*
	M	0.05600*	0.03700*	0.04700*	0.05900*	0.04700*	0.04600*
	LF	0.08571	0	N/A	0	N/A	N/A
	LW	0.05363*	0.03604*	0.04700*	0.05639*	0.04500*	0.04600*
	LM	0.05587*	0.03704*	0.04700*	0.05942*	0.04700*	0.04600*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

N/A หมายถึง จากการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีนพบว่า ไม่พบข้อมูลที่มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยตัวสถิติทดสอบเอฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.025, 0.075]

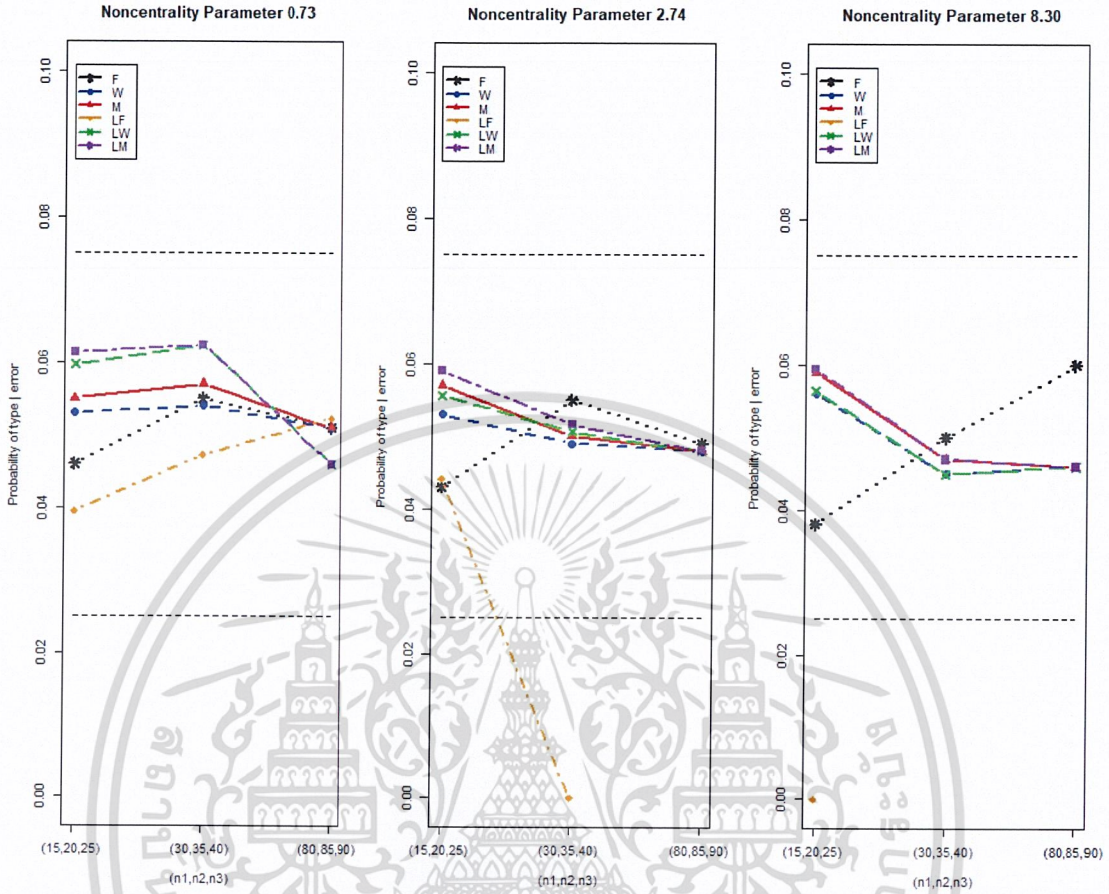
รูปที่ 4.7 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

จากรูปที่ 4.7 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 0.73 ตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เท่ากับ (30,30,30) ส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นสูงเกินเกณฑ์ของ Bradley

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 8.30 ตัวสถิติทดสอบ LF เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.025, 0.075]

รูปที่ 4.8 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

จากรูปที่ 4.8 พบว่า

กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ ตัวสถิติทดสอบ LF มีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ออกจากเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
2.74	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM
8.30	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM

จากตารางที่ 4.8 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W และตัวสถิติทดสอบ M สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

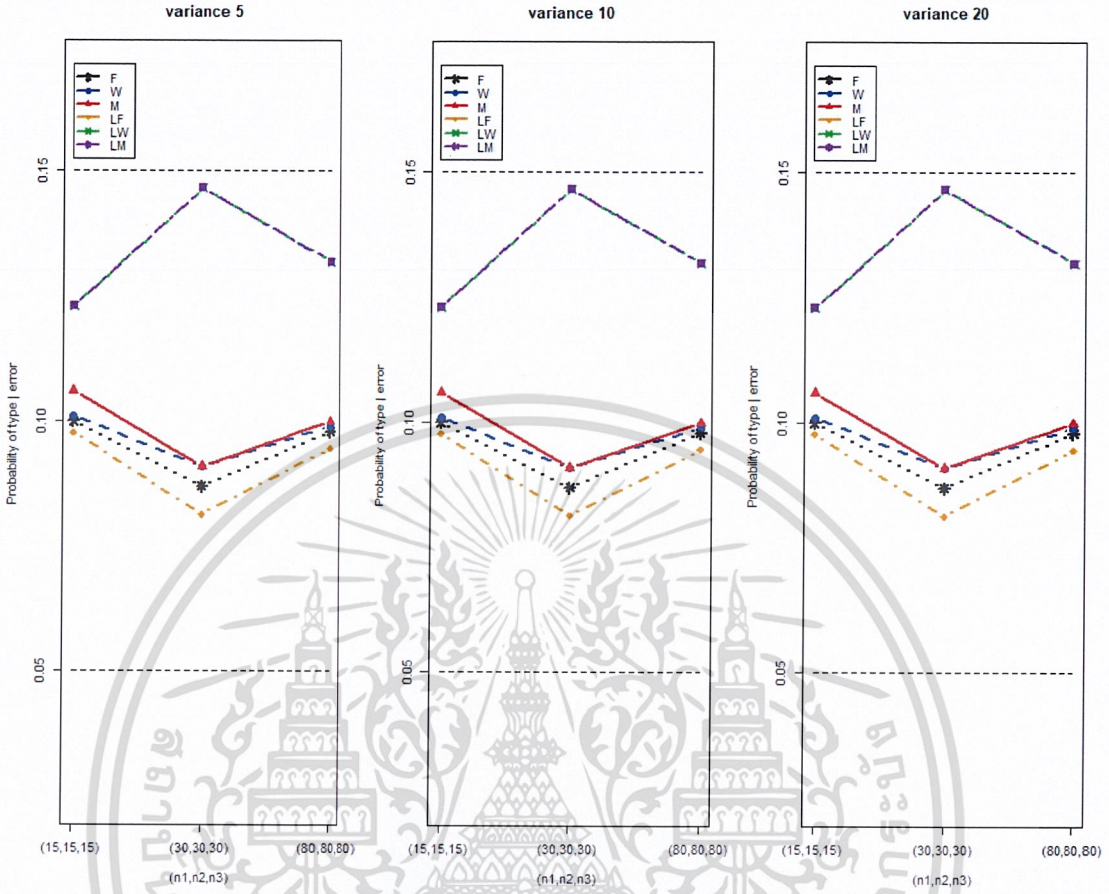
จากการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Bradley เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.9 – 4.12 และรูปที่ 4.9 - 4.12

ตารางที่ 4.9 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรมีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน (σ^2)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F	0.100000*	0.08700*	0.09800*	0.10900*	0.10500*	0.11000*
	W	0.10100*	0.09100*	0.09900*	0.09600*	0.10500*	0.10700*
	M	0.10600*	0.09100*	0.10000*	0.10100*	0.10600*	0.10700*
	LF	0.09770*	0.08145*	0.09461*	0.07263*	0.09328*	0.11509*
	LW	0.12308*	0.14655*	0.13187*	0.09866*	0.11317*	0.08257*
	LM	0.12308*	0.14655*	0.13187*	0.10353*	0.11503*	0.08257*
10	F	0.100000*	0.08700*	0.09800*	0.10900*	0.10500*	0.11000*
	W	0.10100*	0.09100*	0.09900*	0.09600*	0.10500*	0.10700*
	M	0.10600*	0.09100*	0.10000*	0.10100*	0.10600*	0.10700*
	LF	0.09770*	0.08145*	0.09461*	0.07263*	0.09328*	0.11509*
	LW	0.12308*	0.14655*	0.13187*	0.09866*	0.11317*	0.08257*
	LM	0.12308*	0.14655*	0.13187*	0.10353*	0.11503*	0.08257*
20	F	0.100000*	0.08700*	0.09800*	0.10900*	0.10500*	0.11000*
	W	0.10100*	0.09100*	0.09900*	0.09600*	0.10500*	0.10700*
	M	0.10600*	0.09100*	0.10000*	0.10100*	0.10600*	0.10700*
	LF	0.09770*	0.08145*	0.09461*	0.07263*	0.09328*	0.11509*
	LW	0.12308*	0.14655*	0.13187*	0.09866*	0.11317*	0.08257*
	LM	0.12308*	0.14655*	0.13187*	0.10353*	0.11503*	0.08257*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



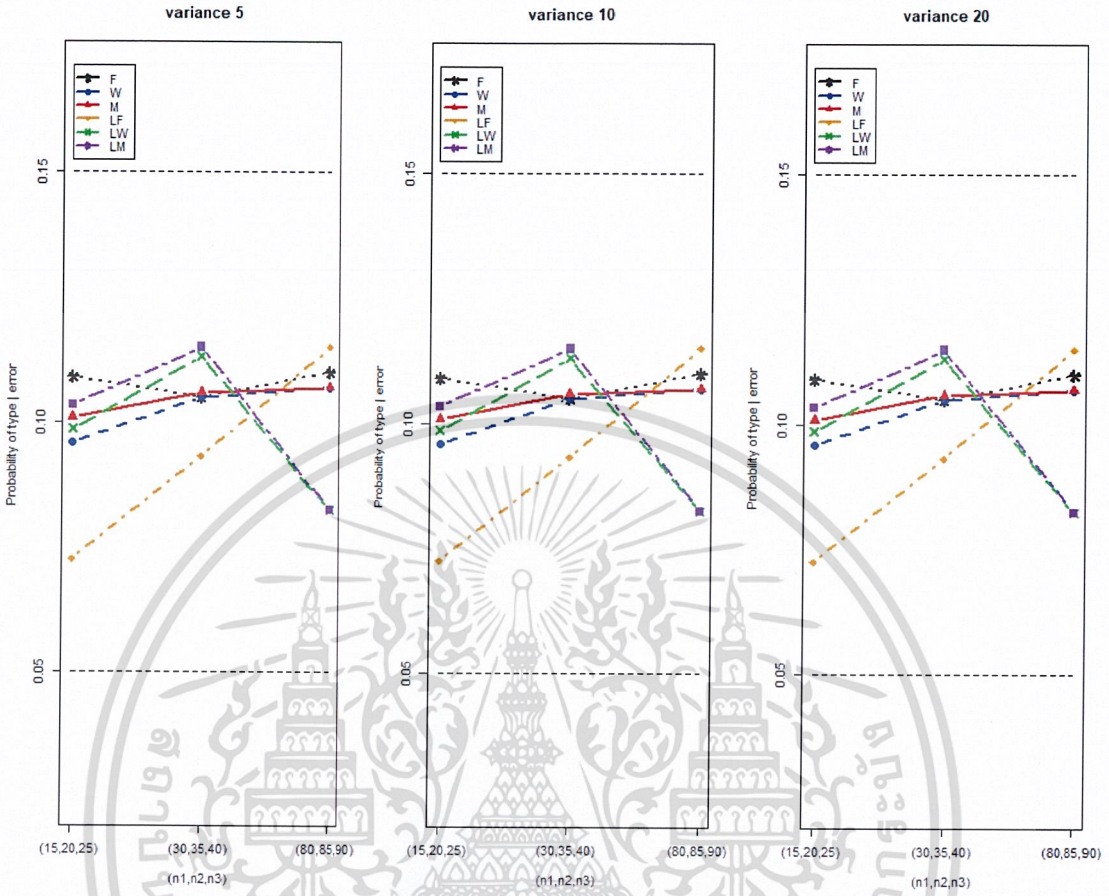
(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.050, 0.150]

รูปที่ 4.9 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1

จากรูปที่ 4.9 พบว่า

กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันตัวสถิติทดสอบทุกตัว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ยังอยู่ในเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.050, 0.150]

รูปที่ 4.10 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1

จากรูปที่ 4.10 พบว่า

กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันตัวสถิติทดสอบทุกตัว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ยังอยู่ในเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน (σ^2)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
10	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
20	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM

จากตารางที่ 4.10 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 พบว่าตัวสถิติทดสอบทุกตัว สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ทุกกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

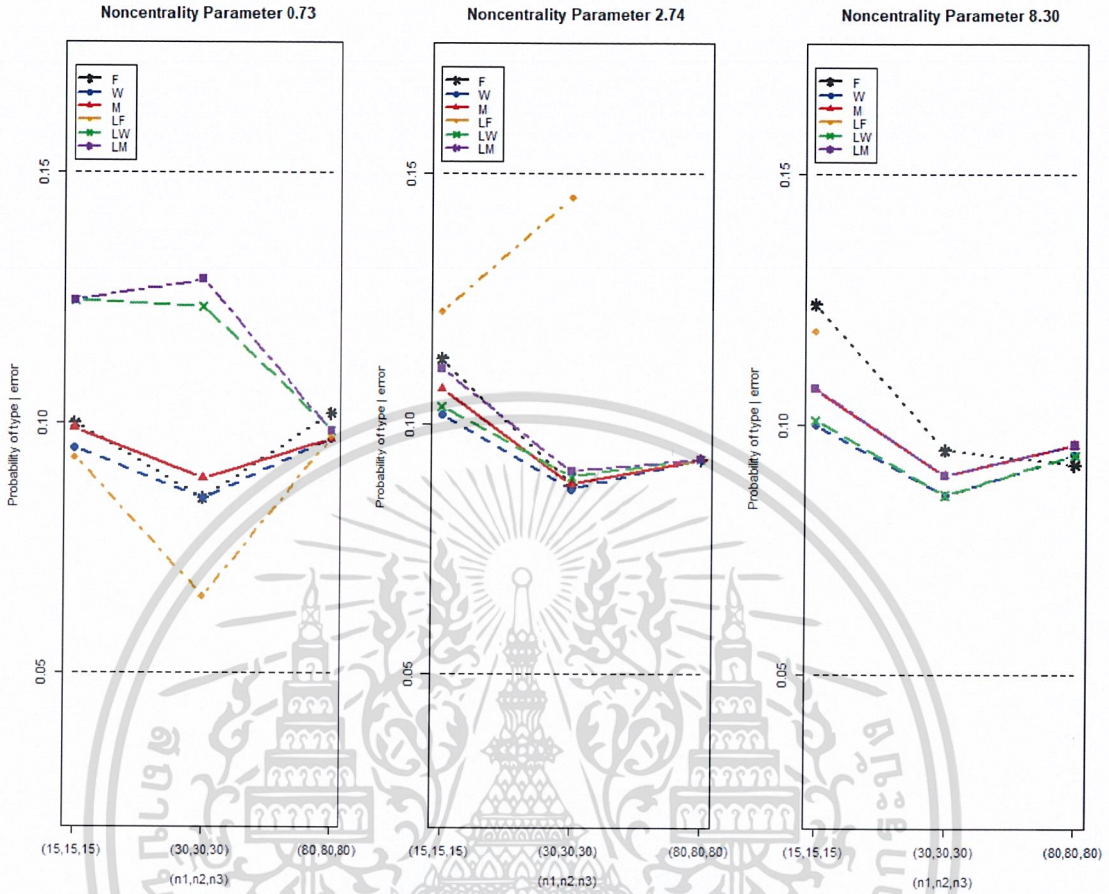
ตารางที่ 4.11 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรมีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F	0.10000*	0.08500*	0.10200*	0.09000*	0.09400*	0.10500*
	W	0.09500*	0.08500*	0.09700*	0.10300*	0.10500*	0.10200*
	M	0.09900*	0.08900*	0.09700*	0.10600*	0.10800*	0.10200*
	LF	0.09321*	0.06539*	0.09709*	0.06667*	0.09225*	0.09278*
	LW	0.12450*	0.12332*	0.09841*	0.10824*	0.10700*	0.10422*
	LM	0.12450*	0.12869*	0.09841*	0.11059*	0.11111*	0.10422*
2.74	F	0.11300*	0.08800*	0.09300*	0.07800*	0.09800*	0.10800*
	W	0.10200*	0.08700*	0.09300*	0.10600*	0.09900*	0.10300*
	M	0.10700*	0.08800*	0.09300*	0.10800*	0.10000*	0.10700*
	LF	0.12245*	0.14516*	N/A	0.06061*	0.16667	N/A
	LW	0.10350*	0.08955*	0.09300*	0.10652*	0.09960*	0.10300*
	LM	0.11111*	0.09062*	0.09300*	0.10858*	0.10060*	0.10700*
8.30	F	0.12400*	0.09500*	0.09200*	0.07200*	0.10400*	0.11100*
	W	0.10000*	0.08600*	0.09400*	0.10100*	0.09200*	0.10500*
	M	0.10700*	0.09000*	0.09600*	0.10300*	0.09500*	0.10600*
	LF	0	N/A	N/A	0	N/A	N/A
	LW	0.10096*	0.08600*	0.09400*	0.10120*	0.09200*	0.10500*
	LM	0.10733*	0.09000*	0.09600*	0.10321*	0.09500*	0.10600*

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ของ Bradley

N/A หมายถึง จากการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีนพบว่า ไม่พบข้อมูลที่มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยตัวสถิติทดสอบเอฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



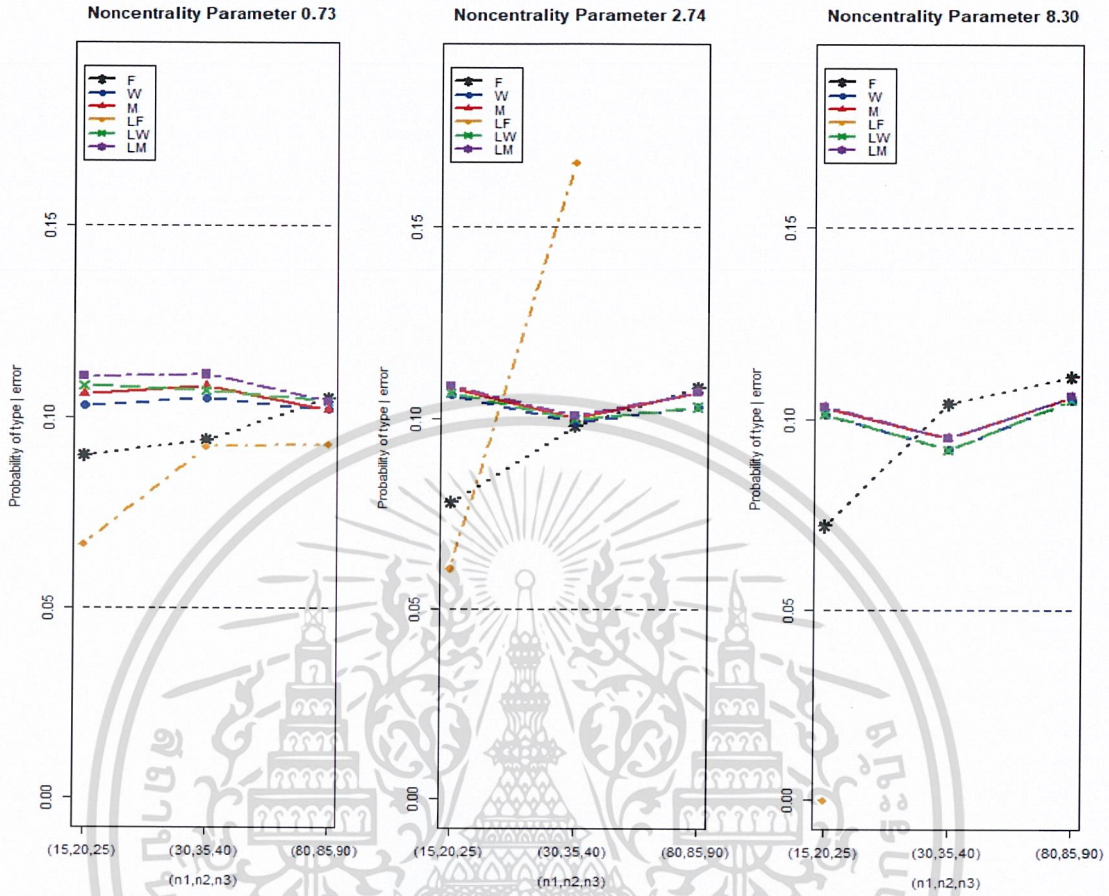
(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.050, 0.150]

รูปที่ 4.11 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1

จากรูปที่ 4.11 พบว่า

กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ ตัวสถิติทดสอบทุกตัว มีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 อยู่ในเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(----------) เกณฑ์ของ Bradley [0.050, 0.150]

รูปที่ 4.12 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1

จากรูปที่ 4.12 พบว่า

กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ ตัวสถิติทดสอบ LF มีค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ออกจากเกณฑ์ของ Bradley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ตัวสถิติทดสอบที่มีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
2.74	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM
8.30	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM

จากตารางที่ 4.12 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley มาพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 พบว่าตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W และตัวสถิติทดสอบ M สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ LW

4.2 กำลังการทดสอบ

การคำนวณค่ากำลังการทดสอบ ของแต่ละตัวสถิติทดสอบกำหนดค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน ค่าความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากันระหว่างประชากร 3 กลุ่ม โดยมีการแจกแจงปรกติ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และขนาดตัวอย่าง เป็นไปตามขอบเขตการวิจัย

4.2.1 กำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากการคำนวณค่ากำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.13 - 4.16 และรูปที่ 4.13 - 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

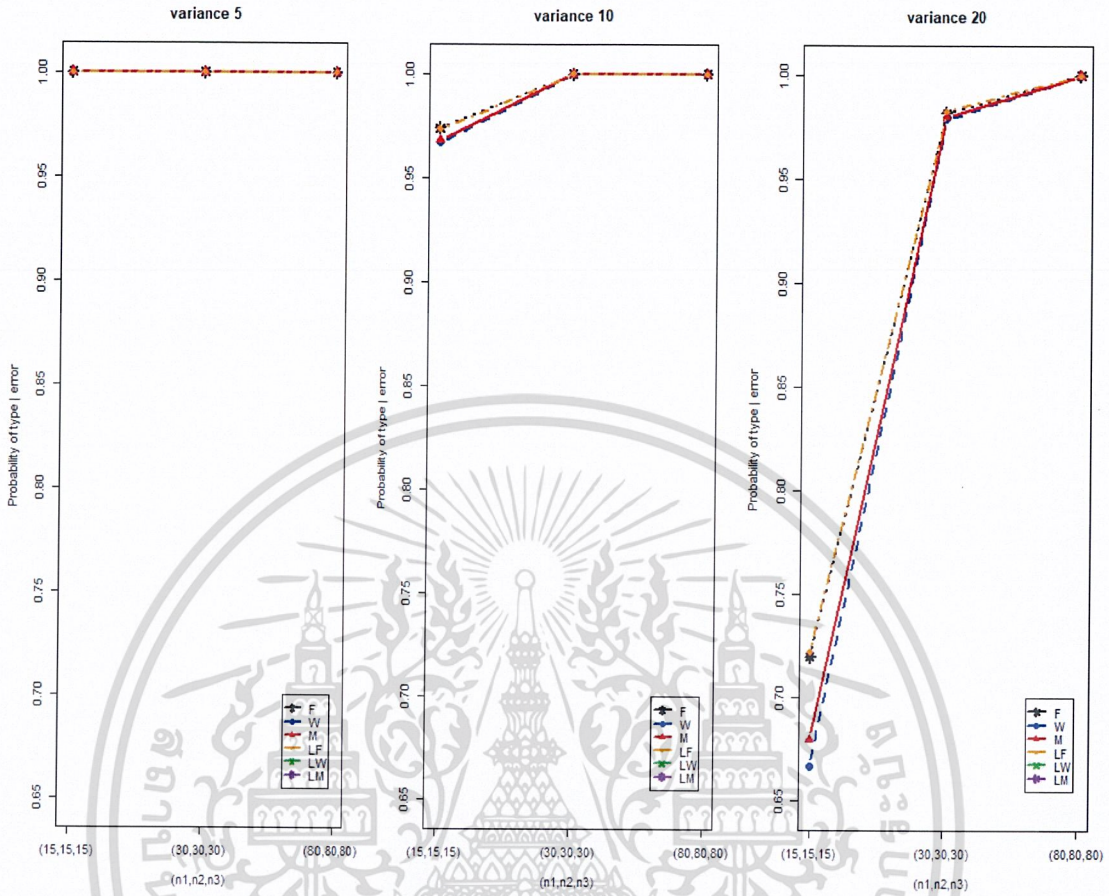
ตารางที่ 4.13 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน (σ^2)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F	1*	1*	1*	1*	-	1*
	W	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	M	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LF	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LW	-	-	-	1*	-	-
	LM	-	-	-	1*	-	-
10	F	0.97400*	1*	1*	0.99700	-	1*
	W	0.96700	1*	1*	0.99500	1*	1*
	M	0.96800	1*	1*	0.99600	1*	1*
	LF	0.97363	1*	1*	0.99759*	1*	1*
	LW	-	-	-	0.99412	-	-
	LM	-	-	-	0.99412	-	-
20	F	0.72000	0.98200	1*	0.85800*	-	1*
	W	0.66700	0.97900	1*	0.82700	0.99500	1*
	M	0.68000	0.98000	1*	0.83600	0.99800*	1*
	LF	0.72211*	0.98274*	1*	0.85542	0.99788	1*
	LW	-	-	-	0.80588	-	-
	LM	-	-	-	0.81765	-	-

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



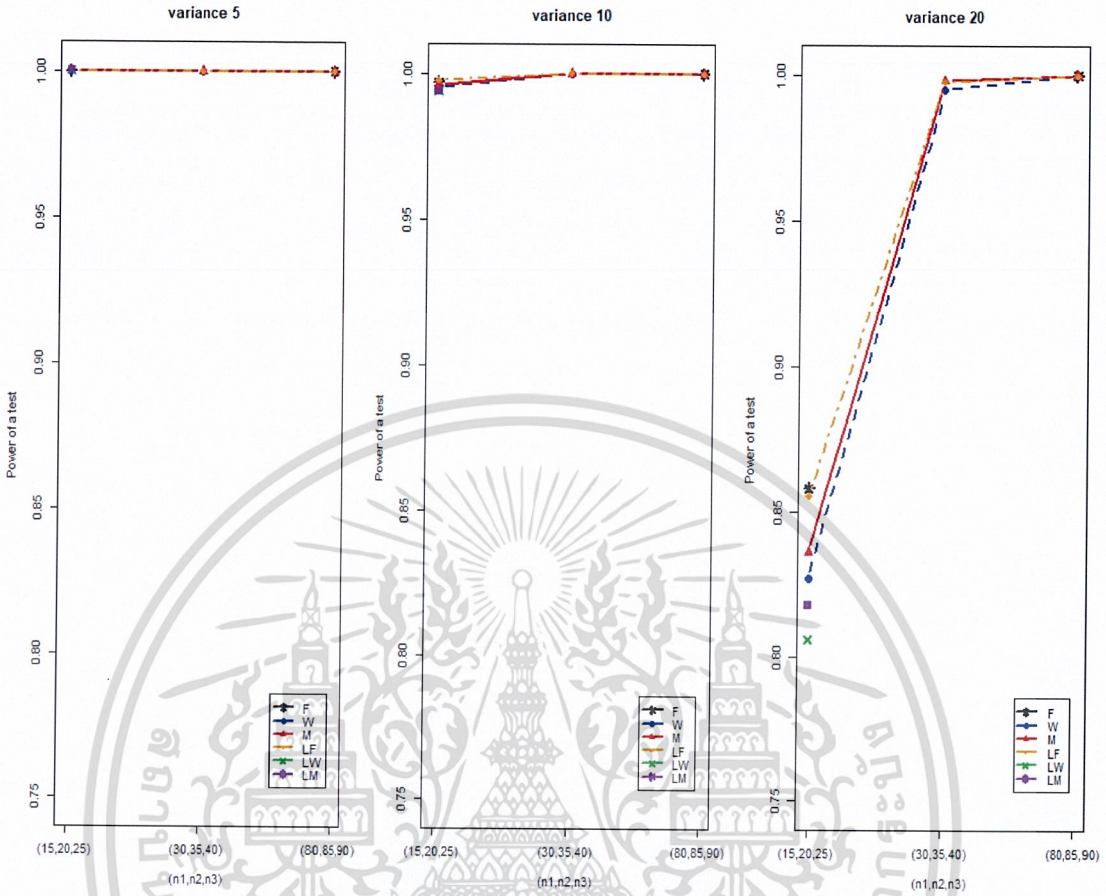
รูปที่ 4.13 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

จากรูป 4.13 พบว่า

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (5,5,5) ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LF ให้ค่าของกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (10,10,10) และ (20,20,20) ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LF เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

จากรูป 4.14 พบว่า

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (5,5,5) ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LF ให้ค่าของกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (10,10,10) และ (20,20,20) ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LF เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ความแปรปรวน (σ^2)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F, W, M, LF	F, W, M, LF	F, W, M, LF	F, W, M, LF, LW, LM	W, M, LF	F, W, M, LF
10	F	F, W, M, LF	F, W, M, LF	LF	W, M, LF	F, W, M, LF
20	LF	LF	F, W, M, LF	F	M	F, W, M, LF

จากตารางที่ 4.14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน พิจารณากำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LF มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

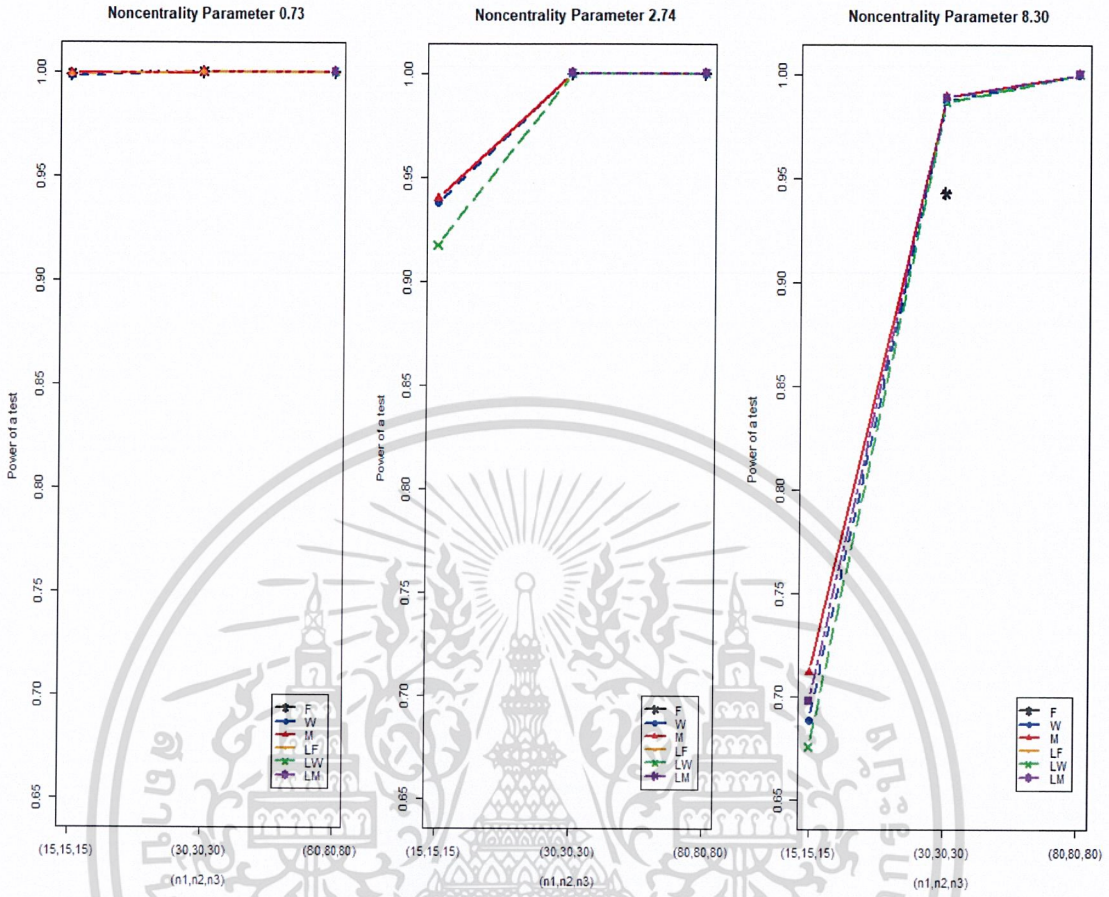
ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F	0.99900*	1*	1*	1*	1*	1*
	W	0.99800	1*	1*	1*	1*	1*
	M	0.99900*	1*	1*	1*	1*	1*
	LF	0.99896	1*	1*	1*	1*	1*
	LW	-	-	1*	1*	-	1*
	LM	-	-	1*	1*	-	1*
2.74	F	-	1*	1*	0.97800	1*	1*
	W	0.93800	1*	1*	0.99500*	1*	1*
	M	0.94000*	1*	1*	0.99500*	1*	1*
	LF	-	-	-	-	1*	N/A
	LW	0.91765	1*	1*	-	1*	1*
	LM	-	1*	1*	-	1*	1*
8.30	F	-	0.94300	-	0.68200	0.97200	1*
	W	0.68900	0.98700	1*	0.90900	0.99800*	1*
	M	0.71200*	0.98900*	1*	0.91600*	0.99800*	1*
	LF	-	-	N/A	0.73000	-	N/A
	LW	0.67602	0.98689	1*	0.90333	0.99799	1*
	LM	0.69846	0.98891	1*	-	0.99799	1*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

N/A หมายถึง จากการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีนพบว่า ไม่พบข้อมูลที่มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยตัวสถิติทดสอบเอฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



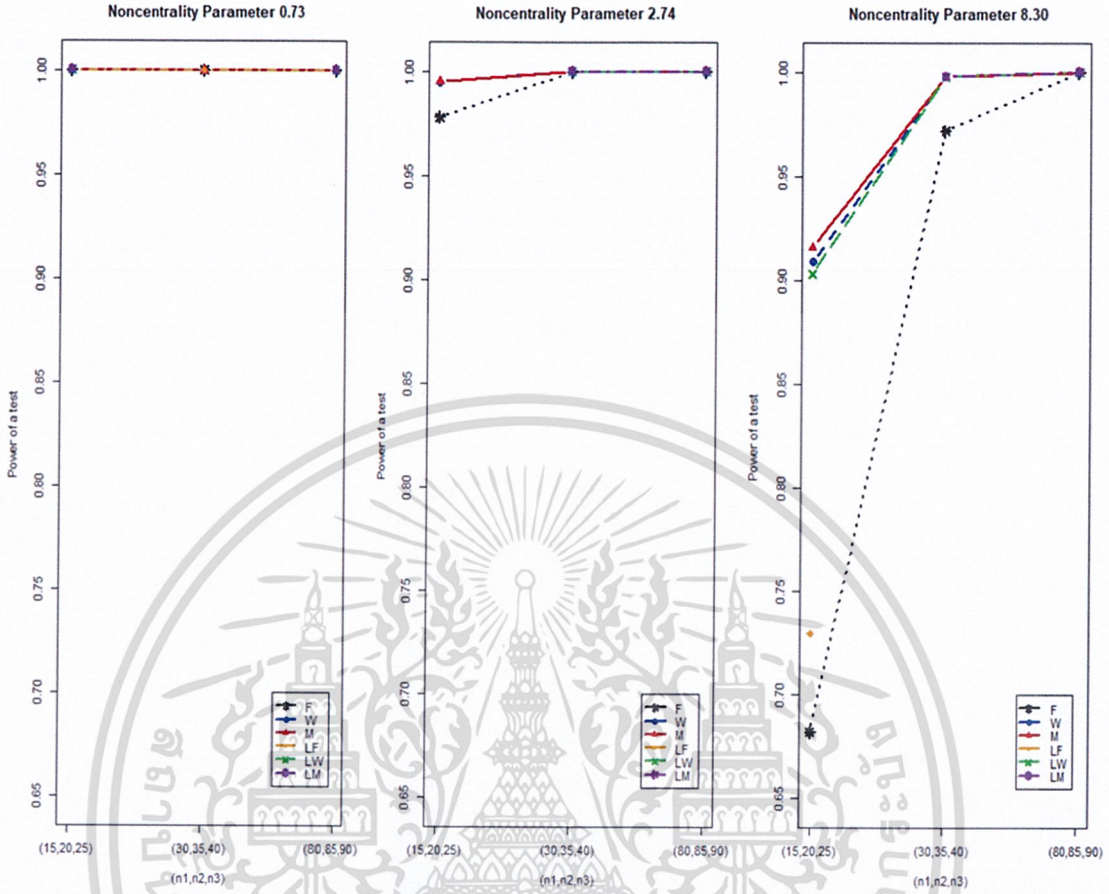
รูปที่ 4.15 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

จากรูป 4.15 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 0.73 ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LF เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 2.74 และ 8.30 ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

จากรูป 4.16 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 0.73 ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LF ให้ค่าของกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 2.74 และ 8.30 ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F, M	F, W, M, LF	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF	F, W, M, LF, LW, LM
2.74	M	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	W, M	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW, LM
8.30	M	M	W, M, LW, LM	M	W, M	F, W, M, LW, LM

จากตารางที่ 4.16 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน พิจารณากำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าตัวสถิติทดสอบ M มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 กำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณค่ากำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.17 - 4.20 และรูปที่ 4.17 - 4.20

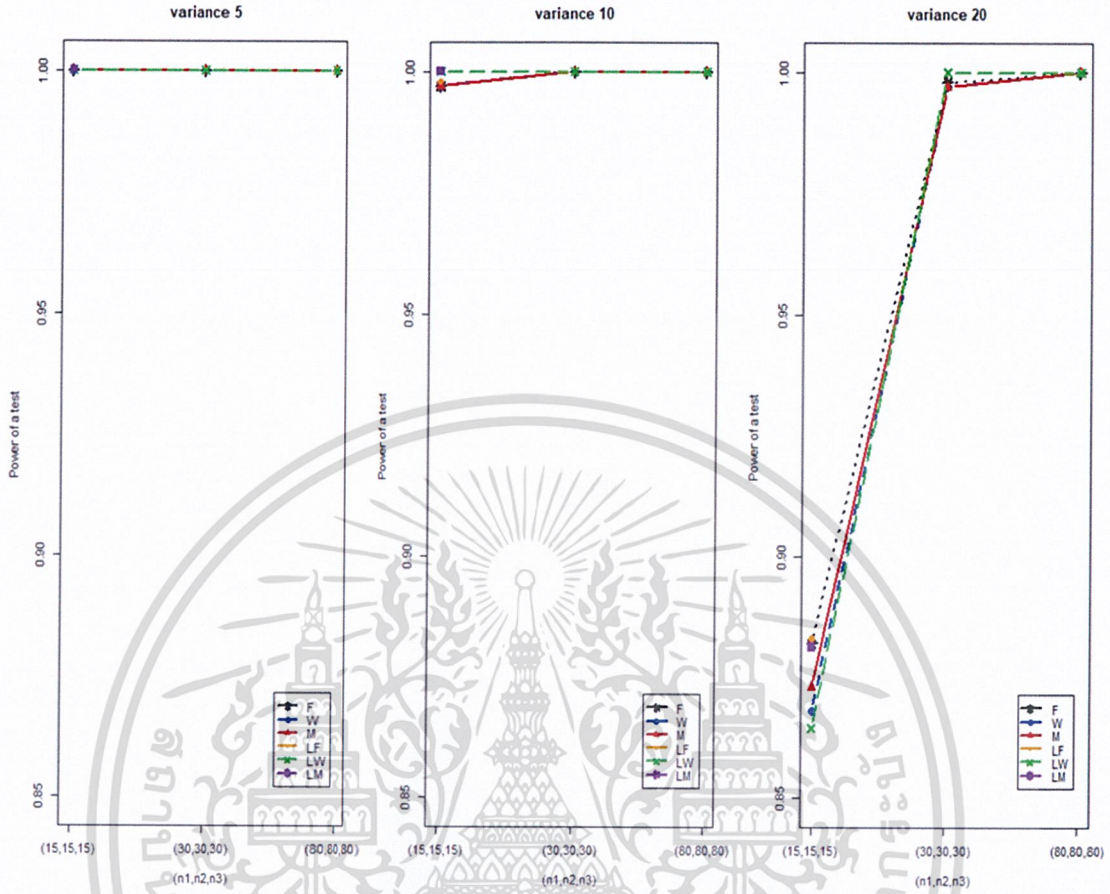
ตารางที่ 4.17 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน (σ^2)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	W	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	M	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LF	1*	-	1*	1*	1*	1*
	LW	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LM	1*	-	-	1*	1*	1*
10	F	0.99700	1*	1*	0.99900	1*	1*
	W	0.99700	1*	1*	0.99900	1*	1*
	M	0.99700	1*	1*	0.99900	1*	1*
	LF	0.99787	-	1*	1*	1*	1*
	LW	1*	1*	1*	0.99832	1*	1*
	LM	1*	-	-	0.99832	1*	1*
20	F	0.88200	0.99800	1*	0.95700	0.99900	1*
	W	0.86800	0.99700	1*	0.95500	0.99900	1*
	M	0.87300	0.99700	1*	0.95600	0.99900	1*
	LF	0.88310*	-	1*	0.96059*	0.99856	1*
	LW	0.86441	1*	1*	0.95286	1*	1*
	LM	0.88136	-	-	0.95455	1*	1*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



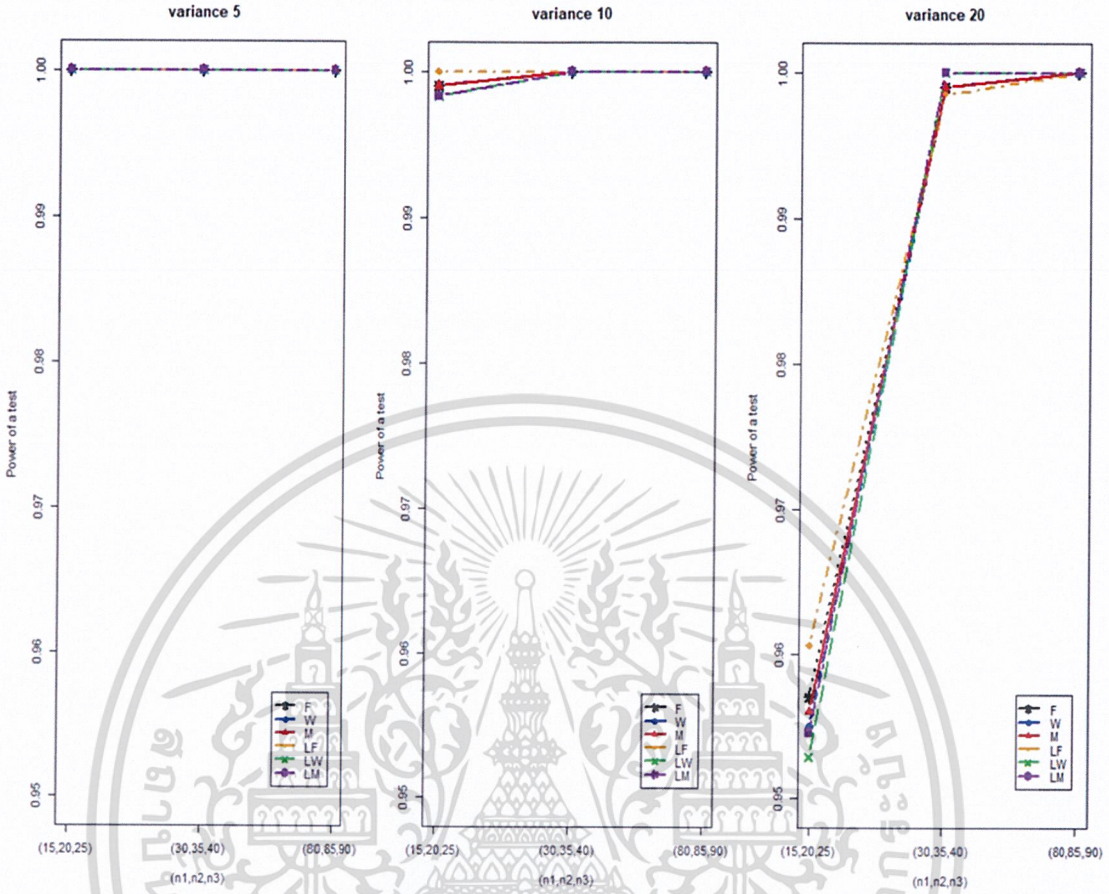
รูปที่ 4.17 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

จากรูป 4.17 พบว่า

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (5,5,5) ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LW ให้ค่าของกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (10,10,10) และ (20,20,20) ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LF และตัวสถิติทดสอบ LW เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

จากรูป 4.18 พบว่า

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (5,5,5) ตัวสถิติทดสอบทุกตัว ให้ค่าของกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (10,10,10) และ (20,20,20) ตัวสถิติทดสอบทุกตัว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความแปรปรวน (σ^2)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
10	LW, LM	F, W, M, LW	F, W, M, LF, LW	LF	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
20	LF	LW	F, W, M, LF, LW	LF	LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM

จากตารางที่ 4.18 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน พิจารณากำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LW มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ LF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W,M,LF,LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

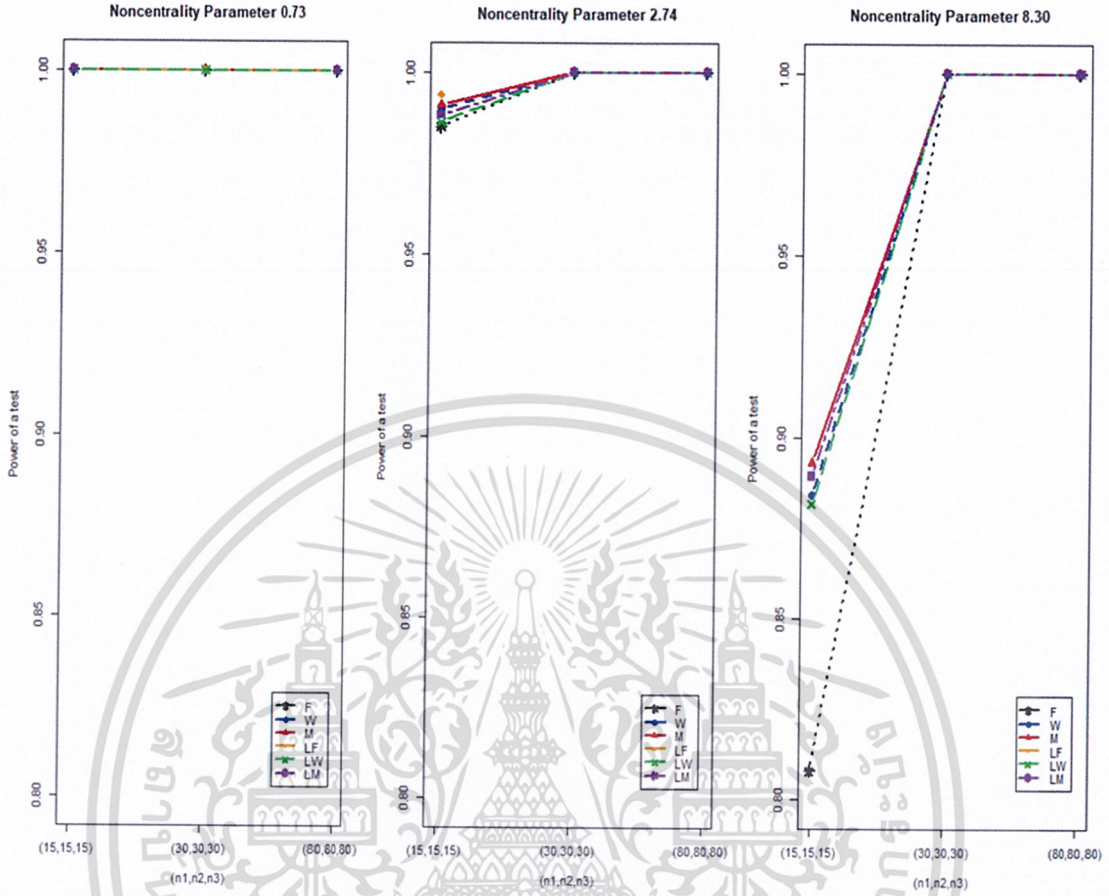
ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	W	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	M	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LF	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LW	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LM	1*	-	1*	1*	1*	1*
2.74	F	0.98500	1*	1*	0.99600	1*	1*
	W	0.99000	1*	1*	0.99900	1*	1*
	M	0.99100	1*	1*	0.99900	1*	1*
	LF	0.99384*	-	N/A	1*	-	N/A
	LW	0.98635	1*	1*	0.99884	1*	1*
	LM	0.98830	1*	1*	0.99884	1*	1*
8.30	F	0.80800	1*	1*	0.88400	0.99700	1*
	W	0.88400	1*	1*	0.97400	0.99900*	1*
	M	0.89300*	1*	1*	0.97600*	0.99900*	1*
	LF	-	-	N/A	-	N/A	N/A
	LW	0.88156	1*	1*	0.97382	0.99900*	1*
	LM	0.88939	1*	1*	0.97583	0.99900*	1*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

N/A หมายถึง จากการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีนพบว่า ไม่พบข้อมูลที่มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยตัวสถิติทดสอบเอฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



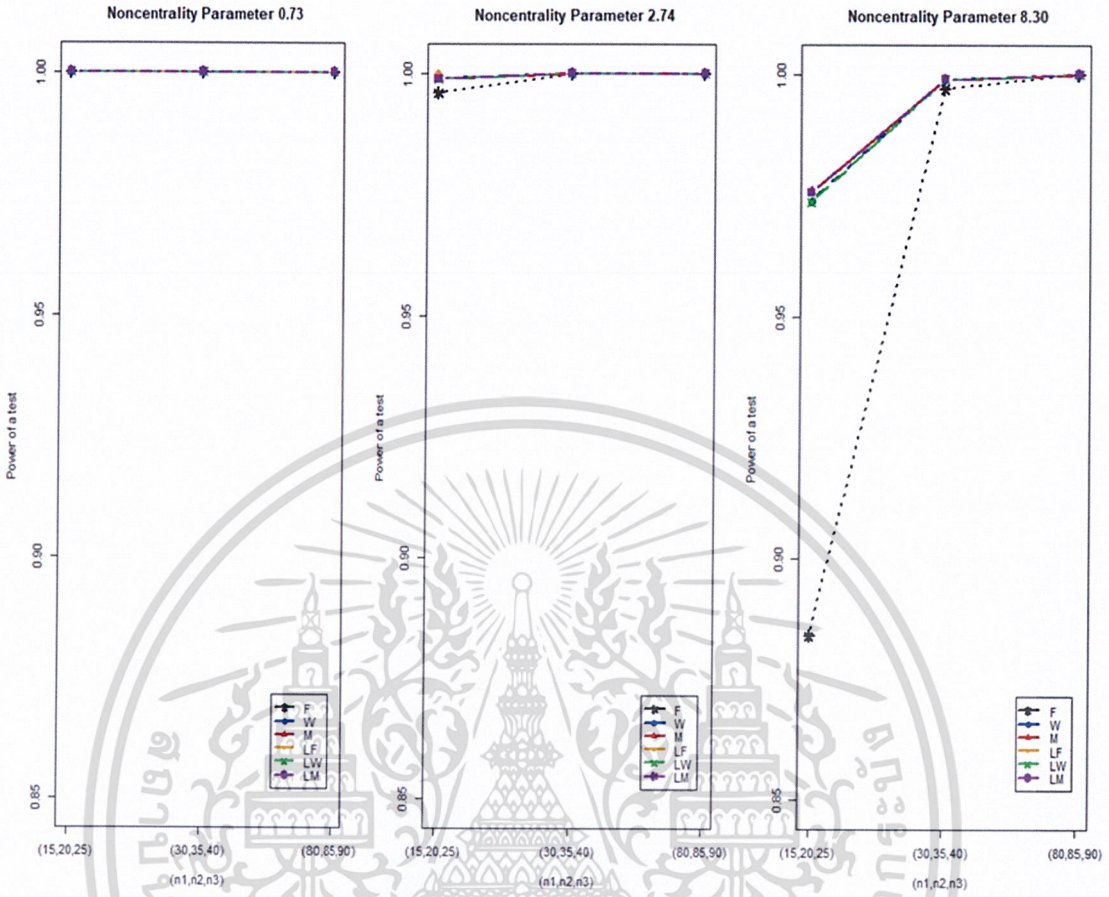
รูปที่ 4.19 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

จากรูป 4.19 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 0.73 ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LF และตัวสถิติทดสอบ LW ให้ค่าของกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 2.74 และ8.30 ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

จากรูป 4.20 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 0.73 ตัวสถิติทดสอบทุกตัว ให้ค่าของกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 2.74 และ8.30 ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
2.74	LF	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	LF	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM
8.30	M	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM	LF	W, M LW, LM	F, W, M, LW, LM

จากตารางที่ 4.20 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน พิจารณากำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าตัวสถิติทดสอบ M มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ W และตัวสถิติทดสอบ LW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 กำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

จากการคำนวณค่ากำลังการทดสอบ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4.21 - 4.24 และรูปที่ 4.21 - 4.24

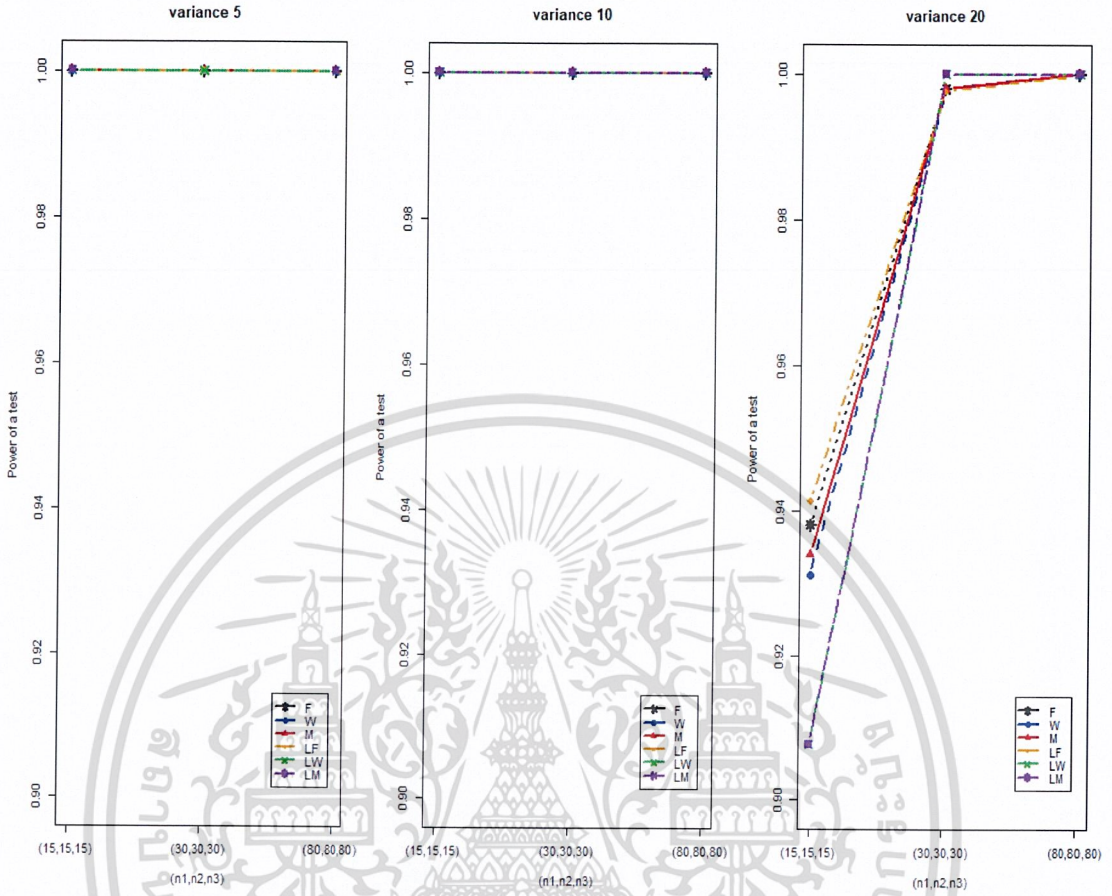
ตารางที่ 4.21 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F, W, M, LF, LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน (σ^2)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	W	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	M	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LF	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LW	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LM	1*	1*	1*	1*	1*	1*
10	F	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	W	1*	1*	1*	0.99900	1*	1*
	M	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LF	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LW	1*	1*	1*	0.99878	1*	1*
	LM	1*	1*	1*	1*	1*	1*
20	F	0.93800	0.99800	1*	0.98400	1*	1*
	W	0.93100	0.99800	1*	0.98200	1*	1*
	M	0.93400	0.99800	1*	0.98500	1*	1*
	LF	0.94138*	0.99774	1*	0.99441*	1*	1*
	LW	0.90769	1*	1*	0.98173	1*	1*
	LM	0.90769	1*	1*	0.98295	1*	1*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



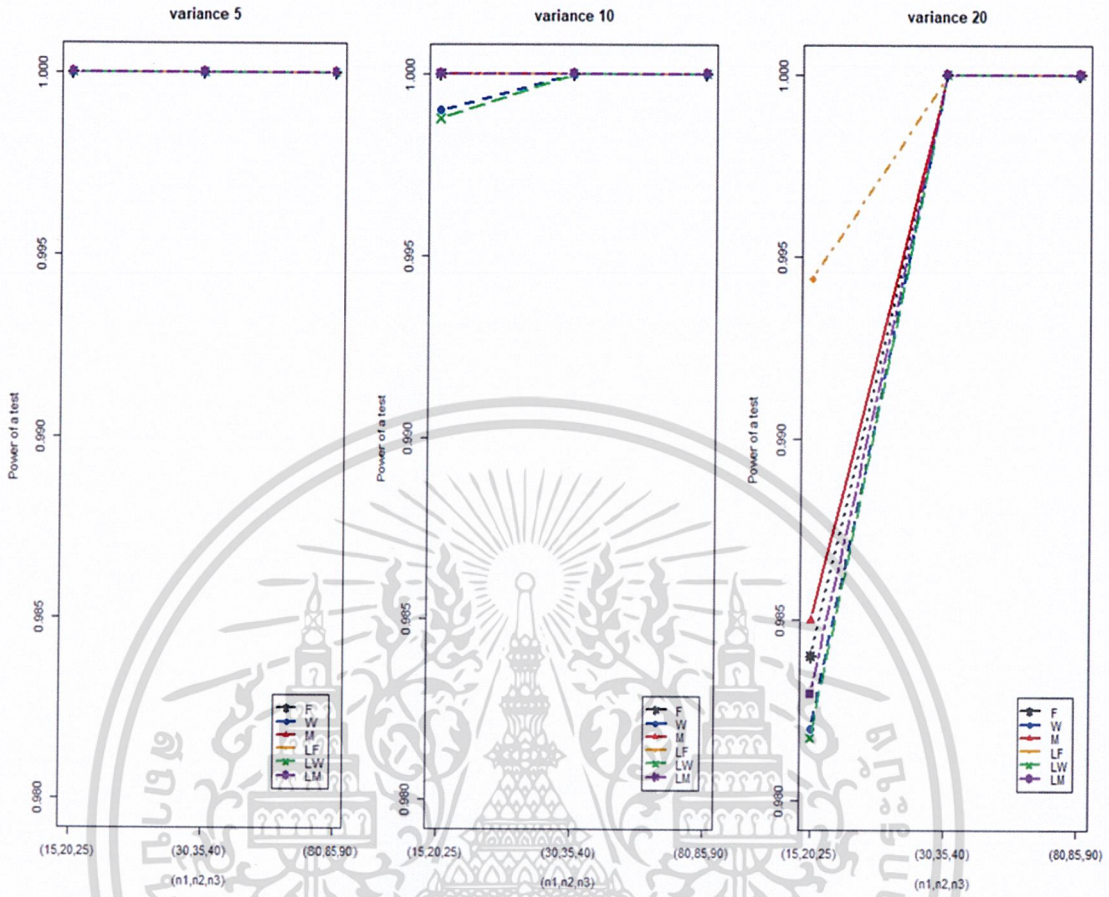
รูปที่ 4.21 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1

จากรูป 4.21 พบว่า

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (5,5,5) และ (10,10,10) ตัวสถิติทดสอบทุกตัวมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (20,20,20) ตัวสถิติทดสอบทุกตัว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1

จากรูป 4.22 พบว่า

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (5,5,5) ตัวสถิติทดสอบทุกตัว มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (10,10,10) ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LF ตัวสถิติทดสอบ LM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีความแปรปรวน (σ^2) เท่ากันเท่ากับ (20,20,20) ตัวสถิติทดสอบทุกตัว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความแปรปรวน (σ^2)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
5	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
10	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, M, LF, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
20	LF	LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	LF	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM

จากตารางที่ 4.22 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน พิจารณากำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 พบว่าตัวสถิติทดสอบ LF มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมา คือ ตัวสถิติทดสอบ LM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 กำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ F,W,M,LF,LW และ LM กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากร มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

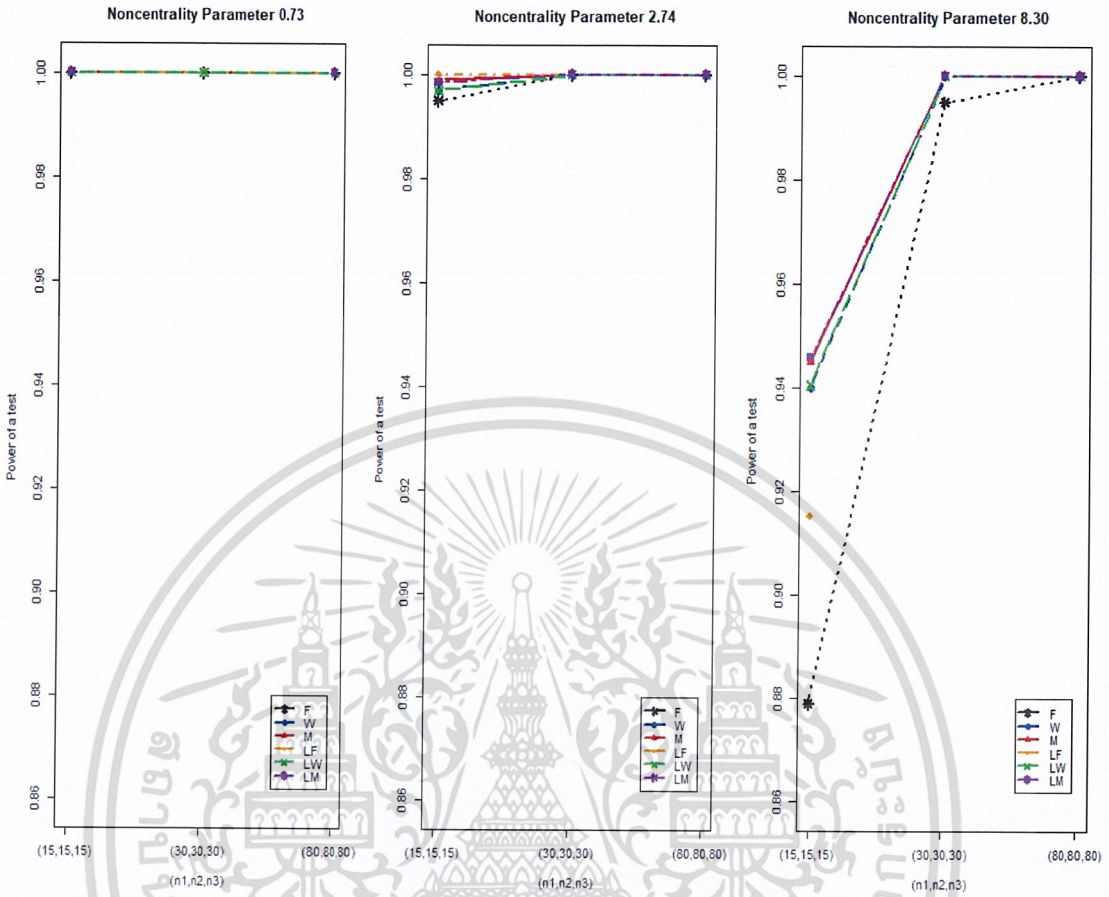
ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ตัวสถิติทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
		เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
		(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	W	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	M	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LF	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LW	1*	1*	1*	1*	1*	1*
	LM	1*	1*	1*	1*	1*	1*
2.74	F	0.99500	1*	1*	0.99800	1*	1*
	W	0.99700	1*	1*	1*	1*	1*
	M	0.99900	1*	1*	1*	1*	1*
	LF	1*	1*	N/A	1*	-	N/A
	LW	0.996956	1*	1*	1*	1*	1*
	LM	0.998478	1*	1*	1*	1*	1*
8.30	F	0.87900	0.99500	1*	0.93400	1*	1*
	W	0.94000	1*	1*	0.98900	1*	1*
	M	0.94500	1*	1*	0.99000*	1*	1*
	LF	0.91525	N/A	N/A	-	N/A	N/A
	LW	0.94049	1*	1*	0.98898	1*	1*
	LM	0.94580*	1*	1*	0.98998	1*	1*

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พิจารณากำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้

* หมายถึง กำลังการทดสอบสูงที่สุดในสถานการณ์นั้น

N/A หมายถึง จากการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีนพบว่า ไม่พบข้อมูลที่มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยตัวสถิติทดสอบเอฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



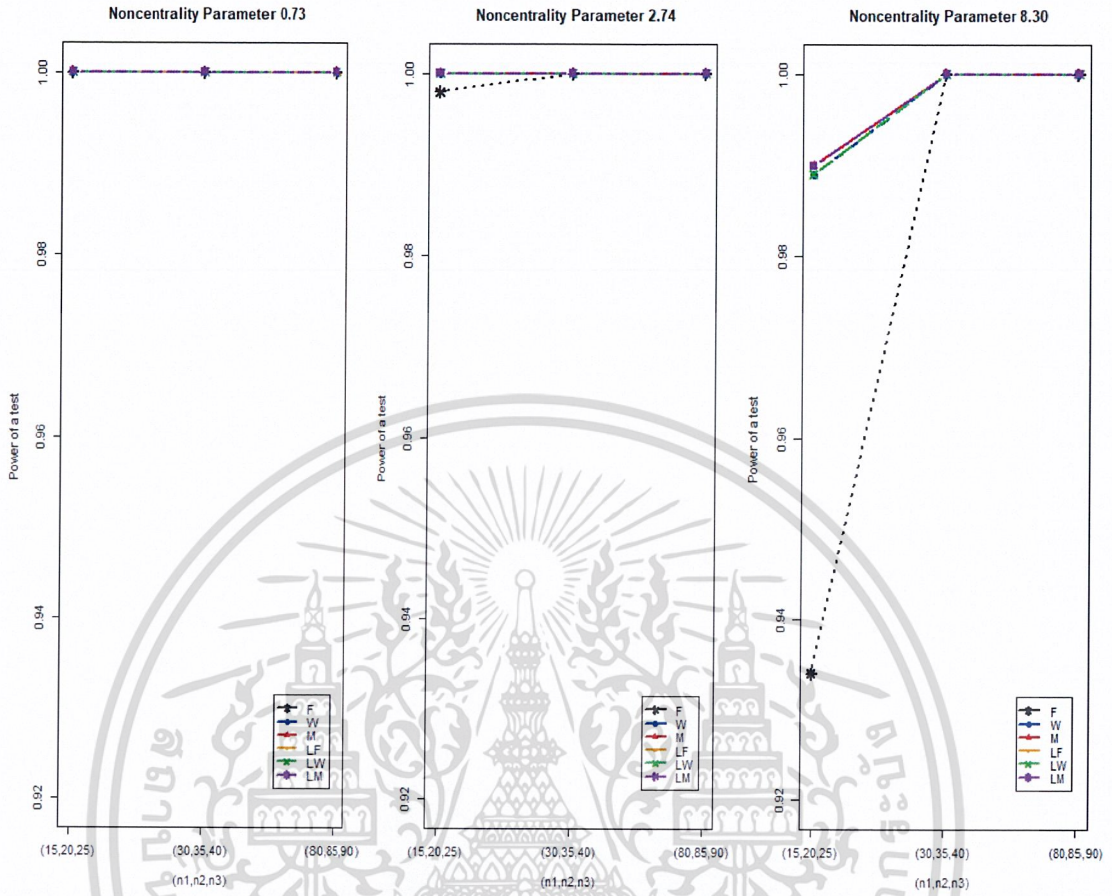
รูปที่ 4.23 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1

จากรูป 4.23 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 0.73 ตัวสถิติทดสอบทุกตัวมีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 2.74 และ8.30 ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ค่ากำลังการทดสอบ กรณีการแจกแจงปรกติ เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.1

จากรูป 4.24 พบว่า

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 0.73 ตัวสถิติทดสอบทุกตัว มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 2.74 ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

- กรณีค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ) เท่ากับ 8.30 ตัวสถิติทดสอบ F ตัวสถิติทดสอบ W ตัวสถิติทดสอบ M ตัวสถิติทดสอบ LW และตัวสถิติทดสอบ LM เมื่อขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3) เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าของกำลังการทดสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 กำลังการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ค่าพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (ϕ)	ขนาดตัวอย่าง (n_1, n_2, n_3)					
	เท่ากัน			ไม่เท่ากัน		
	(15,15,15)	(30,30,30)	(80,80,80)	(15,20,25)	(30,35,40)	(80,85,90)
0.73	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LF, LW, LM
2.74	LF	F, W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW, LM	W, M, LF, LW, LM	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM
8.30	LM	W, M LW, LM	F, W, M, LW, LM	M	F, W, M, LW, LM	F, W, M, LW, LM

จากตารางที่ 4.24 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน พิจารณากำลังการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 พบว่าตัวสถิติทดสอบ M และตัวสถิติทดสอบ LM มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวสถิติทดสอบ W และตัวสถิติทดสอบ LW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 และผลการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเอฟ (F - test) ตัวสถิติทดสอบเวลช์ (Welch's test) ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล (Marascuilo's test) ตัวสถิติทดสอบเอฟที่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน ตัวสถิติทดสอบเวลช์ ที่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน และตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโล ที่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน สรุปผลได้ดังนี้

5.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 สรุปผลได้ดังตารางที่ 5.1 และ 5.2

5.1.1 จำนวนสถานการณ์ของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ในแต่ละระดับนัยสำคัญ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติเมื่อความแปรปรวนเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 สรุปตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนเท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ (α)	จำนวนตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้					
	F	W	M	LF	LW	LM
0.01	15	18	18	18	3	3
0.05	18	18	18	15	18	12
0.1	18	18	18	18	18	18
ผลรวม	51	54	54	51	39	33
ร้อยละ	18.09%	19.15%	19.15%	18.09%	13.83%	11.70%

จากตารางที่ 5.1 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ W และตัวสถิติทดสอบ M สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากที่สุด

5.1.2 จำนวนสถานการณ์ของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ในแต่ละระดับนัยสำคัญ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 5.2 สรุปตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้ ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ (α)	จำนวนตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้					
	F	W	M	LF	LW	LM
0.01	15	18	18	8	15	13
0.05	18	18	18	10	18	16
0.1	18	18	18	9	18	17
ผลรวม	51	54	54	27	51	46
ร้อยละ	18.02%	19.08%	19.08%	9.54%	18.02%	16.25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.2 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ W และตัวสถิติทดสอบ M สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้สูงที่สุด

5.2 กำลังการทดสอบ

จากการเปรียบเทียบกำลังการทดสอบ สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 5.3 และ 5.4

5.2.1 จำนวนสถานการณ์ของตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในแต่ละระดับนัยสำคัญ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนเท่ากัน

ตารางที่ 5.3 สรุปตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนเท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ (α)	จำนวนตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด					
	F	W	M	LF	LW	LM
0.01	12	12	13	15	1	1
0.05	12	12	12	13	15	9
0.1	15	14	15	17	15	16
ผลรวม	39	38	40	45	31	26
ร้อยละ	17.81%	17.35%	18.27%	20.55%	14.16%	11.87%

จากตารางที่ 5.3 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ LF มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 จำนวนสถานการณ์ของตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในแต่ละระดับนัยสำคัญ กรณีข้อมูลสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 5.4 สรุปตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ระดับนัยสำคัญ (α)	จำนวนตัวสถิติทดสอบที่กำลังการทดสอบสูงที่สุด					
	F	W	M	LF	LW	LM
0.01	11	13	18	6	9	9
0.05	13	14	15	9	14	13
0.1	13	15	16	9	15	16
ผลรวม	37	42	49	24	38	38
ร้อยละ	16.23%	18.42%	21.49%	10.53%	16.66%	16.66%

จากตารางที่ 5.4 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบ M มีกำลังการทดสอบสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

- จากการศึกษาผลกระทบของการทดสอบตัวสถิติทดสอบเลวีนในการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากรที่เป็นอิสระกัน กรณีข้อมูลจำลองมาจากการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากันพบว่า ส่วนใหญ่ตัวสถิติทดสอบเอฟ ที่ผ่านการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยตัวสถิติทดสอบเลวีน มีกำลังการทดสอบสูงที่สุดทุกขนาดตัวอย่าง จึงเห็นได้ว่าเมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบเลวีนส่งผลให้มีกำลังการทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามบทความวิชาการของ Gastwirth. J.L. et al. (2009) ที่พบว่าเมื่อความแปรปรวนเท่ากัน กำลังการทดสอบของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปรับสูงกว่า ตัวสถิติทดสอบเอฟและตัวสถิติทดสอบเวลช์

- เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากรที่เป็นอิสระกัน กรณีข้อมูลจำลองมาจากการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากันพบว่า ส่วนใหญ่ตัวสถิติทดสอบมาราสควิลโลมีกำลังการทดสอบสูงที่สุดทุกขนาดตัวอย่าง จึงเห็นได้ว่าเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบเลวีนไม่ได้ส่งผลให้มีกำลังการทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสูงขึ้น

5.3.2 ด้านการศึกษาวิจัย

- เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจศึกษาต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร ที่เป็นอิสระกันในกรณีของการแจกแจงปรกติ ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในกรณีของการแจกแจงอื่น เช่น การแจกแจงแกมมา เป็นต้น

- เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจศึกษาต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ประชากร ที่เป็นอิสระกันในกรณีของการแจกแจงปรกติ ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ตัวสถิติทดสอบอื่น เช่น ตัวสถิติทดสอบบราวน์-ฟอร์สิธี เป็นต้น

- เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจศึกษาต้องการเปรียบเทียบความเท่ากันของความแปรปรวน 3 ประชากร ที่เป็นอิสระกันในกรณีของการแจกแจงปรกติ ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาการเปรียบเทียบความเท่ากันของความแปรปรวน โดยใช้ตัวสถิติทดสอบอื่น เช่น ตัวสถิติทดสอบบาร์เลต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กฤตพล ธีรธนิตนันท์,กำชัย สุภัทรกุล,ปารณัท สุขเจริญ,โศภน พงษ์ชาลี. 2558. "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณในกรณีความแปรปรวนเท่ากันสำหรับ 3 ประชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์." **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง.** 26(1) : 32-46.

กษิภัท โชติกรวรกุล,จินดารัตน์ พึ่งพันธ์,เจษฎา บุตมะ และปัญทิมา นากกล่ำ. 2559. "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลต และสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนในกรณี 2 ประชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์." **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง.** 25(1) : 1-16.

กุณฑีรา อารีกุล. 2552. "ความแกร่งของสถิติทดสอบเอฟ เมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จิรภา โคมเดือน. 2560. "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากร ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน." **วารสารวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี.** 25(6).

ปิยวรรณ ถือแก้ว. 2552. "การเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พลชาติ หาญอนุรักษ์. 2549. "การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบเวลช์ บราวน์-ฟอร์สิตี และมาราสควิลโล สำหรับความเท่ากันของค่าเฉลี่ย เมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล. 2548. "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน." **วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง.** 13(1).

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2558. **การวางแผนการทดลอง**. เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักท์.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2558. **พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.

Bradley, J. V. 1978. "Robustness?." **The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology.** 31(2) : 144-152.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Games, P.A. Winkler, H.B. and Probert, D.A. 1972. "Robust Tests for Homogeneity of Variance." **Educational and Psychological Measurement.** 32 : 887-909.

Gastwirth, J.L. Gel, Y.R. Miao, W. 2009. "The Impact of Levene's Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice." **Statiscal Science.** 24(3) : 343-360.

Marascuilo, L.A. 1971. **Statistical Methods for Behavioral Science Research.** New York: McGraw- Hill.

Montgomery, D.C. 2013. **Design and Analysis of Experiments.** New York: John Wiley and Sons.

Welch, B.L. 1951. "On the Comparison of Several Mean Values: An Alternative Approach." **Biometrika.** 38: 330-336.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คำสั่งโปรแกรม R Studio ที่ใช้ในงานวิจัย

****

คำสั่งสำหรับสร้างกราฟการแจกแจงปรกติ (รูปที่ 3.1)

****

```
x<-seq(-20,25,length.out=200)
Density<-dnorm(x,mean=3,sd=5^(1/2))
plot(x,Density,col="red",type = "l",lwd=3,main="Normal Probability Density")
x2<-dnorm(x,mean=3,sd=10^(1/2))
lines(x,x2,col="green", lty=3,lwd=3)
x3<-dnorm(x,mean=3,sd=20^(1/2))
lines(x,x3,col="blue" ,lty=2,lwd=3)
labels=c("N(3,5) ","N(3,10) ","N(3,20) ")
colors=c("red","green","blue")
a=c(1,3,2)
legend("topleft",inset=0.03,labels,lwd=5,lty=a,col=colors)
```

****

คำสั่งสำหรับคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ขนาดตัวอย่างเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ตารางที่ 4.1)

****

```
set.seed(33)
n1 = 15;n2 = 15;n3 = 15;n = n1+n2+n3
mu1 = 3; mu2 = 3;mu3 = 3
var1 = 5;var2 = 5;var3 = 5
k = 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
m = 1000
alpha = 0.01
pvalue.F = c() ; pvalue.W = c() ; pvalue.M = c() ; pvalue.L = c()
pvalue.LF = c() ; pvalue.LW = c() ; pvalue.LM = c()
temp.F = rep(0,m);temp.W = rep(0,m);temp.M = rep(0,m);temp.L = rep(0,m);
temp.LF = rep(0,m);temp.LW = rep(0,m);temp.LM = rep(0,m)
for ( i in 1:m){
  x1 = rnorm(n1, mu1,sqrt(var1))
  x2 = rnorm(n2, mu2,sqrt(var2))
  x3 = rnorm(n3, mu3,sqrt(var3))
  x = c(x1,x2,x3)
  g1 = rep(1,n1)
  g2 = rep(2,n2)
  g3 = rep(3,n3)
  g = c(g1,g2,g3)
  df = data.frame(x,g)
  f.test = oneway.test(x ~ g ,var.equal = T)
  pvalue.F[i] = f.test$p.value
  if (pvalue.F[i] < alpha) {temp.F[i] = 1}

  w.test = oneway.test(x ~ g ,var.equal = F)
  pvalue.W[i] = w.test$p.value
  if (pvalue.W[i] < alpha) {temp.W[i] = 1}

  w1 = n1/var(x1)
  w2 = n2/var(x2)
  w3 = n3/var(x3)
  u = w1+w2+w3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
y1 = (w1*mean(x1))/u
y2 = (w2*mean(x2))/u
y3 = (w3*mean(x3))/u
X = y1+y2+y3
M1 = w1*(((mean(x1)-X)^2)/(k-1))
M2 = w2*(((mean(x2)-X)^2)/(k-1))
M3 = w3*(((mean(x3)-X)^2)/(k-1))
Maras = M1+M2+M3
e1 = (1-(w1/u))^2
e2 = (1-(w2/u))^2
e3 = (1-(w3/u))^2
t1 = 1/(n1-1)
t2 = 1/(n2-1)
t3 = 1/(n3-1)
et1 = e1*t1
et2 = e2*t2
et3 = e3*t3
et = et1+et2+et3
f = (((3/((k^2)-1))*et)^(-1))
m.test = Maras
pvalue.M[i] = 1-pf(m.test,k-1,f)
if(pvalue.M[i] < alpha) {temp.M[i] = 1}

z1 = abs(x1-mean(x1))
z2 = abs(x2-mean(x2))
z3 = abs(x3-mean(x3))
z = sum(z1+z2+z3)/n
up1 = n1*(mean(z1)-z)^2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 up2 = n2*(mean(z2)-z)^2
 up3 = n3*(mean(z3)-z)^2
 up = sum(up1+up2+up3)
 down1 = (z1-mean(z1))^2
 down2 = (z2-mean(z2))^2
 down3 = (z3-mean(z3))^2
 down = sum(down1+down2+down3)
 leve = ((n-2)/(k-1))*(up/down)
 l.test = leve
 pvalue.L[i] = 1-pf(l.test,k-1,n-k)
  if (pvalue.L[i] < alpha) {temp.L[i] = 1}

 if (pvalue.L[i] > alpha)
 {lf.test = oneway.test(x ~ g, var.equal = TRUE)
 pvalue.LF[i] = lf.test$p.value
 if(pvalue.LF[i] < alpha ) {temp.LF[i] = 1}
 }else{
   lw.test = oneway.test(x ~ g, var.equal = FALSE)
   pvalue.LW[i] = lw.test$p.value
   if (pvalue.LW[i] < alpha ) {temp.LW[i] = 1}
}
if (pvalue.L[i] < alpha) {
   w1 = n1/var(x1)
   w2 = n2/var(x2)
   w3 = n3/var(x3)
   u = w1+w2+w3
   y1 = (w1*mean(x1))/u
   y2 = (w2*mean(x2))/u
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    y3 = (w3*mean(x3))/u
    X = y1+y2+y3
    M1 = w1*(((mean(x1)-X)^2)/(k-1))
    M2 = w2*(((mean(x2)-X)^2)/(k-1))
    M3 = w3*(((mean(x3)-X)^2)/(k-1))
    Maras = M1+M2+M3
    e1 = (1-(w1/u))^2
    e2 = (1-(w2/u))^2
    e3 = (1-(w3/u))^2
    t1 = 1/(n1-1)
    t2 = 1/(n2-1)
    t3 = 1/(n3-1)
    et1 = e1*t1
    et2 = e2*t2
    et3 = e3*t3
    et = et1+et2+et3
    f = (((3/((k^2)-1))*et)^(-1))
    lm.test = Maras
    pvalue.LM[i] = 1-pf(lm.test,k-1,f)
    if(pvalue.LM[i] < alpha) {temp.LM[i] = 1}
}
pvalue.LF1 = na.omit(pvalue.LF)
pvalue.LW1 = na.omit(pvalue.LW)
pvalue.LM1 = na.omit(pvalue.LM)

nLF=length(pvalue.LF1)
nLW=length(pvalue.LW1)
nLM=length(pvalue.LM1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
temp.LF1 = rep(0,nLF)
for (j in 1 :nLF){
  if (pvalue.LF1[j] < alpha) {temp.LF1[j] = 1}
}
temp.LW1 = rep(0,nLW)
for (j1 in 1 :nLW){
  if (pvalue.LW1[j1] < alpha ) {temp.LW1[j1] = 1}
}
temp.LM1 = rep(0,nLM)
for (j2 in 1 :nLM){
  if(pvalue.LM1[j2] < alpha) {temp.LM1[j2] = 1}
}


*************************************************************************
          คำสั่งสำหรับคำนวณกำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ
      เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ขนาดตัวอย่างเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ตารางที่ 4.13)
*************************************************************************
set.seed(33)
n1 = 15;n2 = 15;n3 = 15;n = n1+n2+n3
mu1 = 3; mu2 = 6;mu3 = 9
var1 = 5;var2 = 5;var3 = 5
k = 3
m = 1000
alpha = 0.01
pvalue.F = c() ; pvalue.W = c() ; pvalue.M = c() ; pvalue.L = c()
pvalue.LF = c() ; pvalue.LW = c() ; pvalue.LM = c()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
temp.F = rep(0,m);temp.W = rep(0,m);temp.M = rep(0,m);temp.L = rep(0,m);
temp.LF = rep(0,m);temp.LW = rep(0,m);temp.LM = rep(0,m)
for ( i in 1:m){
  x1 = rnorm(n1, mu1,sqrt(var1))
  x2 = rnorm(n2, mu2,sqrt(var2))
  x3 = rnorm(n3, mu3,sqrt(var3))
  x = c(x1,x2,x3)
  g1 = rep(1,n1)
  g2 = rep(2,n2)
  g3 = rep(3,n3)
  g = c(g1,g2,g3)
  df = data.frame(x,g)

  f.test = oneway.test(x ~ g ,var.equal = T)
  pvalue.F[i] = f.test$p.value
  if (pvalue.F[i] < alpha) {temp.F[i] = 1}

  w.test = oneway.test(x ~ g ,var.equal = F)
  pvalue.W[i] = w.test$p.value
  if (pvalue.W[i] < alpha) {temp.W[i] = 1}

  w1 = n1/var(x1)
  w2 = n2/var(x2)
  w3 = n3/var(x3)
  u = w1+w2+w3
  y1 = (w1*mean(x1))/u
  y2 = (w2*mean(x2))/u
  y3 = (w3*mean(x3))/u
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
X = y1+y2+y3
M1 = w1*(((mean(x1)-X)^2)/(k-1))
M2 = w2*(((mean(x2)-X)^2)/(k-1))
M3 = w3*(((mean(x3)-X)^2)/(k-1))
Maras = M1+M2+M3
e1 = (1-(w1/u))^2
e2 = (1-(w2/u))^2
e3 = (1-(w3/u))^2
t1 = 1/(n1-1)
t2 = 1/(n2-1)
t3 = 1/(n3-1)
et1 = e1*t1
et2 = e2*t2
et3 = e3*t3
et = et1+et2+et3
f = (((3/((k^2)-1))*et)^(-1))
m.test = Maras
pvalue.M[i] = 1-pf(m.test,k-1,f)
if(pvalue.M[i] < alpha) {temp.M[i] = 1}

z1 = abs(x1-mean(x1))
z2 = abs(x2-mean(x2))
z3 = abs(x3-mean(x3))
z = sum(z1+z2+z3)/n
up1 = n1*(mean(z1)-z)^2
up2 = n2*(mean(z2)-z)^2
up3 = n3*(mean(z3)-z)^2
up = sum(up1+up2+up3)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
down1 = (z1-mean(z1))^2
down2 = (z2-mean(z2))^2
down3 = (z3-mean(z3))^2
down = sum(down1+down2+down3)
leve = ((n-2)/(k-1))*(up/down)
l.test = leve
pvalue.L[i] = 1-pf(l.test,k-1,n-k)
 if (pvalue.L[i] < alpha) {temp.L[i] = 1}

if (pvalue.L[i] > alpha)
{lf.test = oneway.test(x ~ g, var.equal = TRUE)
pvalue.LF[i] = lf.test$p.value
if(pvalue.LF[i] < alpha ) {temp.LF[i] = 1}
}else{
  lw.test = oneway.test(x ~ g, var.equal = FALSE)
  pvalue.LW[i] = lw.test$p.value
  if (pvalue.LW[i] < alpha ) {temp.LW[i] = 1}
}
if (pvalue.L[i] < alpha) {
  w1 = n1/var(x1)
  w2 = n2/var(x2)
  w3 = n3/var(x3)
  u = w1+w2+w3
  y1 = (w1*mean(x1))/u
  y2 = (w2*mean(x2))/u
  y3 = (w3*mean(x3))/u
  X = y1+y2+y3
  M1 = w1*(((mean(x1)-X)^2)/(k-1))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    M2 = w2*(((mean(x2)-X)^2)/(k-1))
    M3 = w3*(((mean(x3)-X)^2)/(k-1))
    Maras = M1+M2+M3
    e1 = (1-(w1/u))^2
    e2 = (1-(w2/u))^2
    e3 = (1-(w3/u))^2
    t1 = 1/(n1-1)
    t2 = 1/(n2-1)
    t3 = 1/(n3-1)
    et1 = e1*t1
    et2 = e2*t2
    et3 = e3*t3
    et = et1+et2+et3
    f = (((3/((k^2)-1))*et)^(-1))
    lm.test = Maras
    pvalue.LM[i] = 1-pf(lm.test,k-1,f)
    if(pvalue.LM[i] < alpha) {temp.LM[i] = 1}
  }
  pvalue.LF1 = na.omit(pvalue.LF)
  pvalue.LW1 = na.omit(pvalue.LW)
  pvalue.LM1 = na.omit(pvalue.LM)

  nLF=length(pvalue.LF1)
  nLW=length(pvalue.LW1)
  nLM=length(pvalue.LM1)
}
temp.LF1 = rep(0,nLF)
for (j in 1 :nLF){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (pvalue.LF1[j] < alpha) {temp.LF1[j] = 1}
}
temp.LW1 = rep(0,nLW)
for (j1 in 1 :nLW){
  if (pvalue.LW1[j1] < alpha ) {temp.LW1[j1] = 1}
}
temp.LM1 = rep(0,nLM)
for (j2 in 1 :nLM){
  if(pvalue.LM1[j2] < alpha) {temp.LM1[j2] = 1}
}

**************************************************************************
   คำสั่งสำหรับสร้างกราฟความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ
        เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ขนาดตัวอย่างเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (รูปที่ 4.1)
**************************************************************************

c1 = rep(0.015,3)
c2 = rep(0.075,3)
c3 = rep(0.15,3)
d1 = rep(0.005,3)
d2 = rep(0.025,3)
d3 = rep(0.05,3)

F1 = c(0.011,0.008,0.012)
W1 = c(0.01,0.01,0.013)
M1 = c(0.011,0.011,0.013)
LF1 = c(0.01116,0.00711,0.0121)
LW1 = c(0,0.06667,0.125)
LM1 = c(0,0.06667,0.125)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
F2 = c(0.011,0.008,0.012)
W2 = c(0.01,0.01,0.013)
M2 = c(0.011,0.011,0.013)
LF2 = c(0.01116,0.00711,0.0121)
LW2 = c(0,0.06667,0.125)
LM2 = c(0,0.06667,0.125)
F3 = c(0.011,0.008,0.012)
W3 = c(0.01,0.01,0.013)
M3 = c(0.011,0.011,0.013)
LF3 = c(0.01116,0.00711,0.0121)
LW3 = c(0,0.06667,0.125)
LM3 = c(0,0.06667,0.125)

y = c('(15,15,15)','(30,30,30)','(80,80,80)')
x = seq(1,3)
par(mfrow=c(1,3))

plot(x,F1,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim = c(0.004,0.128),main =
"variance 5",xlab = "(n1,n2,n3)",ylab = " Probability of type | error ",pch = 8,cex=1.5)
lines(x,W1,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex = 1.5)
lines(x,M1,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex = 1.5)
lines(x,LF1,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "orange",pch = 18,cex = 1.5)
lines(x,LW1,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green",pch = 4,cex = 1.5)
lines(x,LM1,type = "b",lty = 6,lwd = 2,col = "purple",pch = 15,cex = 1.5)
lines(x,c1,type = "l",lty =2)
lines(x,d1,type = "l",lty =2)
axis(1, at = 1:3,labels = y)
labels = c("F","W","M","LF","LW","LM")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
colors = c("black","blue","red","orange","green","purple")
pchh = c(8,16,17,18,4)
legend("topleft",inset = .03,labels,lwd = 2,lty = 1,col = colors,pch = pchh)

plot(x,F2,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim = c(0.004,0.128),main =
"variance 10",xlab = "(n1,n2,n3)",ylab = " Probability of type | error ",pch = 8,cex=1.5)
lines(x,W2,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex = 1.5)
lines(x,M2,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex = 1.5)
lines(x,LF2,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "orange",pch = 18,cex = 1.5)
lines(x,LW2,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green",pch = 4,cex = 1.5)
lines(x,LM2,type = "b",lty = 6,lwd = 2,col = "purple",pch = 15,cex = 1.5)
lines(x,c1,type = "l",lty =2)
lines(x,d1,type = "l",lty =2)
axis(1, at = 1:3,labels = y)
labels = c("F","W","M","LF","LW","LM")
colors = c("black","blue","red","orange","green","purple")
pchh = c(8,16,17,18,4)
legend("topleft",inset = .03,labels,lwd = 2,lty = 1,col = colors,pch = pchh)

plot(x,F3,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim = c(0.004,0.128),main =
"variance 20",xlab = "(n1,n2,n3)",ylab = " Probability of type | error ",pch = 8,cex=1.5)
lines(x,W3,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex = 1.5)
lines(x,M3,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex = 1.5)
lines(x,LF3,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "orange",pch = 18,cex = 1.5)
lines(x,LW3,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green",pch = 4,cex = 1.5)
lines(x,LM3,type = "b",lty = 6,lwd = 2,col = "purple",pch = 15,cex = 1.5)
lines(x,c1,type = "l",lty =2)
lines(x,d1,type = "l",lty =2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
axis(1, at = 1:3,labels = y)
labels = c("F","W","M","LF","LW","LM")
colors = c("black","blue","red","orange","green","purple")
pchh = c(8,16,17,18,4)
legend("topleft",inset = .03,labels,lwd = 2,lty = 1,col = colors,pch = pchh)
```

****

คำสั่งสำหรับสร้างกราฟกำลังการทดสอบ กรณีข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ
เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ขนาดตัวอย่างเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (รูปที่ 4.13)

****

```
F1 = c(1,1,1)
W1 = c(1,1,1)
M1 = c(1,1,1)
LF1 = c(1,1,1)
LW1 = c(NA, NA, NA)
LM1 = c(NA, NA, NA)

F2 = c(0.974,1,1)
W2 = c(0.967,1,1)
M2 = c(0.968,1,1)
LF2 = c(0.97363,1,1)
LW2 = c(NA, NA, NA)
LM2 = c(NA, NA, NA)

F3 = c(0.72,0.982,1)
W3 = c(0.667,0.979,1)
M3 = c(0.68,0.98,1)
LF3 = c(0.72211,0.98274,1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LW3 = c(NA , NA, NA)
LM3 = c(NA, NA, NA)

y = c('(15,15,15)','(30,30,30)','(80,80,80)')
x = seq(1,3)
par(mfrow=c(1,3))
plot(x,F1,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim = c(0.65,1),main =
"variance 5",xlab = "(n1,n2,n3)",ylab = " Power of a test ",pch = 8,cex=1.5)
lines(x,W1,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex = 1.5)
lines(x,M1,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex = 1.5)
lines(x,LF1,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "orange",pch = 18,cex = 1.5)
lines(x,LW1,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green",pch = 4,cex = 1.5)
lines(x,LM1,type = "b",lty = 6,lwd = 2,col = "purple",pch = 15,cex = 1.5)
axis(1, at = 1:3,labels = y)
labels = c("F","W","M","LF","LW","LM")
colors = c("black","blue","red","orange","green","purple")
pchh = c(8,16,17,18,4)
legend("bottomright",inset = .05,labels,lwd = 2,lty = 1,col = colors,pch = pchh)

plot(x,F2,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim = c(0.65,1),main =
"variance 10",xlab = "(n1,n2,n3)",ylab = " Power of a test ",pch = 8,cex=1.5)
lines(x,W2,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex = 1.5)
lines(x,M2,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex = 1.5)
lines(x,LF2,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "orange",pch = 18,cex = 1.5)
lines(x,LW2,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green",pch = 4,cex = 1.5)
lines(x,LM2,type = "b",lty = 6,lwd = 2,col = "purple",pch = 15,cex = 1.5)
axis(1, at = 1:3,labels = y)
labels = c("F","W","M","LF","LW","LM")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
colors = c("black","blue","red","orange","green","purple")
pchh = c(8,16,17,18,4)
legend("bottomright",inset = .05,labels,lwd = 2,lty = 1,col = colors,pch = pchh)

plot(x,F3,type = "b",lty = 3,lwd = 2,col = "black",xaxt = "n",ylim = c(0.65,1),main =
"variance 20",xlab = "(n1,n2,n3)",ylab = " Power of a test ",pch = 8,cex=1.5)
lines(x,W3,type = "b",lty = 2,lwd = 2,col = "blue",pch = 16,cex = 1.5)
lines(x,M3,type = "b",lty = 1,lwd = 2.9,col = "red",pch = 17,cex = 1.5)
lines(x,LF3,type = "b",lty = 4,lwd = 2.9,col = "orange",pch = 18,cex = 1.5)
lines(x,LW3,type = "b",lty = 5,lwd = 2,col = "green",pch = 4,cex = 1.5)
lines(x,LM3,type = "b",lty = 6,lwd = 2,col = "purple",pch = 15,cex = 1.5)
axis(1, at = 1:3,labels = y)
labels = c("F","W","M","LF","LW","LM")
colors = c("black","blue","red","orange","green","purple")
pchh = c(8,16,17,18,4)
legend("bottomright",inset = .05,labels,lwd = 2,lty = 1,col = colors,pch = pchh)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางการแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

/	df_1=1	2	3	4	5	6	7	8	9
df_2=1	161.448	199.500	215.707	224.583	230.162	233.986	236.768	238.883	240.543
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.330	19.353	19.371	19.385
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.014	8.941	8.887	8.845	8.812
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999
5	6.608	5.786	5.410	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.773
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.501	3.438	3.388
9	5.117	4.257	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.136	3.072	3.020
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.791	2.707	2.641	2.588
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393
21	4.325	3.467	3.073	2.840	2.685	2.573	2.488	2.421	2.366
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.621	2.508	2.423	2.355	2.300
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.266
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.450	2.336	2.249	2.180	2.124
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040
120	3.920	3.072	2.680	2.447	2.290	2.175	2.087	2.016	1.959
∞	3.842	2.996	2.605	2.372	2.214	2.099	2.010	1.938	1.880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางการแจกแจงเอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ต่อ)

/	df_1=10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
df_2=1	241.882	243.906	245.950	248.013	249.052	250.095	251.143	252.196	253.253	254.314
2	19.396	19.413	19.429	19.446	19.454	19.462	19.471	19.479	19.487	19.496
3	8.786	8.745	8.703	8.660	8.639	8.617	8.594	8.572	8.549	8.526
4	5.964	5.912	5.858	5.803	5.774	5.746	5.717	5.688	5.658	5.628
5	4.735	4.678	4.619	4.558	4.527	4.496	4.464	4.431	4.399	4.365
6	4.060	4.000	3.938	3.874	3.842	3.808	3.774	3.740	3.705	3.669
7	3.637	3.575	3.511	3.445	3.411	3.376	3.340	3.304	3.267	3.230
8	3.347	3.284	3.218	3.150	3.115	3.079	3.043	3.005	2.967	2.928
9	3.137	3.073	3.006	2.937	2.901	2.864	2.826	2.787	2.748	2.707
10	2.978	2.913	2.845	2.774	2.737	2.700	2.661	2.621	2.580	2.538
11	2.854	2.788	2.719	2.646	2.609	2.571	2.531	2.490	2.448	2.405
12	2.753	2.687	2.617	2.544	2.506	2.466	2.426	2.384	2.341	2.296
13	2.671	2.604	2.533	2.459	2.420	2.380	2.339	2.297	2.252	2.206
14	2.602	2.534	2.463	2.388	2.349	2.308	2.266	2.223	2.178	2.131
15	2.544	2.475	2.403	2.328	2.288	2.247	2.204	2.160	2.114	2.066
16	2.494	2.425	2.352	2.276	2.235	2.194	2.151	2.106	2.059	2.010
17	2.450	2.381	2.308	2.230	2.190	2.148	2.104	2.058	2.011	1.960
18	2.412	2.342	2.269	2.191	2.150	2.107	2.063	2.017	1.968	1.917
19	2.378	2.308	2.234	2.156	2.114	2.071	2.026	1.980	1.930	1.878
20	2.348	2.278	2.203	2.124	2.083	2.039	1.994	1.946	1.896	1.843
21	2.321	2.250	2.176	2.096	2.054	2.010	1.965	1.917	1.866	1.812
22	2.297	2.226	2.151	2.071	2.028	1.984	1.938	1.889	1.838	1.783
23	2.275	2.204	2.128	2.048	2.005	1.961	1.914	1.865	1.813	1.757
24	2.255	2.183	2.108	2.027	1.984	1.939	1.892	1.842	1.790	1.733
25	2.237	2.165	2.089	2.008	1.964	1.919	1.872	1.822	1.768	1.711
26	2.220	2.148	2.072	1.990	1.946	1.901	1.853	1.803	1.749	1.691
27	2.204	2.132	2.056	1.974	1.930	1.884	1.836	1.785	1.731	1.672
28	2.190	2.118	2.041	1.959	1.915	1.869	1.820	1.769	1.714	1.654
29	2.177	2.105	2.028	1.945	1.901	1.854	1.806	1.754	1.698	1.638
30	2.165	2.092	2.015	1.932	1.887	1.841	1.792	1.740	1.684	1.622
40	2.077	2.004	1.925	1.839	1.793	1.744	1.693	1.637	1.577	1.509
60	1.993	1.917	1.836	1.748	1.700	1.649	1.594	1.534	1.467	1.389
120	1.911	1.834	1.751	1.659	1.608	1.554	1.495	1.429	1.352	1.254
∞	1.831	1.752	1.666	1.571	1.517	1.459	1.394	1.318	1.221	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มปัญหาพิเศษ

วันที่ 28 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562

ข้าพเจ้า นายธีมฐ์ รัชตะประกร รหัสนักศึกษา 58051242

นางสาวปิยพร เพ็งบุญ รหัสนักศึกษา 58051264

นายภาวัต รุกิจเจริญ รหัสนักศึกษา 58051291

นายศุภกร พวงทอง รหัสนักศึกษา 58051326

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์ ภาควิชา สถิติ

ขอรับรองว่าปัญหาพิเศษ เรื่อง

การศึกษาผลกระทบของการทดสอบเลวีนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

STUDYING AFFECT LEVENE'S TEST FOR DATA ANALYSIS

ปีการศึกษา 2562

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อน เรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มปัญหาพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 0.57%

ลงชื่อ.....ธีมฐ์ รัชตะประกร..... ลงชื่อ.....ปิยพร เพ็งบุญ..... ลงชื่อ.....ภาวัต รุกิจเจริญ..... ลงชื่อ.....ศุภกร พวงทอง.....

(นายธีมฐ์ รัชตะประกร) (นางสาวปิยพร เพ็งบุญ) (นายภาวัต รุกิจเจริญ) (นายศุภกร พวงทอง)

นักศึกษา นักศึกษา นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษได้ตรวจสอบปัญหาพิเศษ ของนักศึกษาข้างต้นแล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้