การเปรียบเทียบวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาว

นางกรรณิการ์ อุโฆษกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาสถิติ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-459-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018529

A COMPARISON ON METHODS OF ESTIMATING PARAMETERS IN ANALYSIS OF COVARIANCE WHEN RESIDUALS HAVE LONG-TAILED DISTRIBUTION

Mrs. Kannika Ukosakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-459-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาว

โดย นางกรรณิการ์ อุโฆษกุล

ภาควิชา สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัตินับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วานิชย์บัญชา)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. อรุณี กำลัง)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

กรรณิการ์ อุโฆษกุล : การเปรียบเทียบวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาว (A COMPARISON ON METHODS OF ESTIMATING PARAMETERS IN ANALYSIS OF COVARIANCE WHEN RESIDUALS HAVE LONG-TAILED DISTRIBUTION)
อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ธีระพร วีระถาวร, 133 หน้า. ISBN 974-581-459-8

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบหางยาวกว่าปกติระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีตัวประมาณเอ็มที่ใช้เกณฑ์ความแกร่งของ Ramsay และตัวประมาณสเกลความคลาดเคลื่อนแบบ MAD(median absolute deviation) โดยศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบ สำหรับการแจกแจงแบบหางยาวกว่าปกติที่ใช้ในการศึกษาคือ การแจกแจงแบบโลจิสติคและการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มีสเกลแฟคเตอร์ = 5,10,15 เปอร์เซนต์การปลอมปน =5,10,20,30 ซึ่งทุกลักษณะการแจกแจงจะใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ =3,5,7 จำนวนตัวแปรร่วม =2, 5 กรณีที่จำนวนตัวแปรร่วม =2 จะใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ = 5,15 สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรร่วม = 5 จะใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ =10,20 และกำหนดระดับนัยสำคัญสำหรับทดสอบสมมุติฐาน α = 0.01 และ 0.05 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลโดยกระทำซ้ำ 1,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ก) **ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1**

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนวิธีตัวประมาณเอ็มสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี แต่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่สามารถควบคุมได้ในกรณีที่จำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย และขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่ามากโดยที่สเกลแฟคเตอร์มีค่าสูงไม่ว่าจำนวนตัวแปรร่วมและเปอร์เซนต์การปลอมปนจะมีค่าเท่าไรก็ตาม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติควิธีการทั้งสองสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี

การเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ จำนวนวิธีปฏิบัติและระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสองควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้นทุกลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน

ข) **อำนาจการทดสอบ**

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อยทุกค่าของสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปน และขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่ามากโดยที่สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูง ค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีจะแปรผกผันกับสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปน เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติคทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย

ทุกลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษาค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีจะแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติและระดับนัยสำคัญ α แต่จะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติ ส่วนอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนตัวแปรร่วม

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C122505 : MAJOR STATISTICS
KEY WORD : M-ESTIMATOR/ORDINARY LEAST SQUARE /ANALYSIS OF COVARIANCE
KANNIKA UKOSAKUL : A COMPARISON ON METHODS OF ESTIMATING PARAMETERS IN ANALYSIS OF COVARIANCE WHEN RESIDUALS HAVE LONG-TAILED DISTRIBUTION.
THESIS ADVISOR : ASSO.PROF. THEERAPORN VERATHAWON, Ph.D. 133 PP.
ISBN 974-581-459-8

This research aims at comparing the efficiency of the two methods used in parameter estimation, Ordinary Least Square method (OLS), and M-Estimator method using robustness of Ramsey and scale of factor determined by median absolute deviation (MAD). The two indicators employed for the comparison are capability to control probability of type I error, and power of the test. In this study the residuals are allowed to have two different long-tailed distributions, logistic distribution and scale-contaminated normal distribution when scale factor = 5, 10, 15 and percent of contamination = 5, 10, 20, 30. Number of treatment in both distributions are 3, 5, and 7. Each treatment uses sample size = 5 and 15 when number of covariate = 2, and sample size = 10 and 20 when number of covariate = 5. Significant level (α) used in the hypothesis testing are 0.01 and 0.05. Computer program employed in this study is Monte Carlo technique which each situation are repeated 1,000 times. The results of this research can be concluded as follow:

a) Probability of Type I Error

For scale-contaminated normal distribution, M-Estimator method can control probability of type I error in every situation. On the other hand, OLS method cannot control probability of type I error when number of treatment is low, sample size in each treatment is small, and sample size in each treatment is large with high scale factor regardless of number of covariate and percent of contamination. For logistic distribution, both methods can control probability of type I error in all situation.

In sum, increasing sample size, number of treatment, and significant level will improve capability to control probability of type I error for both estimation methods, and in both types of residuals' distribution.

b) Power of the Test

For scale-contaminated normal distribution, M-Estimator method has higher power of the test than OLS method has in the case of small sample size, and for large sample size with high scale factor and higher percent of contamination. Furthermore, power of the test of both methods have inverse relation with scale factor and percent of contamination. In case of logistic distribution, M-Estimator method is better than OLS method in yielding power of the test for small sample size.

Conclusively, for all residuals' distribution in this research power of the test of OLS and M-Estimator methods vary according to sample size in each treatment and significant level. On the other hand, they have inverse relation with number of treatment, and the rate of increasing power of the tests vary with number of covariate.

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้สละเวลาให้คำแนะนำ ปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาสละเวลาในการตรวจทานแก้ไขให้คำแนะนำ ตลอดจนอาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณชัยยงค์ อุโฆษกุล ที่สนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

กรรณิการ์ อุโฆษกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

2. ตัวสถิติและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

3. วิธีดำเนินการวิจัย 21

4. ผลการวิจัย 32

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 73

รายการอ้างอิง 78

ภาคผนวก 80

ประวัติผู้วิจัย 133

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	5
2.1	แสดงข้อมูลของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของแผนแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด	15
3.1	แสดงค่าสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปน.....	23
4.1	แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01	34
4.2	แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.05	36
4.3	แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01	43
4.4	แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α = 0.05	45

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 52

4.6 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีตัวประมาณเอ็ม ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 53

4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.05.... 55

4.8 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีตัวประมาณเอ็ม ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.05 56

4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01..... 61

4.10 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01..... 63

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.05 65

4.12 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.05 66

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบโลจิสติค.....	6
1.2	แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปน.....	7
3.1	แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบโลจิสติคซึ่งใช้ $\alpha = 0$ และ $\beta = \sqrt{3}$	22
3.2	แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปนซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์ = 5 และเปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	24
3.3	แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปนซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์ = 5 และเปอร์เซนต์การปลอมปน = 30.....	24
3.4	แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปนซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์ = 15 และเปอร์เซนต์การปลอมปน = 15.....	25
3.5	แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปนซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์ = 15 และเปอร์เซนต์การปลอมปน = 30.....	25
4.1.1	แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .01$.....	39
4.1.2	แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$.....	39
4.1.3	แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 10 ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .01$.....	40
4.1.4	แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 20 ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .01$.....	40

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01..... 41

4.1.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01..... 41

4.1.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01..... 47

4.1.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 47

4.1.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 48

4.1.10 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 48

4.2.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01..... 59

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.2.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 59

4.2.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 10 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 60

4.2.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 60

4.2.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 61

4.2.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 61

4.2.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติคโดย ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01..... 70

4.2.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติคโดย ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05..... 70

4.2.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติคโดย ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01..... 71

4.2.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติคโดย ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01..... 71