

การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ
เมื่อเกิดพหุสัมพันธ์

นางสาวอัชฌา อระวีพร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาขาสถิติศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-977-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF COEFFICIENT ESTIMATION IN MULTIPLE LINEAR
REGRESSION WITH MULTICOLLINEARITY

Miss Autcha Araveeporn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Graduate School

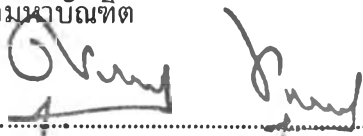
Chulalongkorn University

Academic Year 1998


ISBN 974-331-977-8

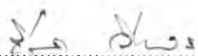
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในการถดถอยเชิงเส้น
พหุคูณเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์
โดย นางสาวอัชฌา อระวีพร
ภาควิชา สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

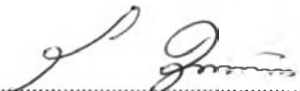

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุณนาค)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มณฑา พัววิไล)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ตุงศ์วัฒนา)

อัชฌา อระวีพร : การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ (A COMPARISON OF COEFFICIENT ESTIMATION IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH MULTICOLLINEARITY)

อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. อีระพร วีระถาวร, 217 หน้า. ISBN 974-331-977-8.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ โดยทำการเปรียบเทียบวิธีกำลังสองน้อยสุด (OLS) วิธีที่ได้จากสมการการถดถอยรีดจ์ โดยใช้วิธีของบริแมน (RID) และวิธีของสมการถดถอยเชิงเส้นการลัด (GAR) เกณฑ์การเปรียบเทียบที่ใช้คืออัตราส่วนของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง โดยที่การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนที่ศึกษาคือ การแจกแจงแบบปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 และ 0.15 การแจกแจงแบบปกติปลอมปนซึ่งมีสเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 3 และ 10 เปอร์เซ็นต์การปลอมปนเท่ากับ 5 และ 10 การแจกแจงแบบไวบูลล์ซึ่งมีพารามิเตอร์มาตราส่วนเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์สัณฐานเท่ากับ 1, 2 และ 5 ตามลำดับ และการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22, 0.55 และ 0.84 ตามลำดับ โดยกำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 30, 50 และ 100 ตามลำดับ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 และ 5 และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.1 และ 0.3 (ระดับต่ำ), 0.5 (ระดับปานกลาง), 0.7 และ 0.9 (ระดับสูง) และ 0.99 (ระดับสูงมาก) ตามลำดับ ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการจำลองเหตุการณ์ต่างๆ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลและกระทำซ้ำ 500 ครั้งในแต่ละกรณี ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง มีดังนี้

ทุกระดับความสัมพันธ์วิธี RID จะให้ผลดีเกือบทุกกรณี ยกเว้นกรณีที่ระดับความสัมพันธ์สูงมาก

ในกรณีที่ระดับความสัมพันธ์สูงมากและความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติและปกติปลอมปน วิธี GAR จะให้ผลดีเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 (ขนาดตัวอย่าง = 30, 50) และเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 (ขนาดตัวอย่าง = 30, 50) ส่วนวิธี OLS จะให้ผลดีเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 (ขนาดตัวอย่าง = 10)

ส่วนกรณีที่ระดับความสัมพันธ์สูงมากและความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ วิธี GAR จะให้ผลดีเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 พารามิเตอร์สัณฐานเท่ากับ 5 (ขนาดตัวอย่าง = 50)

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจะแปรผันตามปัจจัยต่อไปนี้ ระดับความสัมพันธ์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนตัวแปรอิสระ สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย แต่แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต อิชฌา อระวีพร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อ. อีระพร วีระถาวร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

3972462826 MAJOR STATISTICS

KEY WORD: Multicollinearity/Ordinary Least Square/Ridge Regression/Garrote Linear Regression

AUTCHA ARAVEEPORN : A COMPARISON OF COEFFICIENT ESTIMATION IN
MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH MULTICOLLINEARITY. THESIS ADVISOR :

ASSOC. PROF. THEERAPORN VERATHAWORN, Ph.D. 217 pp. ISBN 974-331-977-8.

The objective of this research is to compare multiple linear regression coefficient estimating methods under multicollinearity conditions by comparing Ordinary Least Square method (OLS), Ridge Regression by Breiman method (RID) and Garrote Linear Regression method (GAR). The criterion of comparison is the ratio of average values of the mean square errors. This study examines the residual distribution from a normal distribution with mean of 1.0, standard deviation of 0.05 and 0.15; contaminated-normal distribution with scale factors of 3 and 10 each with percent contaminations of 5 and 10; Weibull distribution with scale parameter of 1, with shape parameter of 1, 2 and 5; and lognormal distribution with mean of 0, and standard deviations of 0.22, 0.55 and 0.84, respectively. This study uses sample sizes of 10, 30, 50 and 100, respectively. The levels of correlation among independent variables are equal to 0.1 and 0.3 (low), 0.5 (middle), 0.7 and 0.9 (high), and 0.99 (very high), respectively, for the number of independent variables of 3 and 5. The data are obtained through simulation using a Monte Carlo technique with 500 repetitions for each case. The results for comparing the average value of mean square error are as follows:

For every level of correlation, the RID method generally gives the best results, except in the cases when the level of correlation is very high.

In the case of level of correlation is very high and the residuals have normal and contaminated-normal distribution, the GAR method gives the best results with 3 independent variables (sample sizes = 30, 50) and 5 independent variables, with standard deviation of 0.05 (sample sizes = 30, 50). The OLS method gives the best result with 5 independent variables, and a standard deviation of 0.05 (sample size = 10).

The case of level of correlation is very high and the residuals have a Weibull distribution, the GAR method gives the best result with 3 independent variables, and a shape parameter of 5 (sample size = 50).

The average value of mean square error varies with (in descending order): levels of correlation, standard deviation, the number of independent variables, scale factor, and percent contamination. The average value of mean square error varies conversly to sample sizes.

ภาควิชา.....สถิติ.....

สาขาวิชา.....สถิติ.....

ปีการศึกษา..... 2541.....

ลายมือชื่อนิสิต..... อ.สม อ.ธีระ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ.ธีระ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่านไว้ ณ โอกาสนี้และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาสละเวลาในการตรวจทานและแก้ไข ตลอดจนอาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเรียนและเป็นกำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา รวมทั้งเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยมาตลอด

อัชฌา อระวีพร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ณ
บทที่	
1 บทนำ	1
- ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
- สมมติฐานของการวิจัย	4
- ข้อตกลงเบื้องต้น	4
- ขอบเขตของการวิจัย	4
- วิธีดำเนินการวิจัย	8
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
2. ทฤษฎีและตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง	9
- การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด	9
- การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีรีดจ์รีเกรชัน	12
- การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้นการรีดจ์	18
3. วิธีดำเนินการวิจัย	20
- แผนการทดลอง	20
- การดำเนินการวิจัย	21
4. ผลการวิจัย	33
- การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ	34
- การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปโลมปน	56
- การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์	120

สารบัญ(ต่อ)

บทที่

- การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล	149
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	175
- สรุปผลการวิจัย	175
- การอภิปรายผล	184
- ข้อเสนอแนะ	185
รายการอ้างอิง	186
ภาคผนวก	187
ประวัติผู้วิจัย	217

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	ลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย 30
4.1.1	การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และ พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ 36
4.1.2	การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และ พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.15$ 39
4.1.3	การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และ พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ 42
4.1.4	การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และ พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.15$ 45
4.2.1	การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปโลมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ สเกลแฟคเตอร์ = 3 และ เปอร์เซ็นต์การปโลมปน = 5 57
4.2.2	การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปโลมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ สเกลแฟคเตอร์ = 3 และ เปอร์เซ็นต์การปโลมปน = 10 60
4.2.3	การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปโลมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ สเกลแฟคเตอร์ = 10 และ เปอร์เซ็นต์การปโลมปน = 5 63
4.2.4	การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปโลมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ สเกลแฟคเตอร์ = 10 และ เปอร์เซ็นต์การปโลมปน = 10 66

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.3.6 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 พารามิเตอร์มาตราส่วน = 1 และ พารามิเตอร์สัณฐาน = 1	135
4.4.1 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และ พารามิเตอร์ $\mu = 0$ $\sigma = 0.22$	150
4.4.2 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และ พารามิเตอร์ $\mu = 0$ $\sigma = 0.55$	153
4.4.3 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และ พารามิเตอร์ $\mu = 0$ $\sigma = 0.84$	154
4.4.4 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และ พารามิเตอร์ $\mu = 0$ $\sigma = 0.22$	157
4.4.5 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และ พารามิเตอร์ $\mu = 0$ $\sigma = 0.55$	160
4.4.6 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และ พารามิเตอร์ $\mu = 0$ $\sigma = 0.84$	163
5.1 สรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของทั้ง 3 วิธี	184

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปน	24
3.2 แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ พารามิเตอร์มาตราส่วน = 1 และ พารามิเตอร์สัญฐาน = 1,2 และ 5	25
3.3 แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล เมื่อ พารามิเตอร์ $\mu = 0$ $\sigma = 0.22, 0.55$ และ 0.84	26
4.1.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบปกติ โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ และ $\sigma = 0.05$	50
4.1.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบปกติ โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ และ $\sigma = 0.15$	51
4.1.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบปกติ โดยมีตัวแปรอิสระ = 5 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ และ $\sigma = 0.05$	52
4.1.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบปกติ โดยมีตัวแปรอิสระ = 5 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ และ $\sigma = 0.15$	53
4.2.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบปกติปลอมปน โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ สเกลแฟคเตอร์ = 3 และ เปอร์เซ็นต์การปลอมปน = 5	102
4.2.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบปกติปลอมปน โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ สเกลแฟคเตอร์ = 3 และ เปอร์เซ็นต์การปลอมปน = 10	103
4.2.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบปกติปลอมปน โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ สเกลแฟคเตอร์ = 10 และ เปอร์เซ็นต์การปลอมปน = 5	104
4.2.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบปกติปลอมปน โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.05$ สเกลแฟคเตอร์ = 10 และ เปอร์เซ็นต์การปลอมปน = 10	105

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยมีตัวแปรอิสระ = 5 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.15$ สเกลแฟคเตอร์ = 10 และ เปอร์เซ็นต์การปลอมปน = 5	116
4.2.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยมีตัวแปรอิสระ = 5 พารามิเตอร์ $\mu = 1$ $\sigma = 0.15$ สเกลแฟคเตอร์ = 10 และ เปอร์เซ็นต์การปลอมปน = 10	117
4.3.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์มาตราส่วน = 1 และ พารามิเตอร์สัณฐาน = 5	141
4.3.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์มาตราส่วน = 1 และ พารามิเตอร์สัณฐาน = 2	142
4.3.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์มาตราส่วน = 1 และ พารามิเตอร์สัณฐาน = 1	143
4.3.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยมีตัวแปรอิสระ = 5 พารามิเตอร์มาตราส่วน = 1 และ พารามิเตอร์สัณฐาน = 5	144
4.3.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยมีตัวแปรอิสระ = 5 พารามิเตอร์มาตราส่วน = 1 และ พารามิเตอร์สัณฐาน = 2	145
4.3.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยมีตัวแปรอิสระ = 5 พารามิเตอร์มาตราส่วน = 1 และ พารามิเตอร์สัณฐาน = 1	146
4.4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.22$	167
4.4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดยมีตัวแปรอิสระ = 3 พารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.55$	168

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4.3	
กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดยมีตัวแปรอิสระ = 3	
พารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.84$	169
4.4.4	
กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดยมีตัวแปรอิสระ = 5	
พารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.22$	170
4.4.5	
กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดยมีตัวแปรอิสระ = 5	
พารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.55$	171
4.4.6	
กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดยมีตัวแปรอิสระ = 5	
พารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.84$	172