

การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด  
วิธีรีดจ์รีเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของรีดจ์และสไคน์  
ในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

นางสาวฉันทยากร คันทลบันซ์



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

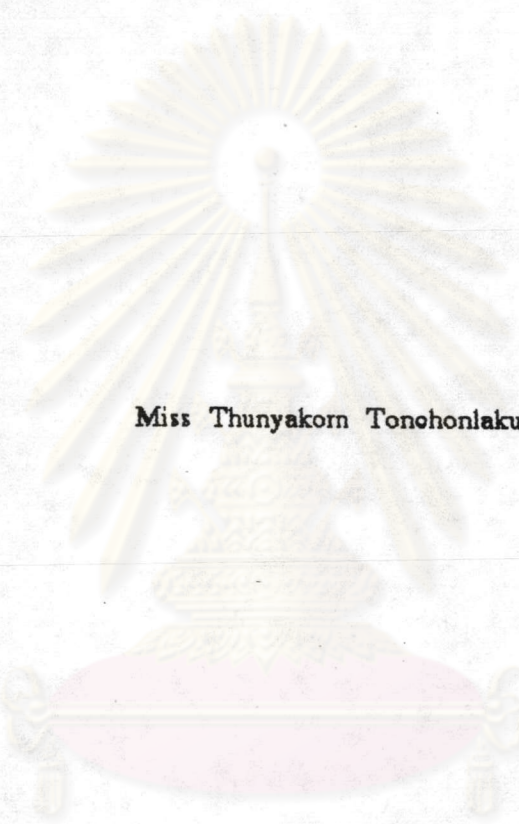
พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-955-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17434 581

A COMPARISON AMONG ORDINARY LEAST SQUARES , RIDGE REGRESSION ,  
AND RIDGE AND STEIN METHODS IN ESTIMATING  
MULTIPLE REGRESSION COEFFICIENTS WITH MULTICOLLINEARITY



Miss Thunyakorn Tonohonlakun

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-955-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ โดยวิธีกำลัง  
สองน้อยที่สุด วิธีรีดจ์รีเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของรีดจ์และสไตน์  
ในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

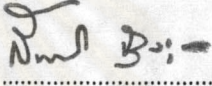
โดย                              นางสาวธันยากร คັນชลพันธ์

ภาควิชา                        สถิติ

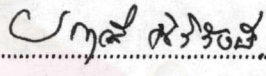
อาจารย์ที่ปรึกษา            รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระพร วีระถาวร

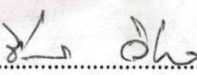
---

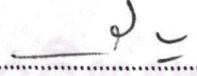
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

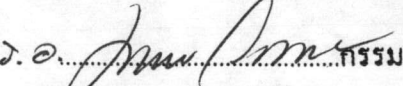
  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ จงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระพร วีระถาวร)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วรภักดิ์)

ชื่อยากร ต้นชดชันธ์ : การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุโคยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธี  
วิธีริเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของริคซ์และสไตน์ ในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (A COM-  
PARISON AMONG ORDINARY LEAST SQUARES, RIDGE REGRESSION, AND RIDGE AND STEIN  
METHODS IN ESTIMATING MULTIPLE REGRESSION COEFFICIENTS WITH MULTICOLLINEARITY)  
อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. วีระพร วีระถาวร, 306 หน้า. ISBN 974-632-955-3

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ โดยการเปรียบเทียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด(OLS) วิธีวิธีริเกรสชัน(RR) และวิธีที่ใช้หลักการของริคซ์และสไตน์(RS) เกณฑ์การเปรียบเทียบ คือ เปอร์เซนต์อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง สำหรับการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนที่ศึกษามีดังนี้ การแจกแจงปกติที่มี  $\mu = 1, \sigma = 0.05, 0.10$  และ  $0.15$  การแจกแจงปกติปลอมปนที่มีสเกลแฟกเตอร์ = 3 และ 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 และ 10 และการแจกแจงลอกนอร์มอลซึ่งมี  $\mu = 1, \sigma^2 = 0.05, 0.30$  และ  $0.70$  กล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 22%, 59% และ 100% ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุที่ใช้คอนเริ่มต้นได้จากเวกเตอร์เจาะจง (eigenvector) ซึ่งสอดคล้องกับค่าเจาะจง (eigenvalue) ที่ต่ำที่สุด ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ได้กำหนดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำ = 0.10 และ 0.30 ระดับปานกลาง = 0.50 และ 0.70 และระดับสูง = 0.90 และ 0.99 ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ได้กำหนดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำ = (0.10,0.10) และ (0.30,0.30) ระดับปานกลาง = (0.50,0.50) และ (0.70,0.70) และระดับสูง = (0.90,0.90) และ (0.99,0.99) ขนาดตัวอย่างที่ศึกษา = 30, 50 และ 100 ในการวิจัยนี้ได้ทำการจำลองเหตุการณ์ต่างๆ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลและกระทำซ้ำ 500 ครั้งในแต่ละกรณี เราสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบเปอร์เซนต์อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองได้ดังนี้

1. กรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติและปกติปลอมปน ผู้วิจัยพบว่าวิธี RR จะให้ผลดีที่สุดโดยส่วนใหญ่สำหรับทุกการแจกแจง ส่วนวิธี RS จะให้ผลดีที่สุดในการที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 โดยที่ระดับพหุสัมพันธ์มีค่าอยู่ในระดับต่ำ ((0.10),(0.30)) และระดับปานกลาง (0.50) และจะให้ผลดีที่สุดสำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 เมื่อระดับพหุสัมพันธ์มีค่าอยู่ในระดับต่ำ ((0.10),(0.30)) และระดับปานกลาง ((0.50),(0.70)) ซึ่งในกรณีนี้  $\sigma$  เท่ากับ 0.05 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 นอกจากนี้วิธี RS จะให้ผลดีที่สุดสำหรับการแจกแจงปกติปลอมปนเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 และ 5 โดยที่ระดับพหุสัมพันธ์มีค่าอยู่ในระดับต่ำ ((0.10),(0.30)) และระดับปานกลาง (0.50) ซึ่งในกรณีนี้  $\sigma$  เท่ากับ 0.05 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 สเกลแฟกเตอร์เท่ากับ 3 และเปอร์เซนต์การปลอมปนเท่ากับ 5 และ 10 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองแปรผันตามปัจจัยต่อไปนี้จากมากไปหาน้อย จำนวนตัวแปรอิสระ สเกลแฟกเตอร์ เปอร์เซนต์การปลอมปน ระดับความสัมพันธ์ และความแปรปรวน แต่แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง
2. กรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล ผู้วิจัยพบว่าวิธี RR ให้ผลดีที่สุดทุกกรณีเมื่อ C.V. = 22%, 59% และ 100% เพราะว่าวิธี RR จะให้ผลดีเมื่อ C.V. มีค่าเพิ่มขึ้น  
ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองแปรผันตามปัจจัยต่อไปนี้จากมากไปหาน้อย จำนวนตัวแปรอิสระ ระดับความสัมพันธ์ และความแปรปรวน แต่แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

ภาควิชา ..... สถิติ  
สาขาวิชา ..... สถิติ  
ปีการศึกษา ..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต ..... สันภาพ ต้นชดชันธ์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... S. S. S.  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C522952 MAJOR STATISTICS

KEY WORD: MULTICOLLINEARITY / ORDINARY LEAST SQUARES / RIDGE REGRESSION  
THUNYAKORN TONCHONLAKUN : A COMPARISON AMONG ORDINARY LEAST SQUARES,  
RIDGE REGRESSION, AND RIDGE AND STEIN METHODS IN ESTIMATING MULTIPLE  
REGRESSION COEFFICIENTS WITH MULTICOLLINEARITY. THESIS ADVISOR :  
ASSOC. PROF. THEERAPORN VERATHAWORN, Ph.D. 306 pp. ISBN 974-632-955-3

The objective of this thesis is to compare methods in estimating multiple regression coefficients with multicollinearity by comparing Ordinary Least Squares (OLS) method, Ridge Regression (RR) method and Ridge and Stein (RS) method. They are compared by using the percentage ratio of average value of mean square error. The residual distribution in this study are normal distribution with  $\mu = 1$  and  $\sigma = 0.05, 0.10$  and  $0.15$ , contaminated normal distribution with scale factors of 3 and 10, and percent contaminations of 5 and 10, and lognormal distribution with  $\mu=1$  and  $\sigma^2=0.05, 0.30$  and  $0.70$  thus coefficients of variation (C.V.) are equal to 22%, 59% and 100%, respectively. Initial multiple regression coefficients are calculated from eigenvector which corresponds to minimum eigenvalue. The correlation among the independent variables are classified into 3 levels for which low levels are equal to 0.10 and 0.30, middle levels are equal to 0.50 and 0.70, and high levels are equal to 0.90 and 0.99 in the case of 3 independent variables, and classified into 3 levels for which low levels are equal to (0.10, 0.10) and (0.30, 0.30), middle levels are equal to (0.50, 0.50) and (0.70, 0.70), and high levels are equal to (0.90, 0.90) and (0.99, 0.99) in the case of 5 independent variables. This study uses sample sizes of 30, 50 and 100. The data are obtained through simulation using Monte Carlo technique, and repeating 500 times for each case. We can conclude the results of comparing the percentage ratio of average value of mean square error as follow :

1. In case, residuals have normal and contaminated normal distribution, RR method generally gives the best result for both distributions. However, in the case of normal distribution, RS method gives the best result for the number of independent variables of 3 and multicollinearity at all low level ((0.10), (0.30)) and some middle level (0.50). RS method also gives the best result for normal distribution with the number of independent variables of 5 and multicollinearity at all low levels ((0.10), (0.30)) and all middle levels ((0.50), (0.70)). In the both cases,  $\sigma$  must be equal to 0.05 and sample size must be 100. In the case of contaminated normal distribution, RS method gives the best result for the number of independent variables of 3 and 5, multicollinearity at all low levels ((0.10), (0.30)) and some middle level (0.50). In this case,  $\sigma$  must be 0.05 with sample size of 100, scale factor of 3 and percent contaminations of 5 and 10.

The average value of mean square error varies with, most to least respectively, the number of independent variables, scale factors, percentage of contamination, level of correlation and variances but converse to sample size.

2. In case, residuals have lognormal distribution, RR method gives the best result in all cases when C.V. = 22%, 59% and 100% because RR method gives the best result when C.V. increase.

The average value of mean square error varies with, most to least respectively, the number of independent variables, level of correlation and variances but converse to sample size.

ภาควิชา.....สถิติ.....

ลายมือชื่อผู้พิมพ์.....ศุภมากร ศุภมงคลวัฒน์.....

สาขาวิชา.....สถิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Sho*.....

ปีการศึกษา.....2538.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... - .....



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ รศ. ดร. ชีระพร วีระถาวร อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. รอ. มานพ วรภักดิ์ ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ที่นำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดจนคำแนะนำต่างๆ และขอขอบ-  
คุณเพื่อนๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ  
คุณแม่ และพี่ๆ ที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนของผู้วิจัยเสมอมา และขอกราบขอบพระคุณ  
อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ธันยากร คันชลขันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ด
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
เกณฑ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	6
วิธีดำเนินการวิจัย.....	7
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
บทที่ 2 ตัวสถิติที่ใช้ในการวิจัย	
การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด.....	9
การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุด้วยวิธีรีดจ์รีเกรสชัน.....	11
การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุด้วยวิธีที่ใช้หลักการของรีดจ์และสไคน์.....	27
การแปลงข้อมูลด้วยการแปลงที่อยู่ในรูปยกกำลัง.....	37
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
แผนการทดลอง.....	39
ขั้นตอนในการวิจัย.....	40
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
การเปรียบเทียบร้อยละของอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีรีดจ์รีเกรสชันเทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

(PRR) และร้อยละของอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไคน์เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด(PRS).....	58
การพิจารณาร้อยละของอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองระหว่างวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไคน์และวิธีริดจ์รีเกรสชันเทียบกับวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไคน์(RRS).....	162
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย.....	217
อภิปรายผล.....	225
ข้อเสนอแนะ.....	227
รายการอ้างอิง.....	228
ภาคผนวก.....	230
ประวัติผู้เขียน.....	306

ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย.....	48
4.1.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05.....	60
4.1.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10.....	64
4.1.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15.....	68
4.1.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05.....	72
4.1.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10.....	76
4.1.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15.....	79
4.1.7 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	84
4.1.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	86

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1.9 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	90
4.1.10 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	92
4.1.11 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	95
4.1.12 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	97
4.1.13 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	99
4.1.14 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	101
4.1.15 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	104
4.1.16 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	106

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1.17 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	108
4.1.18 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	110
4.1.19 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	115
4.1.20 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	117
4.1.21 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	121
4.1.22 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	123
4.1.23 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	126
4.1.24 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการ แจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	128

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1.25 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	130
4.1.26 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	132
4.1.27 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	135
4.1.28 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	137
4.1.29 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	139
4.1.30 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	141
4.1.31 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 22%.....	146
4.1.32 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.30 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 59%.....	148

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1.33 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.70 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 100%.....	150
4.1.34 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 22%.....	154
4.1.35 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.30 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 59%.....	156
4.1.36 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.70 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 100%.....	158
4.2.1 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	163
4.2.2 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	167
4.2.3 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เพอร์เซนตการปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	174
4.2.4 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เพอร์เซนตการปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	175
4.2.5 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เพอร์เซนตการปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	180

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.2.6 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	181
4.2.7 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	187
4.2.8 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	188
4.2.9 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	193
4.2.10 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	194
4.2.11 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	200
4.2.12 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	204
4.1 แสดงค่า k เฉลี่ย เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ย = 1.....	210
4.2 แสดงค่า k เฉลี่ย เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	211
4.3 แสดงค่า k เฉลี่ย เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	212
4.4 แสดงค่า k เฉลี่ย เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	213

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 แสดงค่า $k$ เฉลี่ย เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	214
4.6 แสดงค่า $k$ เฉลี่ย เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอการมอล ค่าเฉลี่ย = 1 .....	215
5.1 สรุปสถานการณ์ที่วิธี OLS สามารถนำไปใช้.....	220
1 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $y$ เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1.....	230
1(ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $y$ เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1.....	231
2 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $y$ เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1.....	232
2(ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $y$ เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติ จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1.....	233
3 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $y$ เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	234
3(ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $y$ เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	235
4 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $y$ เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	236
4(ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $y$ เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	237





## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
สเกลแฟกเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	246
9 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม y เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟกเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5.....	247
10 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม y เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟกเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	248
10 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม y เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติปลอมปน จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 สเกลแฟกเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10.....	249
11 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม y เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1.....	250
11 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม y เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1.....	251
12 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม y เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1.....	252
12 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม y เมื่อความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงลอกนอร์มอล จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1.....	253

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงคุณสมบัติของรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนร่วม( $cov(\hat{\beta}_R(k))$ ) ความเอนเอียงกำลังสอง( $bias(\hat{\beta}_R(k))^2$ ) และค่าพารามิเตอร์ $k$ .....	17
3.1 แสดงเส้นโค้งการแจกแจงปกติปลอมปน.....	43
3.2 แสดงเส้นโค้งการแจกแจงลอกนอร์มอลเมื่อ $\mu = 1.00$ , $\sigma^2 = 0.05$ , $0.30$ และ $0.70$ .....	44
4.1.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	61
4.1.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	65
4.1.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	69
4.1.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	73
4.1.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	77
4.1.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRR จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	80
4.1.7 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เพอร์เซนตการปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	85
4.1.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เพอร์เซนตการปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	87

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1.9 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	91
4.1.10 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	93
4.1.11 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	96
4.1.12 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	98
4.1.13 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	100
4.1.14 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	102
4.1.15 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	105
4.1.16 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	107

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1.17 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	109
4.1.18 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	111
4.1.19 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	116
4.1.20 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	118
4.1.21 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	122
4.1.22 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	124
4.1.23 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	127
4.1.24 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	129

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1.25 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	131
4.1.26 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	133
4.1.27 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	136
4.1.28 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	138
4.1.29 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	140
4.1.30 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน .....	142
4.1.31 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 22% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	147
4.1.32 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.30 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 59% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	149

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1.33 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.70 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 100% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	151
4.1.34 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 22% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	155
4.1.35 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.30 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 59% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	157
4.1.36 แสดงการเปรียบเทียบค่า PRR และ PRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.70 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 100% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	159
4.2.1 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	164
4.2.2 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	165
4.2.3 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	166
4.2.4 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	168
4.2.5 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	169
4.2.6 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ.....	170

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2.7 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	176
4.2.8 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	177
4.2.9 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	178
4.2.10 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	182
4.2.11 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	183
4.2.12 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	184
4.2.13 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	189
4.2.14 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	190

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2.15 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 3 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	191
4.2.16 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.05 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	195
4.2.17 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	196
4.2.18 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.15 สเกลแฟคเตอร์ = 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน.....	197
4.2.19 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 22% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	201
4.2.20 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.30 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 59% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	202
4.2.21 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.70 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 100% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	203
4.2.22 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 22% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	205



สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2.23 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.30 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 59% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	206
4.2.24 แสดงค่า RRS จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ค่าเฉลี่ย = 1 ความแปรปรวน = 0.70 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน(C.V.) = 100% เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล.....	207

ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย