

การเปรียบเทียบตัวประมาณการถดถอย
เมื่อมีพหุสัมพันธ์และ/หรือมีค่าผิดปกติ



นางสาวปัทมวดี นันทนาเนตร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0301-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20069118X

24 S.A. 2546

A COMPARISON OF REGRESSION ESTIMATORS
WHEN MULTICOLLINEARITY AND/OR OUTLIERS ARE PRESENT

Miss Pattamawadee Nantanant

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of **Master of Science in Statistics**
Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2001
ISBN 974-03-0301-3

บทมวดี นันทนาเนตร : การเปรียบเทียบตัวประมาณการถดถอยเมื่อมีพหุสัมพันธ์และ/หรือมีค่าผิดปกติ (A COMPARISON OF REGRESSION ESTIMATORS WHEN MULTICOLLINEARITY AND/OR OUTLIERS ARE PRESENT) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ร.อ. มานพ วรภักดิ์ , 376 หน้า , ISBN 974-03-0301-3

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์และ/หรือตัวแปรตามมีค่าผิดปกติ ซึ่งทำการศึกษาด้วยตัวประมาณการถดถอย 5 ตัว คือ ตัวประมาณกำลังสองน้อยสุด ตัวประมาณค่าสัมบูรณ์น้อยสุด ตัวประมาณริตจ์ ตัวประมาณริตจ์ที่มีค่าสัมบูรณ์น้อยสุด และตัวประมาณริตจ์ที่มีการถ่วงน้ำหนัก โดยกระทำภายใต้เงื่อนไขของการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่ม 2 การแจกแจง คือ การแจกแจงปกติ และการแจกแจงปกติปลอมปน ที่สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน 4 ระดับ คือ 0.05 , 0.08 , 0.10 และ 0.15 ระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม 3 ระดับ คือ ระดับเล็กน้อย ปานกลาง และรุนแรง ระดับสหสัมพันธ์ในตัวแปรอิสระ X_1 กับ X_2 จำนวน 7 ระดับ คือ 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.7 , 0.9 , 0.95 และ 0.99 และระดับขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ คือ 20 , 30 , 35 , 40 , 50 และ 60 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากการจำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โล และกระทำซ้ำ ๆ กัน 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อเปรียบเทียบค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของตัวประมาณการถดถอยแต่ละตัว ซึ่งผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังต่อไปนี้

- 1). กรณีที่ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์
- 2). กรณีที่ตัวแปรตามมีค่าผิดปกติ
- 3). กรณีที่ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์และตัวแปรตามมีค่าผิดปกติ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

- 1). กรณีที่ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์

เมื่อสหสัมพันธ์ในตัวแปรอิสระมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ตัวประมาณกำลังสองน้อยสุดจะให้ค่า RMSE ต่ำสุด และเมื่อสหสัมพันธ์ในตัวแปรอิสระมีค่ามากกว่า 0.5 ตัวประมาณริตจ์จะให้ค่า RMSE ต่ำสุด

- 2). กรณีที่ตัวแปรตามมีค่าผิดปกติ

ตัวประมาณค่าสัมบูรณ์น้อยสุดจะให้ค่า RMSE ต่ำที่สุดในทุกสถานการณ์

- 3). กรณีที่ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์และตัวแปรตามมีค่าผิดปกติ

ในทุกระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (เล็กน้อย ปานกลาง และรุนแรง) และทุกระดับสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (0.05 , 0.08 , 0.10 และ 0.15) เมื่อสหสัมพันธ์ในตัวแปรอิสระมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ตัวประมาณค่าสัมบูรณ์น้อยสุดจะให้ค่า RMSE ต่ำสุด และเมื่อสหสัมพันธ์ในตัวแปรอิสระมีค่ามากกว่า 0.5 ตัวประมาณริตจ์ที่มีค่าสัมบูรณ์น้อยสุดจะให้ค่า RMSE ต่ำสุด

- 4). ค่า RMSE จะแปรผันตามกับระดับสหสัมพันธ์ในตัวแปรอิสระ ขนาดค่าผิดปกติในตัวแปรตาม และสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน แต่ค่า RMSE จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

ภาควิชา.....สถิติ.....ลายมือชื่อนิสิต.....*ปัทมาเนตร*
 สาขาวิชา.....สถิติ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Manop*
 ปีการศึกษา.....2544.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาช่วย.....

4182272026 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : MULTIPLE LINEAR REGRESSION / MULTICOLLINEARITY / OUTLIERS

PATTAMAWADEE NANTANANET : A COMPARISON OF REGRESSION ESTIMATORS WHEN MULTICOLLINEARITY AND/OR OUTLIERS ARE PRESENT. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKEE. 376 pp. ISBN 974 - 03 - 0301 - 3

The objective of this research is to compare the regression estimators of parameters in a multiple linear regression model when multicollinearity and/or outliers are present. The regression estimators are the Least Squares Estimators(LS) , Least Absolute Value Estimators(LAV) , Ridge Estimators(RID) , Ridge Least Absolute Value Estimators(RLAV) , and Weighted Ridge Estimators(WRID). The comparison was done under the following conditions. The distributions of random errors are Normal Distribution and Contaminated Normal Distribution. The size of the outliers of dependent variable are small , medium , and large level according to the proportion of the contaminations of random errors are 5% , 8% , 10% , and 15% . The level of multicollinearity are 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 0.95 , and 0.99 , and the sample size are 20, 30, 35, 40, 50 , and 60. The data of this experiment were generated through the Monte Carlo Simulation Technique. The experiment was repeated 1,000 times under each condition to calculate the square root of the mean squares error (RMSE) of each regression estimator.

Results of this research can be summarized as follows :-

1) In case of multicollinearity is present.

When the level of multicollinearity is less than or equal 0.5 , the RMSE of LS estimator is lowest , and when the level of multicollinearity is greater than 0.5 , the RMSE of RID estimator is lowest.

2) In case of outliers in dependent variable is present.

The RMSE of LAV estimator is lowest in all situations.

3) In case of multicollinearity and outliers in dependent variable are present.

In all size of the outliers of dependent variable (small , medium , and large) and proportion of the contaminations of random errors (5% , 8% , 10% , and 15%) , when the level of multicollinearity is less than or equal 0.5 , the RMSE of LAV estimator is lowest , and when the level of multicollinearity is greater than 0.5 , the RMSE of RLAV estimator is lowest.

4). The RMSE varies directly with the level of multicollinearity , the size of the outliers of dependent variable , and the proportion of the contamination of random errors , but the RMSE vary inversely with sample size.

Department.....Statistics.....Student's signature.....
Field of study.....Statistics.....Advisor's signature.....
Academic year.....2001.....Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนช่วยเหลือ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้ง และสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ศิริพร สาเกทอง รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค และรองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี ในฐานะประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสทางการศึกษา และประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ผู้วิจัยขอระลึกถึงพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและให้กำลังใจจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และ น้อง ๆ ที่ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลืออย่างดีตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	6
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	7
1.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา.....	9
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
บทที่ 2 ทฤษฎีสถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	10
2.1 ตัวประมาณการถดถอย.....	10
2.1.1 ตัวประมาณกำลังสองน้อยสุด.....	10
2.1.2 ตัวประมาณค่าสัมบูรณ์น้อยสุด.....	12
2.1.3 ตัวประมาณริตจ์.....	14
2.1.4 ตัวประมาณริตจ์ที่มีความแกร่ง.....	16
2.1.4.1 ตัวประมาณริตจ์ที่มีการถ่วงน้ำหนัก.....	17
2.1.4.2 ตัวประมาณริตจ์ที่มีค่าสัมบูรณ์น้อยสุด.....	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	19
3.1 วิธีการจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล.....	20
3.2 การวางแผนการทดลอง.....	20
3.3 วิธีการทดลอง.....	21

สารบัญ(ต่อ)

๗

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	30
4.1 ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์.....	31
4.1.1 กรณีที่ข้อมูลมีพหุสัมพันธ์.....	33
4.1.2 กรณีที่ข้อมูลมีค่าผิดปกติในตัวแปรตาม.....	59
4.1.3 กรณีที่ข้อมูลมีพหุสัมพันธ์และมีค่าผิดปกติในตัวแปรตาม.....	97
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	298
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	298
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	300
รายการอ้างอิง.....	303
ภาคผนวก.....	305
ภาคผนวก ก.....	306
ภาคผนวก ข.....	308
ภาคผนวก ค.....	313
ภาคผนวก ง.....	345
ภาคผนวก จ.....	357
ภาคผนวก ฉ.....	369
ภาคผนวก ช.....	374
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	376

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1.1 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 20.....	34
4.1.2 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 30.....	38
4.1.3 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 35.....	42
4.1.4 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 40.....	46
4.1.5 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 50.....	50

สารบัญตาราง(ต่อ)

ญ

ตารางที่	หน้า
4.1.6 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 60.....	54
4.2.1 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 20.....	60
4.2.2 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 30.....	66
4.2.3 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 35.....	72
4.2.4 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 40.....	78

ตารางที่	หน้า
4.2.5 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 50.....	84
4.2.6 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 60.....	90
4.3.1 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ x_2 (ρ), สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 20.....	98
4.3.2 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ x_2 (ρ), สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 30.....	131
4.3.3 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ x_2 (ρ), สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 35.....	164

ตารางที่	หน้า
4.3.4 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$, สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 40.....	197
4.3.5 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$, สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 50.....	230
4.3.6 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$, สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 60.....	263
6.1 แสดงลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย.....	314
6.2.1 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 40.....	346
6.2.2 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 40.....	349

ตารางที่	หน้า
6.2.3 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ เท่ากับ 0.9 และขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 40.....	353
6.3.1 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 50.....	358
6.3.2 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 50.....	361
6.3.3 แสดงค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละตัว ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน(P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม(VY) กรณีระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ เท่ากับ 0.9 และขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 50.....	365

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1	แสดงผังงานสำหรับหาค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณการถดถอยทั้ง 5 ตัว.....	29
4.1.1	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60.....	36
4.1.2	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60.....	40
4.1.3	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60.....	44
4.1.4	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS, LAV, RID, RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60.....	48

รูปที่		หน้า
4.1.5	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60.....	52
4.1.6	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 3 โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60.....	56
4.2.1	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 20.....	63
4.2.2	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 30.....	69
4.2.3	แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 35.....	75

สารบัญรูปรูป(ต่อ)

ณ

รูปที่	หน้า
<p>4.2.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40.....</p>	81
<p>4.2.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 50.....</p>	87
<p>4.2.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60.....</p>	93
<p>4.3.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ x_2 (ρ) สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 20.....</p>	119

สารบัญญรูป(ต่อ)

ด

รูปที่	หน้า
<p>4.3.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 30.....</p>	152
<p>4.3.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 35.....</p>	185
<p>4.3.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40.....</p>	218
<p>4.3.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ $x_2(\rho)$ สัดส่วนการปลอมปนของความคลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 50.....</p>	251

สารบัญรูป(ต่อ)

ต

รูปที่	หน้า
4.3.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ย ด้วยตัวประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 5 ตัว คือ LS , LAV , RID , RLAV และ WRID เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน โดยจำแนกตามระดับ สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x_1 กับ x_2 (ρ) สัดส่วนการปลอมปนของความ คลาดเคลื่อน (P) และระดับค่าผิดปกติของตัวแปรตาม (VY) กรณีขนาดตัว อย่าง (n) เท่ากับ 60.....	284
6.1 แสดงลักษณะของ Box Plot.....	306
6.2 แสดงความสัมพันธ์ของค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ.....	309