

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



242320



การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุ
คูณที่เกิดพหุคูณสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

โดย

นางสาวเบญจวรรณ รุ่งทงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ที่ส่งมอบแก่บัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. ๒๕๕๔



การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุ
กรณีเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

โดย

นางสาวเบญจวรรณ ระหงษ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2554

อธิบดี

จาก

A comparison of multiple linear regression coefficient estimation
with multicollinearity

By

Miss Benchawan Rahong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Applied Statistics
Department of Mathematics and Statistics
Faculty of Science and Technology
Thammasat University

2011

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวเบญจวรรณ ระหงษ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุกรณีเกิดพหุสัมพันธ์
ระหว่างตัวแปรอิสระ

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2554

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(รองศาสตราจารย์ ดร. ชินนะพงษ์ บำรุงทรัพย์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์



(อาจารย์ ดร. อนุชิต ล้ายอดมรรคผล)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(รองศาสตราจารย์ สมจิต วัฒนชาภากุล)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



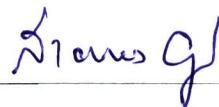
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุธา ตระการเถลิงศักดิ์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(อาจารย์ ดร.รมิตา ศรีเหรา)

คณบดี



(รองศาสตราจารย์ สายทอง อมรรวิเชษฐ์)

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุของตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปรเมื่อตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน โดยวิธีการถดถอยองค์ประกอบหลัก วิธีวิธีดัจรีเกรสชัน ที่มีค่าเบี่ยงต้น และ วิธีมินิซและโคเบรียวิธีดัจรีเกรสชัน เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบได้แก่ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยความเอนเอียงของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุ ปัจจัยที่กำหนดในการศึกษามี 4 ปัจจัยคือ ระดับพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 4 ระดับ ขนาดตัวอย่าง 5 ขนาด ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม 4 ระดับ และระดับความต่างของค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย 6 แบบ ทำการศึกษาจำลองแบบ โดยการทำซ้ำ 1,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์

ผลการศึกษายภายใต้เกณฑ์ AMSE (β) สรุปได้ว่า วิธีวิธีดัจรีเกรสชันที่มีค่าเบี่ยงต้นจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ที่ทุกระดับพหุสัมพันธ์ ทุกขนาดตัวอย่าง และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่าน้อย ส่วนวิธีการถดถอยองค์ประกอบหลักจะมีประสิทธิภาพสูงสุดบางกรณี เช่น ที่ระดับพหุสัมพันธ์สูง ที่ขนาดตัวอย่างเล็ก และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่าน้อย และบางกรณี ที่ระดับพหุสัมพันธ์สูง ที่ขนาดตัวอย่างใหญ่ และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก โดยที่วิธีมินิซและโคเบรียวิธีดัจรีเกรสชันจะมีประสิทธิภาพสูงสุดบางกรณี เช่น ที่ขนาดตัวอย่างเล็กและความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก และบางกรณีที่ระดับพหุสัมพันธ์ต่ำและขนาดตัวอย่างใหญ่ และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก

ผลการศึกษายภายใต้เกณฑ์ ABIAS (β) สรุปได้ว่า วิธีวิธีดัจรีเกรสชันที่มีค่าเบี่ยงต้นจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ที่ทุกระดับพหุสัมพันธ์ ทุกขนาดตัวอย่าง และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่าน้อย ส่วนวิธีการถดถอยองค์ประกอบหลักที่มี 5 องค์ประกอบจะมีประสิทธิภาพสูงสุดบางกรณี เช่น ที่ขนาดตัวอย่างเล็กและความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก และบางกรณีที่ระดับพหุสัมพันธ์สูงและขนาดตัวอย่างเล็ก และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก โดยที่วิธีมินิซและโคเบรียวิธีดัจรีเกรสชันจะมีประสิทธิภาพสูงสุดบางกรณี เช่น ที่ขนาดตัวอย่างใหญ่ และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก และบางกรณีที่ระดับพหุสัมพันธ์ต่ำและขนาดตัวอย่างเล็ก และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก

ผลการศึกษาภายใต้เกณฑ์ AMSE ($\hat{\beta}$) และ ABIAS ($\hat{\beta}$) สรุปได้ว่า วิธีรีดจ์ รีเกรสชันที่มีค่าเบื้องต้นจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ที่ทุกระดับพหุสัมพันธ์ ทุกขนาดตัวอย่าง และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่าน้อย ส่วนวิธีมินิมูมและโคเบรียรีดจ์ รีเกรสชันจะมีประสิทธิภาพสูงสุด บางกรณีในระดับพหุสัมพันธ์ต่ำและขนาดตัวอย่างเล็ก และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก และบางกรณีในระดับพหุสัมพันธ์สูงและขนาดตัวอย่างใหญ่ และความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่ามาก

Abstract

The purpose of this study is to compare the methods of estimating multiple linear regression coefficients of six independent variables with the presence of multicollinearity by comparing method of principal component regression, Ridge Regression with Prior Information method and Muniz and Kibria Ridge Regression method. The comparing criteria are average value of mean square errors ($AMSE(\hat{\beta})$) and average bias of multiple linear regression coefficient's estimate ($ABIAS(\hat{\beta})$) factors of study consisting of 4 levels of positive multicollinearity, 5 levels of sample size, 4 levels of variance of error term and 6 sets of regression coefficients. The results base on 1,000 repetitions in each situation. The main results are as follow

The result of the study under the $AMSE(\hat{\beta})$ as the criterion, Ridge Regression with Prior Information gives the best estimators in terms of least $AMSE(\hat{\beta})$ in the case of all correlation and sample size with small variance of error term. Principal component regression gives the best result some case with high correlation with small sample size and small variance of error term and some case with high correlation with large sample size and large variance of error term. Muniz and Kibria Ridge Regression gives the best result some case with small sample size and large variance of error term and some case with low correlation and large sample size and large variance of error term.

The result of the study under the $ABIAS(\hat{\beta})$ as the criterion, Ridge Regression with Prior Information gives the best estimators in terms of least $ABIAS(\hat{\beta})$ in the case of all correlation and sample size with small variance of error term. Regression with 5 principal components (PC5) gives the best result some case with small sample size and large variance of error term and some case with high correlation and small sample size and large variance of error term. Muniz and Kibria Ridge Regression gives the best result some case with large sample size and large variance of error term and some case with low correlation with small sample size and large variance of error term.

The result of the study under both of $AMSE(\hat{\beta})$ and $ABIAS(\hat{\beta})$ as the criterion, Ridge Regression with Prior Information gives the best result in the case of all correlation

and sample size with small variance of error term. Muniz and Kibria Ridge Regression gives the best result some case with low correlation and small sample size and large variance of error term and some case with low correlation and large sample size and large variance of error term.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความรู้ที่ได้จากคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร. อนุชิต ล้ายอดมรรคผล และ คณะกรรมการวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. ชินนะพงษ์ บำรุงทรัพย์ รศ. สมจิต วัฒนาชยากุล รศ.ดร. สุดา ตระการเถลิงศักดิ์ และ อ.ดร. รมิดา ศรีเหรา ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำ ตลอดจนแก้ไขให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นแรงผลักดันให้ลูกได้เรียนจน สำเร็จ ขอขอบคุณญาติพี่น้อง พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการจัดทำ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

เบญจวรรณ ระหงษ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2554

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพประกอบ.....	(13)
บทที่	
1. บทนำ.....	1-5
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
คำจำกัดความและสัญลักษณ์.....	5
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6-24
ทฤษฎีและสถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	6
การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุ.....	
วิธีการถดถอยองค์ประกอบหลัก.....	6
วิธีรีดจ์ รีเกรสชันที่มีค่าเบี่ยงต้น.....	11
วิธีมินิซและโคเบรียรีดจ์ รีเกรสชัน.....	15

ตัวสถิติที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ.....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3. การดำเนินการวิจัย.....	25-31
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	25
แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	30
4. ผลการวิจัย	32-111
ผลการศึกษาในภาพรวมตามระดับของแต่ละปัจจัย	34
ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีการตามปัจจัยต่าง ๆ	47
ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่า AMSE (β) และ ABIAS (β) ในแต่ละสถานการณ์	64
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	112-121
สรุปผลการวิจัย.....	112
ข้อเสนอแนะ	121
บรรณานุกรม	122-123
ภาคผนวก	
ก. โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย.....	124-137
ประวัติการศึกษา.....	138

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
4.1.1	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_0$) กรณีพิจารณาพิจารณาที่สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุเมื่อค่าคงที่ของสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเปลี่ยนจาก 1 เป็น 5.....	45
4.1.2	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_0$) กรณีพิจารณาพิจารณาที่สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเปลี่ยนจาก 1 เป็น 5.....	46
4.2.1	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_j$) ของทั้ง 6 วิธี.....	47
4.2.2	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_{mcl}$) จำแนกตามระดับพหุสัมพันธ์ 4 ระดับ.....	49
4.2.3	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_{mcl}$) จำแนกตามระดับพหุสัมพันธ์ 4 ระดับ.....	49
4.2.4	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_{mcl}$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง 5 ระดับ.....	50
4.2.5	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_{ind}$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง 5 ระดับ.....	50
4.2.6	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_{mcl}$) จำแนกตามความแปรปรวน 4 ระดับ.....	51
4.2.7	ค่า AMSE ($\hat{\beta}_{ind}$) จำแนกตามความแปรปรวน 4 ระดับ.....	51
4.2.8	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}_{mcl}$) จำแนกตามระดับพหุสัมพันธ์ 4 ระดับ.....	52
4.2.9	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}_{ind}$) จำแนกตามระดับพหุสัมพันธ์ 4 ระดับ.....	52
4.2.10	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}_{mcl}$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง 5 ระดับ.....	53
4.2.11	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}_{ind}$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง 5 ระดับ.....	53
4.2.12	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}_{mcl}$) จำแนกตามความแปรปรวน 4 ระดับ.....	54
4.2.13	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}_{ind}$) จำแนกตามความแปรปรวน 4 ระดับ.....	54
4.2.14	ค่า AMSE ($\hat{\beta}$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง.....	55
4.2.15	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง.....	55
4.2.16	ค่า AMSE ($\hat{\beta}$) จำแนกตามระดับพหุสัมพันธ์.....	56
4.2.17	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) จำแนกตามระดับพหุสัมพันธ์.....	56
4.2.18	ค่า AMSE ($\hat{\beta}$) จำแนกตามความแปรปรวน.....	57
4.2.19	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) จำแนกตามความแปรปรวน.....	57
4.2.20	ค่า AMSE ($\hat{\beta}$) กรณีพิจารณาที่ขนาดตัวอย่าง และระดับพหุสัมพันธ์.....	58

4.3.38	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1 $\beta = [5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	101
4.3.39	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 9 $\beta = [5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	102
4.3.40	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 25 $\beta = [5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	103
4.3.41	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 0.25 $\beta = [1 \ 5 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	104
4.3.42	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1 $\beta = [1 \ 5 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	105
4.3.43	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 9 $\beta = [1 \ 5 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	106
4.3.44	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 25 $\beta = [1 \ 5 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	107
4.3.45	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 0.25 $\beta = [5 \ 1 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	108
4.3.46	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1 $\beta = [5 \ 1 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	109
4.3.47	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 9 $\beta = [5 \ 1 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	110
4.3.48	ค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 25 $\beta = [5 \ 1 \ 5 \ 5 \ 1 \ 1 \ 1]'$	111
5.1	ผลสรุปของวิธีการที่มีค่า AMSE ($\hat{\beta}$) ต่ำสุด จำแนกตามความแปรปรวน ขนาดตัวอย่าง และระดับพหุสัมพันธ์	115
5.2	ผลสรุปของวิธีการที่มีค่า ABIAS ($\hat{\beta}$) ต่ำสุด จำแนกตามความแปรปรวนขนาดตัวอย่าง และระดับพหุสัมพันธ์	118

5.3 ผลสรุปของวิธีการที่มีค่า AMSE ($\hat{\beta}$) ต่ำสุด และ ABIAS ($\hat{\beta}$) ต่ำสุด จำแนกตามความ แปรปรวนขนาดตัวอย่าง และระดับพหุสัมพันธ์.....	120
--	-----

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของวิธีรูดจ์ รีเกรสชัน ที่มีค่าเบี่ยงต้น	14
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	30
4.1.1 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี RJ กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์	34
4.1.2 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PCA กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	34
4.1.3 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PC3 กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	34
4.1.4 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PC4 กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	34
4.1.5 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PC5 กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	35
4.1.6 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี RM กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	35
4.1.7 ค่า $MSE(\hat{\beta}_4)$ ของ วิธี RJ กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	35
4.1.8 ค่า $MSE(\hat{\beta}_4)$ ของ วิธี PCA กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	35
4.1.9 ค่า $MSE(\hat{\beta}_4)$ ของ วิธี PC3 กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	36
4.1.10 ค่า $MSE(\hat{\beta}_4)$ ของ วิธี PC4 กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	36
4.1.11 ค่า $MSE(\hat{\beta}_4)$ ของ วิธี PC5 กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	36
4.1.12 ค่า $MSE(\hat{\beta}_4)$ ของ วิธี RM กรณีพิจารณาที่ระดับพหุสัมพันธ์.....	36
4.1.13 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี RJ กรณีพิจารณาที่ขนาดตัวอย่าง	37
4.1.14 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PCA กรณีพิจารณาที่ขนาดตัวอย่าง	37
4.1.15 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PC3 กรณีพิจารณาที่ขนาดตัวอย่าง.....	37
4.1.16 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PC4 กรณีพิจารณาที่ขนาดตัวอย่าง.....	37
4.1.17 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PC5 กรณีพิจารณาที่ขนาดตัวอย่าง.....	37
4.1.18 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี RM กรณีพิจารณาที่ขนาดตัวอย่าง.....	37
4.1.19 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี RJ กรณีพิจารณาที่ความแปรปรวน.....	38
4.1.20 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PCA กรณีพิจารณาที่ความแปรปรวน.....	38
4.1.21 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PC3 กรณีพิจารณาที่ความแปรปรวน	38
4.1.22 ค่า $MSE(\hat{\beta}_1)$ ของ วิธี PC4 กรณีพิจารณาที่ความแปรปรวน	38

