การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบ่งส่วน วิธีการถดถอยองค์ประกอบ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

นางสาวกรรณิกาณ์ หิรัญกสิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-850-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T15467913

A COMPARISON OF PARAMETER ESTIMATION IN MULTIPLE REGRESSION BY PARTIAL LEAST SQUARE METHOD, PRINCIPAL COMPONENT REGRESSION METHOD, AND ORDINARY LEAST SQUARE METHOD IN THE CASE OF EXISTING MULTICOLLINEARITY AMONG INDEPENDENT VARIABLES

Miss Kannigar Hirunkasi

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-638-850-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบ่งส่วน วิธีการถดถอยองค์ประกอบ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

โดย : นางสาว กรรณิกาณ์ หิรัญกสิ

ภาควิชา : สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร)

_____ กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร)

_____ กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มณฑา พัววิไล)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

กรรณิกาณ์ หิรัญกสิ : การเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบ่งส่วน วิธีการถดถอยองค์ประกอบ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (A COMPARISON OF PARAMETER ESTIMATION IN MULTIPLE REGRESSION BY PARTIAL LEAST SQUARE METHOD, PRINCIPAL COMPONENT REGRESSION METHOD, AND ORDINARY LEAST SQUARE METHOD IN THE CASE OF EXISTING MULTICOLLINEARITY AMONG INDEPENDENT VARIABLES) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ธีระพร วีระถาวร, 264 หน้า. ISBN 974-638-850-9.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ วิธีการเปรียบเทียบที่นำมาพิจารณาคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบ่งส่วน (PLS) วิธีการถดถอยองค์ประกอบ (PCR) และวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) เกณฑ์การเปรียบเทียบ คือ อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการพยากรณ์ จำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัยเท่ากับ 5, 8 และ 12 ขนาดตัวอย่างที่ใช้เท่ากับจำนวนตัวแปรอิสระบวกด้วย 40 ความคลาดเคลื่อนเป็นกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มจากการแจกแจงปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระมี 2 ลักษณะคือ พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม ซึ่งในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 จำนวนตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์ คือ 3, 4 และ 5 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 จำนวนตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์ คือ 5, 6, 7 และ 8 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 จำนวนตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์คือ 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 และพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 2 กลุ่ม ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 จำนวนตัวแปรที่มีพหุสัมพันธ์กันในแต่ละกลุ่ม คือ (3,3), (3,4) และ (4,4) ตามลำดับ และในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 จำนวนตัวแปรที่มีพหุสัมพันธ์กันในแต่ละกลุ่มคือ (3,3), (4,4), (4,5), (5,5) และ (6,6) ตามลำดับ โดยกำหนดระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.60, 0.70, 0.80, 0.95, 0.975 และ 0.999

ผลการวิจัยได้ข้อสรุปในแต่ละวิธีการดังนี้ คือ วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการพยากรณ์ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันไม่มากนัก หรือไม่เกินครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมด ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 และในทุกระดับความสัมพันธ์ สำหรับวิธี PCR มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการพยากรณ์ในกรณีที่ตัวแปรอิสระทุกตัวมีความสัมพันธ์กันไม่ว่าจะเป็นพหุสัมพันธ์ 1 กลุ่ม หรือ 2 กลุ่มก็ตาม และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าสูง ส่วนวิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการพยากรณ์ในกรณีที่ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันมีจำนวนเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมด และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 7.0 และ 10.0 และในบางกรณีซึ่งระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.95, 0.975 และ 0.999 โดยที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 5.0

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการพยากรณ์ (AMSEP) ของวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในแต่ละวิธีเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย คือ จำนวนตัวแปรอิสระและลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ โดยที่ค่า AMSEP ของแต่ละวิธีจะแปรผันตามหรือแปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระในบางกรณีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันและลักษณะของความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ

ภาควิชา สถิติ	ลายมือชื่อนิสิต กรรณิกาณ์ หิรัญกสิ
สาขาวิชา สถิติ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

#C723872 : MAJOR STATISTICS
KEY WORD: MULTICOLLINEARITY / PRINCIPAL COMPONENT REGRESSION / PARTIAL LEAST SQUARE / CROSS-VALIDATION

KANNIGAR HIRUNKASI : A COMPARISON OF PARAMETER ESTIMATION IN MULTIPLE REGRESSION BY PARTIAL LEAST SQUARE METHOD, PRINCIPAL COMPONENT REGRESSION METHOD, AND ORDINARY LEAST SQUARE METHOD IN THE CASE OF EXISTING MULTICOLLINEARITY AMONG INDEPENDENT VARIABLES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. THEERAPORN VERATHAWORN, Ph.D. 264 pp. ISBN 974-638-850-9.

The objective of this study is to compare the parameter estimations of multiple regression coefficient when multicollinearity is occured. The methods under consideration are : partial least square method (PLS), principal component regression method (PCR) and ordinary least square method. The criterion of comparison is a ratio of average mean square error of prediction (AMSEP). Number of independent variables (IVs) in the study are 5, 8 and 12. Sample sizes dare mumber of independent variables add with 40. Error in the model are random variables sampling from normal distribution with zero mean and various standard deviations, i.e. 1.0,3.0,5.0,7.0 and 10.0. Multicollinearity patterns among IVs have two types. First type is multicollinearity among one group of IVs which are correlations among 3, 4 and 5 IVs if number of IVs is 5, among 5,6,7 and 8 if number if IVs is 8 and among 7,8,9,10,11 and 12 IVs if mumber of IVs is 12. The other type is multicollinearity among two groups which correlations among each group are (2,2) and (2,3) if number of IVs is 5, correlation among each group are (3,3), (3,4) and (4,4), respectively if number of IVs is 8 and finally correlation among each groups are (3,3), (4,4), (4,5), (5,5) and (6,6), respectively if number of IVs is 12. The correlation levels for each case are 0.60, 0.70, 0.80. 0.95, 0.975 and 0.999.

The result of this study is that OLS is the method, having th best efficiency for prediction in regression model if it has multicollinearity among IVs less than half of number of total IVs and error variance is 1.0. PCR is the best method if it has multicollinearity among all IVs and high correlation degree. And PLS is the best method if it has multicollinearity among many IVs and high error variances (7.0 and 10.0) and in some cases that correlation level is 0.95, 0.975 and 0.999 at error variance is 5.0.

The factors that affected AMSEP in regression estimation which are ranked from the most are the number of independent variables and type of multicollinearity, error variance and correlation degree. The value of AMSEP of 3 methods are increased when error variance increased and they increased or decreased in some case when the degrees of correlation increased depend on the number of IVs occured multicollinearity and type of multicollinearity.

ภาควิชา สถิติ	ลายมือชื่อนิสิต กรรณิการ์ หิรัญกสิ
สาขาวิชา สถิติ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาสละเวลาในการตรวจทานและแก้ไข ตลอดจนคณาจารย์ในภาควิชาสถิติทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่ส่งเสริมและสนับสนุนด้านการศึกษาของผู้วิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

กรรณิกาณ์ หิรัญกสิ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ญ
สารบัญกราฟ.....ฌ
บทที่
1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....3
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น.....3
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....3
1.6 เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ.....6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....8
2 ทฤษฎีและตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง.....9
2.1 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วย
วิธีกำลังสองน้อยสุด.....9
2.2 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธี
การถดถอยองค์ประกอบหลัก.....11
2.3 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธี
กำลังสองน้อยสุดแบ่งส่วน.....16
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....26
3.1 แผนการทดลอง.....26
3.2 ขั้นตอนการวิจัย.....29
4 ผลการวิจัย.....37
4.1 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4 ผลการวิจัย (ต่อ)

ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 38

4.2 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ

ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 71

4.3 การเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ

ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12.....117

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....196

5.1 สรุปผลการวิจัย.....196

5.2 อภิปรายผล.....201

5.3 ข้อเสนอแนะ.....205

รายการอ้างอิง.....235

ภาคผนวก.....237

ประวัติผู้วิจัย.....264

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย	34
4.1.1	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 1 กลุ่ม	40
4.1.2 (a)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60	43
4.1.2 (b)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70	45
4.1.2 (c)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80	47
4.1.2 (d)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95	49
4.1.2 (e)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975	51
4.1.2 (f)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999	53
4.1.3	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม	55
4.1.4 (a)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 1 กลุ่มและ 3 ตัวแปร1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.1.4 (b) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 1 กลุ่มและ 3 ตัวแปร1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70 59

4.1.4 (c) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 1 กลุ่มและ 3 ตัวแปร1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80..... 61

4.1.4 (d) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 1 กลุ่มและ 3 ตัวแปร1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95..... 63

4.1.4 (e) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 1 กลุ่มและ 3 ตัวแปร1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975 65

4.1.4 (f) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 1 กลุ่มและ 3 ตัวแปร1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999 67

4.1.5 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม..... 69

4.2.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม..... 73

4.2.2 (a) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60..... 75

4.2.2 (b) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70..... 77

4.2.2 (c) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80 79

4.2.2 (d) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95 81

4.2.2 (e) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975 83

4.2.2 (f) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999 85

4.2.3 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 6 ตัวแปร 1 กลุ่ม 87

4.2.4 (a) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 3 ตัวแปร 1 กลุ่ม
เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60 89

4.2.4 (b) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 3 ตัวแปร 1 กลุ่ม
เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70 91

4.2.4 (c) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 3 ตัวแปร 1 กลุ่ม
เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80 93

4.2.4 (d) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 3 ตัวแปร 1 กลุ่ม
เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95 95

4.2.4 (e) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 3 ตัวแปร 1 กลุ่ม
เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975 97

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.2.4 (f) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 3 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999 99

4.2.5 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 7 ตัวแปร 1 กลุ่ม..... 101

4.2.6 (a) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60 103

4.2.6 (b) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70..... 105

4.2.6 (c) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80 107

4.2.6 (d) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95 109

4.2.6 (e) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975 111

4.2.6 (f) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999.. 113

4.2.7 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 8 ตัวแปร 1 กลุ่ม 115

4.3.1 (a) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60 121

4.3.1 (b) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70 123

4.3.1 (c) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80 126

4.3.1 (d) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95 128

4.3.1 (e) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975 130

4.3.1 (f) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999 132

4.3.2 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 7 ตัวแปร 1 กลุ่ม 134

4.3.3 (a) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60 136

4.3.3 (b) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70 138

4.3.3 (c) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12
ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80 140

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.3.3 (d) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95 142

4.3.3 (e) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975 144

4.3.3 (f) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999 146

4.3.4 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 8 ตัวแปร 1 กลุ่ม 148

4.3.5 (a) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรก เท่ากับ 0.60 150

4.3.5 (b) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรก เท่ากับ 0.70 152

4.3.5 (c) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรก เท่ากับ 0.80 154

4.3.5 (d) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรก เท่ากับ 0.95 156

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.3.5 (e) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรก เท่ากับ 0.975 158

4.3.5 (f) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม และ 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรก เท่ากับ 0.999 160

4.3.6 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 9 ตัวแปร 1 กลุ่ม 162

4.3.7 (a) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60 164

4.3.7 (b) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70 166

4.3.7 (c) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80 168

4.3.7 (d) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95 170

4.3.7 (e) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975 172

4.3.7 (f) การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับ

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
	ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999	174
4.3.8	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 10 ตัวแปร 1 กลุ่ม	176
4.3.9	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 11 ตัวแปร 1 กลุ่ม	178
4.3.10 (a)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 6 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.60	181
4.3.10 (b)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 6 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.70	183
4.3.10 (c)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 6 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.80	185
4.3.10 (d)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 6 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.95	187
4.3.10 (e)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 6 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.975	189
4.3.10 (f)	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 6 ตัวแปร 2 กลุ่ม เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกลุ่มแรกเท่ากับ 0.999	191
4.3.11	การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 12 ตัวแปร 1 กลุ่ม	193
5.1.1	การเปรียบเทียบค่า AMSEP โดยรวมในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม	201

สารบัญกราฟ

กราฟที่ หน้า

5.1.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 202

5.1.2 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.0....203

5.1.3 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.0 204

5.1.4 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.0 205

5.1.5 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10.0 206

5.2.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 213

5.2.2 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.0 214

5.2.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.0 215

5.2.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.0 216

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

5.2.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10.0 217

5.3.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 224

5.3.2 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.0 225

5.3.3 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.0 226

5.3.4 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.0 227

5.3.5 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10.0 228