การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วมกับวิธีดั้งเดิมเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ

นางสาวมณฑิรา ดวงสาพล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF COEFFICIENT ESTIMATION METHODS IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION BY USING JOINT LEAST SQUARES METHOD AND ORIGINAL METHODS WITH MEASUREMENT ERRORS OF INDEPENDENT VARIABLES

Miss. Monthira Duangsaphon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Statistics Program in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วมกับวิธีดั้งเดิมเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ
โดย	นางสาวมณฑิรา ดวงสาพล
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ ตันละมัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.อรุณี กำลัง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มณฑิรา ดวงสาพล : การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วมกับวิธีดั้งเดิมเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ. (A COMPARISON OF COEFFICIENT ESTIMATION METHODS IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION BY USING JOINT LEAST SQUARES METHOD AND ORIGINAL METHODS WITH MEASUREMENT ERRORS OF INDEPENDENT VARIABLES) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ธีระพร วีระถาวร, 217 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ โดยจะเปรียบเทียบ 4 วิธี ได้แก่ วิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares method (OLS)) วิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Total Least Squares method (TLS)) วิธีการสร้างจากโมเมนต์ (Moment Reconstruction method (MR)) วิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (Joint Least Squares method (JLS)) เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจคือเกณฑ์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Average Mean Squares (AMSE)) และสิ่งที่เป็นส่วนประกอบการตัดสินใจคือ อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Ratio of Different Average Mean Squares Error (RDAMSE)) สถานการณ์ที่ศึกษาเป็นดังนี้ กำหนด $\underset{\sim}{\beta} = (1,1,...,1)'$ ขนาดตัวอย่างที่ศึกษาคือ 30 50 100 200 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 100 200 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 100 200 250 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ตัวแปรอิสระทุกตัวมีความคลาดเคลื่อนซึ่งความคลาดเคลื่อนสุ่มในตัวแปรอิสระแต่ละตัว $(\underset{\sim}{e}_{x_j})$ มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 1.0 ตามลำดับ ความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 1.0 ตามลำดับ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากการจำลองแบบโดยวิธีมอนติคาร์โลซึ่งกระทำซ้ำ 500 รอบ ในแต่ละสถานการณ์ ผลของการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

การเปรียบเทียบค่า AMSE ของทั้ง 4 วิธี พบว่า กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.1 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือวิธี OLS MR และ JLS ซึ่งมีค่า AMSE ใกล้เคียงกัน กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.3 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือวิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.5 เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.5 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี JLS และ MR ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7 และ 1.0 วิธี JLS ให้ค่า AMSE ต่ำสุด กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.7 เมื่อขนาดตัวอย่างน้อย วิธี TLS ให้ค่า AMSE ต่ำสุด ส่วนขนาดตัวอย่างปานกลางและมาก วิธี JLS ให้ค่า AMSE ต่ำสุด และกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 1.0 เมื่อขนาดตัวอย่างน้อยและปานกลาง วิธี TLS ให้ค่า AMSE ต่ำสุด ส่วนขนาดตัวอย่างมาก วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS

ปัจจัยที่มีผลต่อค่า AMSE ของทุกวิธีคือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในตัวแปรตาม จำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่าง

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต.....มณฑิรา ดวงสาพล.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4882238426 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : MEASUREMENT ERRORS / ORDINARY LEAST SQUARES METHOD / TOTAL LEAST SQUARES METHOD / MOMENT RECONSTRUCTION METHOD / JOINT LEAST SQUARES METHOD

MONTHIRA DUANGSAPHON : A COMPARISON OF COEFFICIENT ESTIMATION METHODS IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION BY USING JOINT LEAST SQUARES METHOD AND ORIGINAL METHODS WITH MEASUREMENT ERRORS OF INDEPENDENT VARIABLES.

THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. THEERAPORN VERATHAWORN, 217 pp.

The objective of this research is to compare the accuracy of regression-coefficient estimation of multiple-regression with errors in independent variables. This research compares four multiple-regression-coefficient estimation methods: Ordinary Least Squares method (OLS), Total Least Squares method (TLS), Moment Reconstruction method (MR) and Joint Least Squares method (JLS). The measurements for making decision are Average Mean Squares Error (AMSE) and Ratio of Different Average Mean Squares Error (RDAMES). As for the case study, we specify $\underset{\sim}{\beta} = (1,1,\ldots,1)'$, the number of independent variables is equal to 3 for sample sizes of 30, 50, 100, 200 and 300. The number of independent variables is equal to 5 for the sample sizes of 50, 70, 100, 200 and 300. The number of independent variables is equal to 7 for the sample sizes of 70, 100, 200, 250 and 300. All independent variables have errors in which random error of each independent variable $(\underset{\sim x_j}{e})$ has the average of normal distribution equal to 0 and standard deviations equal to 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 and 1.0, respectively. The distribution of error in dependent variable $(\underset{\sim}{u})$ is normal distribution with mean equal to 0 and standard deviations equal to 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 and 1.0, respectively. The data for this research is simulated by using the Monte Carlo simulation technique with 500 replications for each case. The results of this research are as follow;

According to the comparison of AMSE from four referred methods, we found that when the standard deviation of errors in independent variables is equal to 0.1, OLS MR and JLS indifferently contributed the lowest AMSE. Next, when the standard deviation of errors in independent variables is equal to 0.3, MR and JLS indifferently contributed the lowest AMSE. In case that the standard deviation of errors in independent variables is equal to 0.5, the standard deviation of error in dependent variable is equal to 0.1, 0.3 and 0.5, MR and JLS indifferently contributed the lowest AMSE. Moreover, when the standard deviation of error in dependent variable is equal to 0.7 and 1.0, only JLS is the best method. In case that the standard deviation of errors in independent variables is equal to 0.7, TLS is the best method for small sample size while JLS method is the most appropriate for medium and large sample size. Furthermore, when the standard deviation of errors in independent variables is equal to 1.0, TLS method is the best method for small and medium sample size while JLS method is the most appropriate for large sample size.

From all methods, the factors that effect to AMSE are the standard deviation of error in independent variables, the standard deviation of error in dependent variables, the number of independent variables and sample size.

Department Statistics
Field of study Statistics
Academic year 2007

Student's signature Monthira Duangsaphon
Advisor's signature Theeraporn Verathaworn

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายฝ่ายด้วยกัน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี อาจารย์ ดร. อรุณี กำลัง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ ในฐานะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำชี้แนะอันเป็นประโยชน์ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะ เนียมมณี และ อาจารย์ ทิพวัลย์ สันติวิภานนท์ อาจารย์ที่ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และครู–อาจารย์ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่การศึกษาขั้นต้นจนถึงปัจจุบัน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์กิตติคุณ บัณฑิต กันตะบุตร ผู้ก่อตั้งภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ส่งเสริมและสนับสนุนด้านการเรียนของผู้วิจัยและเป็นกำลังใจให้เสมอมาจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือเสมอมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญภาพ.....ด

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....4

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น.....4

1.4 สมมติฐานการวิจัย.....5

1.5 ขอบเขตการวิจัย.....5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5

1.7 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ.....6

บทที่ 2 ทฤษฎีและตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อน ในตัวแปรอิสระโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด.....8

2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อน ในตัวแปรอิสระโดยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด.....9

2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อน ในตัวแปรอิสระโดยวิธีการสร้างจากโมเมนต์.....12

2.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อน ในตัวแปรอิสระโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม.....16

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....19

3.1 การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โล.....19

3.2 แผนการทดลอง.....20

3.3 ขั้นตอนการวิจัย.....21

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....33
4.1 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1.....35
4.2 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.3.....67
4.3 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.5.....99
4.4 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7.....131
4.5 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 1.0.....164
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....200
5.1 สรุปผลการวิจัย.....201
5.1.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย.....201
5.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธี.....202
5.1.3 ผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ.....202
5.2 ข้อเสนอแนะ.....207

รายการอ้างอิง.....208
ภาคผนวก.....209
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....217

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....35

4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....36

4.3 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....37

4.4 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....41

4.5 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....42

4.6 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....43

4.7 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....47

4.8 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....48

4.9 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่า อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....49

ตารางที่ หน้า

4.10 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....53
4.11 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....54
4.12 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....55
4.13 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....59
4.14 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....60
4.15 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....61
4.16 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....67
4.17 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....68
4.18 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....69
4.19 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....73

ตารางที่ หน้า

4.20 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....74
4.21 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....75
4.22 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....79
4.23 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....80
4.24 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....81
4.25 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....85
4.26 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....86
4.27 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....87
4.28 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....91
4.29 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....92

ตารางที่ หน้า

4.30 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....93
4.31 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....99
4.32 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....100
4.33 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....101
4.34 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....105
4.35 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....106
4.36 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....107
4.37 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....111
4.38 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....112
4.39 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....113

ตารางที่ หน้า

4.40 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....117
4.41 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....118
4.42 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....119
4.43 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....123
4.44 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....124
4.45 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....125
4.46 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....131
4.47 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....132
4.48 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....133
4.49 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....137

ตารางที่ หน้า

4.50 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....138
4.51 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....139
4.52 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....143
4.53 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....144
4.54 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....145
4.55 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....149
4.56 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....150
4.57 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....151
4.58 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....156
4.59 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....157

ตารางที่ หน้า

4.60 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....158
4.61 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....164
4.62 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....165
4.63 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 166
4.64 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....170
4.65 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....171
4.66 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....172
4.67 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....176
4.68 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....177
4.69 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....178

ตารางที่ หน้า

4.70 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....182

4.71 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....183

4.72 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....184

4.73 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3.....189

4.74 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5.....190

4.75 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7.....191

5.1 แสดงผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ.....204

5.2 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ในเชิงปฏิบัติ.....215

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

3.1 แผนผังสำหรับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....22

3.2 แสดงผังงานขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี OLS.....25

3.3 แสดงผังงานขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี TLS.....27

3.4 แสดงผังงานขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี MR.....29

3.5 แสดงผังงานขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี JLS.....31

4.1 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 38

4.2 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 39

4.3 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 44

4.4 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 45

4.5 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 50

4.6 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 51

4.7 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 56

4.8 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 57

รูปที่ หน้า

4.9 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 62

4.10 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 63

4.ก แผนผังสรุปส่วนที่ 4.1 65

4.11 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 70

4.12 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 71

4.13 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 76

4.14 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 77

4.15 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 82

4.16 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 83

4.17 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 88

4.18 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 89

รูปที่ หน้า

4.19 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 94

4.20 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 95

4.ข แผนผังสรุปส่วนที่ 4.2 97

4.21 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 102

4.22 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 103

4.23 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 108

4.24 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 109

4.25 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 114

4.26 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 115

4.27 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 120

4.28 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 121

รูปที่ หน้า

4.29 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 126
4.30 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 127
4.ค แผนผังสรุปส่วนที่ 4.3 129
4.31 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 134
4.32 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 135
4.33 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 140
4.34 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 141
4.35 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 146
4.36 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 147
4.37 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ ขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 152
4.38 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และ จำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 153

รูปที่ หน้า

4.39 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 159
4.40 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 160
4.ง แผนผังสรุปส่วนที่ 4.4.....162
4.41 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 167
4.42 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$ 168
4.43 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 173
4.44 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$ 174
4.45 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 179
4.46 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$ 180
4.47 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 185
4.48 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$ 186

รูปที่ หน้า

4.49 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 192

4.50 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$ 193

4.จ แผนผังสรุปส่วนที่ 4.5.....196

5.1 แผนผังผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในเชิงทฤษฎี.....205

5.2 แผนผังผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในเชิงปฏิบัติ.....206

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น (linear regression analysis) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นทางด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์และอุตสาหกรรม เป็นต้น การวิเคราะห์นี้เป็นวิธีการทางสถิติที่นำมาใช้เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (dependent variable) และตัวแปรอิสระ (independent variables) ซึ่งตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม และเพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลเพียงพอสำหรับการวิจัยนั้น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาคำตอบเพื่อการคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคตหรือที่เรียกว่าการพยากรณ์ การถดถอยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression) และการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multiple linear regression) ซึ่งในสภาพความเป็นจริงการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจะช่วยให้การพยากรณ์ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นเพราะตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอาจมีได้มากกว่า 1 ตัวแปร

ปัญหาของการวิเคราะห์การถดถอยนั้น ความคลาดเคลื่อนอาจจะเกิดได้ทั้งในตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเหล่านี้อาจเกิดจากการวัด (measurement error) หรืออาจเกิดจากการสังเกต (observation error) เป็นต้น ดังนั้นในการวิเคราะห์เกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณค่าประมาณที่ได้อาจไม่ถูกต้องและไม่น่าเชื่อถือ ฉะนั้นการสร้างตัวแบบการถดถอยควรคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดในการวัดค่าตัวแปรด้วย

ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจะอยู่ในรูปของ

(1.1.1) $$\underset{\sim}{y} = X^{*}\beta + \underset{\sim}{u}$$

ซึ่งในกรณีที่ตัวแปรอิสระมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นจะไม่สามารถสังเกตค่าที่แท้จริงของตัวแปรอิสระ X^{*} ได้ จึงต้องมีการประมาณค่าสังเกต และในการประมาณค่าสังเกตจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นฉะนั้นตัวแปรที่สังเกตค่าได้ (X) ที่ใช้แทนตัวแปรอิสระ X^{*} สามารถเขียนได้ในรูปสมการดังนี้

(1.1.2) $$X = X^{*} + E_{x}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{y}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

X^{*} เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (noise-free in X) ขนาด $n \times (p+1)$

X เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times (p+1)$

$\underset{\sim}{u}$ เป็นเวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$

E_x เป็นเมทริกซ์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times (p+1)$ ในตัวแปรอิสระ X มีรูปแบบดังนี้

$$E_x = \left[\underset{\sim}{0} \quad \underset{\sim}{e}_{x_1} \quad \underset{\sim}{e}_{x_2} \quad \ldots \quad \underset{\sim}{e}_{x_p} \right] n$$

โดยที่ $\underset{\sim}{e}_{x_j}$ มีขนาด $n \times 1,\ j = 1,2,\ldots, p$

$\underset{\sim}{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าขนาด $(p+1) \times 1$

n เป็นขนาดตัวอย่าง

และ p เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

จากสมการ (1.1.1) และ (1.1.2) จะได้ว่าตัวแบบถดถอยพหุคูณซึ่งพิจารณาเทอมของตัวแปรอิสระ X ที่สามารถสังเกตค่าได้มีรูปแบบดังนี้

$$\begin{aligned} \underset{\sim}{y} &= (X - E_x)\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u} \\ &= X\underset{\sim}{\beta} - E_x\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u} \\ &= X\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon} \end{aligned} \tag{1.1.3}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{\varepsilon} = -E_x\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u}$

จากสมการ (1.1.2) จะเห็นได้ว่าตัวแปรอิสระ X และตัวแปรความคลาดเคลื่อน E_x มีความสัมพันธ์กัน และเนื่องจาก $\underset{\sim}{\varepsilon} = -E_x\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u}$ จึงได้ว่าตัวแปรอิสระ X และตัวแปรความคลาดเคลื่อน $\underset{\sim}{\varepsilon}$ ไม่เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งขัดแย้งกับข้อตกลงเบื้องต้นในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดทั่วไป (Ordinary Least Squares method (OLS)) ที่ว่า ตัวแปรอิสระ X และตัวแปรความคลาดเคลื่อน $\underset{\sim}{\varepsilon}$ ต้องเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณจึงควรจะหาวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยให้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจากงานวิจัยและบทความต่าง ๆ ดังนี้

ในปี ค.ศ. 2004 ลอเรน เอส ฟรีดแมน (Laurence S. Freedman) วิทาลี เฟนเบอค (Vitaly Fainberg) วิคเตอร์ คิปนิส (Victor Kipnis) ดักลาส มายทูน (Douglas Midthune) และ เรมอน เจ คาโร (Raymond J. Carroll) ได้เสนอเกี่ยวกับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อมีความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์ (Moment Reconstruction method (MR)) หลักการคือการกำหนดตัวแปร X_{mr} ขึ้นมาใหม่ โดยทดสอบโมเมนต์อันดับที่ 1 และ

โมเมนต์อันดับที่ 2 ของตัวแปร X_{mr} และตัวแปรอิสระ X_1^* เมื่อกำหนดตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$ ซึ่งได้ว่ามีค่าเท่ากันกล่าวคือ $E(X_{mr}|\underset{\sim}{y}) = E(X_1^*|\underset{\sim}{y})$ และ $\text{cov}(X_{mr}|\underset{\sim}{y}) = \text{cov}(X_1^*|\underset{\sim}{y})$ ดังนั้น ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี MR คือ

(1.1.4) $$\underset{\sim}{\hat{\beta}}_{mr} = \left(\hat{X}_{mr}'\hat{X}_{mr}\right)^{-1}\hat{X}_{mr}'\underset{\sim}{z}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{z} = \underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y})$

ซึ่งรายละเอียดของวิธี MR ได้กล่าวไว้ใน**บทที่ 2 หัวข้อ 2.3**

ในปี ค.ศ. 2004 คิวริโน ปารีส (Quirino Paris) ได้เสนอเกี่ยวกับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression) และการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multiple linear regression) เมื่อมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในตัวแปรอิสระโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (Joint Least Squares method (JLS)) ซึ่งหลักการคือ การเลือกค่า $\underset{\sim}{\beta}$ ที่จะทำให้ผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระและตัวแปรตามให้มีค่าต่ำสุดโดยมีสูตรดังนี้

(1.1.5) $$\min_{\underset{\sim}{\beta}_1} JLS = \min_{\underset{\sim}{\beta}_1} \frac{1}{1+\sum_{j=1}^{p}\lambda_j\beta_j^2}(\underset{\sim}{z} - W\underset{\sim}{\beta}_1)'(\underset{\sim}{z} - W\underset{\sim}{\beta}_1)$$

เมื่อ $\underset{\sim}{z} = \underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y})$ และ $W = X_1 - E(X_1)$

ซึ่งรายละเอียดของวิธี JLS ได้กล่าวไว้ใน**บทที่ 2 หัวข้อ 2.4**

ในปี พ.ศ. 2546 วุฒิพงษ์ เดโชดมพันธ์ ได้เสนอวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับเรื่องการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระและความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในตัวแปรอิสระทุกตัวมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน โดยได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยทั้งหมด 3 วิธีได้แก่ วิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares method (OLS)) วิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Total Least Squares method (TLS)) และวิธีการถดถอยของตัวแปรแฝงเชิงเบส์ (Bayesian Latent Variable Regression method (BLVR)) โดยผลงานวิจัยสรุปได้ดังนี้ การเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความ

คลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ พบว่าการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธี OLS จะให้ผลดีเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามมีระดับต่ำ กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามมีระดับปานกลางและระดับสูง วิธี BLVR จะให้ผลดีเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระมาก ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระน้อย วิธี OLS จะดีเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่ามากโดยขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมจะแปรผันตามจำนวนตัวแปรอิสระ แต่กรณีที่ขนาดตัวอย่างตัวอย่างน้อยวิธีที่ดีที่สุดคือ วิธี BLVR และในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับปานกลางและสูง วิธี BLVR จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้ดีที่สุด รองลงมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ตามลำดับ ในทุกสถานการณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สนใจทำการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแบบถดถอยเชิงพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ 4 วิธี คือ

1. วิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares method (OLS))
2. วิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Total Least Squares method (TLS))
3. วิธีการสร้างจากโมเมนต์ (Moment Reconstruction method (MR))
4. วิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (Joint Least Squares method (JLS))

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความถูกต้องของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระด้วยวิธี OLS TLS MR และ JLS

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. รูปแบบทั่วไปของสมการถดถอยพหุคูณมีรูปแบบดังสมการ (1.1.3)

2. ตัวแปรทุกตัวมีความคลาดเคลื่อน

3. ความคลาดเคลื่อนสุ่มในตัวแปรอิสระแต่ละตัว $(\underset{\sim}{e}_{x_j} \quad (n\times 1))$ และตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ เป็นตัวแปรสุ่มที่การแจกแจง $N_n(\underset{\sim}{0}, \sigma^2_{e_{x_j}} I_n)$ และ $N_n(\underset{\sim}{0}, \sigma^2_u I_n)$ ตามลำดับ

4. ความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน

5. ความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระแต่ละตัวจะมีการแจกแจงเหมือนกันและเป็นอิสระซึ่งกันและกัน

1.4 สมมติฐานการวิจัย

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (Joint Least Squares method (JLS)) น่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เพราะได้ปรับผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระด้วยอัตราส่วนของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ซึ่งหมายถึงการปรับด้วยอัตราส่วนความน่าเชื่อถือ $(\lambda_j,\ j=1,2,...,\ p)$

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ $\underset{\sim}{\beta}=(1,1,...,1)'$

2. จำนวนตัวแปรอิสระที่ศึกษาคือ 3 5 และ 7

3. ขนาดตัวอย่างที่ศึกษาคือ 30 50 100 200 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 100 200 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 100 200 250 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

4. ตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1

5. ตัวแปรอิสระทุกตัวมีความคลาดเคลื่อนโดยความคลาดเคลื่อนจะศึกษาเมื่อความคลาดเคลื่อนสุ่มในตัวแปรอิสระแต่ละตัว $(\underset{\sim}{e}_{x_j}\ (n\times 1))$ มีการแจกแจง $N_n(\underset{\sim}{0},\sigma^2_{e_{x_j}}I_n)$ ซึ่ง $\sigma_{e_{x_j}}$ มีค่าเท่ากับ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 1.0 ตามลำดับ

6. ความคลาดเคลื่อนสุ่มในตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ มีการแจกแจง $N_n(\underset{\sim}{0},\sigma^2_u I_n)$ ซึ่ง σ_u มีค่าเท่ากับ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 1.0 ตามลำดับ

7. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล กระทำซ้ำ 500 รอบ ในแต่ละสถานการณ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นแนวทางในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเมื่อไม่มีข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งเป็นความควรจะเป็นเกี่ยวกับการแจกแจงของพารามิเตอร์

1.7 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

เกณฑ์การตัดสินใจว่าวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระวิธีใดที่ให้ความถูกต้องของการประมาณมากที่สุดเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระแต่ละตัวเท่ากัน จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Average Mean Squares Error (*AMSE*))

$$MSE_l = \frac{1}{p+1}\sum_{j=1}^{p+1}(\beta_j - \hat{\beta}_{lj})^2$$

$$AMSE = \frac{1}{500}\sum_{l=1}^{500} MSE_l$$

เมื่อ β_j แทนสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณที่ j

$\hat{\beta}_{lj}$ แทนตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณตัวที่ j จากการประมาณครั้งที่ l

p แทนจำนวนของตัวแปรอิสระในตัวแบบ

n แทนขนาดตัวอย่าง

MSE_l แทนค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณรอบที่ l จากจำนวนตัวแปรอิสระ $p+1$ ตัว

และ $AMSE$ แทนค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณจากการกระทำซ้ำ 500 รอบ

และสิ่งที่ใช้ในการประกอบการตัดสินใจในเชิงการเปรียบเทียบจะใช้ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Ratio of Different Average Mean Squares Error (*RDAMSE*)) โดยมีรูปแบบดังนี้

$$RDAMSE_k = \frac{(AMSE_k - AMSE_{\min})}{AMSE_{\min}} \times 100 \quad , k = 1,2,3,4$$

เมื่อ $AMSE_k$ แทนค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณที่ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีที่ $k, k = 1,2,3,4$

$AMSE_{\min}$ แทนค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณที่ได้จาก 4 วิธีโดยวิธีใดให้ค่า *AMSE* ต่ำสุดจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

และ ค่า *RDAMSE* ใช้วัดว่าตัวแบบที่ให้ค่า *AMSE* ต่ำสุดจะดีกว่าตัวอื่นอีกกี่เปอร์เซ็นต์

บทที่ 2
ทฤษฎีและตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธี ซึ่งได้แก่ วิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares method (OLS)) วิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Total Least Squares method (TLS)) วิธีการสร้างจากโมเมนต์ (Moment Reconstruction method (MR)) และวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (Joint Least Squares method (JLS))

ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจะอยู่ในรูปของ

(2.1) $$\underset{\sim}{y} = X^{*}\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

ซึ่งในกรณีที่ตัวแปรอิสระมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นจะไม่สามารถสังเกตค่าที่แท้จริงของตัวแปรอิสระ X^{*} ได้ จึงต้องมีการประมาณค่าสังเกต และในการประมาณค่าสังเกตจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นฉะนั้นตัวแปรที่สังเกตค่าได้ (X) ที่ใช้แทนตัวแปรอิสระ X^{*} สามารถเขียนได้ในรูปสมการดังนี้

(2.2) $$X = X^{*} + E_x$$

เมื่อ $\underset{\sim}{y}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

X^{*} เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (noise-free in X) ขนาด $n \times (p+1)$

X เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน ขนาด $n \times (p+1)$

$\underset{\sim}{u}$ เป็นเวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$

E_x เป็นเมทริกซ์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times (p+1)$ ในตัวแปรอิสระ X มีรูปแบบดังนี้

$$E_x = \left[\underset{\sim}{0} \quad \underset{\sim x_1}{e} \quad \underset{\sim x_2}{e} \quad \ldots \quad \underset{\sim x_p}{e} \right]$$

โดยที่ $\underset{\sim x_j}{e}$ มีขนาด $n \times 1,\ j = 1,2,\ldots, p$

$\underset{\sim}{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าขนาด $(p+1) \times 1$

n เป็นขนาดตัวอย่าง

และ p เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

จากสมการ (2.1) และ (2.2) จะได้ว่าตัวแบบถดถอยพหุคูณซึ่งพิจารณาเทอมของตัวแปรอิสระ X ที่สามารถสังเกตค่าได้มีรูปแบบดังนี้

$$\begin{aligned} \underset{\sim}{y} &= (X - E_x)\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u} \\ &= X\underset{\sim}{\beta} - E_x\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u} \\ &= X\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon} \end{aligned} \tag{2.3}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{\varepsilon} = -E_x\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u}$

2.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares method (OLS))[1]

วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงพหุคูณนี้มีรากฐานมาจากทฤษฎีการประมาณเชิงเส้นที่คิดโดย คาร์ล เฟรดดิก เกาส์ (Garl Friedrich Gauss) ในปี ค.ศ. 1777-1855 และ อังเดร แอนดรีวิช มาร์คอฟ (Andrei Andreevich Markov) ในปี ค.ศ. 1855-1922 โดยมีหลักในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคือ ทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า y_i ด้วย $\hat{y}_i$ มีค่าต่ำที่สุด

สมมติว่าเวกเตอร์การประมาณอยู่ในรูป $\underset{\sim}{\hat{y}}_1 = X\underset{\sim}{\beta}$ เมื่อ $X_{n\times(p+1)}$ เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน และ $\underset{\sim}{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ซึ่งจะทำให้ค่าของระยะทางกำลังสองระหว่างค่าจริงของตัวแปรตามกับค่าประมาณของตัวแปรตามมีค่าน้อยสุด กล่าวคือเลือกค่า $\underset{\sim}{\beta}$ ซึ่งทำให้

$$\begin{aligned} f(\underset{\sim}{\beta}) &= \left\{ d(\underset{\sim}{y}, \underset{\sim}{\hat{y}}) \right\}^2 \\ &= (\underset{\sim}{y} - \underset{\sim}{\hat{y}}_1)'(\underset{\sim}{y} - \underset{\sim}{\hat{y}}_1) \\ &= (\underset{\sim}{y} - X\underset{\sim}{\beta})'(\underset{\sim}{y} - X\underset{\sim}{\beta}) \end{aligned}$$

มีค่าน้อยสุด ซึ่งการหาค่าของ $\underset{\sim}{\beta}$ จะได้จากการหาอนุพันธ์ (differential) เทียบกับ $\underset{\sim}{\beta}$ แล้วกำหนดให้เท่ากับ 0

$$\begin{aligned} df &= (-Xd\underset{\sim}{\beta})'(\underset{\sim}{y} - X\underset{\sim}{\beta}) + (\underset{\sim}{y} - X\underset{\sim}{\beta})'(-Xd\underset{\sim}{\beta}) \\ &= -2(\underset{\sim}{y} - X\underset{\sim}{\beta})'Xd\underset{\sim}{\beta} \end{aligned}$$

---

[1] วุฒิพงษ์ เดโชดมพันธ์, “ การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนตัวแปรอิสระ” , (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546), หน้า 8

ค่า $df = 0$ ณ ค่า $\hat{\underset{\sim}{\beta}}$ ของ $\underset{\sim}{\beta}$ จะสอดคล้องกับสมการ

(2.1.1) $$(\underset{\sim}{y} - X\underset{\sim}{\beta})'X = \underset{\sim}{0}'$$

กล่าวคือ

(2.1.2) $$X'X\hat{\underset{\sim}{\beta}} = X'\underset{\sim}{y}$$

ซึ่งเราเรียกสมการนี้ว่า สมการปกติ (normal equation) สำหรับค่า $\hat{\underset{\sim}{\beta}}$ ดังนั้น

(2.1.3) $$\hat{\underset{\sim OLS}{\beta}} = (X'X)^{-1}X'\underset{\sim}{y}$$

และ $\hat{\underset{\sim OLS}{\beta}}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง (unbised) และคงเส้นคงวา (consistent) สำหรับ $\underset{\sim}{\beta}$ แต่ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระจะทำให้คุณสมบัติของ $\hat{\underset{\sim OLS}{\beta}}$ ไม่เป็นจริง คือ $\hat{\underset{\sim OLS}{\beta}}$ จะเป็นตัวประมาณที่เอนเอียง (biased) และไม่คงเส้นคงวา (inconsistent)

2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระโดยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Total Least Squares method (TLS))[1]

ภายใต้ข้อสมมติเบื้องต้นของวิธี OLS กล่าวคือ มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในเวกเตอร์ของตัวแปรตามเท่านั้น และตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) เป็นค่าจริงที่ไม่ทราบค่า ซึ่งบ่อยครั้งข้อสมมตินี้ไม่สมเหตุสมผล เนื่องจากการสุ่มตัวอย่าง (sampling) การสร้างตัวแบบ (modeling) หรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัด (measurement errors) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลกระทบกับตัวแปรอิสระ ดังนั้นจึงมีผู้คิดการประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระหลายวิธี โดยวิธี TLS ที่เสนอโดยซาบิน แวน ฮัฟเฟล และจูส แวนเดอร์วอล (Sabine Van Huffel, Joos Vandewalle) ในปี ค.ศ. 1991 นั้นเป็นวิธีหนึ่งที่พิจารณาความคลาดเคลื่อนในตัวแปรทุกตัว

ให้ $\underset{\sim}{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \underset{\sim 1}{\beta} \end{bmatrix}$, $X = [\underset{\sim}{1} \quad X_1]$ และ $X^* = [\underset{\sim}{1} \quad X_1^*]$

จะได้ว่า สมการ (2.3) เขียนใหม่ได้เป็น

(2.2.1) $$\underset{\sim}{y} = \beta_0 + X_1\underset{\sim 1}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon}$$

---

[1] วุฒิพงษ์ เดโชดมพันธ์, " การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ" , (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546), หน้า 9

เมื่อ $\underset{\sim}{y}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

X_1^* เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (noise-free in X) ขนาด $n \times p$

X_1 เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน ขนาด $n \times p$

$\underset{\sim}{\varepsilon}$ เป็นเวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$

$\underset{\sim 1}{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าขนาด $p \times 1$

n เป็นขนาดตัวอย่าง

และ p เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

<u>ทฤษฎีบทที่ 1</u> <u>การแยกค่าเอกฐาน (singular value decomposition (SVD))</u>

ให้ X_1 เป็นเมทริกซ์ค่าจริง (real matrix) ขนาด $n \times p$ เมื่อ $n > p$ จะมีเมทริกซ์เชิงตั้งฉาก (orthogonal matrics) U^* และ V^* ที่ทำให้

$$X_1 = U^* \sum^* V^{*'}$$

โดยที่ $U^* = [U_1^* \vdots U_2^*]$, $U_1^* = [\underset{\sim 1}{u^*}, ..., \underset{\sim p}{u^*}]$, $U_2^* = [\underset{\sim p+1}{u^*}, ..., \underset{\sim n}{u^*}]$, $\underset{\sim i}{u^*} \in R^n$, $U^{*'} U^* = I_n$

$V^* = [\underset{\sim 1}{v^*}, ..., \underset{\sim p}{v^*}]$, $\underset{\sim i}{v^*} \in R^p$, $V^{*'} V^* = I_p$

$$\sum^* = \begin{bmatrix} \sigma_1^* & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \sigma_p^* \\ 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \in R^{n \times p}, \sigma_1^* \geq ... \geq \sigma_p^* \geq 0$$

และให้เมทริกซ์แต่งเติม (augmented matrix) $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$ เป็นเมทริกซ์ค่าจริงขนาด $n \times (p+1)$ เมื่อ $n > p$ จะมีเมทริกซ์เชิงตั้งฉาก U และ V ที่ทำให้

$$[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}] = U \sum V'$$

โดยที่ $U = [U_1 \vdots U_2]$, $U_1 = [\underset{\sim 1}{u}, ..., \underset{\sim p}{u}]$, $U_2 = [\underset{\sim p+1}{u}, ..., \underset{\sim n}{u}]$, $\underset{\sim i}{u} \in R^n$, $U'U = I_n$

$$V = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} \\ V_{21} & V_{22} \end{bmatrix} \begin{matrix} p \\ 1 \end{matrix} \begin{matrix} p & 1 \end{matrix} = [\underset{\sim 1}{v}, ..., \underset{\sim p+1}{v}] \text{ , } \underset{\sim i}{v} \in R^{p+1} \text{ , } V'V = I_{p+1}$$

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \sigma_{p+1} \\ 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \in R^{n\times(p+1)}, \sigma_1 \geq \ldots \geq \sigma_{p+1} \geq 0$$

ซึ่ง σ_i^* และ σ_i เป็นค่าเอกฐาน (singular value) ของ $[X_1]$ และ $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$ ตามลำดับ

$\underset{\sim i}{u}^*$ และ $\underset{\sim i}{u}$ เป็นเวกเตอร์เอกฐานทางซ้ายที่ i (ith left singular vector) ของ $[X_1]$ และ $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$ ตามลำดับ

$\underset{\sim i}{v}^*$ และ $\underset{\sim i}{v}$ เป็นเวกเตอร์เอกฐานทางขวาที่ i (ith right singular vector) ของ $[X_1]$ และ $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$ ตามลำดับ

<u>นิยามที่ 1</u> ปัญหาผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Total Least Squares Problem)

ให้ $\underset{\sim}{y} = X_1 \underset{\sim 1}{\beta}$ เป็นสมการเชิงเส้น ซึ่งมี n สมการ และ p ตัวแปร ปัญหาผลรวมกำลังสองน้อยสุด คือการหาค่าประมาณของ $\underset{\sim 1}{\beta}$ ที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า X_1 ด้วย $\hat{X}_1$ และ $\underset{\sim}{y}$ ด้วย $\underset{\sim}{\hat{y}}$ มีค่าต่ำที่สุดซึ่งมีรูปแบบดังนี้

(2.2.2) $$\min_{[\hat{X}_1 \vdots \underset{\sim}{\hat{y}}] \in R^{n\times(p+1)}} \left\| [X_1 \vdots \underset{\sim}{y}] - [\hat{X}_1 \vdots \underset{\sim}{\hat{y}}] \right\|_F$$

เมื่อ $\underset{\sim}{\hat{y}} \in R(\hat{X}_1)$ และ $\| \bullet \|$ หมายถึงค่าประจำ (norm)

และ $[\hat{X}_1 \vdots \underset{\sim}{\hat{y}}]$ เป็นเมทริกซ์ที่สอดคล้องกับสมการ (2.2.5) ส่วนเวกเตอร์ $\underset{\sim 1}{\beta}$ จะสามารถหาได้จาก

(2.2.3) $$\underset{\sim}{\hat{y}} = \hat{X}_1 \underset{\sim 1}{\beta}$$

ซึ่ง $\underset{\sim 1}{\beta}$ ที่สอดคล้องกับสมการ (2.2.3) จะแทนด้วย $\underset{\sim 1}{\hat{\beta}}$ และเรียกว่าผลรวมกำลังสองน้อยสุด (TLS solution) ส่วนผลรวมกำลังสองน้อยสุดปรับแก้ (TLS correction) จะอยู่ในรูปของ

(2.2.4) $$[\Delta\hat{X}_1 \vdots \Delta\underset{\sim}{\hat{y}}] = [X_1 \vdots \underset{\sim}{y}] - [\hat{X}_1 \vdots \underset{\sim}{\hat{y}}]$$

<u>ทฤษฎีบทที่ 2</u> <u>การหาผลเฉลยของปัญหาผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Solution of Total Least Squares problem)</u>

ให้ $U^* \sum^* V^{*'}$ และ $U \sum V'$ เป็นการแยกค่าเอกฐาน (singular value decomposition (SVD)) ของเมทริกซ์ X_1 และเมทริกซ์แต่งเติม (augemented matrix) $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$ ตามลำดับ ถ้า $\sigma_p^* > \sigma_{p+1}$ จะได้ว่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2.2.5) $$[\hat{X}_1 \vdots \underset{\sim}{\hat{y}}] = U\hat{\Sigma}V'$$

เมื่อ $\hat{\Sigma} = diag(\sigma_1,...,\sigma_p,0)$

และเมทริกซ์ผลรวมกำลังสองน้อยสุดปรับแก้คือ

(2.2.5) $$[\Delta\hat{X}_1 \vdots \Delta \underset{\sim}{\hat{y}}] = [X_1 \vdots \underset{\sim}{y}] - [\hat{X}_1 \vdots \underset{\sim}{\hat{y}}] = \sigma_{p+1} \underset{\sim p+1}{u} \underset{\sim}{v}'_{p+1}$$

เมื่อ σ_{p+1} เป็นค่าเอกฐานที่ $p+1$ ของ $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$

$\underset{\sim p+1}{u}$ เป็นเวกเตอร์เอกฐานทางซ้ายที่ $p+1$ ของ $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$

และ $\underset{\sim p+1}{v}$ เป็นเวกเตอร์เอกฐานทางขวาที่ $p+1$ ของ $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$

ส่วนผลเฉลยของปัญหาผลรวมกำลังสองน้อยสุดในสมการ (2.2.2) คือ

(2.2.6) $$\underset{\sim 2_{TLS}}{\hat{\beta}} = -V_{12}V_{22}^{-1}$$

ซึ่งเป็นผลเฉลยเพียงผลเฉลยเดียว (exits and unique solution) ของสมการ (2.2.3) และ

$$\hat{\beta}_{0_{TLS}} = \bar{y} - [\bar{x}_1, \bar{x}_2, ..., \bar{x}_p]\underset{\sim 1_{TLS}}{\hat{\beta}}$$

เมื่อ $\bar{x}_i$ เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic means) ของ x_i

วิธี TLS มีข้อสมมติดังนี้ เมทริกซ์ X_1^* มีค่าลำดับชั้นสูงสุด (full rank) ความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีการแจกแจงเหมือนกันและเป็นอิสระซึ่งกันและกัน (independently and identically distributed (i.i.d)) โดยที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (covariance matrix) เท่ากับ $\sigma_v^2 I$ และความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระและตัวแปรตามจะมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า $\underset{\sim}{\beta}$

ตัวประมาณที่ได้จากวิธี TLS จะเป็นตัวประมาณที่คงเส้นคงวาอย่างมั่นคง (strongly consistent estimator) กล่าวคือ $\underset{\sim}{\hat{\beta}}$ จะมีค่าเท่ากับ $\underset{\sim}{\beta}$ เมื่อขนาดตัวอย่างเข้าใกล้อนันต์ ด้วยความน่าจะเป็นเท่ากับ 1

2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระโดยวิธีการสร้างจากโมเมนต์ (Moment Reconstruction method (MR))

ในปี ในปี ค.ศ. 2004 ลอเรน เอส ฟรีดแมน (Laurence S. Freedman) วิทาลี เฟนเบอค (Vitaly Fainberg) วิคเตอร์ คิปนิส (Victor Kipnis) ดักลาส มายทูน (Douglas Midthune) และ เรมอน เจ คาโร (Raymond J. Carroll) ได้เสนอเกี่ยวกับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อมี

ความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์ (Moment Reconstruction method (MR))

ให้ $\underset{\sim}{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \underset{\sim 1}{\beta} \end{bmatrix}$, $X = [\underset{\sim}{1} \quad X_1]$ และ $X^* = [\underset{\sim}{1} \quad X_1^*]$

เราจะสามารถเขียนสมการ (2.1) และ (2.2) ได้ใหม่เป็น

(2.3.1) $$\underset{\sim}{y} = \beta_0 + X_1^* \underset{\sim 1}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

(2.3.2) $$X_1 = X_1^* + E_{x_1}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{y}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

X_1^* เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (noise-free in X) ขนาด $n \times p$

X_1 เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน ขนาด $n \times p$

$\underset{\sim}{u}$ เป็นเวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$

E_{x_1} เป็นเมทริกซ์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times p$ ในตัวแปรอิสระ X_1 มีรูปแบบดังนี้

$$E_{x_1} = \begin{bmatrix} \underset{\sim x_1}{e} & \underset{\sim x_2}{e} & \dots & \underset{\sim x_p}{e} \end{bmatrix}$$

โดยที่ $\underset{\sim x_j}{e}$ มีขนาด $n \times 1,\ j = 1,2,\dots, p$

$\underset{\sim 1}{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าขนาด $p \times 1$

n เป็นขนาดตัวอย่าง

และ p เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

ให้ X_{mr} เป็นตัวแปรที่กำหนดขึ้นใหม่ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี MR ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

(2.3.3) $$X_{mr} = E(X_1 | \underset{\sim}{y})\,(I - G) + X_1 G$$

เมื่อ $$G = \left\{ \text{cov}(X_1 | \underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}} \right\}^{-1} \text{cov}(X_1^* | \underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}}$$

โดยที่ $\text{cov}(X_1^* | \underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}}$ เป็นการแยกโชเลสกี้ (Cholesky decomposition) ของ $\text{cov}(X_1^* | \underset{\sim}{y})$

และ $\text{cov}(X_1 | \underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}}$ เป็นการแยกโชเลสกี้ (Cholesky decomposition) ของ $\text{cov}(X_1 | \underset{\sim}{y})$

สมมติว่าโมเมนต์อันดับที่ 1 ของตัวแปรอิสระ X_1 และตัวแปรอิสระ X_1^* เมื่อกำหนดตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$ มีค่าเท่ากันกล่าวคือ $E(X_1 | \underset{\sim}{y}) = E(X_1^* | \underset{\sim}{y})$ ดังนั้น

โมเมนต์อันดับที่ 1 ของตัวแปร X_{mr} และตัวแปรอิสระ X_1^* เมื่อกำหนดตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$ มีค่าเท่ากันกล่าวคือ

$$\begin{aligned} E(X_{mr}|\underset{\sim}{y}) &= E(X_1|\underset{\sim}{y})\,(I-G) + E(X_1|\underset{\sim}{y})G \\ &= E(X_1|\underset{\sim}{y})I - E(X_1|\underset{\sim}{y})G + E(X_1|\underset{\sim}{y})G \\ &= E(X_1|\underset{\sim}{y}) \\ &= E(X_1^*|\underset{\sim}{y}) \end{aligned} \tag{2.3.4}$$

และโมเมนต์อันดับที่ 2 ของตัวแปร X_{mr} และตัวแปรอิสระ X_1^* เมื่อกำหนดตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$ มีค่าเท่ากันกล่าวคือ

$$\begin{aligned} \operatorname{cov}(X_{mr}|\underset{\sim}{y}) &= G'\operatorname{cov}(X_1|\underset{\sim}{y})G \\ &= \left\{\left\{\operatorname{cov}(X_1|\underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}}\right\}^{-1}\operatorname{cov}(X_1^*|\underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}}\right\}' \\ &\quad \times \operatorname{cov}(X_1|\underset{\sim}{y})\left\{\left\{\operatorname{cov}(X_1|\underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}}\right\}^{-1}\operatorname{cov}(X_1^*|\underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}}\right\} \\ &= \left\{\operatorname{cov}(X_1^*|\underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}}\right\}'\operatorname{cov}(X_1^*|\underset{\sim}{y})^{\frac{1}{2}} \\ &= \operatorname{cov}(X_1^*|\underset{\sim}{y}) \end{aligned} \tag{2.3.5}$$

จากสมการ (2.3.5) จะได้ว่า $\operatorname{cov}(X_{mr},\underset{\sim}{y}) = \operatorname{cov}(X_1^*,\underset{\sim}{y})$

ให้ $\hat{X}_{mr}$ เป็นตัวประมาณของตัวแปรที่กำหนดขึ้นใหม่ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี MR

ในการประมาณค่า $\hat{X}_{mr}$ จะไม่สนใจจุดตัดแกน (intercept) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ค่าคาดคะเนของสมการ (2.3.1) คือ

$$\begin{aligned} E(\underset{\sim}{y}) &= \beta_0 + E(X_1^*)\underset{\sim}{\beta}_1 \\ \beta_0 &= E(\underset{\sim}{y}) - E(X_1^*)\underset{\sim}{\beta}_1 \end{aligned} \tag{2.3.6}$$

นำสมการ (2.3.6) แทนในสมการ (2.3.1) จะได้ว่า

$$\underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y}) = X_1^*\underset{\sim}{\beta}_1 - E(X_1^*)\underset{\sim}{\beta}_1 + \underset{\sim}{u}$$

$$\underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y}) = (X_1^* - E(X_1^*))\underset{\sim 1}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

(2.3.7) $$\underset{\sim}{z} = W^* \underset{\sim 1}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{z} = \underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y})$ และ $W^* = X_1^* - E(X_1^*)$

และค่าคาดคะเนของสมการ (2.3.2) คือ

(2.3.8) $$E(X_1) = E(X_1^*)$$

จากสมการ (2.3.8) สามารถปรับสมการ (2.3.2) ได้ดังนี้

$$X_1 - E(X_1) = X_1^* - E(X_1^*) + E_{x_1}$$

(2.3.9) $$W = W^* + E_{x_1}$$

เมื่อ $W = X_1 - E(X_1)$ และ $W^* = X_1^* - E(X_1^*)$

ตัวประมาณ $\hat{X}_{mr}$ มีรูปแบบได้ดังนี้

(2.3.10) $$\hat{X}_{mr} = \hat{E}(W|\underset{\sim}{z})\,(I - \hat{G}) + W\hat{G}$$

เมื่อ $$\hat{E}(W|\underset{\sim}{z}) = \underset{\sim}{z}(W'\underset{\sim}{z})'(\underset{\sim}{z}'\underset{\sim}{z})^{-1}$$

$$\hat{G} = \left\{\hat{\text{cov}}(W|\underset{\sim}{z})^{\frac{1}{2}}\right\}^{-1} \hat{\text{cov}}(W^*|\underset{\sim}{z})^{\frac{1}{2}}$$

$$\hat{\text{cov}}(W|\underset{\sim}{z}) = n^{-1}(W'W - (W'\underset{\sim}{z})(W'\underset{\sim}{z})'(\underset{\sim}{z}'\underset{\sim}{z})^{-1})$$

$$\hat{\text{cov}}(W^*|\underset{\sim}{z}) = \hat{\Sigma}_{W^*W^*} - n^{-1}(W'\underset{\sim}{z})(W'\underset{\sim}{z})'(\underset{\sim}{z}'\underset{\sim}{z})^{-1}$$

และ $$\hat{\Sigma}_{W^*W^*} = \hat{\Sigma}_{WW} - \Sigma_{E_{x_1}E_{x_1}}$$

โดยที่ $\hat{\Sigma}_{W^*W^*}$ เป็นเมทริกซ์ประมาณค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรอิสระ W^*

$\hat{\Sigma}_{WW}$ เป็นเมทริกซ์ประมาณค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรอิสระ W

$\Sigma_{E_{x_1}E_{x_1}}$ เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ทราบค่าของความคลาดเคลื่อน E_{x_1}

$\hat{\text{cov}}(W^*|\underset{\sim}{z})^{\frac{1}{2}}$ เป็นการแยกโชเลสกี้ (Cholesky decomposition) ของ $\hat{\text{cov}}(W^*|\underset{\sim}{z})$

และ $\hat{\text{cov}}(W|\underset{\sim}{z})^{\frac{1}{2}}$ เป็นการแยกโชเลสกี้ (Cholesky decomposition) ของ $\hat{\text{cov}}(W|\underset{\sim}{z})$

ดังนั้นตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี MR มีค่าเท่ากับ

(2.3.11) $$\underset{\sim\ mr}{\hat{\beta}} = (\hat{X}'_{mr}\hat{X}_{mr})^{-1}\hat{X}'_{mr}\,\underset{\sim}{z}$$

และ $\hat{\beta}_0$ สามารถหาได้จาก

(2.3.12) $$\hat{\beta}_0 = E(\underset{\sim}{y}) - E(X_1)\,\underset{\sim\ mr}{\hat{\beta}}$$

ตัวประมาณที่ได้จากวิธี MR จะเป็นตัวประมาณที่คงเส้นคงวา (consistent estimator) กล่าวคือ $\hat{\underset{\sim}{\beta}}$ จะมีค่าเท่ากับ $\underset{\sim}{\beta}$ เมื่อขนาดตัวอย่างเข้าใกล้อนันต์

2.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (Joint Least Squares method (JLS))

ในปี ค.ศ. 2004 คิวริโน ปารีส (Quirino Paris) ได้เสนอเกี่ยวกับวิธีการประมาณค่าการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multiple linear regression) เมื่อมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในตัวแปรอิสระโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (Joint Least Squares method (JLS))

ให้ $\underset{\sim}{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \underset{\sim 1}{\beta} \end{bmatrix}$, $X = [\underset{\sim}{1} \quad X_1]$ และ $X^* = [\underset{\sim}{1} \quad X_1^*]$

σ_u^2 เป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$

$\sigma_{e_{x_j}}^2$ เป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรอิสระ x_j, $j = 1,2,..., p$

และ $\lambda_j = \dfrac{\sigma_{e_{x_j}}^2}{\sigma_u^2}$, $j = 1,2,..., p$

เราจะสามารถเขียนสมการ (2.1) และ (2.2) ได้ใหม่เป็น

(2.4.1) $$\underset{\sim}{y} = \beta_0 + X_1^* \underset{\sim 1}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

(2.4.2) $$X_1 = X_1^* + E_{x_1}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{y}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

X_1^* เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (noise-free in X) ขนาด $n \times p$

X_1 เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน ขนาด $n \times p$

$\underset{\sim}{u}$ เป็นเวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$

E_{x_1} เป็นเมทริกซ์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times p$ ในตัวแปรอิสระ X_1 มีรูปแบบดังนี้

$$E_{x_1} = \begin{bmatrix} \underset{\sim x_1}{e} & \underset{\sim x_2}{e} & \cdots & \underset{\sim x_p}{e} \end{bmatrix}$$

โดยที่ $\underset{\sim x_j}{e}$ มีขนาด $n \times 1$, $j = 1,2,..., p$

$\underset{\sim 1}{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าขนาด $p \times 1$

n เป็นขนาดตัวอย่าง

และ p เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

ค่าคาดคะเนของสมการ (2.4.1) เป็นดังนี้

$$E(\underset{\sim}{y}) = \beta_0 + E(X_1^*)\underset{\sim 1}{\beta}$$

(2.4.3) $$\beta_0 = E(\underset{\sim}{y}) - E(X_1^*)\underset{\sim 1}{\beta}$$

นำสมการ (2.4.3) แทนในสมการ (2.4.1) จะได้ว่า

$$\underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y}) = X_1^*\underset{\sim 1}{\beta} - E(X_1^*)\underset{\sim 1}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

$$\underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y}) = (X_1^* - E(X_1^*))\underset{\sim 1}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

(2.4.4) $$\underset{\sim}{z} = W^*\underset{\sim 1}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{z} = \underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y})$ และ $W^* = X_1^* - E(X_1^*)$

และค่าคาดคะเนของสมการ (2.4.2) เป็นดังนี้

(2.4.5) $$E(X_1) = E(X_1^*)$$

จากสมการ (2.4.5) สามารถปรับสมการ (2.4.2) ได้ดังนี้

$$X_1 - E(X_1) = X_1^* - E(X_1^*) + E_{x_1}$$

(2.4.6) $$W = W^* + E_{x_1}$$

เมื่อ $W = X_1 - E(X_1) = \left[\underset{\sim 1}{w} \quad \underset{\sim 2}{w} \quad \ldots \quad \underset{\sim p}{w}\right]$

โดยที่ $\underset{\sim j}{w} = [w_{1j} \quad w_{2j} \quad \ldots \quad w_{nj}]' \quad , j = 1,2,\ldots, p$

และ $W^* = X_1^* - E(X_1^*) == \left[\underset{\sim 1}{w^*} \quad \underset{\sim 2}{w^*} \quad \ldots \quad \underset{\sim p}{w^*}\right]$

โดยที่ $\underset{\sim j}{w^*} = [w_{1j}^* \quad w_{2j}^* \quad \ldots \quad w_{nj}^*]' \quad , j = 1,2,\ldots, p$

ในการหาค่าประมาณของ $\underset{\sim 1}{\beta}$ ที่ทำให้ค่าผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระซึ่งปรับด้วยอัตราส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามและตัวแปรอิสระตามลำดับให้มีค่าต่ำสุดโดยเขียนอยู่ในรูปผลรวมเชิงเส้นได้ดังนี้

(2.4.7) $$\min_{\underset{\sim 1}{\beta}, \underset{\sim j}{w^*}} JLS = \sum_{i=1}^{n} \frac{(z_i - (\sum_{j=1}^{p} \beta_j w_{ij}^*))^2}{\sigma_u^2} + \sum_{j=1}^{p}\sum_{i=1}^{n} \frac{(w_{ij} - w_{ij}^*)^2}{\sigma_{e_{x_j}}^2}$$

ซึ่งทราบค่าพารามิเตอร์ $\lambda_j, j = 1,2,\ldots, p$ จะสามารถปรับการเขียนสมการ (2.4.7) ได้ดังนี้

(2.4.8) $$\min_{\underset{\sim}{\beta}_1, \underset{\sim}{w}^*_j} JLS = \sum_{i=1}^{n}(z_i - (\sum_{j=1}^{p}\beta_j w_{ij}^*))^2 + \sum_{j=1}^{p}\sum_{i=1}^{n}\frac{(w_{ij} - w_{ij}^*)^2}{\lambda_j}$$

ทำการประมาณค่า $w_{ij}^*, i = 1,2,..,n, j = 1,2,..,p$ โดยการหาอนุพันธ์เทียบกับ w_{ij}^* ในสมการ (2.4.8) แล้วกำหนดให้เท่ากับ 0 จากนั้นนำตัวประมาณ w_{ij}^* ไปแทนค่าในสมการ (2.4.8) จึงจะได้ผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่มีค่าต่ำสุดโดยมีสูตรดังนี้

$$\min_{\underset{\sim}{\beta}_1} JLS = \min_{\underset{\sim}{\beta}_1} \frac{1}{1+\sum_{j=1}^{p}\lambda_j\beta_j^2}\sum_{i=1}^{n}(z_i - (\sum_{j=1}^{p}\beta_j w_{ij}))^2$$

หรือเขียนอยู่ในรูปเมทริกซ์ได้ดังนี้

(2.4.9) $$\min_{\underset{\sim}{\beta}_1} JLS = \min_{\underset{\sim}{\beta}_1} \frac{1}{1+\sum_{j=1}^{p}\lambda_j\beta_j^2}(\underset{\sim}{z} - W\underset{\sim}{\beta}_1)'(\underset{\sim}{z} - W\underset{\sim}{\beta}_1)$$

และ $\hat{\beta}_0$ สามารถหาได้จาก

(2.4.10) $$\hat{\beta}_0 = E(\underset{\sim}{y}) - E(X_1)\underset{\sim}{\hat{\beta}}_1$$

ตัวประมาณที่ได้จากวิธี JLS จะเป็นตัวประมาณที่คงเส้นคงวา (consistent estimator) กล่าวคือ $\underset{\sim}{\hat{\beta}}$ จะมีค่าเท่ากับ $\underset{\sim}{\beta}$ เมื่อขนาดตัวอย่างเข้าใกล้อนันต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจและใช้เกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่นำมาใช้มี 4 วิธี ได้แก่

1. วิธีกำลังสองน้อยสุด (OLS)
2. วิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด (TLS)
3. วิธีการสร้างจากโมเมนต์ (MR)
4. วิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (JLS)

และใช้เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo technique) ในการสร้างข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษาเพื่อหาข้อสรุปของปัญหาที่ศึกษาตลอดจนใช้โปรแกรม MATLAB ในการประมวลผล ซึ่งขั้นตอนในการวิจัยเป็นดังนี้

3.1 การจำลองข้อมูลโดยวิธีมอนติคาร์โล (Simulation by Monte Carlo method)[1]

วิธีมอนติคาร์โลเป็นเทคนิคในการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยมีการจำลองตัวเลขสุ่ม (random number) มาช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษาซึ่งยังไม่แน่ใจผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะใช้เทคนิคมอนติคาร์โลในการสร้างข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษา โดยขั้นตอนที่สำคัญของการจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โลมี 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างเลขสุ่ม (generate random number)

การสร้างเลขสุ่มเป็นขั้นตอนที่สำคัญในวิธีมอนติคาร์โล ทั้งนี้เนื่องจากหลักการของวิธีมอนติคาร์โลนั้นจะใช้ตัวเลขสุ่มมาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา ลักษณะของตัวเลขสุ่มที่ดีจะมีการแจกแจงแบสม่ำเสมอ (Uniform distribution) [0,1] และเป็นอิสระซึ่งกันและกันจากนั้นนำเลขสุ่มที่ได้ไปสร้างตัวเลขสุ่มตามลักษณะที่ต้องการศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับปัญหานั้น ๆ

---

[1] วุฒิพงษ์ เดโชดมพันธ์, " การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนตัวแปรอิสระ" , (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546), หน้า 23 - 24

ขั้นตอนที่ 2 การประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษาโดยใช้เลขสุ่ม

ขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาที่ต้องการศึกษา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เลขสุ่มในการหาคำตอบตามสูตรหรือการคำนวณในปัญหาที่ศึกษา บางปัญหาอาจใช้เลขสุ่มโดยตรง แต่บางปัญหาอาจใช้ตัวเลขสุ่มเพียงบางขั้นตอนของปัญหาเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองกระทำ

เมื่อประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษาโดยใช้เลขสุ่มแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทดลองโดยใช้กระบวนการสุ่ม (random process) มาทดลองกระทำซ้ำ ๆ กัน (replication) จำนวนหลายครั้งเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา ซึ่งการทดลองที่กระทำซ้ำ ๆ กันนั้นจะเป็นการช่วยลดความไม่แน่นอนของคำตอบได้

จากหลักการของวิธีมอนติคาร์โลจะเห็นได้ว่า การใช้เลขสุ่มเพื่อเป็นพื้นฐานในการหาคำตอบของปัญหา เป็นวิธีการที่จะนำไปสู่แนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ โดยเฉพาะทฤษฎีความน่าจะเป็นที่จะนำไปสู่การอ้างอิงผลสรุปในสถานการณ์ของข้อมูลจริง เพราะไม่มีผลกระทบจากปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ในการทดลองเมื่อกระทำซ้ำ ๆ กัน เป็นจำนวนมากแล้วความคาดเคลื่อนอย่างสุ่มที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ในแต่ละครั้งจะหมดไป (counter balance)

3.2 แผนการทดลอง

ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ไว้ดังนี้

1. กำหนดจำนวนตัวแปรอิสระที่ศึกษาคือ 3 5 และ 7

2. ขนาดตัวอย่างที่ศึกษาคือ 30 50 100 200 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 100 200 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 100 200 250 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7[1]

3. เลือกตัวอย่างสุ่มเพื่อใช้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ จากประชากรที่มีการแจกแจงเดียวกัน โดยการวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาเฉพาะตัวอย่างสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 1.0 ตามลำดับ

[1] ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างแตกต่างกันสำหรับแต่ละตัวแปรอิสระเนื่องจากเกิดปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเล็ก แต่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจึงทำให้ผลที่ได้ไม่เหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบเฉพาะขนาดตัวอย่าง 100 200 300 เพื่อดูแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น

4. เลือกตัวอย่างสุ่มเพื่อใช้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรอิสระ (E_X) จากประชากรที่มีการแจกแจงเดียวกัน โดยการวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาเฉพาะตัวอย่างสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 1.0[1] ตามลำดับ

5. ตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน (X) จะสร้างจากตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 และความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ (E_x)

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. กำหนดลักษณะการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ (E_x) ความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ ขนาดตัวอย่าง และจำนวนตัวแปรอิสระ

2. สร้างข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัย

2.1 สร้างข้อมูลตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*)

2.2 สร้างข้อมูลตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{y})$ จากตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) และความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ ที่มีการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษา โดยให้ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในพารามิเตอร์กับตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน

2.3 สร้างข้อมูลตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน (X) จากตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) และความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ (E_x) ที่มีลักษณะการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษา

3. ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธีทั้ง 4 วิธี ได้แก่ วิธี OLS TLS MR และ JLS

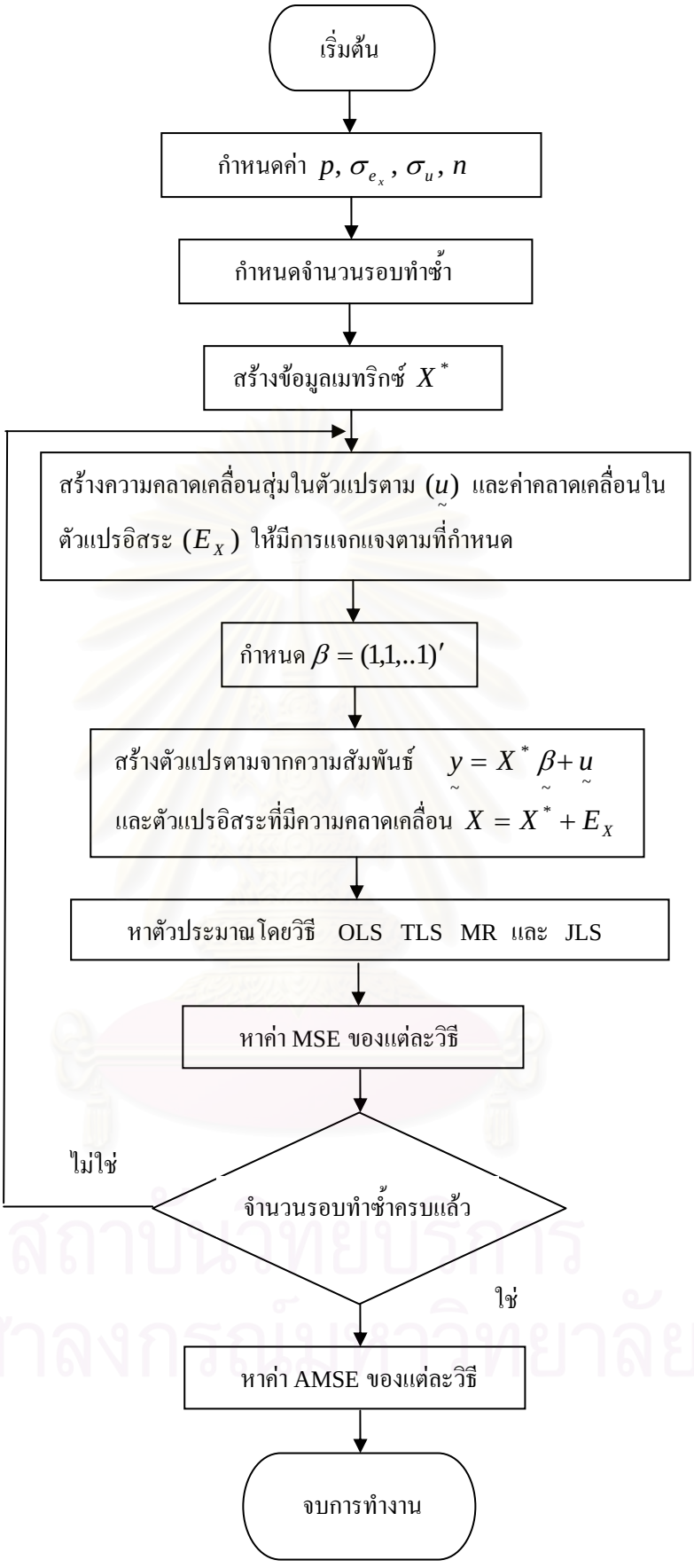
4. คำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณในแต่ละวิธี

5. สรุปผลในรูปตารางและรูปภาพ

ผังงานแสดงขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1] สัมประสิทธิ์การแปรผัน (coefficient of variation (C.V.)) ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 5% 15% 25% 35% และ 50%



รูปที่ 3.1 แผนผังสำหรับขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

สำหรับรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

กำหนดลักษณะการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ (E_x) ความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ ขนาดตัวอย่าง และจำนวนตัวแปรอิสระ

ขั้นตอนที่ 2

การสร้างข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษา จะใช้โปรแกรม MATLAB โดยที่ข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น σ สร้างจากฟังก์ชัน normrnd(mu,sigma) ข้อมูลที่สร้างได้แก่

1. ข้อมูลตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) สร้างจากการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 และความแปรปรวนเท่ากับ 1

2. ข้อมูลตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน (X) โดยสร้างจากตัวแปรที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) และความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ (E_x) โดยมีลักษณะการแจกแจงตามที่กำหนดในตอนต้น ซึ่งมีรูปแบบดังนี้ $X = X^* + E_x$

3. ข้อมูลตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{y})$ โดยให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในพารามิเตอร์กับตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) และมีลักษณะการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนสุ่มในตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$\underset{\sim}{y} = X^*\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{u}$$

เมื่อ $\underset{\sim}{y}$ แทนตัวแปรตาม

X^* แทนตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน

$\underset{\sim}{\beta}$ แทนเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งสำหรับกรณีนี้

กำหนดให้ $\beta' = (1,1,\ldots,1)_{1\times(p+1)}$

และ $\underset{\sim}{u}$ แทนค่าคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม

4. สร้างข้อมูลตัวแปร W จากผลต่างของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน (X) กับค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน (X) และสร้าง $\underset{\sim}{z}$ จากผลต่างของตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{y})$ กับค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{y})$

ขั้นตอนที่ 3

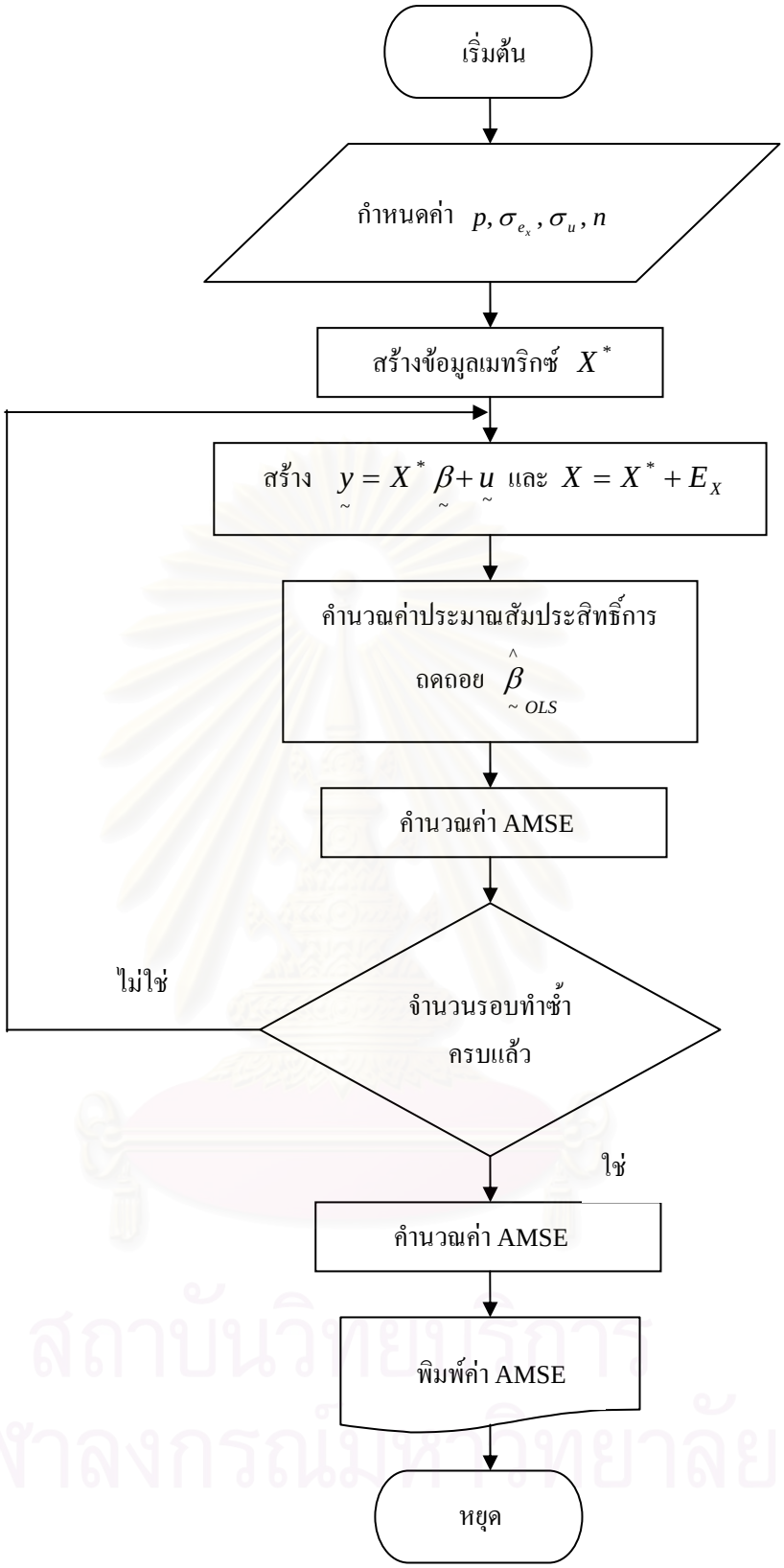
หลังจากที่มีข้อมูลครบแล้วจะทำการหาค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระจากทั้ง 4 วิธี ด้วยฟังก์ชันดังต่อไปนี้

1. ฟังก์ชันของวิธี OLS คือ OLS(X , y , col)
2. ฟังก์ชันของวิธี TLS คือ TLS(X , y , p, col)
3. ฟังก์ชันของวิธี MR คือ MR(X , y , W , z , n , p , col , stdevex)
4. ฟังก์ชันของวิธี JLS คือ `fminunc(@myfun,binit,options)`ซึ่งอยู่ในโปรแกรมหลัก

วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่เหมาะสมแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี OLS เป็นการสร้างตัวแบบโดยไม่มีการตัดหรือเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการซึ่งตัวประมาณที่ได้จากวิธีนี้คำนวณจาก $\underset{\sim}{\hat{\beta}}_{OLS} = (X'X)^{-1}X'\underset{\sim}{y}$ โดยจะคำนวณสัมประสิทธิ์การถดถอยจากฟังก์ชัน OLS(X , y , col) และผังงานแสดงขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี OLS แสดงดังรูปที่ 3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

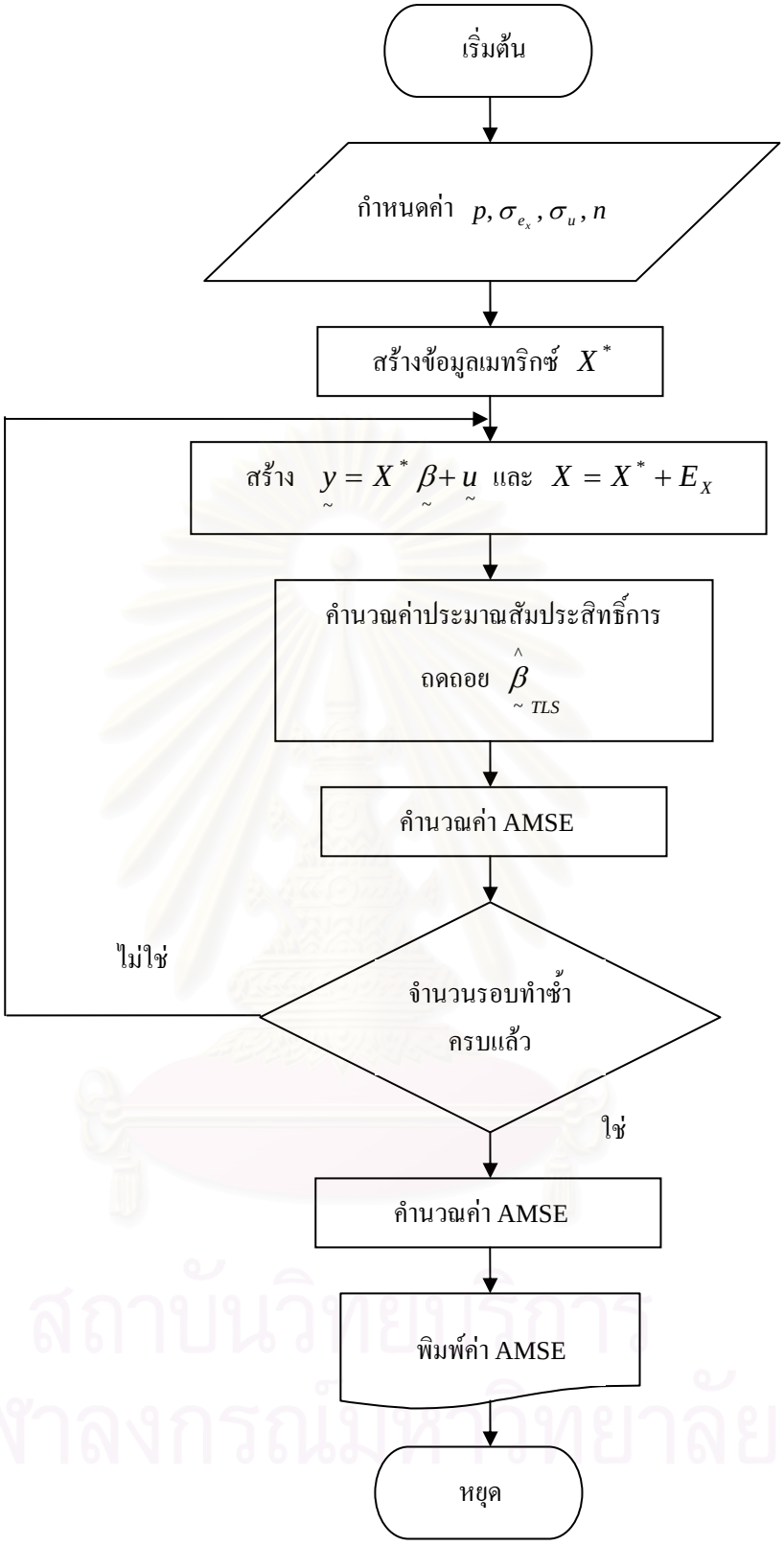


รูปที่ 3.2 แสดงผังงานขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี OLS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี TLS เป็นวิธีที่พัฒนาจากวิธี OLS โดยวิธีนี้จะหาค่าประมาณพารามิเตอร์จากการทำให้ผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งการหาค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สอดคล้องกับหลักการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้วิธี SVD เข้ามาช่วย ซึ่งตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระที่ได้จากวิธี TLS คือ $\underset{\sim}{\hat{\beta}}_{TLS} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{0_{TLS}} \\ \underset{\sim}{\hat{\beta}}_{1_{TLS}} \end{bmatrix}$ โดยที่ $\underset{\sim}{\hat{\beta}}_{1_{TLS}} = -V_{12}V_{22}^{-1}$ เมื่อ V_{12} และ V_{22} หาได้จากเมตริกซ์แต่งเติม $[X_1 \vdots \underset{\sim}{y}]$ ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ส่วน $\hat{\beta}_{0_{TLS}}$ สามารถหาได้จาก $\hat{\beta}_{0_{TLS}} = \bar{y} - [\bar{x}_1, \bar{x}_2, ..., \bar{x}_p]\underset{\sim}{\hat{\beta}}_{1_{TLS}}$ เมื่อ $\bar{x}_j$ และ $\bar{y}$ เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic means) ของ x_j และ y ตามลำดับโดยคำนวณได้จากฟังก์ชัน TLS(X , y , p, col) และผังงานแสดงขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี TLS แสดงดังรูปที่ 3.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

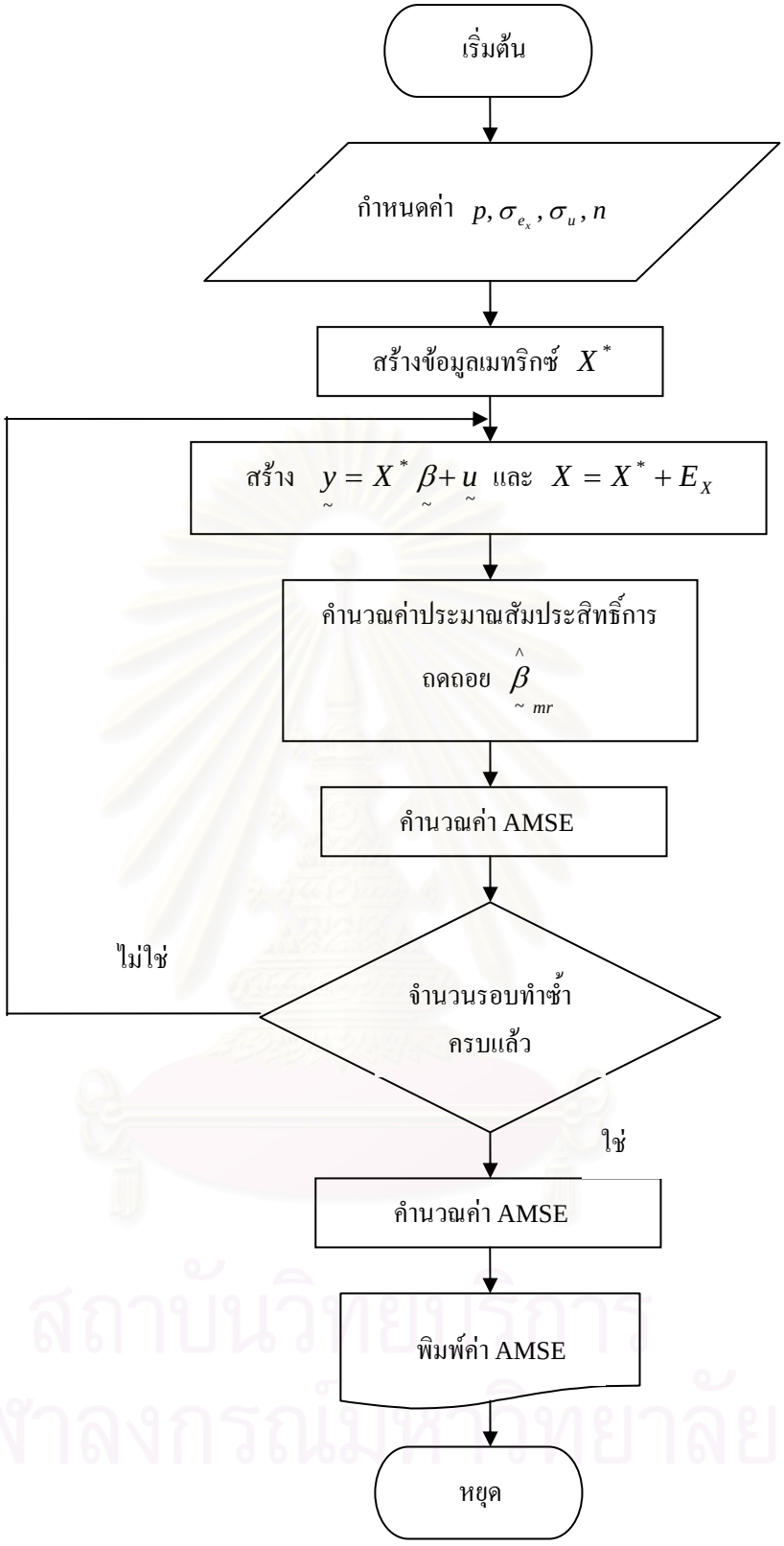


รูปที่ 3.3 แสดงผังงานขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี TLS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี MR เป็นวิธีการที่มีการกำหนดตัวแปรขึ้นมาใหม่ (X_{mr}) โดยมีคุณสมบัติดังนี้ โมเมนต์อันดับที่ 1 และโมเมนต์อันดับที่ 2 ของตัวแปร X_{mr} และ ตัวแปรอิสระ X_1^* เมื่อกำหนดตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$ มีค่าเท่ากัน ซึ่งตัวประมาณที่ได้จากวิธีนี้คือ $\hat{\beta}_{mr} = (\hat{X}'_{mr}\hat{X}_{mr})^{-1}\hat{X}'_{mr}\underset{\sim}{z}$ และ $\hat{\beta}_0$ สามารถหาได้จาก $\hat{\beta}_0 = E(\underset{\sim}{y}) - E(X_1)\underset{\sim}{\hat{\beta}}_{mr}$ โดยคำนวณได้จากฟังก์ชัน MR(XS , y , W , z , n , p , col) และผังงานแสดงขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี MR แสดงดังรูปที่ 3.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แสดงผังงานขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี MR

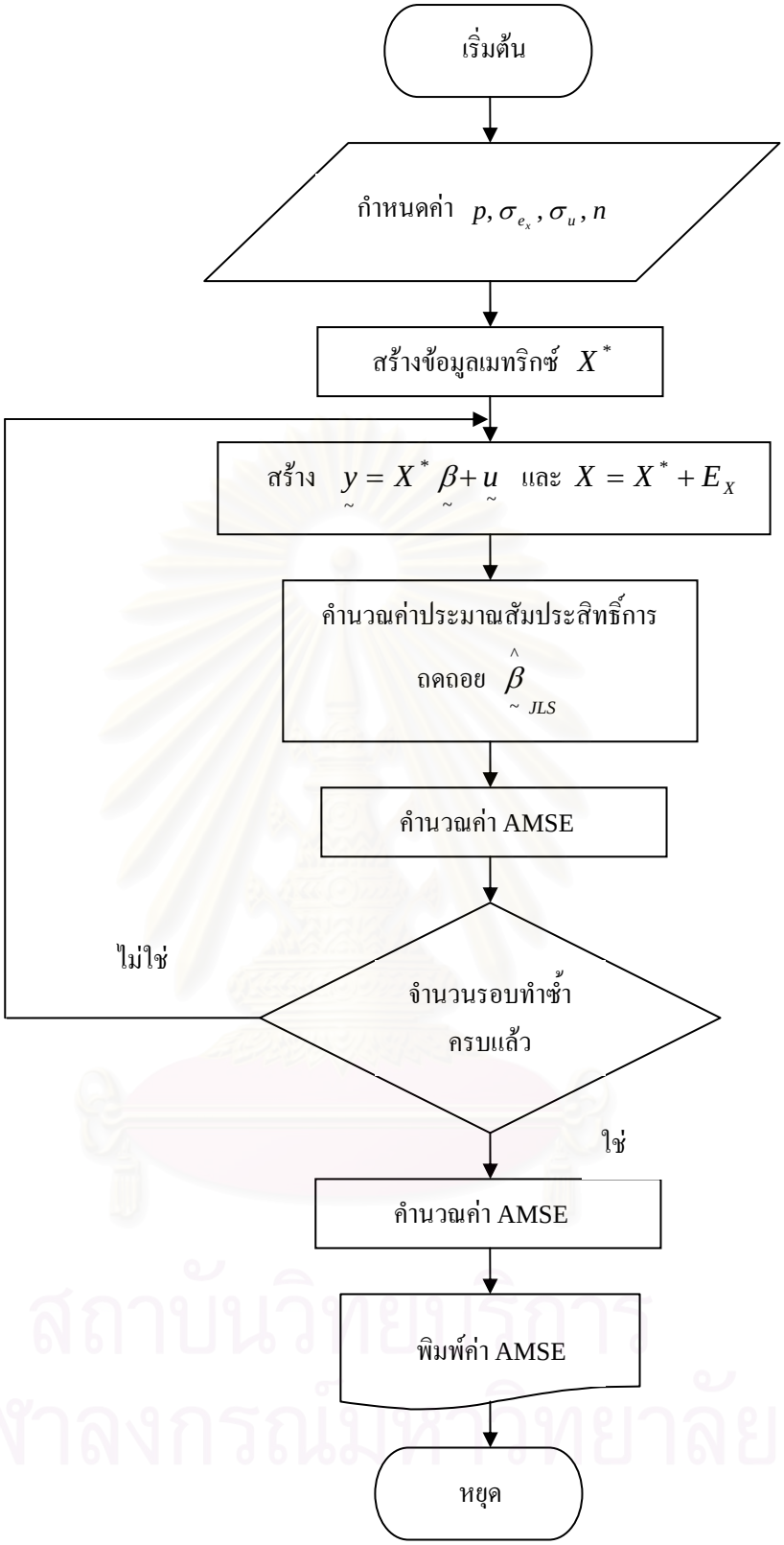
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี JLS โดยวิธีนี้จะหาค่าประมาณพารามิเตอร์จากการทำให้ผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระและตัวแปรตามให้มีค่าต่ำสุดโดยมีรูปแบบดังนี้

$$\min_{\underset{\sim}{\beta}_1} JLS = \frac{1}{1+\sum_{j=1}^{p}\lambda_j\beta_j^2}(\underset{\sim}{z}-W\underset{\sim}{\beta}_1)'(\underset{\sim}{z}-W\underset{\sim}{\beta}_1)$$

และ $\hat{\beta}_0$ สามารถหาได้จาก $\hat{\beta}_0 = E(\underset{\sim}{y}) - E(X_1)\underset{\sim}{\hat{\beta}}_1$ ซึ่งคำนวณค่าพารามิเตอร์ได้จากฟังก์ชัน `fminunc(@myfun,binit,options)`และผังงานแสดงขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี JLS แสดงดังรูปที่ 3.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 แสดงผังงานขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี JLS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 4

เมื่อได้ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยที่เหมาะสมในแต่ละวิธีแล้วจะคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากฟังก์ชันเดียวกันกับที่ใช้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในขั้นตอนที่ 3 ดังนี้

1. ฟังก์ชันสำหรับคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธี OLS คือ OLS(X , y , col)
2. ฟังก์ชันสำหรับคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธี TLS คือ TLS(X , y , p, col)
3. ฟังก์ชันสำหรับคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธี MR คือ MR(X , y , W , z , n , p , col , stdevex)
4. การคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธี JLS คือ ได้คำนวณไว้ในโปรแกรมหลัก

ขั้นตอนที่ 5

เมื่อได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของแต่ละวิธีเมื่อทำซ้ำครบตามจำนวนรอบของการทำซ้ำที่กำหนดแล้ว จะนำมาสรุปผลลงในตารางและรูปเพื่อแสดงกรเปรียบเทียบและศึกษาแนวโน้มของแต่ละวิธี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ซึ่งวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมี 4 วิธีดังนี้

1. วิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares method (OLS))
2. วิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Total Least Squares method (TLS))
3. วิธีการสร้างจากโมเมนต์ (Moment Reconstruction method (MR))
4. วิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (Joint Least Squares method (JLS))

เกณฑ์การตัดสินใจว่าวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระวิธีใดที่ให้ความถูกต้องของการประมาณมากที่สุดจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Average Mean Squares Error (*AMSE*)) และสิ่งที่ใช้ในการประกอบการตัดสินใจในเชิงการเปรียบเทียบจะใช้ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Ratio of Different Average Mean Squares Error (*RDAMSE*)) ซึ่งวิธีใดให้ค่า AMSE และค่า RDAMSE ต่ำที่สุดจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

การนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัยในรูปตาราง โดยใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่าง ๆ

n	แทน	ขนาดตัวอย่าง
p	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ
σ_{e_x}	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ
σ_u	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม
OLS	แทน	ตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยวิธีกำลังสองน้อยสุด
TLS	แทน	ตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด
MR	แทน	ตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยวิธีการสร้างจากโมเมนต์
JLS	แทน	ตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในตารางผลการวิจัยสำหรับแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (SD_{MSE}) ซึ่งแสดงในวงเล็บ และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) ตามลำดับ

การนำเสนอผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระที่ดีที่สุดทั้ง 4 วิธี นั้นประกอบด้วยตารางและรูปภาพโดยแบ่งการนำเสนอเป็น 5 ส่วน ซึ่งใช้ระดับของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเป็นเกณฑ์ในการแบ่งส่วนของการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1

ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.3

ส่วนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.5

ส่วนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7

ส่วนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 1.0

รูปแบบการนำเสนอผลการวิจัยในทุกขั้นตอนนั้นจะเริ่มจากผลการวิจัยที่ประกอบด้วยตารางและรูปภาพสำหรับแต่ละส่วน ซึ่งเมื่อเปลี่ยนระดับของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จะมีการอธิบายผลการวิจัยที่ได้ จากนั้นจะสรุปวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ให้ผลดีที่สุดเป็นแผนผังอีกครั้งหนึ่งเมื่อเปลี่ยนระดับของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม และทำการอธิบายผลการวิจัยทั้งหมดของส่วนนั้น ๆ ในตอนท้ายของบท หลังจากที่นำเสนอผลการวิจัยครบทุกส่วนแล้วจะมีการอธิบายสรุปผลการวิจัยทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง

4.1 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.0155	0.0150	0.0119	0.0116	0.0112
	(0.0014)	(0.0012)	(0.0008)	(0.0007)	(0.0006)
	4.72	6.38	4.38	8.41	6.66
TLS	0.2427	0.2383	0.2370	0.2284	0.2278
	(0.0145)	(0.0119)	(0.0094)	(0.0079)	(0.0068)
	1539.86	1590.07	1978.94	2034.57	2069.52
MR	0.0159	0.0153	0.0126	0.0110	0.0107
	(0.0013)	(0.0011)	(0.0008)	(0.0006)	(0.0006)
	7.43	8.51	10.52	2.80	1.90
JLS	0.0148	0.0141	0.0114	0.0107	0.0105
	(0.0013)	(0.0011)	(0.0007)	(0.0006)	(0.0005)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด
TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.0187	0.0156	0.0151	0.0129	0.0123
	(0.0016)	(0.0012)	(0.0010)	(0.0008)	(0.0007)
	15.43	19.08	34.82	16.21	12.84
TLS	0.1713	0.1630	0.1625	0.1608	0.1593
	(0.0068)	(0.0065)	(0.0048)	(0.0032)	(0.0031)
	957.40	1144.27	1350.89	1348.64	1361.00
MR	0.0247	0.0168	0.0145	0.0113	0.0111
	(0018)	(0.0012)	(0.0009)	(0.0007)	(0.0006)
	52.46	28.24	29.46	1.80	1.83
JLS	0.0162	0.0131	0.0112	0.0111	0.0109
	(0.0012)	(0.0009)	(0.0008)	(0.0006)	(0.0006)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.0180	0.0166	0.0160	0.0155	0.0134
	(0.0015)	(0.0013)	(0.0011)	(0.0010)	(0.0008)
	11.80	19.42	31.14	30.25	18.58
TLS	0.1340	0.1237	0.1231	0.1227	0.1216
	(0.0053)	(0.0037)	(0.0024)	(0.0023)	(0.0021)
	732.29	789.92	909.01	931.09	976.10
MR	0.0200	0.0163	0.0128	0.0123	0.0114
	(0.0016)	(0.0011)	(0.0009)	(0.0008)	(0.0007)
	24.22	17.26	4.91	3.36	3.36
JLS	0.0161	0.0139	0.0122	0.0119	0.0113
	(0.0012)	(0.0009)	(0.0008)	(0.0007)	(0.0007)
	0	0	0	0	0

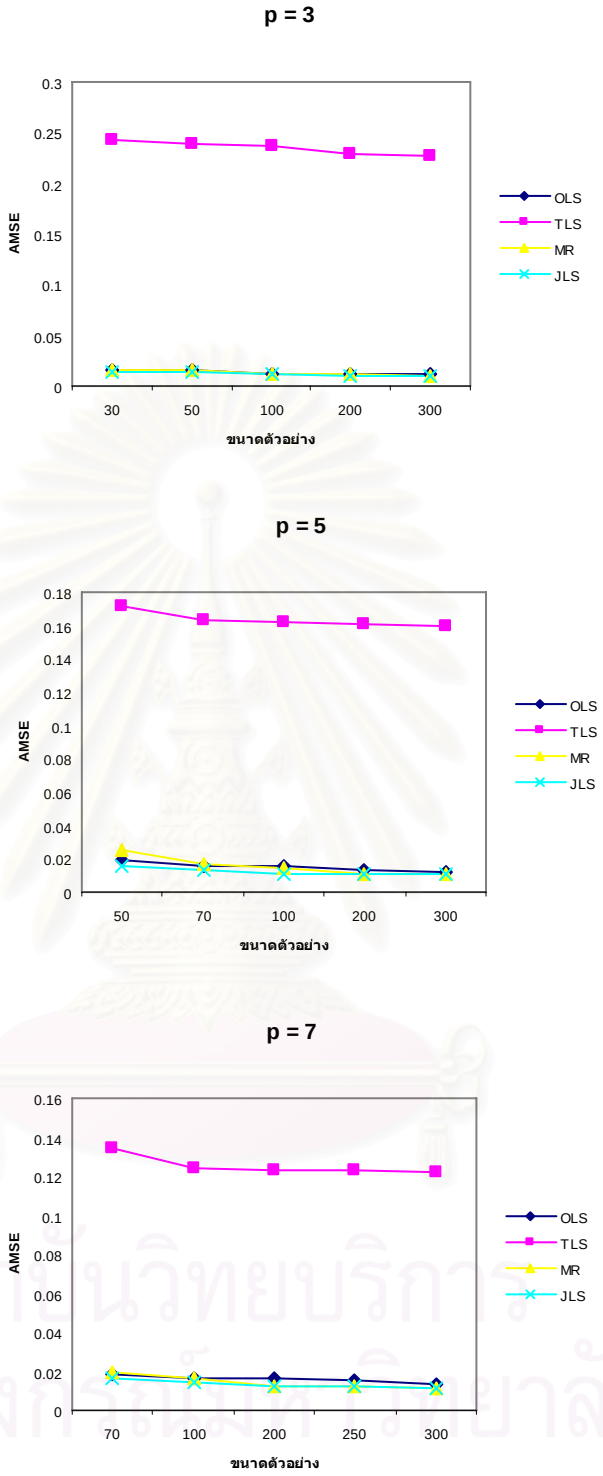
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

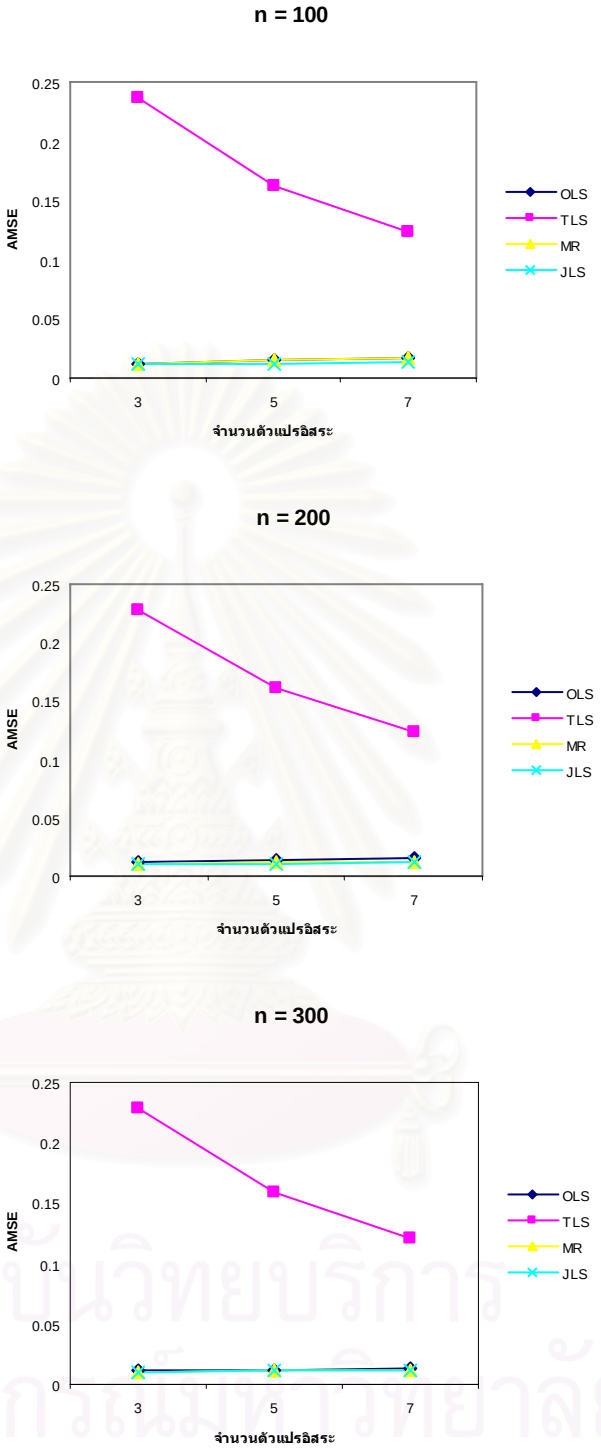
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$



รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.1 (ตารางที่ 4.1 - 4.3 และรูปที่ 4.1 - 4.2) พบว่า วิธี OLS MR และ JLS ให้ค่า AMSE ใกล้เคียงกัน ส่วนวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุดในทุกสถานการณ์ โดยที่แต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง ส่วนการเพิ่มตัวแปรอิสระนั้นไม่มีผลต่อการสรุปผลการวิจัย ซึ่งทุก ๆ ระดับของจำนวนตัวแปรอิสระจะมีการสรุปผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.1365	0.0944	0.0707	0.0590	0.0507
	(0.0266)	(0.0188)	(0.0113)	(0.0076)	(0.0060)
	39.03	195.00	192.14	283.11	272.79
TLS	0.2720	0.2621	0.2600	0.2474	0.2410
	(0.0282)	(0.0209)	(0.0182)	(0.0141)	(0.0132)
	268.14	719.06	974.38	1506.49	1672.05
MR	0.0781	0.0385	0.0255	0.0179	0.0143
	(0.0156)	(0.0065)	(0.0025)	(0.0014)	(0.0011)
	1.95	20.31	5.37	16.23	5.14
JLS	0.0766	0.0302	0.0242	0.0154	0.0136
	(0.0145)	(0.0051)	(0.0024)	(0.0012)	(0.0010)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.1794	0.1454	0.1254	0.1216	0.0757
	(0.0376)	(0.0276)	(0.0213)	(0.0170)	(0.0098)
	198.50	315.42	322.22	493.17	358.78
TLS	0.1800	0.1768	0.1673	0.1641	0.1639
	(0.0162)	(0.0141)	(0.0118)	(0.0082)	(0.0081)
	199.50	405.14	470.03	700.48	893.33
MR	0.0676	0.0364	0.0311	0.0219	0.0172
	(0.0121)	(0.0061)	(0.0034)	(0.0019)	(0.0015)
	12.47	4.00	4.71	6.82	4.24
JLS	0.0601	0.0350	0.0297	0.0205	0.0165
	(0.0102)	(0.0056)	(0.0029)	(0.0016)	(0.0014)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.2291	0.2195	0.2079	0.1710	0.1502
	(0.0458)	(0.0395)	(0.0332)	(0.0256)	(0.0210)
	305.48	388.86	614.43	695.34	598.60
TLS	0.1420	0.1377	0.1338	0.1328	0.1322
	(0.0099)	(0.0082)	(0.0066)	(0.0053)	(0.0052)
	151.32	206.68	359.79	517.67	514.88
MR	0.0617	0.0483	0.0302	0.0234	0.0221
	(0.0117)	(0.0086)	(0.0033)	(0.0023)	(0.0022)
	9.20	7.57	3.78	8.83	2.79
JLS	0.0565	0.0449	0.0291	0.0215	0.0203
	(0.0090)	(0.0071)	(0.0029)	(0.0019)	(0.0017)
	0	0	0	0	0

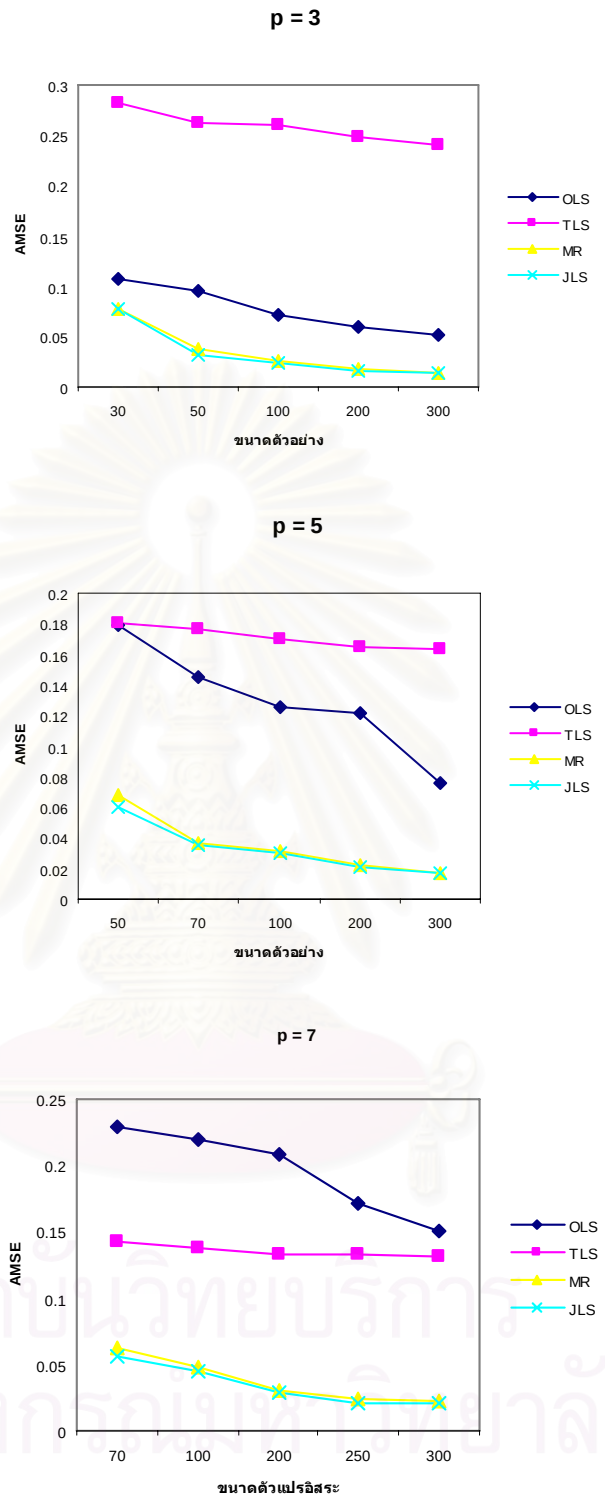
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

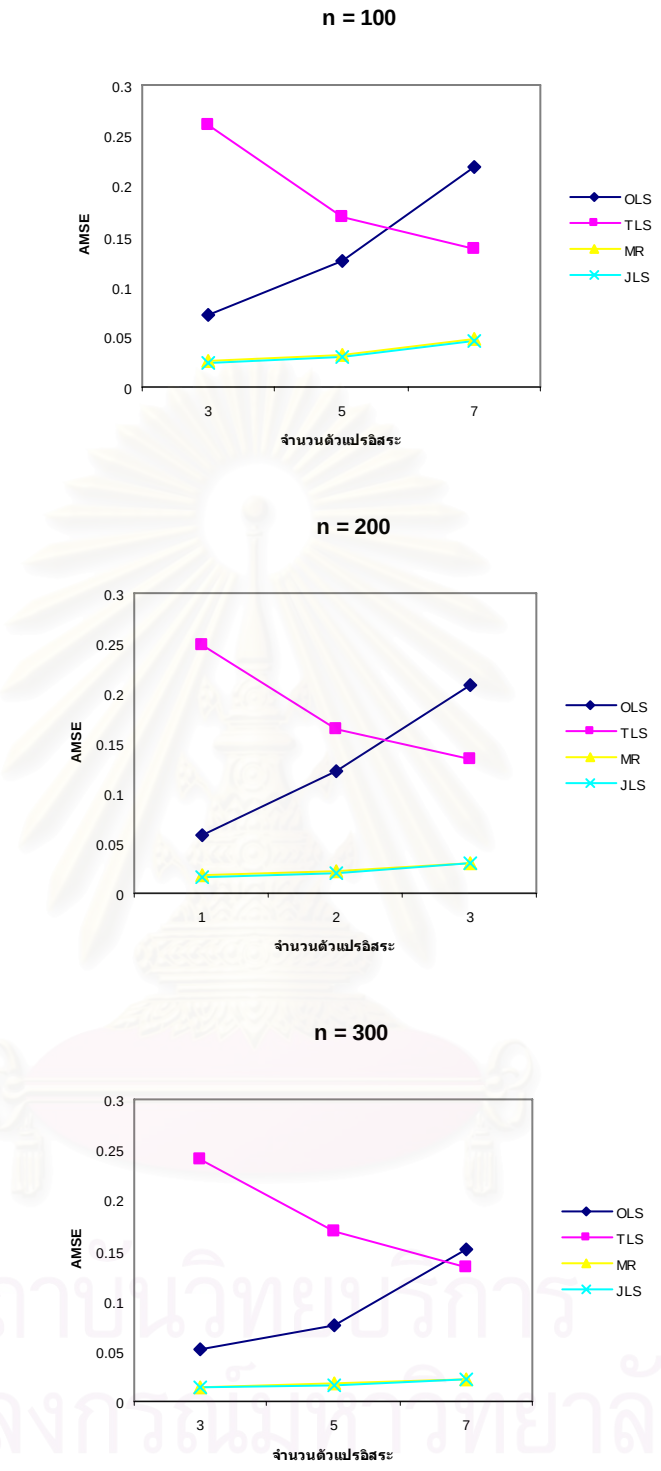
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$



รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.3 (ตารางที่ 4.4 - 4.6 และรูปที่ 4.3 - 4.4) พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 และ 5 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือ วิธี OLS และ วิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และ วิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.6237	0.5472	0.4030	0.3930	0.3730
	(0.1746)	(0.1422)	(0.1007)	(0.0903)	(0.0783)
	410.81	461.23	594.82	1465.73	1618.89
TLS	0.2947	0.2771	0.2646	0.2597	0.2536
	(0.0677)	(0.0581)	(0.0449)	(0.0298)	(0.0278)
	141.35	184.20	356.20	934.66	1068.66
MR	0.1359	0.0992	0.0547	0.0269	0.0251
	(0.0312)	(0.0280)	(0.0098)	(0.0045)	(0.0034)
	11.30	1.74	7.67	7.17	4.60
JLS	0.1221	0.0975	0.0508	0.0251	0.0217
	(0.0268)	(0.0195)	(0.0110)	(0.0040)	(0.0032)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.8948	0.8319	0.7648	0.6047	0.5843
	(0.2415)	(0.2162)	(0.1988)	(0.1451)	(0.1343)
	536.86	706.10	862.01	1220.30	1357.50
TLS	0.2005	0.1888	0.1878	0.1783	0.1780
	(0.0401)	(0.0339)	(0.0319)	(0.0196)	(0.0178)
	42.70	82.94	136.22	289.30	349.49
MR	0.1457	0.1072	0.0815	0.0491	0.0428
	(0.0320)	(0.0214)	(0.0154)	(0.0088)	(0.0072)
	3.70	3.87	2.51	7.20	8.08
JLS	0.1405	0.1032	0.0795	0.0458	0.0396
	(0.0281)	(0.0196)	(0.0151)	(0.0073)	(0.0063)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	1.5458	1.3137	1.1970	1.1132	0.9278
	(0.4173)	(0.3415)	(0.2992)	(0.2671)	(0.2226)
	1195.72	1562.91	1840.03	2238.65	1912.58
TLS	0.1619	0.1571	0.1498	0.1467	0.1429
	(0.0275)	(0.0251)	(0.0149)	(0.0132)	(0.0114)
	35.70	98.86	142.78	208.19	209.97
MR	0.1195	0.0901	0.0715	0.0564	0.0491
	(0.0262)	(0.0189)	(0.0128)	(0.0101)	(0.0083)
	0.1676	14.05	15.88	14.48	6.50
JLS	0.1193	0.0890	0.0617	0.0476	0.0461
	(0.0250)	(0.0158)	(0.0117)	(0.0085)	(0.0078)
	0	0	0	0	0

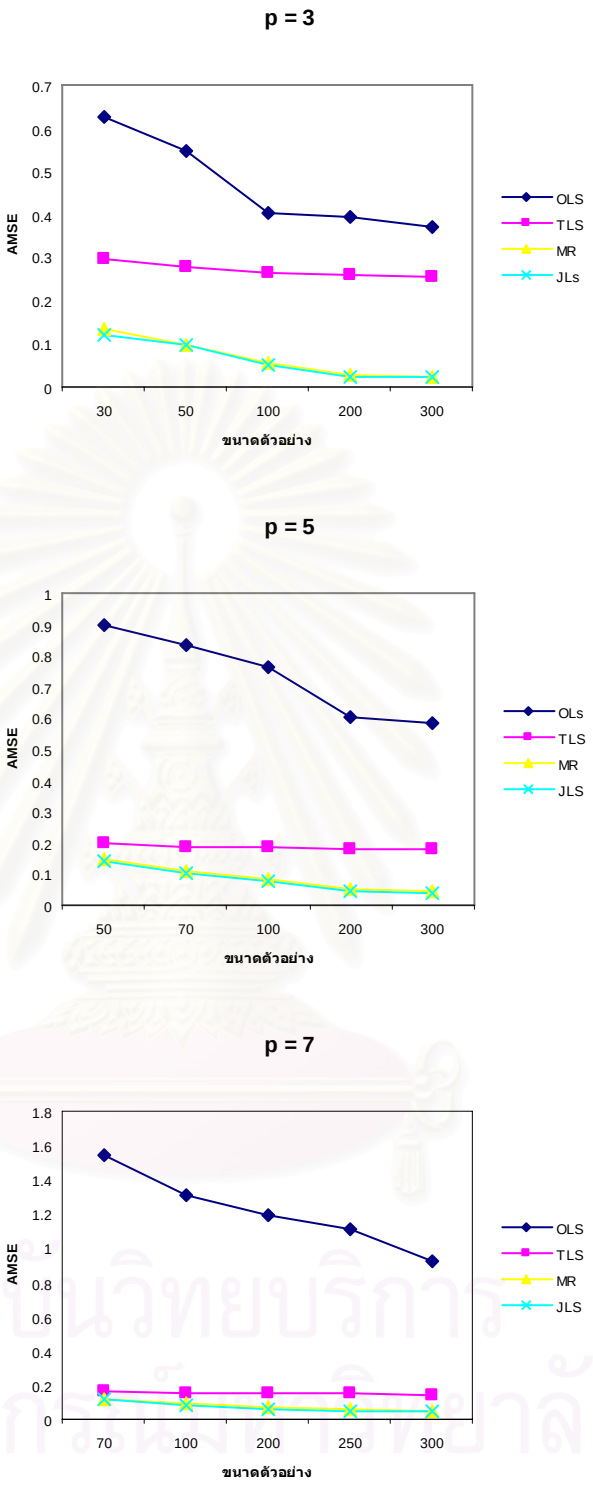
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

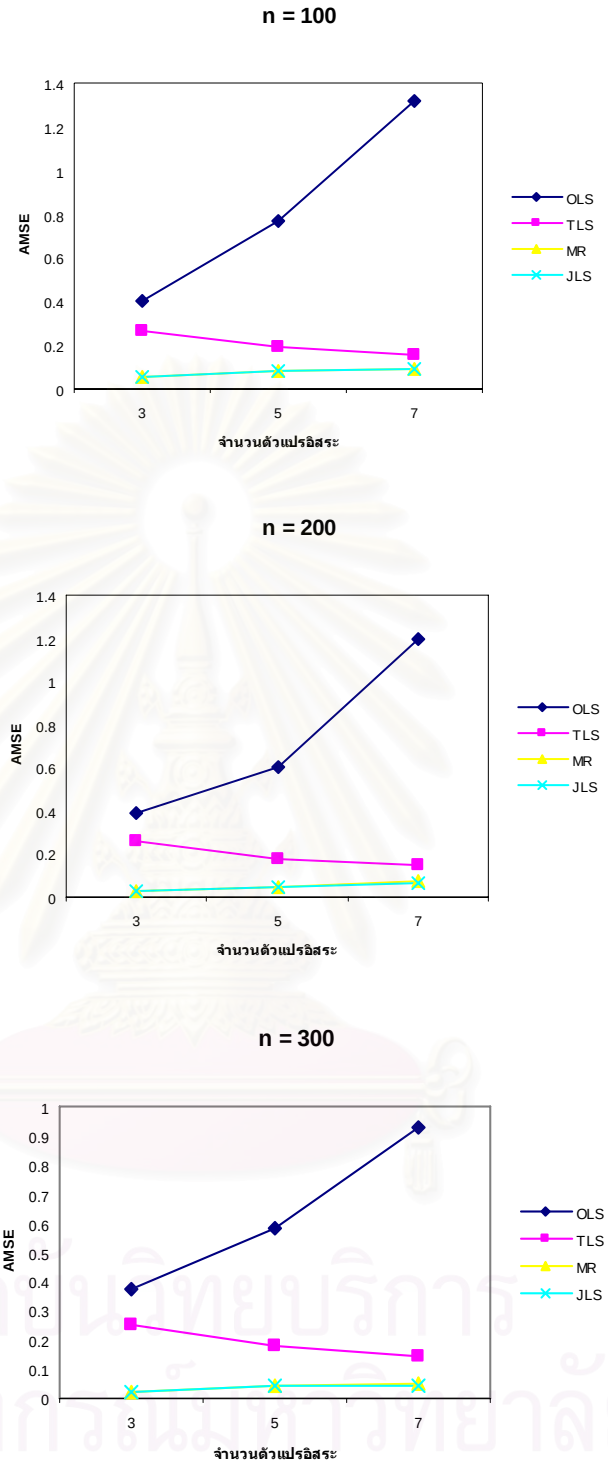
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$



รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.5 (ตารางที่ 4.7 – 4.9 และรูปที่ 4.5 – 4.6) พบว่า วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือ วิธี TLS และ วิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ในทุกสถานการณ์ โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง ส่วนการเพิ่มตัวแปรอิสระนั้นไม่มีผลต่อการสรุปผลการวิจัย ซึ่งทุก ๆ ระดับของจำนวนตัวแปรอิสระจะมีการสรุปผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของ วิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของ วิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	1.1681	1.1125	1.0652	1.0309	0.8307
	(0.3737)	(0.3115)	(0.2930)	(0.2577)	(0.1910)
	258.31	495.87	1598.27	2372.182	2614.70
TLS	0.3260	0.3016	0.2976	0.2730	0.2700
	(0.0882)	(0.0738)	(0.0505)	(0.0436)	(0.0388)
	0	61.54	365.72	554.67	782.35
MR	0.3796	0.1993	0.1112	0.0555	0.0397
	(0.1100)	(0.0518)	(0.0266)	(0.0122)	(0.0079)
	16.44	6.74	74.02	33.09	29.73
JLS	0.3628	0.1867	0.0639	0.0417	0.0306
	(0.1015)	(0.0466)	(0.0146)	(0.0087)	(0.0061)
	11.28	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	1.9639	1.6978	1.6430	1.4938	1.3238
	(0.5695)	(0.4753)	(0.4600)	(0.3734)	(0.3177)
	749.07	858.66	1359.14	1924.11	2302.54
TLS	0.2313	0.2153	0.2018	0.1970	0.1898
	(0.0551)	(0.0430)	(0.0343)	(0.0295)	(0.0265)
	0	21.56	79.21	166.93	244.46
MR	0.2647	0.1993	0.1412	0.0816	0.0621
	(0.0714)	(0.0518)	(0.0353)	(0.0187)	(0.0130)
	14.44	12.53	25.39	10.56	12.70
JLS	0.2462	0.1771	0.1126	0.0738	0.0551
	(0.0640)	(0.0442)	(0.0270)	(0.0162)	(0.0115)
	6.44	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	2.7729	2.5689	2.2685	2.2147	2.0783
	(0.8318)	(0.7449)	(0.6351)	(0.5979)	(0.5403)
	1080.96	1384.91	2226.66	2436.88	3241.31
TLS	0.2383	0.1932	0.1658	0.1521	0.1508
	(0.0500)	(0.0309)	(0.0232)	(0.0197)	(0.0180)
	1.49	11.90	70.05	74.22	142.44
MR	0.2633	0.2427	0.1181	0.1001	0.0788
	(0.0710)	(0.0606)	(0.0283)	(0.0230)	(0.0173)
	12.13	40.28	21.12	14.66	26.68
JLS	0.2348	0.1730	0.0975	0.0873	0.0622
	(0.0610)	(0.0415)	(0.0224)	(0.0192)	(0.0130)
	0	0	0	0	0

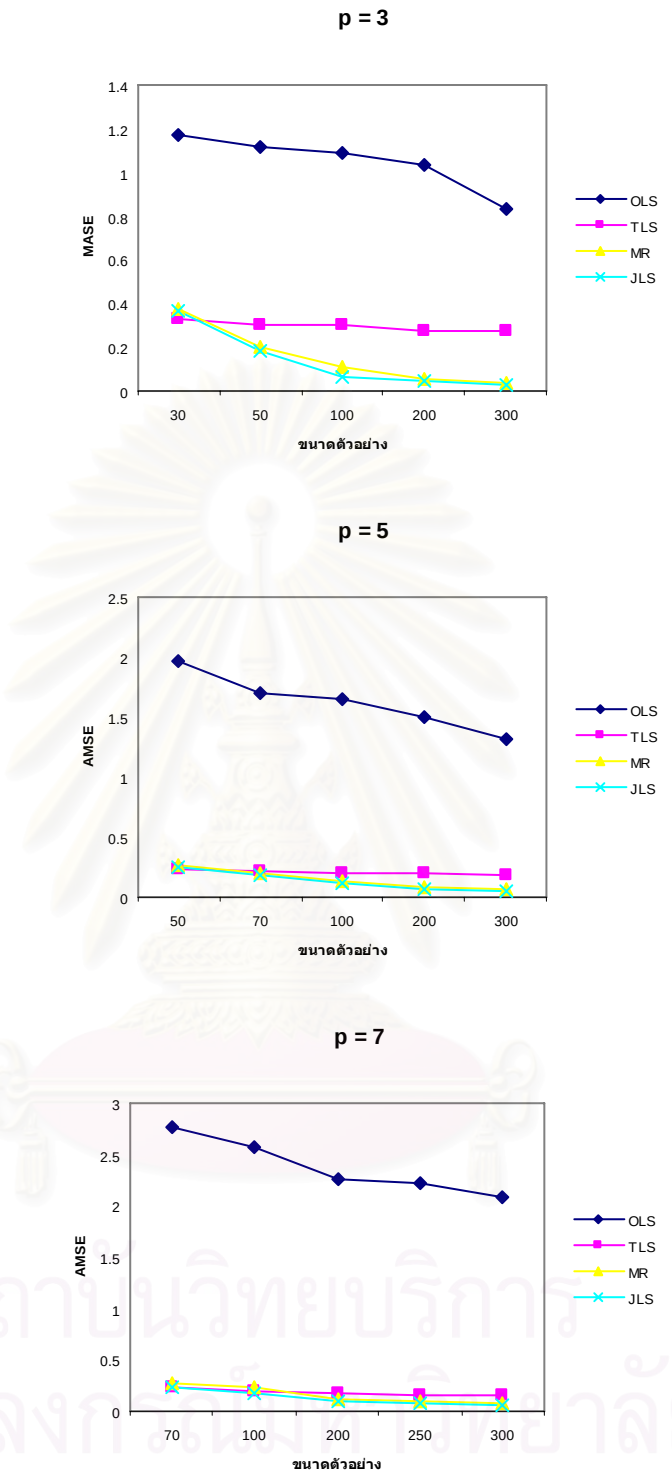
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

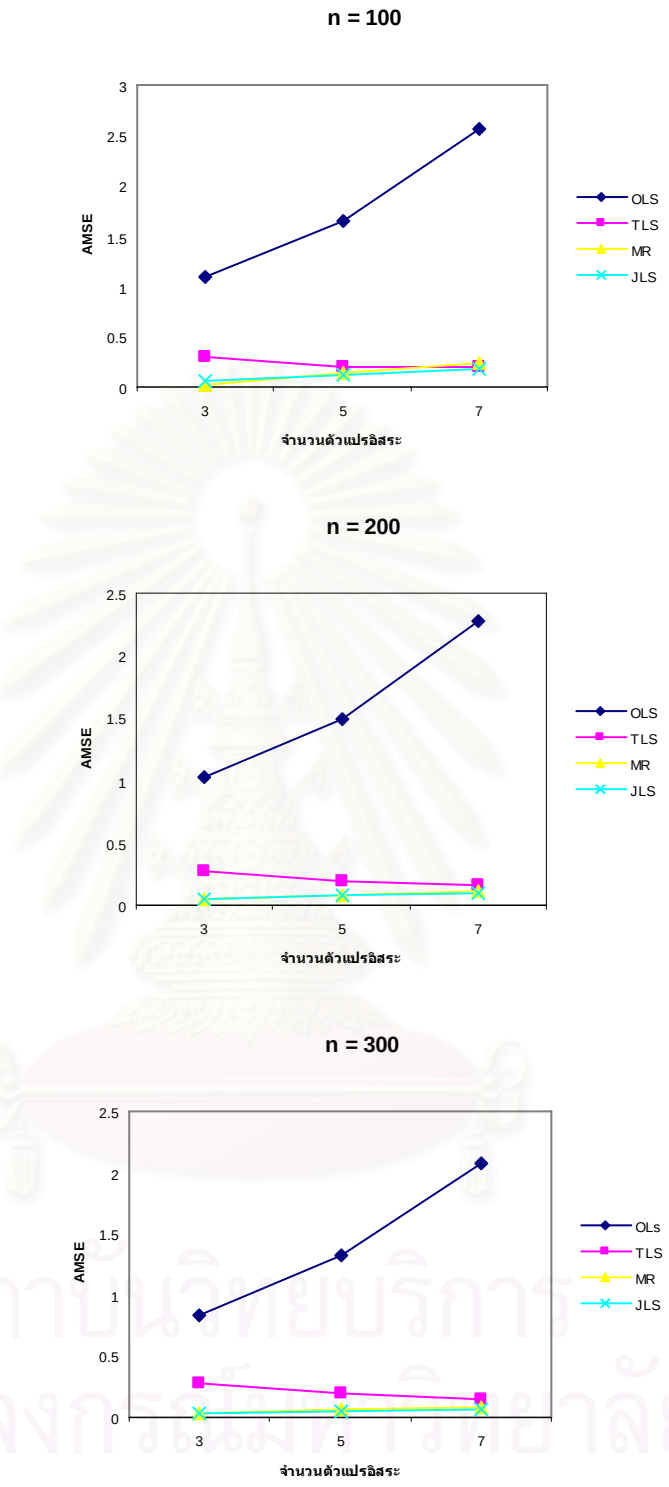
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$



รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.7 (ตารางที่ 4.10 – 4.12 และรูปที่ 4.7 – 4.8) เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้น ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี TLS และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือ วิธี MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ค่า AMSE ของ วิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ยกเว้น ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มจาก 5 เป็น 7 ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	3.6706	2.8450	2.7635	2.6452	2.6097
	(1.2480)	(0.8250)	(0.7737)	(0.7142)	(0.6524)
	863.66	731.62	1109.40	2909.32	4338.26
TLS	0.3890	0.3421	0.3108	0.2906	0.2888
	(0.1142)	(0.0855)	(0.0652)	(0.0494)	(0.0433)
	0	0	36.01	230.60	391.15
MR	0.4521	0.3908	0.2975	0.1466	0.1079
	(0.1356)	(0.1094)	(0.0773)	(0.0366)	(0.0248)
	18.69	14.23	30.19	66.78	83.50
JLS	0.4192	0.3598	0.2285	0.0879	0.0588
	(0.1215)	(0.0971)	(0.0571)	(0.0210)	(0.0129)
	10.05	5.17	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	3.5124	3.1423	2.9981	2.8763	2.8105
	(1.0888)	(0.9426)	(0.8694)	(0.8053)	(0.7588)
	865.64	1064.67	1107.93	1642.15	2628.64
TLS	0.3637	0.2698	0.2482	0.2272	0.2106
	(0.0945)	(0.0620)	(0.0521)	(0.0386)	(0.0336)
	0	0	0	37.64	104.46
MR	0.4536	0.3691	0.3075	0.1701	0.1668
	(0.1315)	(0.1033)	(0.0830)	(0.0442)	(0.0400)
	11.86	23.21	15.67	3.02	61.94
JLS	0.3998	0.2834	0.2593	0.1651	0.1030
	(0.1079)	(0.0736)	(0.0648)	(0.0396)	(0.0236)
	9.92	5.04	4.47	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.1 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	4.6589	4.1028	3.9095	3.5540	3.4187
	(1.4442)	(1.2308)	(1.1728)	(1.0306)	(0.9572)
	1535.27	1808.27	1863.58	2055.24	2439.89
TLS	0.2849	0.2150	0.1991	0.1829	0.1776
	(0.0683)	(0.0451)	(0.0338)	(0.0292)	(0.0284)
	0	0	0	10.91	31.94
MR	0.3785	0.3389	0.2669	0.2301	0.2108
	(0.1135)	(0.0982)	(0.0747)	(0.0621)	(0.0527)
	32.85	57.62	34.05	39.53	56.61
JLS	0.3027	0.2853	0.2157	0.1649	0.1346
	(0.0817)	(0.0741)	(0.0539)	(0.0395)	(0.0309)
	6.24	32.69	8.33	0	0

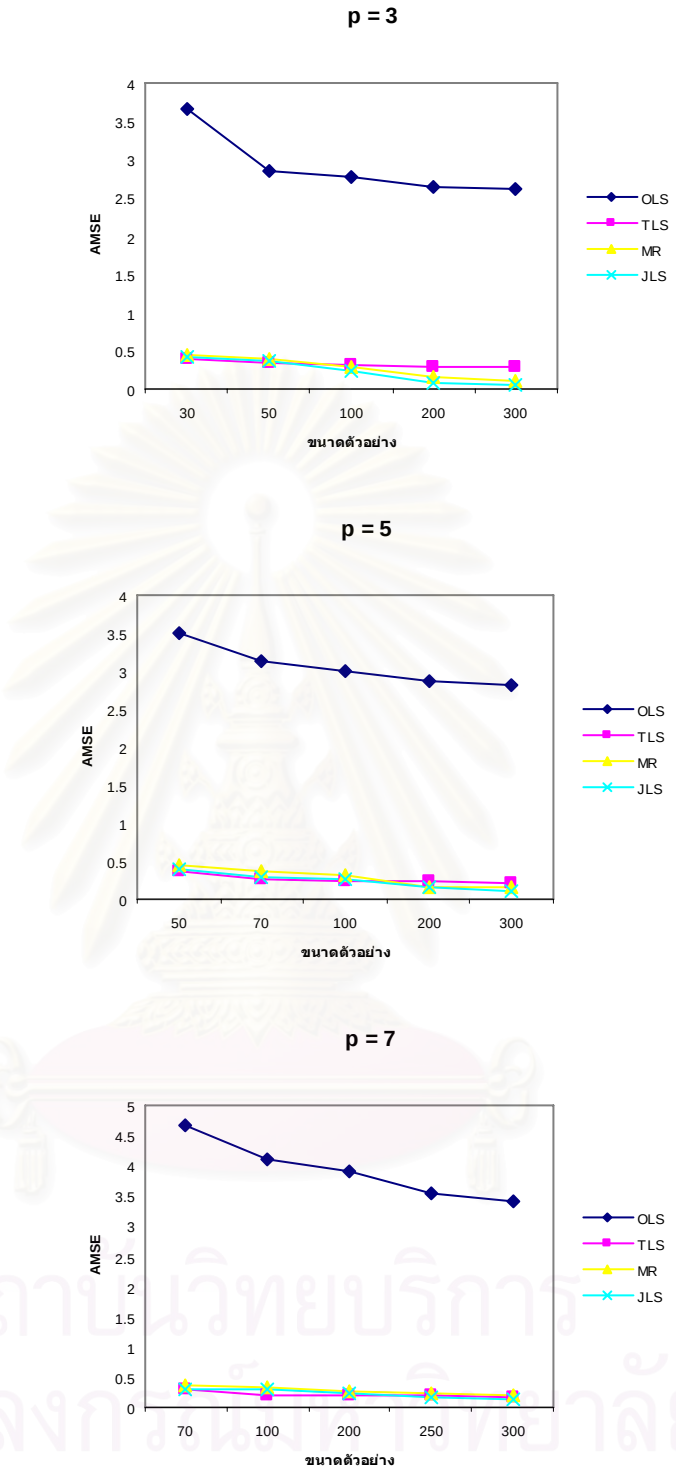
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

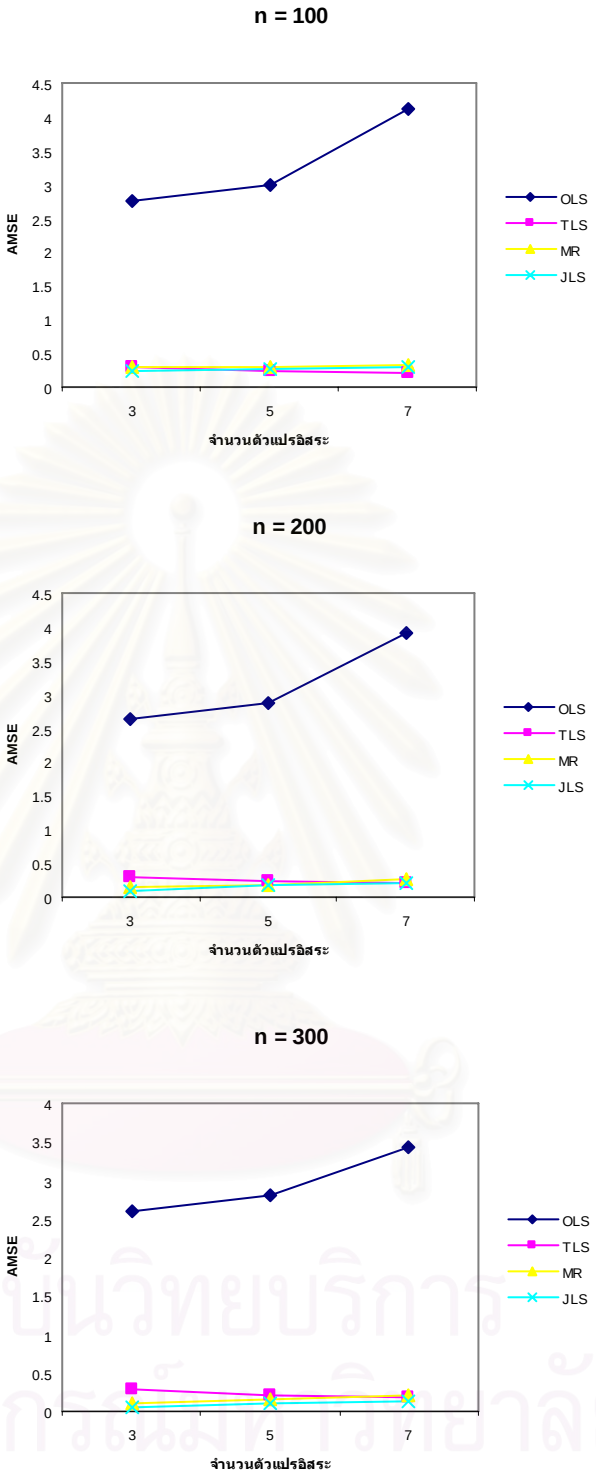
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

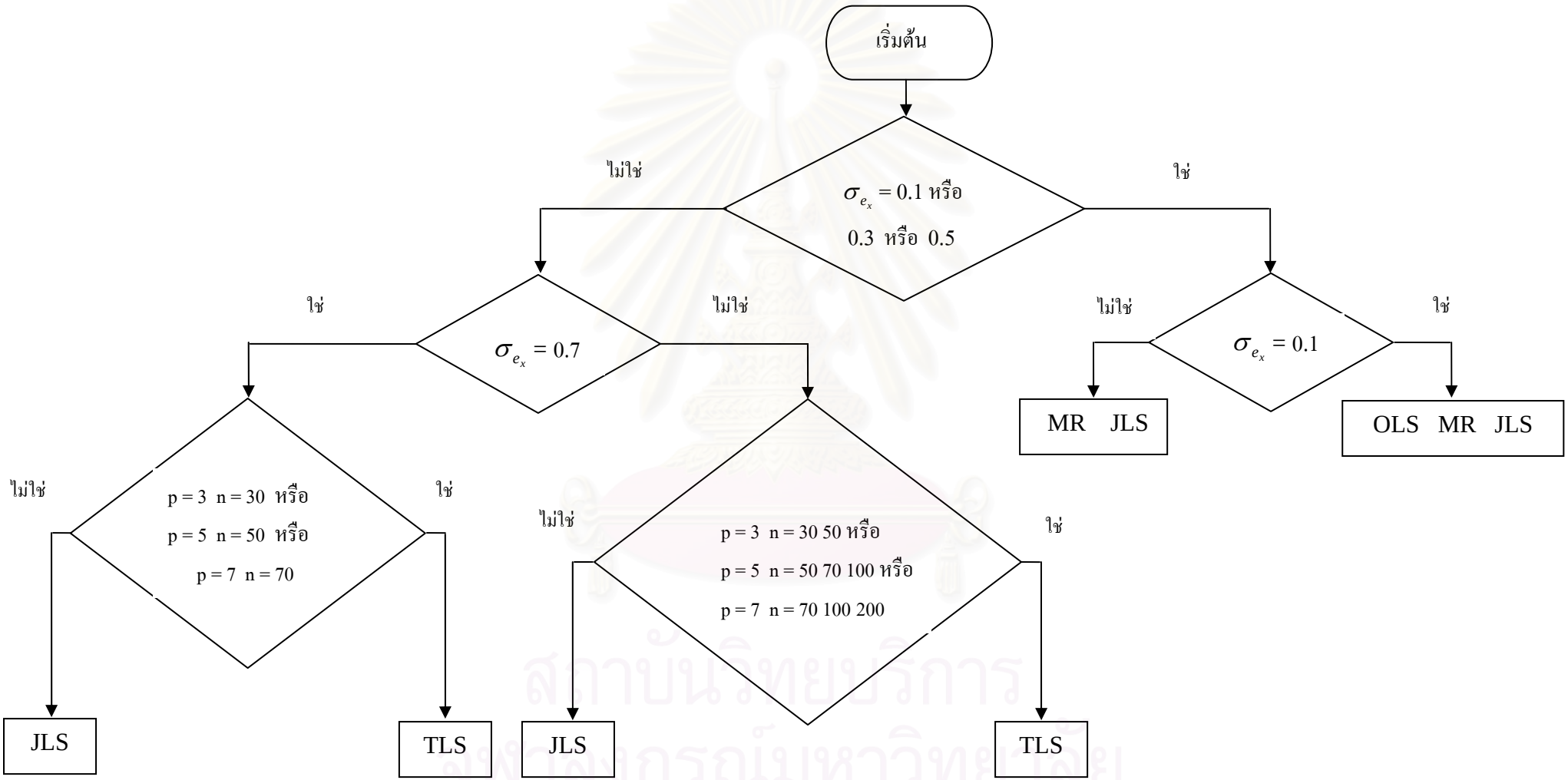


รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.1$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 1.0 (ตารางที่ 4.13 – 4.15 และรูปที่ 4.9 – 4.10) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และ 50 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 และ 100 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และ 300 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี MR TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 100 และ 200 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น



รูปที่ 4.ก แผนผังสรุปส่วนที่ 4.1

ผลจากส่วนการวิจัยในส่วนที่ 4.1 สามารถสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (AMSE) ได้ดังนี้

1. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธี จะให้ค่า AMSE ลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลง

2. เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธีจะให้ค่า AMSE เพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของ AMSE ในวิธี OLS จะสูงกว่าวิธี TLS MR และ JLS

3. เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่า AMSE ของวิธี OLS MR และ JLS มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนวิธี TLS จะให้ค่า AMSE ลดลงเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยและปานกลาง แต่กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก ค่า AMSE จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีขนาดตัวอย่างน้อย แต่ถ้าขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นในระดับที่พอเพียง จะมีผลทำให้ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.3

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

p = 3	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.0320	0.0192	0.0139	0.0133	0.0113
	(0.0038)	(0.0019)	(0.0011)	(0.0009)	(0.0007)
	1.26	2.67	4.51	8.13	0
TLS	0.2510	0.2438	0.2389	0.2366	0.2281
	(0.0200)	(0.0182)	(0.0167)	(0.0153)	(0.0136)
	694.30	1203.74	1696.24	1823.57	1918.58
MR	0.0337	0.0293	0.0152	0.0131	0.0121
	(0.0043)	(0.0026)	(0.0013)	(0.0009)	(0.0008)
	6.64	27.80	14.28	6.50	7.07
JLS	0.0316	0.0187	0.0133	0.0123	0.0119
	(0.0037)	(0.0016)	(0.0010)	(0.0008)	(0.0007)
	0	0	0	0	5.30

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด
TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.0282	0.0199	0.0180	0.0149	0.0133
	(0.0028)	(0.0017)	(0.0014)	(0.0010)	(0.0009)
	3.29	5.85	9.09	13.74	9.91
TLS	0.1741	0.1651	0.1630	0.1629	0.1622
	(0.0113)	(0.0099)	(0.0089)	(0.0081)	(0.0064)
	537.72	778.19	887.87	1143.51	1240.49
MR	0.0309	0.0221	0.0176	0.0135	0.0121
	(0.0033)	(0.0017)	(0.0014)	(0.0009)	(0.0008)
	13.18	17.55	6.66	3.05	0
JLS	0.0273	0.0188	0.0165	0.0131	0.0122
	(0.0024)	(0.0015)	(0.0011)	(0.0009)	(0.0007)
	0	0	0	0	0.82

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.0240	0.0211	0.0169	0.0157	0.0142
	(0.0024)	(0.0018)	(0.0015)	(0.0012)	(0.0011)
	10.59	17.22	19.01	21.70	15.44
TLS	0.1339	0.1282	0.1245	0.1234	0.1231
	(0.0080)	(0.0064)	(0.0049)	(0.0037)	(0.0036)
	517.05	612.22	776.76	856.58	900.81
MR	0.0255	0.0210	0.0145	0.0132	0.0124
	(0.0025)	(0.0018)	(0.0011)	(0.0010)	(0.0009)
	17.51	16.66	2.11	2.32	0.8130
JLS	0.0217	0.0180	0.0142	0.0129	0.0123
	(0.0019)	(0.0014)	(0.0011)	(0.0009)	(0.0008)
	0	0	0	0	0

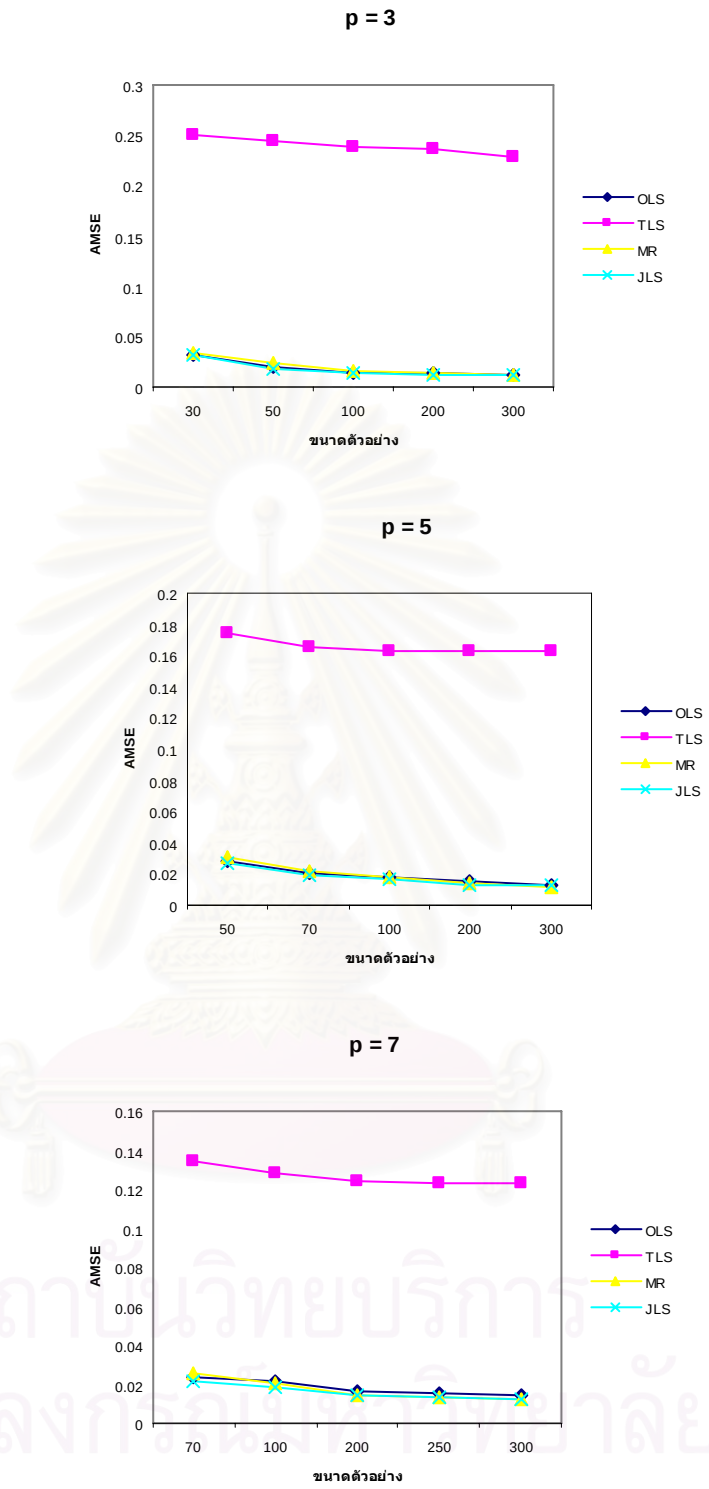
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

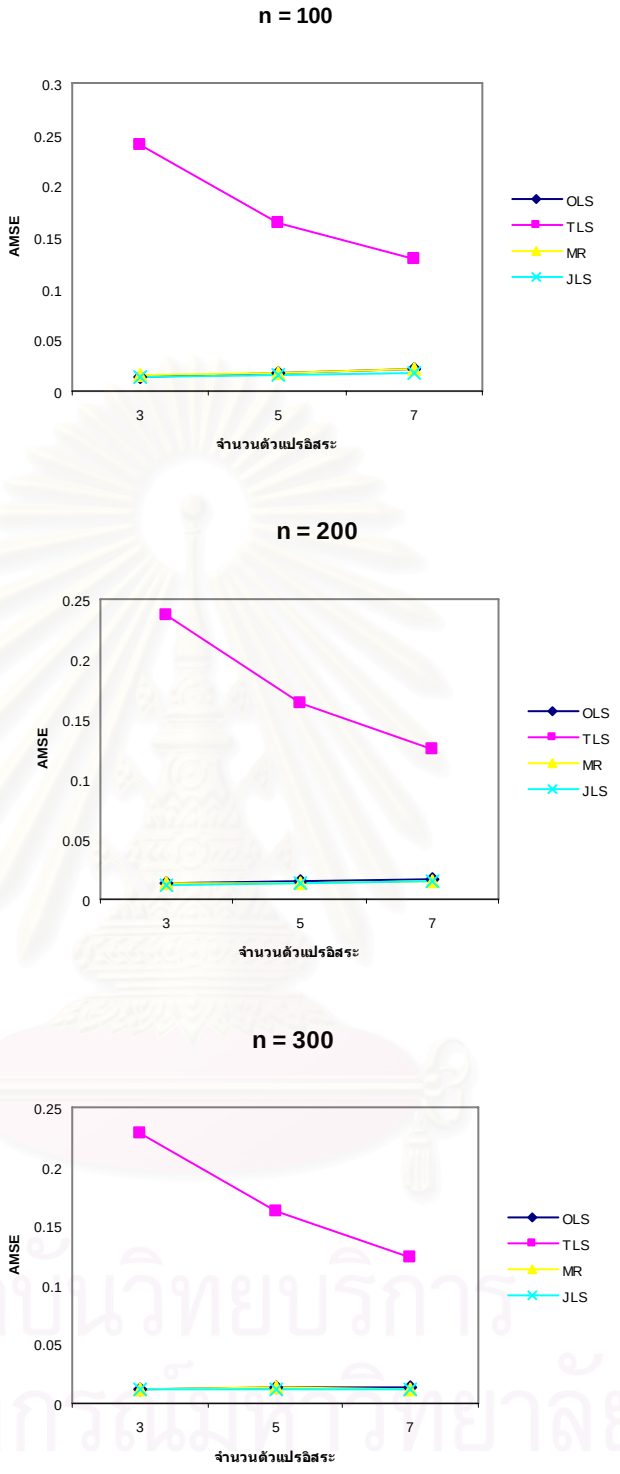
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$



รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.3 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.1 (ตารางที่ 4.16 – 4.18 และรูปที่ 4.11 – 4.12) พบว่า วิธี OLS MR และ JLS ให้ค่า AMSE ใกล้เคียงกัน ส่วนวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ในทุกสถานการณ์ โดยที่แต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง ส่วนการเพิ่มตัวแปรอิสระนั้นไม่มีผลต่อการสรุปผลการวิจัย ซึ่งทุก ๆ ระดับของจำนวนตัวแปรอิสระจะมีการสรุปผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.2219	0.1036	0.0897	0.0739	0.0588
	(0.0554)	(0.0238)	(0.0179)	(0.0125)	(0.0088)
	123.01	204.70	208.24	339.88	308.33
TLS	0.2890	0.2672	0.2648	0.2480	0.2456
	(0.0289)	(0.0240)	(0.0185)	(0.0124)	(0.0098)
	190.45	685.88	809.96	1376.19	1605.55
MR	0.1026	0.0395	0.0298	0.0184	0.0160
	(0.0205)	(0.0075)	(0.0044)	(0.0020)	(0.0016)
	3.11	16.17	2.40	9.52	11.11
JLS	0.0995	0.0340	0.0291	0.0168	0.0144
	(0.0199)	(0.0064)	(0.0040)	(0.0016)	(0.0012)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.1807	0.1651	0.1445	0.1306	0.0813
	(0.0433)	(0.0363)	(0.0303)	(0.0235)	(0.0130)
	100.11	201.82	256.79	533.98	369.94
TLS	0.1852	0.1795	0.1711	0.1650	0.1647
	(0.0166)	(0.0143)	(0.0119)	(0.0082)	(0.0065)
	105.09	228.15	322.46	700.97	852.02
MR	0.1007	0.0586	0.0426	0.0217	0.0177
	(0.0201)	(0.0105)	(0.0068)	(0.0026)	(0.0019)
	11.51	7.12	5.18	5.33	2.31
JLS	0.0903	0.0547	0.0405	0.0206	0.0173
	(0.0180)	(0.0098)	(0.0060)	(0.0022)	(0.0017)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.2302	0.2262	0.2125	0.1792	0.1515
	(0.0529)	(0.0479)	(0.0403)	(0.0322)	(0.0257)
	290.16	393.88	599.01	662.55	604.65
TLS	0.1427	0.1405	0.1396	0.1343	0.1332
	(0.0114)	(0.0098)	(0.0069)	(0.0055)	(0.0053)
	141.86	206.76	359.21	471.48	519.53
MR	0.0627	0.0491	0.0320	0.0241	0.0226
	(0.0125)	(0.0083)	(0.0044)	(0.0031)	(0.0027)
	6.27	7.20	5.18	5.33	2.31
JLS	0.0590	0.0458	0.0304	0.0235	0.0215
	(0.0112)	(0.0073)	(0.0039)	(0.0028)	(0.0025)
	0	0	0	0	0

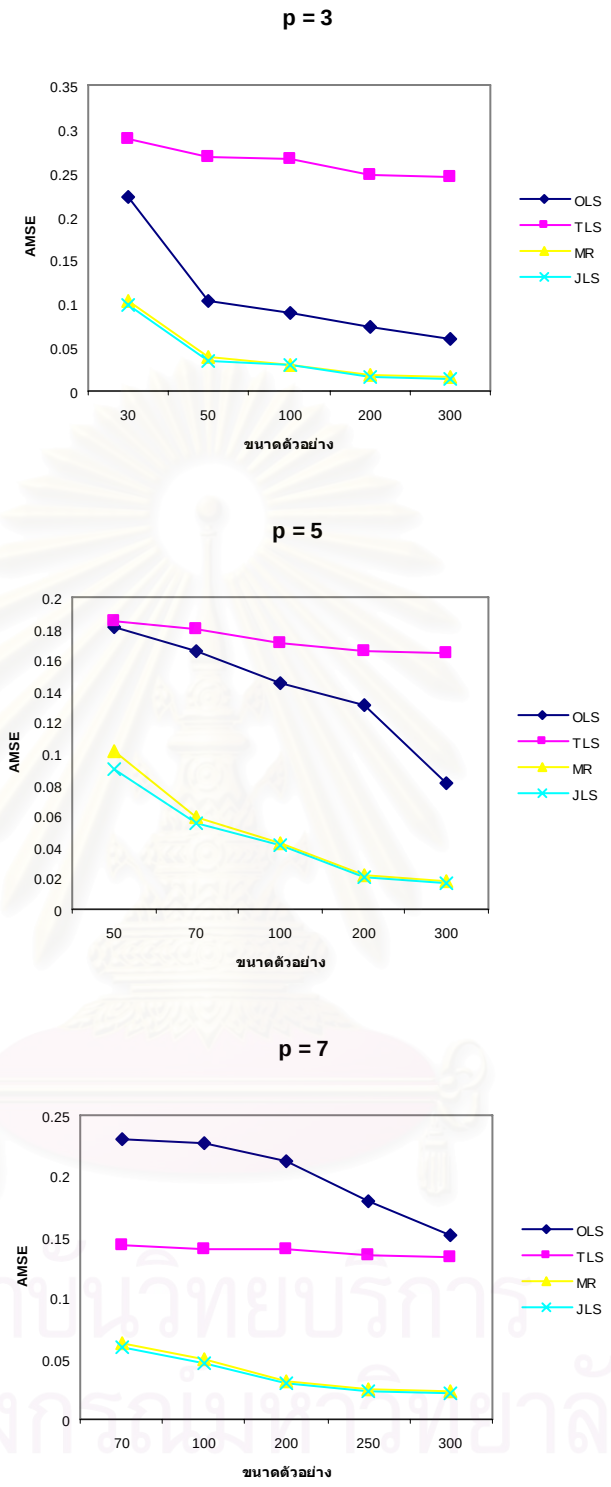
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

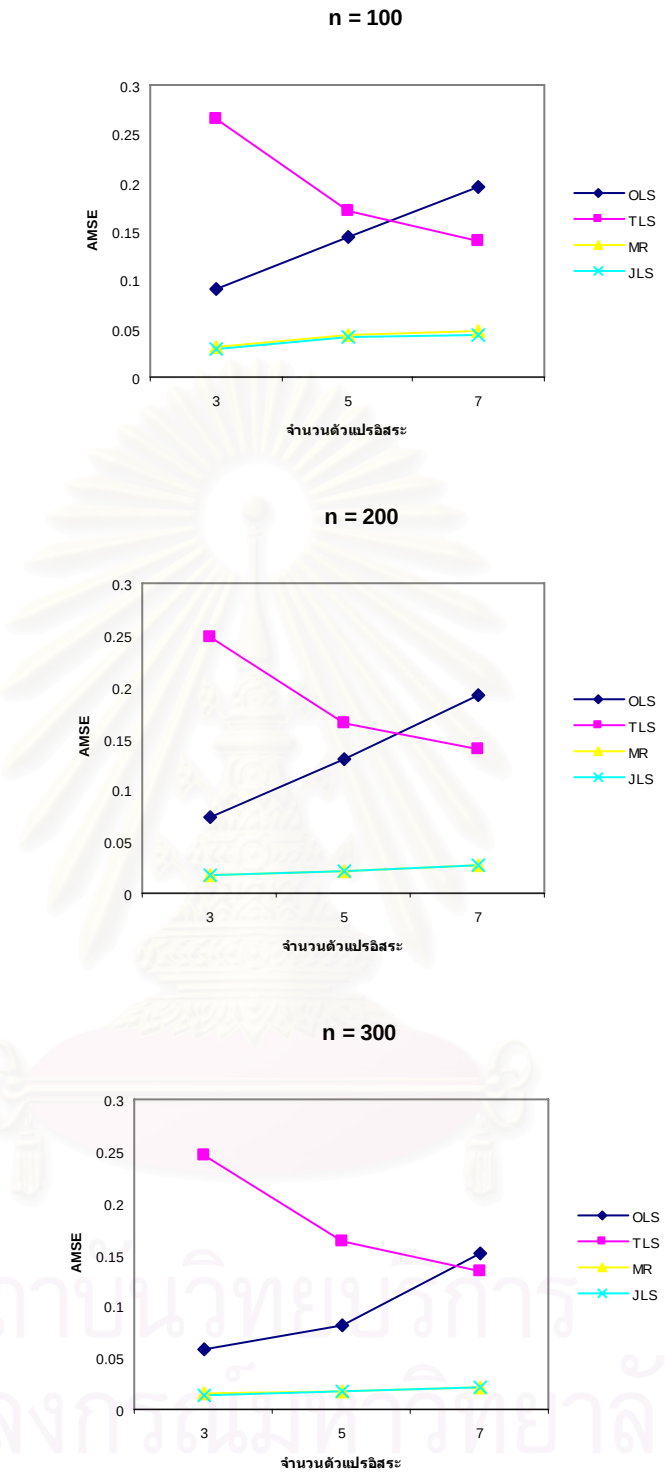
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$



รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.3 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.3 (ตารางที่ 4.19 – 4.21 และรูปที่ 4.13 – 4.14) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 และ 5 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี OLS และวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.6450	0.5532	0.4729	0.4398	0.3520
	(0.1870)	(0.1548)	(0.1182)	(0.1011)	(0.0774)
	379.19	431.41	595.44	1346.71	1243.51
TLS	0.3053	0.2893	0.2755	0.2632	0.2631
	(0.0702)	(0.0607)	(0.0523)	(0.0342)	(0.0283)
	126.82	177.90	305.14	765.78	904.19
MR	0.1465	0.1059	0.0691	0.0354	0.0267
	(0.0351)	(0.0232)	(0.0138)	(0.0062)	(0.0040)
	8.84	1.72	1.61	16.44	1.90
JLS	0.1346	0.1041	0.0680	0.0304	0.0262
	(0.0309)	(0.0218)	(0.0136)	(0.0048)	(0.0039)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.9448	0.8506	0.8192	0.7203	0.7142
	(0.2834)	(0.2381)	(0.2129)	(0.1728)	(0.1642)
	539.67	525.44	892.96	1394.39	1637.71
TLS	0.2033	0.2017	0.1889	0.1823	0.1807
	(0.0426)	(0.0403)	(0.0340)	(0.0236)	(0.0180)
	37.64	48.30	128.96	278.21	339.65
MR	0.1533	0.1490	0.0869	0.0543	0.0452
	(0.0352)	(0.0327)	(0.0182)	(0.0096)	(0.0072)
	3.79	9.55	5.33	10.78	9.97
JLS	0.1477	0.1360	0.0825	0.0482	0.0411
	(0.0310)	(0.0272)	(0.0165)	(0.0077)	(0.0071)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	1.6015	1.4742	1.3982	1.1819	1.0205
	(0.4644)	(0.4127)	(0.3635)	(0.2954)	(0.2449)
	1024.64	1211.56	1906.026	1828.05	2039.41
TLS	0.1672	0.1595	0.1505	0.1479	0.1449
	(0.0317)	(0.0271)	(0.0180)	(0.0147)	(0.0115)
	17.41	41.90	115.92	141.27	203.77
MR	0.1476	0.1179	0.0729	0.0637	0.0518
	(0.0354)	(0.0271)	(0.0153)	(0.0127)	(0.0093)
	3.65	4.89	4.59	3.91	8.59
JLS	0.1424	0.1124	0.0697	0.0613	0.0477
	(0.0313)	(0.0236)	(0.0125)	(0.0104)	(0.0086)
	0	0	0	0	0

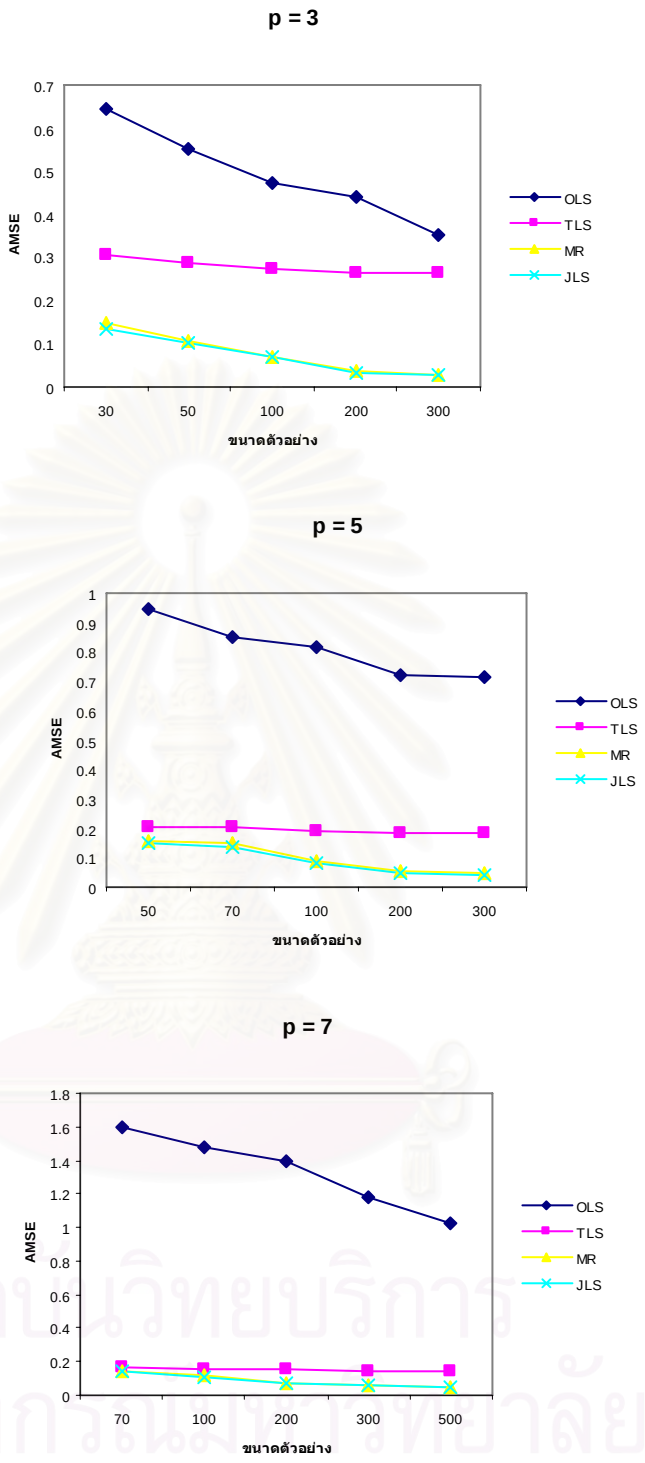
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

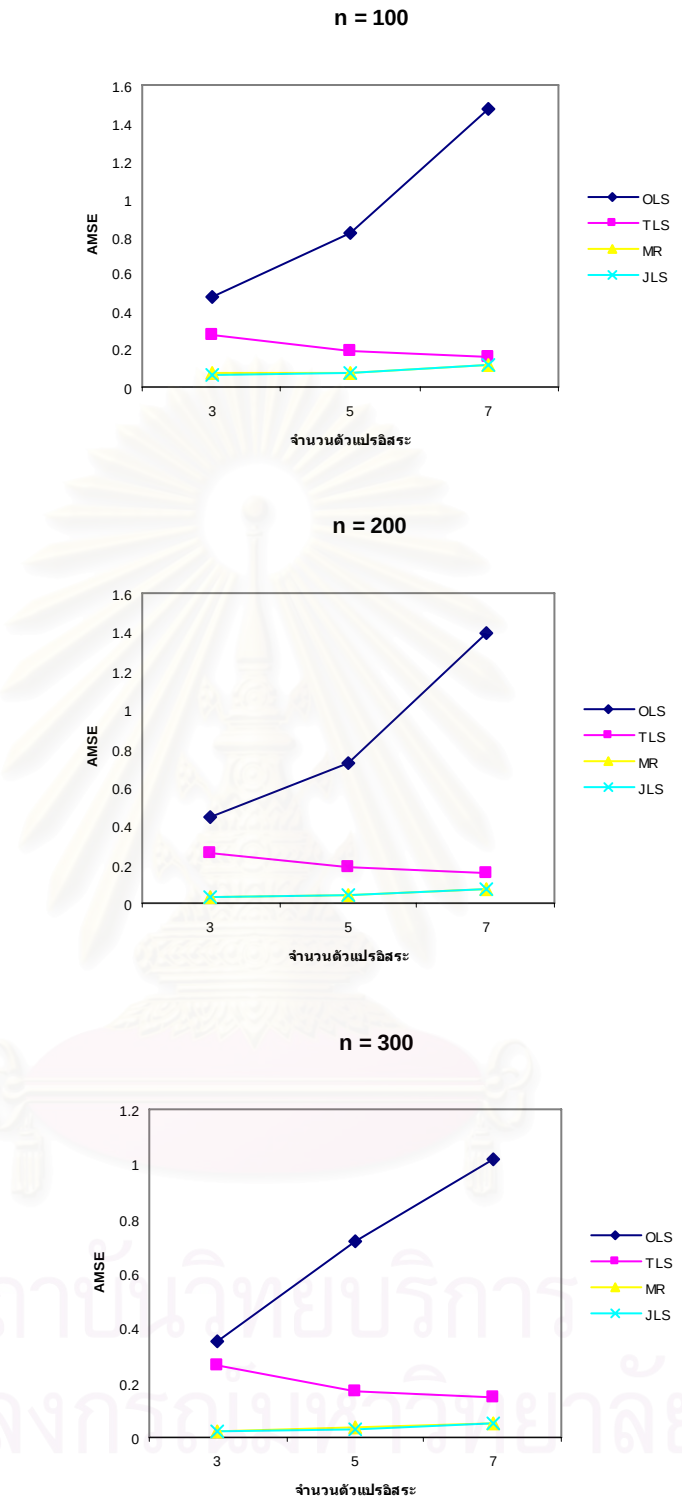
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$



รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.3 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.5 (ตารางที่ 4.22 – 4.24 และรูปที่ 4.15 – 4.16) พบว่า วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด สำหรับทุกกรณีโดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง ส่วนการเพิ่มตัวแปรอิสระนั้นไม่มีผลต่อการสรุปผลการวิจัย ซึ่งทุก ๆ ระดับของจำนวนตัวแปรอิสระจะมีการสรุปผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของ วิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของ วิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.25 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	1.2683	1.2009	1.1167	1.0532	0.8850
	(0.4185)	(0.3602)	(0.3126)	(0.2633)	(0.2035)
	264.87	521.58	1229.40	2293.41	2557.65
TLS	0.3476	0.3096	0.3001	0.2776	0.2729
	(0.0938)	(0.0743)	(0.0630)	(0.0444)	(0.0409)
	0	60.24	257.26	530.90	719.51
MR	0.3984	0.2062	0.1210	0.0653	0.0483
	(0.1155)	(0.0536)	(0.0302)	(0.0143)	(0.0101)
	14.61	6.72	44.04	48.40	45.04
JLS	0.3672	0.1932	0.0840	0.0440	0.0333
	(0.1064)	(0.0502)	(0.0193)	(0.0092)	(0.0066)
	5.63	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.26 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	2.5760	2.2174	2.0973	1.8929	1.6398
	(0.7985)	(0.6652)	(0.6082)	(0.4921)	(0.4095)
	662.35	924.67	1381.14	2257.28	2351.12
TLS	0.3379	0.2164	0.2053	0.1997	0.1918
	(0.0844)	(0.0454)	(0.0410)	(0.0299)	(0.0268)
	0	0	44.98	148.69	186.69
MR	0.3866	0.2496	0.1652	0.1016	0.0848
	(0.1043)	(0.0648)	(0.0429)	(0.0243)	(0.0195)
	14.41	13.30	16.66	26.52	26.75
JLS	0.3536	0.2320	0.1416	0.0803	0.0669
	(0.0954)	(0.0580)	(0.0339)	(0.0176)	(0.0140)
	4.64	6.72	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.27 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	2.8240	2.5871	2.4240	2.3026	2.2235
	(0.8754)	(0.7761)	(0.6544)	(0.5986)	(0.5781)
	965.66	1219.27	2217.40	2230.56	2754.30
TLS	0.2650	0.1961	0.1705	0.1550	0.1513
	(0.0583)	(0.0372)	(0.0238)	(0.0201)	(0.0181)
	0	0	63.00	56.88	94.22
MR	0.3423	0.2576	0.1287	0.1205	0.0961
	(0.0958)	(0.0695)	(0.0334)	(0.0301)	(0.0230)
	29.16	31.36	23.04	21.96	23.36
JLS	0.2955	0.2044	0.1046	0.0988	0.0779
	(0.0768)	(0.0511)	(0.0251)	(0.0227)	(0.0171)
	10.32	4.06	0	0	0

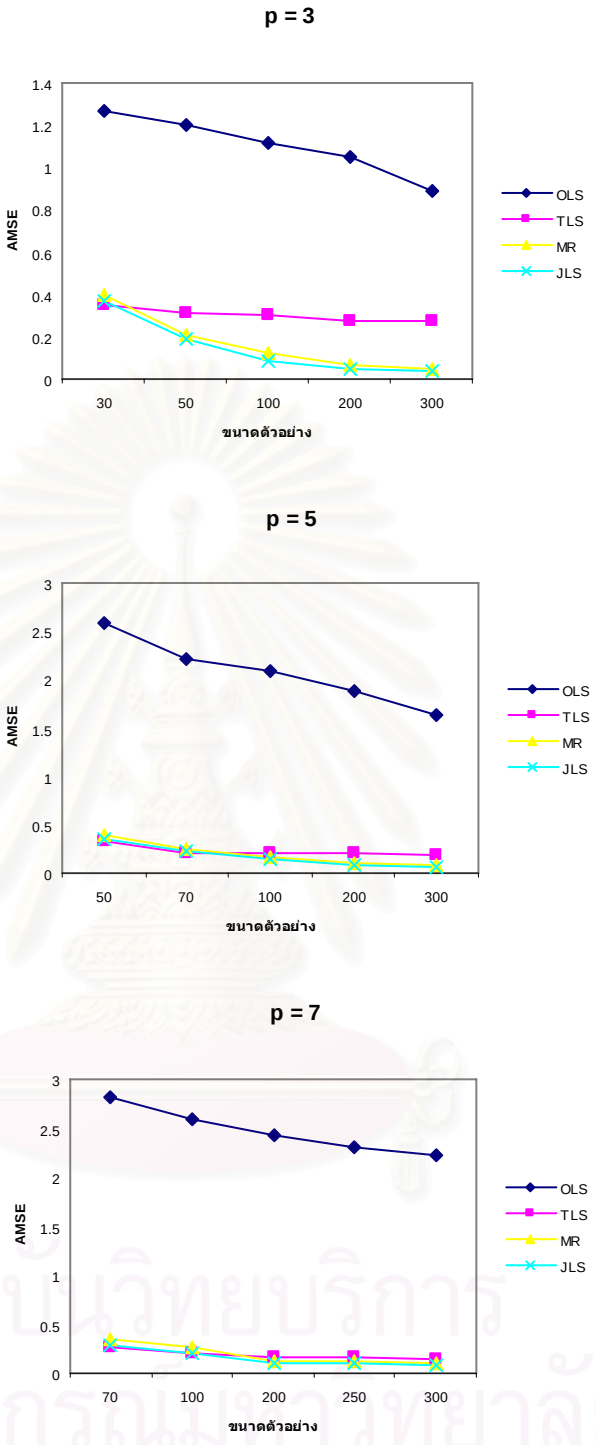
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

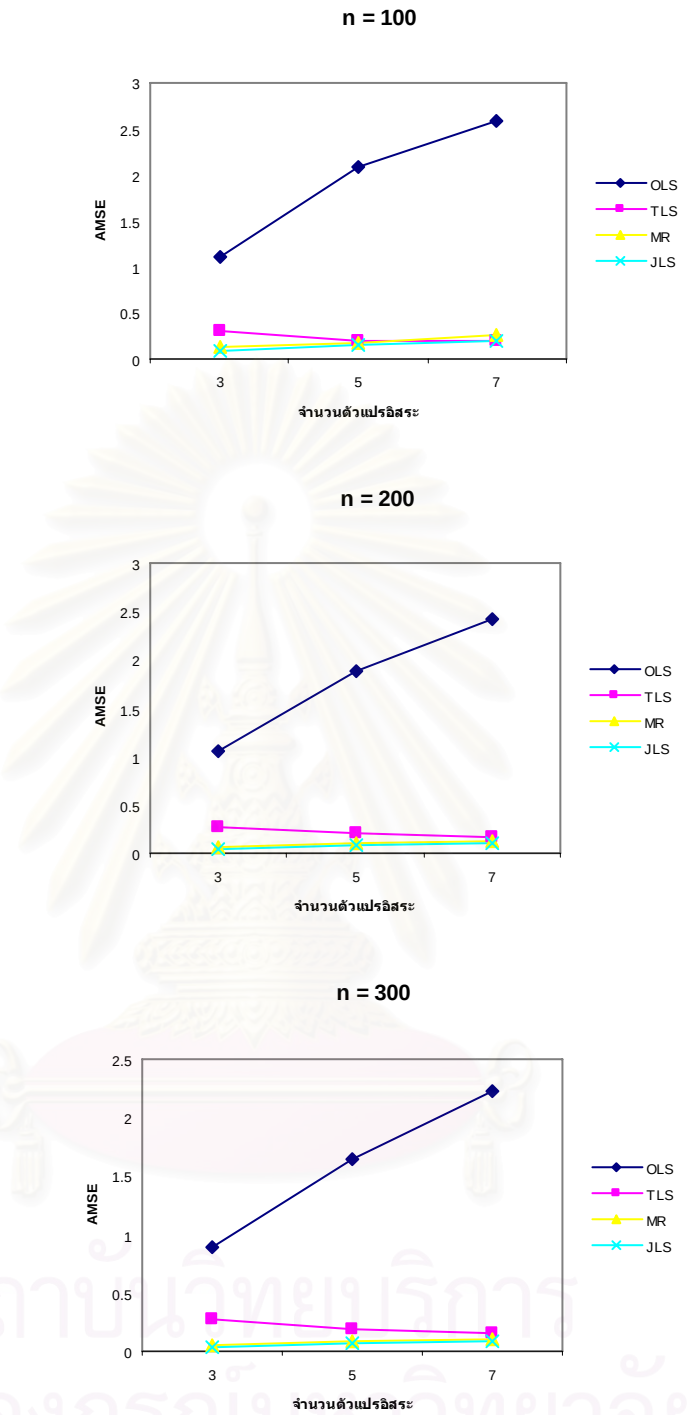
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.3 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.7 (ตารางที่ 4.25 – 4.27 และรูปที่ 4.17 – 4.18) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้น ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี TLS อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี TLS และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือ วิธี MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.28 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	3.7130	3.2881	2.9231	2.8284	2.7136
	(1.3366)	(1.0850)	(0.8769)	(0.7919)	(0.7326)
	812.06	826.48	1116.94	2543.36	4385.28
TLS	0.4071	0.3549	0.3144	0.2994	0.2907
	(0.1221)	(0.0922)	(0.0628)	(0.0568)	(0.0494)
	0	0	30.89	179.81	380.49
MR	0.4903	0.3954	0.3093	0.1563	0.1179
	(0.1519)	(0.1108)	(0.0835)	(0.0390)	(0.0271)
	20.43	11.52	28.76	46.07	94.87
JLS	0.4658	0.3791	0.2402	0.1070	0.0605
	(0.1397)	(0.1061)	(0.0624)	(0.0256)	(0.0133)
	14.41	6.81	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.29 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	3.6283	3.5471	3.4176	3.2564	2.9983
	(1.1610)	(1.0996)	(1.0252)	(0.9443)	(0.8395)
	808.89	1196.45	1261.05	1798.77	2440.93
TLS	0.3992	0.2736	0.2511	0.2363	0.2116
	(0.1077)	(0.0601)	(0.0502)	(0.0425)	(0.0359)
	0	0	0	37.78	79.32
MR	0.4743	0.3974	0.3258	0.2415	0.1594
	(0.1375)	(0.1112)	(0.0912)	(0.0627)	(0.0432)
	18.81	45.24	29.74	40.81	35.08
JLS	0.4200	0.3437	0.2638	0.1715	0.1180
	(0.1176)	(0.0928)	(0.0685)	(0.0411)	(0.0259)
	19.22	31.10	8.94	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.30 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.3 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	4.8493	4.5375	4.2305	4.0193	3.8216
	(1.5032)	(1.4066)	(1.2691)	(1.1655)	(1.0700)
	1485.25	1919.35	1945.69	1971.80	2519.32
TLS	0.3059	0.2247	0.2068	0.1953	0.1832
	(0.0703)	(0.0426)	(0.0351)	(0.0312)	(0.0294)
	0	0	0	0.67	25.56
MR	0.4217	0.3625	0.3147	0.2471	0.2226
	(0.1222)	(0.1015)	(0.0849)	(0.0642)	(0.0556)
	37.85	61.32	52.17	27.37	52.57
JLS	0.3647	0.2946	0.2253	0.1940	0.1459
	(0.1057)	(0.0795)	(0.0585)	(0.0485)	(0.0350)
	19.22	31.10	8.94	0	0

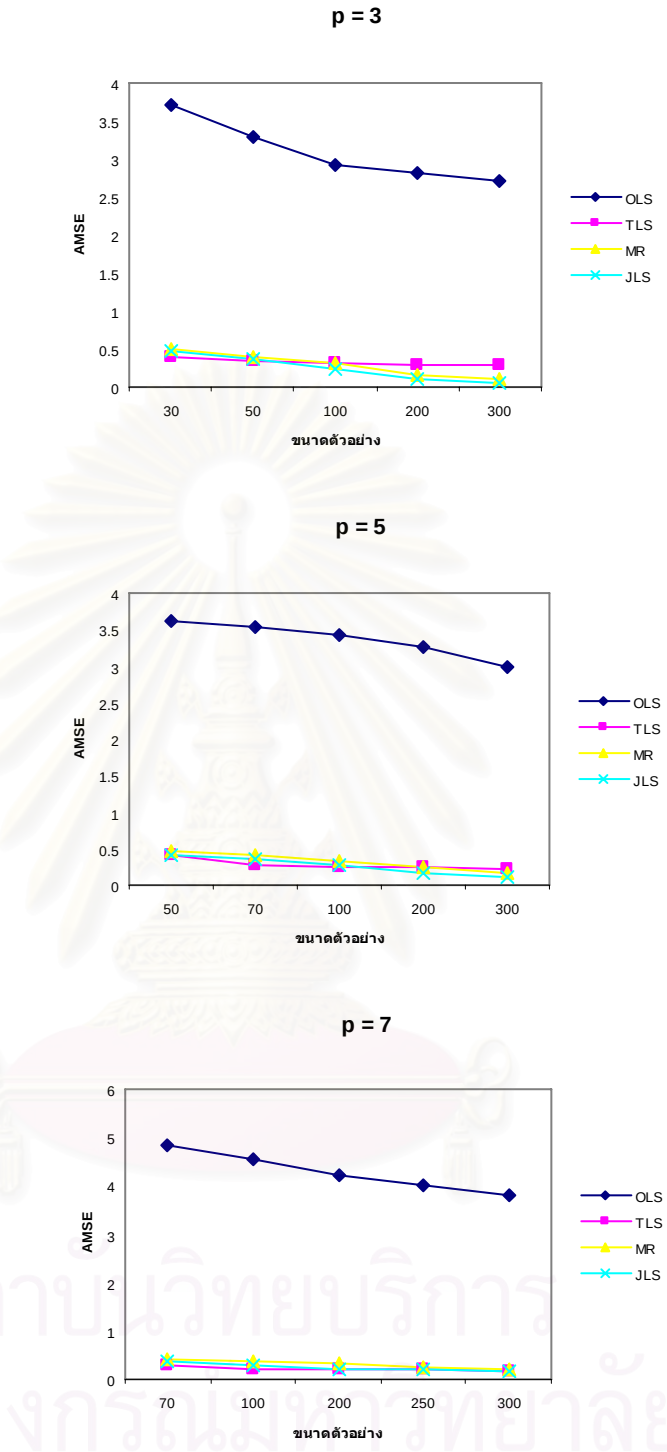
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

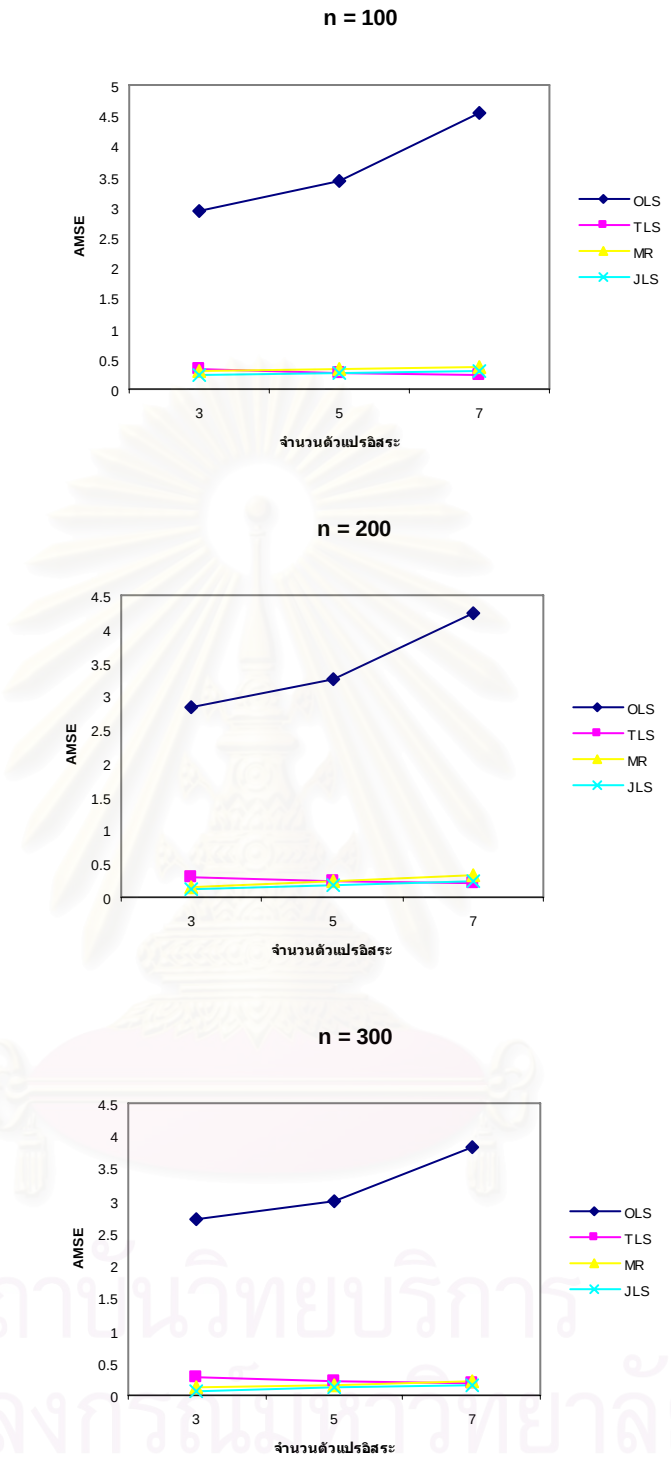
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

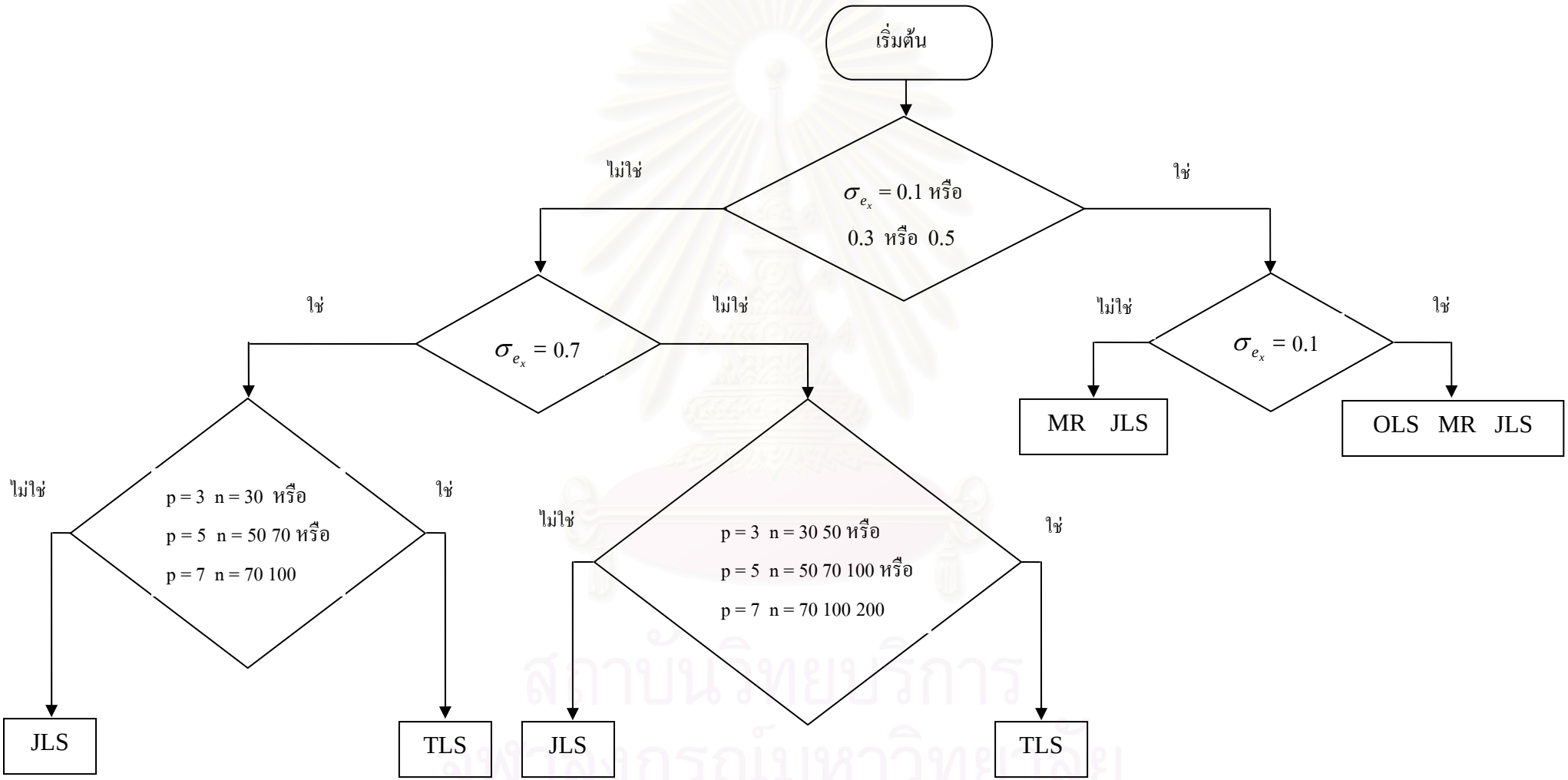


รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.3$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.3 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 1.0 (ตารางที่ 4.28 – 4.30 และรูปที่ 4.19 – 4.20) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และ 50 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS และ วิธี MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงที่สุด เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 และ 100 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 300 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงที่สุด ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี TLS และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี MR และ วิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น



รูปที่ 4.ข แผนผังสรุปส่วนที่ 4.2

ผลจากส่วนการวิจัยในส่วนที่ 4.2 สามารถสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (AMSE) ได้ดังนี้

1. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธี จะให้ค่า AMSE ลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลง

2. เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธีจะให้ค่า AMSE เพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของ AMSE ในวิธี OLS จะสูงกว่าวิธี TLS MR และ JLS

3. เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่า AMSE ของวิธี OLS MR และ JLS มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนวิธี TLS จะให้ค่า AMSE ลดลงเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยและปานกลาง แต่กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก ค่า AMSE จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีขนาดตัวอย่างน้อย แต่ถ้าขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นในระดับที่พอเพียง จะมีผลทำให้ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

p = 3	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.0586	0.0353	0.0209	0.0149	0.0141
	(0.0082)	(0.0042)	(0.0020)	(0.0013)	(0.0011)
	0	12.06	6.63	4.92	7.63
TLS	0.2650	0.2590	0.2456	0.2428	0.2300
	(0.0251)	(0.0207)	(0.0169)	(0.0157)	(0.0138)
	352.21	722.22	1153.06	1609.85	1655.72
MR	0.0653	0.0318	0.0199	0.0155	0.0146
	(0.0097)	(0.0034)	(0.0017)	(0.0013)	(0.0011)
	11.43	0.95	1.53	9.15	11.45
JLS	0.0592	0.0315	0.0196	0.0142	0.0131
	(0.0076)	(0.0031)	(0.0017)	(0.0011)	(0.0009)
	1.02	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด
TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.32 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.0426	0.0304	0.0253	0.0192	0.0163
	(0.0059)	(0.0039)	(0.0025)	(0.0017)	(0.0013)
	0.9478	4.10	5.41	12.28	10.13
TLS	0.1751	0.1709	0.1684	0.1642	0.1637
	(0.0157)	(0.0145)	(0.0134)	(0.0098)	(0.0065)
	314.92	485.27	601.66	860.23	1006.08
MR	0.0482	0.0310	0.0252	0.0176	0.0150
	(0.0053)	(0.0031)	(0.0025)	(0.0015)	(0.0013)
	14.21	8.56	5.00	2.92	1.35
JLS	0.0422	0.0292	0.0240	0.0171	0.0148
	(0.0046)	(0.0029)	(0.0021)	(0.0013)	(0.0011)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.33 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.0416	0.0268	0.0218	0.0176	0.0165
	(0.0062)	(0.0034)	(0.0021)	(0.0015)	(0.0014)
	0	5.09	21.11	12.82	10
TLS	0.1391	0.1383	0.1275	0.1255	0.1253
	(0.0104)	(0.0096)	(0.0076)	(0.0062)	(0.0050)
	234.37	442.35	608.33	704.48	735.33
MR	0.0482	0.0268	0.0180	0.0159	0.0153
	(0.0053)	(0.0026)	(0.0016)	(0.0014)	(0.0013)
	15.86	5.09	0	1.92	2
JLS	0.0422	0.0255	0.0181	0.0156	0.0150
	(0.0042)	(0.0022)	(0.0016)	(0.0013)	(0.0012)
	1.44	0	0.55	0	0

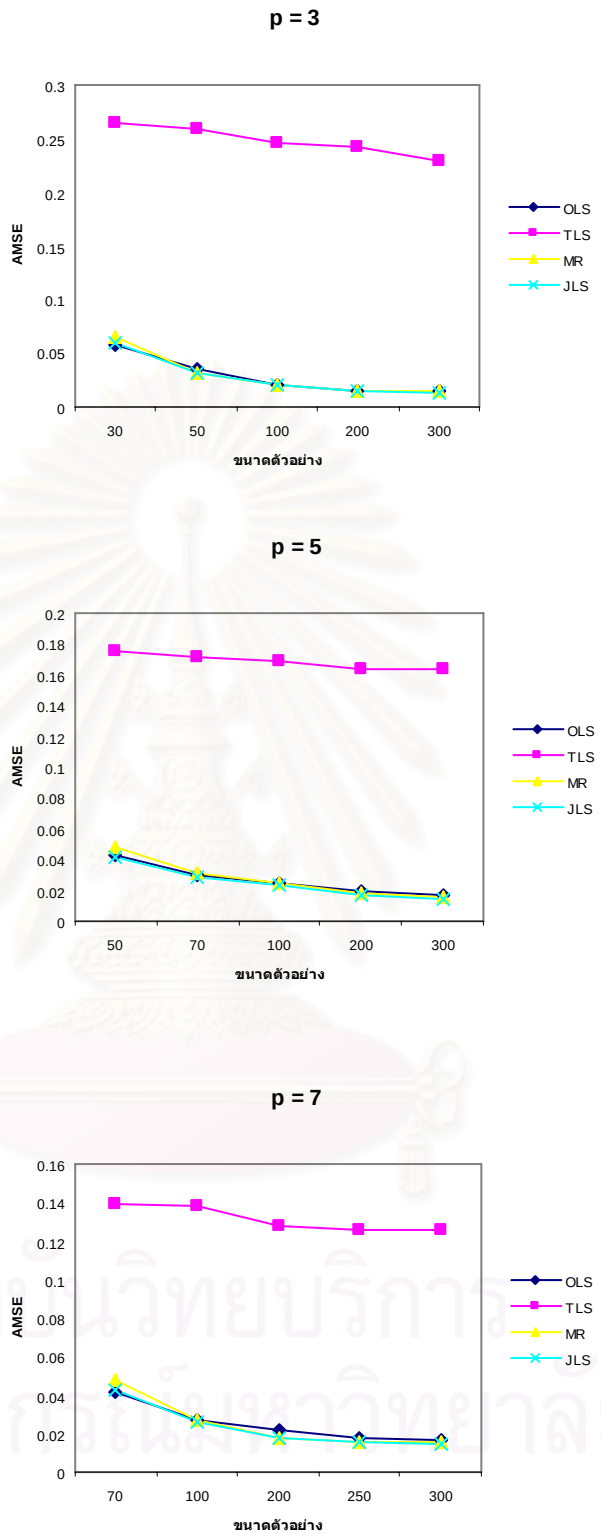
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

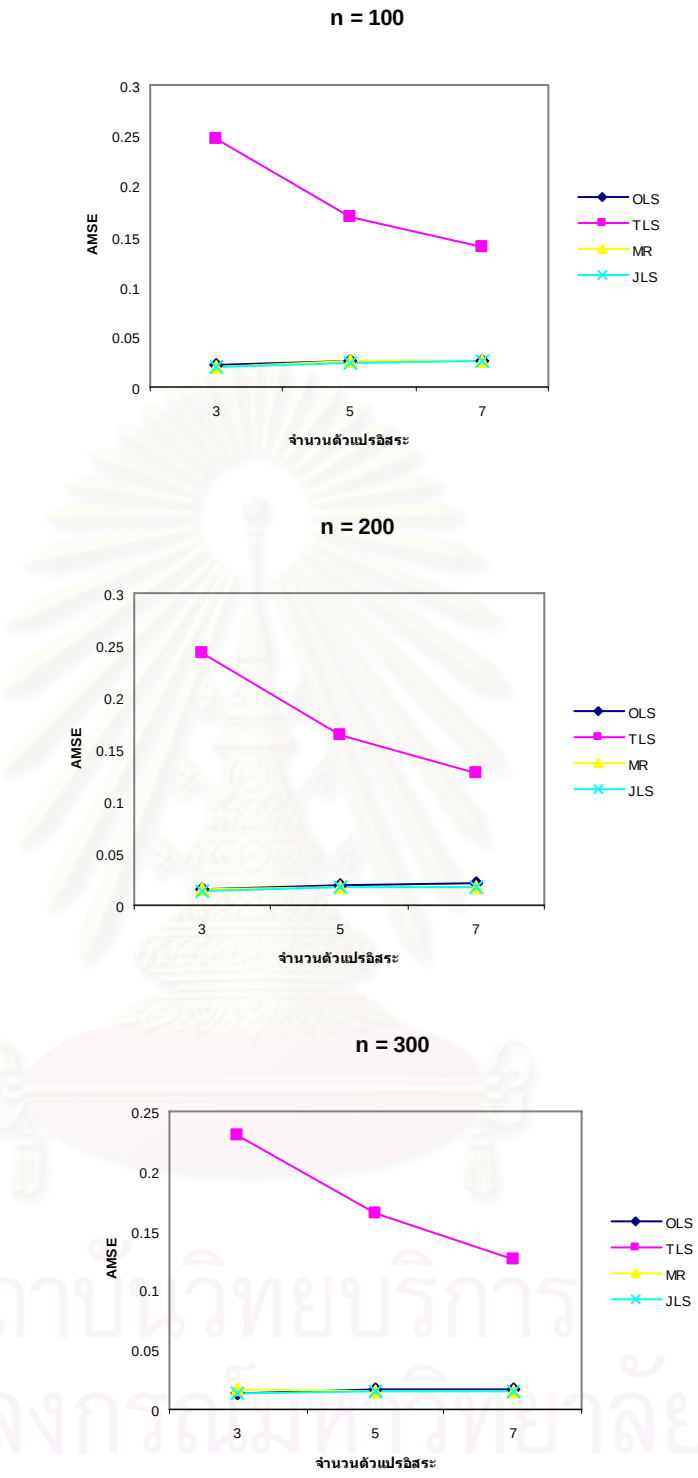
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$



รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.1 (ตารางที่ 4.31 - 4.33 และรูปที่ 4.21 – 4.22) พบว่า วิธี OLS MR และ JLS ให้ค่า AMSE ใกล้เคียงกัน ส่วนวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ในทุกสถานการณ์ โดยที่แต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง ส่วนการเพิ่มตัวแปรอิสระนั้นไม่มีผลต่อการสรุปผลการวิจัย ซึ่งทุก ๆ ระดับของจำนวนตัวแปรอิสระจะมีการสรุปผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.2313	0.1329	0.1085	0.0832	0.0676
	(0.0578)	(0.0292)	(0.0217)	(0.0149)	(0.0108)
	116.37	202.04	184.77	296.19	284.09
TLS	0.2935	0.2722	0.2667	0.2555	0.2509
	(0.0410)	(0.0326)	(0.0240)	(0.0204)	(0.0175)
	174.55	518.63	600.00	1116.66	1325.56
MR	0.1142	0.0455	0.0420	0.0213	0.0179
	(0.0251)	(0.0081)	(0.0067)	(0.0025)	(0.0019)
	6.82	3.40	10.23	1.42	1.70
JLS	0.1069	0.0440	0.0381	0.0210	0.0176
	(0.0224)	(0.0074)	(0.0057)	(0.0025)	(0.0017)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.1862	0.1714	0.1537	0.1371	0.1130
	(0.0445)	(0.0377)	(0.0322)	(0.0260)	(0.0203)
	93.11	198.60	259.11	407.77	459.40
TLS	0.1901	0.1838	0.1738	0.1680	0.1662
	(0.0209)	(0.0183)	(0.0156)	(0.0117)	(0.0099)
	98.22	220.20	306.07	522.22	722.77
MR	0.1049	0.0593	0.0440	0.0276	0.0207
	(0.0220)	(0.0112)	(0.0074)	(0.0035)	(0.0024)
	9.84	3.31	2.80	2.22	2.47
JLS	0.0959	0.0574	0.0428	0.0270	0.0202
	(0.0172)	(0.0097)	(0.0068)	(0.0035)	(0.0022)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.36 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.2598	0.2330	0.2151	0.1830	0.1774
	(0.0597)	(0.0512)	(0.0430)	(0.0366)	(0.0337)
	270.61	275.80	563.88	642.30	639.16
TLS	0.1506	0.1499	0.1406	0.1373	0.1370
	(0.0135)	(0.0119)	(0.0084)	(0.0072)	(0.0068)
	114.83	141.77	333.95	428.07	470.83
MR	0.0701	0.0620	0.0329	0.0273	0.0251
	(0.0140)	(0.0111)	(0.0052)	(0.0040)	(0.0035)
	0	0	1.54	5.00	4.58
JLS	0.0766	0.0653	0.0324	0.0260	0.0240
	(0.0137)	(0.0105)	(0.0068)	(0.0035)	(0.0022)
	9.27	5.32	0	0	0

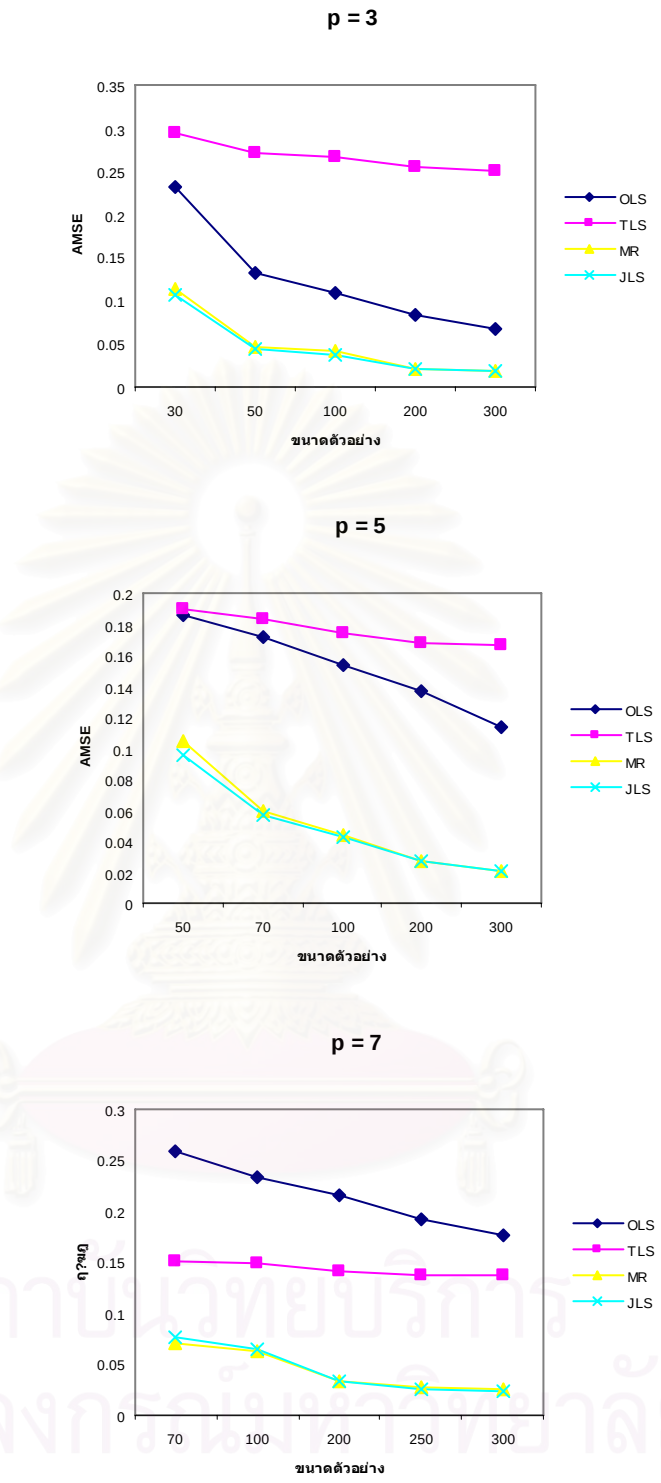
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

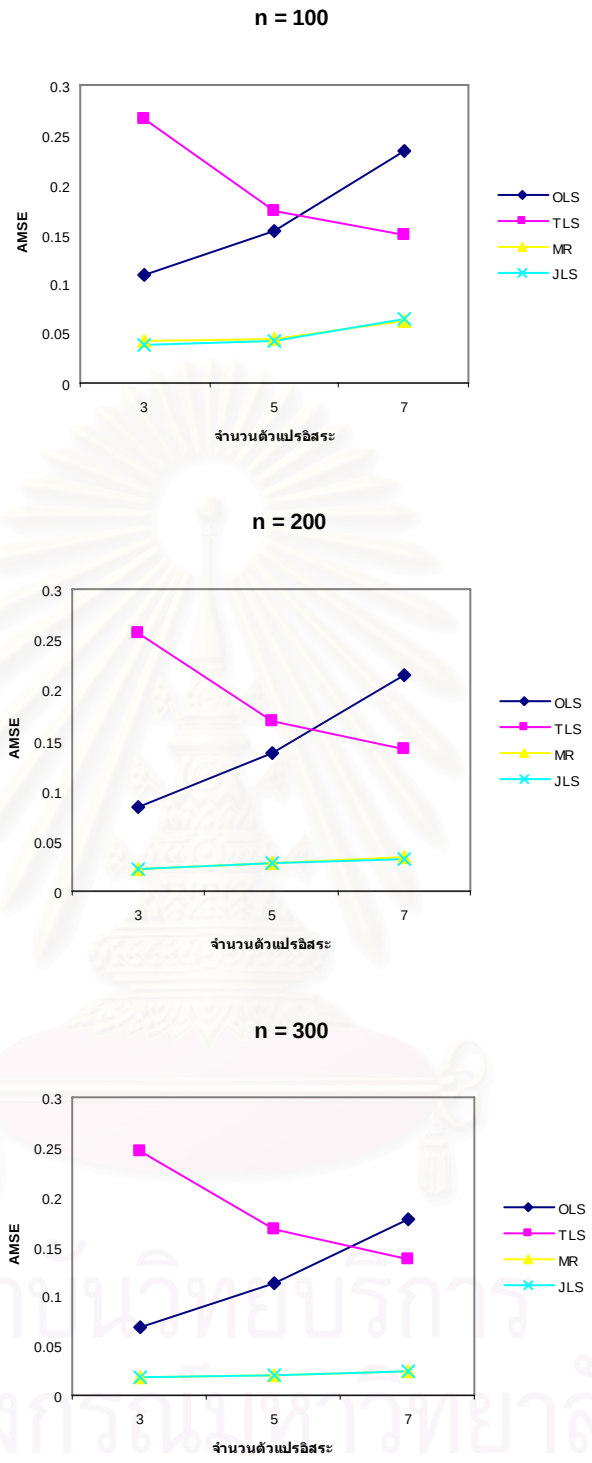
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$



รูปที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.3 (ตารางที่ 4.34 – 4.36 และรูปที่ 4.23 – 4.24) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 และ 5 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี OLS และวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.37 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.7170	0.5860	0.4929	0.4584	0.3690
	(0.2151)	(0.1640)	(0.1281)	(0.1146)	(0.0811)
	219.23	448.17	547.70	1293.31	1241.81
TLS	0.3117	0.2994	0.2871	0.2691	0.2664
	(0.0779)	(0.0688)	(0.0516)	(0.0403)	(0.0346)
	38.78	180.07	277.26	717.93	868.72
MR	0.2426	0.1172	0.0790	0.0381	0.0281
	(0.0630)	(0.0293)	(0.0150)	(0.0064)	(0.0042)
	8.01	9.63	3.81	15.80	2.18
JLS	0.2246	0.1069	0.0761	0.0329	0.0275
	(0.0561)	(0.0245)	(0.0136)	(0.0055)	(0.0041)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.38 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	1.3558	1.1143	0.8391	0.7837	0.7574
	(0.3931)	(0.3120)	(0.2265)	(0.2037)	(0.1817)
	601.03	647.35	872.30	1317.17	1711.96
TLS	0.2100	0.2070	0.1898	0.1890	0.1826
	(0.0462)	(0.0393)	(0.0341)	(0.0264)	(0.0219)
	8.58	38.83	119.93	241.77	336.84
MR	0.1989	0.1529	0.0920	0.0601	0.0492
	(0.0537)	(0.0397)	(0.0184)	(0.0108)	(0.0078)
	2.84	2.54	6.60	8.67	17.70
JLS	0.1934	0.1491	0.0863	0.0552	0.0418
	(0.0444)	(0.0328)	(0.0155)	(0.0094)	(0.0062)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.39 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	1.7320	1.5555	1.4892	1.2635	1.1809
	(0.4676)	(0.4044)	(0.3723)	(0.2906)	(0.2657)
	923.03	1035.40	1794.65	1889.764	2215.49
TLS	0.1763	0.1655	0.1568	0.1523	0.1498
	(0.0352)	(0.0281)	(0.0219)	(0.0182)	(0.0149)
	4.14	20.80	99.49	139.84	193.72
MR	0.1782	0.1418	0.0849	0.0720	0.0607
	(0.0427)	(0.0269)	(0.0144)	(0.0115)	(0.0099)
	5.25	3.50	8.01	13.38	19.01
JLS	0.1693	0.1370	0.0786	0.0635	0.0510
	(0.0372)	(0.0246)	(0.0133)	(0.0095)	(0.0086)
	0	0	0	0	0

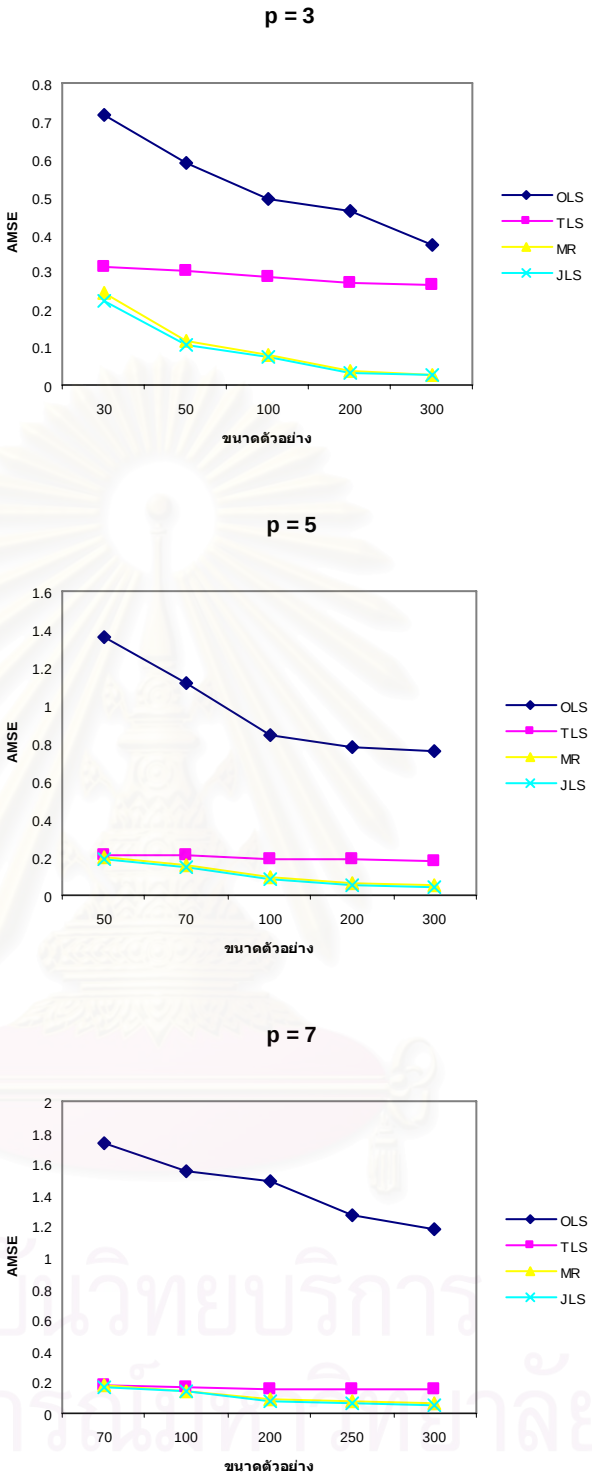
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

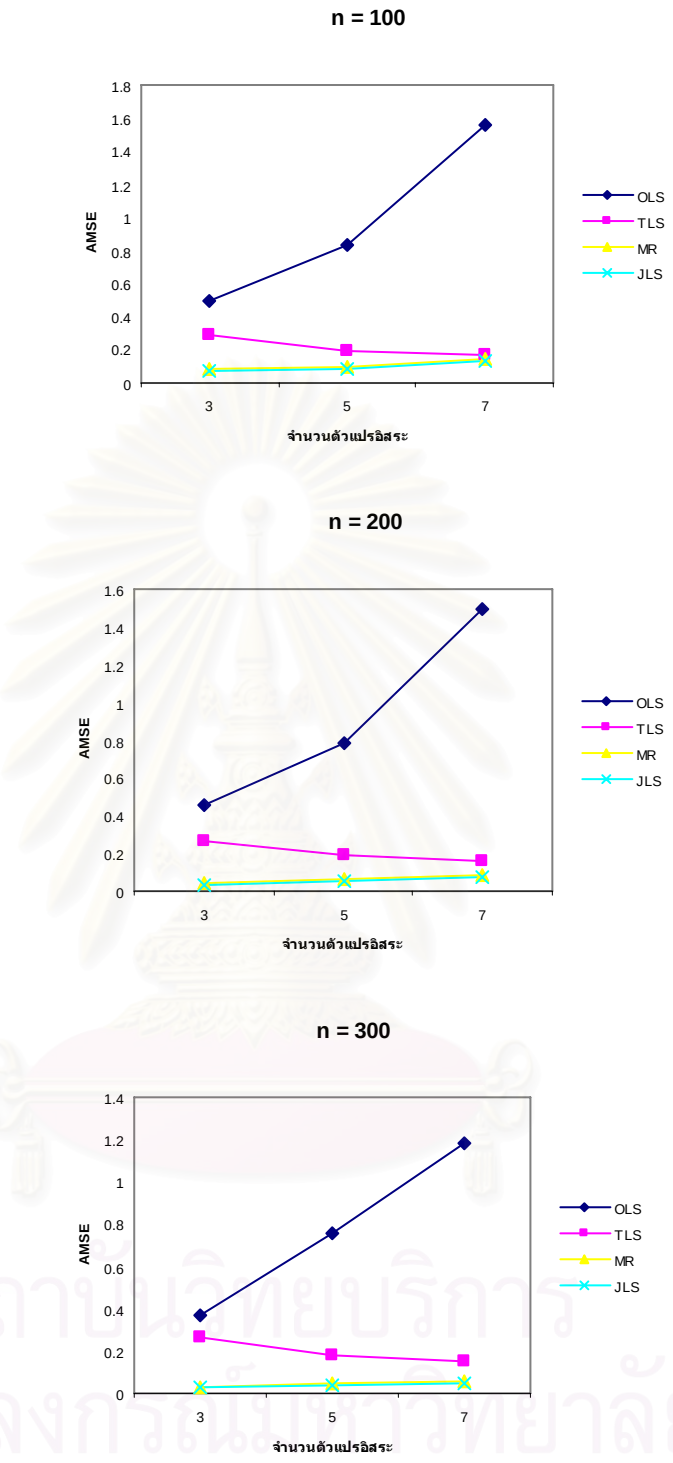
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$



รูปที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.5 (ตารางที่ 4.37 – 4.39 และรูปที่ 4.25 – 4.26) พบว่า วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด สำหรับทุกกรณียกเว้นกรณีตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 วิธี TLS MR และ JLS ให้ค่า AMSE ใกล้เคียงกัน และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.40 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	1.6496	1.3902	1.3043	1.1884	1.1036
	(0.5443)	(0.4170)	(0.3521)	(0.3089)	(0.2648)
	362.85	581.47	874.81	2172.27	2578.64
TLS	0.3564	0.3183	0.3037	0.2799	0.2754
	(0.0997)	(0.0732)	(0.0637)	(0.0531)	(0.0454)
	0	56.02	126.98	435.18	568.44
MR	0.4075	0.2101	0.1452	0.0628	0.0504
	(0.1222)	(0.0567)	(0.0348)	(0.0144)	(0.0105)
	14.33	2.99	8.52	20.07	22.33
JLS	0.3783	0.2004	0.1338	0.0523	0.0412
	(0.1097)	(0.0530)	(0.0307)	(0.0115)	(0.0082)
	6.14	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.41 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	3.0002	2.8628	2.2385	2.0526	1.9906
	(0.9300)	(0.8588)	(0.6267)	(0.5544)	(0.5175)
	713.94	1176.32	1380.48	2313.16	2857
TLS	0.3686	0.2243	0.2150	0.2041	0.2007
	(0.0921)	(0.0493)	(0.0451)	(0.0367)	(0.0321)
	0	0	42.19	139.83	198.21
MR	0.4167	0.2593	0.1692	0.1091	0.0859
	(0.1166)	(0.0700)	(0.0423)	(0.0261)	(0.0197)
	13.04	15.60	11.90	28.20	27.63
JLS	0.3959	0.2365	0.1512	0.0851	0.0673
	(0.1066)	(0.0591)	(0.0362)	(0.0195)	(0.0141)
	13.36	5.43	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.42 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	3.7624	3.4458	3.0331	2.8690	2.5893
	(1.1663)	(1.0337)	(0.8795)	(0.8033)	(0.6991)
	1277.16	1623.76	1987.47	2666.63	2739.14
TLS	0.2732	0.1999	0.1768	0.1698	0.1639
	(0.0628)	(0.0399)	(0.0300)	(0.0255)	(0.0230)
	0	0	21.67	54.09	68.75
MR	0.3602	0.2639	0.1651	0.1334	0.1084
	(0.1044)	(0.0754)	(0.0412)	(0.0320)	(0.0260)
	31.84	34.71	13.62	28.64	18.85
JLS	0.3097	0.2191	0.1453	0.1037	0.0912
	(0.0836)	(0.0569)	(0.0348)	(0.0238)	(0.0200)
	13.36	9.60	0	0	0

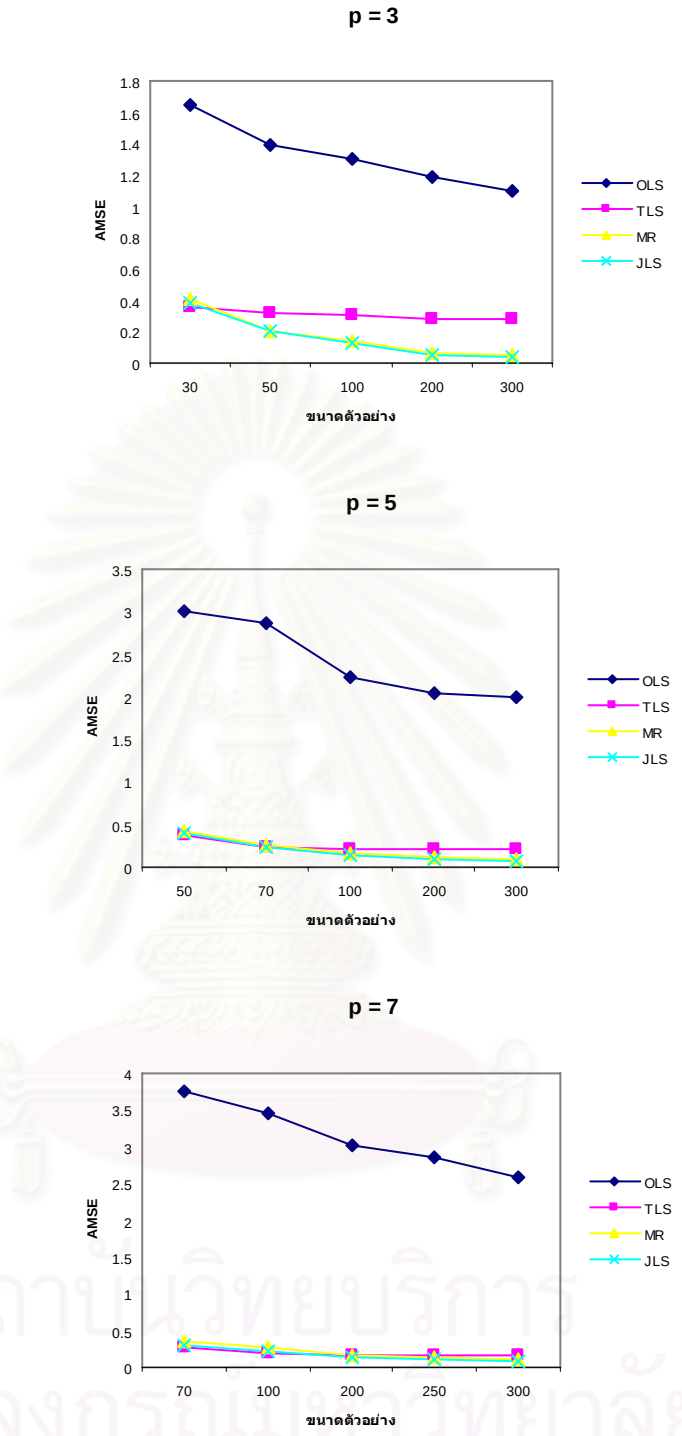
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

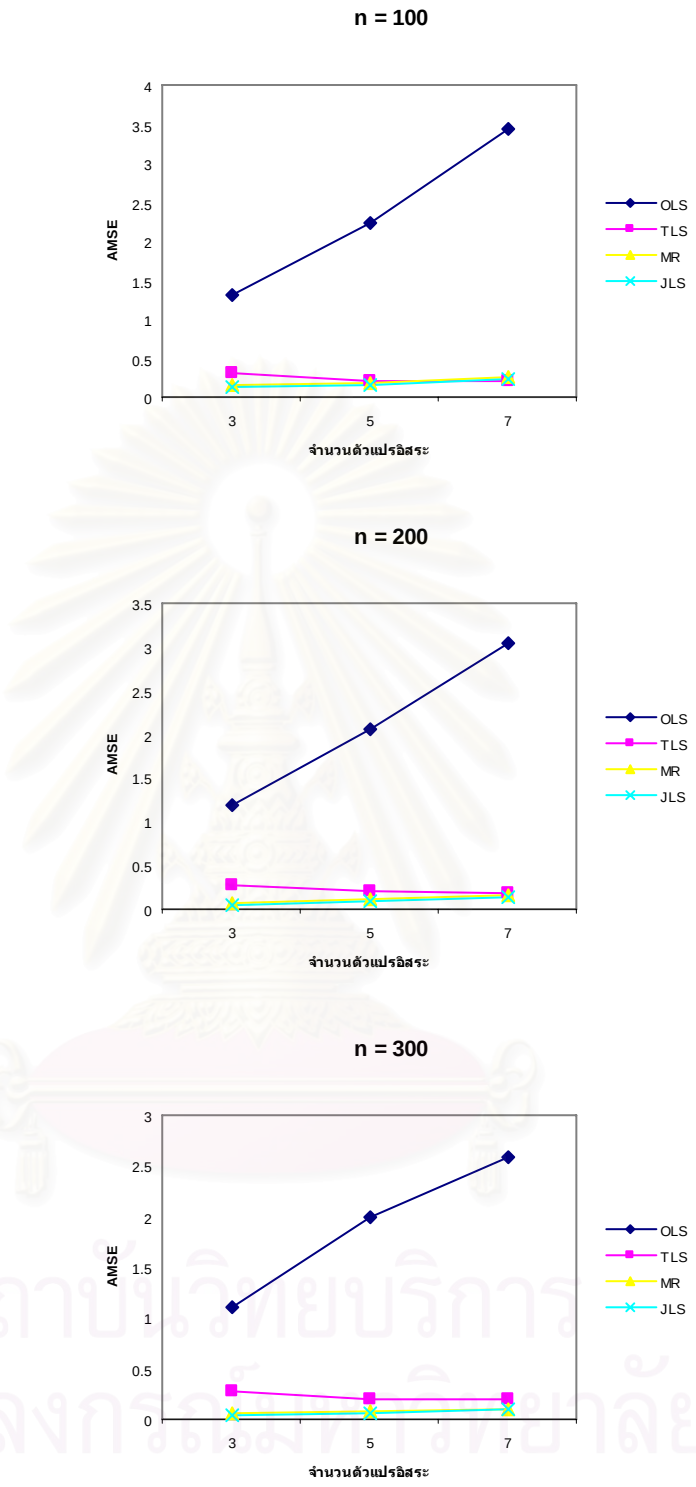
J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.7 (ตารางที่ 4.40 – 4.42 และรูปที่ 4.27 – 4.28) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้น ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และ 100 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี TLS อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.43 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	3.7391	3.3253	3.0156	2.8701	2.7997
	(1.3586)	(1.1008)	(0.9245)	(0.8036)	(0.7559)
	639.82	773.92	1106.92	2523.49	3698.77
TLS	0.5054	0.3805	0.3202	0.3020	0.2993
	(0.1617)	(0.0989)	(0.0736)	(0.0634)	(0.0568)
	0	0	28.08	176.05	306.10
MR	0.5571	0.4332	0.3125	0.1623	0.1256
	(0.1782)	(0.1299)	(0.0906)	(0.0438)	(0.0314)
	10.22	13.85	25.00	48.35	70.42
JLS	0.5226	0.3957	0.2500	0.1094	0.0737
	(0.1620)	(0.1147)	(0.0700)	(0.0273)	(0.0169)
	3.40	3.99	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.44 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	3.7165	3.6625	3.5680	3.4937	3..0849
	(1.1892)	(1.1353)	(1.0704)	(1.0131)	(0.8329)
	764.10	1014.57	1258.20	1873.84	2075.52
TLS	0.4301	0.3286	0.2627	0.2463	0.2366
	(0.1204)	(0.0755)	(0.0577)	(0.0492)	(0.0425)
	0	0	0	39.15	66.85
MR	0.5291	0.4002	0.3348	0.2523	0.1891
	(0.1640)	(0.1200)	(0.1004)	(0.0706)	(0.0491)
	23.01	21.78	27.44	42.54	33.35
JLS	0.4820	0.3561	0.2789	0.1770	0.1418
	(0.1446)	(0.1068)	(0.0808)	(0.0477)	(0.0354)
	12.06	8.36	6.16	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.45 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.5 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	4.9215	4.7415	4.3297	4.1934	4.0002
	(1.5748)	(1.4698)	(1.2989)	(1.2160)	(1.1200)
	1297.75	1852.03	1832.90	2022.16	2568.57
TLS	0.3521	0.2429	0.2240	0.2141	0.1993
	(0.0845)	(0.0485)	(0.0403)	(0.0363)	(0.0318)
	0	0	0	8.35	32.95
MR	0.4318	0.3707	0.3453	0.2598	0.2226
	(0.1338)	(0.1112)	(0.1001)	(0.0727)	(0.0593)
	22.63	52.61	54.15	31.47	46.56
JLS	0.3647	0.2946	0.2299	0.1976	0.1499
	(0.1192)	(0.0893)	(0.0643)	(0.0533)	(0.0389)
	8.49	18.46	2.56	0	0

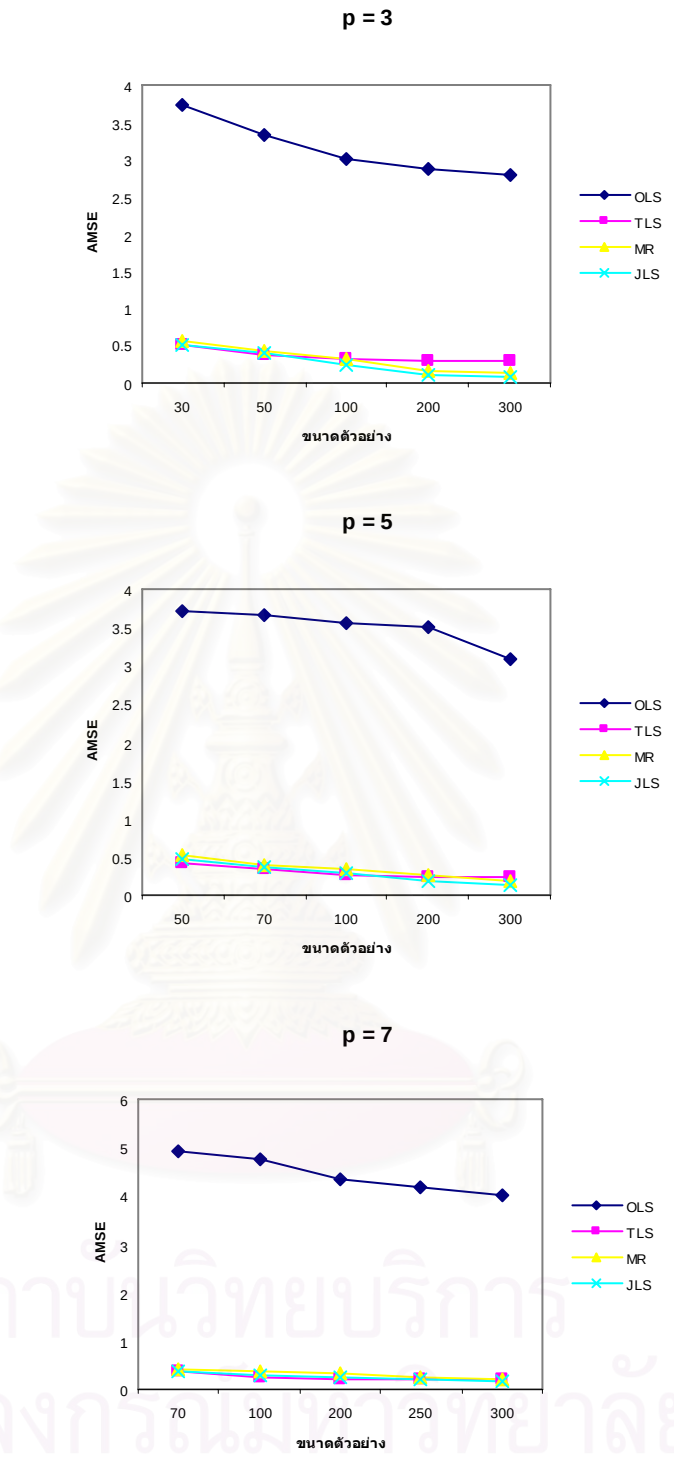
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

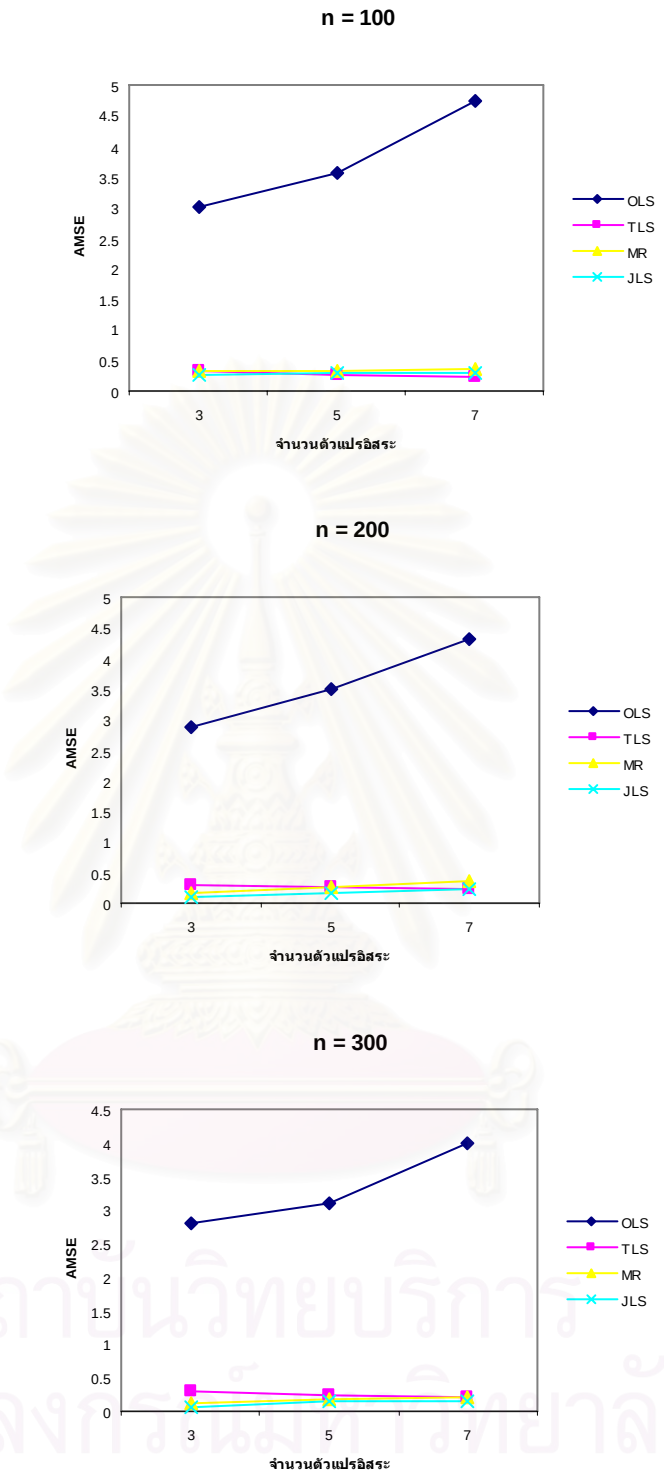
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



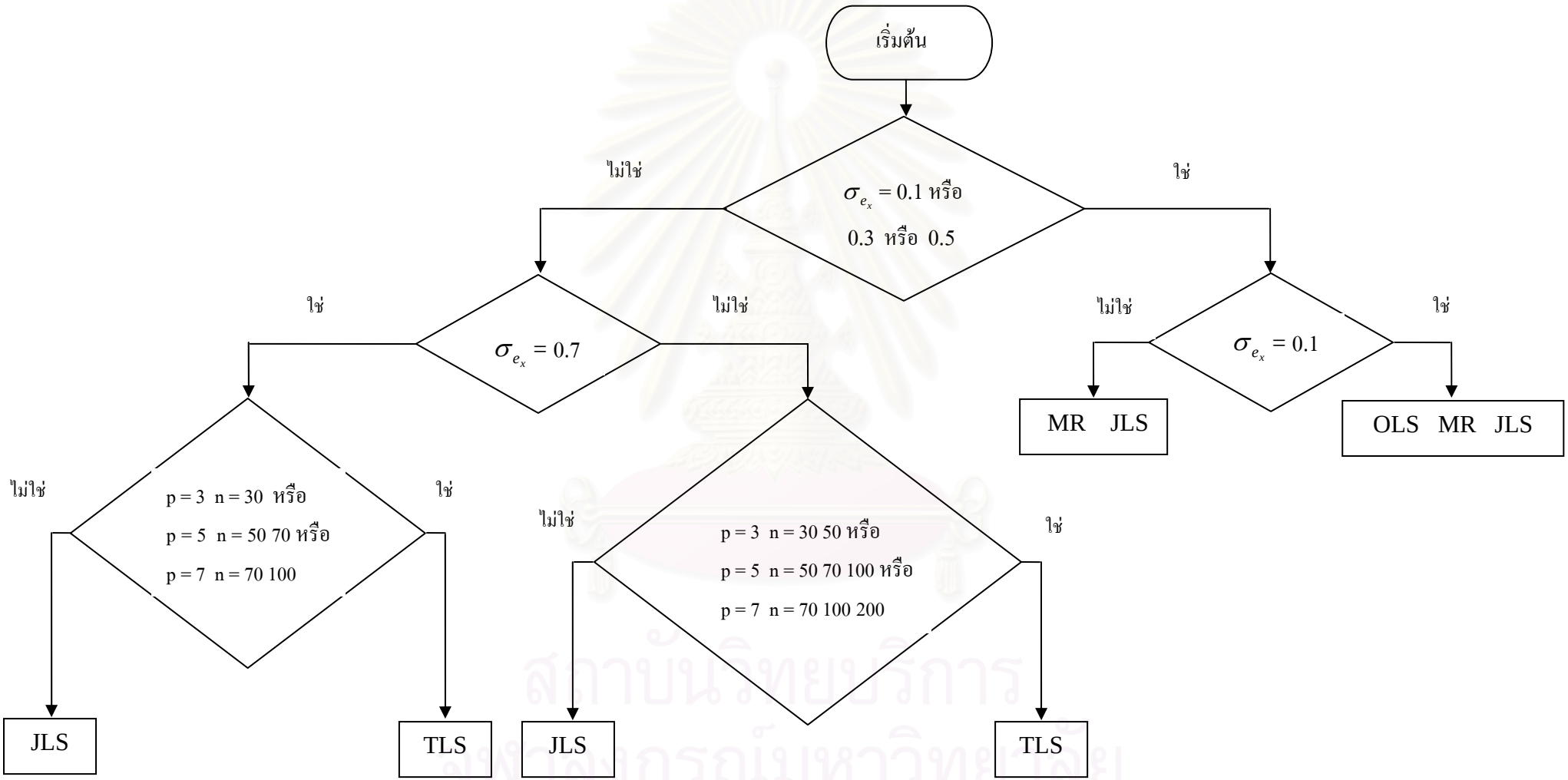
รูปที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$



รูปที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.5$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 1.0 (ตารางที่ 4.43 – 4.45 และรูปที่ 4.29 – 4.30) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และ 50 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 และ 100 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และ 300 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี MR TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น



รูปที่ 4.ค แผนผังสรุปส่วนที่ 4.3

ผลจากส่วนการวิจัยในส่วนที่ 4.3 สามารถสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (AMSE) ได้ดังนี้

1. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธี จะให้ค่า AMSE ลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลง

2. เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธีจะให้ค่า AMSE เพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของ AMSE ในวิธี OLS จะสูงกว่าวิธี TLS MR และ JLS

3. เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่า AMSE ของวิธี OLS MR และ JLS มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนวิธี TLS จะให้ค่า AMSE ลดลงเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยและปานกลาง แต่กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก ค่า AMSE จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีขนาดตัวอย่างน้อย แต่ถ้าขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นในระดับที่พอเพียง จะมีผลทำให้ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7

ตารางที่ 4.46 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.0935	0.0424	0.0317	0.0216	0.0181
	(0.0140)	(0.0055)	(0.0038)	(0.0023)	(0.0018)
	0	0	1.27	3.34	5.23
TLS	0.2892	0.2695	0.2676	0.2559	0.2479
	(0.0289)	(0.0242)	(0.0227)	(0.0204)	(0.0173)
	209.30	535.61	754.95	1124.40	1341.27
MR	0.1097	0.0457	0.0315	0.0210	0.0175
	(0.0175)	(0.0063)	(0.0037)	(0.0023)	(0.0017)
	17.32	7.78	0.63	0.47	1.74
JLS	0.0951	0.0453	0.0313	0.0209	0.0172
	(0.0142)	(0.0067)	(0.0037)	(0.0020)	(0.0015)
	1.71	6.83	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.47 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.0638	0.0487	0.0359	0.0219	0.0171
	(0.0108)	(0.0077)	(0.0046)	(0.0034)	(0.0020)
	1.10	0.82	1.12	2.46	9.28
TLS	0.1878	0.1811	0.1789	0.1690	0.1671
	(0.0187)	(0.01629)	(0.0143)	(0.0118)	(0.0100)
	197.62	274.94	403.94	495.07	813.11
MR	0.0671	0.0512	0.0364	0.0285	0.0185
	(0.0114)	(0.0081)	(0.0047)	(0.0031)	(0.0018)
	6.33	6.00	2.53	0.35	1.09
JLS	0.0631	0.0483	0.0355	0.0284	0.0183
	(0.0100)	(0.0072)	(0.0046)	(0.0028)	(0.0016)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.48 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.0533	0.0398	0.0354	0.0216	0.0199
	(0.0090)	(0.0055)	(0.0046)	(0.0025)	(0.0021)
	1.91	3.91	4.42	11.91	3.10
TLS	0.1496	0.1466	0.1398	0.1384	0.1371
	(0.0119)	(0.0117)	(0.0097)	(0.0083)	(0.0082)
	186.04	282.76	312.38	617.09	610.36
MR	0.0552	0.0392	0.0340	0.0198	0.0195
	(0.0088)	(0.0054)	(0.0040)	(0.0021)	(0.0019)
	5.54	2.34	0.29	2.59	1.03
JLS	0.0523	0.0383	0.0339	0.0193	0.0190
	(0.0083)	(0.0049)	(0.0039)	(0.0020)	(0.0017)
	0	0	0	0	0

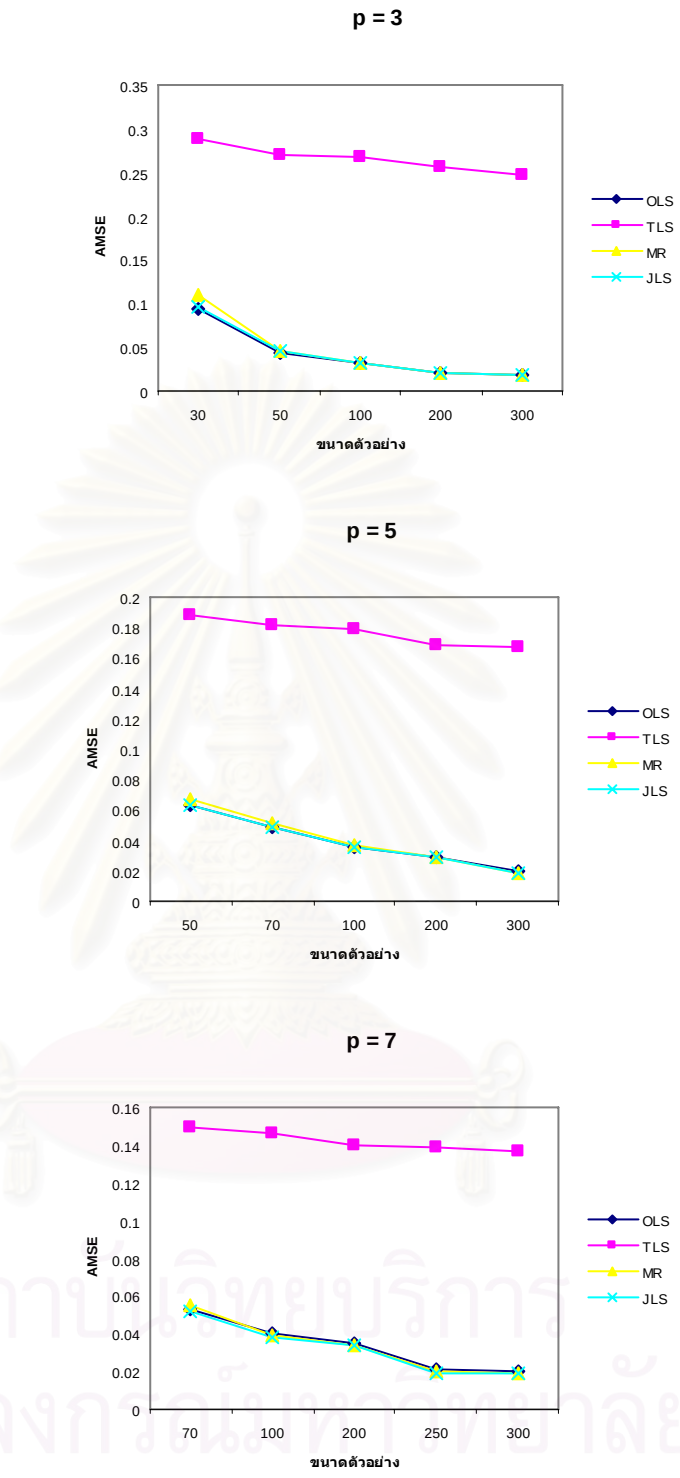
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

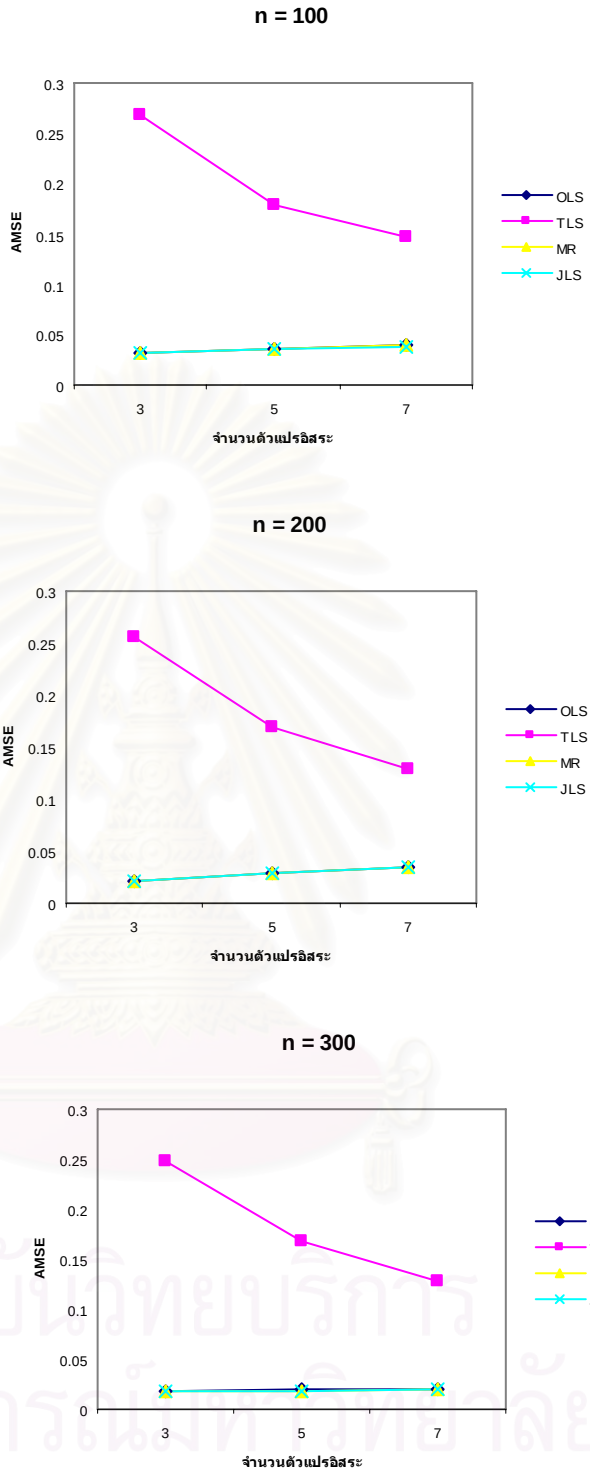
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$



รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.1 (ตารางที่ 4.46 – 4.48 และรูปที่ 4.31 – 4.32) พบว่า วิธี OLS MR และ JLS ให้ค่า AMSE ใกล้เคียงกัน ส่วนวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ในทุกสถานการณ์ โดยที่แต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง ส่วนการเพิ่มตัวแปรอิสระนั้นไม่มีผลต่อการสรุปผลการวิจัย ซึ่งทุก ๆ ระดับของจำนวนตัวแปรอิสระจะมีการสรุปผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.49 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.2403	0.1486	0.1119	0.0981	0.0760
	(0.0648)	(0.0356)	(0.0212)	(0.0166)	(0.0114)
	76.04	92.73	130.72	283.20	251.85
TLS	0.3023	0.2841	0.2740	0.2671	0.2590
	(0.0483)	(0.0397)	(0.0328)	(0.0293)	(0.0207)
	121.46	268.48	464.94	943.35	1099.07
MR	0.1372	0.0799	0.0490	0.0260	0.0222
	(0.0356)	(0.0175)	(0.0088)	(0.0039)	(0.0028)
	0.51	3.63	1.03	1.56	2.77
JLS	0.1365	0.0771	0.0485	0.0256	0.0216
	(0.0341)	(0.0161)	(0.0082)	(0.0035)	(0.0025)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.50 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.3$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.2254	0.2054	0.1918	0.1469	0.1328
	(0.0563)	(0.0451)	(0.0364)	(0.0264)	(0.0225)
	91.99	128.73	256.50	271.89	406.87
TLS	0.2065	0.1959	0.1888	0.1805	0.1800
	(0.0268)	(0.0235)	(0.0207)	(0.0180)	(0.0132)
	75.89	118.15	250.92	356.96	548.85
MR	0.1266	0.0948	0.0558	0.0400	0.0266
	(0.0291)	(0.0208)	(0.0106)	(0.0068)	(0.0039)
	7.83	5.56	3.71	1.26	1.52
JLS	0.1174	0.0898	0.0538	0.0395	0.0262
	(0.0258)	(0.0179)	(0.0096)	(0.0059)	(0.0034)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.51 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.2793	0.2402	0.2205	0.1989	0.1822
	(0.0698)	(0.0552)	(0.0441)	(0.0318)	(0.0283)
	204.24	230.85	439.11	495.50	509.36
TLS	0.1698	0.1607	0.1457	0.1387	0.1379
	(0.0186)	(0.0160)	(0.0131)	(0.0110)	(0.0096)
	84.96	121.34	256.23	315.26	361.20
MR	0.1096	0.0745	0.0413	0.0372	0.0307
	(0.0255)	(0.0163)	(0.0074)	(0.0063)	(0.0049)
	16.12	2.61	0.97	11.3	2.67
JLS	0.0918	0.0726	0.0409	0.0334	0.0299
	(0.0201)	(0.0137)	(0.0065)	(0.0043)	(0.0041)
	0	0	0	0	0

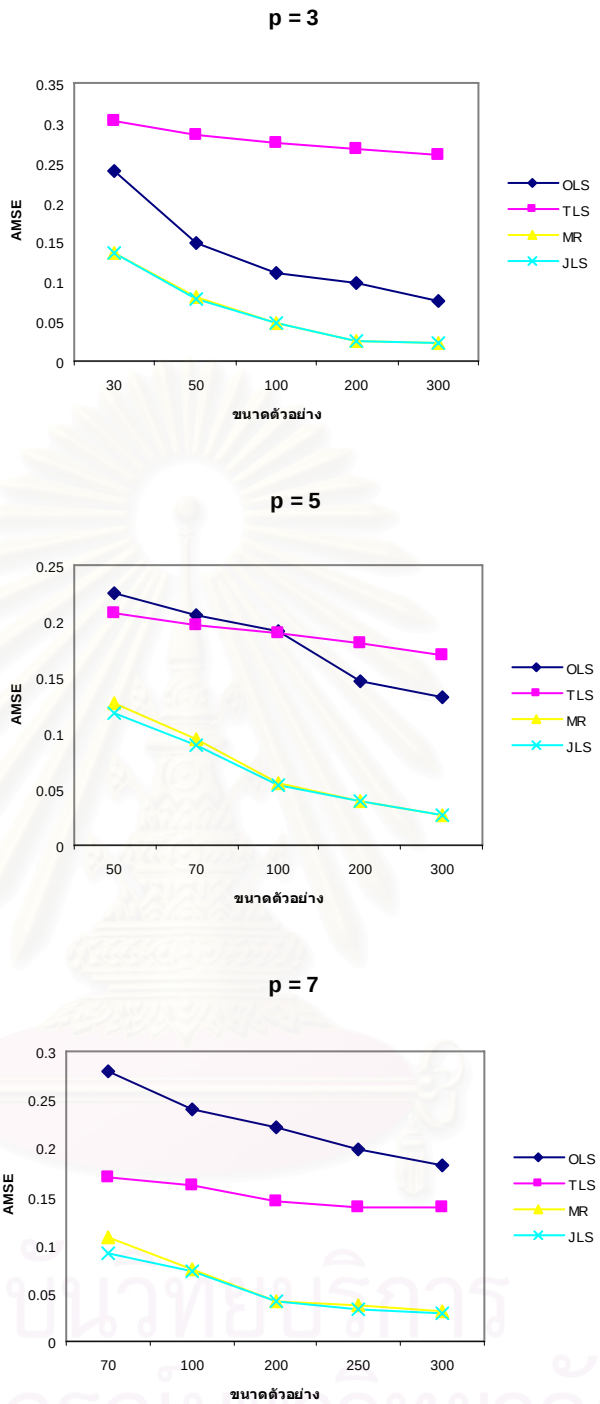
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

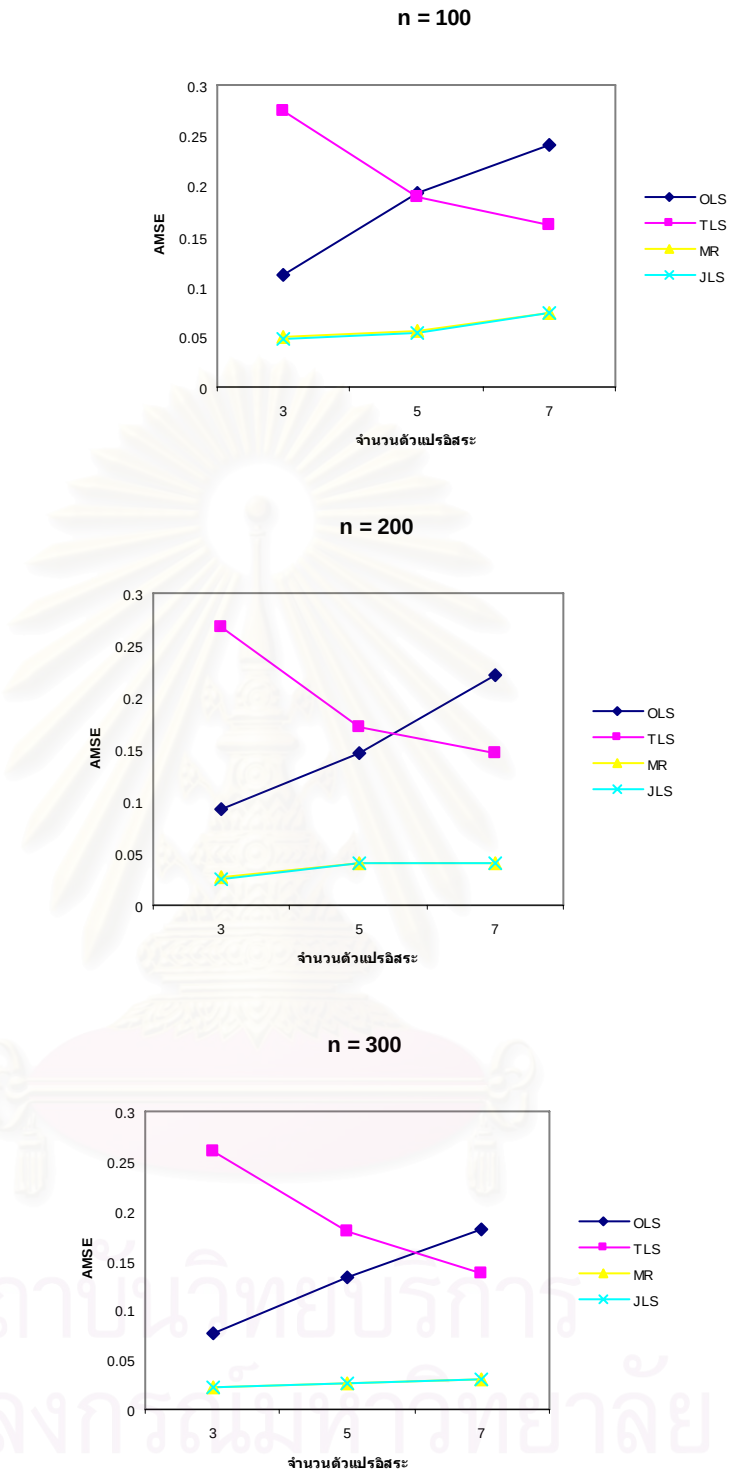
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.34 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.3 (ตารางที่ 4.49 – 4.51 และรูปที่ 4.33 – 4.34) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี OLS และวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 และ 100 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และ 300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือวิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี OLS และวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.52 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.7219	0.5903	0.5015	0.4815	0.3828
	(0.2382)	(0.1829)	(0.1454)	(0.1251)	(0.0742)
	193.57	298.58	142.12	1094.78	994.23
TLS	0.3298	0.3076	0.2976	0.2748	0.2732
	(0.0857)	(0.0769)	(0.0565)	(0.0412)	(0.0382)
	34.11	107.69	281.04	581.88	826.10
MR	0.2681	0.1699	0.0873	0.0495	0.0333
	(0.0750)	(0.0424)	(0.0192)	(0.0094)	(0.0056)
	9.02	14.71	11.77	22.82	12.88
JLS	0.2459	0.1481	0.0781	0.0403	0.0295
	(0.0639)	(0.0355)	(0.0164)	(0.0072)	(0.0044)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.53 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	1.3893	1.1427	0.9815	0.8700	0.9538
	(0.4445)	(0.3428)	(0.2846)	(0.2262)	(0.2049)
	585.05	643.46	928.82	1175.66	1793.12
TLS	0.2307	0.2172	0.2030	0.1976	0.1893
	(0.0553)	(0.0499)	(0.0365)	(0.0276)	(0.0227)
	13.75	41.31	112.78	189.73	319.73
MR	0.2294	0.1618	0.1115	0.0788	0.0512
	(0.0573)	(0.0372)	(0.0245)	(0.0149)	(0.0087)
	13.11	5.27	16.87	15.54	13.52
JLS	0.2028	0.1537	0.0954	0.0682	0.0451
	(0.0486)	(0.0353)	(0.0200)	(0.0122)	(0.0067)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.54 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	1.7798	1.6597	1.5090	1.3048	1.2027
	(0.5873)	(0.4979)	(0.4225)	(0.3522)	(0.3127)
	835.40	1047.90	1640.56	1788.75	1740.66
TLS	0.1942	0.1832	0.1621	0.1600	0.1583
	(0.0427)	(0.0311)	(0.0210)	(0.0192)	(0.0174)
	2.31	30.02	97.44	150.00	163.83
MR	0.2294	0.1557	0.1092	0.0763	0.0704
	(0.0527)	(0.0342)	(0.0201)	(0.0137)	(0.0119)
	20.86	10.50	29.35	19.21	17.33
JLS	0.1898	0.1409	0.0821	0.0640	0.0600
	(0.0436)	(0.0295)	(0.0147)	(0.0108)	(0.0096)
	0	0	0	0	0

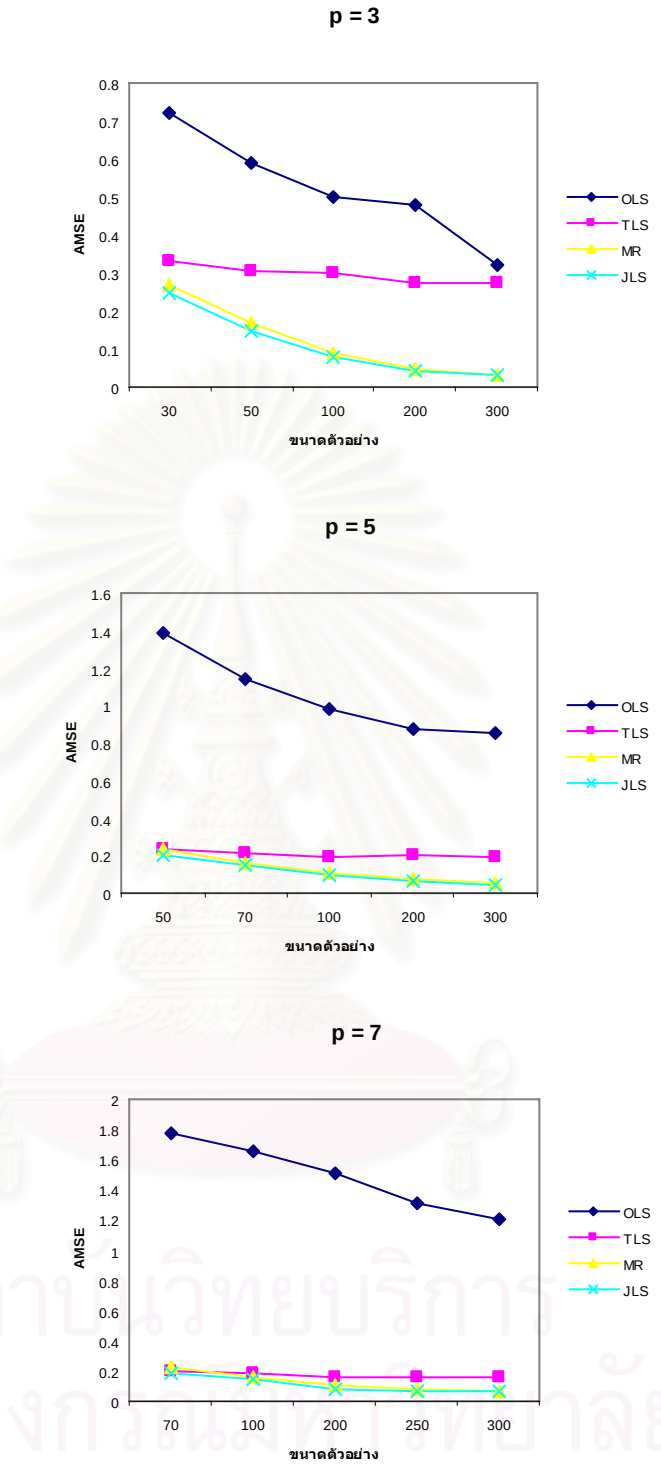
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

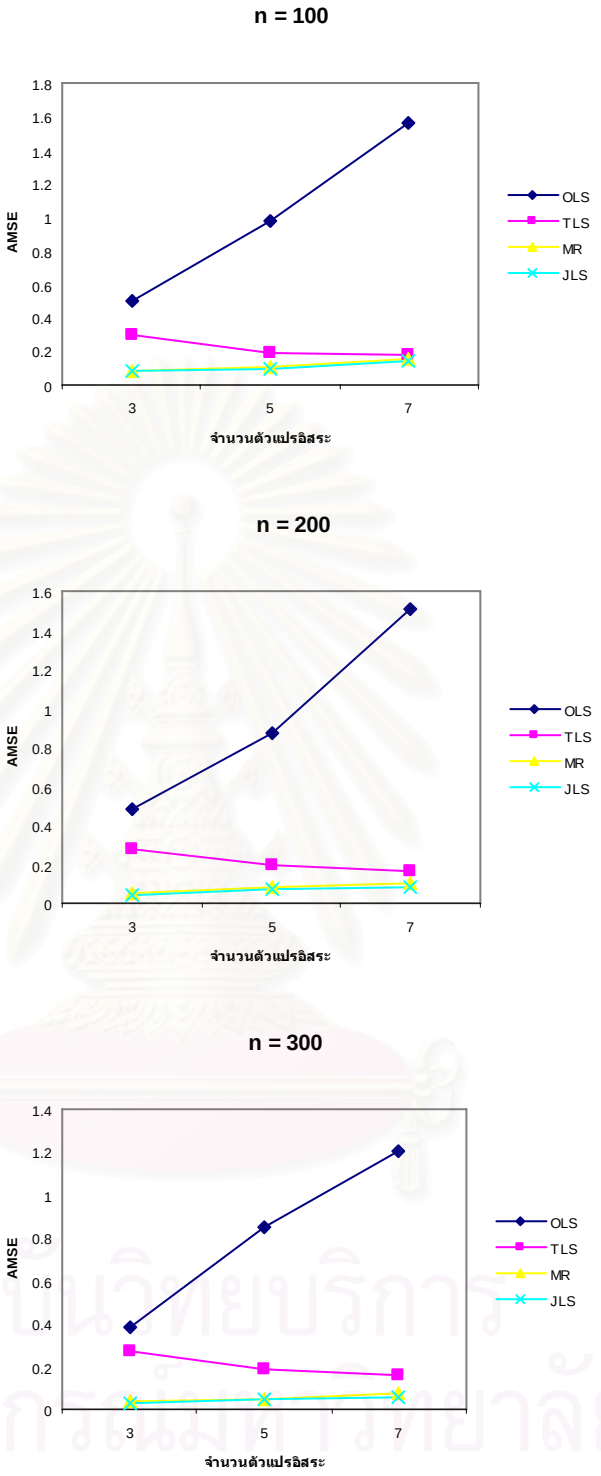
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.35 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$



รูปที่ 4.36 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.5 (ตารางที่ 4.52 – 4.54 และรูปที่ 4.35 – 4.36) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 วิธี JLS ให้ค่า AMSE ต่ำสุด อันดับต่อมาคือวิธี MR และ TLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 วิธี JLS ให้ค่า AMSE ต่ำสุด อันดับต่อมาคือ TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE ต่ำสุดโดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.55 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	1.7311	1.6232	1.3785	1.2312	1.1758
	(0.5885)	(0.5194)	(0.3997)	(0.3324)	(0.2939)
	373.23	560.91	819.00	1817.75	2699.52
TLS	0.3658	0.3221	0.3077	0.2856	0.2789
	(0.1060)	(0.0837)	(0.0738)	(0.0556)	(0.0515)
	0	31.14	105.13	344.85	564.04
MR	0.4022	0.3535	0.1853	0.0870	0.0626
	(0.1287)	(0.0989)	(0.0481)	(0.0208)	(0.0137)
	9.95	43.93	23.53	35.51	49.04
JLS	0.3855	0.2456	0.1500	0.0642	0.0420
	(0.1156)	(0.0663)	(0.0375)	(0.0147)	(0.0084)
	5.38	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.56 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 0.7$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	3.2932	2.9742	2.5392	2.2078	2.0842
	(1.0538)	(0.8922)	(0.7363)	(0.6181)	(0.5627)
	747.45	1116.93	1181.81	2190.249	3045.013
TLS	0.3886	0.2444	0.2242	0.2109	0.2093
	(0.1126)	(0.0586)	(0.0514)	(0.0421)	(0.0376)
	0	0	12.86	118.77	215.82
MR	0.4647	0.2780	0.2342	0.1365	0.0942
	(0.1394)	(0.0778)	(0.0632)	(0.0354)	(0.0226)
	19.58	13.74	18.16	41.59	42.14
JLS	0.4134	0.2480	0.1982	0.0964	0.0727
	(0.1198)	(0.0694)	(0.0515)	(0.0221)	(0.0145)
	6.38	1.47	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.57 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	3.9490	3.5428	3.2071	2.9659	2.6353
	(1.2636)	(1.0982)	(0.9300)	(0.8304)	(0.7247)
	1258.44	1522.90	2415.37	2450.21	2527.41
TLS	0.2907	0.2183	0.1865	0.1760	0.1683
	(0.0726)	(0.0480)	(0.0354)	(0.0316)	(0.0286)
	0	0	46.27	51.33	67.79
MR	0.3801	0.2907	0.1758	0.1429	0.1283
	(0.1140)	(0.0843)	(0.0474)	(0.0371)	(0.0320)
	30.75	33.16	37.88	22.87	27.91
JLS	0.3158	0.2426	0.1575	0.1163	0.1003
	(0.0915)	(0.0655)	(0.0306)	(0.0267)	(0.0230)
	8.63	11.13	0	0	0

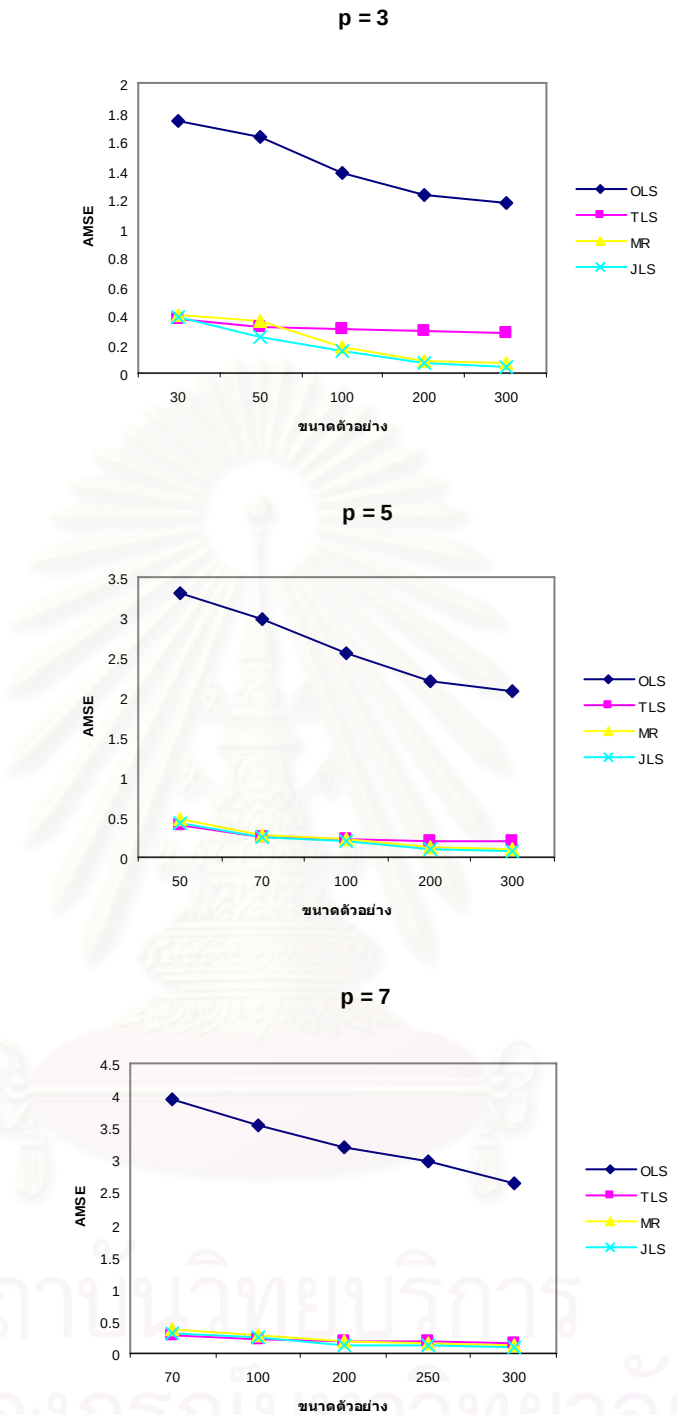
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

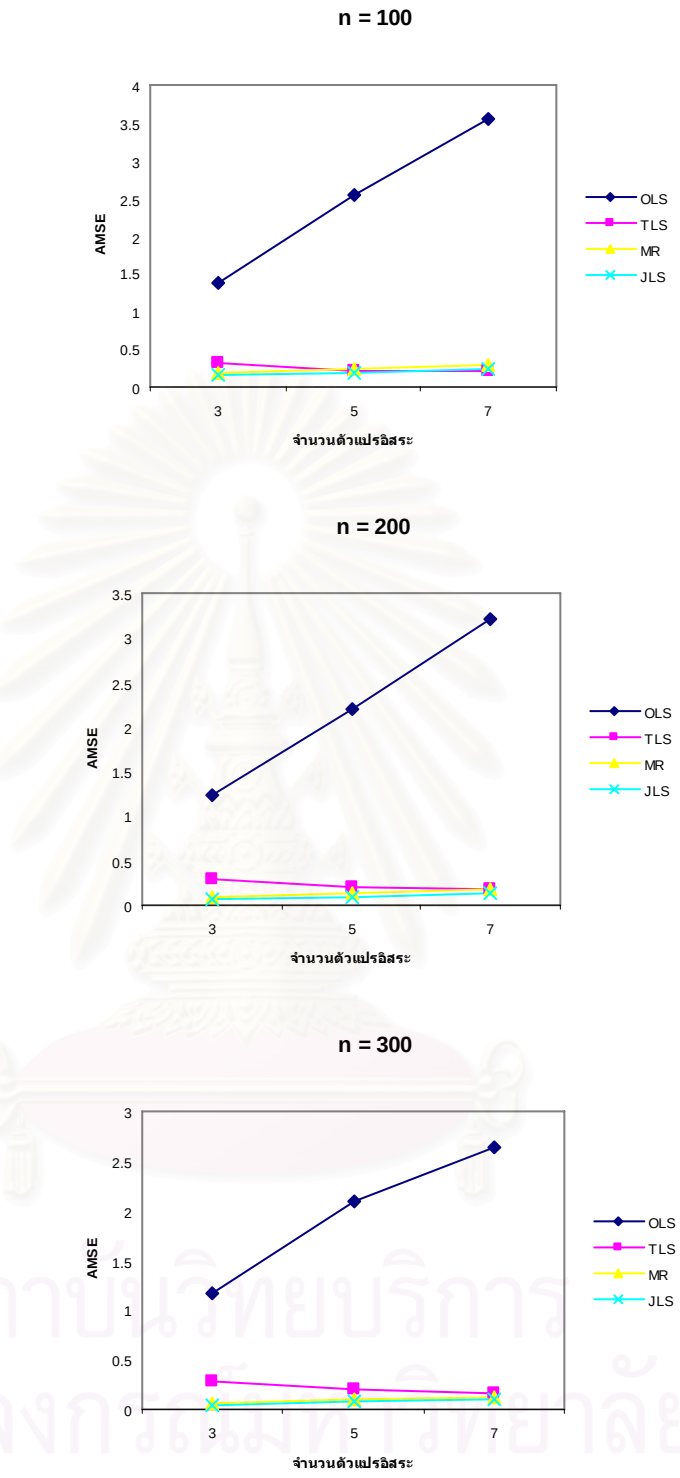
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.37 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.38 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.7 (ตารางที่ 4.55 – 4.57 และรูปที่ 4.37 – 4.38) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 200 และ 300 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และ 300 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และ 100 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี TLS อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือน

เพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.58 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	3.8270	3.7521	3.2181	3.0017	2.8805
	(1.4542)	(1.3132)	(1.0297)	(0.9005)	(0.8065)
	610.80	820.53	1057.17	2320.72	2535.40
TLS	0.5384	0.4076	0.3399	0.3199	0.3127
	(0.1830)	(0.1345)	(0.0883)	(0.0767)	(0.0656)
	0	0	22.22	157.98	186.09
MR	0.6007	0.4491	0.3253	0.1870	0.1396
	(0.2042)	(0.1437)	(0.0943)	(0.0504)	(0.0334)
	11.57	10.18	16.97	50.80	27.72
JLS	0.5728	0.4193	0.2781	0.1240	0.1093
	(0.1832)	(0.1299)	(0.0778)	(0.0334)	(0.0273)
	6.38	2.87	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.59 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	4.0563	3.8189	3.6611	3.5548	3..2306
	(1.4197)	(1.2984)	(1.1715)	(1.0664)	(0.9045)
	788.95	1028.85	1210.81	1773.90	2982.63
TLS	0.4563	0.3383	0.2739	0.2663	0.2499
	(0.1505)	(0.0913)	(0.0698)	(0.0612)	(0.0499)
	0	0	0	40.37	138.45
MR	0.5483	0.4159	0.3458	0.2571	0.1988
	(0.1754)	(0.1289)	(0.1037)	(0.0694)	(0.0497)
	20.16	22.93	23.80	35.52	89.69
JLS	0.5008	0.3649	0.2910	0.1988	0.1548
	(0.1552)	(0.1029)	(0.0814)	(0.0512)	(0.0362)
	8.88	4.67	4.02	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.60 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	5.1289	4.9941	4.4101	4.2983	4.1658
	(1.6925)	(1.5981)	(1.3671)	(1.2894)	(1.2080)
	1309.81	1851.58	1758.44	1894.571	2171.42
TLS	0.3628	0.2559	0.2373	0.2243	0.2197
	(0.1018)	(0.0614)	(0.0522)	(0.0448)	(0.0395)
	0	0	0	3.92	16.52
MR	0.4463	0.3801	0.3537	0.2655	0.2353
	(0.1438)	(0.1202)	(0.1054)	(0.0790)	(0.0688)
	22.67	48.53	49.05	23.20	28.29
JLS	0.3827	0.3193	0.2801	0.2155	0.1834
	(0.1148)	(0.0894)	(0.0756)	(0.0538)	(0.0440)
	5.19	24.77	18.03	0	0

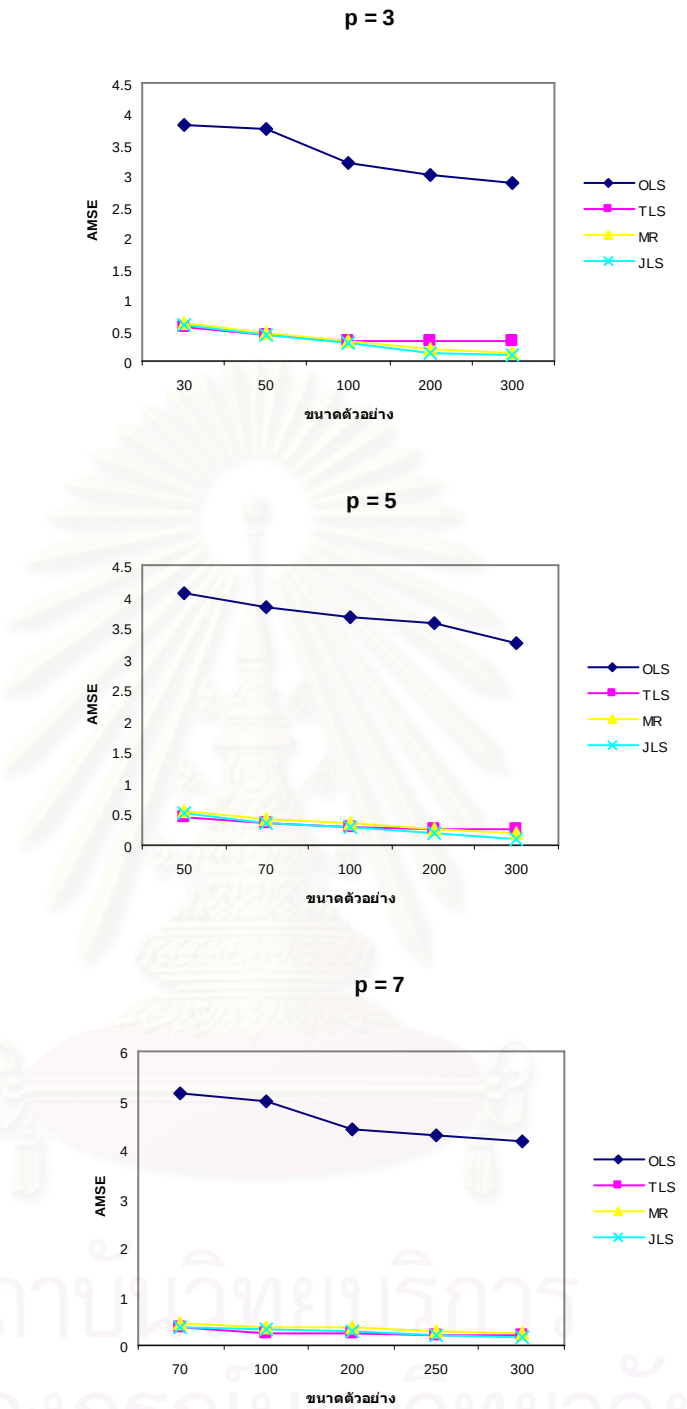
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

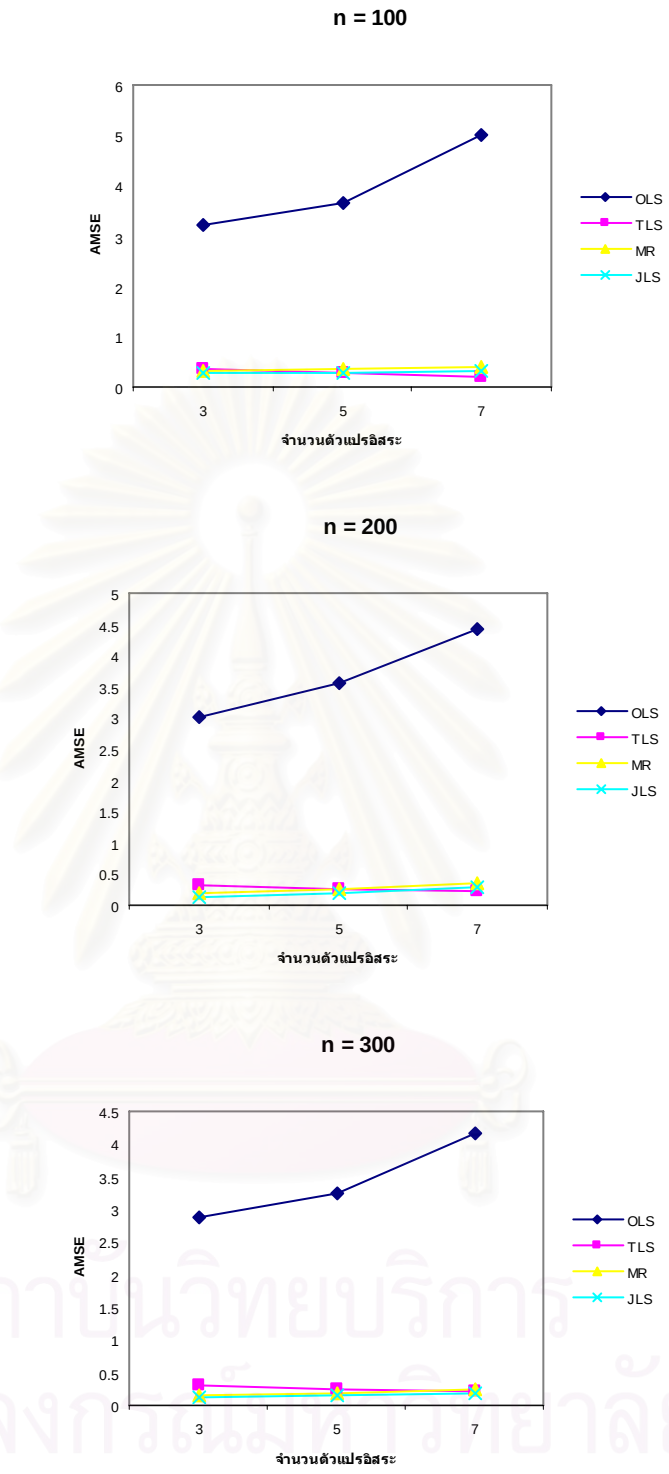
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.39 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.40 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 1.0 (ตารางที่ 4.58 – 4.60 และรูปที่ 4.39 – 4.40) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และ 50 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS และ วิธี MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 และ 100 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และ 300 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี MR TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.58 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	3.8270	3.7521	3.2181	3.0017	2.8805
	(1.4542)	(1.3132)	(1.0297)	(0.9005)	(0.8065)
	610.80	820.53	1057.17	2320.72	2535.40
TLS	0.5384	0.4076	0.3399	0.3199	0.3127
	(0.1830)	(0.1345)	(0.0883)	(0.0767)	(0.0656)
	0	0	22.22	157.98	186.09
MR	0.6007	0.4491	0.3253	0.1870	0.1396
	(0.2042)	(0.1437)	(0.0943)	(0.0504)	(0.0334)
	11.57	10.18	16.97	50.80	27.72
JLS	0.5728	0.4193	0.2781	0.1240	0.1093
	(0.1832)	(0.1299)	(0.0778)	(0.0334)	(0.0273)
	6.38	2.87	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.59 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ $\sigma_{e_x} = 1.0$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	4.0563	3.8189	3.6611	3.5548	3..2306
	(1.4197)	(1.2984)	(1.1715)	(1.0664)	(0.9045)
	788.95	1028.85	1210.81	1773.90	2982.63
TLS	0.4563	0.3383	0.2739	0.2663	0.2499
	(0.1505)	(0.0913)	(0.0698)	(0.0612)	(0.0499)
	0	0	0	40.37	138.45
MR	0.5483	0.4159	0.3458	0.2571	0.1988
	(0.1754)	(0.1289)	(0.1037)	(0.0694)	(0.0497)
	20.16	22.93	23.80	35.52	89.69
JLS	0.5008	0.3649	0.2910	0.1988	0.1548
	(0.1552)	(0.1029)	(0.0814)	(0.0512)	(0.0362)
	8.88	4.67	4.02	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.60 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 0.7 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	5.1289	4.9941	4.4101	4.2983	4.1658
	(1.6925)	(1.5981)	(1.3671)	(1.2894)	(1.2080)
	1309.81	1851.58	1758.44	1894.571	2171.42
TLS	0.3628	0.2559	0.2373	0.2243	0.2197
	(0.1018)	(0.0614)	(0.0522)	(0.0448)	(0.0395)
	0	0	0	3.92	16.52
MR	0.4463	0.3801	0.3537	0.2655	0.2353
	(0.1438)	(0.1202)	(0.1054)	(0.0790)	(0.0688)
	22.67	48.53	49.05	23.20	28.29
JLS	0.3827	0.3193	0.2801	0.2155	0.1834
	(0.1148)	(0.0894)	(0.0756)	(0.0538)	(0.0440)
	5.19	24.77	18.03	0	0

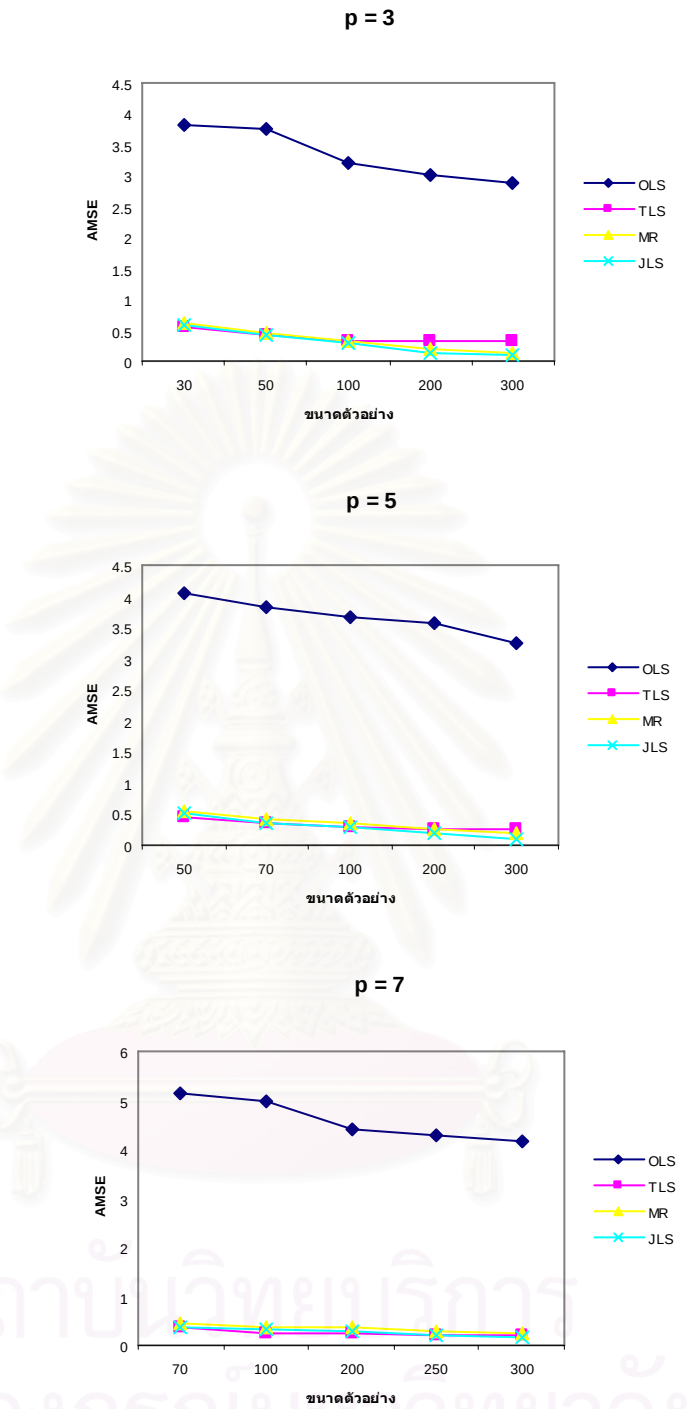
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

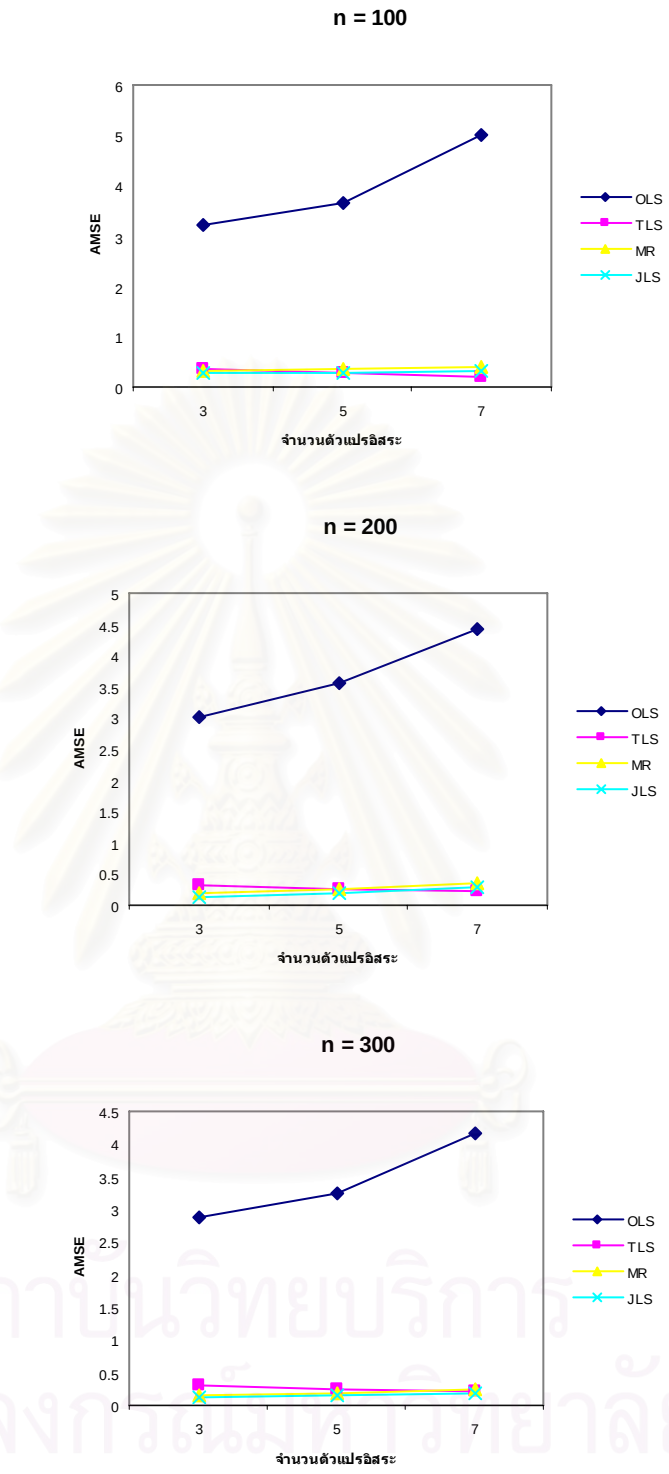
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.39 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

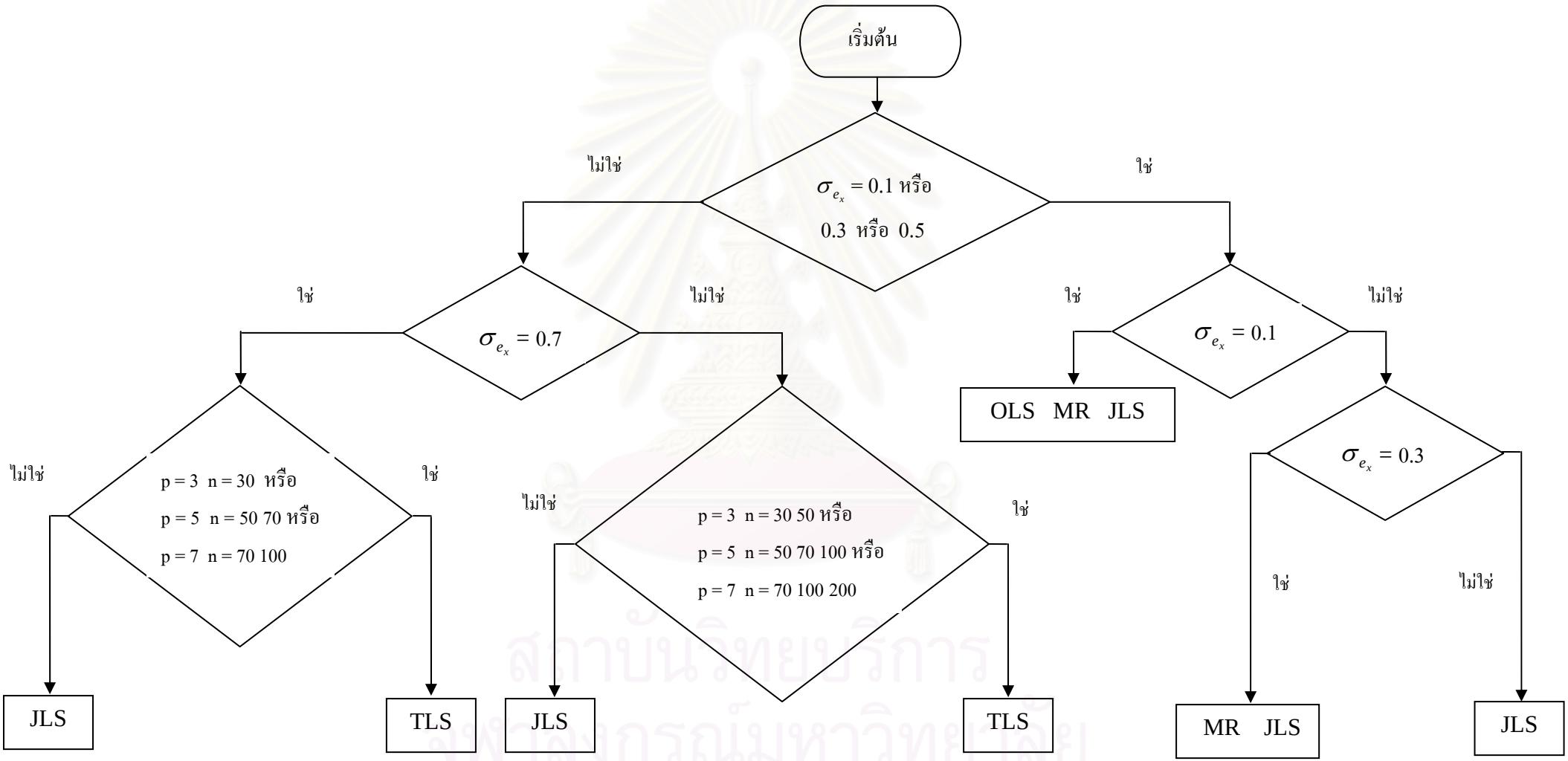
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.40 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 0.7$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 1.0 (ตารางที่ 4.58 – 4.60 และรูปที่ 4.39 – 4.40) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และ 50 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS และ วิธี MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 และ 100 พบว่าค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และ 300 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี MR TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น



รูปที่ 4.ง แผนผังสรุปส่วนที่ 4.4

ผลจากส่วนการวิจัยในส่วนที่ 4.4 สามารถสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (AMSE) ได้ดังนี้

1. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธี จะให้ค่า AMSE ลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลง

2. เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธีจะให้ค่า AMSE เพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของ AMSE ในวิธี OLS จะสูงกว่าวิธี TLS MR และ JLS

3. เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่า AMSE ของวิธี OLS MR และ JLS มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนวิธี TLS จะให้ค่า AMSE ลดลงเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยและปานกลาง แต่กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก ค่า AMSE จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีขนาดตัวอย่างน้อย แต่ถ้าขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นในระดับที่พอเพียง จะมีผลทำให้ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 1.0

ตารางที่ 4.61 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.1217	0.0828	0.0557	0.0273	0.0248
	(0.0245)	(0.0149)	(0.0089)	(0.0035)	(0.0024)
	1.23	0.24	0	1.11	5.08
TLS	0.2998	0.2801	0.2786	0.2660	0.2590
	(0.0419)	(0.0364)	(0.0264)	(0.0239)	(0.0207)
	147.35	239.10	400.17	885.18	997.45
MR	0.1221	0.0831	0.0563	0.0270	0.0237
	(0.0244)	(0.0141)	(0.0084)	(0.0032)	(0.0023)
	0.74	0.60	1.07	0	0.42
JLS	0.1212	0.0826	0.0558	0.0271	0.0236
	(0.0218)	(0.0132)	(0.0078)	(0.0029)	(0.0021)
	0	0	0.17	0.37	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.62 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.1$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.1210	0.0708	0.0608	0.0366	0.0281
	(0.0229)	(0.0127)	(0.0103)	(0.0051)	(0.0030)
	1.08	0	0.33	3.38	2.18
TLS	0.1999	0.1938	0.1850	0.1798	0.1781
	(0.0238)	(0.0213)	(0.0166)	(0.0143)	(0.0124)
	66.33	173.72	205.28	407.90	457.63
MR	0.1257	0.0720	0.0606	0.0357	0.0283
	(0.0213)	(0.0115)	(0.0090)	(0.0042)	(0.0028)
	5.01	1.69	0	0.84	2.90
JLS	0.1197	0.0712	0.0608	0.0354	0.0275
	(0.0191)	(0.0106)	(0.0085)	(0.0038)	(0.0024)
	0	0.56	0.33	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.63 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.1 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.0813	0.0692	0.0475	0.0313	0.0286
	(0.0154)	(0.0117)	(0.0066)	(0.0037)	(0.0028)
	0.74	2.06	6.26	5.38	0
TLS	0.1599	0.1550	0.1500	0.1489	0.1483
	(0.0159)	(0.0139)	(0.0120)	(0.0104)	(0.0103)
	98.14	128.61	235.57	401.34	418.53
MR	0.0833	0.0682	0.0463	0.0304	0.0297
	(0.0133)	(0.0102)	(0.0055)	(0.0033)	(0.0029)
	3.22	0.58	3.57	2.35	3.84
JLS	0.0807	0.0678	0.0447	0.0297	0.0290
	(0.0121)	(0.0094)	(0.0049)	(0.0029)	(0.0027)
	0	0	0	0	1.39

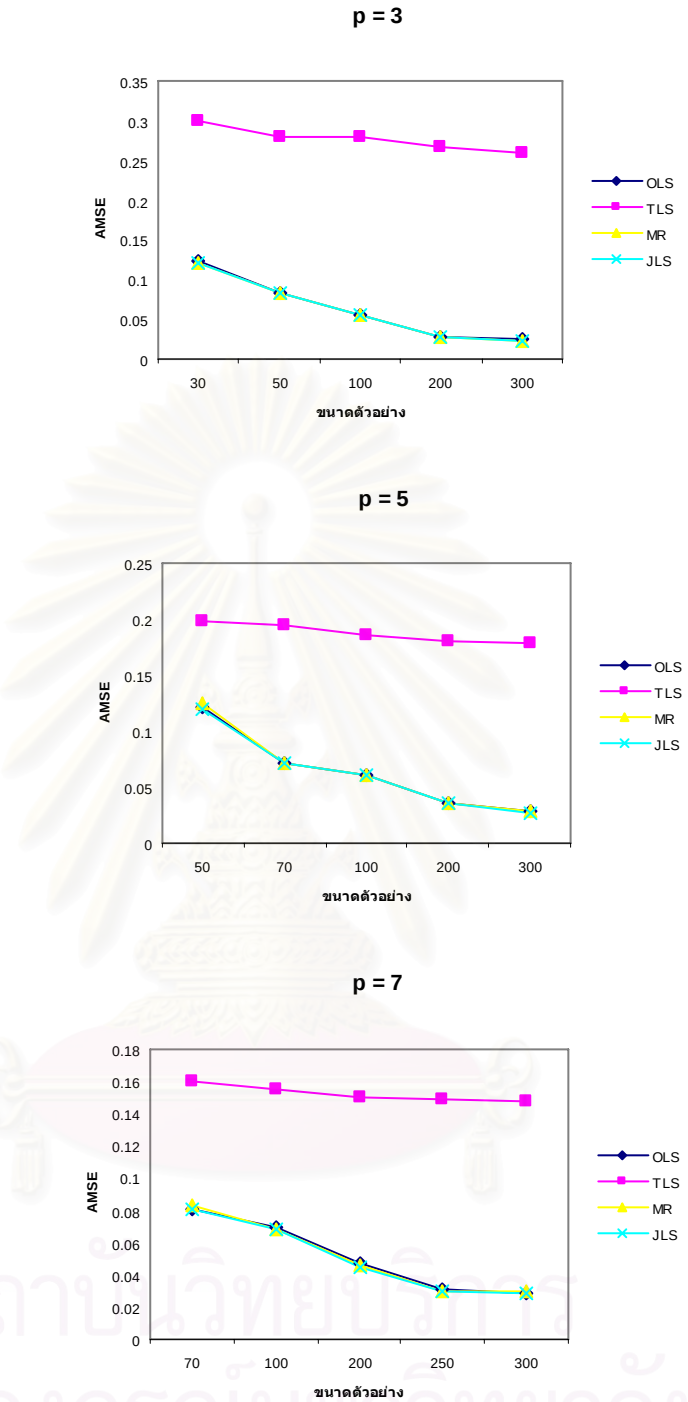
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

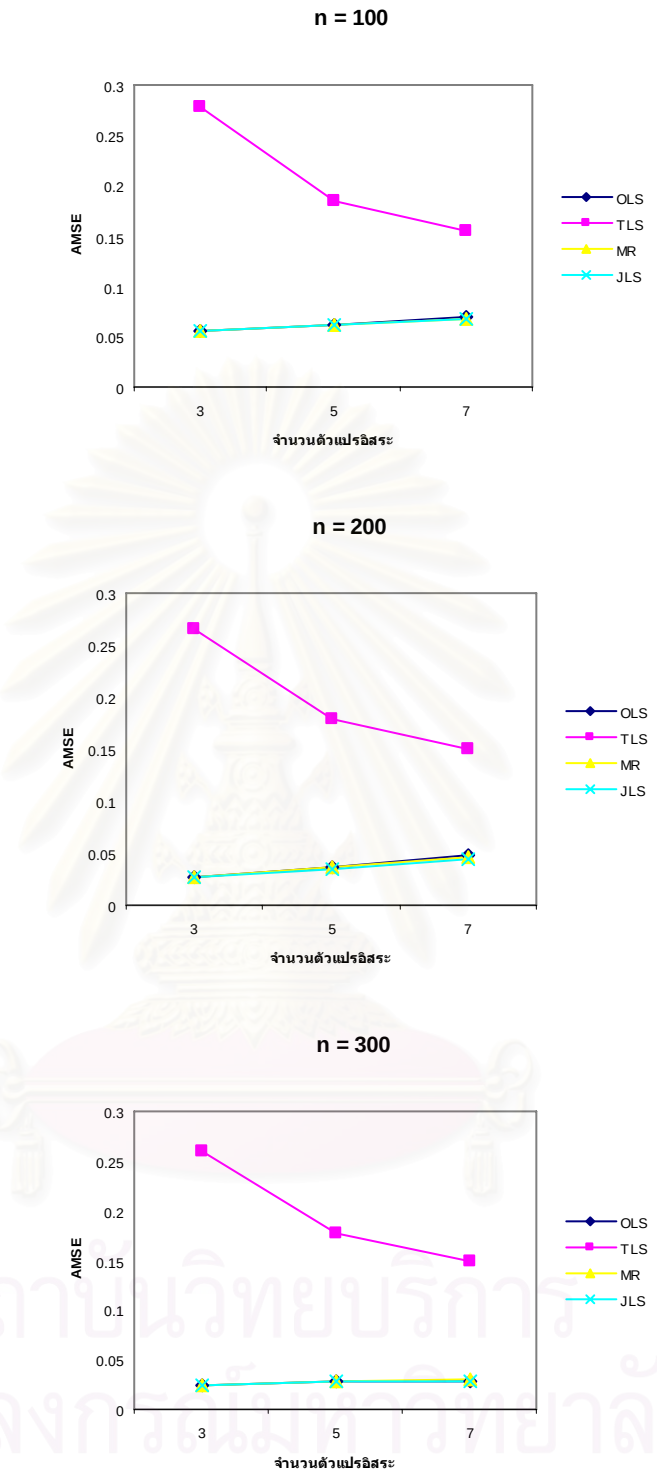
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.41 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$



รูปที่ 4.42 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.1$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 1.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.1 (ตารางที่ 4.61 – 4.63 และรูปที่ 4.41 – 4.42) พบว่า วิธี OLS MR และ JLS ให้ค่า AMSE ใกล้เคียงกัน ส่วนวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ในทุกสถานการณ์ โดยที่แต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง ส่วนการเพิ่มตัวแปรอิสระนั้นไม่มีผลต่อการสรุปผลการวิจัย ซึ่งทุก ๆ ระดับของจำนวนตัวแปรอิสระจะมีการสรุปผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.64 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.3545	0.1962	0.1784	0.1097	0.0860
	(0.0992)	(0.0490)	(0.0374)	(0.0208)	(0.0137)
	145.15	95.02	189.14	179.13	217.34
TLS	0.3095	0.2957	0.2842	0.2773	0.2698
	(0.0495)	(0.0443)	(0.0369)	(0.0332)	(0.0269)
	114.03	193.93	360.61	605.59	893.72
MR	0.1487	0.1071	0.0648	0.0422	0.0317
	(0.0401)	(0.0246)	(0.01231)	(0.0071)	(0.0047)
	2.83	6.46	5.02	7.37	16.97
JLS	0.1446	0.1005	0.0617	0.0393	0.0271
	(0.0361)	(0.0221)	(0.0111)	(0.0062)	(0.0037)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.65 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	0.2432	0.2290	0.1963	0.1636	0.1408
	(0.0623)	(0.0549)	(0.0431)	(0.0327)	(0.0253)
	93.32	127.40	158.62	295.16	414.65
TLS	0.2198	0.2088	0.1984	0.1829	0.1811
	(0.0329)	(0.0292)	(0.0257)	(0.0201)	(0.0162)
	74.72	107.34	161.39	341.78	377.83
MR	0.1308	0.1098	0.0771	0.0426	0.0380
	(0.0313)	(0.0241)	(0.0146)	(0.0076)	(0.0064)
	3.97	9.03	1.58	2.89	0.26
JLS	0.1258	0.1007	0.0759	0.0414	0.0379
	(0.0289)	(0.0211)	(0.0144)	(0.0070)	(0.0056)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.66 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.3 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	0.3023	0.2465	0.2387	0.2133	0.2002
	(0.0755)	(0.0566)	(0.0501)	(0.0426)	(0.0380)
	117.16	196.27	369.88	364.70	414.65
TLS	0.1800	0.1719	0.1494	0.1417	0.1415
	(0.0252)	(0.0206)	(0.0149)	(0.0127)	(0.0113)
	29.31	106.61	194.09	208.71	263.75
MR	0.1464	0.0880	0.0546	0.0474	0.0411
	(0.0336)	(0.0176)	(0.0103)	(0.0085)	(0.0073)
	5.01	5.76	7.48	3.26	5.65
JLS	0.1392	0.0832	0.0508	0.0459	0.0389
	(0.0306)	(0.0166)	(0.0096)	(0.0078)	(0.0066)
	0	0	0	0	0

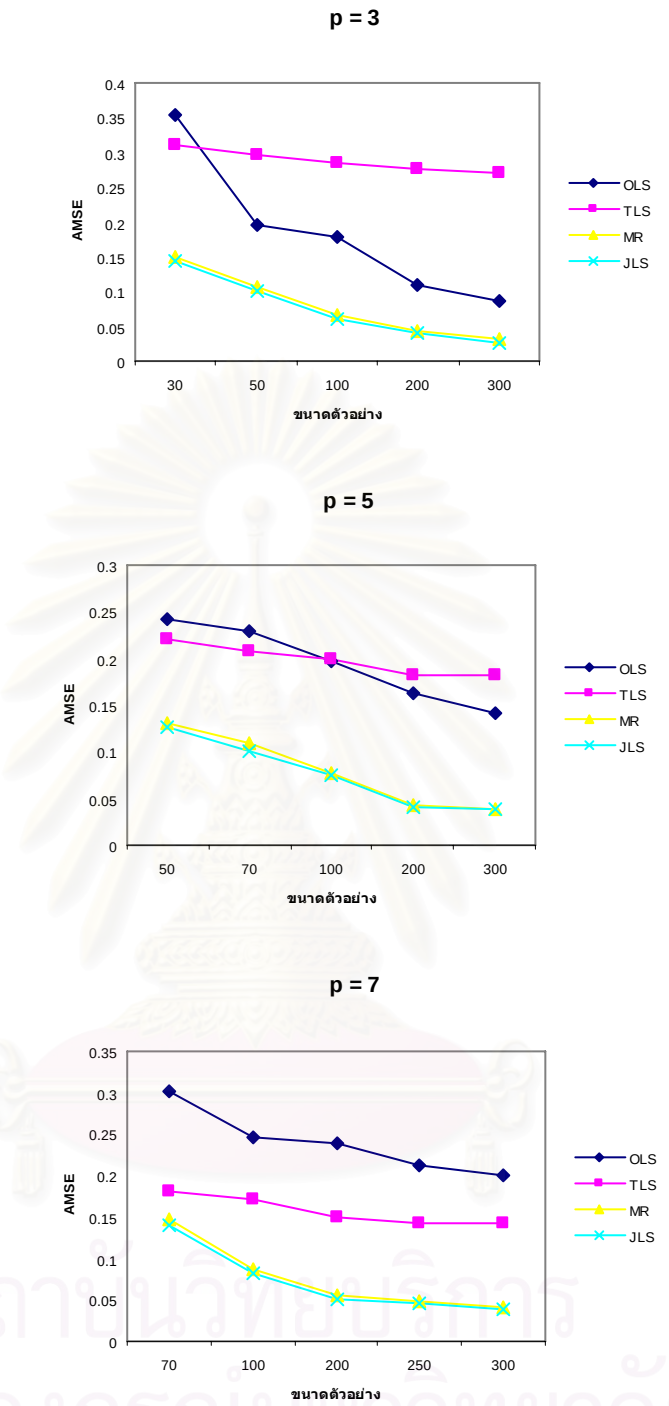
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

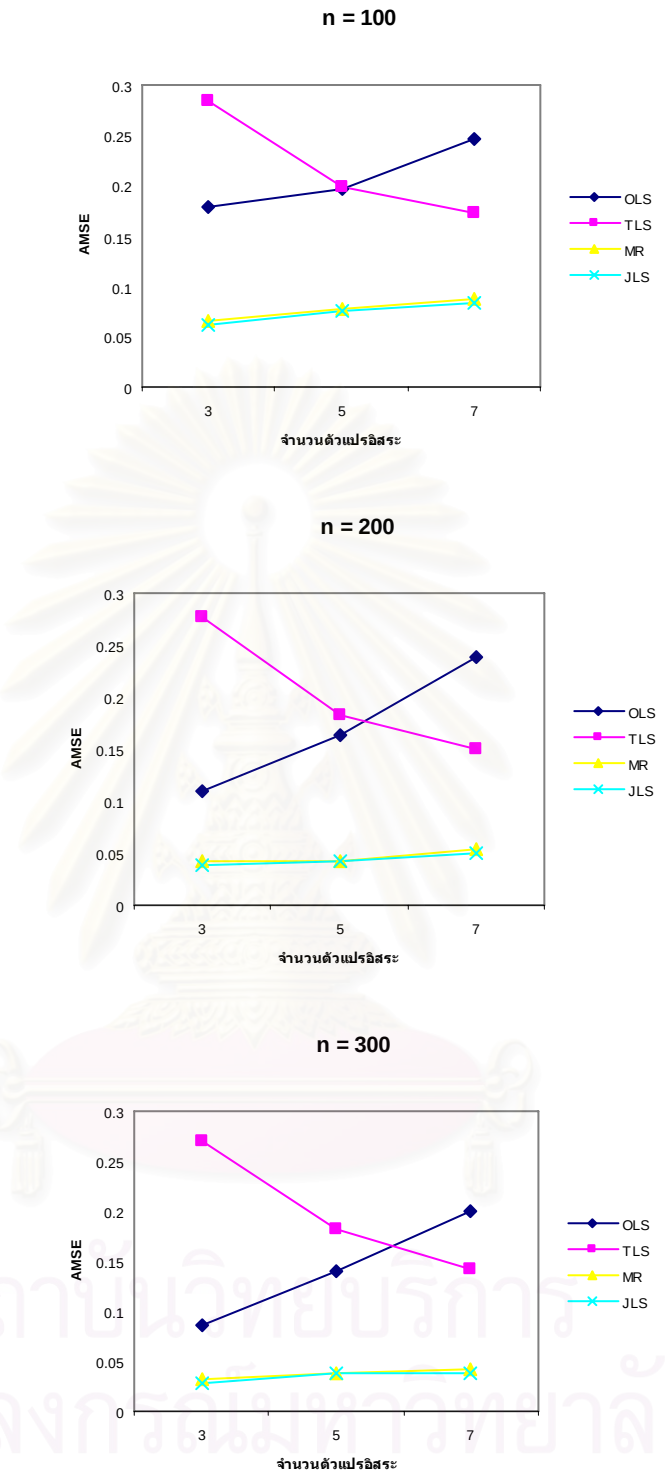
JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.43 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.44 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.3$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 1.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.3 (ตารางที่ 4.64 – 4.66 และรูปที่ 4.43 – 4.44) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี OLS และวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ยกเว้น ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 70 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 200 และ 300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี OLS และวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้สามารถแยกความคลาดเคลื่อนออกจากข้อมูลได้ และส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.67 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.8624	0.7874	0.6937	0.5837	0.4943
	(0.3018)	(0.2598)	(0.2150)	(0.1634)	(0.1186)
	202.49	295.67	539.35	850.65	986.37
TLS	0.3385	0.3198	0.2994	0.2751	0.2749
	(0.0913)	(0.0799)	(0.0598)	(0.0467)	(0.0439)
	18.73	60.70	175.94	348.04	504.17
MR	0.3510	0.2763	0.1192	0.0882	0.0614
	(0.1053)	(0.0718)	(0.0262)	(0.0176)	(0.0125)
	23.11	38.84	9.86	43.64	44.83
JLS	0.2851	0.1990	0.1085	0.0614	0.0455
	(0.0741)	(0.0457)	(0.0206)	(0.0104)	(0.0068)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.68 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	1.4155	1.2907	1.1821	0.9850	0.9636
	(0.4812)	(0.4259)	(0.3782)	(0.2758)	(0.2409)
	539.05	657.00	689.11	994.44	1694.41
TLS	0.2433	0.2274	0.2120	0.1997	0.1957
	(0.0608)	(0.0523)	(0.0402)	(0.0319)	(0.0283)
	9.84	33.37	41.52	121.88	264.43
MR	0.2482	0.1913	0.1723	0.1065	0.0699
	(0.0645)	(0.0459)	(0.0379)	(0.0223)	(0.0139)
	12.05	12.19	15.02	18.33	30.16
JLS	0.2215	0.1705	0.1498	0.0900	0.0537
	(0.0531)	(0.0358)	(0.0299)	(0.0162)	(0.0085)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.69 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.5 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	1.8943	1.6701	1.5349	1.4350	1.3254
	(0.5304)	(0.4509)	(0.3683)	(0.3300)	(0.2690)
	816.89	957.02	1407.76	1841.81	1738.28
TLS	0.2200	0.1920	0.1723	0.1671	0.1639
	(0.0484)	(0.0364)	(0.0275)	(0.0233)	(0.0213)
	6.48	21.51	69.25	126.11	127.32
MR	0.2432	0.1717	0.1210	0.0853	0.0842
	(0.0608)	(0.0412)	(0.0278)	(0.0187)	(0.0185)
	17.71	8.67	18.86	15.42	16.78
JLS	0.2066	0.1580	0.1018	0.0793	0.0721
	(0.0454)	(0.0316)	(0.0193)	(0.0133)	(0.0122)
	0	0	0	0	0

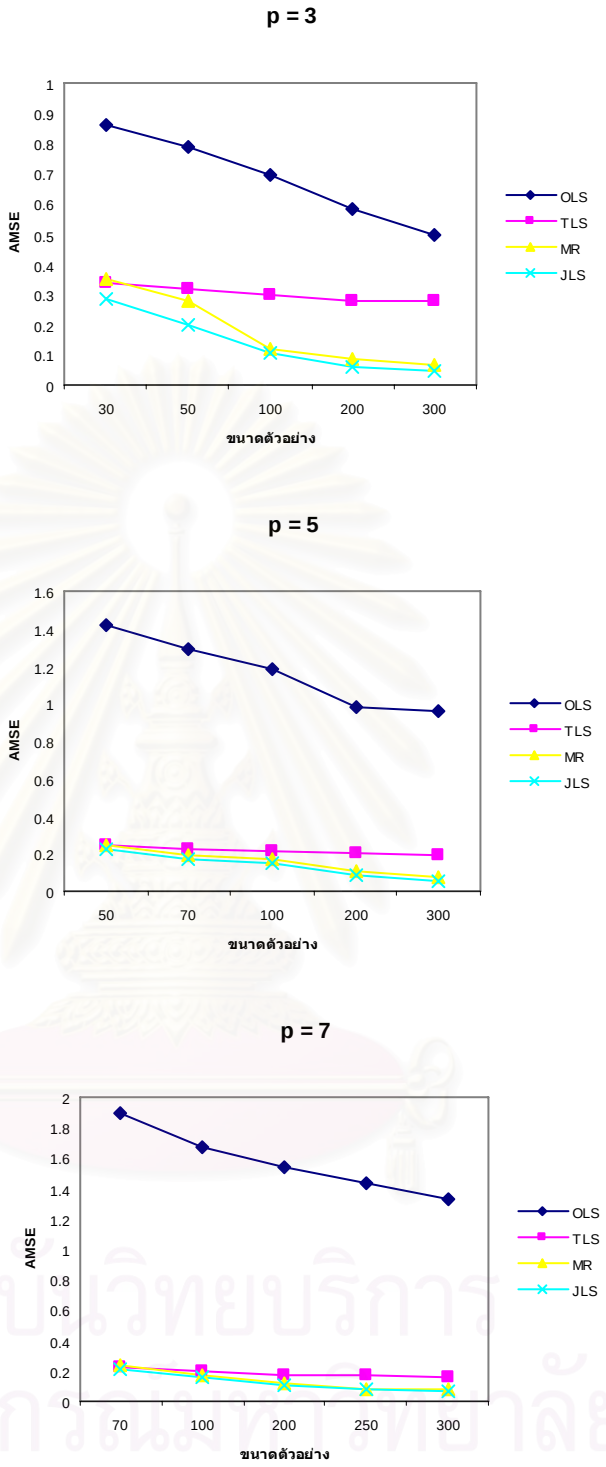
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

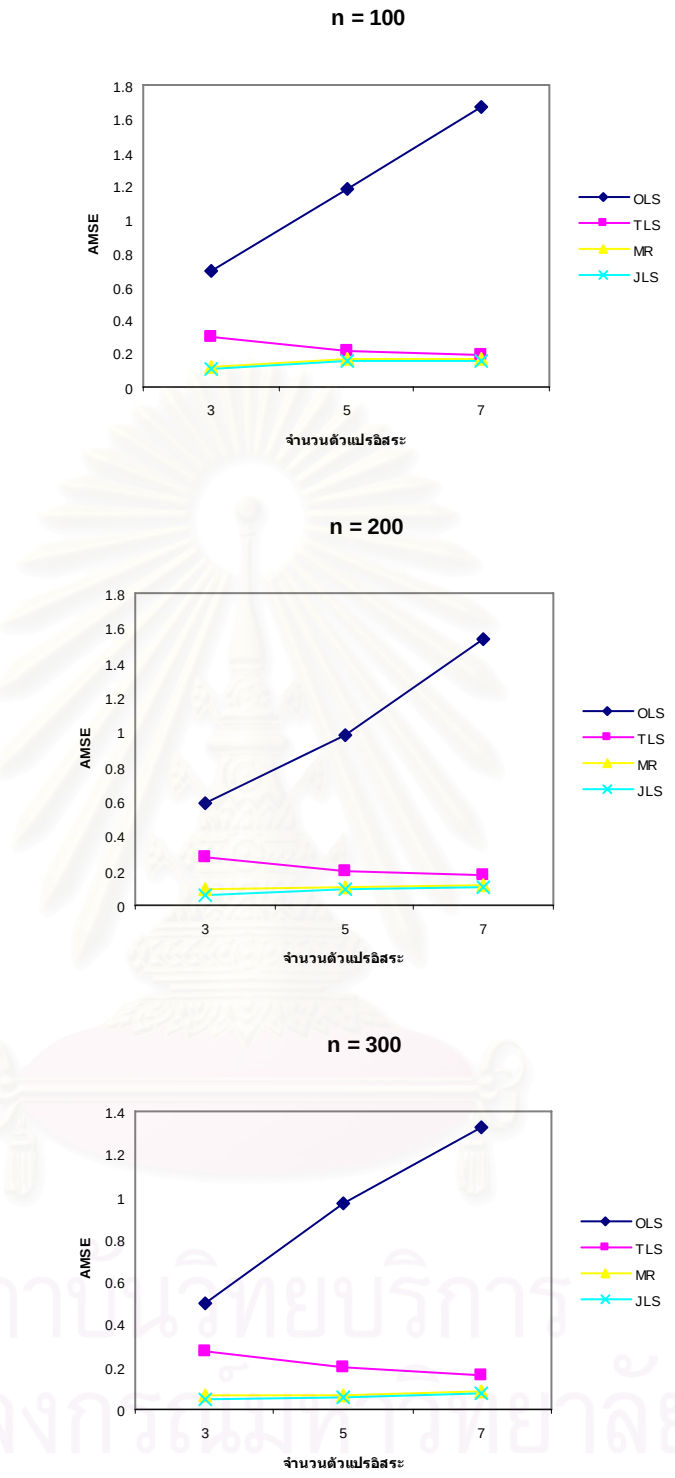
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.45 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$



รูปที่ 4.46 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.5$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 1.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.5 (ตารางที่ 4.67 – 4.69 และรูปที่ 4.45 – 4.46) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่างยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี JLS อันดับต่อมาคือวิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี JLS อันดับต่อมาคือวิธี TLS MR ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันและวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี JLS อันดับต่อมาคือวิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

ตารางที่ 4.70 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	1.9376	1.8928	1.6288	1.5185	1.2963
	(0.6587)	(0.6056)	(0.4886)	(0.4251)	(0.3240)
	422.26	599.74	963.18	1633.44	2492.60
TLS	0.3710	0.3356	0.3198	0.2950	0.2890
	(0.1187)	(0.1040)	(0.0799)	(0.0649)	(0.0609)
	0	24.06	108.74	236.75	478.00
MR	0.5219	0.4569	0.1946	0.1174	0.0717
	(0.1617)	(0.1370)	(0.0544)	(0.0305)	(0.0172)
	40.67	68.90	27.02	34.01	43.40
JLS	0.4211	0.2705	0.1532	0.0876	0.0500
	(0.1263)	(0.0757)	(0.0398)	(0.0219)	(0.0110)
	13.50	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.71 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	3.5962	3.0373	2.8918	2.4822	2.1444
	(1.1867)	(0.9719)	(0.8964)	(0.6950)	(0.5789)
	822.10	1065.05	1175.60	2228.51	2287.97
TLS	0.3900	0.2607	0.2396	0.2250	0.2107
	(0.1170)	(0.0677)	(0.0575)	(0.0472)	(0.0421)
	0	0	5.69	111.06	134.63
MR	0.4713	0.3810	0.3739	0.1641	0.1189
	(0.1508)	(0.1143)	(0.1084)	(0.0443)	(0.0309)
	20.84	46.14	64.93	53.93	32.40
JLS	0.4398	0.2954	0.2267	0.1166	0.0898
	(0.1275)	(0.0797)	(0.0612)	(0.0277)	(0.0206)
	12.76	13.31	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.72 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 0.7 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	4.1652	3.9678	3.4616	3.2900	2.9733
	(1.4161)	(1.2696)	(1.0038)	(0.9212)	(0.8325)
	1266.98	1626.63	1950.71	2398.10	2396.47
TLS	0.3047	0.2298	0.1901	0.1893	0.1800
	(0.0761)	(0.0551)	(0.0380)	(0.0359)	(0.0342)
	0	0	12.61	43.73	51.13
MR	0.4985	0.3923	0.1997	0.1812	0.1699
	(0.1595)	(0.1176)	(0.0539)	(0.0489)	(0.0450)
	63.60	70.71	18.30	37.58	42.65
JLS	0.3911	0.2679	0.1688	0.1371	0.1191
	(0.1173)	(0.0750)	(0.0455)	(0.0329)	(0.0273)
	28.35	16.57	0	0	0

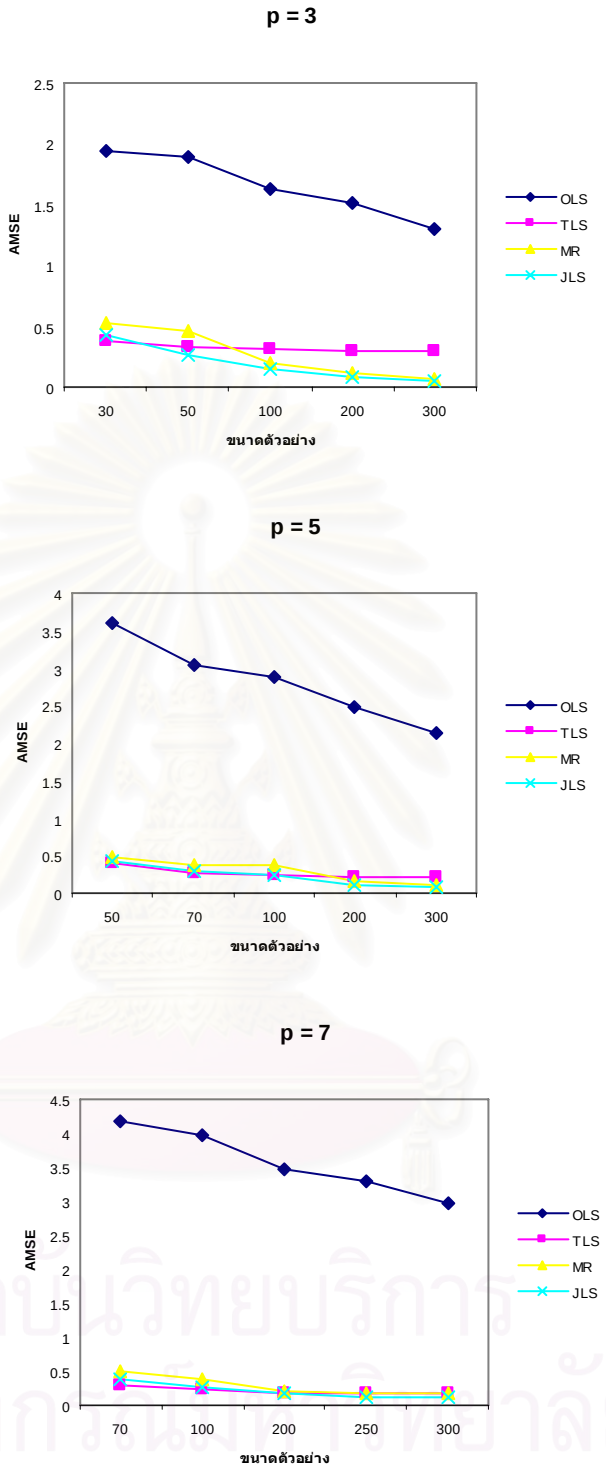
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

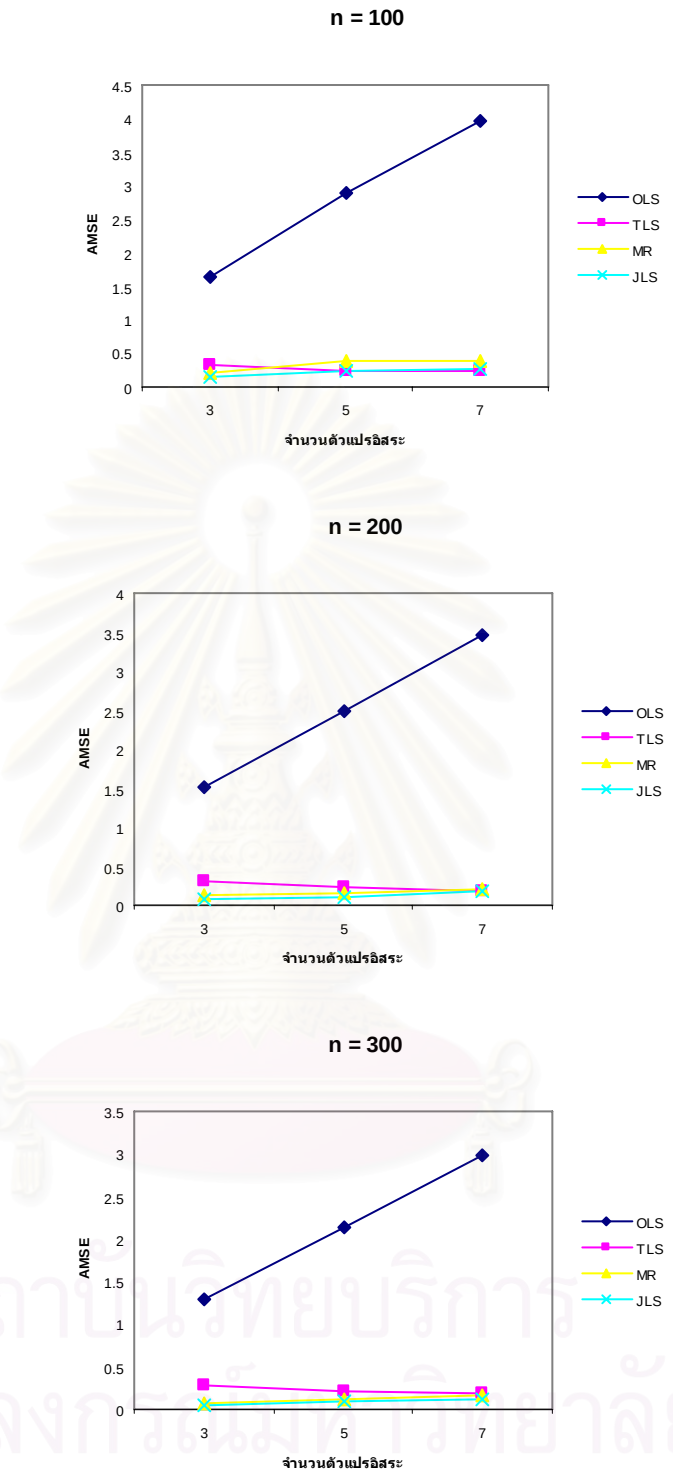
J LS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.47 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.48 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 0.7$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 1.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.7 (ตารางที่ 4.70 – 4.72 และรูปที่ 4.47 – 4.48) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 200 และ 300 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พบว่า ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และ 300 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และ 100 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือวิธี JLS อันดับต่อมาคือ วิธี TLS และ MR ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS อันดับต่อมาคือ วิธี MR TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปร

อิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.73 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	4.0296	3.9348	3.4583	3.2714	3.0328
	(1.5715)	(1.3771)	(1.1066)	(0.9814)	(0.8795)
	642.50	819.77	915.05	2357.85	2448.57
TLS	0.5427	0.4278	0.3407	0.3301	0.3213
	(0.1953)	(0.1411)	(0.0919)	(0.0792)	(0.0687)
	0	0	0	148.00	162.77
MR	0.6347	0.5937	0.5420	0.2727	0.1891
	(0.2094)	(0.1804)	(0.1626)	(0.0763)	(0.0491)
	16.95	38.77	59.08	104.88	58.90
JLS	0.5927	0.4968	0.3473	0.1331	0.1190
	(0.1998)	(0.1490)	(0.0937)	(0.0346)	(0.0285)
	9.21	16.12	1.93	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.74 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

$p = 5$	n				
	50	70	100	200	300
OLS	5.6291	4.8361	4.6049	4.5758	4.0934
	(2.0264)	(1.6442)	(1.5196)	(1.4184)	(1.2280)
	1090.58	1227.86	1265.22	2008.66	2351.57
TLS	0.4728	0.3642	0.3373	0.2732	0.2598
	(0.1607)	(0.1019)	(0.0876)	(0.0628)	(0.0545)
	0	0	0	25.89	55.56
MR	0.6432	0.6227	0.6078	0.3698	0.2235
	(0.2058)	(0.1977)	(0.1884)	(0.1035)	(0.0603)
	36.04	72.40	80.19	70.41	33.83
JLS	0.6001	0.5632	0.5064	0.2170	0.1670
	(0.1860)	(0.1633)	(0.1417)	(0.0585)	(0.0400)
	26.92	54.64	50.13	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

ตารางที่ 4.75 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ σ_u = 1.0 σ_{e_x} = 1.0 และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

$p = 7$	n				
	70	100	200	250	300
OLS	5.7396	5.2346	4.7810	4.5232	4.4917
	(2.0088)	(1.7274)	(1.5299)	(1.4021)	(1.3744)
	1402.12	1611.77	1743.81	1756.81	2185.85
TLS	0.3821	0.3058	0.2593	0.2436	0.2214
	(0.1146)	(0.0764)	(0.0570)	(0.0511)	(0.0442)
	0	0	0	0	12.67
MR	0.8236	0.7488	0.4774	0.3805	0.2734
	(0.2635)	(0.2321)	(0.1432)	(0.1103)	(0.0710)
	115.54	144.86	84.11	56.19	39.13
JLS	0.5947	0.5586	0.3091	0.2574	0.1965
	(0.1813)	(0.1619)	(0.0865)	(0.0694)	(0.0491)
	35.74	45.25	16.11	5.36	0

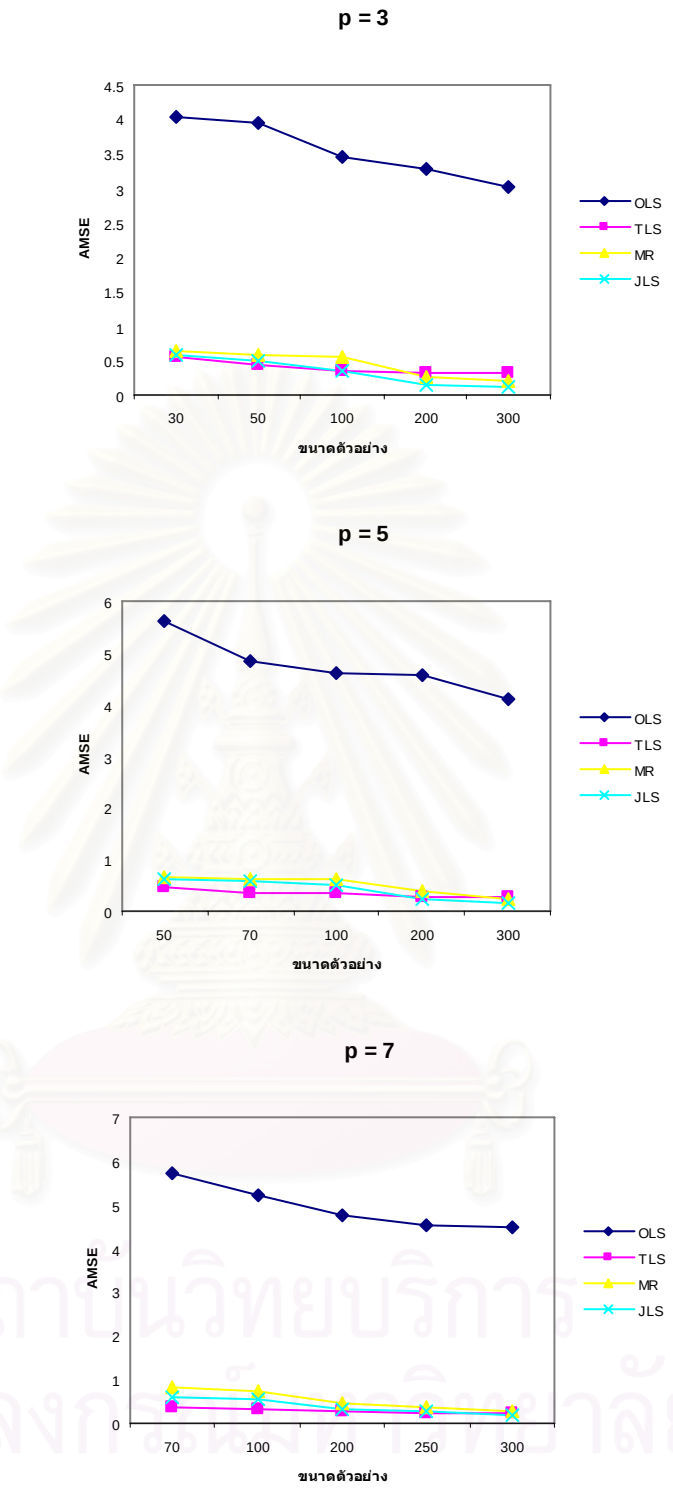
OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

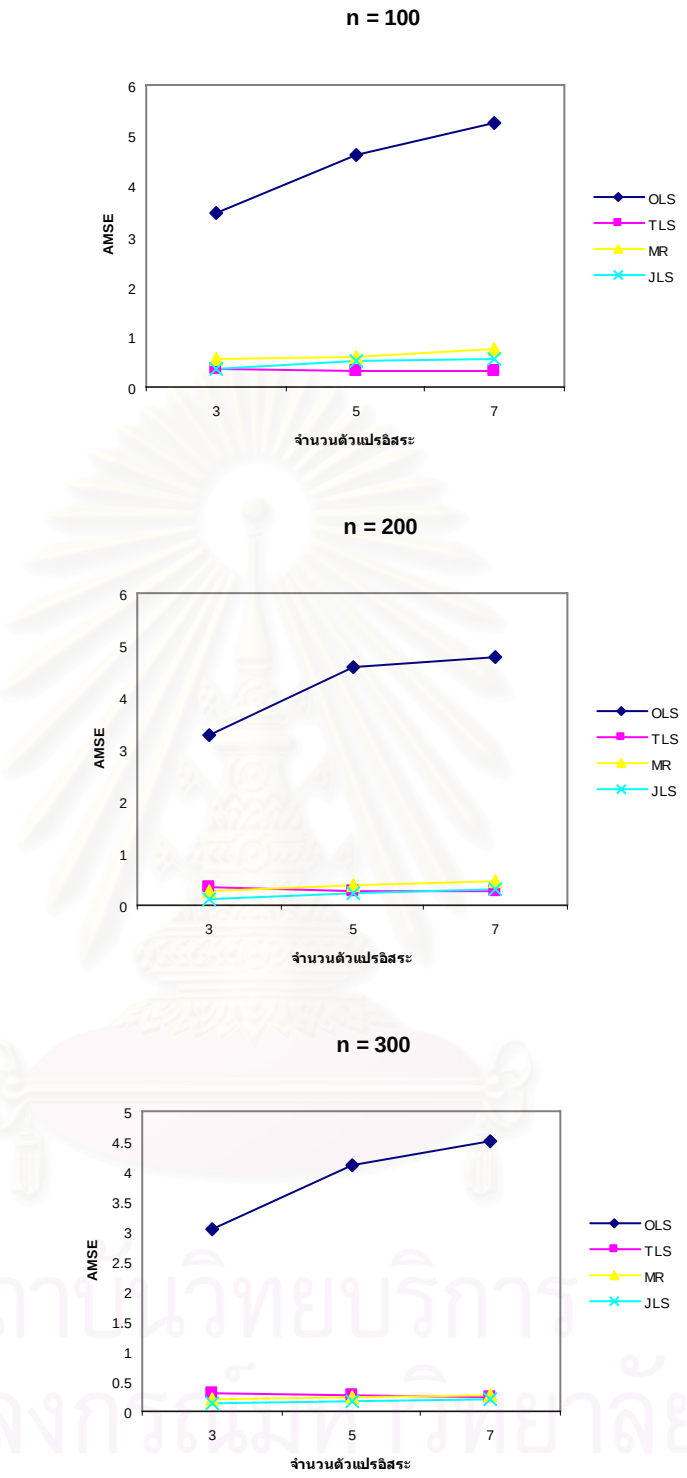
MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE



รูปที่ 4.49 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$



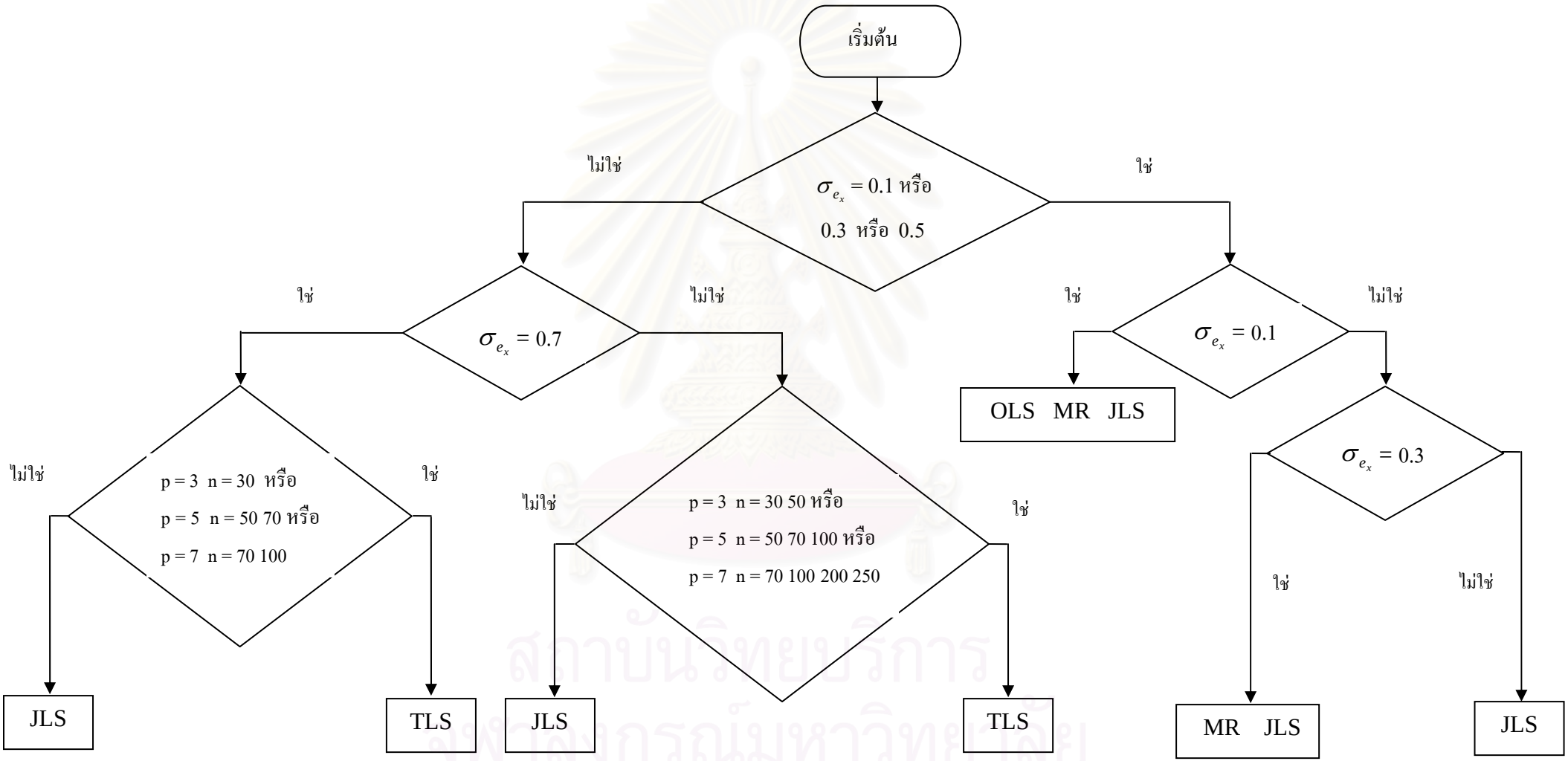
รูปที่ 4.50 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระระหว่างค่า AMSE และจำนวนตัวแปรอิสระ เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ และ $\sigma_{e_x} = 1.0$

ผลการวิจัยของการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่าในตัวแปรอิสระ กรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 1.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 1.0 (ตารางที่ 4.73 -4.75 และรูปที่ 4.49 – 4.50) พบว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และ 50 ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี JLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ค่า AMSE ของวิธี TLS และ JLS มีค่าใกล้เคียงกันและต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และ 300 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี JLS MR TLS และ OLS เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 และ 100 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 300 ค่า AMSE ของวิธี JLS มีค่าต่ำสุด อันดับต่อมาคือ วิธี MR TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ส่วนจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7 ค่า AMSE ของ 4 วิธีเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 300 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS อันดับต่อมาคือ วิธี TLS MR และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด โดยแต่ละวิธีเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่า AMSE มีแนวโน้มลดลง

การเพิ่มขนาดตัวอย่างส่งผลให้ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระนั้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเปรียบเสมือนการเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล และวิธี OLS เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น ค่า AMSE ของวิธี TLS จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 ค่า AMSE ของวิธี TLS จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSE ของวิธี MR จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรใหม่ซึ่งได้พิจารณาส่วนของตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปจึงเสมือนเพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น และค่า AMSE ของวิธี JLS จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิธีนี้จะพิจารณาผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่ปรับด้วยอัตราส่วนความเชื่อถือให้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระจึงเสมือน

เพิ่มความคลาดเคลื่อนเข้าไปในข้อมูล ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.จ แผนผังสรุปส่วนที่ 4.5

ผลจากส่วนการวิจัยในส่วนที่ 4.5 สามารถสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (AMSE) ได้ดังนี้

1. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธี จะให้ค่า AMSE ลดลงเพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลง

2. เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธีจะให้ค่า AMSE เพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของ AMSE ในวิธี OLS จะสูงกว่าวิธี TLS MR และ JLS

3. เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่า AMSE ของวิธี OLS MR และ JLS มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนวิธี TLS จะให้ค่า AMSE ลดลงเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยและปานกลาง แต่กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก ค่า AMSE จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีขนาดตัวอย่างน้อย แต่ถ้าขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นในระดับที่พอเพียง จะมีผลทำให้ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความถูกต้องของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ ซึ่งวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่นำมาใช้มี 4 วิธี ดังนี้

1. วิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares method (OLS))
2. วิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด (Total Least Squares method (TLS))
3. วิธีการสร้างจากโมเมนต์ (Moment Reconstruction method (MR))
4. วิธีร่วมกำลังสองน้อยสุด (Joint Least Squares method (JLS))

โดยสองวิธีแรกเป็นวิธีที่ วุฒิพงษ์ เดโชดมพันธ์ ได้ทำการเปรียบเทียบไว้ ซึ่งวิธีกำลังสองน้อยสุดเป็นวิธีพื้นฐานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายแต่ไม่ได้พิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ ซึ่งแตกต่างจากวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุดที่พิจารณาความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ ส่วนวิธีที่นำมาเปรียบเทียบคือวิธีการสร้างจากโมเมนต์ และวิธีร่วมกำลังสองน้อยสุด ซึ่งสองวิธีนี้ได้พิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ 4 วิธีข้างต้นเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบว่าวิธีการใดเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีการกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ในการวิจัยไว้ดังนี้

1. จำนวนตัวแปรอิสระที่ศึกษาคือ 3 5 และ 7

2. ขนาดตัวอย่างที่ศึกษาคือ 30 50 100 200 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 70 100 200 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 100 200 250 และ 300 สำหรับจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 7

3. เลือกตัวอย่างสุ่มเพื่อใช้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $(\underset{\sim}{u})$ จากประชากรที่มีการแจกแจงเดียวกัน โดยการวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาเฉพาะตัวอย่างสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 1.0 ตามลำดับ

4. เลือกตัวอย่างสุ่มเพื่อใช้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรอิสระ (E_X) จากประชากรที่มีการแจกแจงเดียวกัน โดยการวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาเฉพาะตัวอย่างสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 1.0 ตามลำดับ

5. ตัวแปรอิสระที่มีความคลาดเคลื่อน (X) จะสร้างจากตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน (X^*) มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 และความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ (E_x)

เกณฑ์การตัดสินใจว่าวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระวิธีใดที่ให้ความถูกต้องของการประมาณมากที่สุดเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระแต่ละตัวเท่ากัน จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Average Mean Squares Error (*AMSE*)) และสิ่งที่ใช้ในการประกอบการตัดสินใจในเชิงการเปรียบเทียบจะใช้ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Ratio of Different Average Mean Squares Error (*RDAMSE*)) ซึ่งวิธีใดให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยต่ำสุด จะเป็นวิธีที่ดีที่สุด ผลการวิจัยมีข้อสรุปดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

จากการเปรียบเทียบค่า AMSE ของทั้ง 4 วิธี พบว่ากรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.1 วิธี OLS MR และ JLS ให้ค่า AMSE ใกล้เคียงกัน ส่วนวิธี TLS ให้ค่า AMSE สูงสุด ในทุกสถานการณ์ กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.3 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี MR และ JLS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีในอันดับต่อมาขึ้นอยู่กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม จำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่าง กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.5 เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.1 0.3 และ0.5 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุด คือ วิธี JLS และ MR ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อันดับต่อมาคือวิธี TLS และวิธีOLS ให้ค่า AMSE สูงสุด เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามเท่ากับ 0.7 และ 1.0 วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือ JLS และวิธีในอันดับต่อมาขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่าง กรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.7 เมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าน้อย ค่า AMSE เรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างมีค่าปานกลางและมาก วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS อันดับต่อมาคือวิธี MR TLS และวิธี OLS ให้ค่า AMSE สูงสุด และกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเท่ากับ 1.0 เมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าน้อยและปานกลาง ค่า AMSE เรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ วิธี TLS JLS MR และ OLS ส่วนขนาดตัวอย่างมีค่ามาก วิธีที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดคือวิธี JLS และวิธีในอันดับต่อมาขึ้นอยู่กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามและจำนวนตัวแปรอิสระ

5.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธี

1. ขนาดตัวอย่าง (n)

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่า AMSE ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลง เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง

2. จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า AMSE ของวิธี OLS MR และ JLS มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนวิธี TLS จะให้ค่า AMSE ลดลงเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าน้อยและปานกลาง แต่ในกรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่ามาก ค่า AMSE จะมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ถ้าขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นในระดับที่เพียงพอจะมีผลให้ค่า AMSE ของวิธี TLS มีค่าลดลง

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ (σ_{e_x})

วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธีจะให้ค่า AMSE เพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของวิธี OLS จะสูงกว่าวิธี TLS MR และ JLS

4. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม (σ_u)

วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระทั้ง 4 วิธีจะให้ค่า AMSE เพิ่มขึ้น

5.1.3 ผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ

ผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า วิธี JLS จะให้ผลดีในทุกกรณียกเว้นเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่ามาก[1] และขนาดตัวอย่างน้อยถึงปานกลาง วิธี MR จะให้ผลดีเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าน้อย ส่วนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าปานกลางจะให้ผลดี

---

[1] ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าน้อย หมายถึง C.V. = 5% ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าปานกลาง หมายถึง C.V. = 15% 25% และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่ามาก หมายถึง C.V. = 35% 50% (C.V. แทน สัมประสิทธิ์การแปรผันของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระเทียบกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน)

เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตามมีค่าน้อยและปานกลาง ส่วนวิธี TLS จะให้ผลดีเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่ามากและขนาดตัวอย่างน้อยถึงปานกลาง และวิธี OLS จะให้ผลดีเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระมีค่าน้อย โดยตารางและแผนผังแสดงข้อสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระแสดงดังตารางที่ 5.1 รูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธี	สถานการณ์ที่ศึกษา		
	σ_{e_x}	σ_u	n
OLS	น้อย	ทุกระดับ	ทุกระดับ
TLS	มาก	ทุกระดับ	น้อย ปานกลาง
MR	น้อย	ทุกระดับ	ทุกระดับ
	ปานกลาง	น้อย ปานกลาง	
JLS	น้อย ปานกลาง	ทุกระดับ	ทุกระดับ
	มาก	ทุกระดับ	มาก

ตารางที่ 5.1 แสดงผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ

หมายเหตุ

σ_{e_x} แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ

σ_u แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในตัวแปรตาม

n แทน ขนาดตัวอย่าง

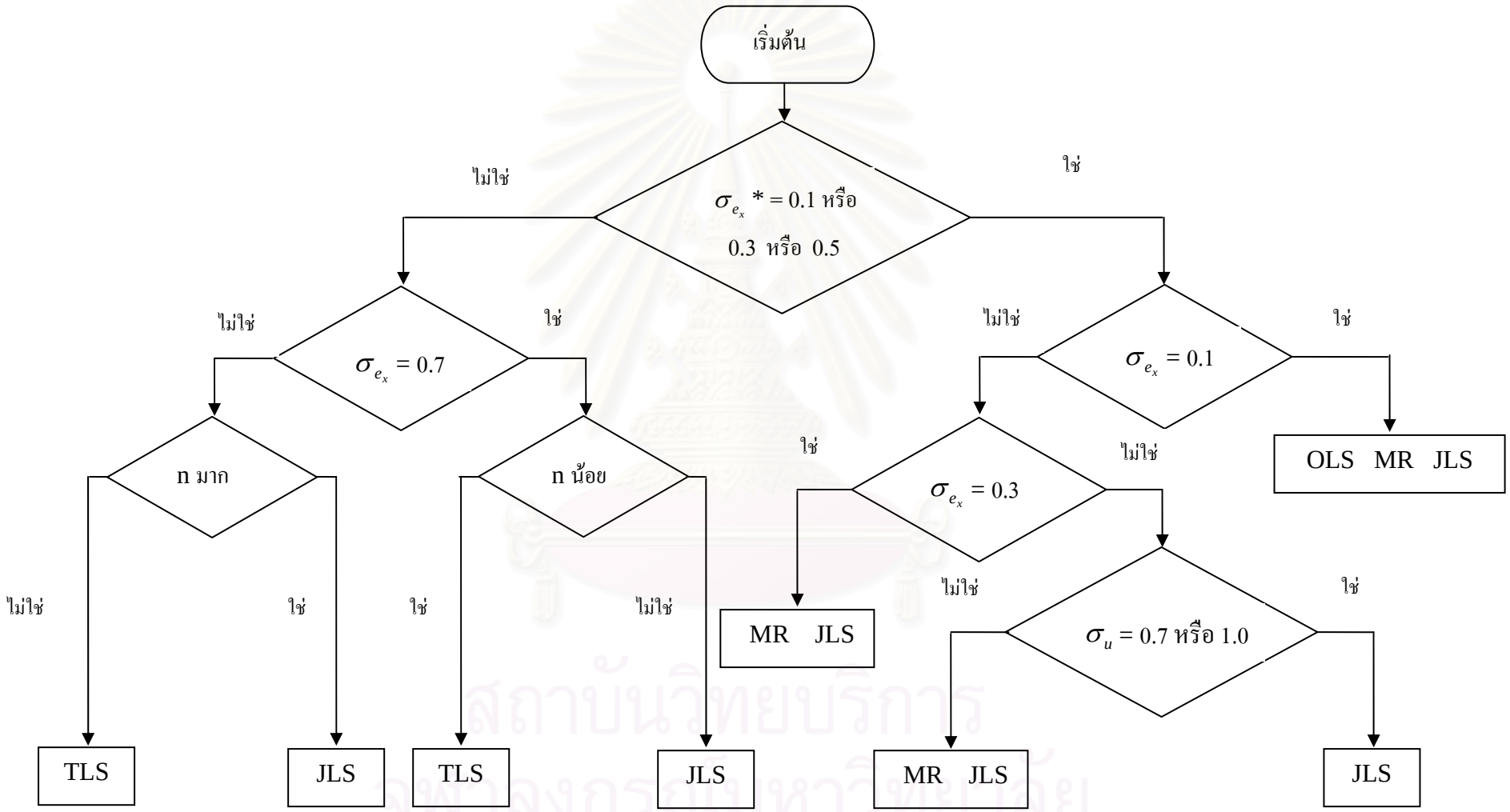
σ_{e_x} มีค่าน้อย หมายถึง C.V. = 5% , σ_{e_x} มีค่าปานกลาง หมายถึง C.V. = 15% 25% , σ_{e_x} มีค่ามาก หมายถึง C.V. = 35% 50%

σ_u มีค่าน้อย หมายถึง $\sigma_u = 0.1$, σ_u มีค่าปานกลาง หมายถึง $\sigma_u = 0.3, 0.5$, σ_u มีค่ามาก หมายถึง $\sigma_u = 0.7, 1.0$

n มีค่าน้อย หมายถึง $p = 3$ $n = 30$ 50, $p = 5$ $n = 50$ 70, $p = 7$ $n = 70$ 100

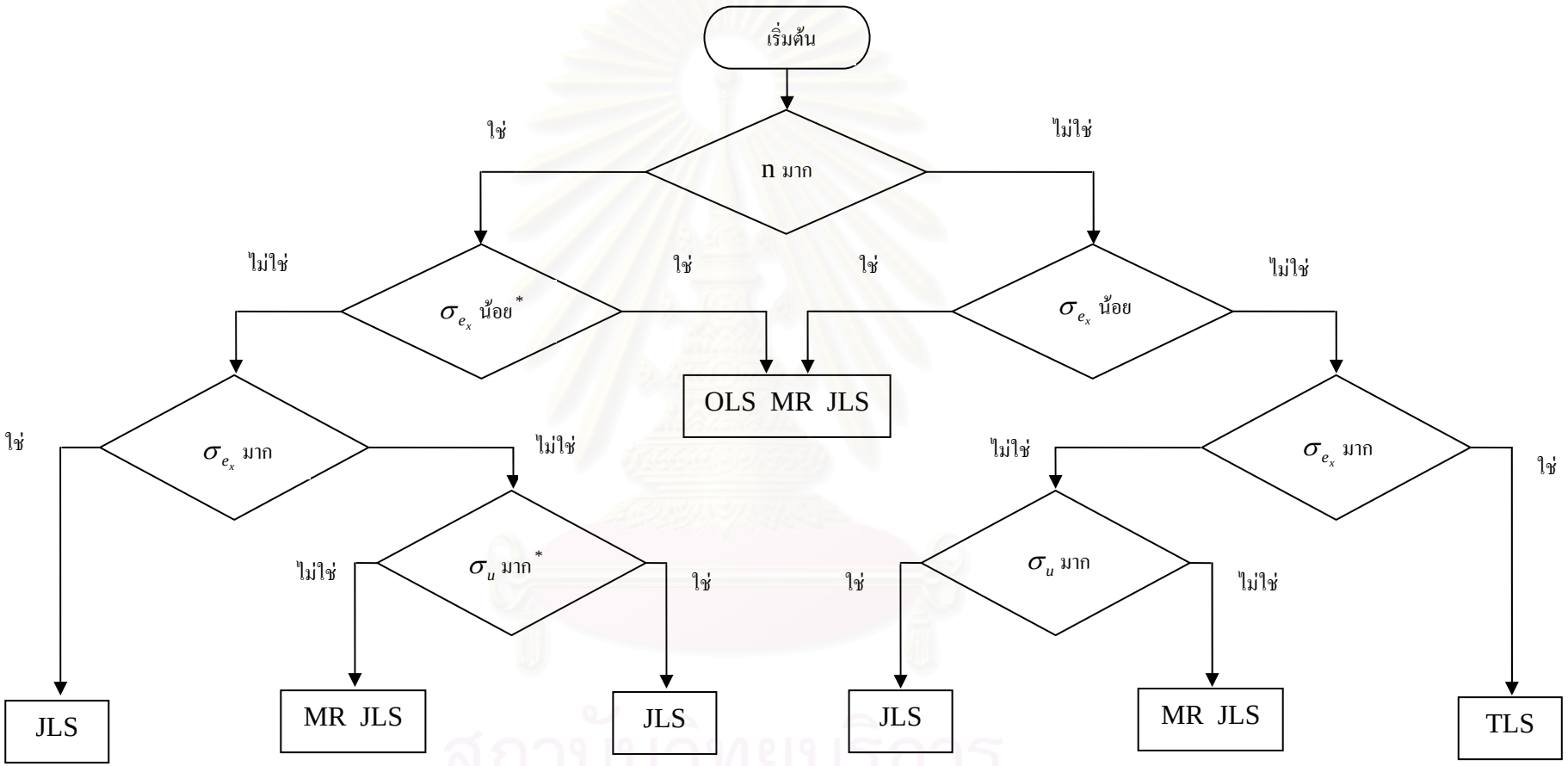
n มีค่าปานกลาง หมายถึง $p = 3$ $n = 100$, $p = 5$ $n = 100$, $p = 7$ $n = 200$ 250

n มีค่ามาก หมายถึง $p = 3$ $n = 200$ 300, $p = 5$ $n = 200$ 300, $p = 7$ $n = 300$



รูปที่ 5.1 แผนผังผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในเชิงทฤษฎี

* σ_{e_x} = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 1.0 หมายถึง C.V. = 5%, 15%, 25%, 35% และ 50% ตามลำดับ



รูปที่ 5.2 แผนผังผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระในเชิงปฏิบัติ

* σ_{e_x} มีค่าน้อย หมายถึง C.V. = 5% , σ_{e_x} มีค่าปานกลาง หมายถึง C.V. = 15% 25% , σ_{e_x} มีค่ามาก หมายถึง C.V. = 35% 50%

σ_u มีค่าน้อย หมายถึง $\sigma_u = 0.1$, σ_u มีค่าปานกลาง หมายถึง $\sigma_u = 0.3, 0.5$, σ_u มีค่ามาก หมายถึง $\sigma_u = 0.7, 1.0$

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะสถานการณ์ที่ตัวแปรอิสระทุกตัวเป็นอิสระจากกัน ส่วนสถานการณ์ที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันนั้น วิธี MR สามารถทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้

2. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะสถานการณ์ที่เป็นตัวแบบเชิงเส้นพหุคูณ ส่วนสถานการณ์ที่ไม่เป็นตัวแบบเชิงเส้นพหุคูณ ได้แก่ การวิเคราะห์จำแนกประเภท (Discriminant Analysis) และการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) นั้นวิธี MR สามารถทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้

3. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะสถานการณ์ที่ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในตัวแปรอิสระทุกตัวมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน โดยในทางปฏิบัติความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในตัวแปรอิสระแต่ละตัวอาจมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน ซึ่งวิธี JLS สามารถทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้ทั้งในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากันและไม่เท่ากัน

4. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระด้วยวิธี JLS นั้นต้องทราบค่าพารามิเตอร์ λ_j ($\lambda_j = \frac{\sigma^2_{e_{x_j}}}{\sigma^2_u}$, $j = 1,2,...,p$) มาก่อน ดังนั้นควรจะหาวิธีในการประมาณค่าพารามิเตอร์ λ_j ให้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุดเพื่อทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยถูกต้องมากยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธีระพร วีระถาวร. ความน่าจะเป็นกับการประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท วิทยพัฒน์ จำกัด, 2539.

ธีระพร วีระถาวร. ตัวแบบเชิงเส้นทฤษฎีและการประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท วิทยพัฒน์ จำกัด, 2541.

มนัส สังวรศิลป์, วรรัตน์ ภัทรอมรกุล. คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อินโฟเพรส, 2543.

วุฒิพงษ์ เดโชดมพันธ์. การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ภาษาต่างประเทศ

Donna Chen, Brent Kreider, Elizabeth Merwin and Steven Stern. Diagnosis Measurement Error and Corrected Instrumental Variables. University of Virginia, 2000.

Fuller, W.A. Measurement Error Models. New York: Wiley, 1987.

Laurence S. Freedman, Vitaly Fainberg, Victor Kipnis, Douglas Midthune and Raymond J. Carroll. A New Method for Dealing with Measurement Error in Explanatory Variables of Regression Models. Biometrics 60, (March 2004): 172-181.

Mani Y. Lakshminarayanan, Richard F. Gunst. Estimation of Parameter in Linear Structural Relationship:Sensitivity to the Choice of the Ratio of Error Variances. Biometrika 71, 3, (December 1984): 569 – 573.

Quirino Paris. Robust Estimators of Errors-In-Variables Models Part I. Department of Agricultural and Resource Economics University of California, 2004.

Sabine Van Huffel and Joos Vandewalle. The Total Least Squares Problem Computational Aspects and Analysis. Philadelphia : Society for Industrial and Applied Mathematics, 1991.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A.1 คำสั่งที่ใช้ในการประมวลผลจากโปรแกรม MATLAB

```
clc;
global W z lam ;
stdevu  =  0.1;
stdevex  =  0.1;
n  = 30;
p  = 3;
col = 4;
it  =  500;
tmseo  =  0;
tmset  = 0;
tmsemr  = 0;
tmsejls = 0;
XS  =   normrnd(2,1,n,p);
XS = [ones(n,1) XS]
for l = 1:it
   mseo=0;
   mset=0;
   msemr=0;
   msejls=0;
[EX,X,y,W,z,lam] = GEN(XS,stdevu,stdevex,n,p,col);
[bo,mseo] = OLS(X,y,col);
MSEO(l)= mseo;
BO(l,:) = bo';
[bt,mset] = TLS(X,y,p,col);
MSET(l)= mset;
BT(l,:) = bt';
[bmr,msemr] = MR(X,y,W,z,n,p,col,stdevex);
MSEMR(l)= msemr;
BMR(l,:)= bmr';
options = optimset('GradObj','on');
binit = [1;1;1];
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
[bjls,fval] = fminunc(@myfun,binit,options);
b0 = mean(y)-mean(X)*[0;bjls];
bjls = [b0;bjls];
ssjls = bjls - ones(col,1);
ssjls = ssjls.^2;
ssejls = 0;
        for j = 1:col
                ssejls = ssejls+ssjls(j);
        end
msejls = ssejls/col;
MSEJLS(l)= msejls;
BJLS(l,:) = bjls';
tmseo = tmseo + mseo;
tmset = tmset + mset;
tmsemr = tmsemr + msemr;
tmsejls = tmsejls + msejls;
end
amseo = tmseo/it
amset = tmset/it
amsemr = tmsemr/it
amsejls = tmsejls/it
stdo = std(MSEO)
stdt = std(MSET)
stdmr = std(MSEMR)
stdjls = std(MSEJLS)

function [EX,X,y,W,z,lam] = GEN(XS,stdevu,stdevex,n,p,col)
b = ones(col,1);
u = normrnd(0,stdevu,[1 n]);
EX = normrnd(0,stdevex,n,p);
EX = [zeros(n,1) EX];
X = XS + EX;
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
y = (XS*b)+ u';
X_seq=ones(n,1);
        for j = 1: col
                C=X(:,j) - mean(X(:,j),1);
                X_seq=[X_seq C];
        end
X_seq(:,1:2)=[];
W = X_seq;
z = y -mean(y);
lam = (stdevex^2)/(stdevu^2);

function [bo,mseo] = OLS(X,y,col)
bo = (inv(X'*X))*(X'*y);
sso = bo - ones(col,1);
sso = sso.^2;
sseo = 0;
        for j = 1:col
          sseo = sseo+sso(j);
        end
mseo = sseo/col;

function [bt,mset] = TLS(X,y,p,col)
X = X(:,2:col);
avgx = mean(X);
avgy = mean(y);
sdx = std(X);
sdy = std(y);
[U,S,V] = svd([X,y]);
bt = -V(1:p,p+1)*inv(V(p+1,p+1));
b0 = avgy -(avgx*bt);
bt = [b0;bt];
sst = bt-ones(col,1);
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
sst = sst.^2;
sset = 0;
        for j = 1:col
                sset = sset+sst(j);
        end
mset = sset/col;

function [bmr,msemr] = MR(X,y,W,z,n,p,col,stdevex)
N = cov(W);
M = (stdevex^2)*eye(p);
P = N-M;
E = z*(W'*z)'*(inv(W'*z));
C1 = (inv(n))*((W'*W)-(W'*z)*(W'*z)'*inv(W'*z));
C2 = P-((inv(n))*(W'*z)*(W'*z)'*inv(W'*z));
L1 = chol(C1);
L2 = chol(C2);
G =(inv(L1))*(L2);
XMR = E*(eye(p)-G)+W*G;
bmr = (inv(XMR'*XMR))*XMR'*z;
b0 = mean(y)-mean(X)*[0;bmr];
bmr = [b0;bmr];
ssmr = bmr-ones(col,1);
ssmr = ssmr.^2;
ssemr = 0;
        for j = 1:col
                ssemr = ssemr+ssmr(j);
        end
msemr = ssemr/col;
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
function [f,g] = myfun(b)
global W z lam ;
f = (1/(1+(lam*b(1)^2)+(lam*b(2)^2)+(lam*b(3)^2)))*(z-W*b)'*(z-W*b);    % Cost function
B1=diag((z-b(1)*W(:,1)-b(2)*W(:,2)-b(3)*W(:,3))*W(:,1)');
B2=diag((z-b(1)*W(:,1)-b(2)*W(:,2)-b(3)*W(:,3))*W(:,2)');
B3=diag((z-b(1)*W(:,1)-b(2)*W(:,2)-b(3)*W(:,3))*W(:,3)');
C1=sum(B1);
C2=sum(B2);
C3=sum(B3);
if nargout > 1
  g(1) = (-2/(1+(lam*b(1)^2)+(lam*b(2)^2)+(lam*b(3)^2)))*C1
        +(-2*lam*b(1)/(1+(lam*b(1)^2)+(lam*b(2)^2)+(lam*b(3)^2))^2)*(z-W*b)'*(z-W*b);
  g(2) = (-2/(1+(lam*b(1)^2)+(lam*b(2)^2)+(lam*b(3)^2)))*C2
        +(-2*lam*b(2)/(1+(lam*b(1)^2)+(lam*b(2)^2)+(lam*b(3)^2))^2)*(z-W*b)'*(z-W*b);
  g(3) = (-2/(1+(lam*b(1)^2)+(lam*b(2)^2)+(lam*b(3)^2)))*C3
        +(- 2*lam*b(3)/(1+(lam*b(1)^2)+(lam*b(2)^2)+(lam*b(3)^2))^2)*(z-W*b)'*(z-W*b);
end
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A.2 <u>ตัวอย่างการใช้วิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (JLS) ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ในเชิงปฏิบัติ</u>

สถานการณ์ที่ศึกษาคือ $\sigma_u = 1.0,\ \sigma_{e_x} = 0.5,\ p = 3$ และ $n = 30, 50, 100, 200, 300$

ดังนั้นค่าจริงของพารามิเตอร์ $\lambda_j = \dfrac{\sigma^2_{e_{xj}}}{\sigma^2_u} = \dfrac{0.5^2}{1^2} = 0.25,\ j = 1,2,3$

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธี JLS นั้นต้องทราบค่า λ_j มาก่อน ดังนั้นจึงทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

$$\hat{\lambda}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_{ij} - \bar{x}_{\cdot j})^2}{n-1} \Bigg/ \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}{n-1},\ j = 1,2,3$$

เมื่อ $\underset{\sim}{x}_j = [x_{1j} \quad x_{2j} \quad \ldots \quad x_{nj}]'$, $j = 1,2,\ldots, p$ และ $\underset{\sim}{y} = [y_1 \quad y_2 \quad \ldots \quad y_n]'$

ทำการประมาณค่า $\underset{\sim}{\beta}$ ได้โดยหาค่าต่ำสุดของสมการ

$$\min_{\underset{\sim}{\beta}_1} JLS = \min_{\underset{\sim}{\beta}_1} \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{p} \hat{\lambda}_j \beta_j^2} (\underset{\sim}{z} - W \underset{\sim}{\beta}_1)'(\underset{\sim}{z} - W \underset{\sim}{\beta}_1)$$

และ $\hat{\beta}_0 = E(y) - E(X_1)\underset{\sim}{\hat{\beta}}_1$

เมื่อ $\underset{\sim}{z} = \underset{\sim}{y} - E(\underset{\sim}{y})$ และ $W = X_1 - E(X_1)$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และเกณฑ์ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ $\sigma_u = 1.0$ $\sigma_{e_x} = 0.5$ และจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ในเชิงปฏิบัติ[1]

$p = 3$	n				
	30	50	100	200	300
OLS	0.8333	0.7934	0.6162	0.5058	0.4747
	(0.2916)	(0.2618)	(0.1910)	(0.1365)	(0.1139)
	185.27	275.07	438.63	697.79	870.75
TLS	0.3658	0.3251	0.2978	0.2821	0.2768
	(0.1017)	(0.0853)	(0.0547)	(0.0501)	(0.0498)
	25.23	55.25	160.31	344.95	466.05
MR	0.3758	0.2581	0.1239	0.0794	0.0556
	(0.1156)	(0.0638)	(0.0302)	(0.0153)	(0.0102)
	28.65	23.25	8.30	25.23	13.70
JLS	0.2921	0.2094	0.1144	0.0634	0.0489
	(0.0991)	(0.0632)	(0.0298)	(0.0154)	(0.0081)
	0	0	0	0	0

OLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

TLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีผลรวมกำลังสองน้อยสุด

MR = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีการสร้างจากโมเมนต์

JLS = วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า AMSE 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ MSE ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า RDAMSE

[1] ตัวอย่างการใช้วิธีกำลังสองน้อยสุดร่วม (JLS) ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ในเชิงปฏิบัติ ให้ผลใกล้เคียงกับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ในเชิงทฤษฎี ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.67 หน้า 176

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมณฑิรา ดวงสาพล เกิดเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2526 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี จากคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ที่ภาคสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย