บทที่ 4

ผลการวิจัย

สำหรับการวิจัยนี้เราต้องการศึกษาการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงแบบปกติและแบบเบ้ ในขั้นตอนแรกจะทำการทดสอบความเป็นอิสระซึ่งกันและกันของตัวแปรอิสระ เพื่อทำให้ตัวแปรอิสระมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการวิจัย ในขั้นตอนที่สองจะทำการเปรียบเทียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator ที่ใช้เกณฑ์ความแกร่งของ Ramsay เมื่อประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุโดยที่ความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงแบบปกติซึ่งในกรณีนี้จะใช้การแจกแจงแบบปกติปลอมปนและแบบที ในกรณีที่ความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบเบ้จะใช้การแจกแจงแบบลอกนอร์มอล แกมมา และไวบูลล์ โดยใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Average of Relative Mean Square Error(ARMSE)) และค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Average of Absolute value of Different Ratio of Mean Square Error (AADRM)) ซึ่งมีวิธีคำนวณค่าสำหรับเกณฑ์การเปรียบเทียบดังนี้

สำหรับเกณฑ์การเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) จะใช้ร้อยละของ MSE จากวิธีที่มีค่ามากหารด้วย MSE จากวิธีที่มีค่าน้อย ดังนี้

กรณีแรก เมื่อค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M ใช้วิธีคำนวณดังนี้

$$ARMSE = \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$$

กรณีสอง เมื่อค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} ใช้วิธีคำนวณดังนี้

$$ARMSE = \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$$

สำหรับเกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ADDRM) ซึ่งจะเปรียบเทียบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของ MSEจากวิธีที่มีค่าน้อยลบด้วย MSEจากวิธีที่มีค่ามากแล้วหารด้วย MSEจากวิธีที่มีค่ามาก ดังนี้

กรณีแรก เมื่อค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M ใช้วิธีคำนวณดังนี้

$$AADRM = \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$$

กรณีที่สอง เมื่อค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} ใช้วิธีคำนวณดังนี้

$$AADRM = \frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$$

สัญลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในตารางมีความหมายดังนี้

n แทน ขนาดตัวอย่าง

m " จำนวนตัวแปรอิสระ

p " เปอร์เซนต์ของการปลอมปน

c " สเกลแฟคเตอร์

μ " ค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ยของการแจกแจงปกติ

σ^2 " ความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติ

β " scale parameter หรือ พารามิเตอร์ของการกระจาย

α " shape parameter หรือ พารามิเตอร์ของรูปทรง

CV (Coefficient of Variation) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม

M แทน วิธี M-estimator ซึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

OLS " วิธีกำลังสองน้อยที่สุดซึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator

MSE_M " MSE ของวิธี M-estimator

MSE_{OLS} " MSE ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

4.1 การทดสอบความเป็นอิสระซึ่งกันและกันหรือการทดสอบ Multicollinearity

ผลการทดสอบความเป็นอิสระซึ่งกันและกันของตัวแปรอิสระหรือการทดสอบ Multicollinearity ได้นำเสนอในตารางที่ 4.1 ซึ่งแสดงค่า F ที่คำนวณได้ในการทดสอบ Multicollinearity โดยจำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่างกล่าวคือ กรณีจำนวนตัวแปรอิสระ = 3 จะใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และ 10 จะใช้ขนาดตัวอย่าง 50 100 และ 150 สำหรับผลการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้ของตัวแปรอิสระ X_i เมื่อ $i = 1,...,m$ กับค่า F ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ และ 0.01 ยอมรับสมมติฐาน H_0 ว่าไม่มี multicollinearity นั่นคือ ตัวแปรอิสระ X_i เมื่อ $i = 1,...,m$ ไม่มี multicollinearity

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า F ที่คำนวณได้ ในการทดสอบ Multicollinearity

m	n	$F^{(m-2)}_{(n-m+1)}$ (0.05)	$F^{(m-2)}_{(n-m+1)}$ (0.01)	ค่าของ Fi , i = 1 ,..., m (excluing intercept)										ผลการทดสอบ
				x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	สมมติฐาน
3	20	3.59	6.11	0.5866	0.9512	1.8731								ยอมรับ
5	50	2.59	3.78	0.0921	0.3520	0.4972	0.7175	0.9692						ยอมรับ
5	100	2.49	3.56	0.3367	0.7512	0.8861	2.1616	2.1835						ยอมรับ
5	150	2.39	3.32	0.1716	0.6925	1.2634	1.0555	0.3656						ยอมรับ
10	50	2.12	2.89	0.8423	0.8501	0.4194	0.7298	0.6810	0.9305	1.4696	0.6406	1.6356	1.3518	ยอมรับ
10	100	1.98	2.61	0.5232	1.4790	0.8481	1.9684	1.6799	1.2121	1.2497	0.6674	1.6962	1.3425	ยอมรับ
10	150	1.94	2.51	0.4636	0.6808	1.2968	0.7581	0.7329	1.2106	0.6028	0.7358	0.8023	0.7489	ยอมรับ

การทดสอบ Multicollinearity ของ Matrix X

สมมติฐานของการทดสอบ H0 : ไม่มี multicollinearity
H1 : มี multicollinearity

ค่าสถิติทดสอบ $$F^{(m-2)}_{(n-m+1)} = \frac{R_i^2/(m-2)}{(1-R_i^2)/(n-m+1)} \quad , \quad i = 1,2,\ldots, m$$

โดย R_i^2 เป็นของ Regression x_i on $x_{j \neq i}$; i , j = 1,2,..., m

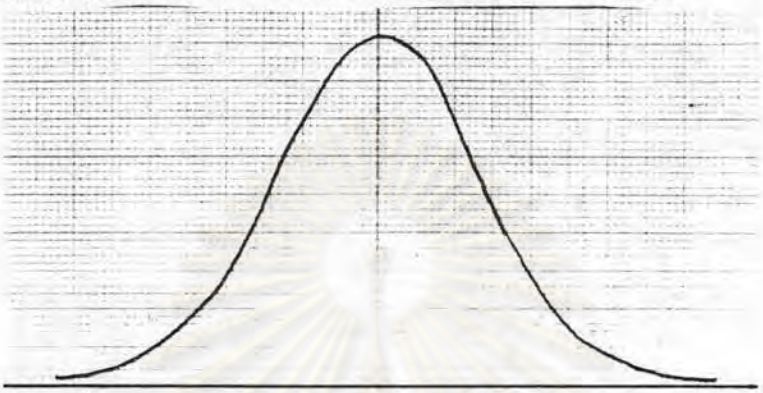
ขอบเขตวิกฤต F table ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, 0.01

การตัดสินใจ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ F cal > F table

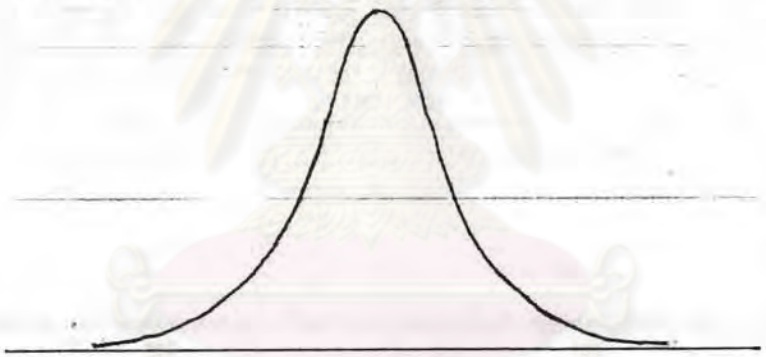
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 <u>การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงแบบปกติ</u>

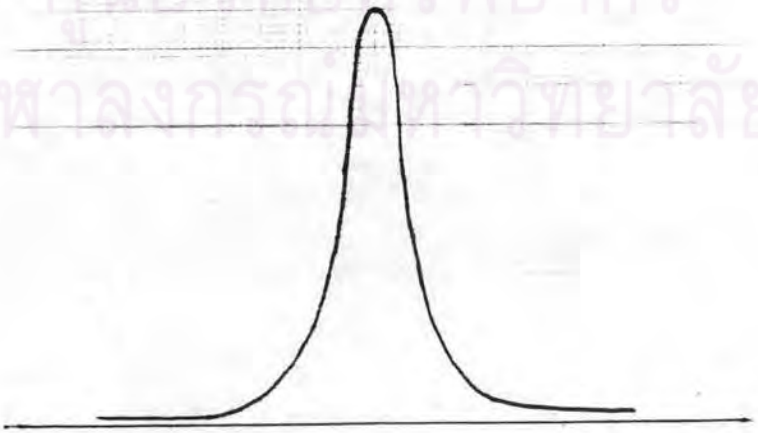
การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงแบบปกติจะศึกษาโดยใช้การแจกแจงแบบปกติปลอมปนและแบบที



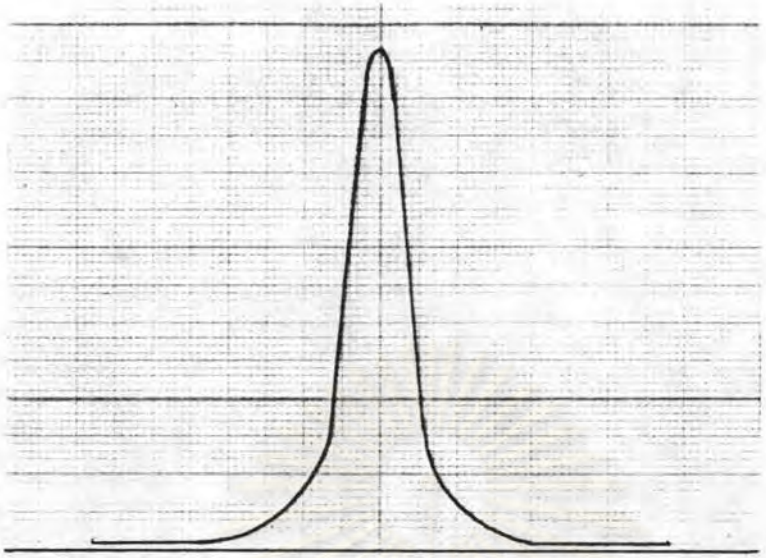
รูปที่ 4.1 เส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 3 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 5



รูปที่ 4.2 เส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 3 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 25



รูปที่ 4.3 เส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 5



รูปที่ 4.4 เส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 25

4.2.1 การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน

การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน จะศึกษาเมื่อใช้เปอร์เซนต์ของการปลอมปนเป็น 1 5 10 และ 25 สำหรับสเกลแฟคเตอร์เป็น 3 และ 10 ซึ่งกำหนดจำนวนตัวแปรอิสระ = 3 สำหรับขนาดตัวอย่าง 20 และกำหนดจำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และ 10 สำหรับขนาดตัวอย่าง 50 100 และ 150 สำหรับผลการวิจัยจะนำเสนอในตารางที่ 4.2 - 4.5

การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน สำหรับสเกลแฟคเตอร์ 3 สามารถสรุปผลในตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เป็น 3 โดยจำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง เปอร์เซนต์ของการปลอมปน และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	เปอร์เซนต์ของการปลอมปน (P)							
		1		5		10		25	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	20	150	171	163	205	174	222	200	243
5	50	142	164	153	200	162	204	183	207
5	100	151	146	189	190	197	237	186	297
5	150	149	151	165	224	171	273	198	277
10	50	131	147	138	163	145	141	149	187
10	100	137	140	142	173	171	208	162	278
10	150	144	149	149	177	151	201	162	233

OLS แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$ (ในกรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$ (ในกรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เป็น 3 โดยจำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง เปอร์เซนต์ของการปลอมปน และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	เปอร์เซนต์ของการปลอมปน (P)							
		1		5		10		25	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	20	0.24 (0.190) 102	0.30 (0.247) 98	0.27 (0.211) 91	0.31 (0.227) 109	0.33 (0.249) 75	0.35 (0.254) 125	0.30 (0.250) 73	0.36 (0.245) 127
5	50	0.23 (0.183) 112	0.23 (0.208) 88	0.24 (0.195) 91	0.33 (0.244) 109	0.27 (0.212) 77	0.35 (0.237) 123	0.32 (0.248) 53	0.39 (0.225) 147
5	100	0.27 (0.202) 94	0.25 (0.181) 106	0.32 (0.219) 74	0.35 (0.231) 126	0.35 (0.228) 66	0.43 (0.239) 134	0.31 (0.202) 49	0.46 (0.243) 151
5	150	0.27 (0.176) 102	0.26 (0.188) 98	0.30 (0.201) 78	0.41 (0.234) 122	0.31 (0.224) 67	0.45 (0.253) 133	0.35 (0.250) 54	0.45 (0.254) 146
10	50	0.20 (0.142) 104	0.21 (0.189) 96	0.19 (0.167) 87	0.29 (0.202) 113	0.22 (0.198) 81	0.33 (0.145) 119	0.25 (0.187) 52	0.36 (0.217) 148
10	100	0.22 (0.162) 110	0.24 (0.157) 90	0.27 (0.178) 88	0.34 (0.207) 112	0.34 (0.202) 67	0.40 (0.217) 133	0.31 (0.195) 53	0.45 (0.231) 147
10	150	0.25 (1.76) 99	0.25 (0.196) 101	0.27 (0.179) 85	0.33 (0.210) 115	0.28 (0.188) 68	0.39 (0.226) 132	0.32 (0.192) 52	0.43 (0.222) 148

OLS แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$

(กรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$

(กรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ค่าในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, จำนวนครั้งที่ได้จากการทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าแสดงไว้ข้างใต้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.2 จะได้ผลดังนี้

1) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator ปรากฏผลว่า

1.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.2 คือช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า $ARMSE = \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่างเป็น 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์ของการปลอมปน (1 5 10 และ 25) และค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนจาก 50 เป็น 100 และค่า ARMSE มีค่าลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนจาก 100 เป็น 150 เกือบทุกกรณีของเปอร์เซนต์การปลอมปน

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์ของการปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นเกือบทุกกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) จะทำให้ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลง

1.2 กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.2 คือช่อง M ซึ่งแสดงค่า $ARMSE = \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์ของการปลอมปน (1 5 10 และ 25) และค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์ของการปลอมปน (1 5 10 และ 25) และค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) จะทำให้ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลง

จากตารางที่ 4.3 สรุปผลได้ดังนี้ คือ

2) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (AADRM) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator ผลปรากฏว่า

2.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.3 คือช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า ADDRM $= \left(\frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}\right)$

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25)

สำหรับกรณีจำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ADDRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์การปลอมปน

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นด้วย

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) จะทำให้ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

2.2 กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.3 คือช่อง M ซึ่งแสดงค่า AADRM = $\frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นมากด้วย

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ADDRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

สำหรับกรณีที่เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) จะทำให้ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่สเกลแฟคเตอร์ 10 สามารถสรุปผลในตารางที่ 4.4 และ 4.5

จากตารางที่ 4.4 เราสามารถสรุปผลได้ดังนี้ คือ

1) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator ปรากฏผลว่า

1.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.4 คือช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า ARMSE = $\frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$)

ตารางที่ 4.4 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์ 10 โดยจำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง เปอร์เซนต์ของการปลอมปน และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	เปอร์เซนต์ของการปลอมปน (P)							
		1		5		10		25	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	20	144	864	185	856	204	1693	268	1081
5	50	149	671	189	1175	223	1326	192	1267
5	100	184	464	198	1528	235	1589	194	2047
5	150	192	434	252	1775	226	2772	181	1440
10	50	143	556	142	879	175	917	159	686
10	100	143	346	172	980	221	1424	158	1285
10	150	165	424	154	947	147	1287	220	1206

OLS แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$ (ในกรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$ (ในกรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เป็น 10 จำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง เปอร์เซนต์ของการปลอมปน และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	เปอร์เซนต์ของการปลอมปน (P)							
		1		5		10		25	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	20	0.23 (0.185) 97	0.34 (0.289) 103	0.30 (0.215) 64	0.52 (0.327) 136	0.34 (0.212) 40	0.64 (0.294) 160	0.44 (0.274) 29	0.61 (0.274) 171
5	50	0.25 (0.193) 92	0.44 (0.331) 108	0.32 (0.244) 40	0.67 (0.280) 160	0.34 (0.242) 28	0.75 (0.236) 172	0.41 (0.217) 19	0.74 (0.200) 181
5	100	0.33 (0.233) 81	0.42 (0.286) 119	0.38 (0.228) 42	0.71 (0.271) 158	0.47 (0.234) 25	0.78 (0.220) 175	0.38 (0.263) 11	0.79 (0.190) 189
5	150	0.33 (0.229) 67	0.49 (0.286) 133	0.42 (0.258) 29	0.75 (0.241) 171	0.39 (0.277) 16	0.80 (0.218) 184	0.39 (0.211) 13	0.80 (0.184) 187
10	50	0.23 (0.175) 92	0.34 (0.308) 108	0.25 (0.172) 37	0.64 (0.271) 163	0.34 (0.229) 19	0.70 (0.213) 181	0.31 (0.201) 15	0.64 (0.224) 185
10	100	0.23 (0.175) 88	0.45 (0.273) 112	0.33 (0.220) 37	0.70 (0.262) 163	0.45 (0.230) 22	0.78 (0.210) 178	0.27 (0.237) 11	0.76 (0.219) 189
10	150	0.29 (0.216) 67	0.47 (0.298) 133	0.28 (0.188) 36	0.75 (0.211) 164	0.26 (0.195) 9	0.78 (0.205) 191	0.41 (0.255) 11	0.78 (0.197) 189

OLS แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$

(กรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$

(กรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ค่าในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและจำนวนครั้งที่ได้จากการทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่า แสดงไว้ข้างใต้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์ของการปลอมปน (1 5 10) แต่มีค่าลดลงที่เปอร์เซนต์ปลอมปน 25 และค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นบ้างในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) จะทำให้ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

1.2 กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.4 คือช่อง M ซึ่งแสดงค่า ARMSE = $\frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีการเปลี่ยนแปลงมากตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์ของการปลอมปน (1 5 10) แต่มีการเปลี่ยนแปลงมาก ณ เปอร์เซนต์ของการปลอมปน 25 และค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์ของการปลอมปน (1 5 10) แต่มีการเปลี่ยนแปลงมาก ณ เปอร์เซนต์ของการปลอมปน 25 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) จะทำให้ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

จากตารางที่ 4.5 สรุปผลได้ดังนี้

2) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (AADRM) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator ปรากฏผลว่า

2.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.5 คือช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า ADDRM $= \left(\frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}\right)$

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีของเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) จะทำให้ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

2.2 กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.6 คือช่อง M ซึ่งแสดงค่า AADRM $= \left(\frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}\right)$

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามเปอร์เซนต์การปลอมปน (1 5 10 และ 25) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) จะทำให้ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

สรุปผลการวิจัยเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่กำหนดสเกลแฟคเตอร์ 3 และ 10 (ตารางที่ 4.2-4.5) ปรากฏผลว่า

1) กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางคือช่อง OLS)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ณ เปอร์เซนต์การปลอมปน 1 5 10 และ 25 ค่า ARMSE และค่า AADRM มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามสเกลแฟคเตอร์ (3 และ 10)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ณ เปอร์เซนต์การปลอมปน 1 5 10 และ 25 ค่า ARMSE และค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามสเกลแฟคเตอร์ (3 และ 10)

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ณ เปอร์เซนต์การปลอมปน 1 5 10 และ 25 ค่า ARMSE และค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามสเกลแฟคเตอร์ (3 และ 10)

2) กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางคือช่อง M)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ณ เปอร์เซนต์การปลอมปน 1 5 10 และ 25 ค่า ARMSE และค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามสเกลแฟคเตอร์ (3 และ 10)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ณ เปอร์เซนต์การปลอมปน 1 5 10 และ 25 ค่า ARMSE และค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามสเกลแฟคเตอร์ (3 และ 10)

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ณ เปอร์เซนต์การปลอมปน 1 5 10 และ 25 ค่า ARMSE และค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามสเกลแฟคเตอร์ (3 และ 10)

4.2.2 <u>การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบที</u>

การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบที จะศึกษาเมื่อใช้ระดับความอิสระ(ร.ส.) = 4 และ 8 ซึ่งใช้จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 สำหรับขนาดตัวอย่าง 20 กำหนดจำนวนตัวแปรอิสระ 5 และ 10 สำหรับขนาดตัวอย่าง 50 100 และ 150 ซึ่งผลการวิจัยจะนำเสนอในตาราง ที่ 4.6 - 4.7

จากตารางที่ 4.6 สรุปผลได้ดังนี้ คือ

1) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator ปรากฏผลดังนี้

1.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.6 คือช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า ARMSE = $\frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความเป็นอิสระ 4 และ 8

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงมากเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มขึ้นจาก 4 และ 8 และค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.6 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบที โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง ระดับความเป็นอิสระ และ วิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับความเป็นอิสระ			
		4		8	
		OLS	M	OLS	M
3	20	155	276	202	175
5	50	163	275	148	159
5	100	179	333	150	157
5	150	108	114	107	110
10	50	137	248	143	165
10	100	160	309	147	148
10	150	165	260	145	148

OLS แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$ (ในกรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$ (ในกรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบที โดยจำแนก จำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง ระดับความเป็นอิสระ และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับความเป็นอิสระ			
		4		8	
		OLS	M	OLS	M
3	20	0.25 (0.205) 85	0.38 (0.262) 115	0.23 (0.206) 92	0.30 (0.226) 108
5	50	0.25 (0.221) 75	0.38 (0.266) 125	0.25 (0.202) 101	0.28 (0.199) 99
5	100	0.29 (0.235) 55	0.41 (0.262) 145	0.25 (0.227) 88	0.27 (0.184) 112
5	150	0.27 (0.260) 68	0.44 (0.294) 132	0.26 (0.249) 85	0.31 (0.209) 115
10	50	0.21 (0.181) 58	0.33 (0.233) 142	0.22 (0.168) 93	0.22 (0.186) 107
10	100	0.28 (0.215) 65	0.40 (0.239) 135	0.25 (0.178) 87	0.26 (0.185) 113
10	150	0.28 (0.224) 52	0.42 (0.263) 148	0.25 (0.163) 78	0.27 (0.179) 122

OLS แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$

(กรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$

(กรณีที่วิธี M-estimator MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ค่าในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและจำนวนครั้งที่ได้จากการทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าแสดงไว้ข้างใต้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

= 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 8 และค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

1.2 กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.6 คือ ช่อง M ซึ่งแสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงมากตามระดับความเป็นอิสระ 4 และ 8

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 8 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นด้วย

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มจาก 4 เป็น 8 และค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

จากตารางที่ 4.7 สรุปผลได้ดังนี้

2) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (AADRM) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator ปรากฏผลว่า

2.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.7 คือ ช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า AADRM $= \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า AADRM มีค่าลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มจาก 4 เป็น 8

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีค่าลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มจาก 4 เป็น 8 และมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีค่าลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มจาก 4 เป็น 8 และมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า AADRM มีความเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

2.2 กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.7 คือ ช่อง M ซึ่งแสดงค่า AADRM $= \left(\frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}} \right)$

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มจาก 4 เป็น 8

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มขึนจาก 4 เป็น 8 และมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเป็นอิสระเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 8 และมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย

4.3 การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบเบ้

การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบเบ้ จะศึกษาโดยใช้การแจกแจงแบบลอกนอร์มอล แกมมา และไวบูลล์

4.3.1 การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล

การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จะศึกษาโดยใช้ ซึ่งใช้จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 สำหรับขนาดตัวอย่าง = 20 และกำหนดจำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และ 10 สำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ซึ่งผลการวิจัยจะนำเสนอในตารางที่ 4.8 - 4.9

จากตารางที่ 4.8 สรุปผลได้ดังนี้

1) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับวิธี M-estimator ปรากฏผลดังนี้

1.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.8 คือช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า $ARMSE = \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามจำนวนตัวแปรอิสระที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.8 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบลอกนอร์มอล ($\mu = 0$, $\sigma^2 = 1$) จำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

ตัวแปรอิสระ (m)	จำนวนตัวอย่าง (n)	$\mu = 0$, $\sigma^2 = 1$	
		OLS	M
3	20	119	116
5	50	114	112
5	100	109	103
5	150	116	107
10	50	117	112
10	100	111	109
10	150	108	110

OLS แสดงค่า ARMSE = $\frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$ (ในกรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่า ARMSE = $\frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$ (ในกรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง ระหว่าง วิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ($\mu = 0$, $\sigma^2 = 1$) จำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน $\mu=0$, $\sigma^2=1$	
		OLS	M
3	20	0.14 (0.116) 104	0.16 (0.228) 96
5	50	0.11 (0.098) 106	0.13 (0.207) 94
5	100	0.08 (0.069) 111	0.07 (0.122) 89
5	150	0.05 (0.047) 102	0.05 (0.074) 98
10	50	0.13 (0.115) 111	0.16 (0.231) 89
10	100	0.09 (0.080) 109	0.10 (0.157) 91
10	150	0.07 (0.056) 113	0.07 (0.118) 87

OLS แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง = $\dfrac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$

(กรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง = $\dfrac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$

(กรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ค่าในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, จำนวนครั้งที่ได้จากการทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่า แสดงไว้ข้างใต้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.2 กรณีเมื่อค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.8 คือ ช่อง M ซึ่งแสดงค่า $ARMSE = \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนตัวแปรอิสระที่เพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.9 สรุปผลได้ดังนี้

2) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (AADRM) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator สรุปผลได้ดังนี้

2.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.9 คือ ช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า $AADRM = \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงมากเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 และค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 กรณีเมื่อค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.9 คือ ช่อง M ซึ่งแสดงค่า $AADRM = \frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น

4.3.2 <u>การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบแกมมา</u>

การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบแกมมา จะศึกษาโดยใช้ระดับต่าง ๆ ของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation (CV)) เช่น CV = 100 ($\beta = 1, \alpha = 1$), CV = 70% ($\beta = 1, \alpha = 1$) CV = 58% ($\beta = 1, \alpha = 3$) และ CV = 32% ($\beta = 150, \alpha = 10$) สำหรับผลการวิจัยจะนำเสนอในตารางที่ 4.10 - 4.11

จากตารางที่ 4.10 เราสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับวิธี M-estimator ปรากฏผลดังนี้

1.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.10 คือ ช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า $ARMSE = \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$)

ตารางที่ 4.10 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงแบบแกมมา โดยจำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง ระดับของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (coefficient of variation) และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน							
		CV = 32% (β=150,α=10		CV = 58% (β=1, α=3)		CV = 70% (β=1, α=2)		CV = 100% (β=1, α=1)	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	20	106	105	111	109	114	113	125	127
5	50	103	102	108	111	112	110	120	125
5	100	102	101	105	104	107	108	112	115
5	150	102	101	103	103	105	104	108	112
10	50	104	103	112	108	114	110	121	115
10	100	101	100	110	106	107	107	115	117
10	150	102	101	104	105	107	107	111	113

OLS แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$ (ในกรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$ (ในกรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบแกมมา โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน							
		CV = 32% (β=150, α=10)		CV = 58% (β=1, α=3)		CV = 70% (β=1, α=2)		CV = 100% (β=1, α=1)	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	20	0.04 (0.041) 48	0.03 (0.035) 52	0.09 (9.083) 109	0.08 (0.069) 91	0.10 (0.112) 105	0.11 (0.104) 95	0.16 (0.142) 116	0.17 (0.159) 84
5	50	0.04 (0.057) 57	0.03 (0.025) 43	0.08 (0.050) 110	0.07 (0.145) 90	0.09 (0.090) 116	0.10 (0.104) 84	0.14 (0.132) 105	0.17 (0.154) 95
5	100	0.02 (0.022) 61	0.01 (0.013) 39	0.05 (0.034) 106	0.04 (0.036) 94	0.06 (0.054) 118	0.06 (0.101) 82	0.10 (0.081) 106	0.10 (0.166) 94
5	150	0.04 (0.029) 59	0.03 (0.028) 41	0.03 (0.031) 95	0.03 (0.031) 105	0.04 (0.036) 109	0.04 (0.063) 91	0.07 (0.069) 90	0.07 (0.072) 110
10	50	0.04 (0.037) 57	0.03 (0.031) 43	0.10 (0.082) 109	0.11 (0.082) 91	0.11 (0.099) 121	0.13 (0.012) 79	0.15 (0.121) 107	0.15 (0.213) 93
10	100	0.02 (0.010) 47	0.01 (0.009) 53	0.07 (0.055) 100	0.09 (0.098) 100	0.09 (0.068) 102	0.06 (0.081) 98	0.12 (0.103) 110	0.13 (0.196) 90
10	150	0.01 (0.009) 49	0.01 (0.010) 51	0.04 (0.036) 127	0.04 (0.044) 73	0.06 (0.059) 101	0.07 (0.078) 99	0.09 (0.85) 110	0.10 (0.870) 90

OLS แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$

(กรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_M}$

(กรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ค่าในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, จำนวนครั้งที่ได้จากการทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่า แสดงไว้ข้างใต้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น (32%, 58%, 70% และ 100%)

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

1.2 กรณีเมื่อค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.10 คือช่อง M ซึ่งแสดงค่า $ARMSE = \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) มีค่าเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) มีค่าเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

จากตารางที่ 4.11 เราสามารถสรุปผลได้ดังนี้

2) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (AADRM) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator ปรากฏผลดังนี้

2.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.11 คือช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า AADRM $= \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) มีค่าเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า AADRM มีค่าใกล้เคียงกัน

2.2 กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.11 คือช่อง M ซึ่งแสดงค่า AADRM $= \frac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง 50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนที่เพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากตามระดับของ CV ที่เพิ่มขึ้น

4.3.3 <u>การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบไวบูลล์</u>

การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จะศึกษาโดยใช้ระดับต่าง ๆ ของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation (CV)) เช่น CV = 100 ($\beta = 1, \alpha = 1$), CV = 52% ($\beta = 1, \alpha = 2$) CV = 35% ($\beta = 1, \alpha = 3$) และ CV = 17% ($\beta = 150, \alpha = 10$) สำหรับผลการวิจัยจะนำเสนอในตารางที่ 4.12 - 4.13

จากตารางที่ 4.12 เราสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) พิจารณาใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับวิธี M-estimator ปรากฏผลดังนี้

1.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.12 คือช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า $ARMSE = \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50

ตารางที่ 4.12 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบไวบูลล์ โดยจำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง ระดับของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน							
		CV = 17% (β=150,α=10)		CV = 35% (β=1,α=3)		CV = 52% (β=1,α=2)		CV = 100% (β=1,α=1)	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	20	1.01	1.01	1.06	1.05	1.11	1.07	1.24	1.17
5	50	1.01	1.00	1.05	1.04	1.08	1.06	1.17	1.18
5	100	1.01	1.00	1.03	1.03	1.05	1.03	1.12	1.09
5	150	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.09	1.12
10	50	1.01	1.01	1.06	1.04	1.09	1.08	1.21	1.16
10	100	1.00	1.00	1.04	1.03	1.07	1.05	1.14	1.13
10	150	1.01	1.00	1.03	1.02	1.05	1.04	1.12	1.10

OLS แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$ (ในกรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่า ARMSE $= \frac{MSE_{OLS}}{MSE_M} \times 100$ (ในกรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ตารางค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับ วิธี M-estimator เมื่อค่าผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบไวบูลล์ โดยจำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน และวิธีที่ให้ค่า MSE น้อยกว่า

จำนวนตัวแปรอิสระ (m)	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน							
		CV = 17% (β=150, α=10)		CV = 35% (β=1, α=3)		CV = 52% (β=1, α=2)		CV = 100% (β=1, α=1)	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	20	0.01 (0.013) 50	0.01 (0.018) 50	0.05 (0.054) 106	0.06 (0.074) 94	0.09 (0.083) 106	0.10 (0.094) 94	0.16 (0.137) 106	0.20 (0.220) 94
5	50	0.01 (0.006) 53	0.01 (0.007) 47	0.04 (0.042) 108	0.05 (0.053) 92	0.07 (0.062) 107	0.07 (0.074) 93	0.13 (0.106) 110	0.14 (0.184) 90
5	100	0.01 (0.004) 57	0.00 (0.003) 43	0.03 (0.022) 114	0.03 (0.037) 86	0.05 (0.039) 111	0.04 (0.073) 89	0.10 (0.087) 113	0.11 (0.080) 87
5	150	0.01 (0.008) 55	0.01 (0.007) 45	0.02 (0.016) 99	0.02 (0.017) 101	0.03 (0.028) 100	0.03 (0.050) 100	0.07 (0.066) 95	0.06 (0.178) 105
10	50	0.01 (0.005) 51	0.01 (0.009) 49	0.05 (0.050) 104	0.05 (0.075) 96	0.08 (0.075) 114	0.08 (0.145) 86	0.15 (0.119) 110	0.19 (0.286) 90
10	100	0.01 (0.005) 58	0.01 (0.004) 42	0.03 (0.028) 114	0.04 (0.053) 86	0.06 (0.048) 115	0.06 (0.084) 85	0.11 (0.087) 115	0.12 (0.170) 85
10	150	0.01 (0.005) 50	0.00 (0.004) 50	0.03 (0.023) 107	0.03 (0.046) 93	0.04 (0.040) 114	0.04 (0.077) 86	0.10 (0.080) 103	0.11 (0.145) 97

OLS แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \dfrac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$

(กรณีที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator)

M แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง $= \dfrac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}}$

(กรณีที่วิธี M-estimator ให้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด)

ค่าในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, จำนวนครั้งที่ได้จากการทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่า แสดงไว้ข้างใต้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า ARMSE มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

1.2 กรณีเมื่อค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.12 คือ ช่อง M ซึ่งแสดงค่า $ARMSE = \frac{MSE_M}{MSE_{OLS}} \times 100$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง 50 100 และ 150 ค่า ARMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่า ARMSE มีค่าใกล้เคียงกัน

จากตารางที่ 4.13 เราสามารถสรุปผลได้ดังนี้

2) พิจารณาใช้เกณฑ์ของค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธี M-estimator ปรากฏผลได้ดังนี้

2.1 กรณีที่ค่า MSE_{OLS} น้อยกว่าค่า MSE_M (ในตารางที่ 4.13 คือ ช่อง OLS ซึ่งแสดงค่า $AADRM = \frac{|MSE_{OLS} - MSE_M|}{MSE_M}$)

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) มีค่าเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่ขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10) ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง มีค่าใกล้เคียงกัน

2.2 กรณีที่ค่า MSE_M น้อยกว่าค่า MSE_{OLS} (ในตารางที่ 4.3 คือ ช่อง M ซึ่งแสดงค่า AADRM $= \left(\dfrac{|MSE_M - MSE_{OLS}|}{MSE_{OLS}} \right)$

ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 และใช้ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

ส่วนกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 และสำหรับขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150 ค่า AADRM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของ CV ที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น (3 5 และ 10)ค่า AADRM มีค่าใกล้เคียงกัน

4.4 <u>สรุปผลการวิเคราะห์ของการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator</u>

ในการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงแบบปกติและการแจกแจงแบบเบ้ จะศึกษาเปรียบเทียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธี M-estimator โดยใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบของค่าเฉลี่ยของค่าสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (ARMSE) และค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าแตกต่างของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (AADRM) ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.4.1 การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

4.4.1.1 เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน สิ่งที่มีอิทธิพลต่อวิธีการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุและทำให้วิธี M-estimator สามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ ซึ่งจะได้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเรียงตามลำดับของอิทธิพลจากมากไปน้อยดังนี้

1) สเกลแฟคเตอร์ โดยที่สเกลแฟคเตอร์ 10 มีอิทธิพลมากกว่าที่สเกลแฟคเตอร์ 3

2) เปอร์เซนต์การปลอมปน โดยที่เปอร์เซนต์การปลอมปนที่มีอิทธิพลจากมากไปน้อยดังนี้ คือ 25 10 5 และ 1

3) จำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่างโดยเรียงตามลำดับของอิทธิพลจากมากไปน้อยคือ

3.1) จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ขนาดตัวอย่าง = 20

3.2) จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ขนาดตัวอย่าง = 150 100 และ 50

3.3) จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 ขนาดตัวอย่าง = 150 100 และ 50

เมื่อเปรียบเทียบค่า ARMSE AADRM และจำนวนครั้งที่ได้จากทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าทำให้สรุปได้ว่า วิธี M-estimator สามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุได้ดีกว่าวิธีกำลังสองน้อยสุด เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบหางยาวกว่าการแจกแจงแบบปกติ ที่มีความผิดปกติเกิดขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งใช้เกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนดังกล่าว (กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า ARMSE อยู่ในภาคผนวก ง)

4.4.1.2 เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบที สิ่งที่มีอิทธิพลต่อวิธีการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ และทำให้วิธี M-estimator สามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุซึ่งจะได้ค่า MSE น้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เรียงตามลำดับของอิทธิพลจากมากไปน้อยดังนี้

1) ระดับความเป็นอิสระ โดยระดับความเป็นอิสระ 4 มีอิทธิพลมากกว่าที่ 8

2) จำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่าง โดยเรียงตามลำดับของอิทธิพลจากมากไปน้อย คือ

2.1) จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ขนาดตัวอย่าง = 20

2.2) จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150

2.3) จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150

เมื่อเปรียบเทียบค่า ARMSE AADRM และจำนวนครั้งที่ได้จากทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าทำให้สรุปได้ว่า วิธี M-estimator สามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุได้ดีกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงเป็นแบบที ที่มีความผิดปกติเกิดขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งใช้ระดับความเป็นอิสระ 4 และ 8 ดังกล่าว (กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า ARMSE อยู่ในภาคผนวก ง)

4.4.2 การประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบเบ้ สรุปผลได้ดังนี้

4.4.2.1 เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดยสิ่งที่มีอิทธิพลต่อวิธีการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ และทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามารถ

ประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ ซึ่งได้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator นอกเหนือจากการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox ซึ่งมีอิทธิพลไม่มากนัก คือ

จำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่างซึ่งมีอิทธิพลเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย คือ

1) จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ขนาดตัวอย่าง = 20

2) จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150

3) จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150

เมื่อเปรียบเทียบค่า ARMSE AADRM และจำนวนครั้งที่ได้จากทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าทำให้สรุปได้ว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยประสิทธิภาพใกล้เคียงกับวิธี M-estimator เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดย $\mu=0$, $\sigma^2=1$ และอาศัยเทคนิคการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox ในการแปลงข้อมูลให้เข้าสู่ภาวะใกล้ปกติ (กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า ARMSE อยู่ในภาคผนวก ง)

4.4.2.2 เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบแกมมา สิ่งที่มีอิทธิพลต่อวิธีการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ และทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ ซึ่งได้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator เล็กน้อยหรือเท่ากัน นอกเหนือจากการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox แล้ว อิทธิพลที่มีไม่มากนัก โดยเรียงลำดับอิทธิพลจากมากไปน้อย คือ

1) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน โดยเรียงลำดับของอิทธิพลจากมากไปน้อย คือ CV = 100% ($\beta = 1, \alpha = 1$) CV = 70% ($\beta = 1, \alpha = 2$) CV = 58% ($\beta = 1, \alpha = 3$) และ CV - 32% ($\beta = 150, \alpha = 10$)

2) จำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่างซึ่งมีอิทธิพลเรียงตามลำดับ คือ

2.1 จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ขนาดตัวอย่าง = 20

2.2 จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150

2.3 จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150

เมื่อเปรียบเทียบค่า ARMSE AADRM และจำนวนครั้งที่ได้จากทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าทำให้สรุปได้ว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุด สามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยประสิทธิภาพใกล้เคียงกับวิธี M-estimator เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบแกมมา ซึ่งมีรูปแบบต่าง ๆ ที่กำหนดด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนดังกล่าว และอาศัยเทคนิคการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox ในการแปลงข้อมูลให้เข้าสู่ภาวะใกล้ปกติ (กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า ARMSE อยู่ในภาคผนวก ง)

4.4.2.3 เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ สิ่งที่มีอิทธิพลต่อวิธีการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ และทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ ซึ่งได้ค่า MSE น้อยกว่าวิธี M-estimator เล็กน้อย หรือเท่ากัน นอกเหนือจากการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox แล้วอิทธิพลที่มีไม่มากนัก โดยเรียงลำดับอิทธิพลจากมากไปน้อย คือ

1) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน โดยเรียงลำดับของอิทธิพลจากมากไปน้อย คือ CV = 100% ($\beta = 1, \alpha = 1$), CV = 52% ($\beta = 1, \alpha = 2$), CV = 35% ($\beta = 1, \alpha = 3$)) และ CV = 17% ($\beta = 150, \alpha = 10$)

2) จำนวนตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่าง ซึ่งมีอิทธิพลเรียงตามลำดับ คือ

2.1 จำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ขนาดตัวอย่าง = 20

2.2 จำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150

2.3 จำนวนตัวแปรอิสระ = 10 ขนาดตัวอย่าง = 50 100 และ 150

เมื่อเปรียบเทียบค่า ARMSE AADRM และจำนวนครั้งที่ได้จากทดลองซึ่งวิธีใดวิธีหนึ่งให้ค่า MSE น้อยกว่าทำให้สรุปได้ว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามารถประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับวิธี M-estimator เมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ ซึ่งมีรูปแบบต่าง ๆ ที่กำหนดด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนดังกล่าว และอาศัยเทคนิคการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox ในการแปลงข้อมูลให้เข้าสู่ภาวะใกล้ปกติ (กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า ARMSE อยู่ในภาคผนวก ง)