บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

การวิจัยในครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ 5 วิธี คือ วิธีกำลังสองต่ำสุด วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 4 ขนาดคือ 15 30 45 และ 60 ส่วนค่าสหสัมพันธ์มี 4 ระดับคือ 0.3 0.5 0.7 และ 0.9

จากการศึกษาถึงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีต่าง ๆ ดังกล่าว เราจะใช้ค่าความแปรปรวนเป็นเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพของตัวประมาณ ดังนั้น ผลจากการวิเคราะห์ครั้งนี้ จึงจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะคือ ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ (X) ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม (Y) และค่าความแปรปรวนของตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม (Random) ซึ่งจะนำเสนอเป็นตาราง และเพื่อให้สะดวกในการอธิบายจะใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่าง ๆ ดังนี้

β_o , β_1 หมายถึง พารามิเตอร์ของสมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย

$V(\hat{\beta}_o)$ หมายถึง ความแปรปรวนของตัวประมาณของพารามิเตอร์ β_o

$V(\hat{\beta}_1)$ หมายถึง ความแปรปรวนของตัวประมาณของพารามิเตอร์ β_1

RE (A,B) หมายถึง ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณวิธี A เมื่อเทียบกับวิธี B

ρ หมายถึง ค่าสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน

วิธี OLS หมายถึง วิธีกำลังสองต่ำสุด

วิธี GLS-U หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่

วิธี GLS-C หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน

วิธี GLS-UC หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่

วิธี GLS-T หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล

4.1 <u>การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณโดยใช้ค่าความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ</u>

ในการนำเสนอความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธีดังกล่าวจะแสดงในรูปของตาราง ในกรณีที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 2 ระดับคือ 0.05 และ 0.01 สำหรับขนาดตัวอย่าง 4 ขนาดคือ 15 30 45 และ 60 ส่วนค่าสหสัมพันธ์ มี 4 ระดับคือ 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ซึ่งความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธีนี้ นำเสนอด้วยตาราง 4.1 - 4.4 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และตาราง 4.9 - 4.12 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01

จากค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี ซึ่งนำเสนอเป็นตารางแล้วนั้น จะทำการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของวิธีต่าง ๆ ดังกล่าว ในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) โดยจะนำเสนอด้วยตาราง 4.5 - 4.8 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และตาราง 4.13 - 4.16 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01

4.1.1 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับ แสดงไว้ดังตาราง 4.1 - 4.4 ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	363.8643	0.1395	430.3506	0.1655	480.6018	0.1859	477.7483	0.2035
วิธี GLS-U	274.0347	0.1091	348.1821	0.1401	476.4445	0.1850	458.3208	0.2031
วิธี GLS-C	359.5896	0.1362	429.8227	0.1650	433.2255	0.1691	443.6575	0.1900
วิธีGLS-UC	268.2017*	0.1081*	303.1706*	0.1261*	325.4458	0.1451	348.1045	0.1740
วิธี GLS-T	273.8093	0.1100	309.3483	0.1280	317.6533*	0.1431*	341.7214*	0.1731*

ตารางที่ 4.2 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	123.3340	0.0554	180.3256	0.0734	218.2239	0.0901	270.0617	0.1351
วิธี GLS-U	60.4665	0.0274	89.2995	0.0421	106.6042	0.0562	135.1821	0.0982
วิธี GLS-C	121.7889	0.0495	176.1416	0.0712	207.8423	0.0862	245.9867	0.1251
วิธีGLS-UC	58.2993*	0.0270*	75.4668	0.0362	76.2265	0.0453	67.4639	0.0682
วิธี GLS-T	59.3077	0.0271	74.3048*	0.0361*	74.1957*	0.0452*	62.6146*	0.0680*

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

ตารางที่ 4.3 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	84.3745	0.0355	133.2425	0.0585	183.5853	0.0845	325.2856	0.1585
วิธี GLS-U	54.6613	0.0244	84.7092	0.0401	104.7809	0.0555	162.3207	0.0971
วิธี GLS-C	84.1372	0.0354	131.1183	0.0574	180.4917	0.0834	315.9887	0.1533
วิธีGLS-UC	53.7261*	0.0242*	74.9602*	0.0363*	76.9531	0.0444	65.4644	0.0570
วิธี GLS-T	56.4765	0.0253	74.9787	0.0364	76.7398*	0.0443*	57.5102*	0.0534*

ตารางที่ 4.4 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	73.6253	0.0295	115.3065	0.0501	172.0377	0.0730	239.5752	0.1051
วิธี GLS-U	46.3840	0.0204	72.6833	0.0340	94.2401	0.0461	118.3845	0.0680
วิธี GLS-C	73.6245	0.0294	115.0355	0.0500	168.1693	0.0720	234.8660	0.1031
วิธีGLS-UC	45.6536*	0.0192*	63.8196*	0.0301*	62.5068*	0.0332*	47.7626*	0.0408*
วิธี GLS-T	45.9428	0.0201	63.8785	0.0302	63.3244	0.0334	49.9476	0.0421

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

จากตาราง 4.1 - 4.4 สรุปผลได้ดังนี้

4.1.1.1.1 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.5 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.1.1.1.2 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.1.1.1.3 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 45</u> ผลปรากฏเช่นเดียวกับ 4.1.1.1.1

4.1.1.1.4 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60</u> ผลปรากฏว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.1.1.2 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ</u>

จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่เสนอไปแล้วใน 4.1.1.1 นั้น จะนำมาเปรียบเทียบในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ดังตาราง 4.5 - 4.8 โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงตัวแบบอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	1.3278	1.2786	1.0119	1.0242	1.3567	1.2905	1.3289	1.2682
0.5	1.2360	1.1813	1.0012	1.0030	1.4195	1.3125	1.3912	1.2929
0.7	1.0087	1.0049	1.1094	1.0993	1.4767	1.2812	1.5130	1.2991
0.9	1.0424	1.0020	1.0768	1.0711	1.3724	1.1695	1.3981	1.1756

ตารางที่ 4.6 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงตัวแบบอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	2.0397	2.0219	1.0127	1.1192	2.1155	2.0519	2.0796	2.0443
0.5	2.0193	1.7435	1.0238	1.0309	2.3895	2.0276	2.4268	2.0332
0.7	2.0470	1.6032	1.0499	1.0452	2.8628	1.9890	2.9412	1.9934
0.9	1.9978	1.3758	1.0979	1.0799	4.0031	1.9809	4.3131	1.9867

ตารางที่ 4.7 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสุ่มแปรตาม ตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	1.5436	1.4549	1.0028	1.0028	1.5705	1.4669	1.4940	1.4032
0.5	1.5729	1.4589	1.0162	1.0192	1.7775	1.6116	1.7771	1.6071
0.7	1.7521	1.5225	1.0171	1.0132	2.3857	1.9032	2.3923	1.9074
0.9	2.0040	1.6323	1.0294	1.0206	4.9689	2.7807	5.6561	2.9682

ตารางที่ 4.8 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสุ่มแปรตาม ตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	1.5873	1.4461	1.0001	1.0034	1.6127	1.5365	1.6025	1.4677
0.5	1.5864	1.4735	1.0024	1.0020	1.8068	1.6645	1.8051	1.6589
0.7	1.8255	1.5835	1.0230	1.0139	2.7523	2.1988	2.7168	2.1856
0.9	2.0237	1.5456	1.0201	1.0194	5.0160	2.5760	4.7965	2.4964

จากตาราง 4.5 - 4.8 สรุปผลได้ดังนี้

4.1.1.2.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.1.1.2.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.1.1.2.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรแปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพ

สัมพัทธ์นี้จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 15 และ 30

4.1.1.2.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป ในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อน ที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์นี้จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 15 และ 30

4.1.2 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01

4.1.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับ แสดงไว้ตังตาราง 4.9 - 4.12 ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	387.7053	0.1463	482.9496	0.1763	450.0829	0.1643	400.6637	0.1643
วิธี GLS-U	282.3137*	0.1140*	364.5329	0.1427	358.2213	0.1463	345.4393	0.1627
วิธี GLS-C	387.6665	0.1461	482.3902	0.1703	436.0353	0.1600	370.3104	0.1513
วิธีGLS-UC	283.8531	0.1160	308.0447*	0.1240*	275.2343	0.1167	244.2234	0.1336
วิธี GLS-T	295.6366	0.1206	316.1351	0.1276	274.6558*	0.1166*	241.7351*	0.1333*

ตารางที่ 4.10 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	143.4635	0.0590	182.1656	0.0755	266.1389	0.1155	351.9817	0.1645
วิธี GLS-U	67.6389*	0.0300*	82.8680	0.0384	115.5740	0.0612	154.8406	0.1022
วิธี GLS-C	142.5096	0.0581	177.3335	0.0733	246.6614	0.1072	313.2260	0.1485
วิธีGLS-UC	68.1674	0.0303	67.6922*	0.0312*	72.6312*	0.0451*	68.0124*	0.0660*
วิธี GLS-T	70.8213	0.0312	68.9710	0.0322	74.7381	0.0471	68.1039	0.0671

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	83.3388	0.0363	116.7135	0.0516	185.6591	0.0836	301.6437	0.1433
วิธี GLS-U	50.2562	0.0236	69.9399	0.0346	94.7829	0.0496	147.4517	0.0903
วิธี GLS-C	82.9433	0.0360	114.7476	0.0503	181.8984	0.0823	289.5615	0.1386
วิธีGLS-UC	49.3992*	0.0235*	60.9059*	0.0310*	64.9683	0.0382	58.6260	0.0526
วิธี GLS-T	49.6527	0.0236	61.2482	0.0316	64.5753*	0.0380*	57.1643*	0.0525*

ตารางที่ 4.12 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	68.2048	0.0295	101.7050	0.0424	179.4366	0.0745	293.8654	0.1334
วิธี GLS-U	40.2556	0.0190	65.0242	0.0301	100.7717	0.0472	150.0356	0.0861
วิธี GLS-C	68.0061	0.0291	100.8545	0.0421	176.3280	0.0734	280.7580	0.1272
วิธีGLS-UC	39.3927*	0.0184*	54.2087	0.0262	62.5463	0.0322	50.1430*	0.0432*
วิธี GLS-T	39.5356	0.0185	53.8289*	0.0261*	61.9615*	0.0311*	51.9811	0.0433

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

จากตาราง 4.9 - 4.12 สรุปผลได้ดังนี้

4.1.2.1.1 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะ ลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด และเมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.1.2.1.2 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป ในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.1.2.1.3 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 45</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.5 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.1.2.1.4 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์ เป็น 0.5 และ 0.7 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.1.2.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ

จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่เสนอไปแล้วใน 4.1.2.1 นั้น จะนำมาเปรียบเทียบในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ดังตาราง 4.13 - 4.16 โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตาม ตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	1.3733	1.2833	1.0001	1.0014	1.3659	1.2612	1.3114	1.2131
0.5	1.3248	1.2355	1.0012	1.0352	1.5678	1.4218	1.5277	1.3817
0.7	1.2564	1.1230	1.0322	1.0269	1.6353	1.4079	1.6387	1.4091
0.9	1.1599	1.0098	1.0820	1.0860	1.6406	1.2298	1.6574	1.2326

ตารางที่ 4.14 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตาม ตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	2.1210	1.9667	1.0067	1.0155	2.1046	1.9472	2.0257	1.8910
0.5	2.1983	1.9661	1.0272	1.0300	2.6911	2.4199	2.6412	2.3447
0.7	2.3028	1.8873	1.0790	1.0774	3.6643	2.5610	3.5610	2.4522
0.9	2.2732	1.6096	1.1237	1.1077	5.1753	2.4924	5.1683	2.4516

ตารางที่ 4.15 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสุ่มแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	1.6583	1.5382	1.0048	1.0083	1.6870	1.5447	1.6784	1.5382
0.5	1.6688	1.4913	1.0171	1.0258	1.9163	1.6645	1.9056	1.6329
0.7	1.9588	1.6855	1.0207	1.0158	2.8577	2.1885	2.8751	2.2000
0.9	2.0457	1.5869	1.0417	1.0339	5.1452	2.7243	5.2768	2.7295

ตารางที่ 4.16 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสุ่มแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	1.6943	1.5526	1.0029	1.0137	1.7314	1.6033	1.7251	1.5946
0.5	1.5641	1.4086	1.0084	1.0071	1.8762	1.6183	1.8894	1.6245
0.7	1.7806	1.5784	1.0176	1.0150	2.8689	2.3137	2.8959	2.3955
0.9	1.9586	1.5494	1.0467	1.0488	5.8605	3.0880	5.6533	3.0808

จากตาราง 4.13 - 4.16 สรุปผลได้ดังนี้

4.1.2.2.1 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)</u>

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ผันแปรตามตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าว คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.1.2.2.2 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)</u>

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์นี้จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น ยกเว้นกรณีที่ค่าสหสัมพันธ์มีค่า 0.5 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60 และค่าสหสัมพันธ์มีค่า 0.7 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15 และ 45

4.1.2.2.3 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)</u>

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง และทุก

ระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์นี้จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น ยกเว้นกรณีที่ค่าสหสัมพันธ์มีค่า 0.7 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15 และค่าสหสัมพันธ์มีค่า 0.9 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15 และ 30

4.1.2.2.4 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)</u>

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์นี้ จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น ยกเว้นกรณีที่ค่าสหสัมพันธ์มีค่า 0.9 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15 และ 30

4.2 <u>การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณโดยใช้ค่าความแปรปรวนเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม</u>

ในการนำเสนอความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธีดังกล่าวจะแสดงในรูปของตาราง ในกรณีที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 2 ระดับคือ 0.05 และ 0.01 สำหรับขนาดตัวอย่าง 4 ขนาดคือ 15 30 45 และ 60 ส่วนค่าสหสัมพันธ์มี 4 ระดับคือ 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ซึ่งความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธีนี้นำเสนอด้วยตาราง 4.17 - 4.20 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และตาราง 4.25 - 4.28 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01

จากค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี ซึ่งนำเสนอเป็นตารางแล้วนั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของวิธีต่าง ๆ ดังกล่าว ในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับ วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

โดยจะนำเสนอด้วยตาราง 4.21 - 4.24 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และตาราง 4.29 - 4.32 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01

4.2.1 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

ผลจากการวิเคราะห์ ค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับ แสดงไว้ดังตาราง 4.17 - 4.20 ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	52.1363	0.1892*	46.1350	0.1684	75.4663	0.2409	64.5563	0.2489
วิธี GLS-U	77.7237	0.2688	73.0575	0.3525	90.1212	0.3257	64.9137	0.2839
วิธี GLS-C	58.5925	0.2212	45.0812*	0.1683*	65.2300*	0.2144*	57.6113	0.2373
วิธีGLS-UC	72.9300	0.2569	71.0125	0.2529	75.1175	0.2164	57.4825	0.2356
วิธี GLS-T	78.9850	0.2796	70.6400	0.2616	72.2975	0.2405	55.9600*	0.2232*

ตารางที่ 4.18 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	17.2050	0.0700	24.6125	0.1017	35.3287	0.1426	52.7538	0.2104
วิธี GLS-U	20.2500	0.0897	25.7612	0.1183	27.3837	0.1034	79.7550	0.2943
วิธี GLS-C	15.8075*	0.0651*	18.6387*	0.0787*	17.7087*	0.0749*	17.4087*	0.0943*
วิธีGLS-UC	21.5875	0.0965	24.6130	0.1019	22.9537	0.0969	18.2350	0.1270
วิธี GLS-T	21.2650	0.0908	24.9925	0.1273	22.1025	0.0925	18.3000	0.1344

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

ตารางที่ 4.19 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมพันธ์แปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	12.4881	0.0496	16.9553	0.0720	29.9969	0.1234	51.4622	0.2158
วิธี GLS-U	13.1900	0.0621	17.8634	0.0879	35.5831	0.1431	51.4488	0.1985
วิธี GLS-C	11.4025*	0.0471*	13.0690*	0.0575*	17.6525*	0.0703*	23.0546*	0.1013*
วิธีGLS-UC	14.5818	0.0692	19.1575	0.0914	28.5903	0.1224	27.3138	0.1187
วิธี GLS-T	14.8118	0.0707	18.7843	0.0906	25.1200	0.1143	27.0997	0.1152

ตารางที่ 4.20 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมพันธ์แปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	16.8900	0.0738	17.4625	0.0707	22.6125	0.0939	39.0600	0.2265
วิธี GLS-U	27.5175	0.1294	22.0675	0.0949	25.8350	0.1075	165.9325	0.4418
วิธี GLS-C	16.2075*	0.0732*	17.4325*	0.0703*	19.6125*	0.0834*	24.4450*	0.1028*
วิธีGLS-UC	60.2950	0.1882	24.0650	0.1024	21.4900	0.0902	34.7825	0.1447
วิธี GLS-T	27.2700	0.1195	24.7975	0.1077	21.9650	0.0920	30.5300	0.1328

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

จากตาราง 4.17 - 4.20 สรุปผลได้ดังนี้

4.2.1.1.1 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด และเมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 และ 0.7 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS- C) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.2.1.1.2 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30</u> ผลปรากฏว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.2.1.1.3 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 45</u> ผลปรากฏเช่นเดียวกับ 4.2.1.1.2

4.2.1.1.4 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60</u> ผลปรากฏ เช่นเดียวกับ 4.2.1.1.2

4.2.1.2 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ</u>

จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่เสนอไปแล้วใน 4.2.1.1 นั้น จะนำมาเปรียบเทียบในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ดังตาราง 4.21 - 4.24 โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.21 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(p) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสุ่มแปรตาม ตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า p	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.6707	0.7038	0.8898	0.8553	0.7148	0.7364	0.6600	0.6766
0.5	0.6314	0.4777	1.0234	1.0006	0.6496	0.6658	0.6531	0.6437
0.7	0.8374	0.7396	1.1569	1.1236	1.0046	1.1132	1.0438	1.0017
0.9	0.9945	0.8767	1.1205	1.0488	1.1230	1.0564	1.1536	1.1151

ตารางที่ 4.22 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(p) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสุ่มแปรตาม ตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า p	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.8496	0.7803	1.0884	1.0753	0.7969	0.7253	0.8091	0.7709
0.5	0.9554	0.8597	1.3205	1.2922	0.9999	0.9980	0.9848	0.7989
0.7	1.2901	1.3791	1.9949	1.9039	1.5391	1.4716	1.5984	1.5416
0.9	0.6614	0.7149	3.0303	2.2312	2.8930	1.6567	2.8827	1.5655

ตารางที่ 4.23 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตาม ตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.9467	0.7987	1.0952	1.0531	0.8564	0.7167	0.8431	0.7015
0.5	0.9491	0.8191	1.2974	1.2522	0.8850	0.7877	0.9026	0.7947
0.7	0.8430	0.8623	1.6993	1.7553	1.0492	1.0082	1.1941	1.0796
0.9	1.0003	1.0872	2.2322	2.1303	1.8841	1.8180	1.8990	1.8733

ตารางที่ 4.24 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตาม ตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.6137	0.5703	1.0421	1.0082	0.2801	0.3921	0.6193	0.6175
0.5	0.7913	0.7449	1.0017	1.0057	0.7256	0.6904	0.7042	0.6564
0.7	0.8753	0.8734	1.1530	1.1259	1.0522	1.0410	1.0522	1.0410
0.9	0.2353	0.5126	1.5979	2.2033	1.1230	1.5653	1.2794	1.7056

จากตาราง 4.21 - 4.24 สรุปผลได้ดังนี้

4.2.1.2.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ยกเว้นกรณีที่ ค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30 และค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.9 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเล็กน้อย

4.2.1.2.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ยกเว้นกรณีที่ค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15 วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเล็กน้อย

4.2.1.2.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.5 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1 แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.2.1.2.4 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)</u>

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ผันแปรตามตัวแปรตาม ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.5 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1 แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.2.2 <u>เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01</u>

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับ แสดงไว้ดังตาราง 4.25 - 4.28 ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.25 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	56.1175	0.1927	57.4675	0.1683	80.2200	0.2656	69.1625	0.2653
วิธี GLS-U	163.0175	0.7680	94.2300	0.3261	126.3350	0.4383	95.8200	0.4482
วิธี GLS-C	55.2054*	0.1899*	57.4533*	0.1670*	72.9500*	0.2654*	62.6900	0.2622
วิธีGLS-UC	177.8600	0.6385	129.8000	0.4155	80.2159	0.2655	57.8050*	0.2610*
วิธี GLS-T	169.4825	0.6564	112.6875	0.3757	80.2155	0.2655	58.3275	0.2645

ตารางที่ 4.26 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	20.0975	0.1687	27.6413	0.1101	37.3375	0.1419	58.6588	0.2222
วิธี GLS-U	25.0887	0.1700	34.7412	0.1412	38.5575	0.1569	78.8525	0.2974
วิธี GLS-C	18.4975*	0.0834*	19.7600*	0.0838*	19.2525*	0.0697*	22.4437*	0.1092*
วิธีGLS-UC	33.3025	0.1379	42.0363	0.2006	27.8725	0.1033	25.1437	0.1328
วิธี GLS-T	32.5362	0.1702	38.5537	0.1690	27.7112	0.1042	24.8687	0.1421

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

ตารางที่ 4.27 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	14.4825	0.0584	30.5324	0.1023	34.0250	0.1513	50.4125	0.2189
วิธี GLS-U	18.8375	0.0811	30.0022	0.1000	31.7500	0.1381	48.7675	0.2118
วิธี GLS-C	12.9325*	0.0539*	15.3489*	0.0640*	18.1825*	0.0861*	22.4250*	0.0922*
วิธีGLS-UC	22.7675	0.1010	30.5540	0.1111	30.3225	0.1363	26.2375	0.1161
วิธี GLS-T	23.3325	0.1039	30.6433	0.1133	26.1225	0.1241	26.1250	0.1132

ตารางที่ 4.28 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	15.8025	0.0676	21.7700	0.0845	30.6900	0.1150	54.7725	0.2404
วิธี GLS-U	19.0225	0.0862	29.8125	0.1182	32.0725	0.1213	676.6250	2.8902
วิธี GLS-C	15.8000*	0.0599*	20.1675*	0.0812*	22.6000*	0.0842*	20.7800*	0.0968*
วิธีGLS-UC	37.7325	0.1575	52.8575	0.2130	28.9800	0.1120	24.3200	0.1084
วิธี GLS-T	31.2750	0.1433	38.7500	0.1523	30.4975	0.1141	24.7750	0.1124*

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตาราง 4.25 - 4.28 สรุปผลได้ดังนี้

4.2.2.1.1 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 0.5 และ 0.7 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.2.2.1.2 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30</u> ผลปรากฏว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.2.2.1.3 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 45</u> ผลปรากฏเช่นเดียวกับ 4.2.2.1.2

4.2.2.1.4 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60</u> ผลปรากฏเช่นเดียวกับ 4.2.2.1.2

4.2.2.2 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ</u>

จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่เสนอไปแล้วใน 4.2.2.1 นั้น จะนำมาเปรียบเทียบในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ดังตาราง 4.29 - 4.32 โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.29 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.3442	0.2509	1.0165	1.0147	0.3155	0.3018	0.3311	0.2935
0.5	0.6098	0.5161	1.0002	1.0078	0.4427	0.4050	0.5099	0.4479
0.7	0.6349	0.6059	1.0997	1.0008	1.0001	1.0004	1.0001	1.0004
0.9	0.7218	0.5919	1.1032	1.0118	1.1965	1.0165	1.1858	1.0030

ตารางที่ 4.30 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.8011	0.9924	1.0865	2.0228	0.6035	1.2234	0.6176	0.9912
0.5	0.7956	0.7797	1.3989	1.3138	0.6576	0.5389	0.7170	0.6515
0.7	0.9684	0.9044	1.9394	2.0359	1.3396	1.3737	1.3474	1.3618
0.9	0.7439	0.7471	2.6136	2.0348	2.3329	1.6732	2.3587	1.5637

ตารางที่ 4.31 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.7688	0.7201	1.1199	1.0835	0.6361	0.5782	0.6207	0.5621
0.5	1.0177	1.0230	1.9892	1.5984	0.9993	0.9208	0.9964	0.9029
0.7	1.0717	1.0956	1.8713	1.7573	1.1221	1.1101	1.3025	1.2192
0.9	1.0337	1.0335	2.2480	2.3742	1.9214	1.8854	1.9297	1.9337

ตารางที่ 4.32 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.8307	0.7842	1.0002	1.1285	0.4188	0.4292	0.5053	0.4717
0.5	0.7302	0.7149	1.0795	1.0406	0.4119	0.3967	0.5618	0.5548
0.7	0.9569	0.9481	1.3580	1.3658	1.0590	1.0268	1.0063	1.0079
0.9	0.0809	0.0832	2.6358	2.4835	2.2522	2.2177	2.2108	2.1388

จากตาราง 4.29 - 4.32 สรุปผลได้ดังนี้

4.2.2.2.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ผันแปรตามตัวแปรตาม ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 45 เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า เล็กน้อย

4.2.2.2.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.2.2.2.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.5 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC)

ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.2.2.2.4 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)</u>

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.5 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.3 <u>การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณโดยใช้ค่าความแปรปรวนเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม</u>

ในการนำเสนอความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธีดังกล่าวจะแสดงในรูปของตาราง ในกรณีที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 2 ระดับคือ 0.05 และ 0.01 สำหรับขนาดตัวอย่าง 4 ขนาดคือ 15 30 45 และ 60 ส่วนค่าสหสัมพันธ์มี 4 ระดับคือ 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ซึ่งความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธีนี้ นำเสนอด้วยตาราง 4.33 - 4.36 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และตาราง 4.41 - 4.44 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01

จากค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี ซึ่งนำเสนอเป็นตารางแล้วนั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของวิธีต่าง ๆ ดังกล่าว ในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) โดยจะนำเสนอด้วยตาราง 4.37 - 4.40 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และตาราง 4.45 - 4.48 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01

4.3.1 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

4.3.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม สำหรับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับ แสดงไว้ดังตาราง 4.33 - 4.36 ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$V(\hat{\beta}_0)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_0)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_0)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_0)$	$V(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	25.8452	0.5153	41.8050	0.7707	55.5454	1.0217	36.1001	0.7458
วิธี GLS-U	118.2012	2.0177	109.5445	1.8481	115.0304	1.9946	64.7545	0.9011
วิธี GLS-C	25.5453	0.4983	36.4342	0.6890	42.5433	0.7961	26.6645	0.5421
วิธีGLS-UC	25.6437	0.5000	36.2001	0.6693	42.3430	0.7953	25.9400	0.5418
วิธี GLS-T	25.8002	0.5078	36.8322	0.6763	42.4444	0.7955	25.3041	0.5090

ตารางที่ 4.34 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$V(\hat{\beta}_0)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_0)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_0)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_0)$	$V(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	27.8099	0.6271	37.2009	0.9194	52.1009	1.1691	57.0999	1.4191
วิธี GLS-U	47.9491	0.9947	53.4109	1.1962	62.8445	1.3737	94.3001	1.8256
วิธี GLS-C	27.6001	0.5614	31.2441	0.7886	32.3440	0.7339	21.8142	0.6304
วิธีGLS-UC	26.7999	0.5604	31.2333	0.7306	32.0000	0.7303	19.5011	0.6056
วิธี GLS-T	26.8000	0.6001	31.5334	0.7313	31.9001	0.7300	19.7009	0.6057

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

ตารางที่ 4.35 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	$\rho = 0.3$		$\rho = 0.5$		$\rho = 0.7$		$\rho = 0.9$	
	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	30.0993	0.7456	43.7993	1.0594	70.0934	1.6837	101.4592	2.4509
วิธี GLS-U	41.4334	0.9801	56.6533	1.2904	73.1052	1.7744	110.3002	2.7174
วิธี GLS-C	28.3459	0.7028	40.8414	0.9861	51.1010	1.2107	38.0011	0.9213
วิธีGLS-UC	28.2001	0.7015	39.6112*	0.9476*	48.3030*	1.1427*	33.5011*	0.8500*
วิธี GLS-T	28.0209*	0.7013*	39.6122	0.9488	48.4000	1.1475	34.2003	0.8518

ตารางที่ 4.36 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธี	$\rho = 0.3$		$\rho = 0.5$		$\rho = 0.7$		$\rho = 0.9$	
	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	78.4099	1.7757	136.5911	3.2029	180.5499	4.1005	348.5051	8.0799
วิธี GLS-U	88.9001	1.9540	148.5532	3.4497	193.1432	4.3173	389.6050	8.4767
วิธี GLS-C	78.0001	1.7284	123.2121	2.8618	131.6532	2.8801	124.5455	2.7770
วิธีGLS-UC	75.0135*	1.7192*	123.1111	2.8548	128.0211*	2.8512*	118.3030	2.7720
วิธี GLS-T	75.0434	1.7622	123.0012*	2.8405*	129.4099	2.8601	114.6034*	2.7475*

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

จากตาราง 4.33 - 4.36 สรุปผลได้ดังนี้

4.3.1.1.1 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด และเมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 และ 0.7 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุดทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.3.1.1.2 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 0.5 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุดทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.3.1.1.3 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 45</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.3.1.1.4 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.7 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุดทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1

4.3.1.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ

จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่เสนอไปแล้วใน 4.3.1.1 นั้น จะนำมาเปรียบเทียบในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ดังตาราง 4.37 - 4.40 โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.2187	0.2554	1.0117	1.0341	1.0079	1.0306	1.0017	1.0148
0.5	0.3816	0.4170	1.1474	1.1186	1.1548	1.1515	1.1350	1.1396
0.7	0.4829	1.5122	1.3056	1.2834	1.3118	1.2847	1.3087	1.2843
0.9	0.5575	0.8277	1.3539	1.3758	1.3917	1.3765	1.4267	1.4652

ตารางที่ 4.38 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.5800	0.6304	1.0076	1.1170	1.0377	1.1190	1.0377	1.0450
0.5	0.6965	0.7686	1.1907	1.1659	1.1911	1.2584	1.1797	1.2572
0.7	0.8290	0.8511	1.6108	1.5930	1.6282	1.6008	1.6333	1.6015
0.9	0.6055	0.7773	2.6176	2.2511	2.9280	2.3433	2.8983	2.3429

ตารางที่ 4.39 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.7265	0.7607	1.0619	1.0609	1.0673	1.0628	1.0742	1.0632
0.5	0.7731	0.8210	1.0724	1.0743	1.1057	1.1180	1.1057	1.1166
0.7	0.9588	0.9489	1.3717	1.3907	1.4511	1.4734	1.4482	1.4673
0.9	0.9198	0.9019	2.6699	2.6603	3.0286	**2.8834**	2.9666	2.8773

ตารางที่ 4.40 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.8820	0.9088	1.0053	1.0274	1.0453	1.0329	1.0449	1.0077
0.5	0.9195	0.9285	1.1086	1.1192	1.1095	1.1219	1.1105	1.1275
0.7	0.9348	0.9498	1.3714	**1.4237**	1.4103	1.4382	1.3952	1.4337
0.9	0.8945	0.9532	2.7982	2.9096	2.9459	2.9148	3.0410	2.9408

จากตาราง 4.37 - 4.40 สรุปผลได้ดังนี้

4.3.1.2.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ผันแปรแบบลุ่ม ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.3.1.2.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบลุ่ม ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์นี้จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น

4.3.1.2.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบลุ่ม ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์

ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์นี้จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น

4.3.1.2.4 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)</u>

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น

4.3.2 <u>เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.01</u>

4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 วิธี เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม สำหรับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับ แสดงไว้ดังตาราง 4.41 - 4.44 ซึ่งมีรายเอียดแสดงได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.41 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	30.6459	0.5518	35.1199	0.6700	52.3939	0.8102	30.0999	0.5513
วิธี GLS-U	190.2121	3.3062	166.4933	2.3270	145.4320	2.5036	86.0140	0.8833
วิธี GLS-C	30.0103	0.5514	34.7400	0.6700	36.3011	0.6089	20.7011	0.3787
วิธีGLS-UC	29.1111*	0.5318*	34.6001*	0.6686*	34.9921*	0.5784*	19.3132*	0.3599*
วิธี GLS-T	29.8821	0.5463	35.3011	0.6713	35.8432	0.5839	19.3134	0.3655

ตารางที่ 4.42 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	ρ = 0.3		ρ = 0.5		ρ = 0.7		ρ = 0.9	
	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_0)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	24.8909	0.5892	44.5932	0.9404	57.4321	1.2805	60.8824	1.3067
วิธี GLS-U	62.6061	1.3581	87.7071	1.7533	77.6102	1.7070	84.9245	1.6171
วิธี GLS-C	24.2012	0.5890	36.5399	0.7583	34.6252	0.7675	23.1351	0.5344
วิธีGLS-UC	24.2011*	0.5591*	36.2001*	0.7468*	34.2222*	0.7582*	20.3111*	0.5000*
วิธี GLS-T	24.2214	0.5624	36.5531	0.7527	34.4432	0.7794	20.6052	0.5086

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

ตารางที่ 4.43 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	$\rho = 0.3$		$\rho = 0.5$		$\rho = 0.7$		$\rho = 0.9$	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	30.3992	0.6999	45.6221	1.1421	55.7479	1.3926	111.3945	2.8197
วิธี GLS-U	43.2212	1.0765	60.0000	1.3956	76.2124	1.8889	115.0000	2.9400
วิธี GLS-C	30.3727	0.6041	37.4011	0.9432	44.1129	1.1301	40.3115	1.1162
วิธีGLS-UC	30.0299*	0.6029*	36.9000*	0.9162*	40.7224	1.0421	36.0110*	1.0549*
วิธี GLS-T	30.2124	0.6039	36.9019	0.9179	40.6430*	1.0351*	36.5454	1.0781

ตารางที่ 4.44 ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปร แบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธี	$\rho = 0.3$		$\rho = 0.5$		$\rho = 0.7$		$\rho = 0.9$	
	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$	$v(\hat{\beta}_o)$	$v(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	91.1129	2.0513	128.0099	2.8357	202.3455	4.8518	339.9134	8.3955
วิธี GLS-U	121.1123	2.6742	152.8809	3.1715	223.1104	5.1164	387.6422	8.8120
วิธี GLS-C	90.9293	2.0409	118.9101	2.6751	142.2012	3.4176	99.9129	2.4192
วิธีGLS-UC	89.8809*	2.0074*	117.1000*	2.6401*	137.8099	3.3413	99.8125	2.4107
วิธี GLS-T	89.9000	2.0091	118.0001	2.6485	137.5089*	3.3227*	95.8424*	2.4037*

* หมายถึง ค่าความแปรปรวนต่ำสุด

จากตาราง 4.41 - 4.44 สรุปผลได้ดังนี้

4.3.2.1.1 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15</u> ผลปรากฏว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.3.2.1.2 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30</u> ผลปรากฏเช่นเดียวกับ 4.3.2.1.1

4.3.2.1.3 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 45</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 0.5 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.3.2.1.4 <u>เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60</u> ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.5 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.3.2.2 <u>ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ</u>

จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่เสนอไปแล้วใน 4.3.2.1 นั้นจะนำมาเปรียบเทียบในลักษณะของประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (GLS) ทั้ง 4 รูปแบบ เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ดังตาราง 4.45 - 4.48 โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.45 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.1611	0.1669	1.0212	1.0007	1.0527	1.0376	1.0256	1.0101
0.5	0.2109	0.2879	1.0109	1.0000	1.0150	1.0021	0.9949	0.9981
0.7	0.3603	0.3236	1.4433	1.3305	1.4973	1.4008	1.4618	1.3875
0.9	0.3499	0.6241	1.4540	1.4558	1.5585	1.5318	1.5585	1.5083

ตารางที่ 4.46 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 30 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.3976	0.4338	1.0285	1.0003	1.0285	1.0538	1.0276	1.0477
0.5	0.5079	0.5364	1.2204	1.2401	1.2319	1.2592	1.2199	1.2494
0.7	0.7400	0.7501	1.6587	1.6684	1.6782	1.6889	1.6674	1.6429
0.9	0.7169	0.8081	2.6316	2.4452	2.9975	2.6134	2.9547	2.5692

ตารางที่ 4.47 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ α ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนยันแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 45 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.7033	0.6502	1.0009	1.1586	1.0123	1.1609	1.0062	1.1590
0.5	0.7604	0.8184	1.2198	1.2109	1.2364	1.2466	1.2363	1.2443
0.7	0.7315	0.7373	1.2638	1.2323	1.3689	1.3363	1.3716	1.3454
0.9	0.9686	0.9591	2.7633	2.5262	3.0933	2.6730	3.0481	2.6154

ตารางที่ 4.48 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธี เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ α ระดับสหสัมพันธ์(ρ) ต่างๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนยันแปรแบบสุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่า ρ	RE(GLS-U,OLS)		RE(GLS-C,OLS)		RE(GLS-UC,OLS)		RE(GLS-T,OLS)	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
0.3	0.7523	0.7671	1.0020	1.0051	1.0137	1.0219	1.0135	1.0210
0.5	0.8373	0.8941	1.0765	1.0600	1.0932	1.0741	1.0848	1.0707
0.7	0.9069	0.9483	1.4220	1.4197	1.4683	1.4521	1.4715	1.4602
0.9	0.8769	0.9527	3.4021	3.4704	3.4055	3.4826	3.5466	3.4927

จากตาราง 4.45 - 4.48 สรุปผลได้ดังนี้

4.3.2.2.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่มผลปรากฏว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-U) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1

4.3.2.2.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม ผลปรากฏว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์นี้จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 15

4.3.2.2.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่มผลปรากฏว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_o และ β_1 ซึ่งค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์นี้จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 15

4.3.2.2.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) เทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS)

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม ผลปรากฏว่าค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) ทุกขนาดตัวอย่างและทุกระดับค่าสหสัมพันธ์ ทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 15 เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 วิธีกำลังสองต่ำสุด (OLS) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย