บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีตัวประมาณเอ็มที่ใช้เกณฑ์ความแกร่งของ Ramsay เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบหางยาวกว่าปกติ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาภายใต้การแจกแจงแบบโลจิสติค และการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับสเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซนต์การปลอมปนต่าง ๆ กัน

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

การพิจารณาได้ดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. พิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ของแบรดเลย์ (Bradley) ดังนี้

ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะต้องมีค่าอยู่ช่วงปิด [0.005,0.015]

ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะต้องมีค่าอยู่ช่วงปิด [0.025,0.075]

2. พิจารณาค่าอำนาจการทดสอบ นั่นคือ ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีการประมาณพารามิเตอร์ทั้งสองวิธีในสถานการณ์ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น

การนำเสนอผลงานวิจัยจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบนำเสนอในรูปตาราง สำหรับกราฟจะแสดงไว้

ภาคผนวก ค และเพื่อความสะดวกในการอภิปรายผลจึงขอใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่าง ๆ ดังนี้

OLS หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

M หมายถึง วิธีตัวประมาณเอ็ม

LG หมายถึง การแจกแจงความคลาดเคลื่อนแบบโลจิสติค

CN(c,p) หมายถึง การแจกแจงความคลาดเคลื่อนแบบปกติปลอมปน ที่มีสเกลแฟคเตอร์ = c และเปอร์เซนต์การปลอมปน = p

n_i หมายถึง ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ

trt หมายถึง จำนวนวิธีปฏิบัติ

α หมายถึง ระดับนัยสำคัญ

RPOW หมายถึง ค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบ

POW_M หมายถึง ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีตัวประมาณเอ็ม

POW_{OLS} หมายถึง ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองตามสถานการณ์ต่างๆ จะพิจารณาตามลำดับดังนี้

ก) <u>ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน</u>

ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะนำเสนอไว้ในตารางที่ 4.1 - 4.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

<u>ตารางที่ 4.1</u> แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ α=.01 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

<u>ตารางที่ 4.2</u> แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ α=.05 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซนต์การปลอมปน

จำนวนวิธีปฏิบัติ	การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
		n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	CN(05,05)	.009	.009	.005	.007	.006	.009	.007	.010
	CN(05,10)	.007	.008	.007	.010	.005	.007	.006	.006
	CN(05,20)	.006	.005	.007	.008	.010	.012	.005	.011
	CN(05,30)	.007	.005	.005	.006	.012	.010	.006	.009
	CN(10,05)	.007	.007	.005	.007	.005	.008	.005	.011
	CN(10,10)	.004*	.006	.008	.008	.006	.009	.008	.012
	CN(10,20)	.004*	.005	.006	.006	.006	.008	.006	.006
	CN(10,30)	.002*	.006	.008	.005	.005	.007	.005	.005
	CN(15,05)	.003*	.006	.006	.005	.003*	.009	.006	.009
	CN(15,10)	.004*	.008	.005	.010	.004*	.010	.005	.010
	CN(15,20)	.004*	.006	.007	.009	.003*	.008	.006	.007
	CN(15,30)	.003*	.005	.008	.007	.004*	.011	.006	.010
5	CN(05,05)	.009	.013	.006	.009	.008	.011	.007	.011
	CN(05,10)	.010	.010	.007	.011	.007	.010	.007	.009
	CN(05,20)	.008	.007	.010	.006	.010	.009	.009	.006
	CN(05,30)	.008	.006	.010	.005	.009	.007	.008	.006
	CN(10,05)	.006	.010	.005	.008	.005	.012	.006	.006
	CN(10,10)	.009	.009	.005	.006	.007	.011	.008	.009
	CN(10,20)	.007	.007	.010	.010	.008	.009	.006	.007
	CN(10,30)	.011	.008	.010	.008	.007	.008	.007	.005
	CN(15,05)	.012	.010	.006	.008	.007	.012	.005	.009
	CN(15,10)	.008	.008	.008	.005	.005	.013	.006	.010
	CN(15,20)	.006	.007	.008	.006	.008	.012	.008	.008
	CN(15,30)	.009	.005	.008	.005	.010	.009	.007	.006
7	CN(05,05)	.006	.007	.007	.007	.006	.006	.006	.009
	CN(05,10)	.007	.006	.006	.005	.008	.006	.006	.010
	CN(05,20)	.006	.005	.005	.006	.009	.010	.005	.008
	CN(05,30)	.008	.005	.005	.005	.012	.009	.008	.005
	CN(10,05)	.005	.005	.005	.005	.006	.007	.008	.006
	CN(10,10)	.005	.006	.009	.010	.007	.010	.006	.005
	CN(10,20)	.006	.005	.010	.008	.005	.010	.005	.008
	CN(10,30)	.007	.009	.005	.008	.005	.011	.006	.006
	CN(15,05)	.007	.005	.005	.006	.008	.005	.008	.005
	CN(15,10)	.005	.005	.006	.005	.009	.011	.007	.006
	CN(15,20)	.005	.010	.006	.005	.007	.012	.006	.010
	CN(15,30)	.007	.010	.005	.008	.010	.010	.009	.009

หมายเหตุ * หมายถึงกรณีที่ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ไม่ได้
OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

จากตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม เมื่อใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 วิธีตัวประมาณเอ็มสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี แต่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่สามารถควบคุมได้ในกรณีที่ใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ = 5, จำนวนตัวแปรร่วม = 2 ที่สเกลแฟคเตอร์ = 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 10,20,30 และที่สเกลเฟคเตอร์ = 15 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5,10, 20,30 และในกรณีที่ใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ = 10, จำนวนตัวแปรร่วม = 5 ที่สเกลเฟคเตอร์ = 15 เปอร์เซนต์การปลอมปน = 5,10,20,30 สำหรับกรณีที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5,7 วิธีการประมาณพารามิเตอร์ของทั้งสองวิธี สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1ได้ทุกกรณี แสดงว่าวิธีการทั้งสองสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น เมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น

สำหรับค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสองวิธีการโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามจำนวนตัวแปรร่วม ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มขนาดตัวอย่างจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้นผลการทดสอบสมมุติฐานก็จะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรร่วมเป็นการเพิ่มพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นในขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างเท่าเดิม อาจส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมุติฐานก็จะลดลง

ตารางต่อไปจะแสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสองวิธีการ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซนต์การปลอมปน

จำนวนวิธีปฏิบัติ	การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
		n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	CN(05,05)	.040	.056	.046	.051	.044	.058	.060	.054
	CN(05,10)	.037	.051	.039	.048	.041	.063	.052	.059
	CN(05,20)	:036	.049	.036	.042	.053	.047	.048	.041
	CN(05,30)	.033	.040	.046	.043	.052	.063	.050	.065
	CN(10,05)	.038	.048	.036	.044	.039	.060	.034	.056
	CN(10,10)	.032	.036	.032	.029	.043	.039	.037	.039
	CN(10,20)	.029	.029	.027	.033	.043	.052	.053	.048
	CN(10,30)	.034	.031	.029	.028	.045	.060	.039	.060
	CN(15,05)	.037	.051	.045	.037	.027	.041	.031	.054
	CN(15,10)	.029	.046	.031	.042	.040	.039	.030	.059
	CN(15,20)	.034	.038	.025	.051	.038	.033	.026	.030
	CN(15,30)	.042	.035	.040	.044	.046	.050	.036	.055
5	CN(05,05)	.045	.060	.043	.053	.041	.051	.044	.049
	CN(05,10)	.045	.056	.045	.051	.043	.048	.041	.038
	CN(05,20)	.048	.052	.040	.048	.053	.054	.053	.045
	CN(05,30)	.056	.049	.052	.048	.039	.040	.033	.037
	CN(10,05)	.039	.057	.029	.033	.036	.054	.033	.031
	CN(10,10)	.035	.054	.037	.037	.039	.044	.029	.045
	CN(10,20)	.040	.038	.030	.054	.047	.038	.044	.039
	CN(10,30)	.036	.043	.054	.036	.034	.031	.041	.030
	CN(15,05)	.053	.049	.025	.028	.033	.047	.030	.027
	CN(15,10)	.040	.040	.034	.029	.035	.045	.036	.041
	CN(15,20)	.037	.036	.040	.045	.044	.040	.042	.053
	CN(15,30)	.035	.033	.038	.030	.035	.032	.032	.032
7	CN(05,05)	.050	.060	.045	.053	.035	.042	.028	.052
	CN(05,10)	.056	.063	.048	.063	.039	.055	.036	.046
	CN(05,20)	.058	.063	.051	.058	.037	.047	.040	.038
	CN(05,30)	.054	.056	.050	.060	.046	.041	.051	.033
	CN(10,05)	.037	.044	.035	.027	.030	.037	.039	.028
	CN(10,10)	.041	.047	.038	.029	.031	.054	.027	.052
	CN(10,20)	.038	.048	.040	.041	.039	.040	.042	.040
	CN(10,30)	.046	.053	.045	.047	.039	.053	.038	.042
	CN(15,05)	.038	.035	.029	.034	.025	.029	.028	.025
	CN(15,10)	.040	.039	.032	.029	.028	.038	.042	.031
	CN(15,20)	.042	.040	.046	.034	.037	.046	.049	.054
	CN(15,30)	.057	.044	.051	.042	.043	.050	.051	.043

หมายเหตุ * หมายถึงกรณีที่ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ไม่ได้

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

จากตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณีศึกษา และค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1ของทั้งสองวิธีการโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามจำนวนตัวแปรร่วม สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสองควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น

รายละเอียดของค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนจะนำเสนอในรูปที่ 4.1.1 - 4.1.6 และภาคผนวก ค

รูปที่ 4.1.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 ,จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.01

รูปที่ 4.1.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 ,จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

รูปที่ 4.1.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองใช้จำนนวนวิธีปฏิบัติ = 3 ,จำนวนตัวแปรร่วม = 5,ขนาดตัวอย่าง = 10 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

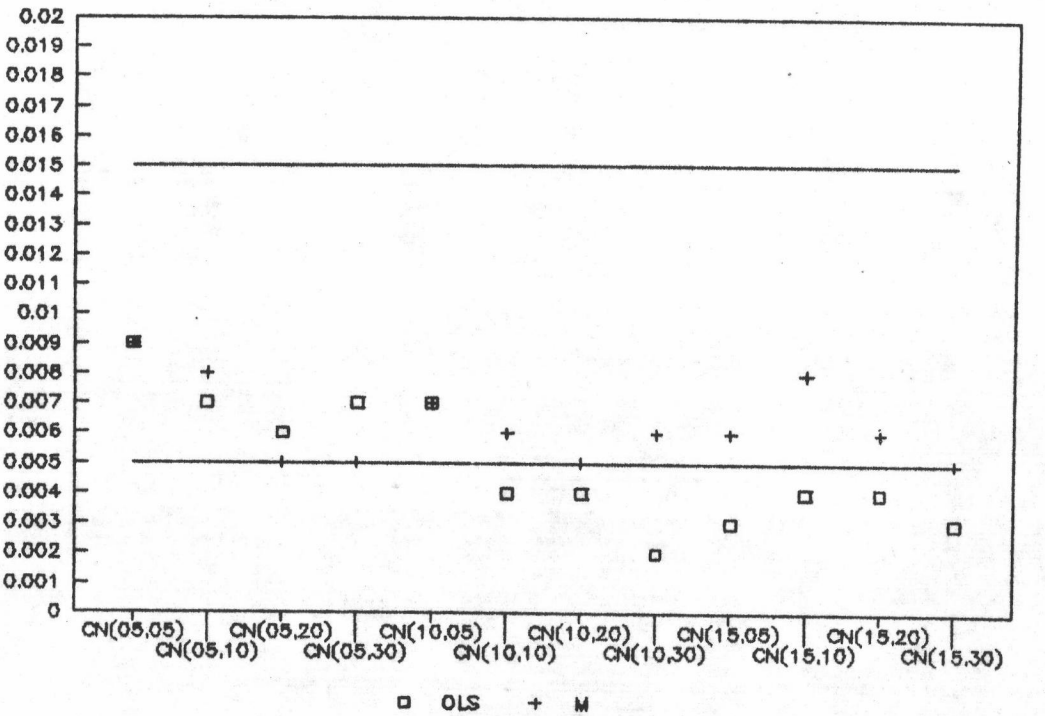
รูปที่ 4.1.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 ,จำนวนตัวแปรร่วม = 5,ขนาดตัวอย่าง = 20 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

รูปที่ 4.1.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 , จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.01

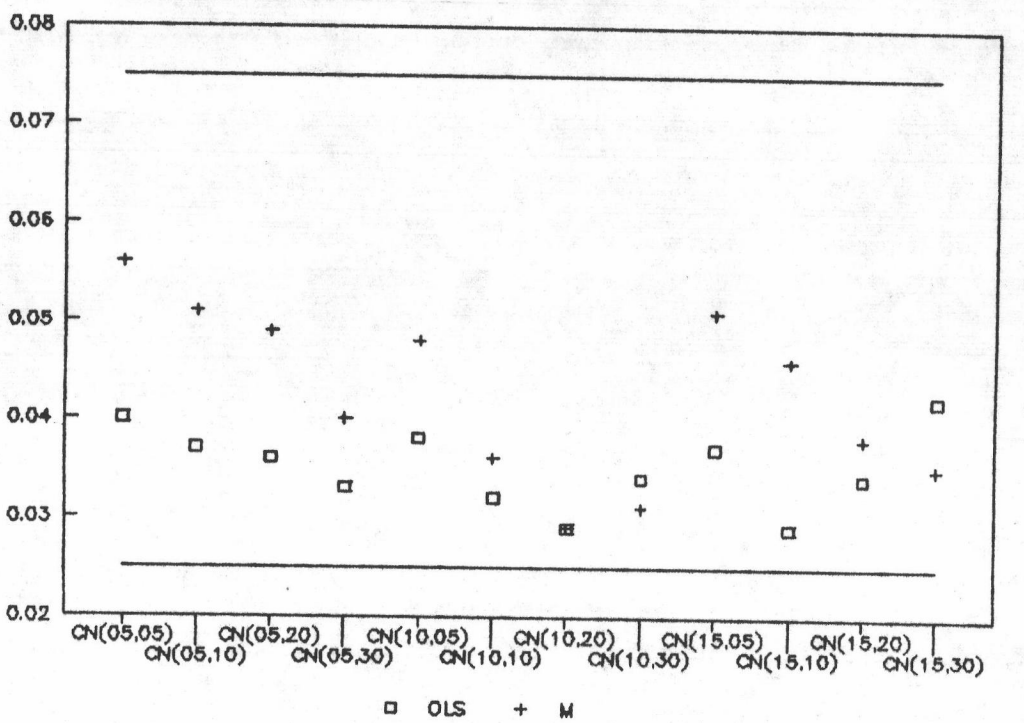
รูปที่ 4.1.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 , จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.01

จากรูปที่ 4.1.1 และรูปที่ 4.1.2 จะแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะดีขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น รูปที่ 4.1.3 และรูปที่ 4.1.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะดีขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับรูปที่ 4.1.5 และรูปที่ 4.1.6 จะแสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะดีขึ้นเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น

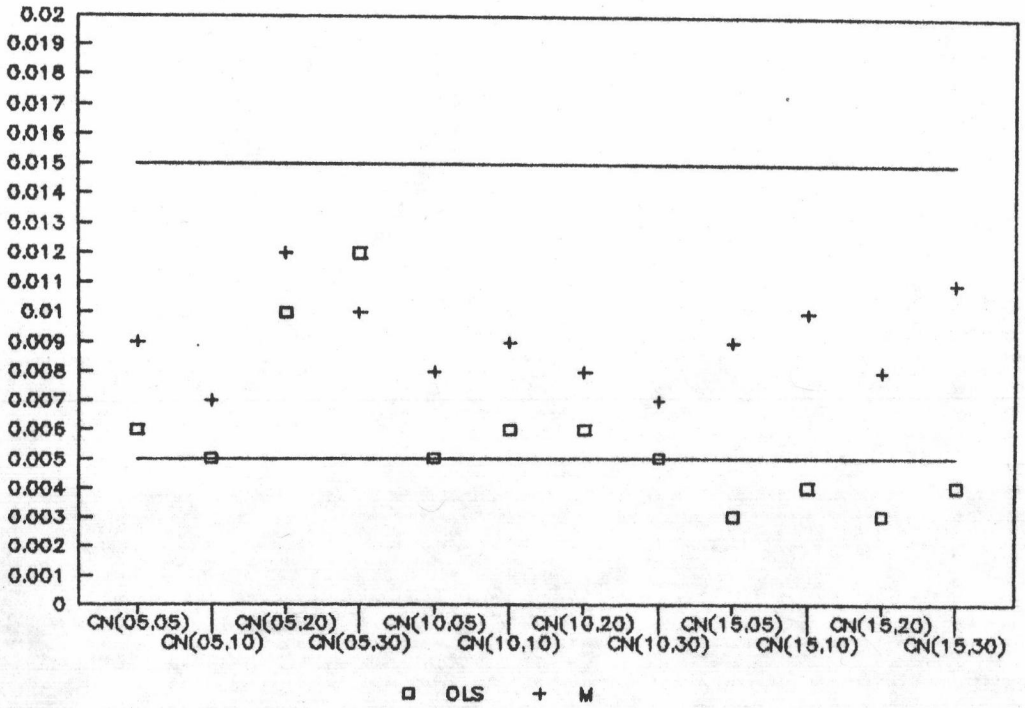
รูปที่ 4.1.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01



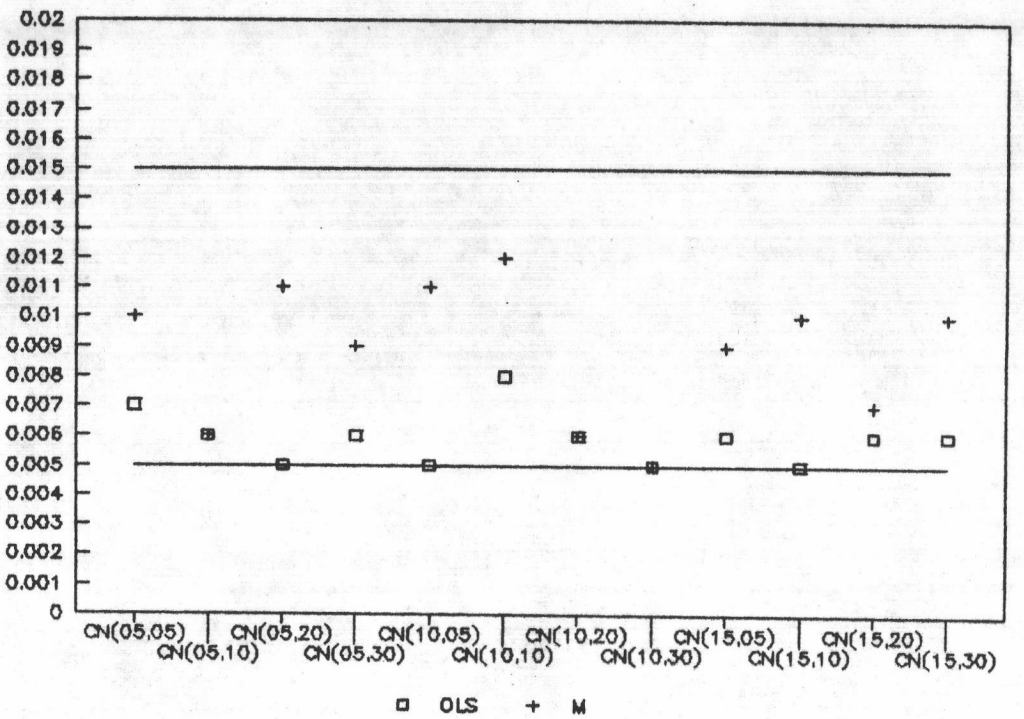
รูปที่ 4.1.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05



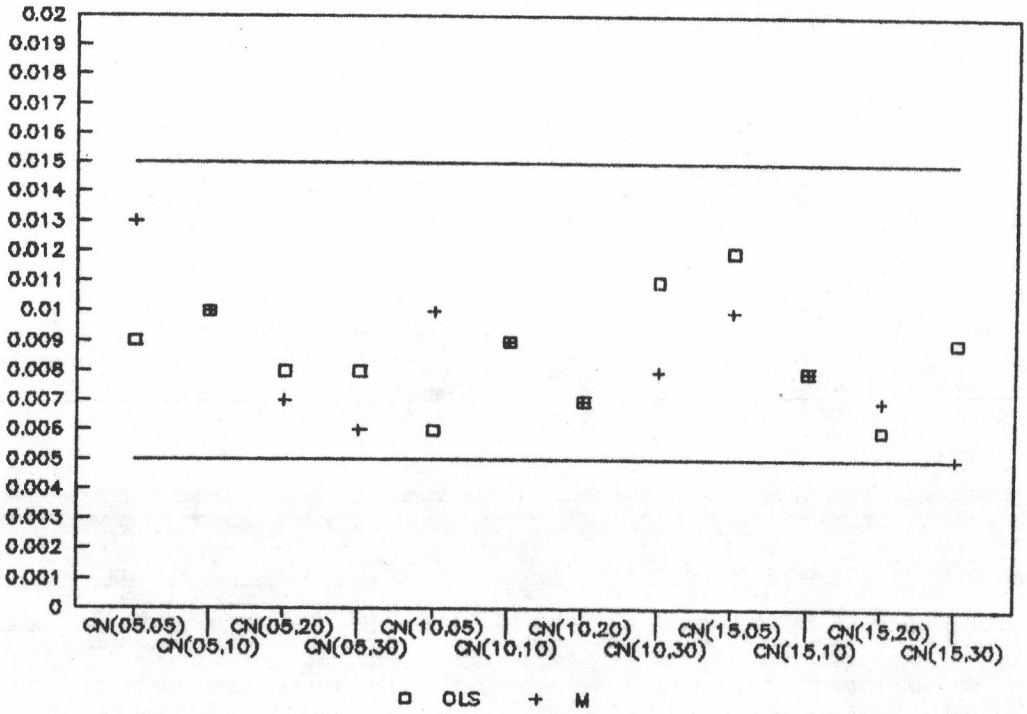
รูปที่ 4.1.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 10 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01



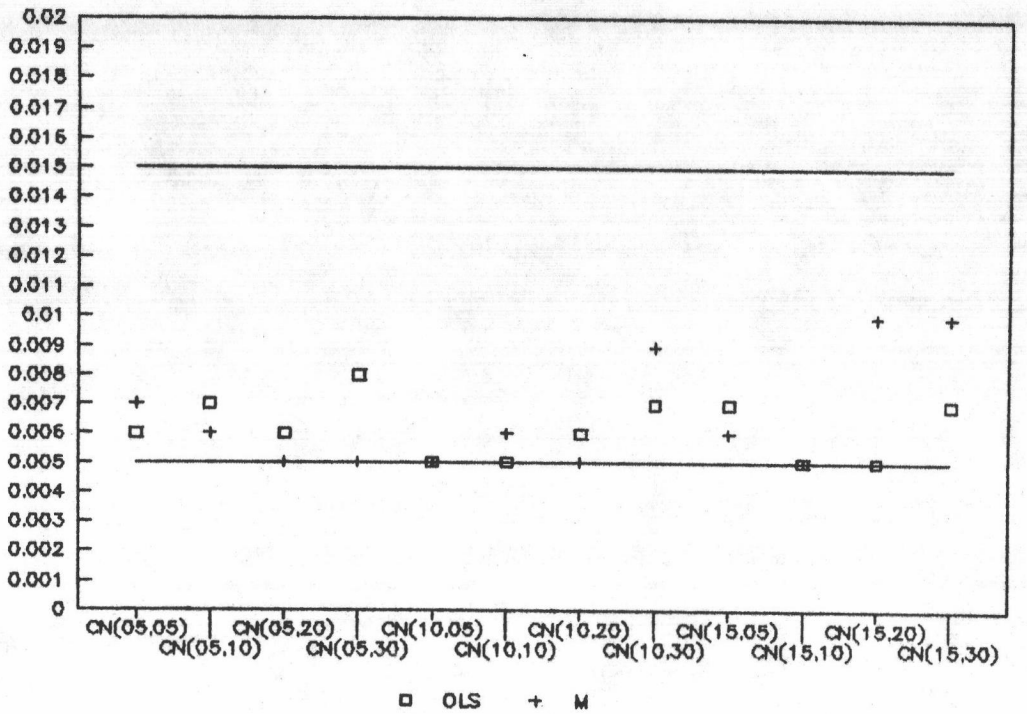
รูปที่ 4.1.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01



รูปที่ 4.1.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01



รูปที่ 4.1.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนโดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01



ข) ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติค

ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะนำเสนอไว้ในตารางที่ 4.3 - 4.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ α=.01 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ α=.05 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีตัวประมาณเอ็มเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนวิธีปฏิบัติ	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
	n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
	OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	.005	.006	.005	.006	.010	.010	.009	.010
5	.007	.009	.006	.007	.009	.013	.005	.006
7	.013	.013	.005	.005	.013	.015	.006	.010

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

จากตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี และค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามจำนวนตัวแปรร่วมและวิธีปฏิบัติ

ตารางต่อไปจะแสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสองวิธีการ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีตัวประมาณเอ็มเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนวิธีปฏิบัติ	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
	n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
	OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	.043	.047	.040	.045	.050	.052	.041	.048
5	.040	.043	.039	.040	.048	.052	.042	.051
7	.035	.040	.033	.038	.049	.056	.045	.050

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

จากตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี และค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสองวิธีจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้นแสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติแต่จะแปรผันตามจำนวนตัวแปรร่วม และในกรณีที่ใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 2 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนกรณีที่ใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 5 ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าการเพิ่มจำนวนตัวแปรร่วมจะมีอิทธิพลต่อค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 มากกว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติ ส่วนการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสองควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น

รายละเอียดของค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติคจะนำเสนอในรูปที่ 4.1.7 - 4.1.10 และภาคผนวก ค

รูปที่ 4.1.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 , จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5,15 และ จำนวนตัวแปรร่วม = 5 , ขนาดตัวอย่าง = 10,20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01

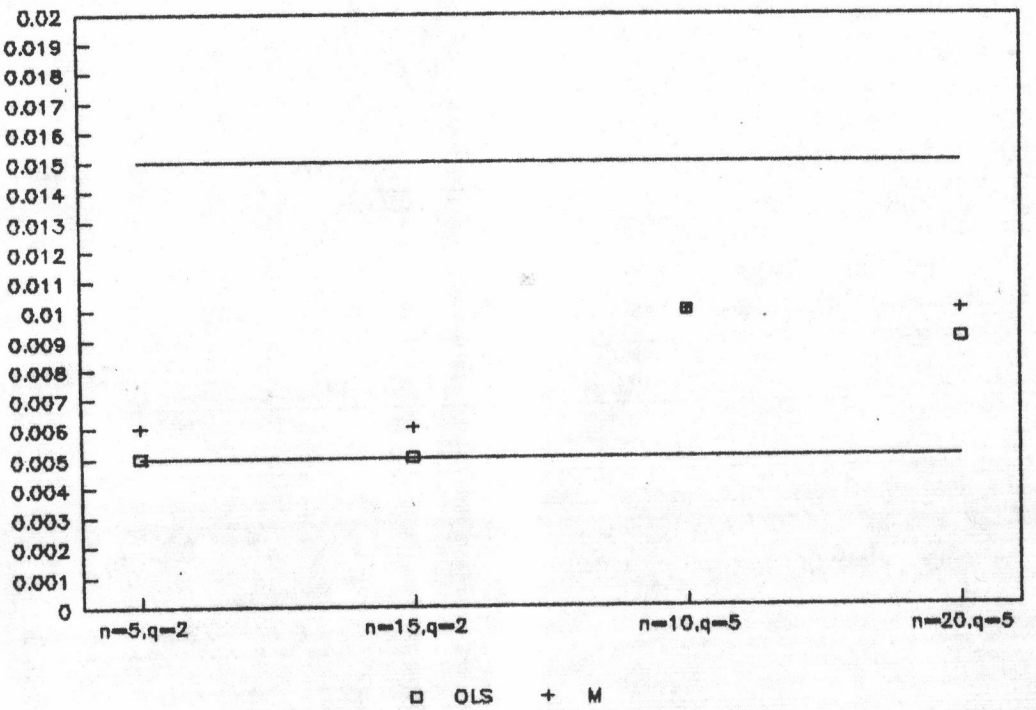
รูปที่ 4.1.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 , จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5,15 และ จำนวนตัวแปรร่วม = 5 , ขนาดตัวอย่าง = 10,20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05

รูปที่ 4.1.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 , จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5,15 และ จำนวนตัวแปรร่วม = 5 , ขนาดตัวอย่าง = 10,20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05

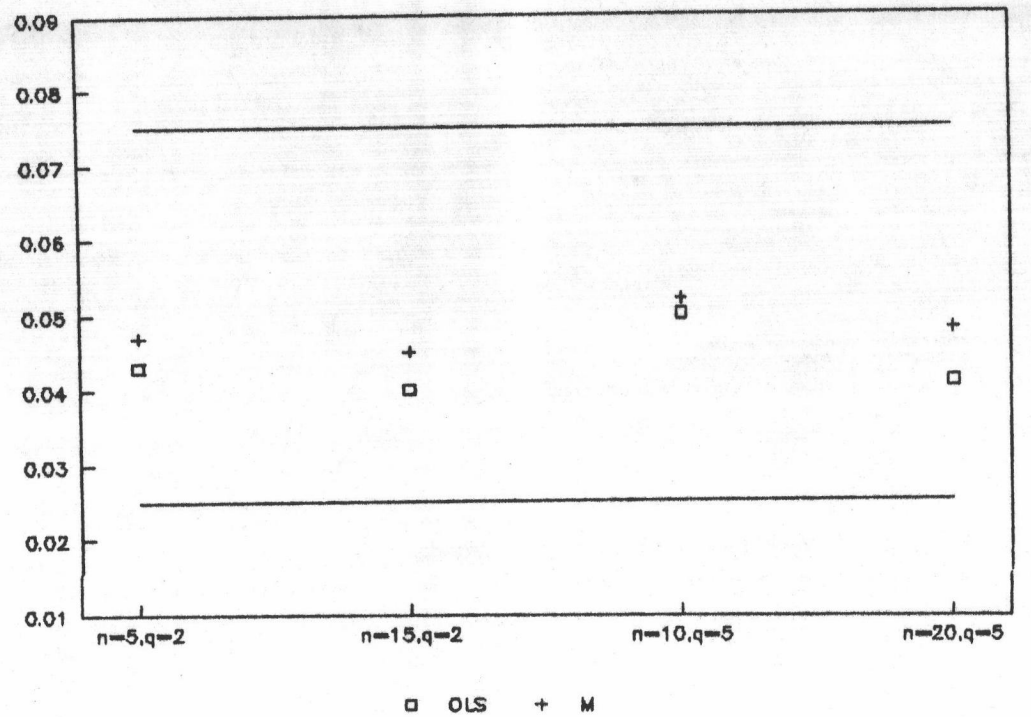
<u>รูปที่ 4.1.10</u> แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 , จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5,15 และจำนวนตัวแปรร่วม = 5 , ขนาดตัวอย่าง = 10,20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05

จากรูปที่ 4.1.7 และรูปที่ 4.1.8 จะแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะดีขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนรูปที่ 4.1.9 และรูปที่ 4.1.10 จะแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 มีแนวโน้มค่าสูงขึ้น แต่ก็ยังควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ด้วย และรูปที่ 4.1.7-4.1.10 ทุกรูปสามารถบอกแนวโน้มของค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

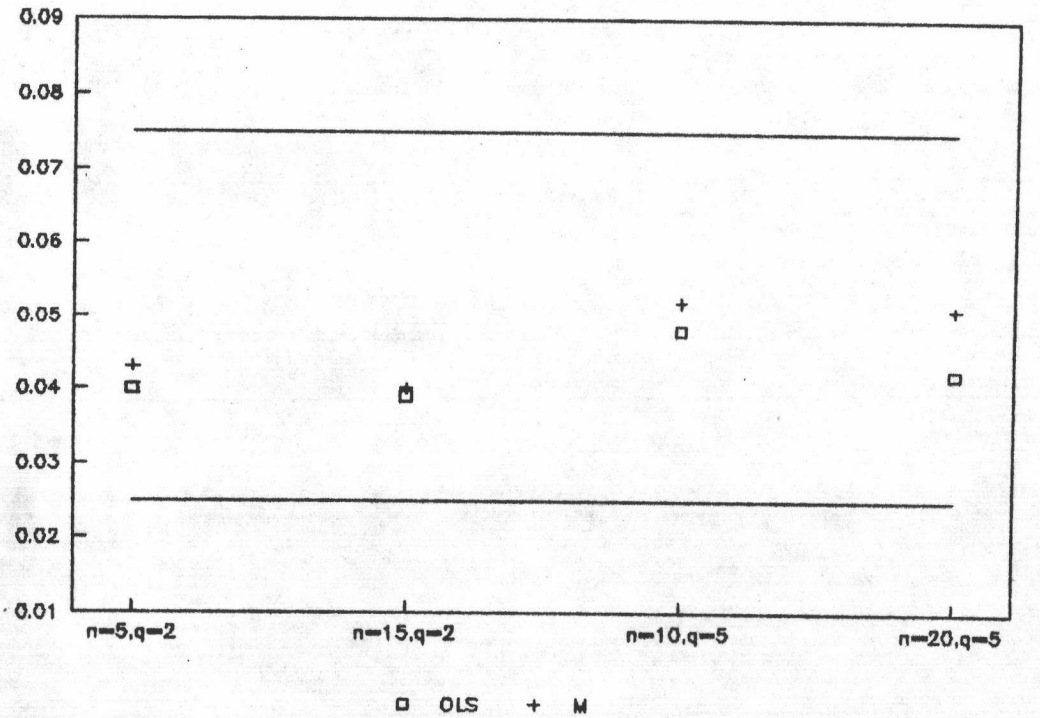
รูปที่ 4.1.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, ⍺ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .01$



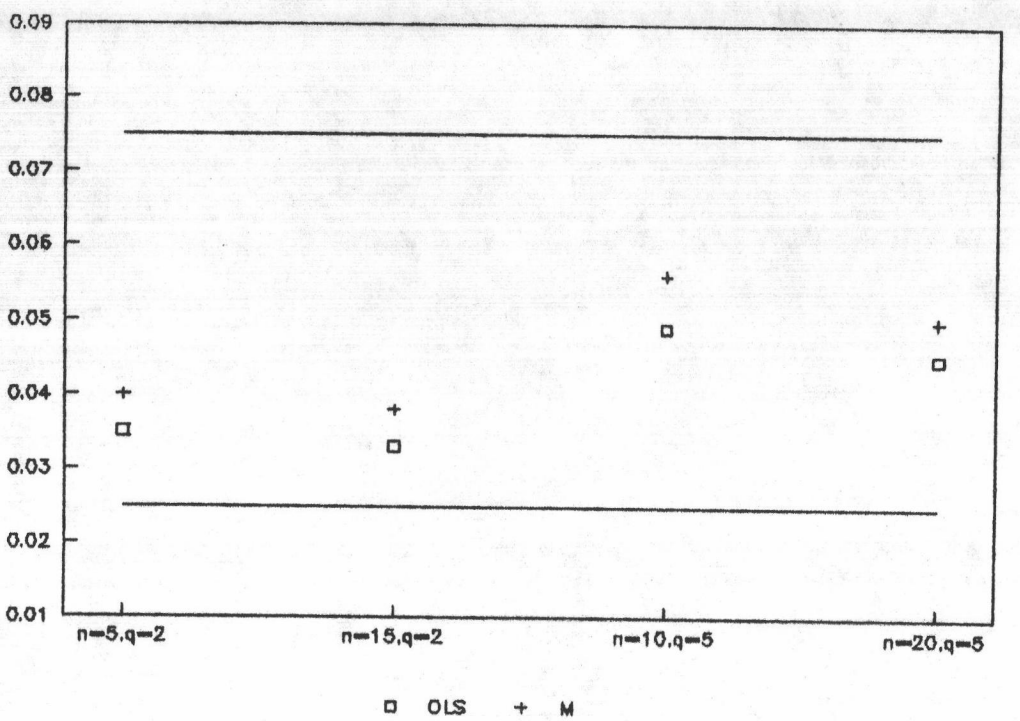
รูปที่ 4.1.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, ⍺ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$



รูปที่ 4.1.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$



รูปที่ 4.1.10 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7, ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$



สรุปความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีตัวประมาณเอ็มสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1ได้ทุกกรณี แต่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่สามารถควบคุมได้ในกรณีที่จำนวนวิธีปฏิบัติ ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อยและสเกลแฟคเตอร์มีค่าสูงไม่ว่าจำนวนตัวแปรร่วมและเปอร์เซนต์การปลอมปนที่ศึกษาจะมีค่าเท่าไรก็ตาม ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติคทั้งสองวิธีการสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี

ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสองวิธีการโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วม, จำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามจำนวนตัวแปรร่วม,จำนวนวิธีปฏิบัติ สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสองควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้นทุกการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษา

4.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีตัวประมาณเอ็มกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยศึกษาภายใต้การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติคและปกติปลอมปน ด้วยการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบเฉพาะในกรณีที่ทั้งสองวิธีการสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น

การนำเสนอค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีการจากการทดลองในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติ ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วมจะนำเสนอเป็น 2 รูปแบบคือ

1. แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม

2. แสดงค่าเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มโดยใช้ค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบ (Relative of Power of the test (RPOW)) ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

<u>กรณีที่ 1</u> $POW_{OLS} < POW_{M}$

$$RPOW = \left(\frac{POW_{M} - POW_{OLS}}{POW_{OLS}}\right) \times 100$$

<u>กรณีที่ 2</u> $POW_{M} < POW_{OLS}$

$$RPOW = \left(\frac{POW_{OLS} - POW_{M}}{POW_{M}}\right) \times 100$$

ก) <u>ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน</u>

ค่าอำนาจการทดสอบและค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบจะนำเสนอไว้ในตารางที่ 4.5 ถึง 4.8 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

<u>ตารางที่ 4.5</u> แสดงค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ α=.01 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

<u>ตารางที่ 4.6</u> แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ α=.01 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

<u>ตารางที่ 4.7</u> แสดงค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ α=.05 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

<u>ตารางที่ 4.8</u> แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ α=.05 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซนต์การปลอมปน

จำนวนวิธีปฏิบัติ	การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
		n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	CN(05,05)	.2170	.2180	.7550	.7430	.5150	.5150	.8020	.7950
	CN(05,10)	.1530	.1610	.5520	.5470	.3310	.3480	.6480	.6210
	CN(05,20)	.0690	.0770	.3130	.3320	.1640	.1880	.3830	.3940
	CN(05,30)	.0480	.0560	.1890	.2110	.0840	.1070	.2150	.2410
	CN(10,05)			.4590	.4340	.3630	.3870	.5030	.4690
	CN(10,10)			.2320	.2280	.1640	.1850	.2540	.2400
	CN(10,20)			.0940	.1040	.0480	.0730	.0810	.1010
	CN(10,30)			.0600	.0850	.0200	.0360	.0340	.0680
	CN(15,05)			.3220	.3040			.3280	.3020
	CN(15,10)			.1220	.1220			.1250	.1110
	CN(15,20)			.0410	.0660			.0300	.0520
	CN(15,30)			.0300	.0530			.0170	.0360
5	CN(05,05)	.1600	.1760	.6660	.6360	.4280	.4400	.7760	.7520
	CN(05,10)	.1040	.1180	.4640	.4560	.2540	.2600	.5680	.5520
	CN(05,20)	.0560	.0600	.2020	.2260	.1080	.1360	.2600	.3020
	CN(05,30)	.0420	.0440	.1180	.1600	.0520	.0860	.1680	.2060
	CN(10,05)	.1160	.1240	.3200	.2680	.2520	.2620	.3580	.3000
	CN(10,10)	.0620	.0640	.1260	.1060	.0980	.1160	.1620	.1380
	CN(10,20)	.0160	.0200	.0600	.0700	.0320	.0500	.0600	.0720
	CN(10,30)	.0180	.0200	.0400	.0540	.0150	.0290	.0400	.0580
	CN(15,05)	.1020	.1180	.1780	.1420	.1920	.1920	.2120	.1960
	CN(15,10)	.0500	.0560	.0820	.0660	.0580	.0760	.0870	.0820
	CN(15,20)	.0100	.0140	.0240	.0340	.0140	.0280	.0320	.0460
	CN(15,30)	.0100	.0120	.0200	.0280	.0080	.0180	.0200	.0440
7	CN(05,05)	.1440	.1540	.6040	.5880	.3480	.3560	.7140	.6820
	CN(05,10)	.0960	.1140	.3720	.3640	.1960	.2040	.4540	.4440
	CN(05,20)	.0400	.0500	.1600	.1820	.0740	.0980	.2380	.2460
	CN(05,30)	.0300	.0400	.0880	.1140	.0380	.0680	.1000	.1520
	CN(10,05)	.1000	.1020	.2340	.1740	.1740	.1580	.3040	.2360
	CN(10,10)	.0500	.0500	.0860	.0640	.0560	.0620	.1100	.0920
	CN(10,20)	.0100	.0120	.0340	.0420	.0160	.0200	.0340	.0500
	CN(10,30)	.0140	.0200	.0220	.0420	.0110	.0200	.0240	.0400
	CN(15,05)	.0740	.0840	.1120	.0960	.1080	.0980	.1480	.1120
	CN(15,10)	.0320	.0440	.0680	.0600	.0240	.0300	.0540	.0430
	CN(15,20)	.0060	.0100	.0200	.0320	.0100	.0170	.0180	.0320
	CN(15,30)	.0100	.0160	.0120	.0250	.0060	.0110	.0140	.0260

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการทดลองที่ใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha=.01$ จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซนต์การปลอมปน

จำนวนวิธีปฏิบัติ	การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
		n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	CN(05,05)	0.00	0.46	1.61	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00
	CN(05,10)	0.00	5.23	0.91	0.00	0.00	5.14	4.35	0.00
	CN(05,20)	0.00	11.59	0.00	6.07	0.00	14.63	0.00	2.88
	CN(05,30)	0.00	16.67	0.00	11.64	0.00	27.38	0.00	12.09
	CN(10,05)			5.76	0.00	0.00	6.61	7.25	0.00
	CN(10,10)			1.75	0.00	0.00	12.80	5.83	0.00
	CN(10,20)			0.00	10.64	0.00	52.08	0.00	24.69
	CN(10,30)			0.00	41.67	0.00	80.00	0.00	100.00
	CN(15,05)			5.92	0.00			8.61	0.00
	CN(15,10)			0.00	0.00			12.61	0.00
	CN(15,20)			0.00	60.98			0.00	73.33
	CN(15,30)			0.00	76.67			0.00	111.76
5	CN(05,05)	0.00	10.00	3.77	0.00	0.00	2.80	3.19	0.00
	CN(05,10)	0.00	13.46	1.75	0.00	0.00	2.36	2.90	0.00
	CN(05,20)	0.00	7.14	0.00	11.88	0.00	25.93	0.00	16.15
	CN(05,30)	0.00	4.76	0.00	35.59	0.00	65.38	0.00	22.62
	CN(10,05)	0.00	6.90	19.40	0.00	0.00	3.97	19.33	0.00
	CN(10,10)	0.00	3.23	18.87	0.00	0.00	18.37	17.39	0.00
	CN(10,20)	0.00	25.00	0.00	16.67	0.00	56.25	0.00	20.00
	CN(10,30)	0.00	11.11	0.00	35.00	0.00	93.33	0.00	45.00
	CN(15,05)	0.00	15.69	25.35	0.00	0.00	0.00	8.16	0.00
	CN(15,10)	0.00	12.00	24.24	0.00	0.00	31.03	6.09	0.00
	CN(15,20)	0.00	40.00	0.00	41.67	0.00	100.00	0.00	43.75
	CN(15,30)	0.00	20.00	0.00	40.00	0.00	125.00	0.00	120.00
7	CN(05,05)	0.00	6.94	2.72	0.00	0.00	2.30	4.69	0.00
	CN(05,10)	0.00	18.75	2.20	0.00	0.00	4.08	2.52	0.00
	CN(05,20)	0.00	25.00	0.00	13.75	0.00	32.43	0.00	10.92
	CN(05,30)	0.00	33.33	0.00	29.54	0.00	78.95	0.00	52.00
	CN(10,05)	0.00	2.00	34.48	0.00	0.00	13.79	28.81	0.00
	CN(10,10)	0.00	0.00	34.37	0.00	0.00	10.71	19.56	0.00
	CN(10,20)	0.00	20.00	0.00	23.53	0.00	25.00	0.00	47.06
	CN(10,30)	0.00	42.86	0.00	90.91	0.00	81.82	0.00	66.67
	CN(15,05)	0.00	13.51	16.67	0.00	0.00	18.52	32.14	0.00
	CN(15,10)	0.00	37.50	13.33	0.00	0.00	25.00	25.58	0.00
	CN(15,20)	0.00	66.67	0.00	60.00	0.00	70.00	0.00	77.78
	CN(15,30)	0.00	60.00	0.00	108.33	0.00	83.33	0.00	85.71

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

$$RPOW = \begin{cases} \left(\frac{POW_M - POW_{OLS}}{POW_{OLS}}\right) \times 100 & , POW_M > POW_{OLS} \\ \left(\frac{POW_{OLS} - POW_M}{POW_M}\right) \times 100 & , POW_M < POW_{OLS} \end{cases}$$

จากตารางที่ 4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย ณ ทุกระดับของสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปน และเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูง แต่วิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าต่ำ เพราะว่าการเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติที่สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าต่ำจะทำให้ลักษณะการแจกแจงความคลาดเคลื่อนเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติมากขึ้นซึ่งเป็นผลทำให้การประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีตัวประมาณเอ็ม

ค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีการจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติ, สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูงขึ้น แต่จะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติ, สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปน แต่จะแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติ เป็นการเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นในขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมุติฐานก็จะลดลง แต่ถ้าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้นผลการทดสอบสมมุติฐานก็จะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

สำหรับการเพิ่มขนาดตัวอย่างที่เท่า ๆกันของจำนวนตัวแปรร่วม 2 และ 5 พบว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 2 จะสูงกว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 5 แสดงว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ค่า RPOW ของวิธีตัวประมาณเอ็มจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูงขึ้น แต่ค่า RPOW ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูงขึ้น ไม่ว่าจำนวนวิธีปฏิบัติจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ตาม

ตารางต่อไปจะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีการ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ จากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ α = .05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซนต์การปลอมปน

จำนวนวิธีปฏิบัติ	การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
		n_1 = 5		n_1 = 15		n_1 =10		n_1 = 20	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	CN(05,05)	.4720	.4860	.8880	.8770	.7180	.7250	.9190	.9010
	CN(05,10)	.3680	.3800	.7690	.7470	.5760	.5790	.8070	.7930
	CN(05,20)	.2240	.2460	.5340	.5440	.3560	.3710	.6140	.6180
	CN(05,30)	.1600	.1740	.3850	.4100	.2460	.2620	.4500	.4900
	CN(10,05)	.4080	.4250	.6240	.5780	.5440	.5550	.6740	.6210
	CN(10,10)	.2690	.2880	.4070	.3840	.3250	.3460	.4520	.4080
	CN(10,20)	.1190	.1460	.2220	.2430	.1500	.2020	.2330	.2600
	CN(10,30)	.0740	.1010	.1540	.1780	.0910	.1300	.1510	.1840
	CN(15,05)	.3750	.3920	.4740	.4180	.4510	.4700	.5030	.4320
	CN(15,10)	.2340	.2560	.2690	.2320	.2250	.2590	.2760	.2550
	CN(15,20)	.0860	.1090	.1380	.1560	.1010	.1400	.1340	.1670
	CN(15,30)	.0610	.0710	.1060	.1480	.0660	.0920	.1010	.1410
5	CN(05,05)	.3810	.4000	.8220	.8200	.6560	.6580	.9100	.8880
	CN(05,10)	.2940	.3220	.6340	.6320	.4700	.4780	.7680	.7460
	CN(05,20)	.1720	.2000	.4120	.4120	.2720	.3240	.5240	.5400
	CN(05,30)	.1220	.1480	.2980	.3340	.1920	.2400	.3660	.3960
	CN(10,05)	.2540	.2760	.5160	.4500	.4120	.4160	.5700	.4760
	CN(10,10)	.1500	.1820	.3120	.2440	.2240	.2280	.3380	.2820
	CN(10,20)	.0800	.1040	.1660	.1780	.1080	.1540	.1920	.2180
	CN(10,30)	.0740	.0920	.1160	.1600	.0880	.1160	.1240	.1640
	CN(15,05)	.2200	.2280	.3260	.2360	.3140	.3180	.3520	.3200
	CN(15,10)	.1160	.1400	.1620	.1510	.1520	.1540	.1900	.1480
	CN(15,20)	.0500	.0720	.1120	.1240	.0760	.1160	.0900	.1300
	CN(15,30)	.0600	.0700	.0840	.1300	.0600	.1000	.0860	.1300
7	CN(05,05)	.3340	.3500	.8140	.8000	.5840	.5860	.8720	.8500
	CN(05,10)	.2280	.2560	.6000	.5920	.3960	.4180	.6700	.6380
	CN(05,20)	.1460	.1780	.3660	.3840	.2400	.2880	.4420	.4700
	CN(05,30)	.1120	.1420	.2640	.3080	.1660	.2020	.2860	.3240
	CN(10,05)	.2260	.2360	.4340	.3160	.3100	.3220	.5300	.4100
	CN(10,10)	.1260	.1440	.2380	.1720	.1680	.1680	.2800	.2200
	CN(10,20)	.0620	.0740	.1320	.1420	.0900	.1220	.1480	.1620
	CN(10,30)	.0140	.0200	.0940	.1360	.0640	.1120	.0960	.1480
	CN(15,05)	.1940	.2050	.2580	.1440	.1620	.1760	.3140	.1640
	CN(15,10)	.0940	.1020	.1260	.0940	.0940	.0960	.1600	.1240
	CN(15,20)	.0440	.0500	.0760	.0940	.0560	.0940	.1000	.1200
	CN(15,30)	.0580	.0680	.0760	.1200	.0450	.0820	.0600	.1200

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการทดลองที่ใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซนต์การปลอมปน

จำนวนวิธีปฏิบัติ	การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
		n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
		OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	CN(05,05)	0.00	2.97	1.25	0.00	0.00	0.97	2.00	0.00
	CN(05,10)	0.00	3.26	2.94	0.00	0.00	0.52	1.76	0.00
	CN(05,20)	0.00	9.82	0.00	1.87	0.00	4.21	0.00	0.65
	CN(05,30)	0.00	8.75	0.00	6.49	0.00	6.50	0.00	8.89
	CN(10,05)	0.00	4.17	7.96	0.00	0.00	2.02	8.53	0.00
	CN(10,10)	0.00	7.06	5.99	0.00	0.00	6.46	10.78	0.00
	CN(10,20)	0.00	22.69	0.00	9.46	0.00	34.67	0.00	11.59
	CN(10,30)	0.00	36.49	0.00	15.58	0.00	42.86	0.00	21.85
	CN(15,05)	0.00	4.53	13.40	0.00	0.00	4.21	16.43	0.00
	CN(15,10)	0.00	9.40	15.95	0.00	0.00	15.11	8.23	0.00
	CN(15,20)	0.00	26.74	0.00	13.04	0.00	38.61	0.00	24.63
	CN(15,30)	0.00	16.39	0.00	39.62	0.00	39.39	0.00	39.60
5	CN(05,05)	0.00	4.99	0.24	0.00	0.00	0.31	2.48	0.00
	CN(05,10)	0.00	9.52	0.32	0.00	0.00	1.70	2.95	0.00
	CN(05,20)	0.00	16.28	0.00	0.00	0.00	19.12	0.00	3.05
	CN(05,30)	0.00	21.31	0.00	12.08	0.00	25.00	0.00	8.20
	CN(10,05)	0.00	8.66	14.67	0.00	0.00	0.97	19.75	0.00
	CN(10,10)	0.00	21.33	27.87	0.00	0.00	1.79	19.86	0.00
	CN(10,20)	0.00	30.00	0.00	7.23	0.00	42.59	0.00	13.54
	CN(10,30)	0.00	24.32	0.00	37.93	0.00	31.82	0.00	32.26
	CN(15,05)	0.00	3.64	38.14	0.00	0.00	1.27	10.00	0.00
	CN(15,10)	0.00	20.69	7.28	0.00	0.00	1.32	6.74	0.00
	CN(15,20)	0.00	44.00	0.00	10.71	0.00	52.63	0.00	44.44
	CN(15,30)	0.00	16.67	0.00	54.76	0.00	66.67	0.00	51.16
7	CN(05,05)	0.00	4.79	1.75	0.00	0.00	0.34	2.59	0.00
	CN(05,10)	0.00	12.28	1.35	0.00	0.00	5.56	5.02	0.00
	CN(05,20)	0.00	21.92	0.00	4.92	0.00	20.00	0.00	6.33
	CN(05,30)	0.00	26.79	0.00	16.67	0.00	21.69	0.00	13.29
	CN(10,05)	0.00	4.42	37.34	0.00	0.00	3.87	29.27	0.00
	CN(10,10)	0.00	14.29	38.37	0.00	0.00	0.00	27.27	0.00
	CN(10,20)	0.00	19.35	0.00	7.58	0.00	35.56	0.00	9.46
	CN(10,30)	0.00	42.86	0.00	44.68	0.00	75.00	0.00	54.17
	CN(15,05)	0.00	5.67	79.17	0.00	0.00	8.64	91.46	0.00
	CN(15,10)	0.00	8.51	34.04	0.00	0.00	2.13	29.03	0.00
	CN(15,20)	0.00	13.64	0.00	23.68	0.00	67.86	0.00	20.00
	CN(15,30)	0.00	17.24	0.00	57.89	0.00	82.22	0.00	100.00

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

$$RPOW = \begin{cases} \left(\frac{POW_M - POW_{OLS}}{POW_{OLS}}\right) \times 100 & , POW_M > POW_{OLS} \\ \left(\frac{POW_{OLS} - POW_M}{POW_M}\right) \times 100 & , POW_M < POW_{OLS} \end{cases}$$

จากตารางที่ 4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย ณ ทุกระดับของสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปน และเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูง แต่วิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าต่ำ เพราะว่าการเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติที่สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าต่ำจะทำให้ลักษณะการแจกแจงความคลาดเคลื่อนเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติมากขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีตัวประมาณเอ็ม

ค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีการจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติ, สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูงขึ้น แต่จะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติ , สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปน แต่จะแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติเป็นการเพิ่มพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นในขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมุติฐานก็จะลดลง แต่ถ้าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้นผลการทดสอบสมมุติฐานก็จะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ค่าอำนาจการทดสอบยังมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น เพราะการเพิ่มระดับนัยสำคัญจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 2 มีค่าน้อยลงซึ่งทำให้อำนาจการทดสอบสูงขึ้น

สำหรับการเพิ่มขนาดตัวอย่างที่เท่าๆกันของจำนวนตัวแปรร่วม 2 และ 5 พบว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 2 จะสูงกว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 5 หมายความว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.8 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ค่า RPOW ของวิธีตัวประมาณเอ็มจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูงขึ้น แต่ค่า RPOW ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูงขึ้น

ไม่ว่าจำนวนวิธีปฏิบัติจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ตาม

รายละเอียดของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนจะนำเสนอในรูปที่ 4.2.1 - 4.2.6 และภาคผนวก ค

รูปที่ 4.2.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.01

รูปที่ 4.2.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

รูปที่ 4.2.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 10 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

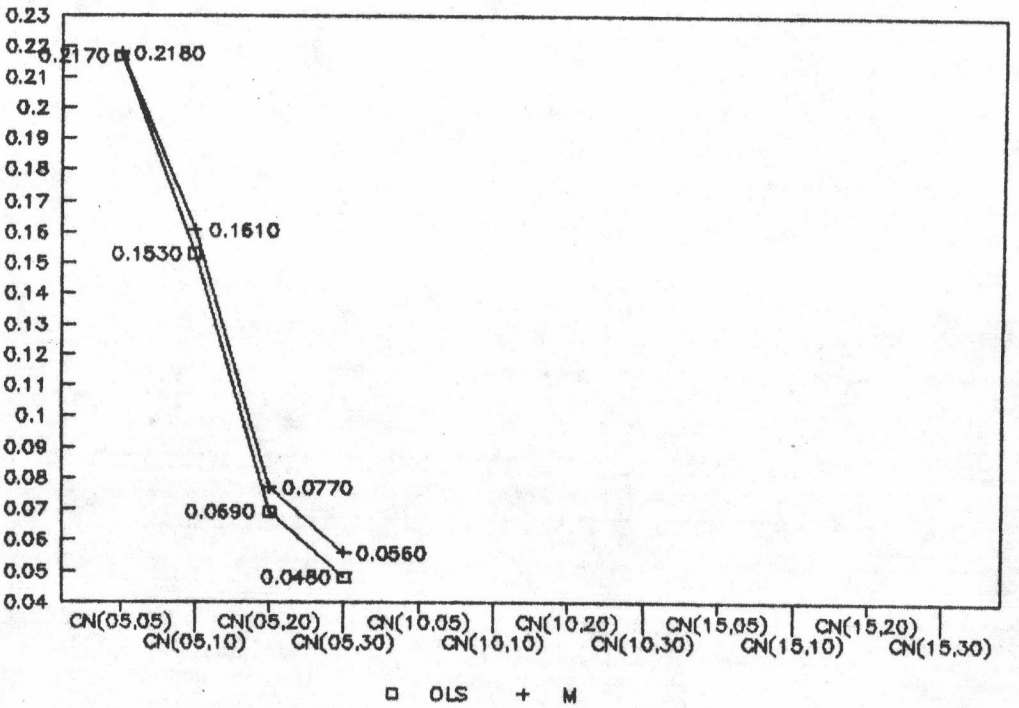
รูปที่ 4.2.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 20 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

รูปที่ 4.2.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

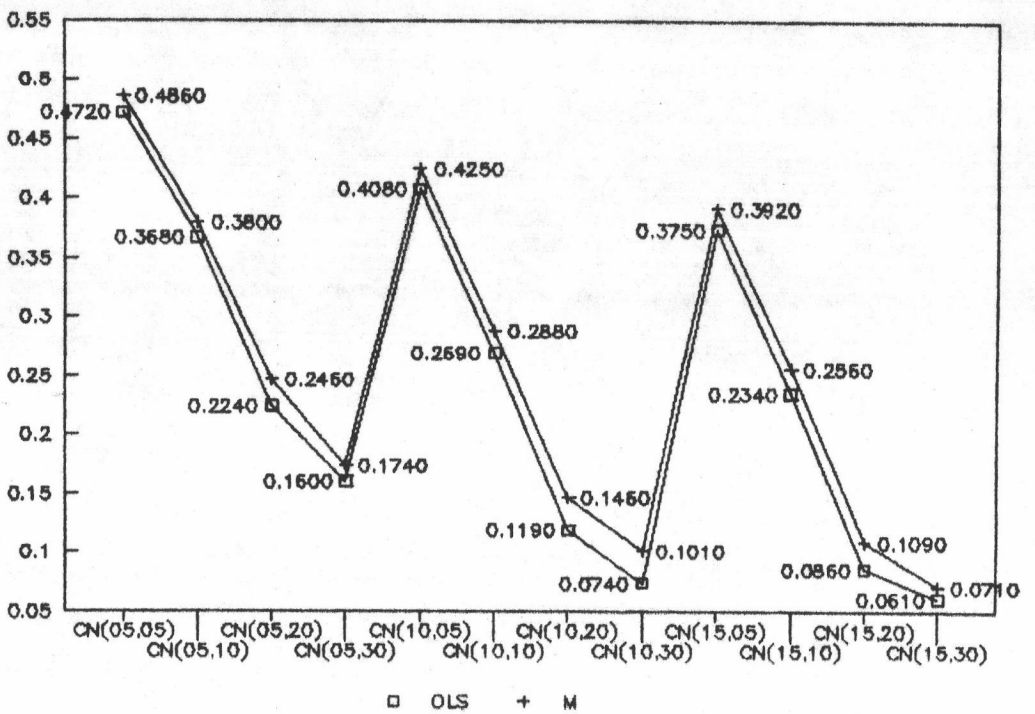
รูปที่ 4.2.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05

จากรูปที่ 4.2.1 และรูปที่ 4.2.2 จะแสดงการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าอำนาจการทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนรูปที่ 4.2.3 และรูปที่ 4.2.4 จะแสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าค่าอำนาจการทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับรูปที่ 4.2.5 และรูปที่ 4.2.6 จะแสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าค่าอำนาจการทดสอบมีค่าลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น

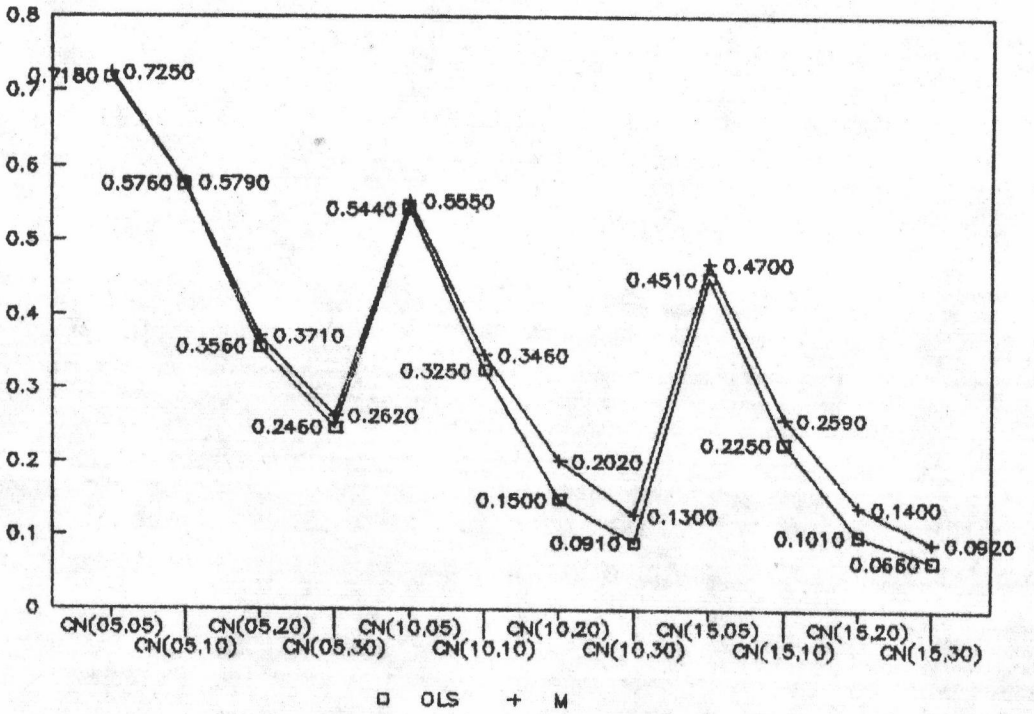
รูปที่ 4.2.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01



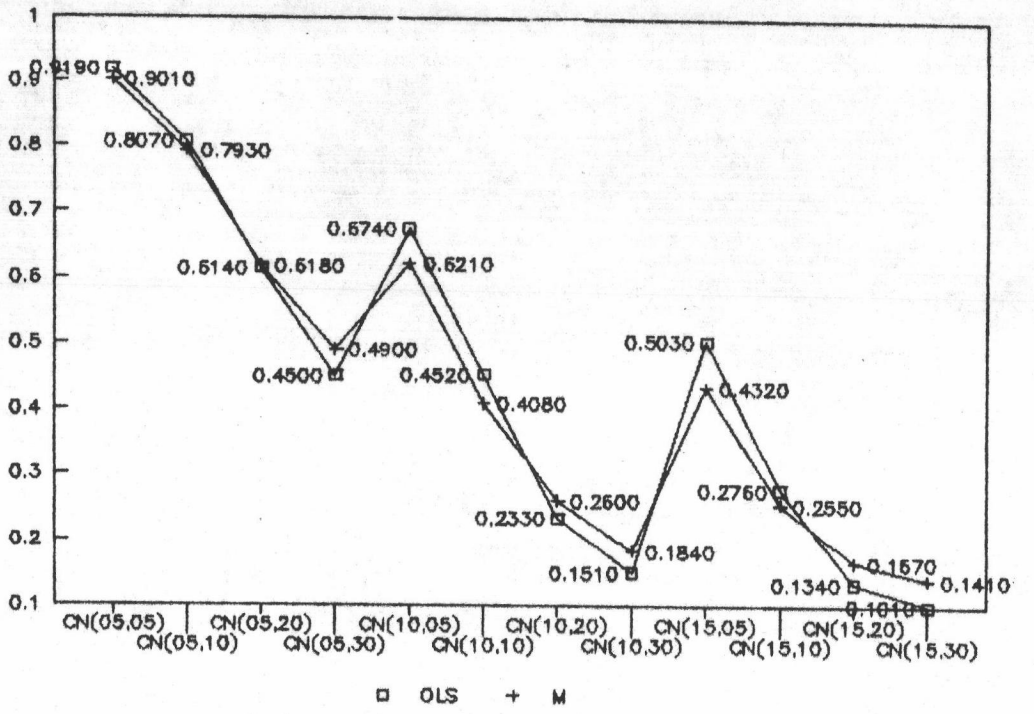
รูปที่ 4.2.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05



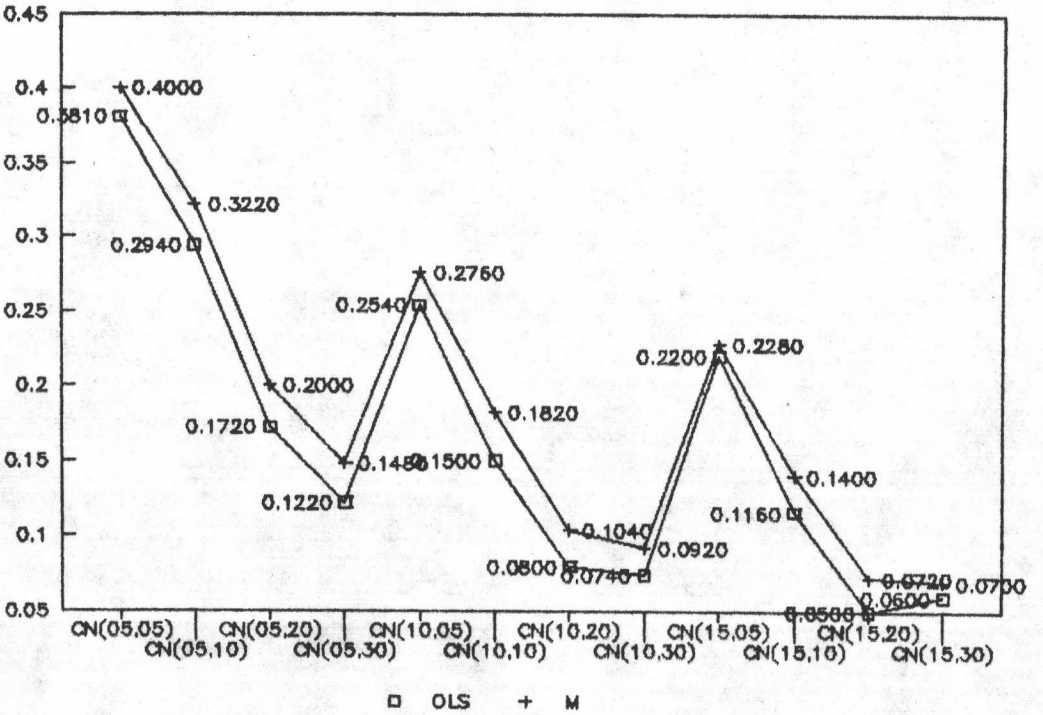
รูปที่ 4.2.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 10 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05



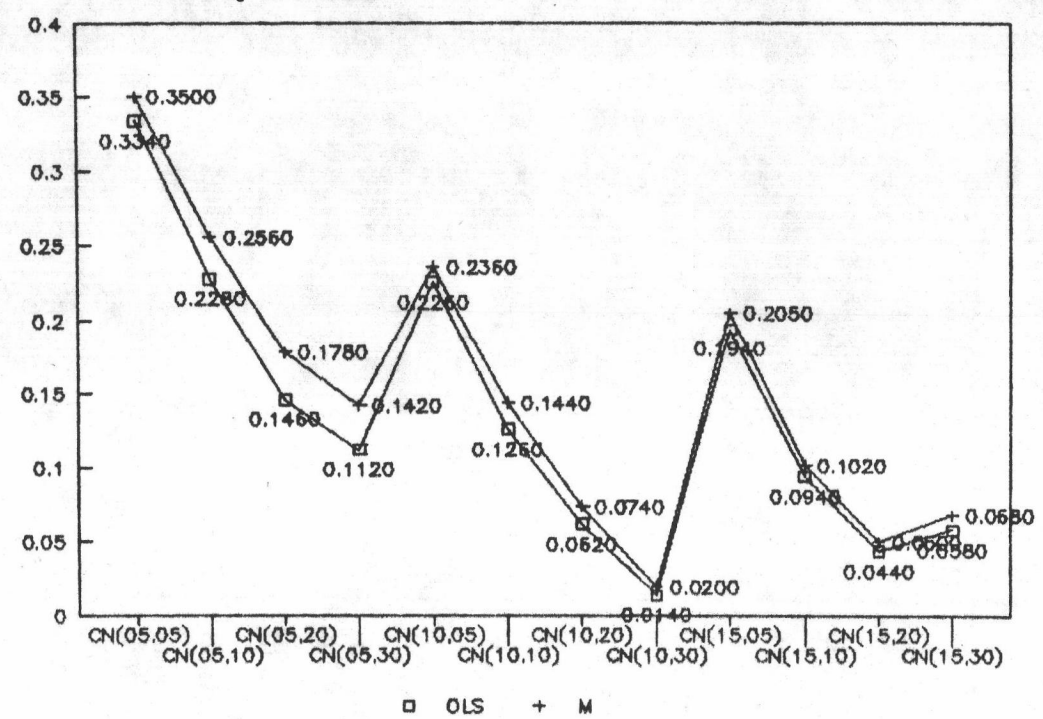
รูปที่ 4.2.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05



รูปที่ 4.2.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05



รูปที่ 4.2.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05



ข) ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค

ค่าอำนาจการทดสอบและค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบจะนำเสนอไว้ในตารางที่ 4.9 ถึง 4.12 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha=.01$ จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha=.01$ จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha=.05$ จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha=.05$ จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็ม **เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ** α =.01 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนวิธีปฏิบัติ	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
	n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
	OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	.3010	.3040	.9780	.9750	.7940	.7950	.9980	.9970
5	.2920	.2960	.9740	.9730	.7410	.7460	.9950	.9940
7	.2880	.2910	.9700	.9680	.6990	.6970	.9920	.9910

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบจากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารา-มิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจก-แจงแบบโลจิสติค และระดับนัยสำคัญ α = .01 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนวิธีปฏิบัติ	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
	n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
	OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	0.00	0.99	0.31	0.00	0.00	0.13	0.10	0.00
5	0.00	1.37	0.10	0.00	0.00	0.68	0.10	0.00
7	0.00	1.04	0.21	0.00	0.29	0.00	0.10	0.00

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

$$RPOW = \begin{cases} \left(\frac{POW_M - POW_{OLS}}{POW_{OLS}}\right) \times 100 & , POW_M > POW_{OLS} \\ \left(\frac{POW_{OLS} - POW_M}{POW_M}\right) \times 100 & , POW_M < POW_{OLS} \end{cases}$$

จากตารางที่ 4.9 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย แต่จะให้ค่าอำนาจการทดสอบน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น

อำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่อำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติเป็นการเพิ่มพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นในขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมุติฐานก็จะลดลง แต่ถ้าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น ผลการทดสอบสมมุติฐานก็จะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

สำหรับการเพิ่มขนาดตัวอย่างที่เท่า ๆกันของจำนวนตัวแปรร่วม 2 และ 5 พบว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 2 จะสูงกว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 5 แสดงว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.10 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ โดยทั่วไปค่า RPOW ของวิธีตัวประมาณเอ็มจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงในบางกรณี และค่า RPOW ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะคงที่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าสูง ไม่ว่าจำนวนวิธีปฏิบัติจะมีค่าเท่าไรก็ตาม

ตารางต่อไปจะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีการ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีตัวประมาณเอ็มเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α =.05 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนวิธีปฏิบัติ	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
	n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
	OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	.6110	.6180	.9970	.9960	.9310	.9310	.9990	.9980
5	.5960	.6020	.9960	.9940	.9030	.9070	.9980	.9970
7	.5780	.5840	.9940	.9930	.8820	.8770	.9940	.9930

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบจากผลการทดลองโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีตัวประมาณเอ็มเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค และระดับนัยสำคัญ α = .05 จำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนวิธีปฏิบัติ	จำนวนตัวแปรร่วม = 2				จำนวนตัวแปรร่วม = 5			
	n_i = 5		n_i = 15		n_i =10		n_i = 20	
	OLS	M	OLS	M	OLS	M	OLS	M
3	0.00	1.15	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
5	0.00	1.01	0.20	0.00	0.00	0.44	0.10	0.00
7	0.00	1.04	0.10	0.00	0.57	0.00	0.10	0.00

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , M = วิธีตัวประมาณเอ็ม

$$RPOW = \begin{cases} \left(\frac{POW_M - POW_{OLS}}{POW_{OLS}}\right) \times 100 & , POW_M > POW_{OLS} \\ \left(\frac{POW_{OLS} - POW_M}{POW_M}\right) \times 100 & , POW_M < POW_{OLS} \end{cases}$$

จากตารางที่ 4.11 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อยแต่จะให้ค่าอำนาจการทดสอบน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น

อำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่อำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติหรือจำนวนตัวแปรร่วมเป็นการเพิ่มพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นในขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมุติฐานก็จะลดลง แต่ถ้าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น ผลการทดสอบสมมุติฐานก็จะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ค่าอำนาจการทดสอบยังมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น เพราะการเพิ่มระดับนัยสำคัญจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 2 มีค่าน้อยลงซึ่งทำให้อำนาจการทดสอบสูงขึ้น

สำหรับการเพิ่มขนาดตัวอย่างที่เท่า ๆกันของจำนวนตัวแปรร่วม 2 และ 5 พบว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 2 จะสูงกว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อใช้จำนวนตัวแปรร่วม = 5 แสดงว่าอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.12 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ โดยทั่วไปค่า RPOW ของวิธีตัวประมาณเอ็มจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงในบางกรณี และค่า RPOW ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะคงที่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าสูง ไม่ว่าจำนวนวิธีปฏิบัติจะมีค่าเท่าไรก็ตาม

รายละเอียดของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติคจะนำเสนอในรูปที่ 4.2.7 - 4.2.10 และภาคผนวก ค

<u>รูปที่ 4.2.7</u> แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3,

จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5,15 และจำนวนตัวแปรร่วม = 5 , ขนาดตัวอย่าง = 10,20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01

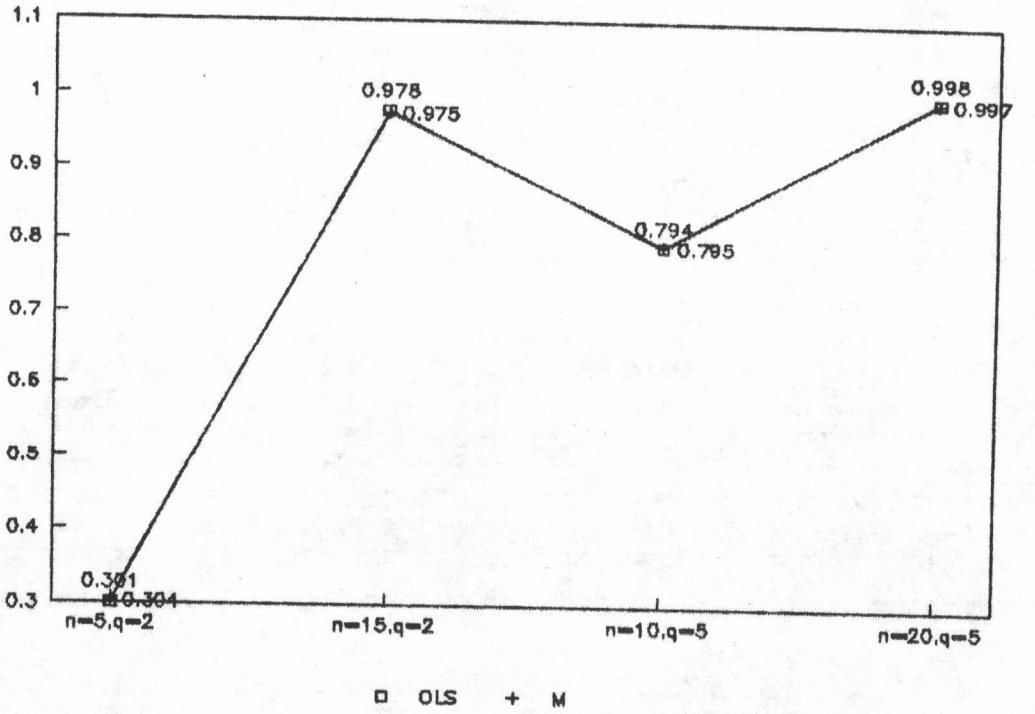
รูปที่ 4.2.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5,15 และจำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 10,20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .05

รูปที่ 4.2.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5,15 และ จำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 10,20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01

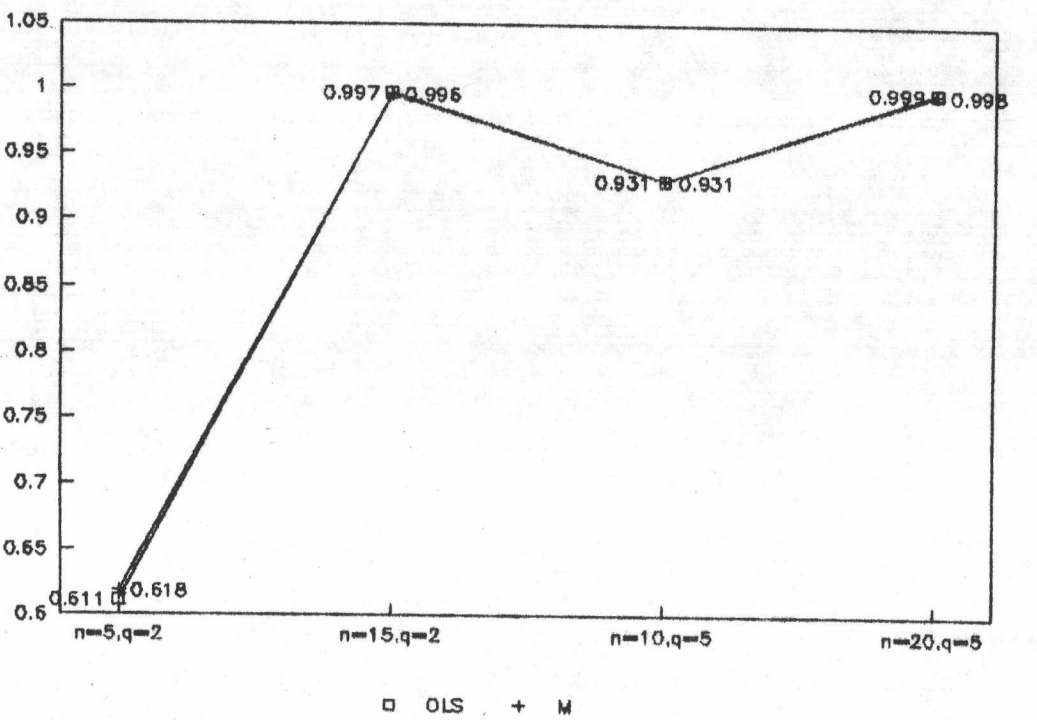
รูปที่ 4.2.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองที่ใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7, จำนวนตัวแปรร่วม = 2, ขนาดตัวอย่าง = 5,15 และจำนวนตัวแปรร่วม = 5, ขนาดตัวอย่าง = 10,20 ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01

จากรูปที่ 4.2.7 และรูปที่ 4.2.8 จะแสดงการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าค่าอำนาจการทดสอบจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนรูปที่ 4.2.9 และรูปที่ 4.2.4 จะแสดงการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าค่าอำนาจการทดสอบจะมีค่าลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น

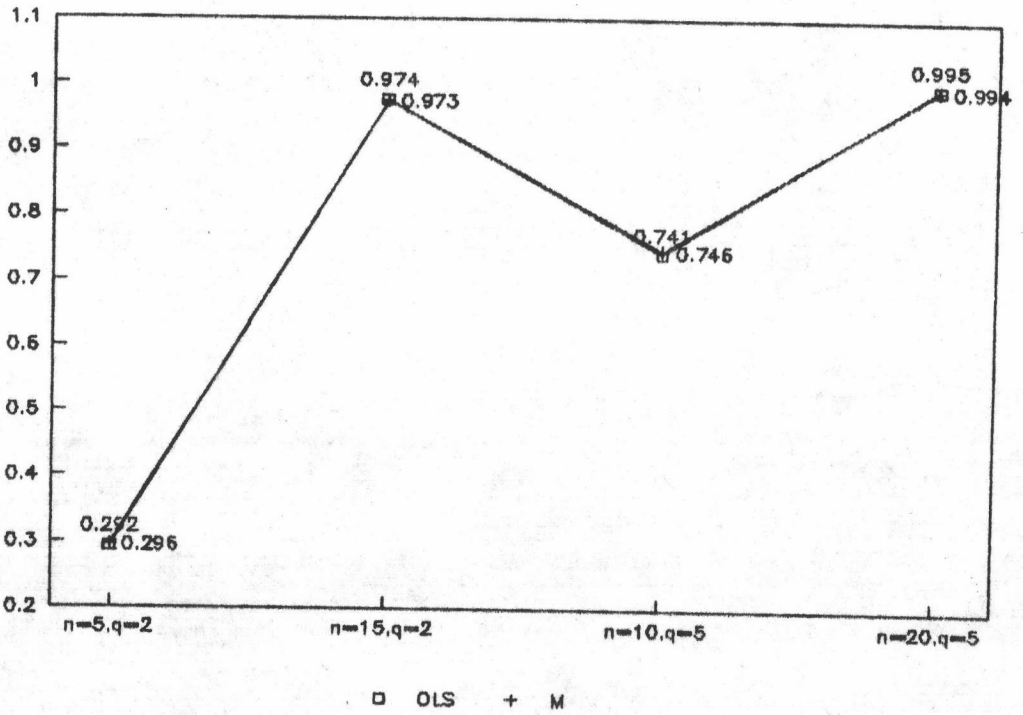
รูปที่ 4.2.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, ⊠ ระดับนัยสำคัญ α = .01



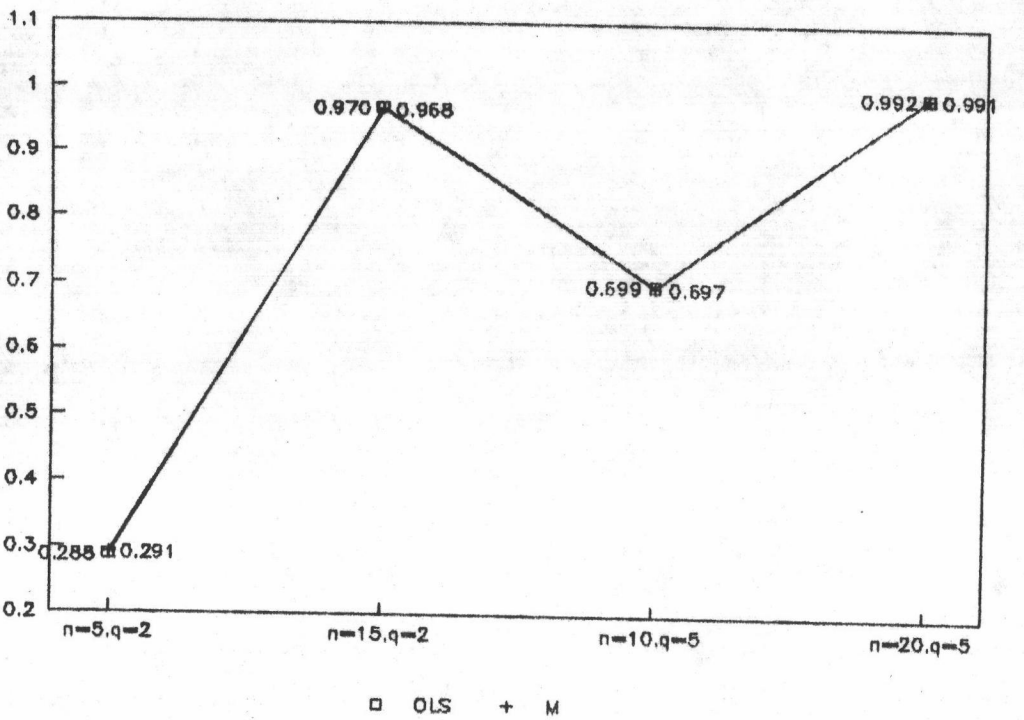
รูปที่ 4.2.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3, ⊠ ระดับนัยสำคัญ α = .05



รูปที่ 4.2.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01



รูปที่ 4.2.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค โดยใช้จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7, ณ ระดับนัยสำคัญ α = .01



สรุปการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีตัวประมาณเอ็มในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อยไม่ว่าสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ตาม และขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนมีค่าสูง ส่วนการเพิ่มระดับสเกลแฟคเตอร์, เปอร์เซนต์การปลอมปนจะทำให้ค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีการลดลง กรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติค ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อยทุกกรณี แต่วิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบต่ำกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น

อำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติและระดับนัยสำคัญ α แต่จะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติ ส่วนอัตราการเพิ่มของค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนตัวแปรร่วมทุกกรณีที่ศึกษา