

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มที่ใช้เกณฑ์ความแรงของแรมเซย์ และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบเบ้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาภายใต้การแจกแจงแบบลอกนอรัมอล และการแจกแจงแบบโคสแควร์

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

การพิจารณาได้ดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน คือ

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

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

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

2. พิจารณาค่าอำนาจการทดสอบ นั่นคือ ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีการประมาณพารามิเตอร์ทั้งสามวิธีในสถานการณ์ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น

ผลการวิจัยแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบนำเสนอในรูปตาราง และเพื่อความสะดวกในการอธิบายผลจึงขอใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่างๆ ดังนี้

OLS	หมายถึง	วิธีกำลังสองน้อยที่สุด
M	หมายถึง	วิธีตัวประมาณเอ็ม
RT	หมายถึง	วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ
LNOR(μ, σ)	หมายถึง	การแจกแจงความคลาดเคลื่อนแบบลอกนอร์มอล ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ σ
Chi(V)	หมายถึง	การแจกแจงความคลาดเคลื่อนแบบไคสแควร์ ที่มีระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ V
α	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญ
POW _{ols}	หมายถึง	ค่าอำนาจการทดสอบวิธีกำลังสองน้อย
POW _M	หมายถึง	ค่าอำนาจการทดสอบวิธีตัวประมาณเอ็ม
POW _{RT}	หมายถึง	ค่าอำนาจการทดสอบวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ

4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยกำหนดให้อิทธิพลของวิธีปฏิบัติเท่ากับ 0 จากการทดลองตามสถานการณ์ต่างๆ จะพิจารณาตามลำดับดังนี้

ก เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล

ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะนำเสนอไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ณ ระดับ นัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึมอล ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
LNOR (0,0.5)	3	5	0.008	0.008	0.005	0.006	0.006	0.006
		10	0.005	0.005	0.007	0.012	0.012	0.009
		15	0.011	0.011	0.011	0.014	0.013	0.007
	5	5	0.010	0.010	0.008	0.006	0.006	0.005
		10	0.010	0.010	0.010	0.011	0.012	0.010
		15	0.006	0.006	0.007	0.010	0.010	0.011
	7	5	0.009	0.008	0.009	0.009	0.010	0.005
		10	0.009	0.011	0.009	0.009	0.010	0.009
		15	0.007	0.005	0.013	0.007	0.007	0.012
LNOR (0,1.0)	3	5	0.011	0.011	0.006	0.006	0.006	0.008
		10	0.009	0.009	0.013	0.006	0.006	0.007
		15	0.007	0.013	0.006	0.006	0.012	0.006
	5	5	0.004*	0.007	0.009	0.007	0.007	0.016*
		10	0.003*	0.005	0.010	0.008	0.014	0.010
		15	0.010	0.012	0.010	0.012	0.015	0.011
	7	5	0.016*	0.015	0.009	0.008	0.014	0.017*
		10	0.004*	0.011	0.010	0.006	0.007	0.016*
		15	0.005	0.010	0.011	0.007	0.012	0.015

หมายเหตุ

* หมายถึงกรณีที่ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ไม่ได้

จากตารางที่ 4.1 สรุปการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ทั้งสามวิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี ทั้งนี้เพราะเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยๆ จะทำให้ข้อมูลเข้าสู่การแจกแจงแบบปกติ นั่นคือข้อมูลมีความแตกต่างกันน้อย ทำให้การประมาณค่าที่ได้โดยวิธีการทั้งสามมีความถูกต้องแม่นยำ แต่เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.0 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่สามารถควบคุมได้ในกรณีที่ใช้นขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่ากับ 5,10 จำนวนวิธีปฏิบัติเท่ากับ 5,7 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ไม่สามารถควบคุมได้ในกรณีที่ใช้นขนาดตัวอย่างแต่ละวิธีปฏิบัติเท่ากับ 5,10 จำนวนวิธีปฏิบัติเท่ากับ 5,7 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 สำหรับกรณีที่ใช้นจำนวนวิธีปฏิบัติเท่ากับ 3 วิธีการทั้งสามสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ แสดงว่าความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 คีขึ้น เมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่าลดลง

สำหรับค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีการโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้นผลการทดสอบสมมติฐานก็จะมีแนวโน้มเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเป็นการเพิ่มพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้น ในขนาดที่ใช้นขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่าเดิม อาจส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้มีความคลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมติฐานลดลง

ตารางต่อไปจะแสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีการ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึม $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึมอล ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
LNOR (0,0.5)	3	5	0.045	0.045	0.042	0.049	0.049	0.046
		10	0.056	0.056	0.042	0.054	0.054	0.047
		15	0.042	0.041	0.047	0.043	0.043	0.036
	5	5	0.050	0.050	0.052	0.047	0.047	0.039
		10	0.053	0.053	0.045	0.042	0.042	0.055
		15	0.039	0.039	0.054	0.046	0.050	0.066
	7	5	0.039	0.039	0.062	0.046	0.046	0.055
		10	0.047	0.049	0.047	0.037	0.037	0.053
		15	0.039	0.041	0.053	0.039	0.041	0.046
LNOR (0,1.0)	3	5	0.049	0.050	0.057	0.041	0.042	0.042
		10	0.045	0.051	0.052	0.038	0.037	0.045
		15	0.038	0.048	0.040	0.038	0.044	0.048
	5	5	0.042	0.044	0.038	0.036	0.037	0.046
		10	0.034	0.032	0.040	0.046	0.054	0.050
		15	0.038	0.040	0.050	0.046	0.051	0.046
	7	5	0.046	0.053	0.058	0.046	0.052	0.046
		10	0.036	0.038	0.050	0.044	0.048	0.051
		15	0.039	0.050	0.051	0.042	0.048	0.062

จากตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณีศึกษา และค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสามควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น

ข เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์

ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะนำเสนอไว้ในตารางที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ณ ระดับ นัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ณ ระดับ นัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแบบโคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
Chi(1)	3	5	0.012	0.012	0.008	0.010	0.011	0.011
		10	0.006	0.005	0.006	0.012	0.012	0.010
		15	0.007	0.011	0.008	0.005	0.009	0.010
	5	5	0.009	0.010	0.009	0.004	0.007	0.009
		10	0.011	0.011	0.010	0.008	0.008	0.008
		15	0.003	0.007	0.007	0.009	0.014	0.005
	7	5	0.004*	0.008	0.009	0.006	0.009	0.017*
		10	0.003*	0.007	0.008	0.010	0.011	0.016*
		15	0.010	0.009	0.010	0.009	0.012	0.013
Chi(2)	3	5	0.009	0.012	0.010	0.006	0.007	0.010
		10	0.009	0.010	0.007	0.008	0.008	0.010
		15	0.005	0.006	0.006	0.009	0.014	0.013
	5	5	0.009	0.009	0.010	0.008	0.008	0.007
		10	0.012	0.013	0.014	0.007	0.009	0.012
		15	0.009	0.006	0.009	0.006	0.005	0.009
	7	5	0.004*	0.006	0.004*	0.004*	0.008	0.005
		10	0.006	0.006	0.005	0.004*	0.005	0.001*
		15	0.005	0.005	0.009	0.008	0.008	0.008
Chi(3)	3	5	0.010	0.010	0.009	0.007	0.008	0.014
		10	0.010	0.010	0.010	0.012	0.014	0.014
		15	0.014	0.014	0.015	0.009	0.011	0.008
	5	5	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.008
		10	0.009	0.009	0.007	0.010	0.010	0.011
		15	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.009
	7	5	0.012	0.013	0.013	0.006	0.007	0.007
		10	0.005	0.006	0.003*	0.015	0.015	0.008
		15	0.007	0.007	0.010	0.006	0.006	0.005

หมายเหตุ * หมายถึงกรณีที่ควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ไม่ได้

จากตารางที่ 4.3 สรุปการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อใช้จำนวนวิธีปฏิบัติเท่ากับ 7 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ในกรณีที่ใช้นขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่ากับ 5,10 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2,4 ระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 1 และ 2 สำหรับกรณีที่ใช้นจำนวนวิธีปฏิบัติเท่ากับ 3,5 ทั้งสามวิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี แสดงว่าวิธีการทั้งสามสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น เมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติลดลง

สำหรับค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีการโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้นผลการทดสอบสมมติฐานก็就会有ความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ส่วนการเพิ่มจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเป็นการเพิ่มพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นในขนาดที่ใช้นขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่าเดิม อาจส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้มีความคลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมติฐานลดลง

ตารางต่อไปจะแสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีการ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการประมาณพารามิเตอร์แบบ
วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาด
เคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การแจกแจง	จำนวนวิธี ปฏิบัติ	ขนาด ตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
Chi(1)	3	5	0.051	0.052	0.039	0.049	0.049	0.052
		10	0.044	0.048	0.040	0.051	0.059	0.052
		15	0.034	0.052	0.039	0.041	0.050	0.052
	5	5	0.045	0.048	0.051	0.037	0.039	0.040
		10	0.043	0.050	0.050	0.055	0.060	0.044
		15	0.036	0.049	0.037	0.042	0.054	0.041
	7	5	0.042	0.045	0.041	0.047	0.051	0.057
		10	0.031	0.048	0.038	0.057	0.066	0.053
		15	0.045	0.067	0.047	0.046	0.065	0.063
Chi(2)	3	5	0.043	0.046	0.053	0.034	0.041	0.053
		10	0.036	0.038	0.045	0.036	0.040	0.037
		15	0.033	0.037	0.036	0.038	0.041	0.046
	5	5	0.052	0.054	0.050	0.038	0.041	0.041
		10	0.049	0.046	0.052	0.034	0.034	0.032
		15	0.050	0.041	0.049	0.039	0.034	0.035
	7	5	0.026	0.031	0.026	0.035	0.038	0.046
		10	0.025	0.028	0.025	0.026	0.027	0.034
		15	0.026	0.025	0.033	0.044	0.041	0.038
Chi(3)	3	5	0.041	0.041	0.048	0.042	0.043	0.048
		10	0.048	0.050	0.043	0.054	0.055	0.055
		15	0.054	0.059	0.060	0.048	0.049	0.049
	5	5	0.046	0.047	0.046	0.031	0.031	0.038
		10	0.039	0.041	0.037	0.050	0.050	0.047
		15	0.040	0.043	0.045	0.040	0.041	0.047
	7	5	0.049	0.051	0.052	0.042	0.041	0.044
		10	0.029	0.031	0.037	0.048	0.050	0.052
		15	0.044	0.044	0.055	0.041	0.041	0.044

จากตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณีศึกษา และค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสามควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น

สรุปความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกลอนอร์มอลเมื่อมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อย การประมาณพารามิเตอร์ทั้งสามวิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี แต่เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ไม่สามารถควบคุมได้ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อยและจำนวนวิธีปฏิบัติมีค่ามาก ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีเอ็มสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี แต่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ไม่สามารถควบคุมได้ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าน้อย และจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น

ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสามควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้นทุกการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษา

4.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ในการวิเคราะห์ความ

แปรปรวนร่วม โดยศึกษาภายใต้การแจกแจงความคลาดเคลื่อนเป็นแบบลอกนอร์มอลและไคสแควร์ ด้วยการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบเฉพาะในกรณีที่มียังน้อยสองวิธีการที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เท่ากัน โดยกำหนดให้อัตริผลของวิธีปฏิบัติมีค่าไม่เท่ากับ 0

การนำเสนอค่าอำนาจการทดสอบของทั้ง 3 วิธี ซึ่งจำแนกตามจำนวนวิธีปฏิบัติ ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วมจะนำเสนอเป็น 2 รูปแบบคือ

1. แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ
2. แสดงค่าเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ โดยใช้ค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบ (Relative of Power of the Test (RPOW)) ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

กรณีที่ 1 $POW_{OLS} < POW_M$ และ $POW_{OLS} < POW_{RT}$

$$RPOW_M = \left(\frac{POW_M - POW_{OLS}}{POW_{OLS}} \right) \times 100$$

$$RPOW_{RT} = \left(\frac{POW_{RT} - POW_{OLS}}{POW_{OLS}} \right) \times 100$$

กรณีที่ 2 $POW_M < POW_{OLS}$ และ $POW_M < POW_{RT}$

$$RPOW_{OLS} = \left(\frac{POW_{OLS} - POW_M}{POW_M} \right) \times 100$$

$$RPOW_{RT} = \left(\frac{POW_{RT} - POW_M}{POW_M} \right) \times 100$$

กรณีที่ 3 $POW_{RT} < POW_{OLS}$ และ $POW_{RT} < POW_M$

$$RPOW_{OLS} = \left(\frac{POW_{OLS} - POW_{RT}}{POW_{RT}} \right) \times 100$$

$$RPOW_M = \left(\frac{POW_M - POW_{RT}}{POW_{RT}} \right) \times 100$$

ก เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอลล์

ค่าอำนาจการทดสอบและค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบจะนำเสนอไว้ในตารางที่ 4.5 - 4.8 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอลล์ ณ ระดับ นัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอลล์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอลล์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอลล์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ จากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
LNOR (0,0.5)	3	5	0.991	0.991	0.450	0.968	0.964	0.314
		10	0.995	0.993	0.957	0.978	0.969	0.760
		15	1.000	0.997	1.000	0.984	0.976	0.963
	5	5	0.951	0.947	0.391	0.947	0.943	0.240
		10	0.987	0.983	0.672	0.954	0.947	0.632
		15	0.998	0.991	0.938	0.975	0.955	0.913
	7	5	0.898	0.884	0.245	0.821	0.820	0.171
		10	0.962	0.957	0.530	0.949	0.928	0.342
		15	0.977	0.962	0.663	0.958	0.950	0.654
LNOR (0,1.0)	3	5	0.644	0.648	0.611	0.630	0.641	0.165
		10	0.891	0.895	0.904	0.794	0.797	0.654
		15	0.903	0.909	0.985	0.898	0.898	0.812
	5	5	-	0.536	0.383	0.528	0.534	-
		10	-	0.879	0.876	0.782	0.785	0.515
		15	0.889	0.897	0.955	0.802	0.895	0.784
	7	5	-	0.499	0.130	0.486	0.489	-
		10	-	0.511	0.410	0.507	0.505	-
		15	0.681	0.662	0.706	0.668	0.657	0.537

หมายเหตุ กรณีที่ไม่ระบุตัวเลข หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบจากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึมปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
LNOR (0,0.5)	3	5	120.22	120.22	0.00	208.28	207.01	0.00
		10	3.97	3.76	0.00	28.68	27.50	0.00
		15	0.30	0.00	0.30	2.18	1.35	0.00
	5	5	143.22	142.20	0.00	294.58	292.92	0.00
		10	46.88	46.28	0.00	50.95	49.84	0.00
		15	6.40	5.65	0.00	6.79	4.60	0.00
	7	5	266.53	260.82	0.00	380.12	379.53	0.00
		10	81.51	80.57	0.00	177.49	171.35	0.00
		15	47.36	45.10	0.00	46.48	45.26	0.00
LNOR (0,1.0)	3	5	5.40	6.06	0.00	281.82	288.48	0.00
		10	0.00	0.45	1.46	21.41	21.87	0.00
		15	0.00	0.66	9.08	10.59	10.59	0.00
	5	5	-	39.95	0.00	0.00	1.13	-
		10	-	0.34	0.00	51.84	52.43	0.00
		15	0.00	0.90	7.42	2.30	14.16	0.00
	7	5	-	283.85	0.00	0.00	0.62	-
		10	-	24.63	0.00	0.40	0.00	0.00
		15	2.87	0.00	6.65	24.39	22.35	0.00

หมายเหตุ กรณีที่ไม่ระบุตัวเลข หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษา เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย วิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงที่สุด สำหรับกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.0 ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษา เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย วิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงที่สุด แต่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงหรือมากกว่าวิธีตัวประมาณเอ็มเพราะว่าลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเข้าใกล้การแจกแจงปกติมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสามวิธีจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่า ค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม แต่จะแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเป็นการเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมติฐานลดลง แต่ถ้าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องและส่งผลให้การทดสอบสมมติฐานมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

จากตารางที่ 4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ค่า RPOW ของวิธีตัวประมาณเอ็มมีค่ามากกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อความคลาดเคลื่อนมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้น ค่า RPOW ของวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ มีค่าลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น

ตารางต่อไปจะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสามวิธีการ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึม $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ จากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
LNOR (0,0.5)	3	5	0.999	0.998	0.989	0.987	0.985	0.429
		10	1.000	1.000	1.000	0.995	0.991	0.913
		15	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	0.996
	5	5	0.976	0.976	0.719	0.973	0.968	0.352
		10	0.999	0.998	0.993	0.989	0.983	0.846
		15	1.000	1.000	0.999	1.000	0.996	0.979
	7	5	0.924	0.920	0.437	0.915	0.912	0.205
		10	0.995	0.994	0.863	0.952	0.948	0.596
		15	1.000	1.000	0.986	0.967	0.961	0.833
LNOR (0,1.0)	3	5	0.769	0.775	0.752	0.741	0.745	0.326
		10	0.918	0.923	0.999	0.915	0.916	0.717
		15	0.973	0.973	1.000	0.967	0.967	0.924
	5	5	0.716	0.723	0.528	0.696	0.701	0.261
		10	0.897	0.898	0.942	0.862	0.866	0.638
		15	0.943	0.947	0.994	0.897	0.900	0.851
	7	5	0.657	0.658	0.202	0.511	0.514	0.140
		10	0.684	0.689	0.647	0.643	0.635	0.473
		15	0.715	0.710	0.786	0.713	0.697	0.686

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบ จากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึมอล ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
LNOR (0,0.5)	3	5	1.01	0.91	0.00	130.07	129.60	0.00
		10	0.00	0.00	0.00	8.98	8.54	0.00
		15	0.00	0.00	0.00	0.40	0.10	0.00
	5	5	35.74	35.74	0.00	176.42	175.00	0.00
		10	0.60	0.50	0.00	16.90	16.19	0.00
		15	0.10	0.10	0.00	2.15	1.74	0.00
	7	5	111.44	110.53	0.00	346.34	344.88	0.00
		10	15.30	15.18	0.00	59.73	59.06	0.00
		15	1.42	1.42	0.00	16.09	15.37	0.00
LNOR (0,1.0)	3	5	2.26	3.06	0.00	127.62	128.53	0.00
		10	0.00	0.54	8.82	27.62	27.75	0.00
		15	0.00	0.00	2.77	4.65	4.65	0.00
	5	5	35.61	36.93	0.00	166.67	168.58	0.00
		10	0.00	0.11	5.02	35.11	35.74	0.00
		15	0.00	0.42	5.41	5.41	5.76	0.00
	7	5	225.25	225.74	0.00	265.00	267.14	0.00
		10	5.72	6.49	0.00	35.94	34.25	0.00
		15	0.70	0.00	10.70	5.01	0.00	1.03

จากตารางที่ 4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการณอร์มอลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษา เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย วิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.0 ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษา เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย วิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด แต่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงหรือมากกว่าวิธีตัวประมาณเอ็มเพราะว่าลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเข้าใกล้การแจกแจงปกติมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสามวิธีจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม แต่จะแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเป็นการเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมติฐานก็จะลดลง แต่ถ้าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้นผลการทดสอบสมมติฐานก็จะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ค่าอำนาจการทดสอบยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น เพราะการเพิ่มระดับนัยสำคัญจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 2 มีค่าน้อยลงซึ่งจะทำให้อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.8 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ค่า RPOW ของวิธีตัวประมาณเอ็มมีค่ามากกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อความคลาดเคลื่อนมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้น ค่า RPOW ของวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ มีค่าลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น

รายละเอียดของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการณอร์มอลจะนำเสนอในรูป 4.1 – 4.8

รูปที่ 4.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการณอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.5$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.01$

รูปที่ 4.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.5$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.05$

รูปที่ 4.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.5$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.01$

รูปที่ 4.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.5$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.05$

รูปที่ 4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1.0$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.01$

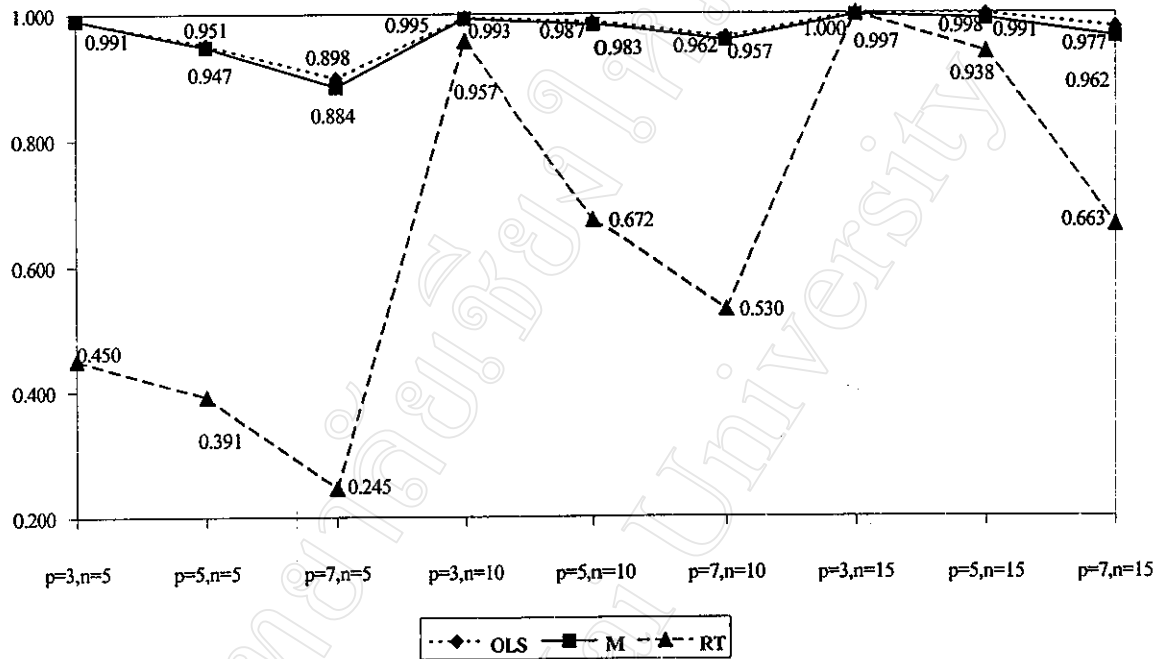
รูปที่ 4.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1.0$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.05$

รูปที่ 4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1.0$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.01$

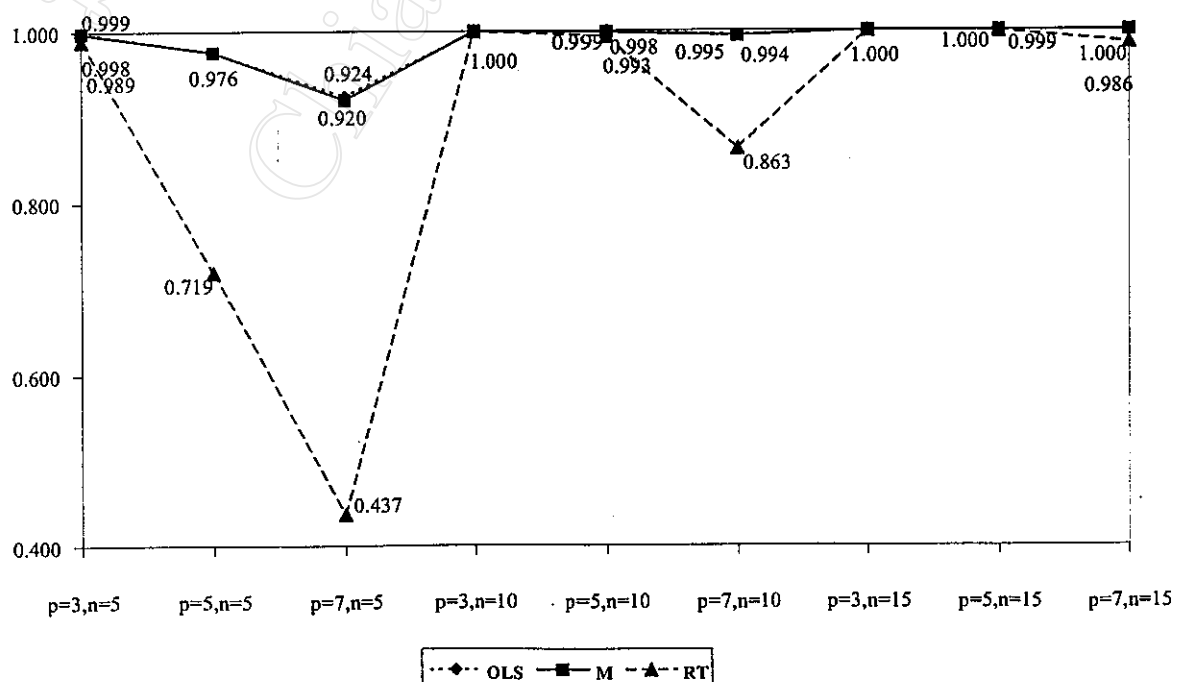
รูปที่ 4.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1.0$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.05$

จากรูปที่ 4.1 – 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าค่าอำนาจการทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่ากับ 15 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ มีค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีตัวประมาณเอ็ม โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ในทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม ดังรูปที่ 4.1 – 4.4 และเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.0 ในทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ดังรูปที่ 4.7 – 4.8 ในขณะที่วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.0 และจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ดังรูปที่ 4.5 – 4.6

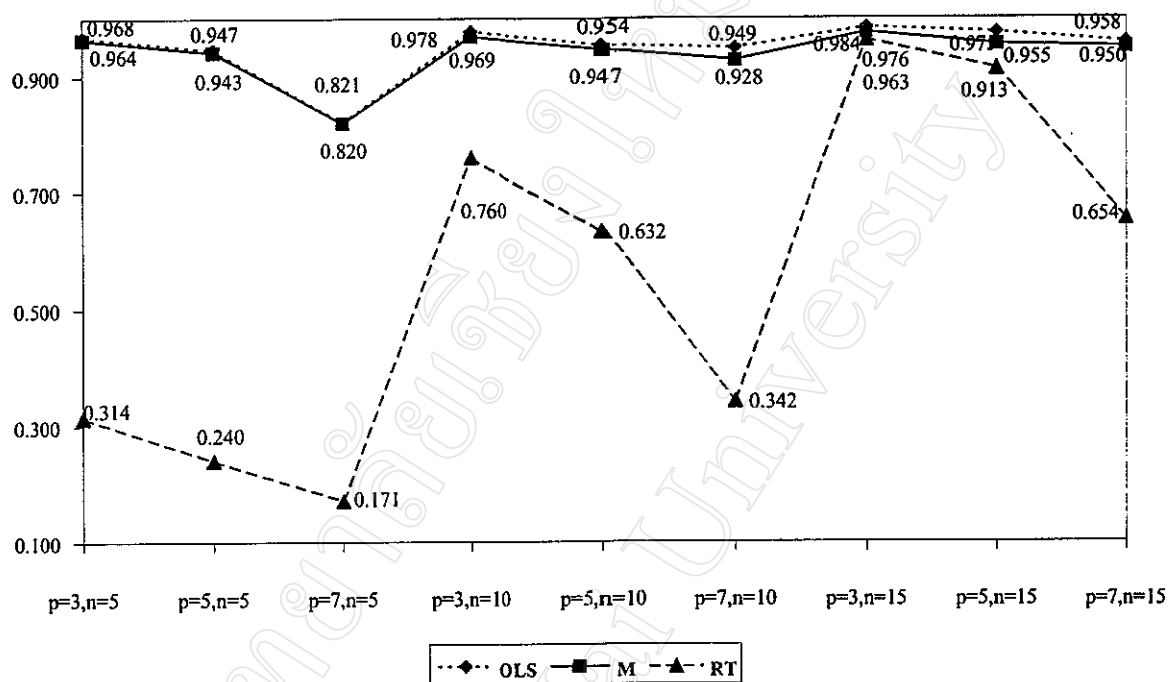
รูปที่ 4.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกลนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.5$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.01$



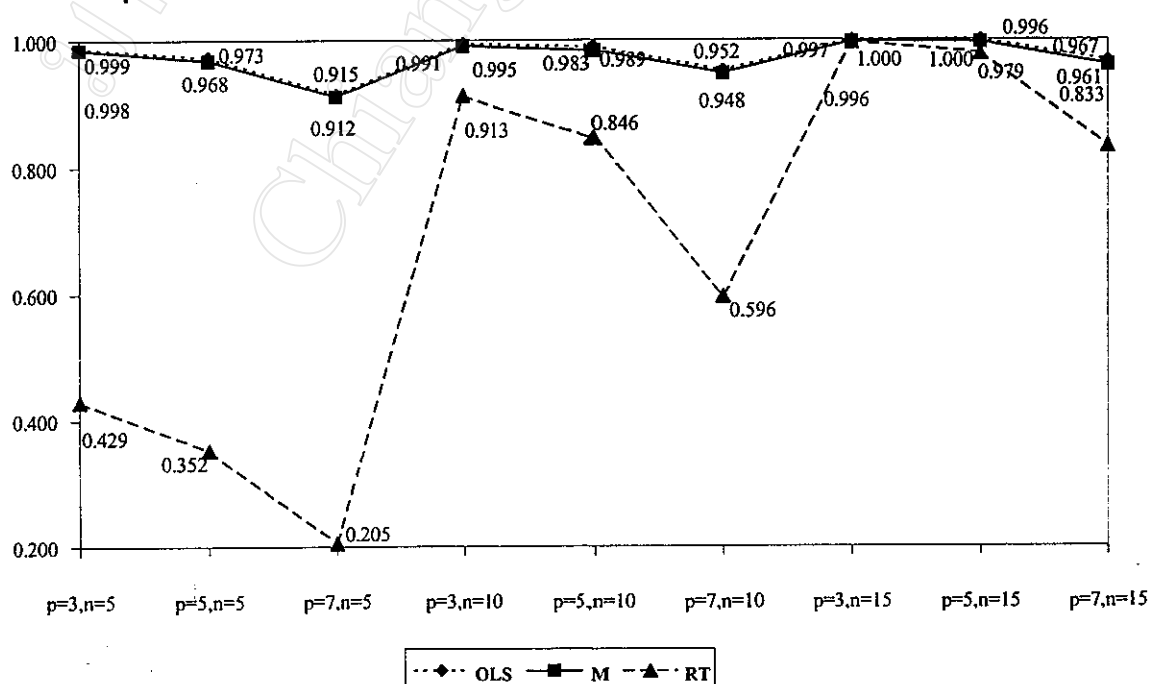
รูปที่ 4.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกลนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.5$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.05$



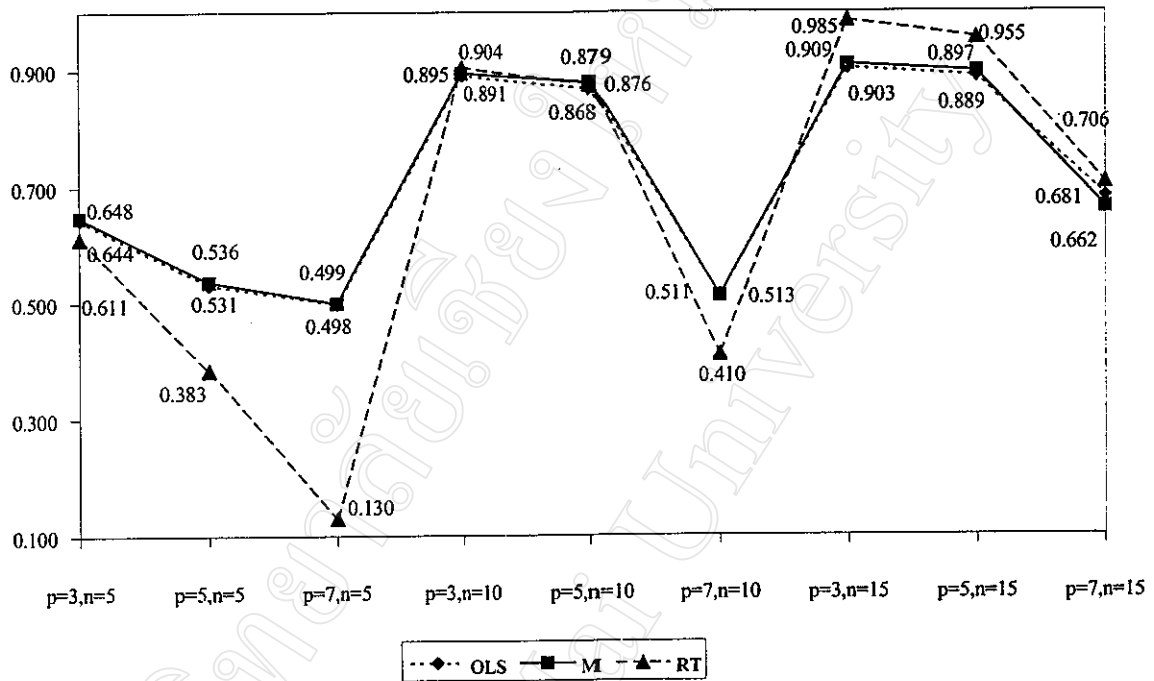
รูปที่ 4.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอลล์ ที่มี $\mu=0$ และ $\sigma=0.5$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha=0.01$



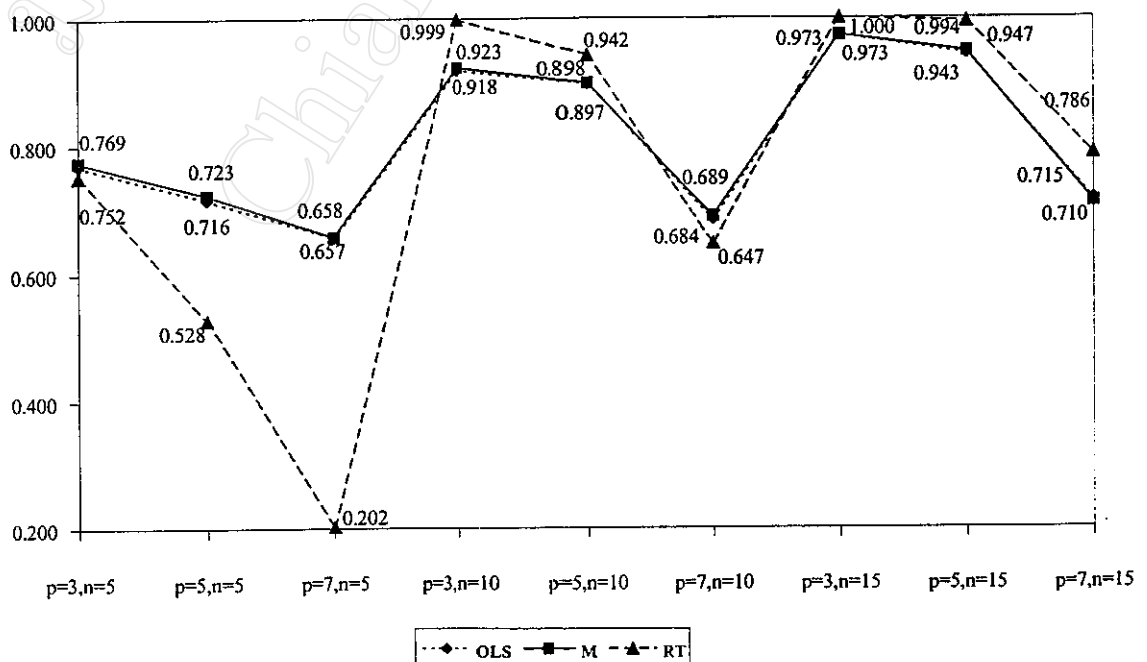
รูปที่ 4.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอลล์ ที่มี $\mu=0$ และ $\sigma=0.5$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha=0.05$



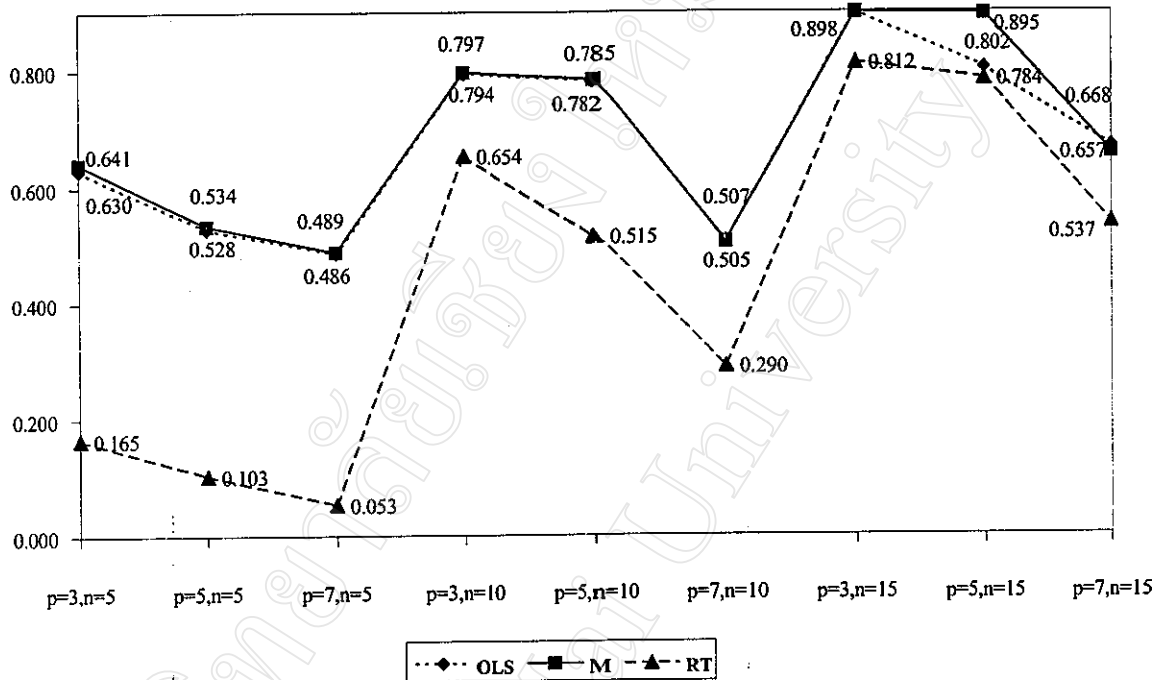
รูปที่ 4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1.0$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.01$



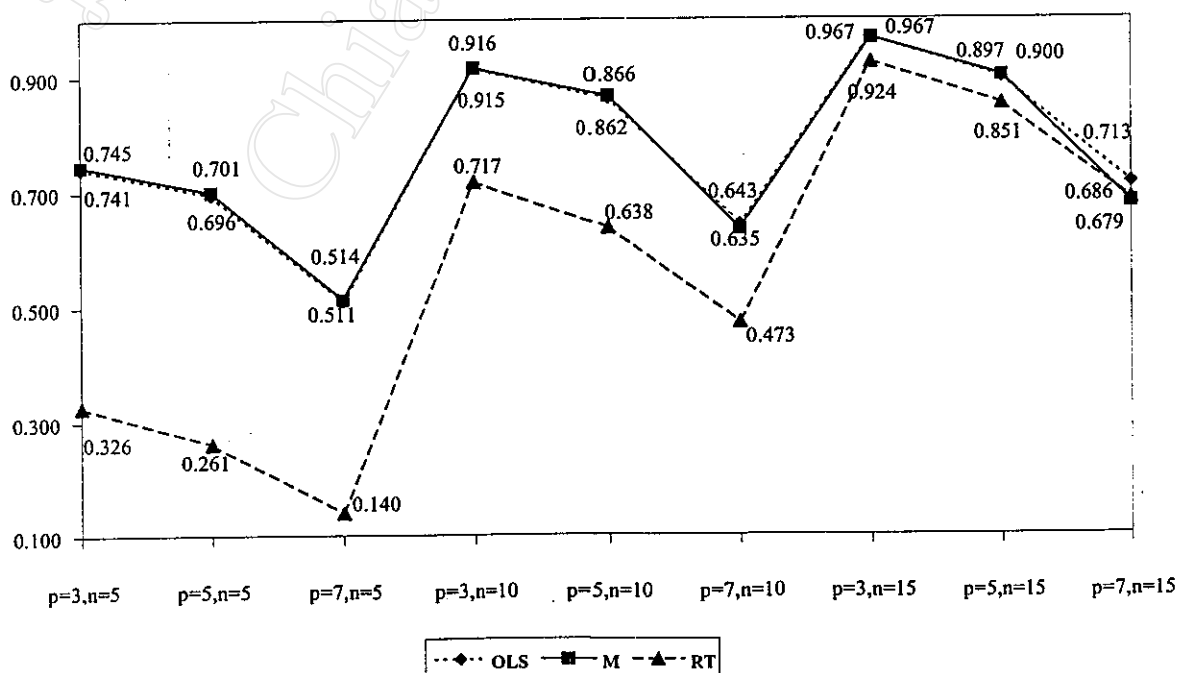
รูปที่ 4.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1.0$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอด ที่มี $\mu=0$ และ $\sigma=1.0$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha=0.01$



รูปที่ 4.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอด ที่มี $\mu=0$ และ $\sigma=1.0$ จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha=0.05$



ข ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์

ค่าอำนาจการทดสอบจะนำเสนอไว้ในตารางที่ 4.9 - 4.12 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบของการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
Chi(1)	3	5	0.601	0.616	0.583	0.534	0.545	0.273
		10	0.917	0.928	0.956	0.918	0.919	0.792
		15	0.983	0.983	0.998	0.979	0.980	0.960
	5	5	0.547	0.560	0.548	0.530	0.542	0.250
		10	0.890	0.882	0.898	0.875	0.879	0.761
		15	0.988	0.985	0.979	0.985	0.985	0.952
	7	5	-	0.556	0.528	0.440	0.450	-
		10	-	0.829	0.881	0.779	0.793	-
		15	0.965	0.961	0.975	0.950	0.958	0.932
Chi(2)	3	5	0.225	0.244	0.183	0.205	0.214	0.128
		10	0.627	0.641	0.588	0.605	0.615	0.475
		15	0.831	0.836	0.790	0.817	0.818	0.748
	5	5	0.218	0.238	0.179	0.172	0.212	0.120
		10	0.615	0.639	0.578	0.505	0.546	0.431
		15	0.829	0.831	0.752	0.737	0.726	0.727
	7	5	-	-	-	-	0.189	0.103
		10	0.605	0.628	0.569	-	-	-
		15	0.719	0.722	0.743	0.717	0.705	0.687
Chi(3)	3	5	0.135	0.181	0.171	0.112	0.165	0.092
		10	0.427	0.460	0.543	0.412	0.433	0.388
		15	0.654	0.641	0.797	0.634	0.636	0.660
	5	5	0.128	0.168	0.147	0.111	0.133	0.077
		10	0.383	0.432	0.538	0.364	0.367	0.370
		15	0.625	0.614	0.781	0.617	0.582	0.649
	7	5	0.111	0.148	0.113	0.102	0.139	0.097
		10	0.358	0.360	-	0.326	0.357	0.347
		15	0.596	0.556	0.654	0.562	0.544	0.610

หมายเหตุ กรณีที่ไม่ระบุตัวเลข หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบจากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
Chi(1)	3	5	3.09	5.66	0.00	95.60	99.63	0.00
		10	0.00	1.20	4.25	15.91	16.04	0.00
		15	0.00	0.00	1.53	1.98	2.08	0.00
	5	5	0.00	2.38	0.18	112.00	116.80	0.00
		10	0.91	0.00	1.81	14.98	15.51	0.00
		15	0.92	0.61	0.00	3.47	3.47	0.00
	7	5	-	5.30	0.00	2.22	0.00	-
		10	-	0.00	6.27	0.00	1.80	-
		15	0.42	0.00	1.46	1.93	2.79	0.00
Chi(2)	3	5	22.95	33.33	0.00	60.16	67.19	0.00
		10	6.63	9.01	0.00	27.37	29.47	0.00
		15	5.19	5.82	0.00	9.22	9.36	0.00
	5	5	21.79	32.96	0.00	43.33	76.67	0.00
		10	6.40	10.55	0.00	17.17	26.68	0.00
		15	10.24	10.51	0.00	1.52	0.00	0.14
	7	5	-	-	-	-	83.50	0.00
		10	6.33	10.37	0.00	-	-	-
		15	0.00	0.42	3.34	4.37	2.62	0.00
Chi(3)	3	5	0.00	34.07	26.67	21.74	79.35	0.00
		10	0.00	7.73	27.17	6.19	11.60	0.00
		15	2.03	0.00	24.34	0.00	0.32	4.10
	5	5	0.00	31.25	14.84	44.16	98.70	0.00
		10	0.00	12.79	40.47	0.00	0.82	1.65
		15	1.79	0.00	27.20	6.01	0.00	11.51
	7	5	0.00	33.33	1.80	5.15	43.30	0.00
		10	0.00	0.56	-	0.00	9.51	6.44
		15	7.19	0.00	17.63	3.31	0.00	12.13

หมายเหตุ กรณีที่ไม่ระบุตัวเลข หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

จากตารางที่ 4.9 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย วิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงที่สุด แต่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้อำนาจการทดสอบสูงที่สุด สำหรับกรณีจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นเพราะว่าลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเข้าใกล้การแจกแจงปกติมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เมื่อข้อมูลมีระดับองศาแห่งความอิสระหรือความแปรปรวนเพิ่มขึ้นทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีอำนาจการทดสอบต่ำสุดในทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติ จำนวนตัวแปรร่วมและขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะเมื่อข้อมูลมีความแปรปรวนสูงทำให้ข้อมูลมีความแตกต่างกัน ทำให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดที่ได้มีความคลาดเคลื่อนและส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทดสอบสมมติฐานลดลง

ค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสามวิธีจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่า ค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม แต่จะแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเป็นการเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมติฐานก็จะลดลง แต่ถ้าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องและผลการทดสอบสมมติฐานมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

จากตารางที่ 4.10 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ค่า RPOW ของวิธีตัวประมาณเอ็มมีค่ามากกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีจำนวนน้อย ค่า RPOW ของวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ มีค่าลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความคลาดเคลื่อนมีระดับองศาแห่งความอิสระเพิ่มขึ้น

ตารางต่อไปจะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสามวิธีการ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบจากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรรวม = 2			จำนวนตัวแปรรวม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
Chi(1)	3	5	0.813	0.825	0.807	0.752	0.769	0.535
		10	0.973	0.979	0.987	0.973	0.978	0.930
		15	0.997	0.998	1.000	0.997	0.998	0.991
	5	5	0.757	0.771	0.765	0.751	0.760	0.501
		10	0.970	0.973	0.981	0.967	0.963	0.909
		15	0.994	0.995	0.998	0.989	0.988	0.988
	7	5	0.747	0.750	0.596	0.680	0.688	0.374
		10	0.943	0.949	0.957	0.940	0.944	0.861
		15	0.993	0.994	0.996	0.985	0.981	0.986
Chi(2)	3	5	0.431	0.457	0.435	0.429	0.442	0.281
		10	0.808	0.809	0.825	0.788	0.792	0.672
		15	0.935	0.937	0.962	0.929	0.931	0.862
	5	5	0.440	0.474	0.425	0.390	0.431	0.295
		10	0.797	0.817	0.801	0.739	0.746	0.694
		15	0.919	0.928	0.943	0.894	0.882	0.884
	7	5	0.425	0.482	0.300	0.377	0.402	0.318
		10	0.806	0.808	0.718	0.690	0.661	0.645
		15	0.905	0.907	0.930	0.880	0.879	0.866
Chi(3)	3	5	0.336	0.396	0.384	0.309	0.352	0.256
		10	0.655	0.649	0.775	0.636	0.641	0.632
		15	0.845	0.810	0.919	0.815	0.789	0.840
	5	5	0.305	0.340	0.301	0.302	0.326	0.245
		10	0.619	0.587	0.752	0.532	0.556	0.599
		15	0.829	0.764	0.850	0.724	0.777	0.828
	7	5	0.279	0.316	0.291	0.250	0.271	0.231
		10	0.611	0.579	0.697	0.529	0.540	0.589
		15	0.803	0.736	0.830	0.713	0.725	0.819

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าสัมพัทธ์ของค่าอำนาจการทดสอบ จากการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การแจกแจง	จำนวนวิธีปฏิบัติ	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม = 2			จำนวนตัวแปรร่วม = 4		
			OLS	M	RT	OLS	M	RT
Chi(1)	3	5	0.74	2.23	0.00	40.56	43.74	0.00
		10	0.00	0.62	1.44	4.62	5.16	0.00
		15	0.00	0.10	0.30	0.61	0.71	0.00
	5	5	0.00	1.85	1.06	49.90	51.70	0.00
		10	0.00	0.31	1.13	6.38	5.94	0.00
		15	0.00	0.10	0.40	0.10	0.00	0.00
	7	5	25.34	25.84	0.00	81.82	83.96	0.00
		10	0.00	0.64	1.48	9.18	9.64	0.00
		15	0.00	0.10	0.30	0.41	0.00	0.51
Chi(2)	3	5	0.00	6.03	0.93	52.67	57.30	0.00
		10	0.00	0.12	2.10	17.26	17.86	0.00
		15	0.00	0.21	2.89	7.77	8.00	0.00
	5	5	3.53	11.53	0.00	32.20	46.10	0.00
		10	0.00	2.51	0.50	6.48	7.49	0.00
		15	0.00	0.98	2.61	1.36	0.00	0.23
	7	5	41.67	60.67	0.00	18.55	26.42	0.00
		10	12.26	12.53	0.00	7.02	2.48	0.00
		15	0.00	0.22	2.76	1.62	1.50	0.00
Chi(3)	3	5	0.00	17.86	14.29	20.70	37.50	0.00
		10	0.92	0.00	19.41	0.63	1.42	0.00
		15	4.32	0.00	13.46	3.30	0.00	6.46
	5	5	1.33	12.96	0.00	23.27	33.06	0.00
		10	5.45	0.00	28.11	0.00	4.51	12.59
		15	8.51	0.00	11.26	0.00	7.32	14.36
	7	5	0.00	13.26	4.30	8.23	17.32	0.00
		10	5.53	0.00	20.38	0.00	2.08	11.34
		15	9.10	0.00	12.77	0.00	1.68	14.87

จากตารางที่ 4.11 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย วิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงที่สุด แต่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับกรณีจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะมีอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น เพราะว่าลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเข้าใกล้การแจกแจงปกติมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เมื่อข้อมูลมีระดับองศาแห่งความอิสระหรือความแปรปรวนเพิ่มขึ้นทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีอำนาจการทดสอบต่ำสุดในทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติ จำนวนตัวแปรร่วมและขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะเมื่อข้อมูลมีความแปรปรวนสูงทำให้ข้อมูลมีความแตกต่างกัน ทำให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดที่ได้มีความคลาดเคลื่อนและส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทดสอบสมมติฐานลดลง

ค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสามวิธีจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม แต่จะแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ เพราะว่าการเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมเป็นการเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณมากขึ้นขณะที่ใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้คลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของการทดสอบสมมติฐานก็จะลดลง แต่ถ้าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้นผลการทดสอบสมมติฐานก็就会有ความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ค่าอำนาจการทดสอบยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น เพราะการเพิ่มระดับนัยสำคัญจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 2 มีค่าน้อยลงซึ่งให้อำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.12 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ ค่า RPOW ของวิธีตัวประมาณเอ็มมีค่ามากกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีจำนวนน้อย ค่า RPOW ของวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ มีค่าลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้น แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความคลาดเคลื่อนมีระดับองศาแห่งความอิสระเพิ่มขึ้น

รายละเอียดของค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์จะนำเสนอในรูป 4.9 – 4.20

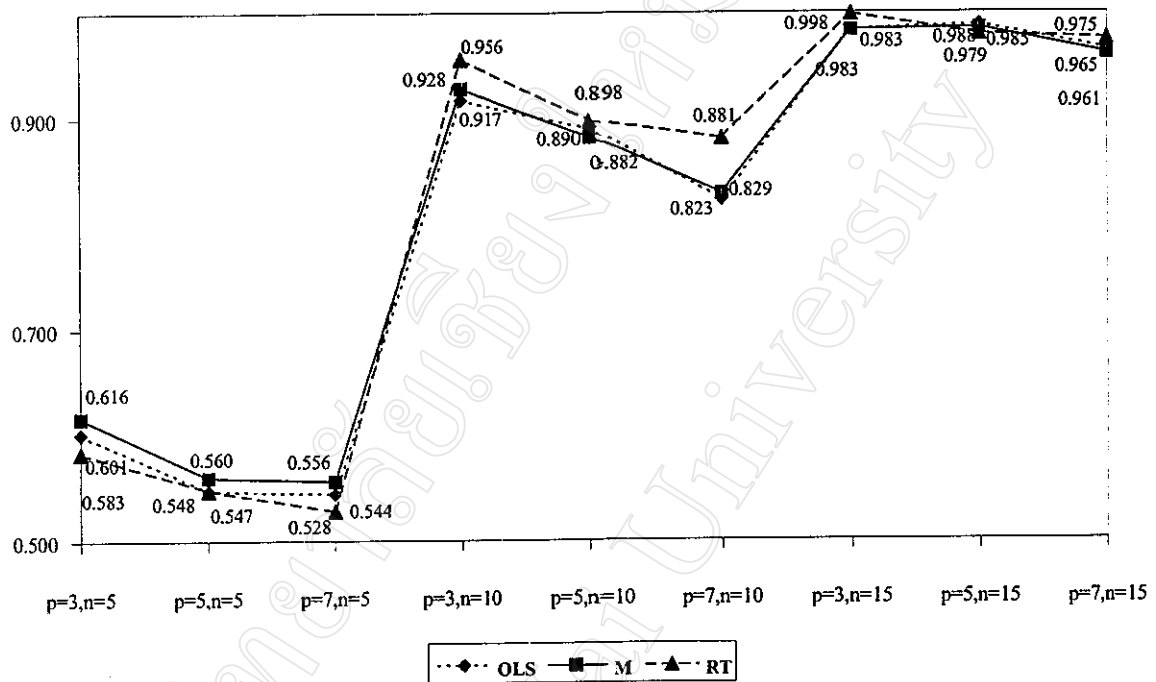
รูปที่ 4.18 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่มีระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.05$

รูปที่ 4.19 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่มีระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.01$

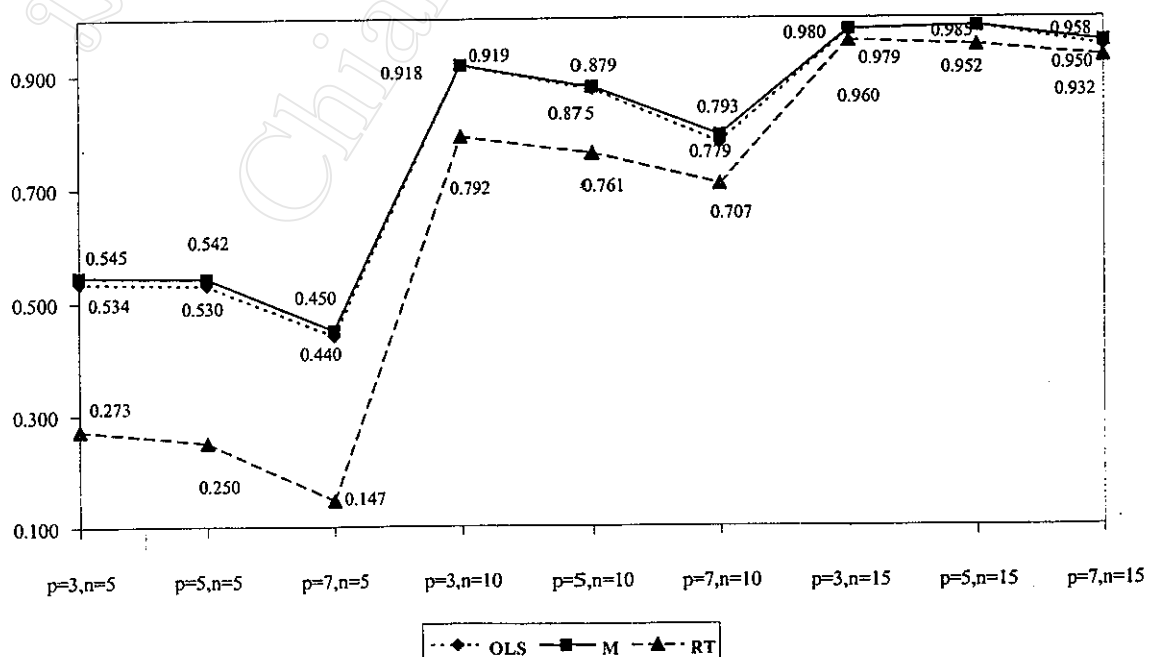
รูปที่ 4.20 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่มีระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.05$

จากรูปที่ 4.9 – 4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไคสแควร์เมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าค่าอำนาจการทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่ากับ 15 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ มีค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีตัวประมาณเอ็ม โดยวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 ในทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม ดังรูปที่ 4.17 – 4.20 และเมื่อระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 1, 2 ในทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ดังรูปที่ 4.9, 4.10 และ รูปที่ 4.14 ในขณะที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 และจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ดังรูปที่ 4.11 – 4.12 และรูปที่ 4.15 – 4.16

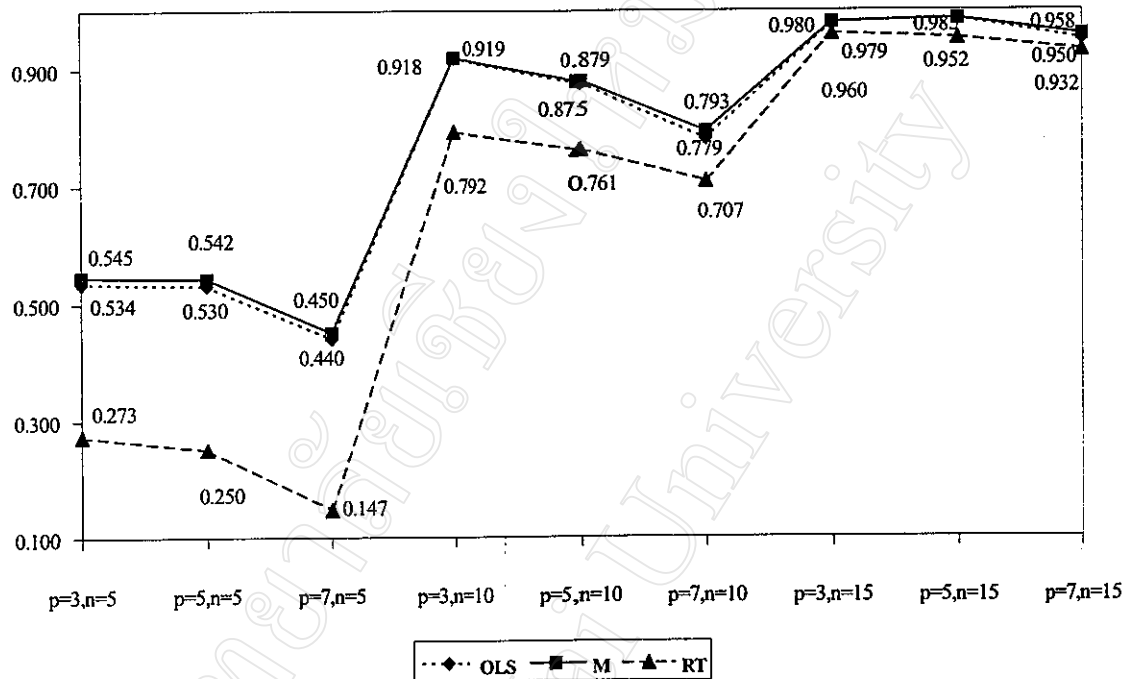
รูปที่ 4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ ที่มีระดับ
องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 1 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.01$



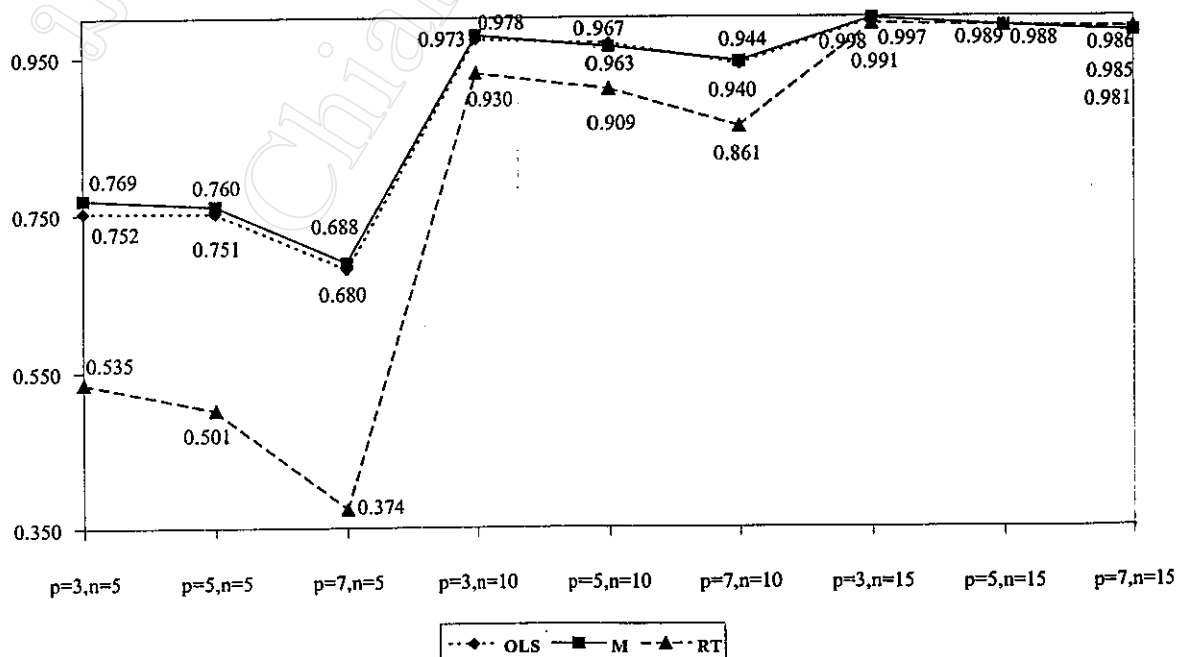
รูปที่ 4.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ ที่มีระดับ
องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 1 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.05$



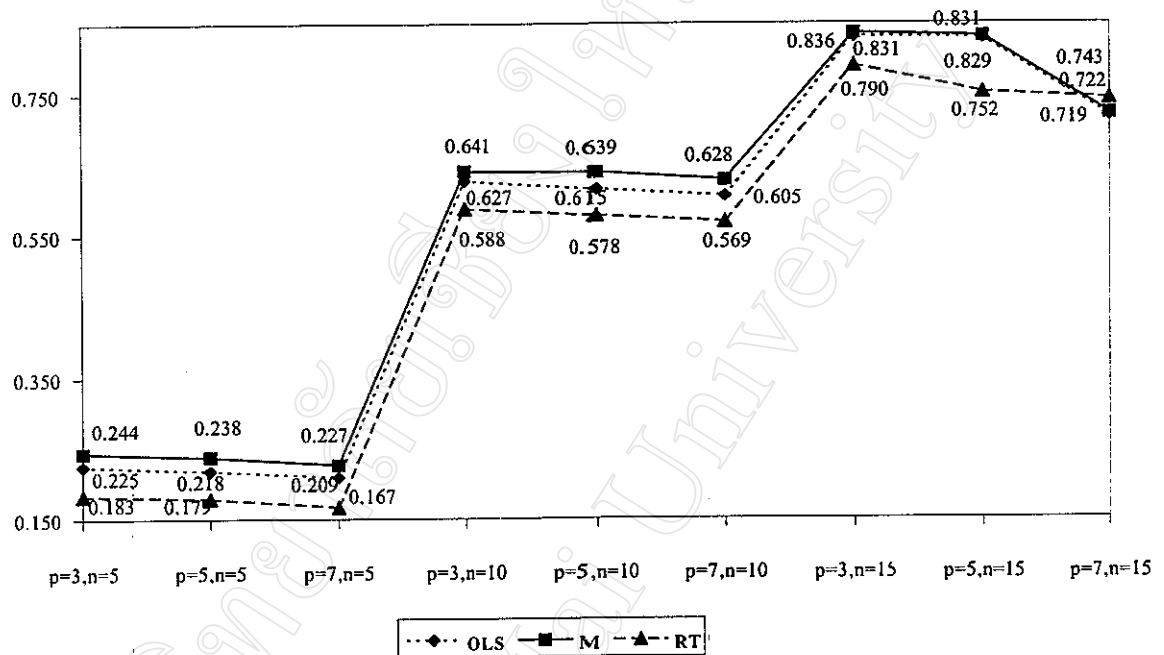
รูปที่ 4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงโคสเคอร์ว ที่มีระดับองศา
 แห่งความอิสระเท่ากับ 1 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.01$



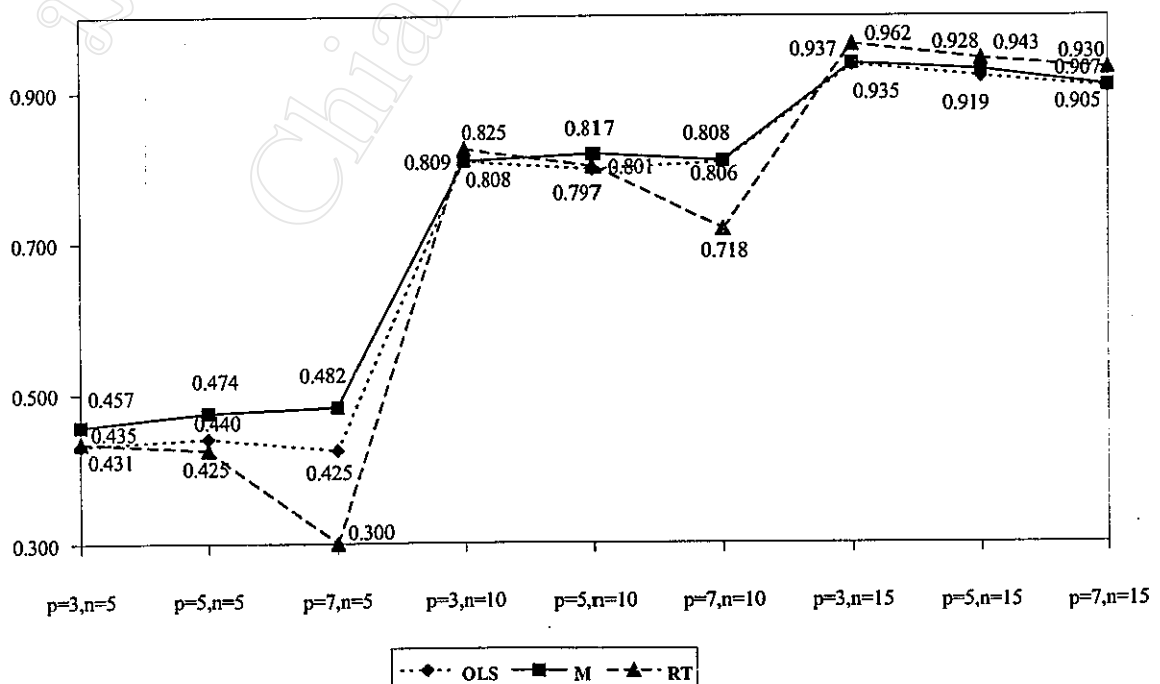
รูปที่ 4.12 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสเคอร์วที่มีระดับ
 องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 1 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.05$



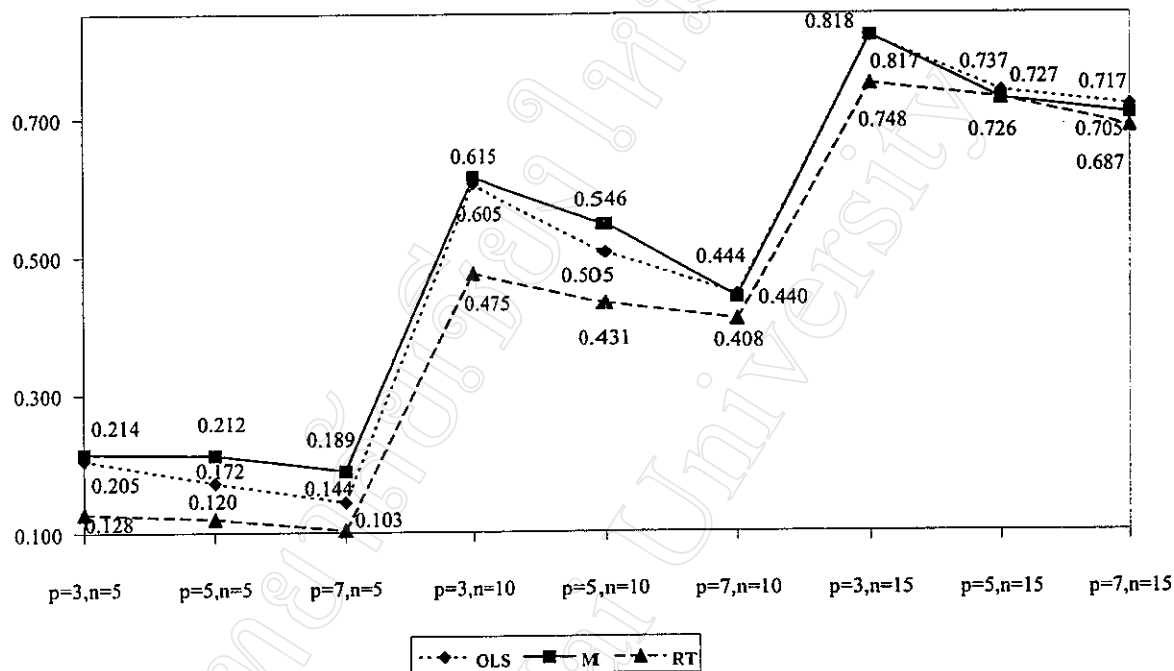
รูปที่ 4.13 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ที่มีระดับ
องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 2 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.01$



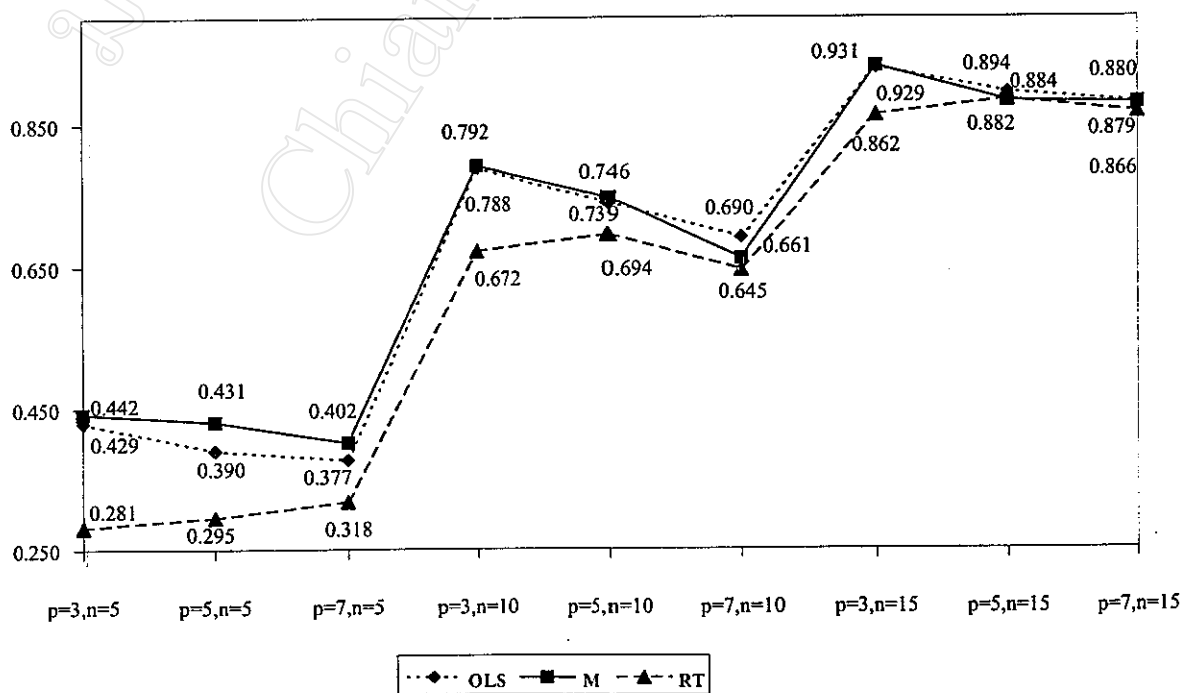
รูปที่ 4.14 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ที่มีระดับ
องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 2 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.05$



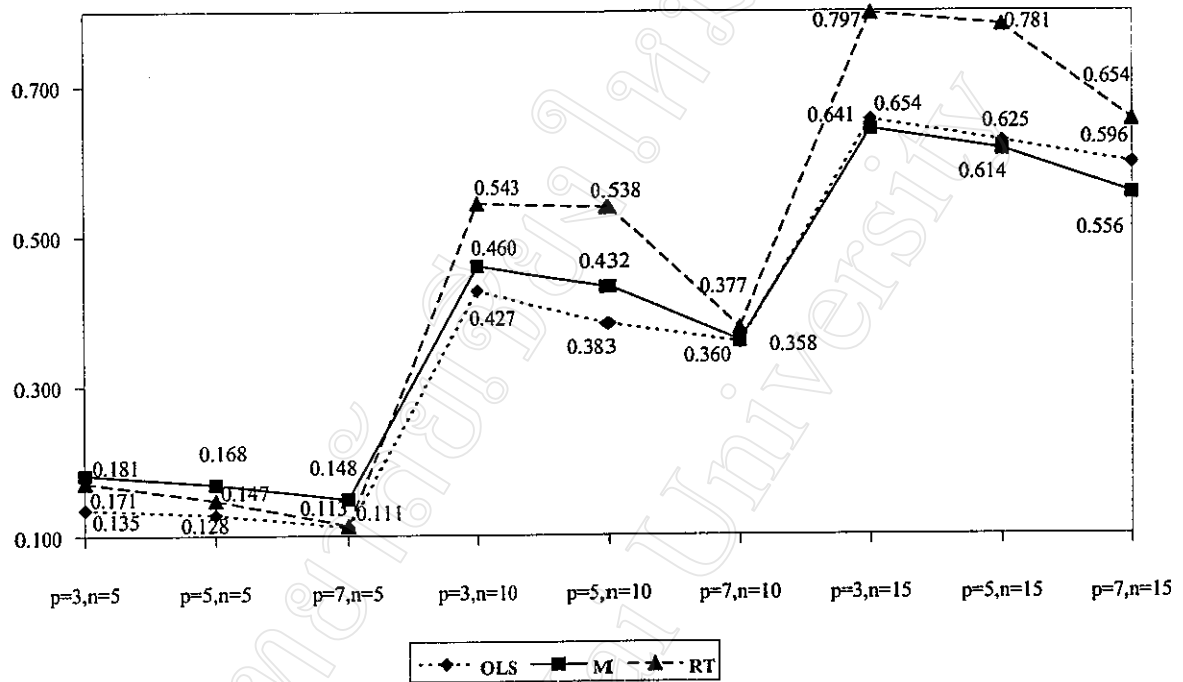
รูปที่ 4.15 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ที่มีระดับ
องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 2 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.01$



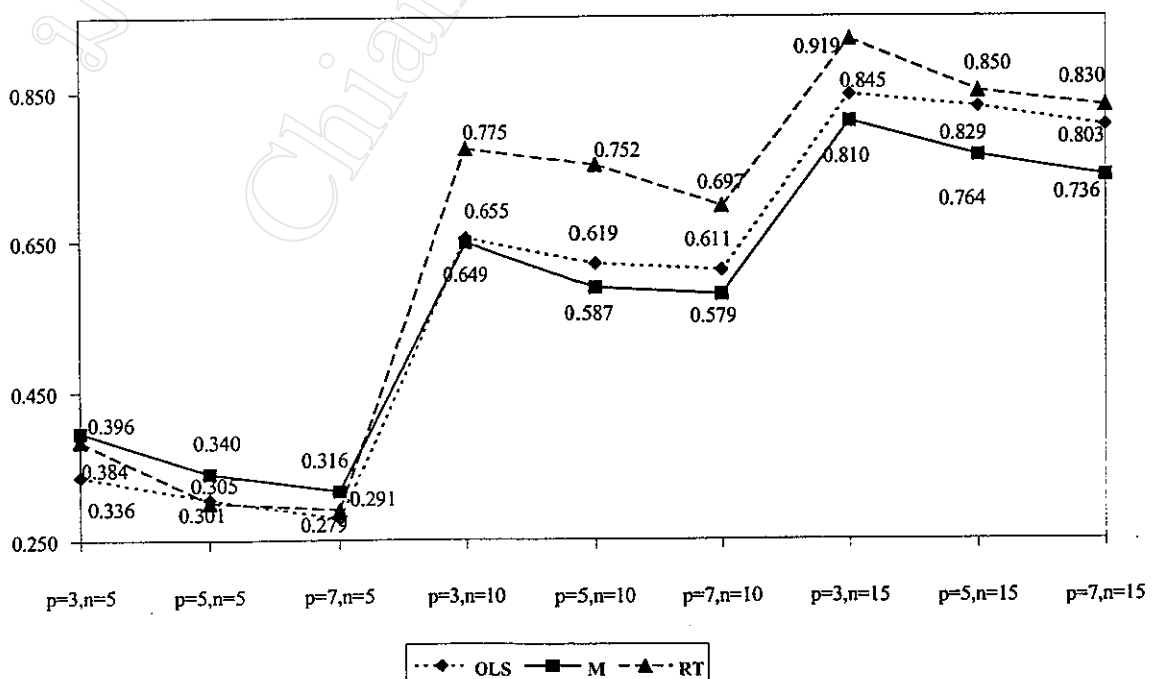
รูปที่ 4.16 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ที่มีระดับ
องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 2 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.05$



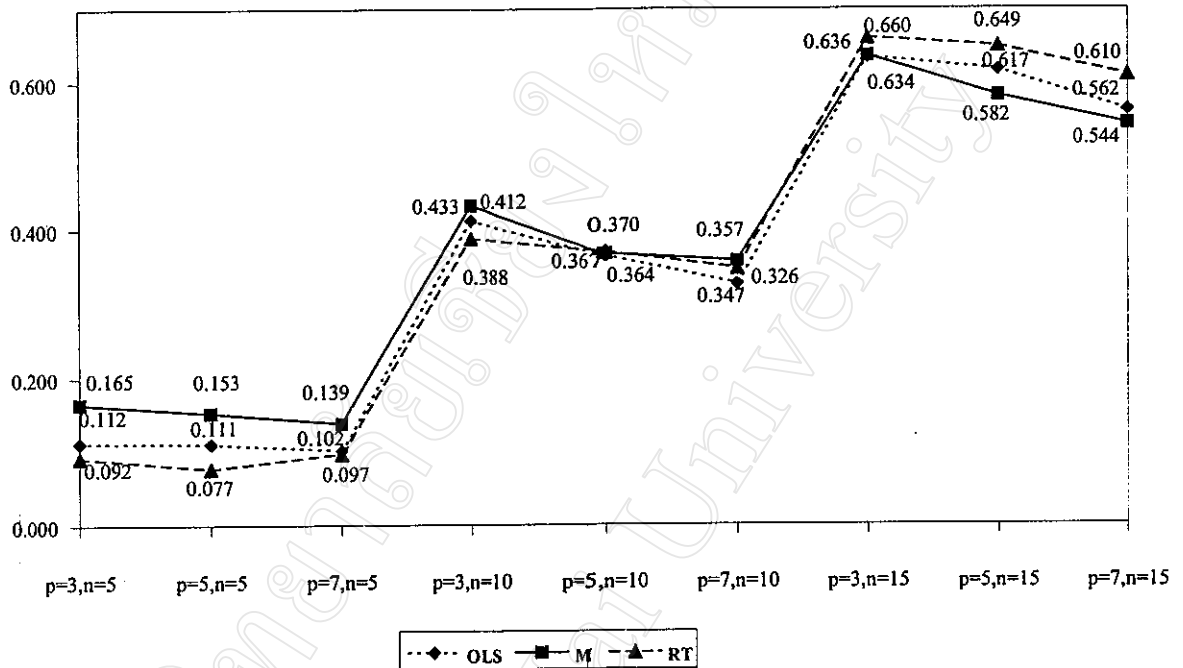
รูปที่ 4.17 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ที่มีระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.01$



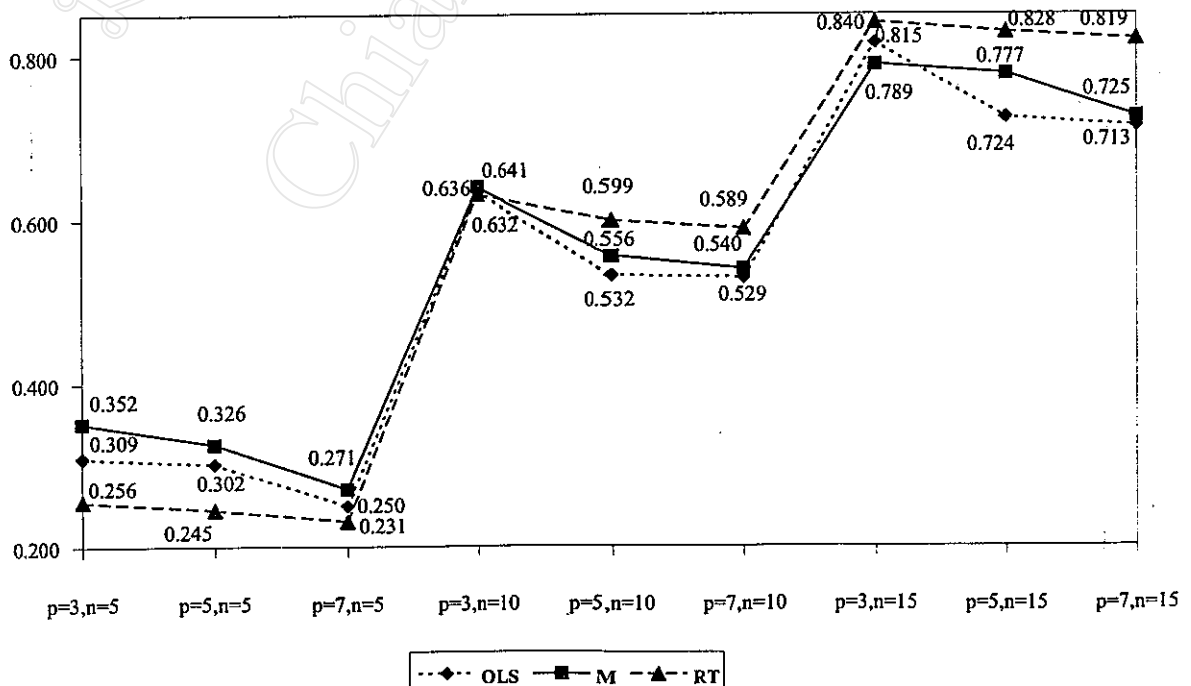
รูปที่ 4.18 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ที่มีระดับองศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 ณ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 4.19 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสเคอร์วที่มีระดับ
องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.01$



รูปที่ 4.20 แสดงค่าอำนาจการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสเคอร์ว ที่มีระดับ
องศาแห่งความอิสระเท่ากับ 3 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 4 ณ $\alpha = 0.05$



สรุปการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกลนอร์มอล ที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยพบว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกกรณีที่ศึกษา สำหรับกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเพิ่มขึ้น วิธีตัวประมาณเอ็มให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย แต่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมน้อยในขณะที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อมีจำนวนตัวแปรร่วมมาก

กรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย พบว่าวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกกรณีที่ศึกษา แต่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะมีอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีตัวประมาณเอ็ม โดยวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะมีอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในกรณีที่จำนวนตัวแปรร่วมน้อยและความคลาดเคลื่อนมีระดับองศาแห่งความอิสระมาก

สำหรับกรณีที่ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเท่ากับ 15 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะมีค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีตัวประมาณเอ็ม โดยเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกลนอร์มอล วิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยในทุกกรณีที่ศึกษา และในกรณีที่ที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและจำนวนตัวแปรร่วมมาก สำหรับกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ พบว่าวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อระดับองศาแห่งความอิสระมีค่ามากในทุกกรณีที่ศึกษา และเมื่อระดับองศาแห่งความอิสระมีค่าน้อยในทุกกรณีที่ที่มีจำนวนตัวแปรร่วมน้อย

อำนาจการทดสอบของทั้งสามวิธีแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติและระดับนัยสำคัญ α แต่จะแปรผกผันกับจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม