บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อสรุปในการเลือกตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในสมการถดถอยพหุนาม โดยผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณกำลังสองน้อยสุดสามัญ ตัวประมาณริดจ์สามัญ และตัวประมาณริดจ์ที่มีค่าสัมบูรณ์น้อยสุด โดยใช้ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำสังสองของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นค่าเปรียบเทียบภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งสถานการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้จะอาศัยวิธีการจำลองด้วยเทคนิคการจำลองมอนติคาร์โลโดยทำการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินว่าตัวแบบใดเป็นตัวแบบที่ดีที่สุดจะใช้ค่าเฉลี่ยรากของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยต่ำสุดจะถือว่าเป็นตัวประมาณที่ดีที่สุด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{p}\left(\beta_i - \hat{\beta}_i\right)^2}{p+1}}$$

$$AMSE = \frac{\sum_{j=1}^{1,000} RMSE_j}{1,000}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{1,000}\left(RMSE_j - AMSE\right)^2}{1,000}}$$

ผู้วิจัยเห็นว่าเพื่อความรวดเร็วในการนำเสนอผลการวิจัยจึงขอใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในตารางรูปภาพและการสรุปผลซึ่งมีความหมาย ดังนี้

OLS หมายถึงตัวประมาณกำลังสองน้อยสุดสามัญ

ROLS หมายถึงตัวประมาณริดจ์สามัญ

RLAV หมายถึงตัวประมาณริดจ์ที่มีค่าสัมบูรณ์น้อยสุด

σ_ε^2 หมายถึงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในตัวแบบ

n หมายถึงขนาดตัวอย่าง

$AMSE$ หมายถึงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง

SD หมายถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง

$DIFF$ หมายถึงสัดส่วนความแตกต่างของวิธีค่าต่ำสุดกับวิธีอื่น

MB หมายถึงกำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตาม

การวิจัยจะใช้สถานการณ์ที่การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่มในตัวแปรตาม (ε) เป็นแบบปกติซึ่งมี ค่าเฉลี่ย 0 และความแปรปรวนเป็น 4 , 6 , 8 และ 10 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ คือ 15 , 30 , 60 , 120 และ 240 และกำลังสูดสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามในตัวแบบเริ่มต้น (MB) คือ 2 , 3 , 4 , 5 และ 6

ค่าจากตารางในแต่ละกรณีและแต่ละตัวประมาณจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่า ได้แก่ AMSE ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ AMSE จากการกระทำซ้ำ 1,000 รอบ ซึ่งแสดงอยู่ในวงเล็บ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ซึ่งเป็นเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจหาได้จากผลต่างของวิธีซึ่งให้ค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดกับตัวประมาณที่เหลืออีก 2 ตัวประมาณ แล้วหารด้วยค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีสูตรดังนี้

$$DIFF = \frac{AMSE_i - AMSE_{\min}}{AMSE_{\min}}$$

เมื่อ $AMSE_i$ หมายถึงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจากตัวประมาณที่ i และ $AMSE_{\min}$ หมายถึงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่มีค่าต่ำสุดจากทั้ง 3 ตัวประมาณ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Diff) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) เท่ากับ 4

MB	วิธี	ขนาดตัวอย่าง														
		15			30			60			120			240		
		OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV
2	AMSE	4.122	1.689	1.006	1.921	1.088	0.840	1.204	0.783	0.667	0.732	0.591	0.521	0.567	0.451	0.408
	SD	(0.618)	(0.253)	(0.151)	(0.307)	(0.174)	(0.134)	(0.193)	(0.125)	(0.107)	(0.117)	(0.095)	(0.083)	(0.091)	(0.072)	(0.065)
	DIFF	3.097	0.679	0.000	1.287	0.295	0.000	0.805	0.174	0.000	0.405	0.134	0.000	0.390	0.105	0.000
3	AMSE	6.016	2.141	1.135	3.811	1.524	1.059	1.388	0.849	0.713	1.031	0.723	0.619	0.814	0.589	0.521
	SD	(0.963)	(0.343)	(0.182)	(0.610)	(0.244)	(0.169)	(0.222)	(0.136)	(0.114)	(0.165)	(0.116)	(0.099)	(0.130)	(0.094)	(0.083)
	DIFF	4.300	0.886	0.000	2.599	0.439	0.000	0.947	0.191	0.000	0.666	0.168	0.000	0.562	0.131	0.000
4	AMSE	8.194	3.257	1.627	6.334	2.254	1.328	2.027	1.097	0.912	1.475	0.971	0.813	1.251	0.822	0.712
	SD	(1.311)	(0.521)	(0.260)	(1.013)	(0.361)	(0.212)	(0.324)	(0.176)	(0.146)	(0.236)	(0.155)	(0.130)	(0.200)	(0.132)	(0.114)
	DIFF	4.036	1.002	0.000	3.770	0.697	0.000	1.223	0.203	0.000	0.814	0.194	0.000	0.757	0.154	0.000
5	AMSE	12.352	3.983	1.756	8.541	3.021	1.573	2.691	1.351	1.082	1.934	1.228	1.008	1.501	0.957	0.815
	SD	(1.853)	(0.597)	(0.263)	(1.281)	(0.453)	(0.236)	(0.404)	(0.203)	(0.162)	(0.290)	(0.169)	(0.151)	(0.225)	(0.144)	(0.122)
	DIFF	6.034	1.268	0.000	4.430	0.921	0.000	1.487	0.249	0.000	0.919	0.218	0.000	0.842	0.174	0.000
6	AMSE	14.305	5.203	1.846	10.033	3.596	1.693	3.727	1.639	1.264	2.556	1.515	1.205	1.944	1.188	0.998
	SD	(2.289)	(0.832)	(0.295)	(1.605)	(0.575)	(0.271)	(0.596)	(0.262)	(0.202)	(0.409)	(0.242)	(0.193)	(0.311)	(0.190)	(0.192)
	DIFF	6.749	1.819	0.000	4.985	1.124	0.000	1.949	0.297	0.000	1.121	0.257	0.000	0.948	0.190	0.000

จากตารางที่ 4.1 และกราฟรูปที่ 4.1.1 – 4.1.6 ผลสรุปคือ

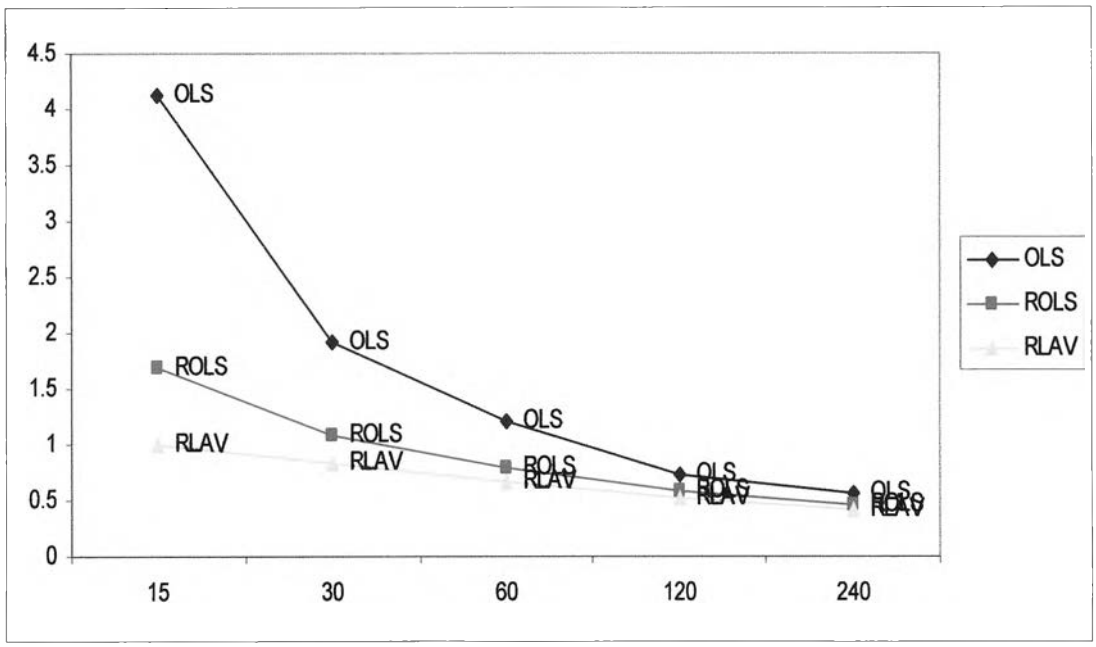
<u>กรณีที่ 1 เมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ของตัวแบบคงที่</u> ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้แก่ RLAV ทุกขนาดตัวอย่าง (n) รองลงมาคือตัวประมาณ ROLS และ OLS ตามลำดับ เนื่องจาก RLAV เป็นตัวประมาณริดจ์ที่มีความแกร่งซึ่งเหมาะกับกรณีตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน และมีค่าผิดปกติดังนั้นเมื่อขนาดตัวอย่างน้อยโอกาสที่จะเกิดค่าผิดปกติจะมากทำให้ตัวประมาณ RLAV ประสิทธิภาพมาก และเมื่อขนาดตัวอย่างมากขึ้นโอกาสที่จะเกิดเป็นค่าผิดปกติจะลดลง ดังนั้นประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV นี้จะลดลงด้วย กล่าวคือตัวประมาณ RLAV เป็นตัวประมาณที่ดีเมื่อขนาดตัวอย่างไม่มากนัก จากกราฟรูปที่ 4.1.1 – 4.1.5 ค่า MSE จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่าง (n) เพิ่มขึ้น เพราะพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จะลู่เข้าสู่พารามิเตอร์จริงมากยิ่งขึ้น

<u>กรณีที่ 2 เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) คงที่</u> วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้แก่ RLAV ทุกเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) รองลงมาคือวิธี ROLS และ OLS ตามลำดับ เพราะตัวประมาณ OLS สร้างจากข้อมูลทุกค่าในตัวแปรอิสระของแต่ละเลขชี้กำลัง แต่ตัวประมาณ LAV สร้างจากข้อมูลของตัวแปรอิสระเพียงบางค่าของแต่ละเลขชี้กำลัง ดังนั้นตัวประมาณ LAV จึงได้รับอิทธิพลของพหุสัมพันธ์น้อยกว่าตัวประมาณ OLS จากกราฟรูปที่ 4.1.6 ค่า MSE จะมากขึ้นเมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) เพิ่มขึ้นเพราะเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ที่เพิ่มขึ้นทำให้ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ (multicolinearity) กันมากขึ้น ส่งผลให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากค่าพารามิเตอร์แท้จริงเพิ่มขึ้น

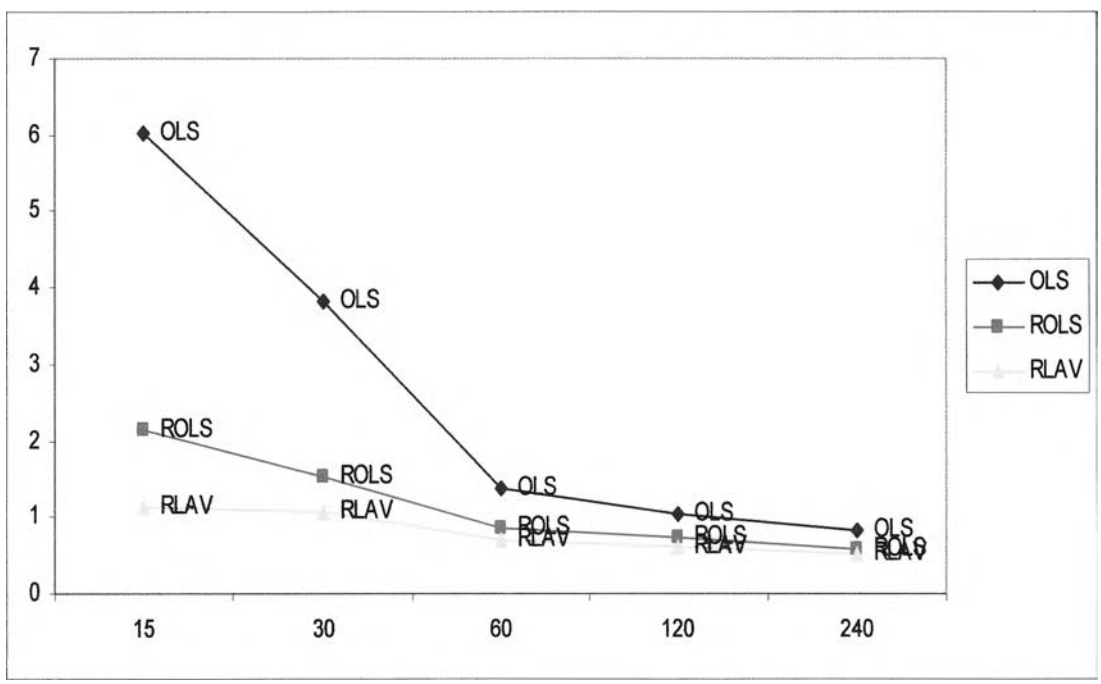
จากข้างต้นสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า AMSE ได้แก่ ขนาดตัวอย่าง (n) และเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ซึ่งค่า AMSE จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง (n) (รูปที่ 4.1.1 – 4.1.5) แต่จะแปรผันตามเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) (รูปที่ 4.1.6) เมื่อขนาดตัวอย่าง(n) มีค่าตั้งแต่ 60 ขึ้นไป ความคงเส้นคงวาเพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราที่ลดลงของค่า AMSE เกือบคงที่ทั้ง 3 วิธี โดยวิธี RLAV จะมีความคงเส้นคงวามากกว่าวิธี ROLS และวิธี OLS เพราะค่า AMSE ของตัวประมาณ RLAV ลู่เข้าสู่ศูนย์มากกว่าอีก 2 ตัวประมาณแสดงว่าตัวประมาณ RLAV จะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากกว่าอีก 2 ตัวประมาณ

พิจารณาค่า DIFF ของแต่ละวิธีการที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ ในทุกขนาดตัวอย่างพบว่าประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV จะโดดเด่นกว่าอีก 2 วิธีอย่างชัดเจน โดยประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น กล่าวคือตัวประมาณ RLAV มีประสิทธิภาพดีกว่า OLS อย่างน้อยประมาณ 309.7%, 128.7%, 80.5%, 40.5%และ 39% ตามลำดับทุกขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพดีกว่า ROLS อย่างน้อยประมาณ 67.9%, 29.5%, 17.4%, 13.4% และ 10.5% ตามลำดับทุกขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น แต่ตัวประมาณ RLAV มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด(MB) เพิ่มขึ้น

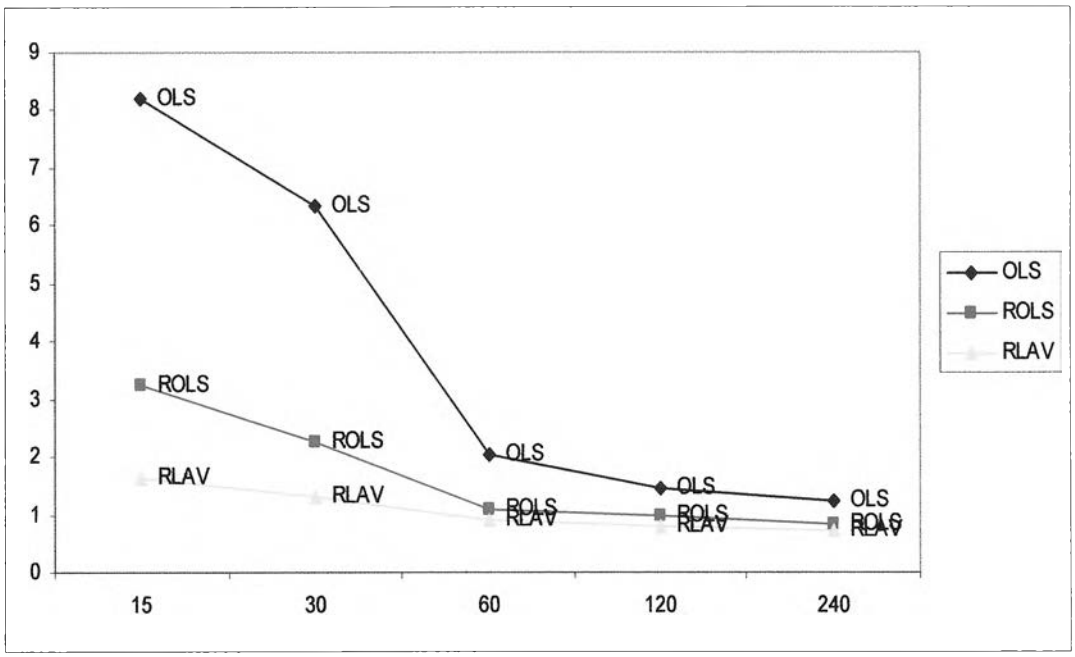
I22607249



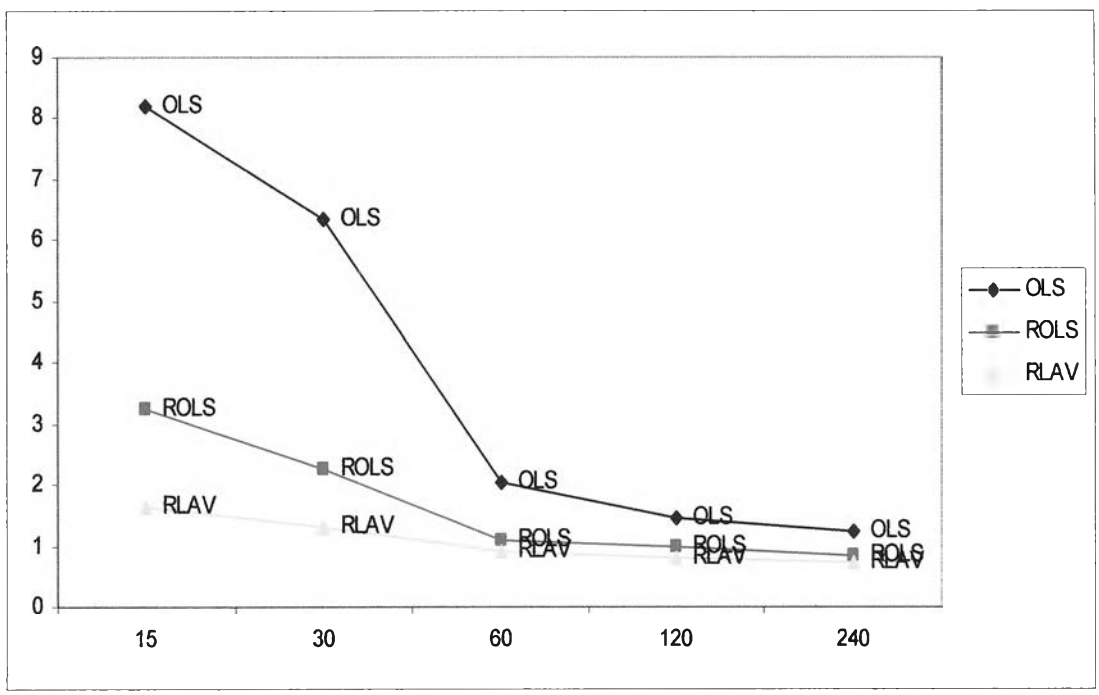
รูปที่ 4.1.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,4)$ โดย MB เป็น 2



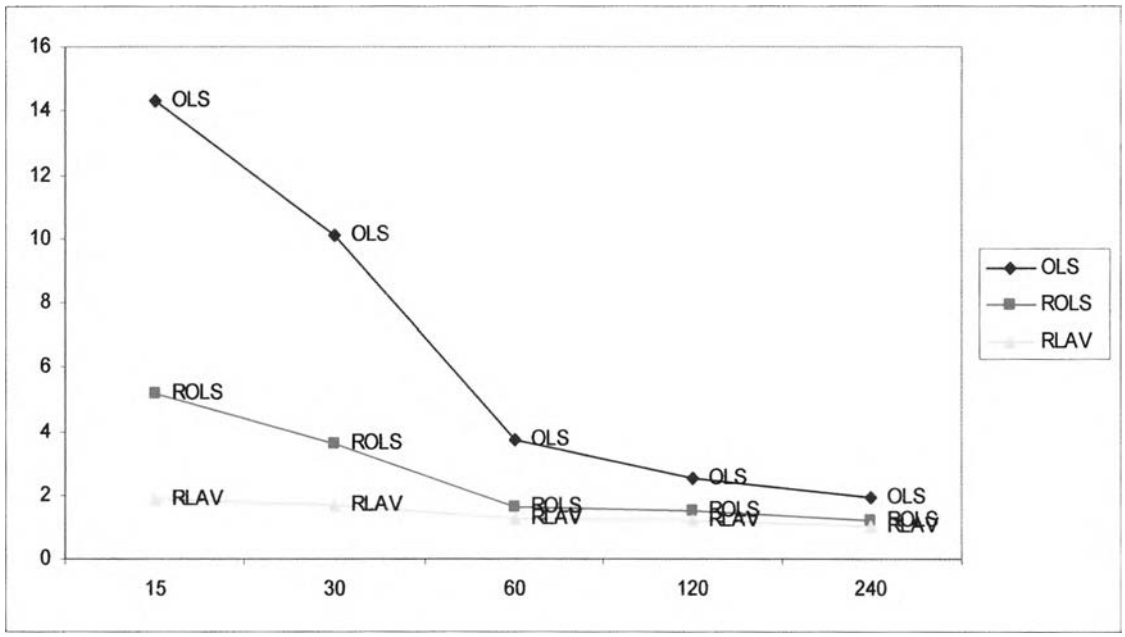
รูปที่ 4.1.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,4)$ โดย MB เป็น 3



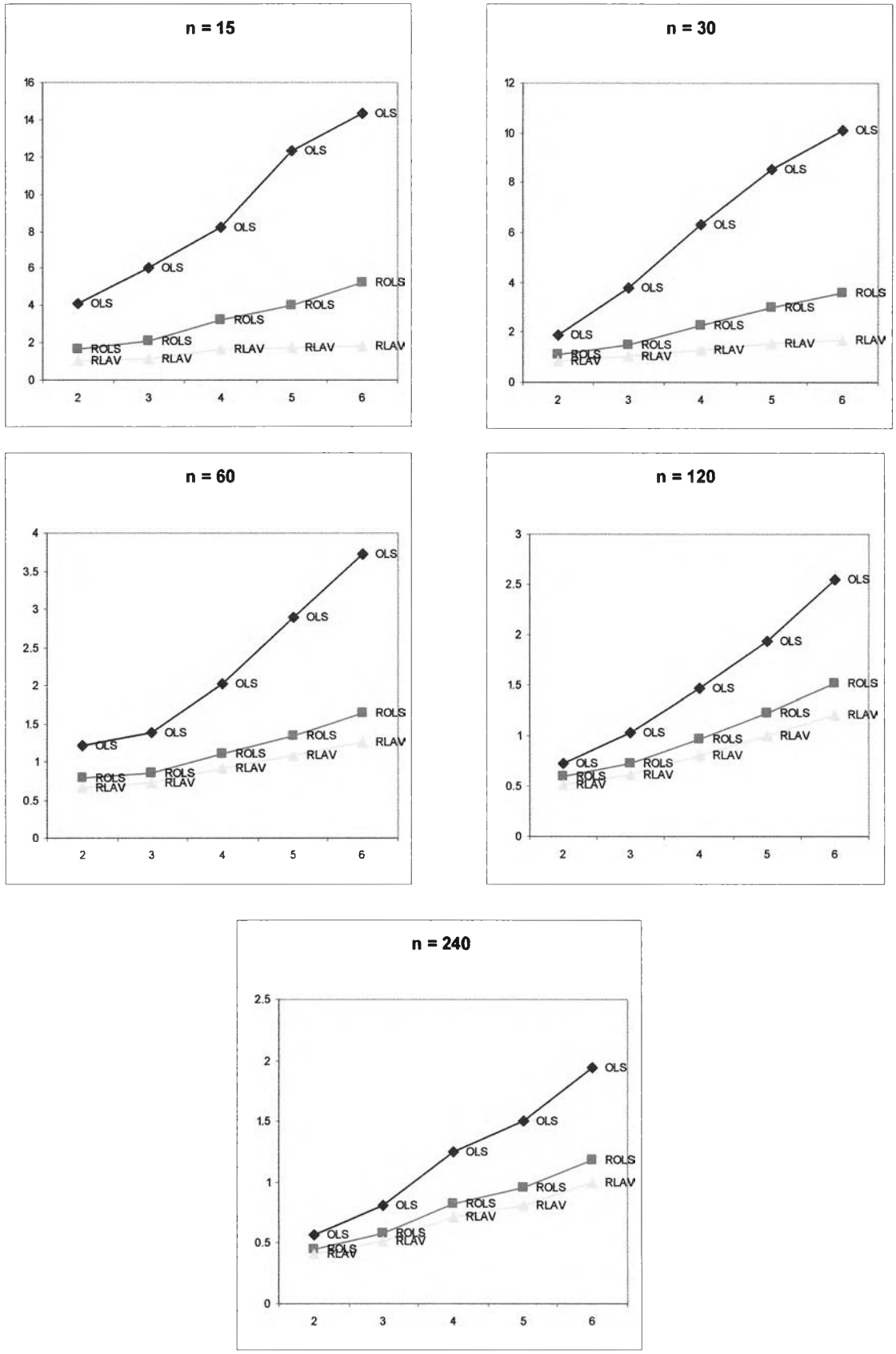
รูปที่ 4.1.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,4)$ โดย MB เป็น 4



รูปที่ 4.1.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,4)$ โดย MB เป็น 5



รูปที่ 4.1.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_t \sim N(0,4)$ โดย MB เป็น 6



<u>รูปที่ 4.1.6</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_t \sim N(0,4)$

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Diff) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) เท่ากับ 6

MB	วิธี	ขนาดตัวอย่าง														
		15			30			60			120			240		
		OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV
2	AMSE	5.385	2.344	1.075	2.215	1.111	0.854	1.392	0.892	0.751	0.957	0.735	0.637	0.628	0.486	0.438
	SD	(0.808)	(0.352)	(0.161)	(0.354)	(0.178)	(0.137)	(0.223)	(0.143)	(0.120)	(0.153)	(0.126)	(0.102)	(0.100)	(0.078)	(0.070)
	DIFF	4.009	1.180	0.000	1.594	0.301	0.000	0.854	0.188	0.000	0.502	0.154	0.000	0.434	0.110	0.000
3	AMSE	7.995	3.157	1.312	4.560	1.758	1.112	1.752	1.069	0.888	1.289	0.877	0.725	1.057	0.714	0.613
	SD	(1.279)	(0.505)	(0.210)	(0.730)	(0.281)	(0.178)	(0.280)	(0.171)	(0.142)	(0.206)	(0.140)	(0.116)	(0.169)	(0.114)	(0.098)
	DIFF	5.094	1.406	0.000	3.101	0.581	0.000	0.973	0.204	0.000	0.778	0.210	0.000	0.724	0.165	0.000
4	AMSE	10.664	4.355	1.676	7.218	2.516	1.503	2.525	1.376	1.124	1.879	1.165	0.955	1.553	1.012	0.852
	SD	(1.706)	(0.697)	(0.268)	(1.155)	(0.403)	(0.240)	(0.404)	(0.220)	(0.180)	(0.301)	(0.186)	(0.153)	(0.253)	(0.162)	(0.136)
	DIFF	5.363	1.598	0.000	3.802	0.674	0.000	1.246	0.224	0.000	0.968	0.220	0.000	0.823	0.188	0.000
5	AMSE	14.504	5.021	1.785	10.682	3.259	1.657	3.163	1.594	1.254	2.305	1.427	1.138	1.864	1.142	0.937
	SD	(2.176)	(0.753)	(0.268)	(1.602)	(0.489)	(0.249)	(0.474)	(0.239)	(0.188)	(0.346)	(0.214)	(0.171)	(0.280)	(0.171)	(0.141)
	DIFF	7.125	1.813	0.000	5.447	0.967	0.000	1.522	0.271	0.000	1.025	0.254	0.000	0.989	0.219	0.000
6	AMSE	17.714	6.753	1.913	12.605	3.662	1.712	4.558	2.170	1.588	3.745	1.753	1.387	2.941	1.596	1.298
	SD	(2.834)	(1.080)	(0.306)	(2.017)	(0.586)	(0.274)	(0.729)	(0.347)	(0.254)	(0.599)	(0.280)	(0.222)	(0.417)	(0.255)	(0.208)
	DIFF	8.260	2.530	0.000	6.363	1.139	0.000	1.870	0.366	0.000	1.700	0.264	0.000	1.266	0.230	0.000

จากตารางที่ 4.2 และกราฟรูปที่ 4.2.1 – 4.2.6 ผลสรุปคือ

<u>กรณีที่ 1</u> <u>เมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ของตัวแบบคงที่</u> วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้แก่ RLAV ทุกขนาดตัวอย่าง (n) รองมาคือวิธี ROLS และ OLS ตามลำดับ เนื่องจาก RLAV เป็นตัวประมาณริดจ์ที่มีความแกร่งซึ่งเหมาะกับกรณีตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กันและมีค่าผิดปกติดังนั้นเมื่อขนาดตัวอย่างน้อยโอกาสที่จะเกิดค่าผิดปกติจะมากทำให้ตัวประมาณ RLAV ประสิทธิภาพมาก และเมื่อขนาดตัวอย่างมากขึ้นโอกาสที่จะเกิดเป็นค่าผิดปกติจะลดลงดังนั้นประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV นี้จะลดลงด้วย กล่าวคือตัวประมาณ RLAV เป็นตัวประมาณที่ดีเมื่อขนาดตัวอย่างไม่มากนัก จากกราฟรูปที่ 4.2.1 – 4.2.5 ค่า MSE จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่าง (n) เพิ่มขึ้น เพราะค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ลู่เข้าสู่ค่าพารามิเตอร์จริงมากยิ่งขึ้น

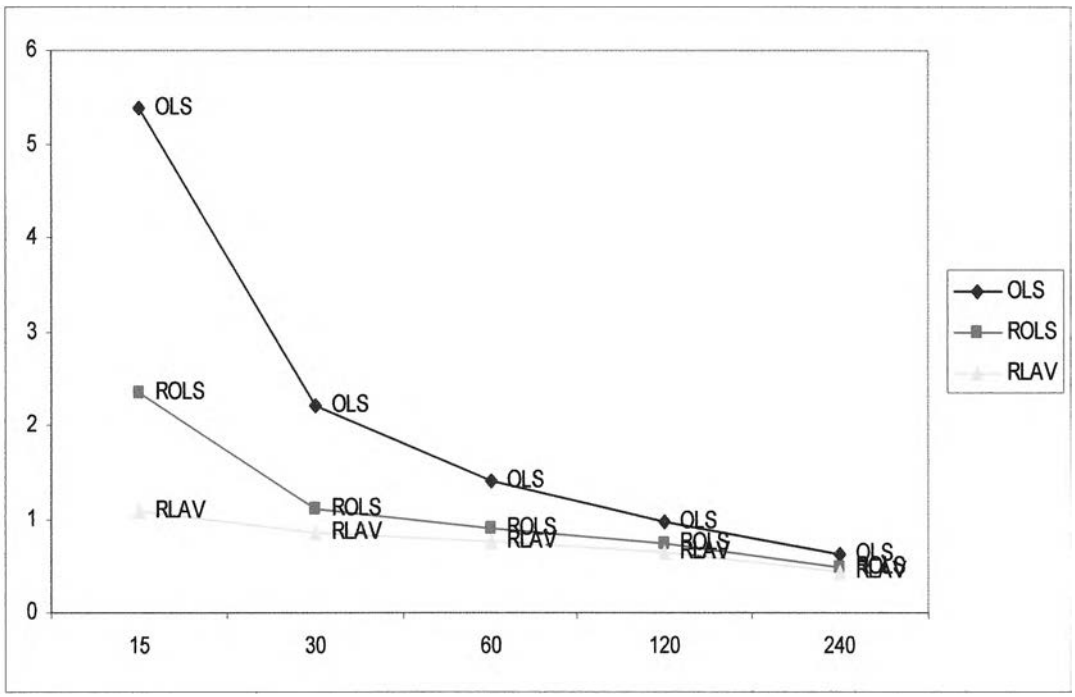
<u>กรณีที่ 2</u> <u>เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) คงที่</u> วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้แก่ RLAV ทุกเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) รองมาคือวิธี ROLS และ OLS ตามลำดับ เพราะตัวประมาณ OLS สร้างจากข้อมูลทุกค่าในตัวแปรอิสระของแต่ละเลขชี้กำลัง แต่ตัวประมาณ LAV สร้างจากข้อมูลของตัวแปรอิสระเพียงบางค่าของแต่ละเลขชี้กำลัง ดังนั้นตัวประมาณ LAV จึงได้รับอิทธิพลของพหุสัมพันธ์น้อยกว่าตัวประมาณ OLS จากกราฟรูปที่ 4.2.6 ค่า MSE จะมากขึ้นเมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) เพิ่มขึ้นเพราะเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ที่เพิ่มขึ้นทำให้ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ (multicolinearity) กันมากขึ้น ส่งผลให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากค่าพารามิเตอร์จริงเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) เพิ่มขึ้นทำให้ค่า AMSE ของทุกกรณีเพิ่มขึ้น เพราะว่าเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้มีค่ามากขึ้น เนื่องจากความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนส่งผลให้การกระจายของตัวแปรตามเพิ่มขึ้นทำให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้สูงขึ้น

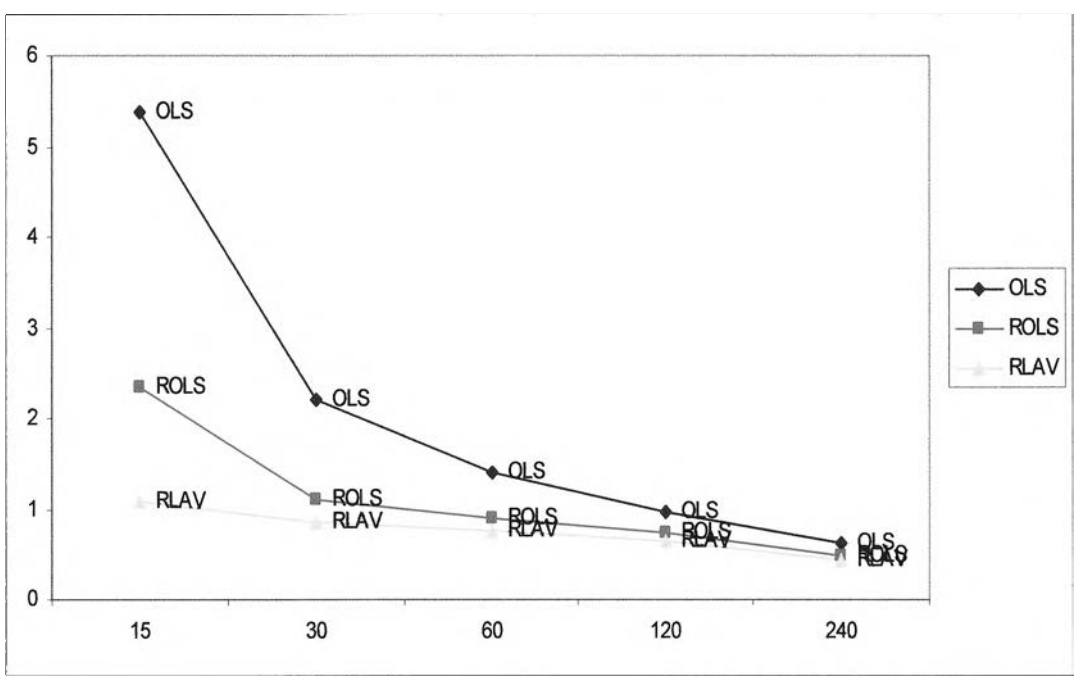
จากข้างต้นสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า AMSE ได้แก่ ขนาดตัวอย่าง (n) เลขชี้กำลังสูงสุด (MB) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) ซึ่งค่า AMSE จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง (n) (รูปที่ 4.2.1 – 4.2.5) แต่แปรผันตามเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) (รูปที่ 4.2.6) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) ตั้งแต่ 60 ขึ้นไปความคงเส้นคงวาเพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราที่ลดลงของค่า AMSE จนเกือบคงที่ทั้ง 3 วิธี โดยวิธี RLAV จะมีความคงเส้นคงวามากกว่าวิธี ROLS และวิธี OLS เพราะค่า AMSE ของตัวประมาณ RLAV สู่เข้าสู่ศูนย์มากกว่าอีก 2 ตัวประมาณแสดงว่าตัวประมาณ RLAV จะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากกว่าอีก 2 ตัวประมาณ

พิจารณาค่า DIFF ของแต่ละวิธีการที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ ในทุกขนาดตัวอย่างพบว่าประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV จะโดดเด่นกว่าอีก 2 วิธีอย่างชัดเจน โดยประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าตัวประมาณ RLAV มีประสิทธิภาพดีกว่า OLS อย่างน้อยประมาณ 400.9%, 159.4%, 85.4%, 50.2%และ 43.4% ตามลำดับทุกขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพดีกว่า ROLS อย่างน้อยประมาณ 118%, 30.1%, 18.8%, 15.4% และ 11% ตามลำดับทุกขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น แต่ตัวประมาณ RLAV มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด(MB) เพิ่มขึ้น

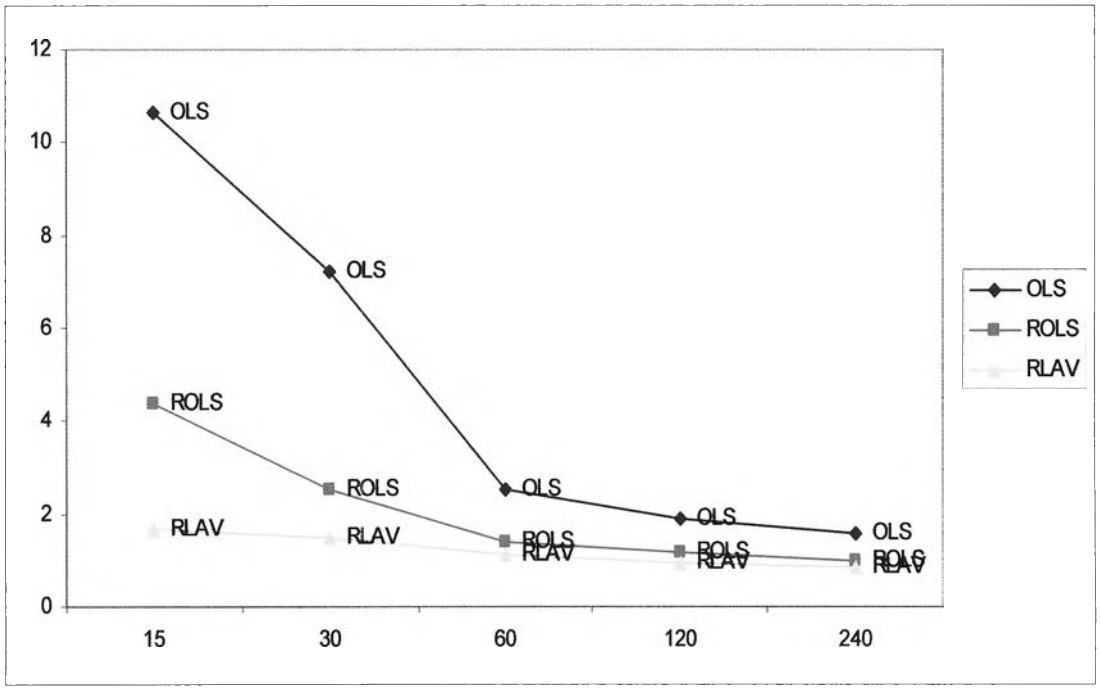
พิจารณาค่า DIFF ของทั้งสองตารางพบว่า ประสิทธิภาพของ RLAV จะเพิ่มขึ้นเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน(σ_ε^2) เพิ่มขึ้นทุกกรณี



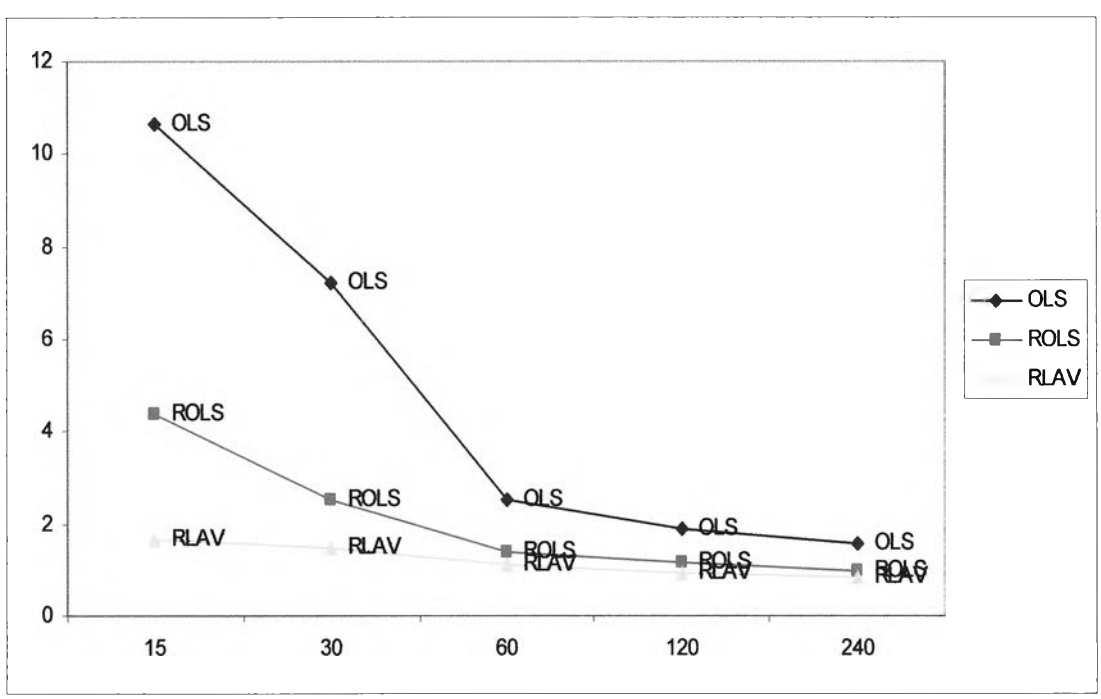
รูปที่ 4.2.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,6)$ โดย MB เป็น 2



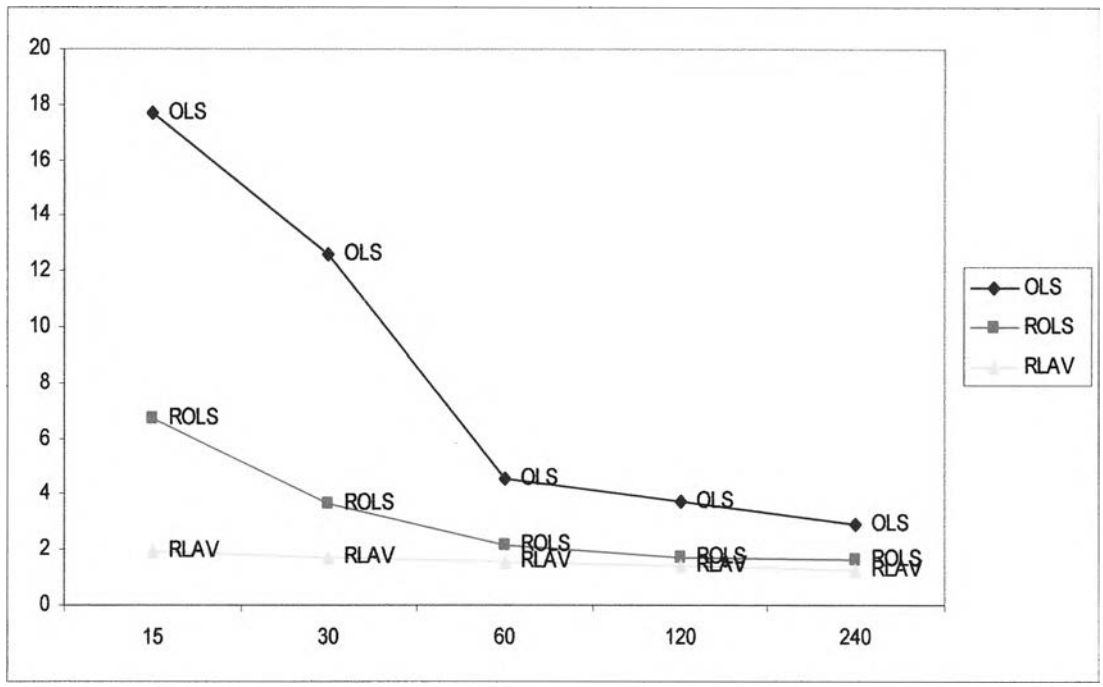
รูปที่ 4.2.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,6)$ โดย MB เป็น 3



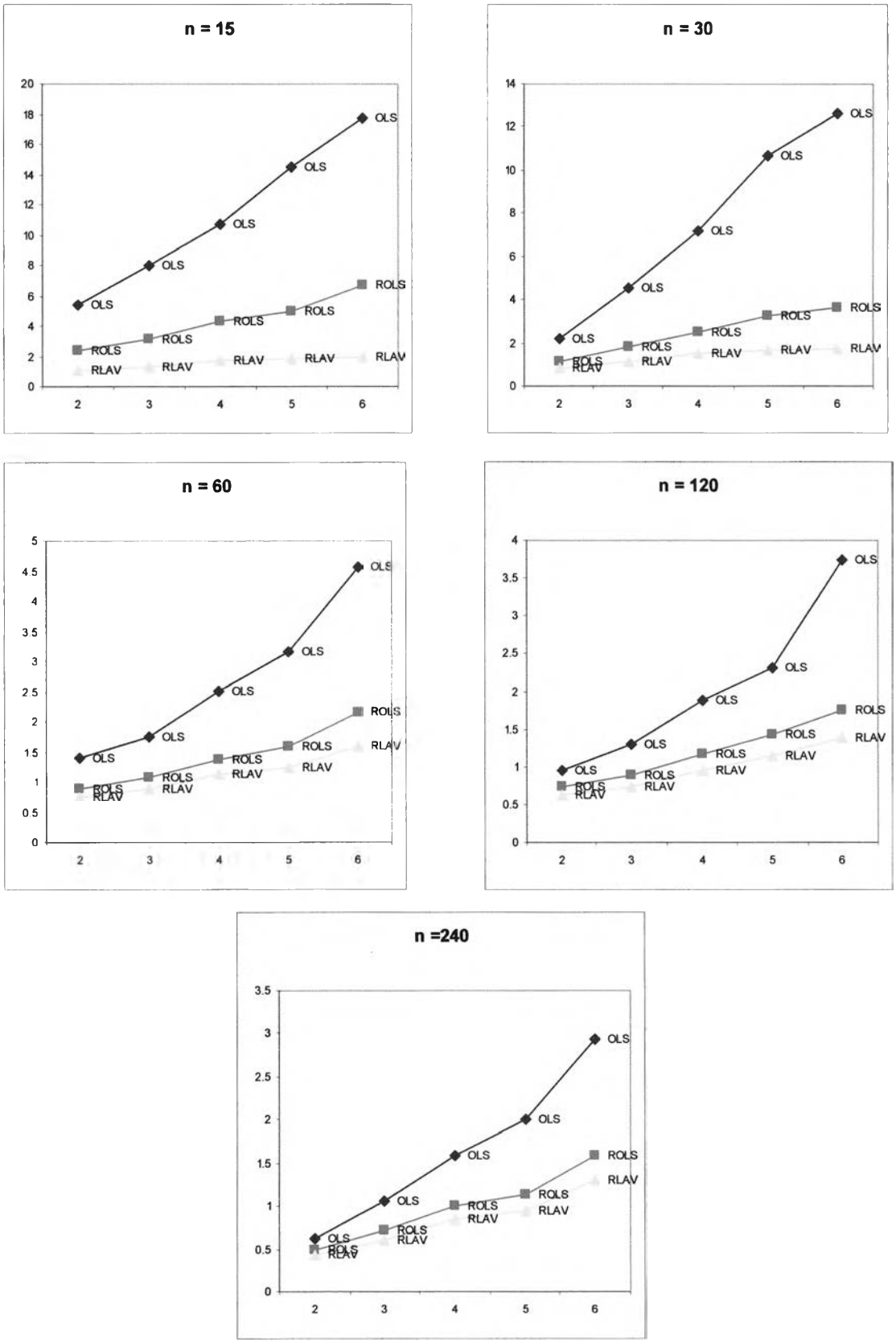
รูปที่ 4.2.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,6)$ โดย MB เป็น 4



รูปที่ 4.2.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,6)$ โดย MB เป็น 5



รูปที่ 4.2.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,6)$ โดย MB เป็น 6



<u>รูปที่ 4.2.6</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,6)$

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Diff) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) เท่ากับ 8

MB	วิธี	ขนาดตัวอย่าง														
		15			30			60			120			240		
		OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV
2	AMSE	6.536	2.542	1.092	3.301	1.285	0.912	1.652	0.970	0.804	1.125	0.821	0.699	0.703	0.525	0.462
	SD	(0.980)	(0.381)	(0.164)	(0.528)	(0.206)	(0.146)	(0.264)	(0.156)	(0.129)	(0.180)	(0.131)	(0.112)	(0.112)	(0.084)	(0.074)
	DIFF	4.985	1.328	0.000	2.620	0.409	0.000	1.055	0.206	0.000	0.609	0.175	0.000	0.522	0.136	0.000
3	AMSE	8.159	3.557	1.319	4.722	1.798	1.129	2.225	1.195	0.968	1.542	1.035	0.840	1.187	0.765	0.645
	SD	(1.305)	(0.569)	(0.211)	(0.756)	(0.288)	(0.181)	(0.356)	(0.191)	(0.155)	(0.247)	(0.166)	(0.134)	(0.190)	(0.122)	(0.103)
	DIFF	5.186	1.697	0.000	3.182	0.593	0.000	1.299	0.235	0.000	0.878	0.225	0.000	0.840	0.186	0.000
4	AMSE	13.791	5.623	1.712	7.499	2.814	1.569	3.792	1.882	1.498	2.341	1.426	1.149	1.693	1.092	0.917
	SD	(2.207)	(0.900)	(0.274)	(1.200)	(0.450)	(0.251)	(0.607)	(0.301)	(0.240)	(0.375)	(0.228)	(0.184)	(0.271)	(0.175)	(0.147)
	DIFF	7.055	2.284	0.000	3.779	0.793	0.000	1.531	0.256	0.000	1.037	0.241	0.000	0.846	0.191	0.000
5	AMSE	17.015	6.403	1.857	11.081	3.789	1.692	4.429	2.032	1.603	2.864	1.667	1.326	2.264	1.287	1.034
	SD	(2.552)	(0.960)	(0.279)	(1.662)	(0.568)	(0.254)	(0.664)	(0.305)	(0.240)	(0.430)	(0.250)	(0.199)	(0.340)	(0.193)	(0.155)
	DIFF	8.163	2.448	0.000	5.549	1.239	0.000	1.763	0.268	0.000	1.160	0.257	0.000	1.093	0.245	0.000
6	AMSE	20.364	8.178	1.968	13.090	4.485	1.736	5.971	2.381	1.693	4.106	2.201	1.595	3.205	1.727	1.329
	SD	(3.258)	(1.308)	(0.315)	(2.094)	(0.718)	(0.278)	(0.955)	(0.381)	(0.271)	(0.657)	(0.352)	(0.255)	(0.513)	(0.276)	(0.213)
	DIFF	9.348	3.155	0.000	6.540	1.584	0.000	2.527	0.406	0.000	1.574	0.380	0.000	1.412	0.299	0.000

จากตารางที่ 4.3 และกราฟรูปที่ 4.3.1 – 4.3.6 ผลสรุปที่ได้ในลักษณะทำนองเดียวกับผลสรุปก่อนหน้านี้คือ

กรณีที่ 1 เมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ของตัวแบบคงที่ วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้แก่ RLAV ทุกขนาดตัวอย่าง (n) รองมาคือวิธี ROLS และ OLS ตามลำดับ เนื่องจาก RLAV เป็นตัวประมาณริดจ์ที่มีความแกร่งซึ่งเหมาะกับกรณีตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กันและมีค่าผิดปกติดังนั้นเมื่อขนาดตัวอย่างน้อยโอกาสที่จะเกิดค่าผิดปกติจะมากทำให้ตัวประมาณ RLAV ประสิทธิภาพมาก และเมื่อขนาดตัวอย่างมากขึ้นโอกาสที่จะเกิดเป็นค่าผิดปกติจะลดลงดังนั้นประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV นี้จะลดลงด้วย กล่าวคือตัวประมาณ RLAV เป็นตัวประมาณที่ดีเมื่อขนาดตัวอย่างไม่มากนัก จากกราฟรูปที่ 4.3.1 – 4.3.5 ค่า MSE จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่าง(n) เพิ่มขึ้น เพราะค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ลู่เข้าสู่ค่าพารามิเตอร์จริงมากยิ่งขึ้น

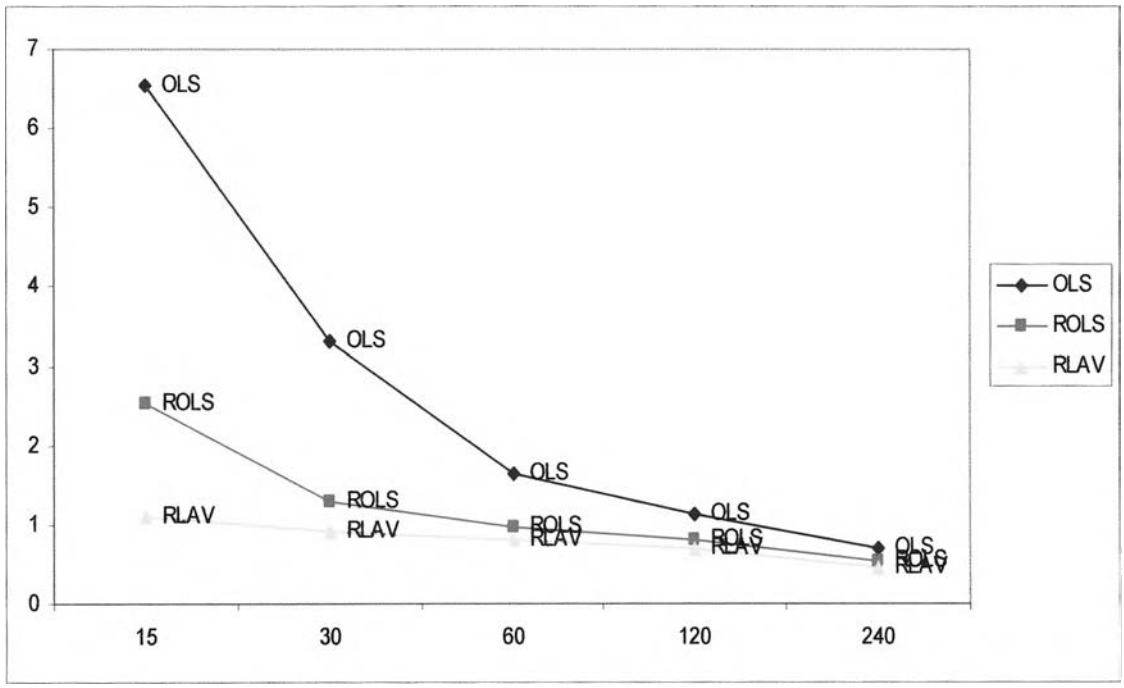
กรณีที่ 2 เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) คงที่ วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้แก่ RLAV ทุกเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) รองมาคือวิธี ROLS และ OLS ตามลำดับ เพราะตัวประมาณ OLS สร้างจากข้อมูลทุกค่าในตัวแปรอิสระของแต่ละเลขชี้กำลัง แต่ตัวประมาณ LAV สร้างจากข้อมูลของตัวแปรอิสระเพียงบางค่าของแต่ละเลขชี้กำลัง ดังนั้นตัวประมาณ LAV จึงได้รับอิทธิพลของพหุสัมพันธ์น้อยกว่าตัวประมาณ OLS จากกราฟรูปที่ 4.3.6 ค่า MSE จะมากขึ้นเมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) เพิ่มขึ้นเพราะเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ที่เพิ่มขึ้นทำให้ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ (multicolinearity) กันมากขึ้น ส่งผลให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากค่าพารามิเตอร์จริงเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) เพิ่มขึ้นทำให้ค่า AMSE ของทุกกรณีเพิ่มขึ้น เพราะว่าเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้มีค่ามากขึ้น เนื่องจากความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนส่งผลให้การกระจายของตัวแปรตามเพิ่มขึ้นทำให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้สูงขึ้น

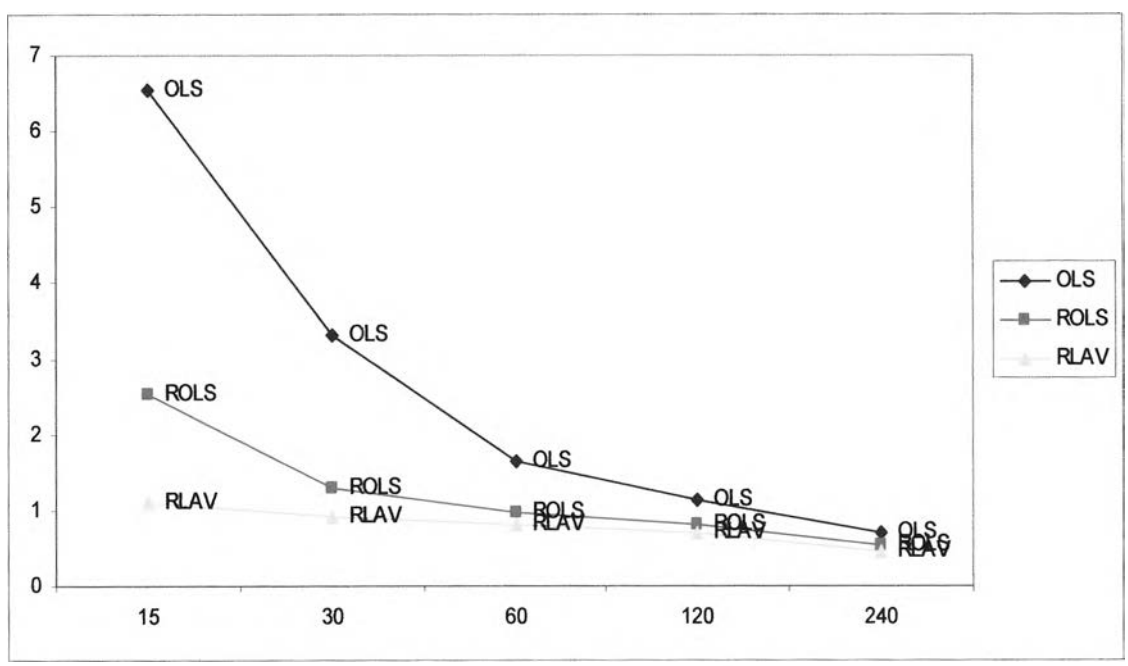
จากข้างต้นสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า AMSE ได้แก่ ขนาดตัวอย่าง (n) เลขชี้กำลังสูงสุด (MB) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) ซึ่งค่า AMSE จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง (n) (รูปที่ 4.3.1 – 4.3.5) แต่แปรผันตามเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) (รูปที่ 4.3.6) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) ตั้งแต่ 60 ขึ้นไปความคงเส้นคงวาเพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราที่ลดลงของค่า AMSE จนเกือบคงที่ทั้ง 3 วิธี โดยวิธี RLAV จะมีความคงเส้นคงวามากกว่าวิธี ROLS และวิธี OLS เพราะค่า AMSE ของตัวประมาณ RLAV สู่เข้าสู่ศูนย์มากกว่าอีก 2 ตัวประมาณแสดงว่าตัวประมาณ RLAV จะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากกว่าอีก 2 ตัวประมาณ

พิจารณาค่า DIFF ของแต่ละวิธีการที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ ในทุกขนาดตัวอย่างพบว่าประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV จะโดดเด่นกว่าอีก 2 วิธีอย่างชัดเจน โดยประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าตัวประมาณ RLAV มีประสิทธิภาพดีกว่า OLS อย่างน้อยประมาณ 498.5%, 262%, 105.5%, 60.9% และ 52.2% ตามลำดับทุกขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพดีกว่า ROLS อย่างน้อยประมาณ 132.8%, 40.9%, 20.6%, 17.5% และ 13.6% ตามลำดับทุกขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น แต่ตัวประมาณ RLAV มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด(MB) เพิ่มขึ้น

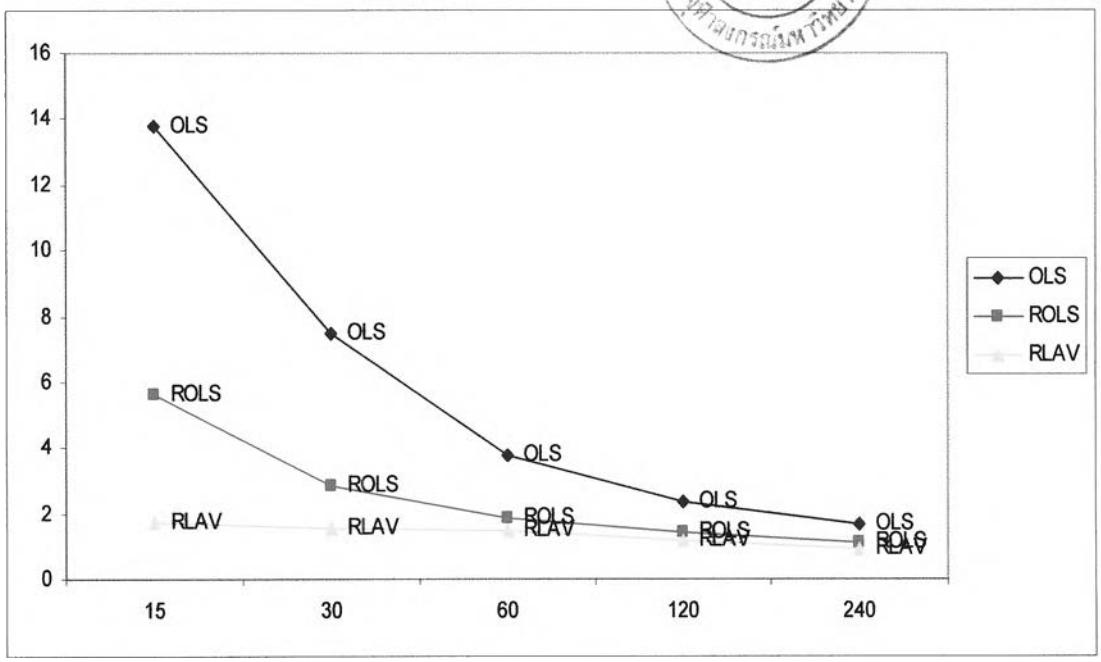
พิจารณาค่า DIFF ของทั้งสองตารางพบว่า ประสิทธิภาพของ RLAV จะเพิ่มขึ้นเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน(σ_{ε}^{2}) เพิ่มขึ้นทุกกรณี



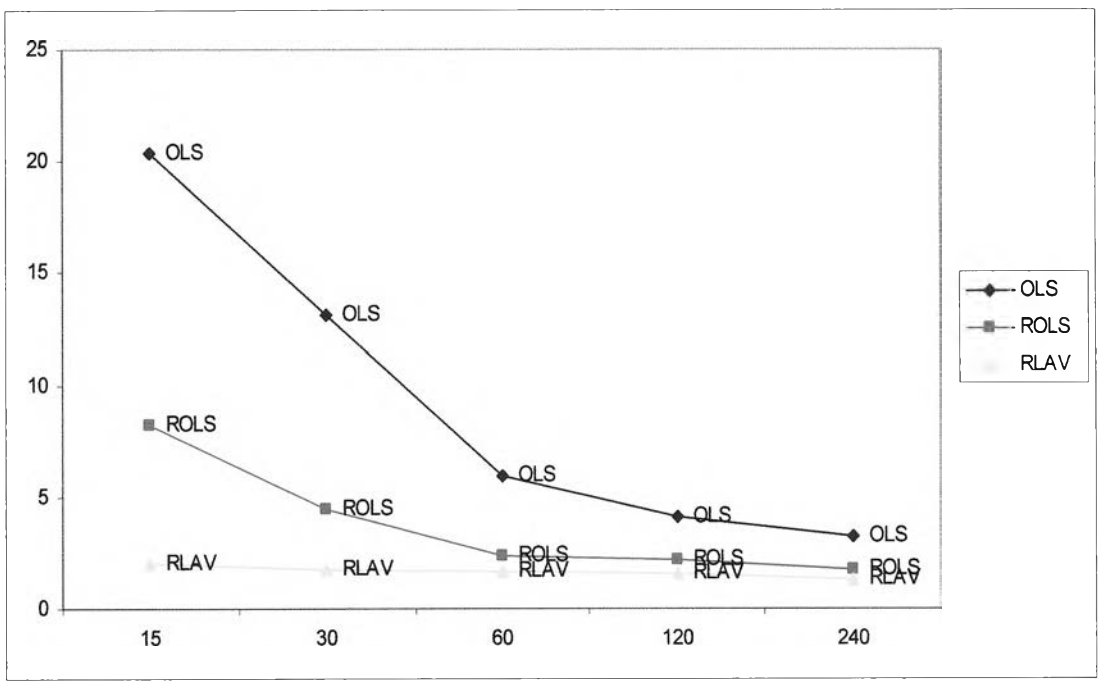
รูปที่ 4.3.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,8)$ โดย MB เป็น 2



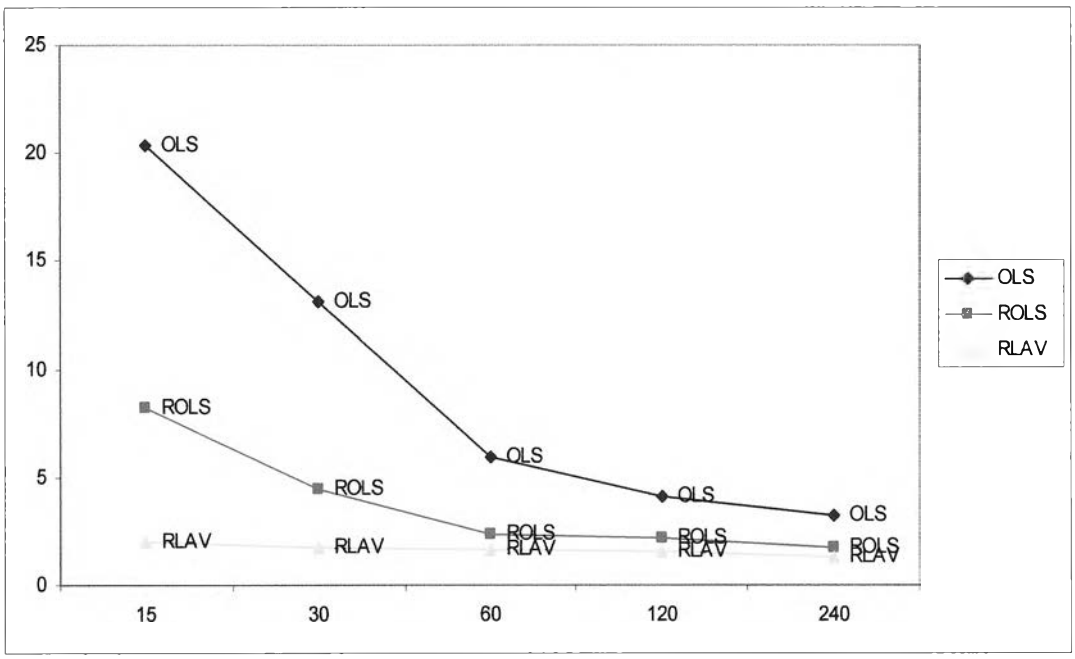
รูปที่ 4.3.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,8)$ โดย MB เป็น 3



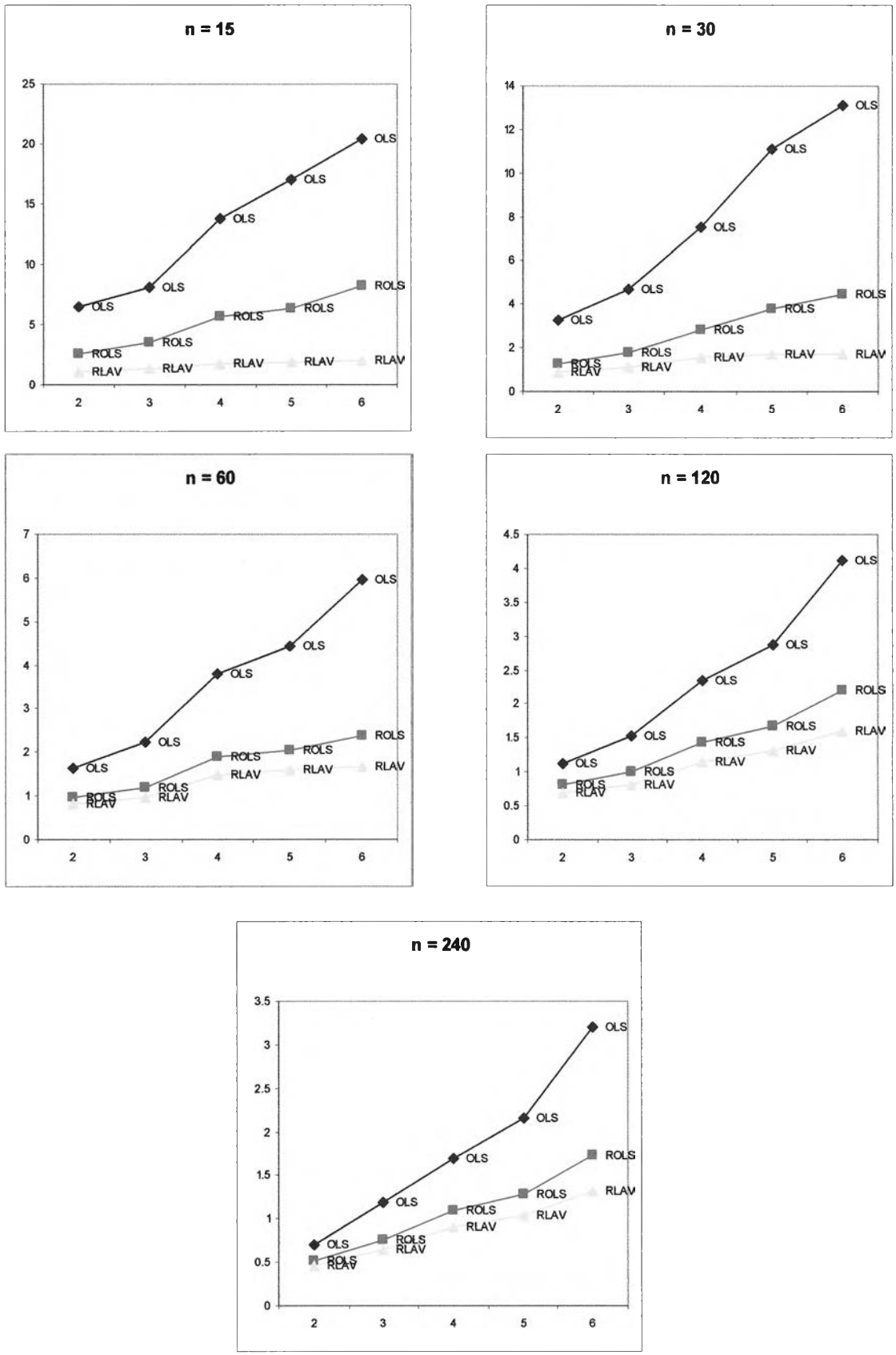
รูปที่ 4.3.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,8)$ โดย MB เป็น 4



รูปที่ 4.3.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,8)$ โดย MB เป็น 5



รูปที่ 4.3.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_t \sim N(0,8)$ โดย MB เป็น 6



รูปที่ 4.3.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,8)$

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (AMSE) และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Diff) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) เท่ากับ 10

MB	วิธี	ขนาดตัวอย่าง														
		15			30			60			120			240		
		OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV	OLS	ROLS	RLAV
2	AMSE	7.323	3.254	1.124	3.654	1.396	0.989	2.094	1.184	0.978	1.294	0.889	0.752	0.761	0.537	0.467
	SD	(1.098)	(0.488)	(0.169)	(0.585)	(0.223)	(0.158)	(0.335)	(0.189)	(0.156)	(0.207)	(0.142)	(0.120)	(0.122)	(0.086)	(0.075)
	DIFF	5.515	1.895	0.000	2.695	0.412	0.000	1.141	0.211	0.000	0.721	0.182	0.000	0.630	0.150	0.000
3	AMSE	9.857	4.266	1.406	5.133	2.521	1.198	2.686	1.397	1.124	1.628	1.006	0.821	1.383	0.857	0.716
	SD	(1.577)	(0.683)	(0.211)	(0.821)	(0.403)	(0.192)	(0.430)	(0.224)	(0.180)	(0.260)	(0.161)	(0.131)	(0.221)	(0.137)	(0.115)
	DIFF	6.011	2.034	0.000	3.285	1.104	0.000	1.390	0.243	0.000	0.983	0.225	0.000	0.932	0.197	0.000
4	AMSE	15.582	7.061	1.858	9.168	3.721	1.672	4.194	1.968	1.529	2.562	1.589	1.201	2.086	1.312	1.061
	SD	(2.493)	(1.130)	(0.297)	(1.467)	(0.595)	(0.268)	(0.671)	(0.315)	(0.245)	(0.410)	(0.254)	(0.192)	(0.334)	(0.210)	(0.170)
	DIFF	7.386	2.800	0.000	4.483	1.225	0.000	1.743	0.287	0.000	1.133	0.323	0.000	0.966	0.237	0.000
5	AMSE	19.396	8.898	1.957	13.070	5.529	1.723	4.844	2.239	1.699	4.049	2.191	1.584	2.526	1.414	1.108
	SD	(2.909)	(1.335)	(0.294)	(1.961)	(0.829)	(0.258)	(0.727)	(0.336)	(0.255)	(0.607)	(0.329)	(0.238)	(0.379)	(0.212)	(0.166)
	DIFF	8.911	3.547	0.000	6.586	2.209	0.000	1.851	0.318	0.000	1.556	0.383	0.000	1.280	0.276	0.000
6	AMSE	22.398	9.971	2.068	14.104	5.806	1.752	6.533	2.507	1.720	4.827	2.376	1.645	3.552	1.815	1.383
	SD	(3.584)	(1.595)	(0.331)	(2.257)	(0.929)	(0.280)	(1.045)	(0.401)	(0.275)	(0.772)	(0.380)	(0.263)	(0.568)	(0.290)	(0.221)
	DIFF	9.831	3.822	0.000	7.050	2.314	0.000	2.798	0.458	0.000	1.934	0.444	0.000	1.568	0.312	0.000

จากตารางที่ 4.4 และกราฟรูปที่ 4.4.1 – 4.4.6 ผลสรุปที่ได้ในลักษณะทำนองเดียวกับก่อนหน้านี้คือ

กรณีที่ 1 เมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ของตัวแบบคงที่ วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้แก่ RLAV ทุกขนาดตัวอย่าง (n) รองมาคือวิธี ROLS และ OLS ตามลำดับ เนื่องจาก RLAV เป็นตัวประมาณริดจ์ที่มีความแกร่งซึ่งเหมาะกับกรณีตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กันและมีค่าผิดปกติดังนั้นเมื่อขนาดตัวอย่างน้อยโอกาสที่จะเกิดค่าผิดปกติจะมากทำให้ตัวประมาณ RLAV ประสิทธิภาพมาก และเมื่อขนาดตัวอย่างมากขึ้นโอกาสที่จะเกิดเป็นค่าผิดปกติจะลดลงดังนั้นประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV นี้จะลดลงด้วย กล่าวคือตัวประมาณ RLAV เป็นตัวประมาณที่ดีเมื่อขนาดตัวอย่างไม่มากนัก จากกราฟรูปที่ 4.4.1 – 4.4.5 ค่า MSE จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่าง(n) เพิ่มขึ้น เพราะค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ลู่เข้าสู่ค่าพารามิเตอร์จริงมากยิ่งขึ้น

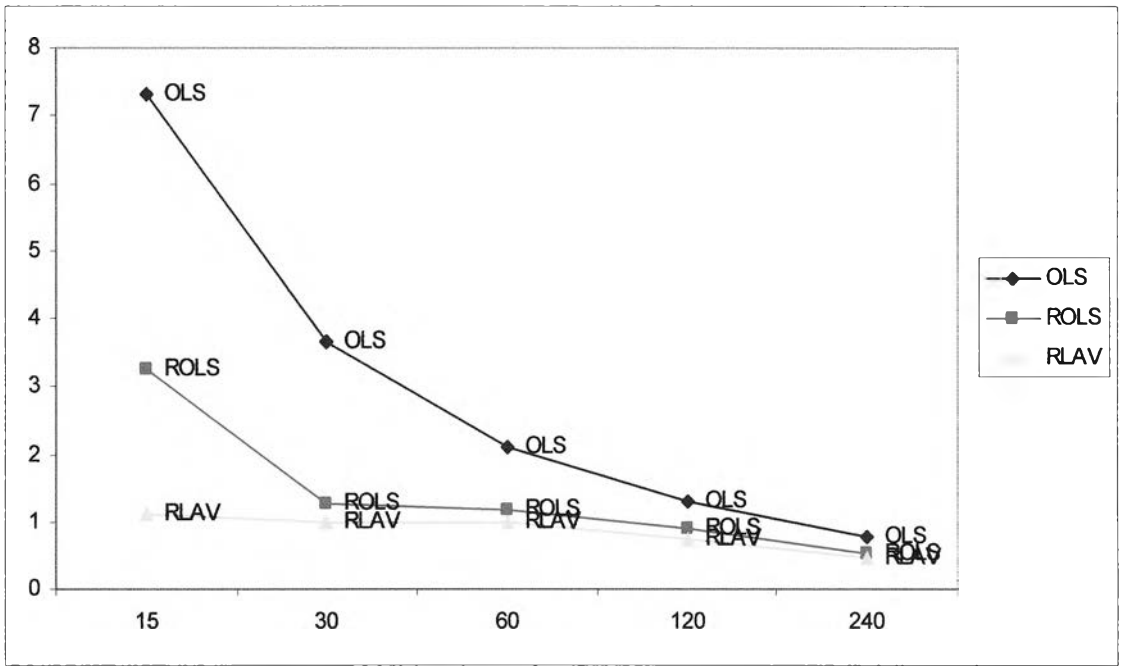
กรณีที่ 2 เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) คงที่ วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้แก่ RLAV ทุกเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) รองมาคือวิธี ROLS และ OLS ตามลำดับ เพราะตัวประมาณ OLS สร้างจากข้อมูลทุกค่าในตัวแปรอิสระของแต่ละเลขชี้กำลัง แต่ตัวประมาณ LAV สร้างจากข้อมูลของตัวแปรอิสระเพียงบางค่าของแต่ละเลขชี้กำลัง ดังนั้นตัวประมาณ LAV จึงได้รับอิทธิพลของพหุสัมพันธ์น้อยกว่าตัวประมาณ OLS จากกราฟรูปที่ 4.4.6 ค่า MSE จะมากขึ้นเมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) เพิ่มขึ้นเพราะเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) ที่เพิ่มขึ้นทำให้ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ (multicolinearity) กันมากขึ้น ส่งผลให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากค่าพารามิเตอร์จริงเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) เพิ่มขึ้นทำให้ค่า AMSE ของทุกกรณีเพิ่มขึ้น เพราะว่าเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_ε^2) เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้มีค่ามากขึ้น เนื่องจากความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนส่งผลให้การกระจายของตัวแปรตามเพิ่มขึ้นทำให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้สูงขึ้น

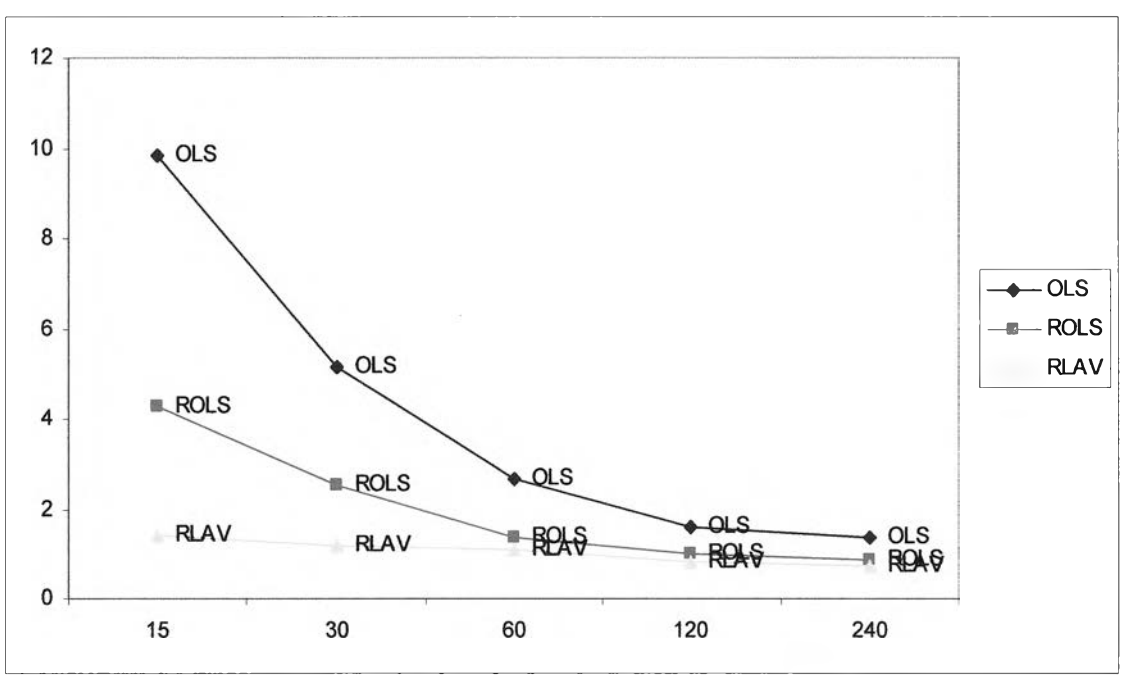
จากข้างต้นสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า AMSE ได้แก่ ขนาดตัวอย่าง (n) เลขชี้กำลังสูงสุด (MB) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) ซึ่งค่า AMSE จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง (n) (รูปที่ 4.4.1 – 4.4.5) แต่แปรผันตามเลขชี้กำลังสูงสุด (MB) (รูปที่ 4.4.6) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_ε^2) เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) ตั้งแต่ 60 ขึ้นไปความคงเส้นคงวาเพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราที่ลดลงของค่า AMSE จนเกือบคงที่ทั้ง 3 วิธี โดยวิธี RLAV จะมีความคงเส้นคงวามากกว่าวิธี ROLS และวิธี OLS เพราะค่า AMSE ของตัวประมาณ RLAV ลู่เข้าสู่ศูนย์มากกว่าอีก 2 ตัวประมาณแสดงว่าตัวประมาณ RLAV จะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากกว่าอีก 2 ตัวประมาณ

พิจารณาค่า DIFF ของแต่ละวิธีการที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ ในทุกขนาดตัวอย่างพบว่าประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV จะโดดเด่นกว่าอีก 2 วิธีอย่างชัดเจน โดยประสิทธิภาพของตัวประมาณ RLAV จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าตัวประมาณ RLAV มีประสิทธิภาพดีกว่า OLS อย่างน้อยประมาณ 551.5%, 269.5%, 114.1%, 72.1% และ 63% ตามลำดับทุกขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพดีกว่า ROLS อย่างน้อยประมาณ 189.5%, 41.2%, 21.1%, 18.2% และ 15% ตามลำดับทุกขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น แต่ตัวประมาณ RLAV มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเลขชี้กำลังสูงสุด(MB) เพิ่มขึ้น

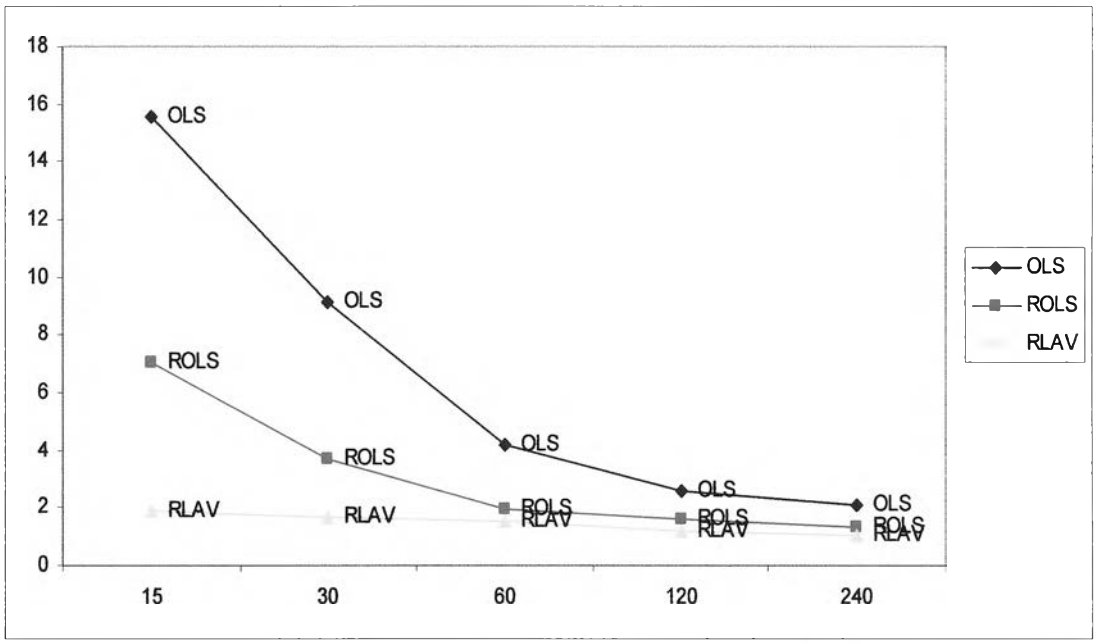
พิจารณาค่า DIFF ของทั้งสองตารางพบว่า ประสิทธิภาพของ RLAV จะเพิ่มขึ้นเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน(σ_ε^2) เพิ่มขึ้นทุกกรณี



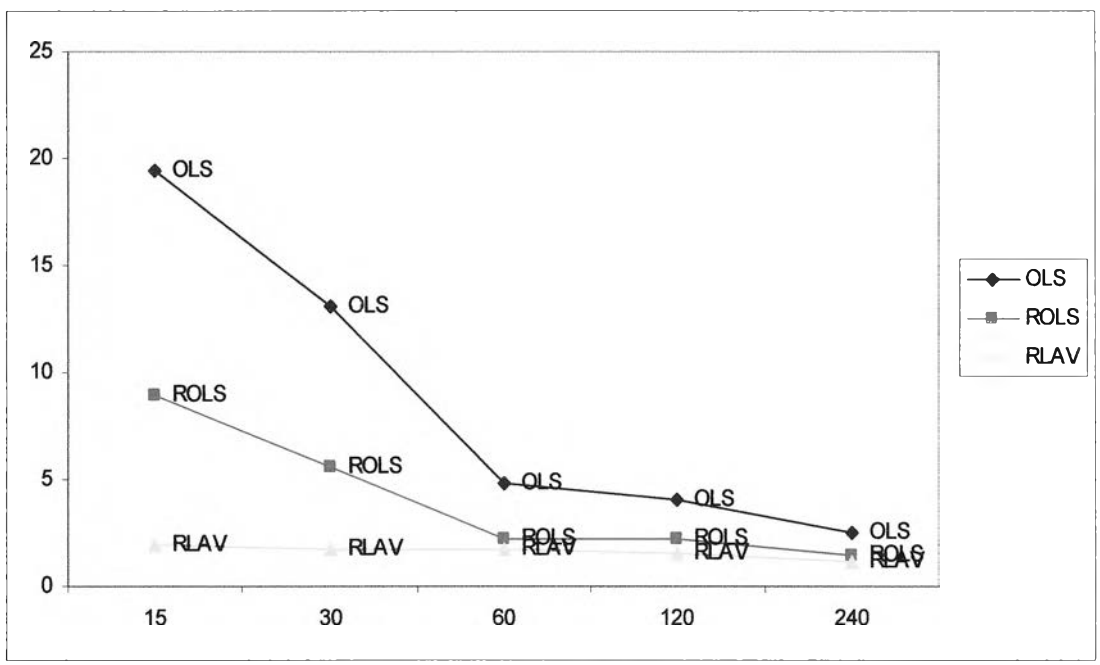
รูปที่ 4.4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,10)$ โดย MB เป็น 2



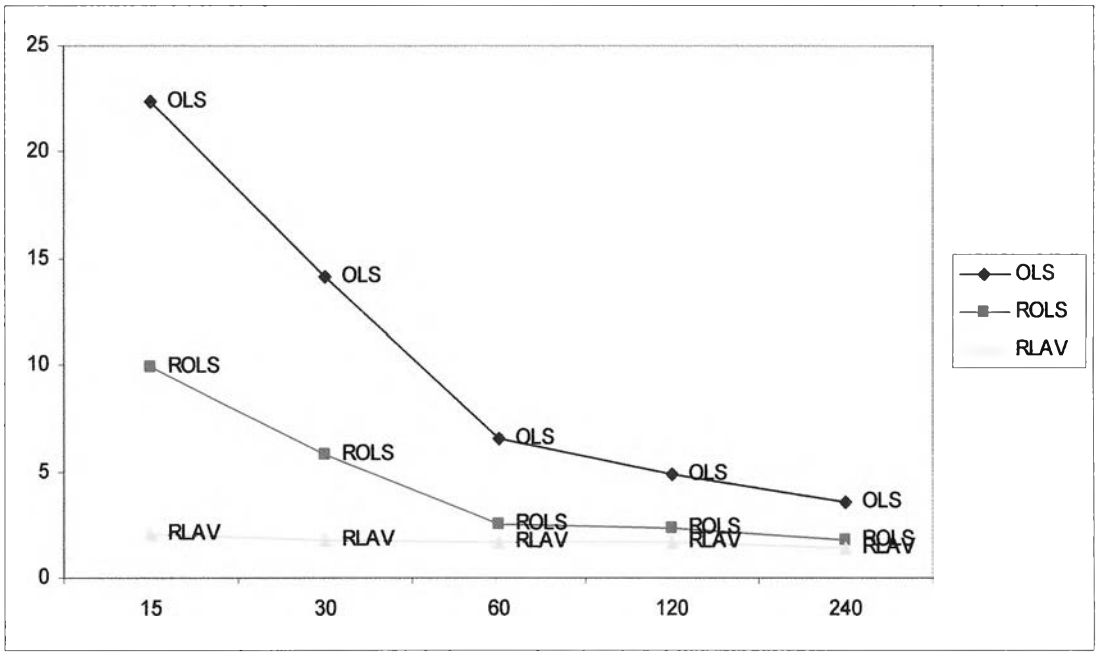
รูปที่ 4.4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,10)$ โดย MB เป็น 3



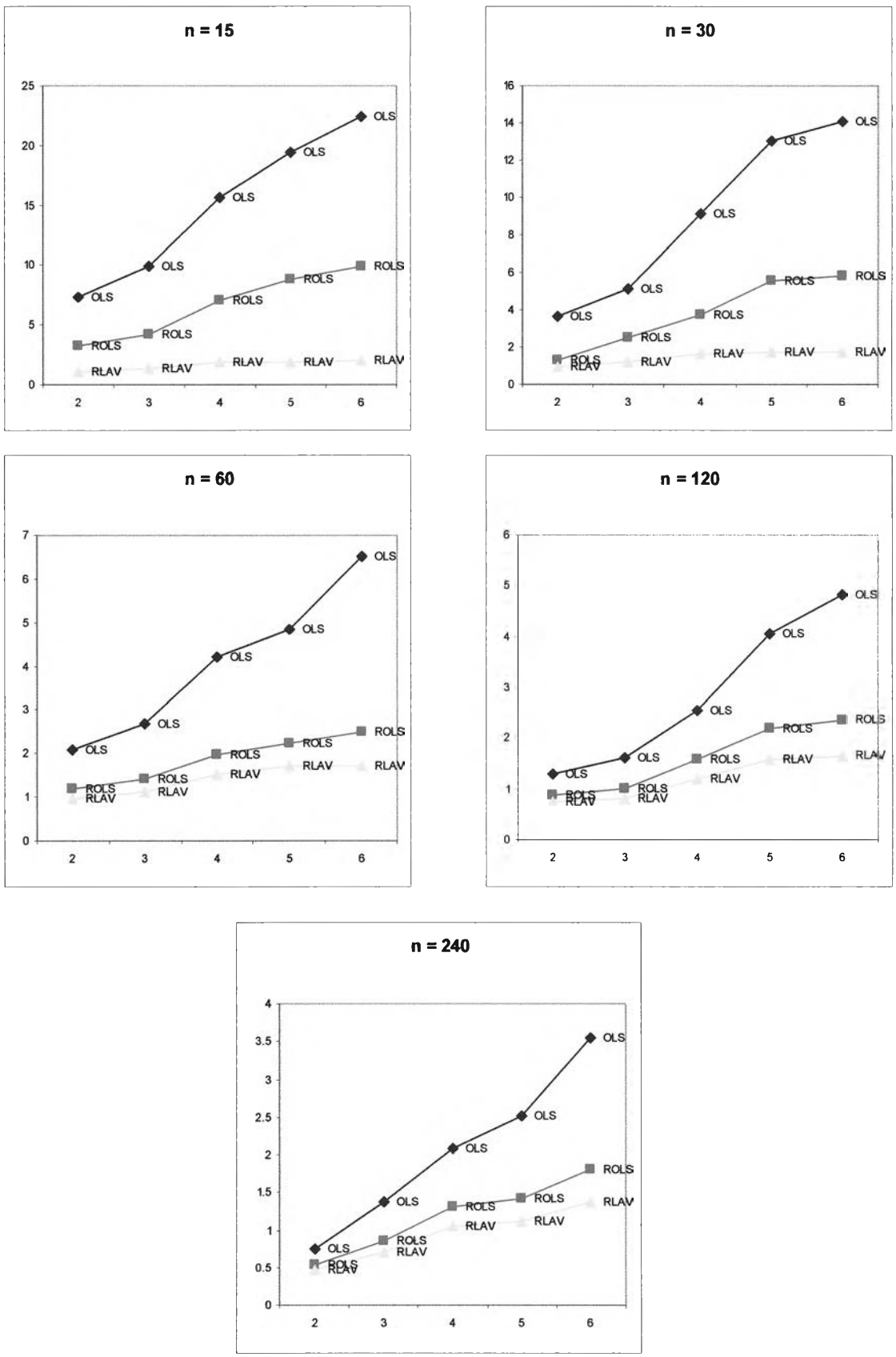
รูปที่ 4.4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,10)$ โดย MB เป็น 4



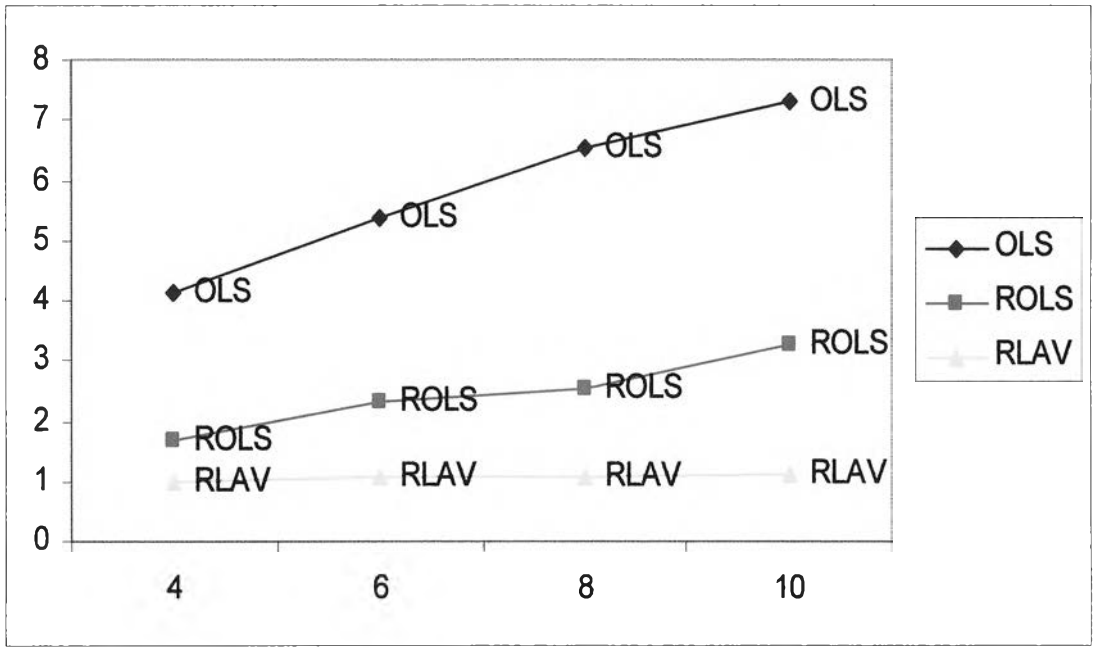
รูปที่ 4.4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,10)$ โดย MB เป็น 5



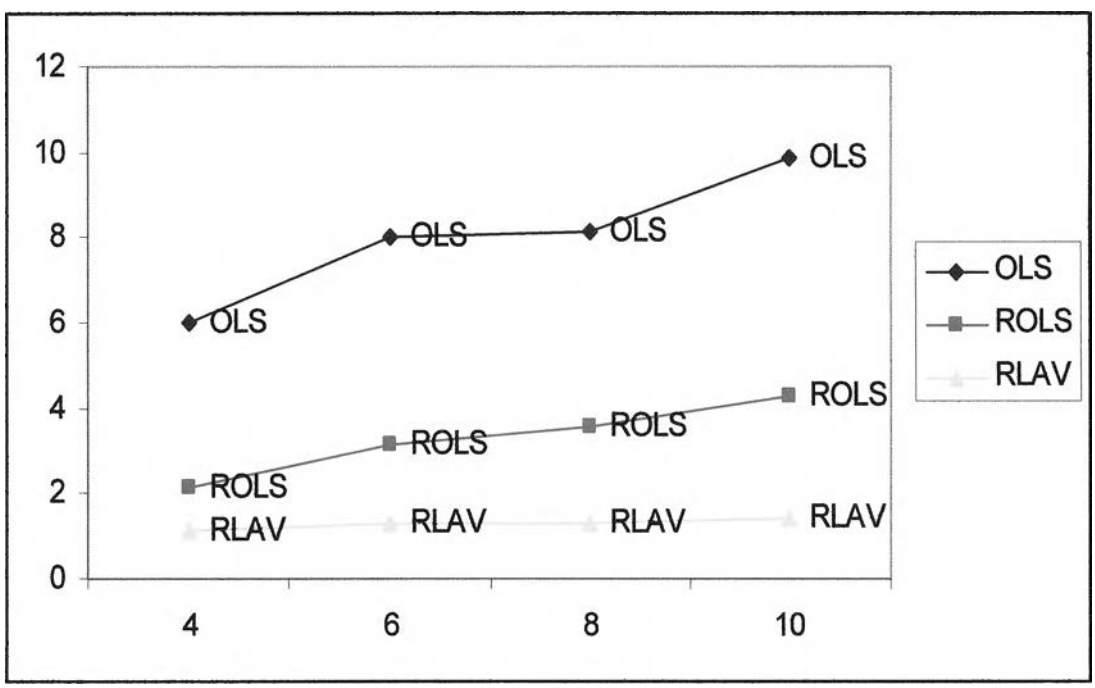
รูปที่ 4.4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,10)$ โดย MB เป็น 6



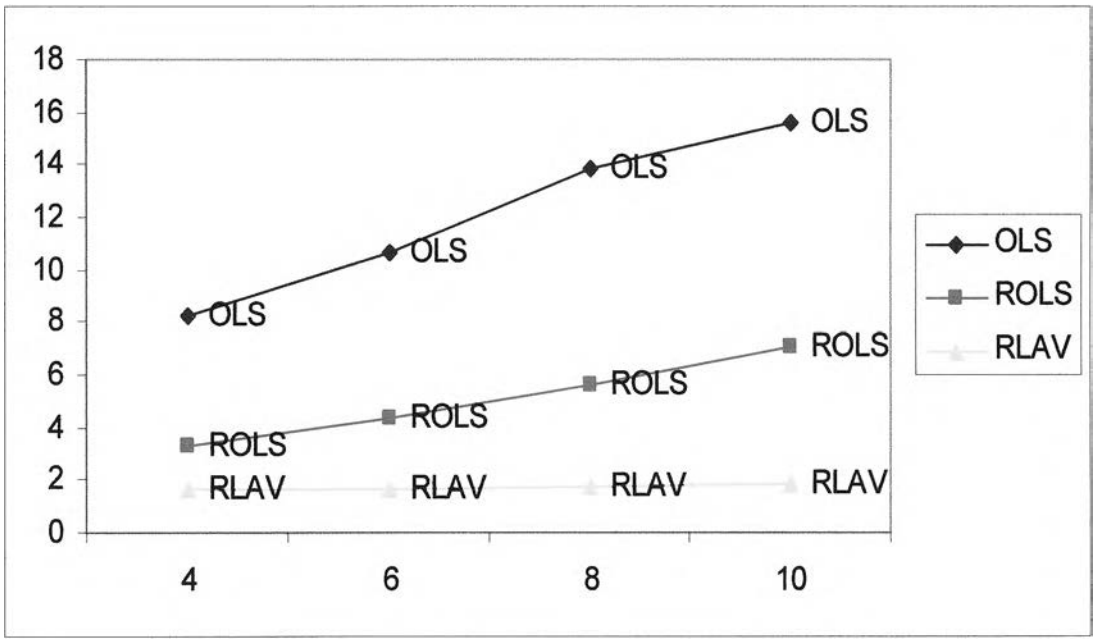
รูปที่ 4.4.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ $\varepsilon_i \sim N(0,10)$



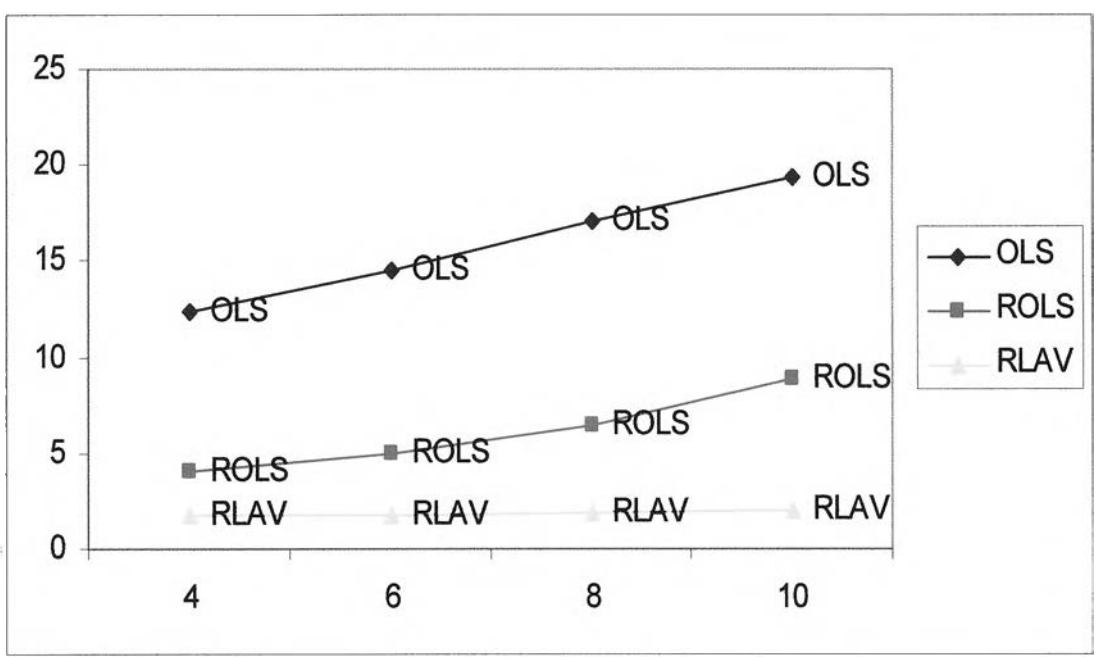
รูปที่ 4.5.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 15 โดย MB เป็น 2



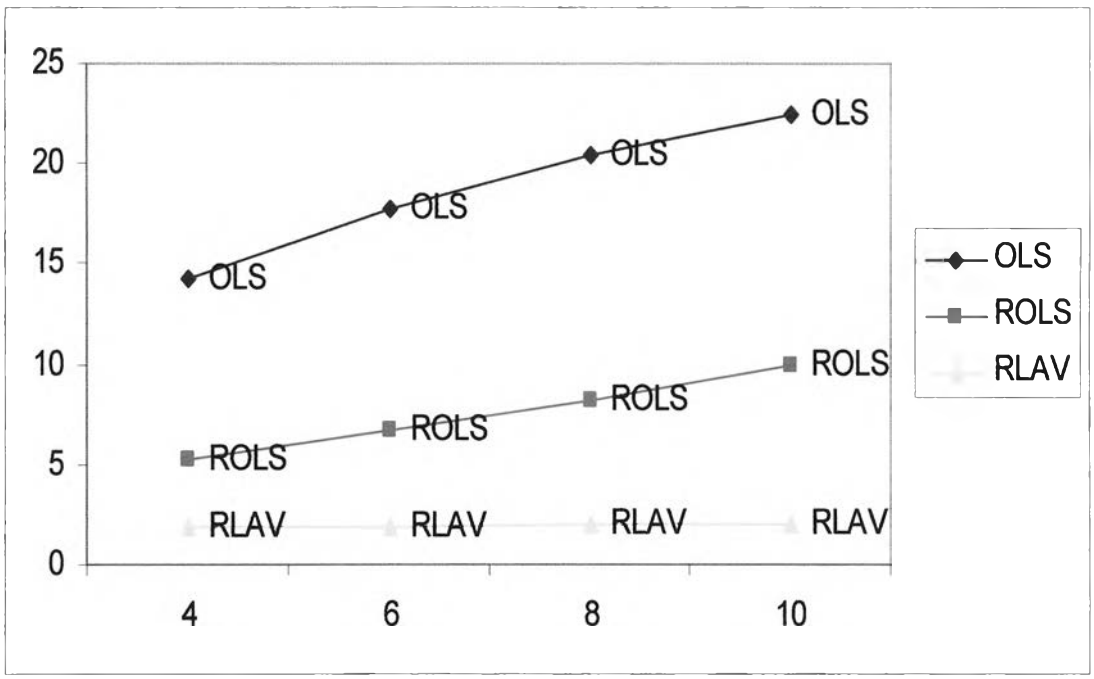
รูปที่ 4.5.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 15 โดย MB เป็น 3



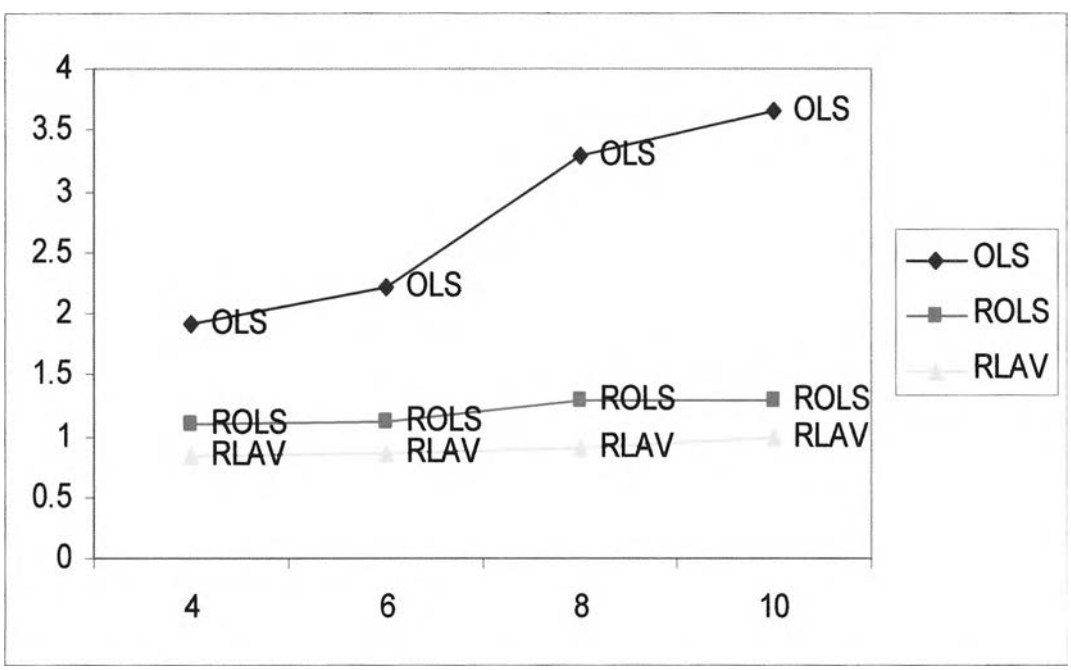
รูปที่ 4.5.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 15 โดย MB เป็น 4



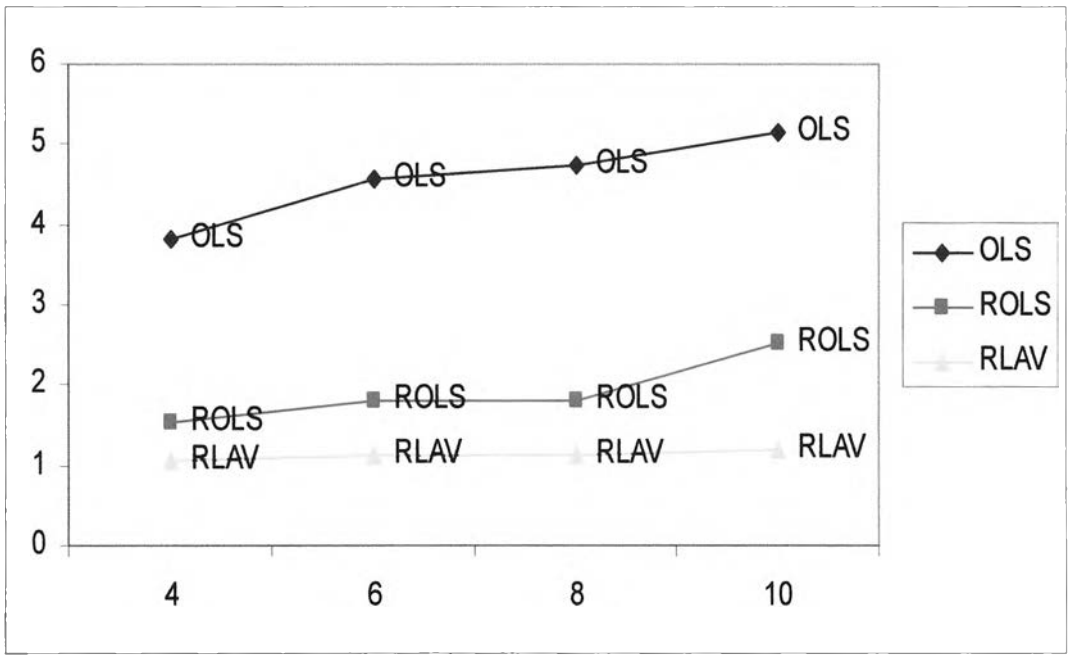
รูปที่ 4.5.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 15 โดย MB เป็น 5



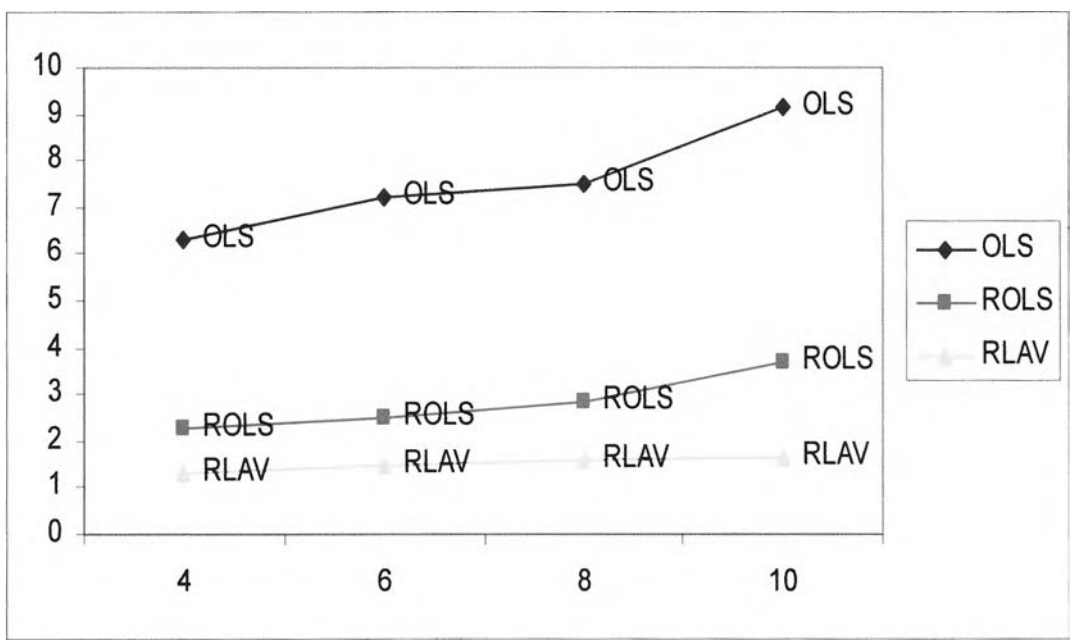
<u>รูปที่ 4.5.5</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 15 โดย MB เป็น 6



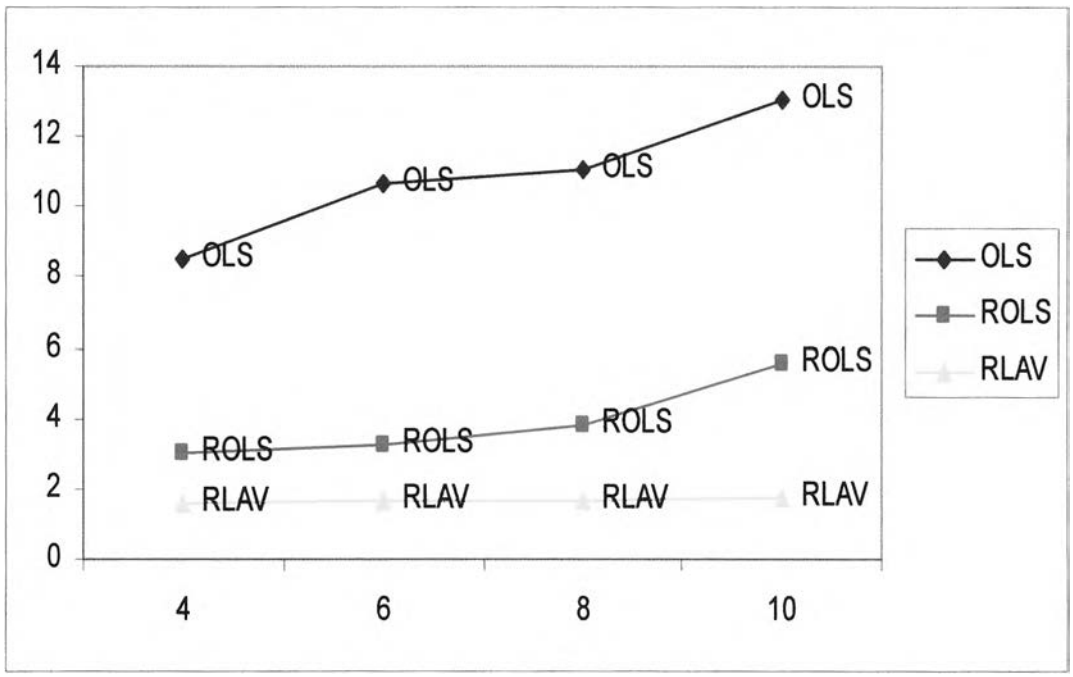
<u>รูปที่ 4.6.1</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 30 โดย MB เป็น 2



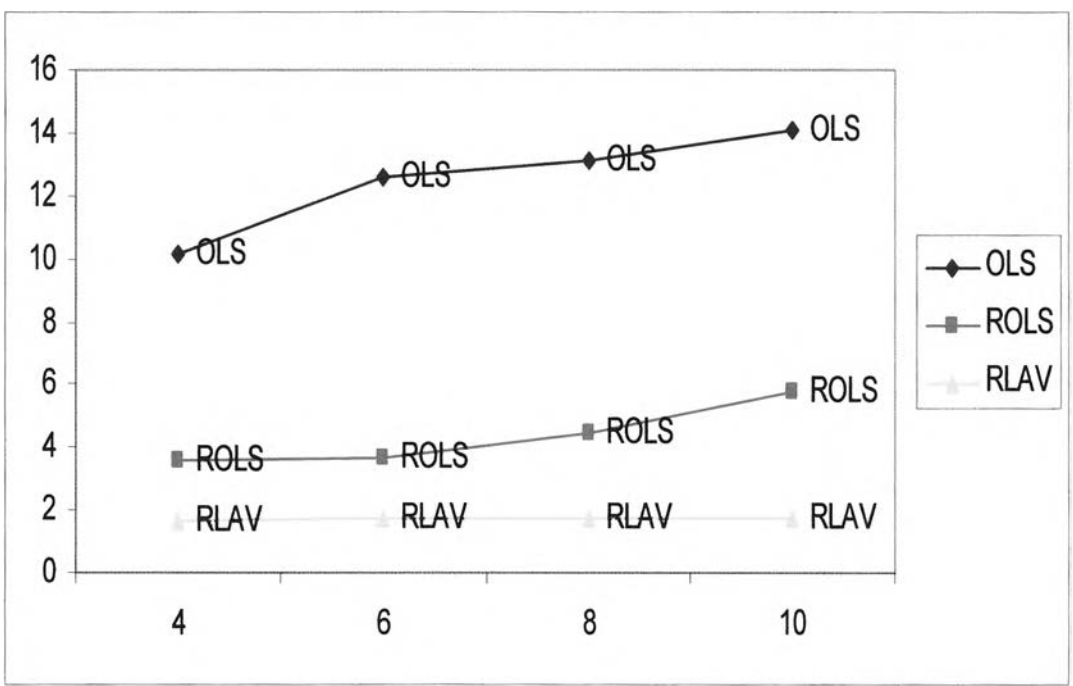
รูปที่ 4.6.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 30 โดย MB เป็น 3



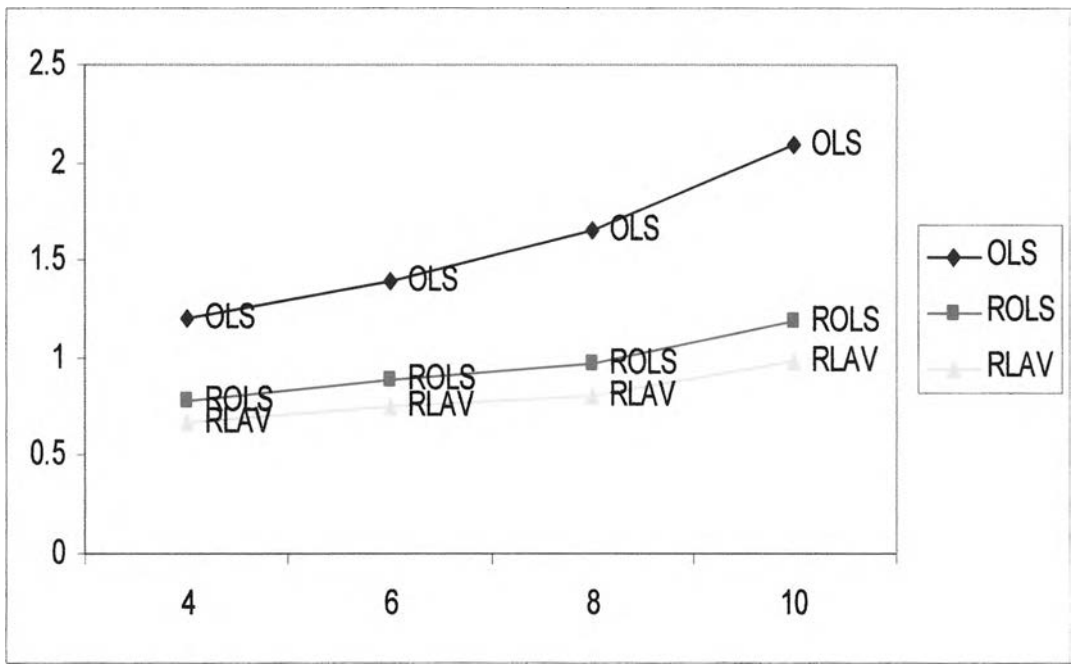
รูปที่ 4.6.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 30 โดย MB เป็น 4



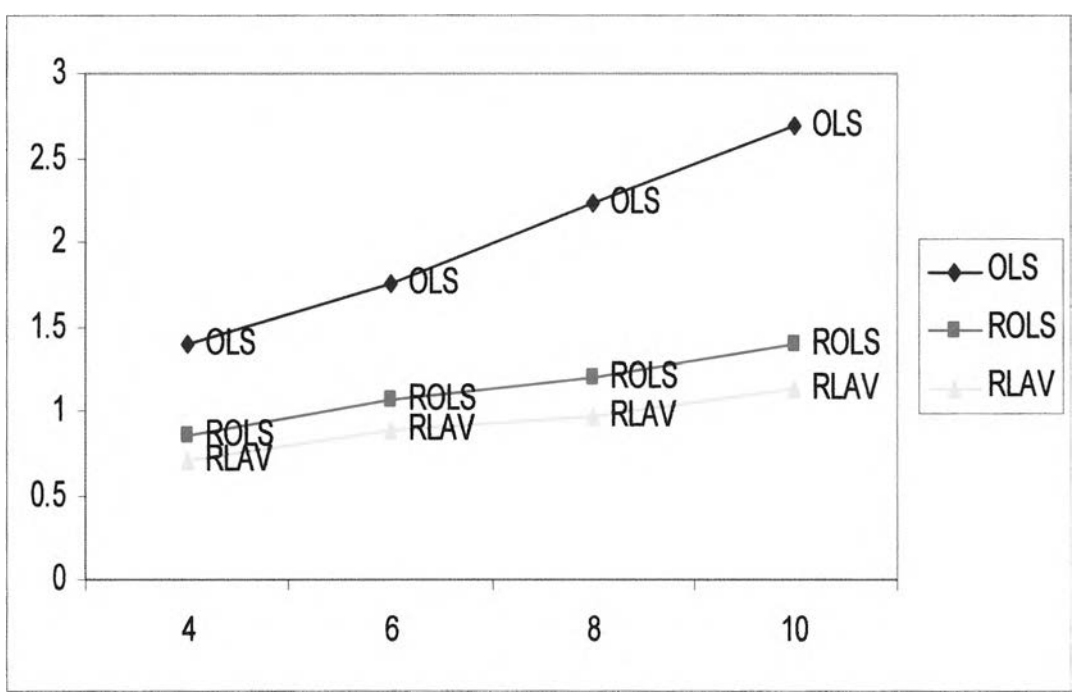
รูปที่ 4.6.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 30 โดย MB เป็น 5



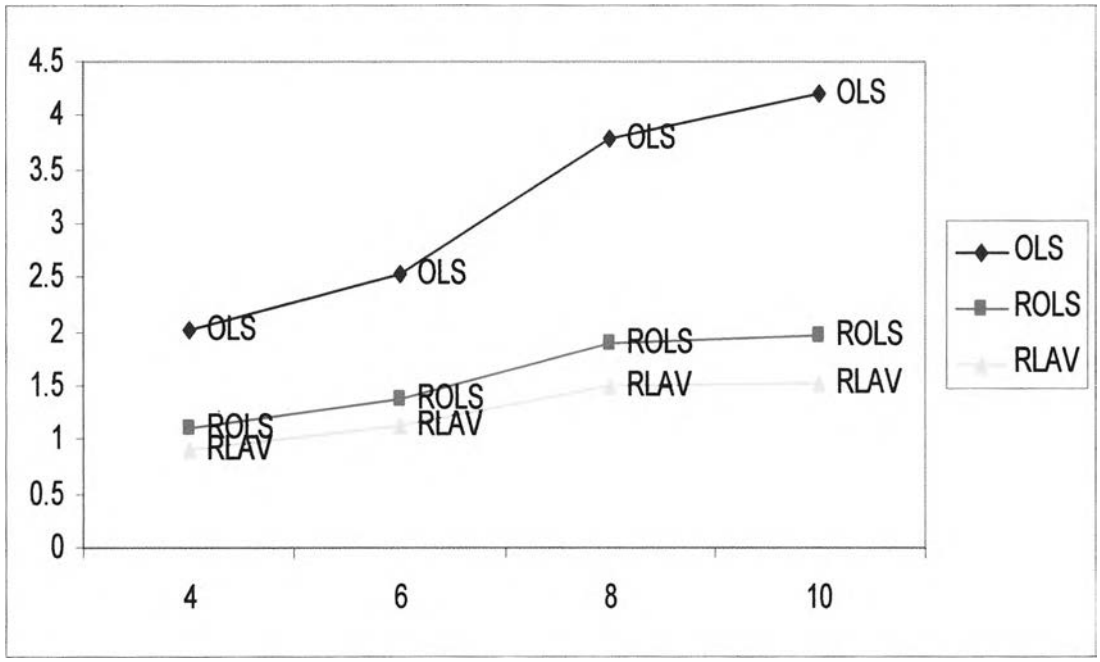
รูปที่ 4.6.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 30 โดย MB เป็น 6



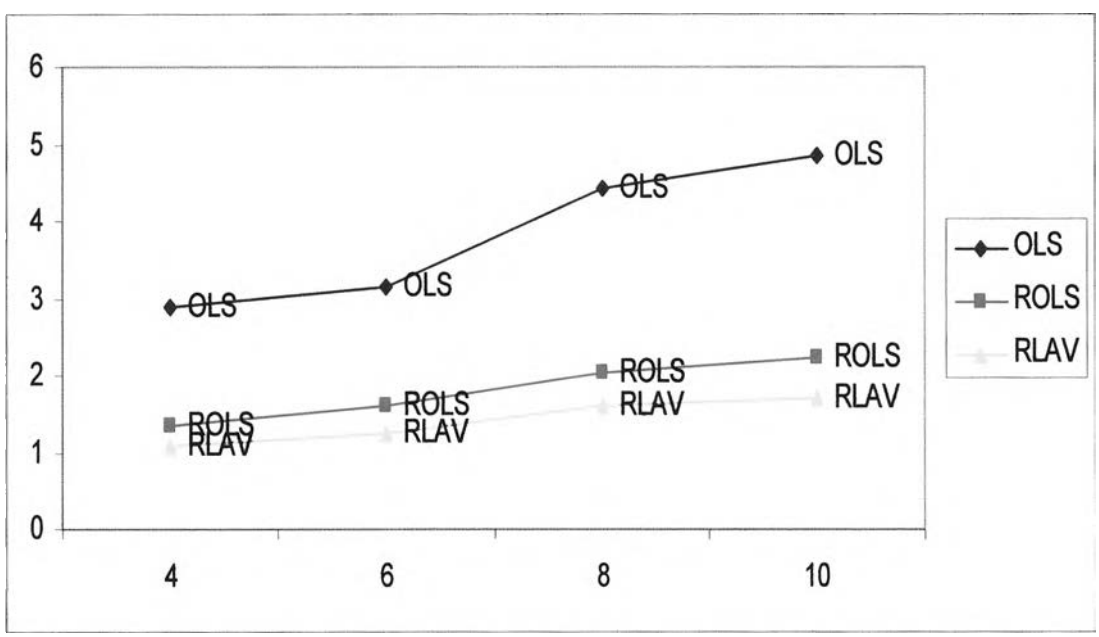
<u>รูปที่ 4.7.1</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 60 โดย MB เป็น 2



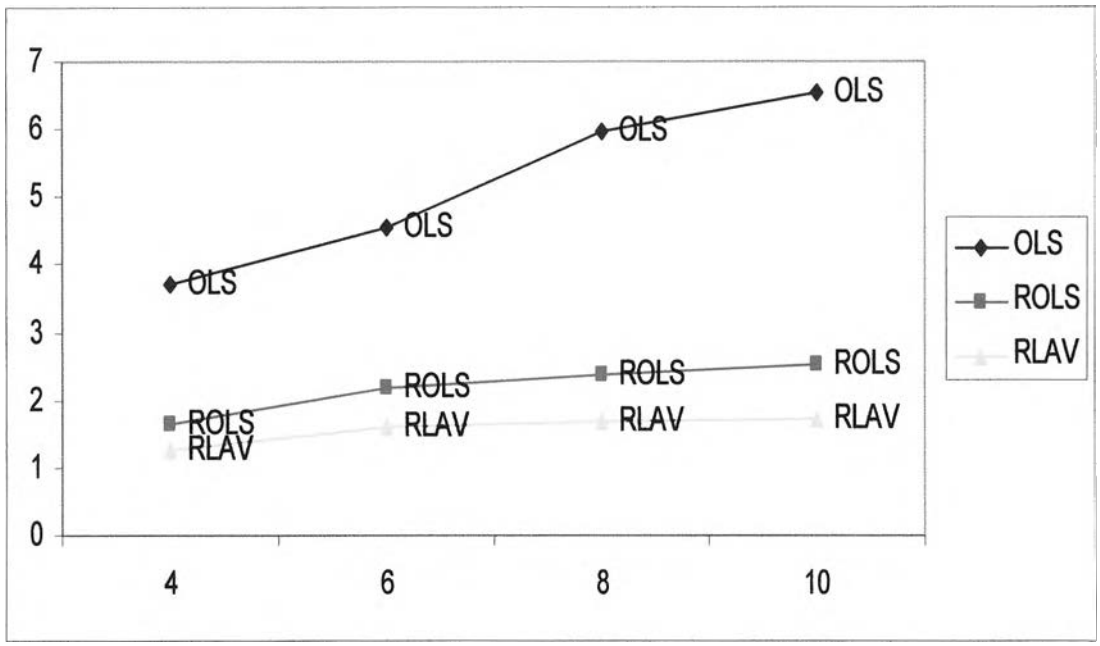
<u>รูปที่ 4.7.2</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 60 โดย MB เป็น 3



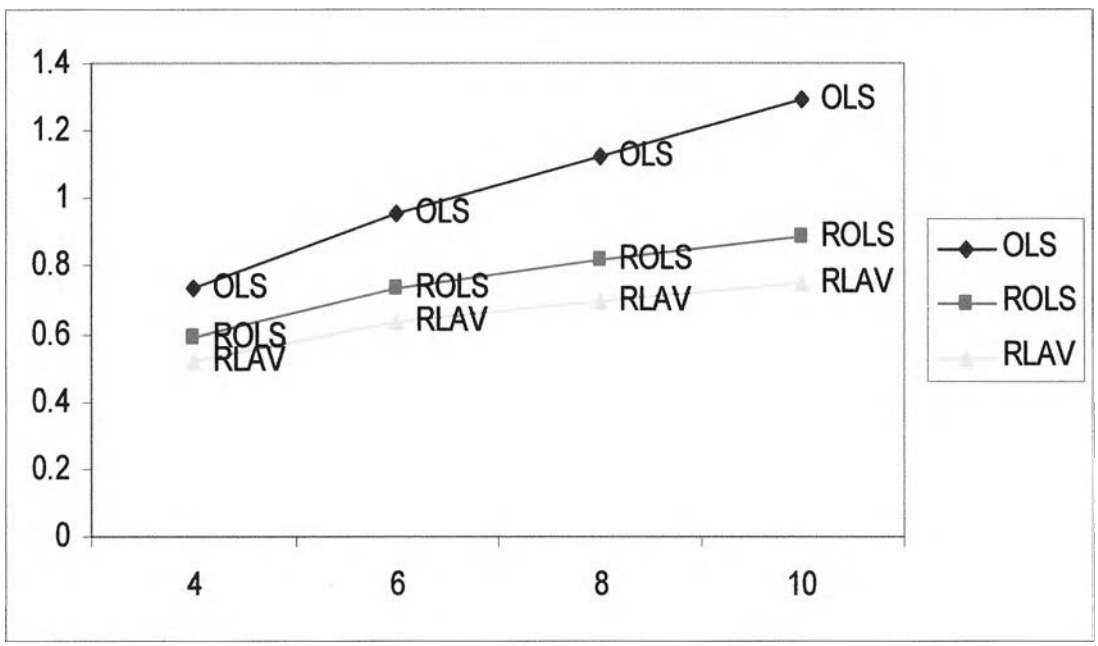
รูปที่ 4.7.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 60 โดย MB เป็น 4



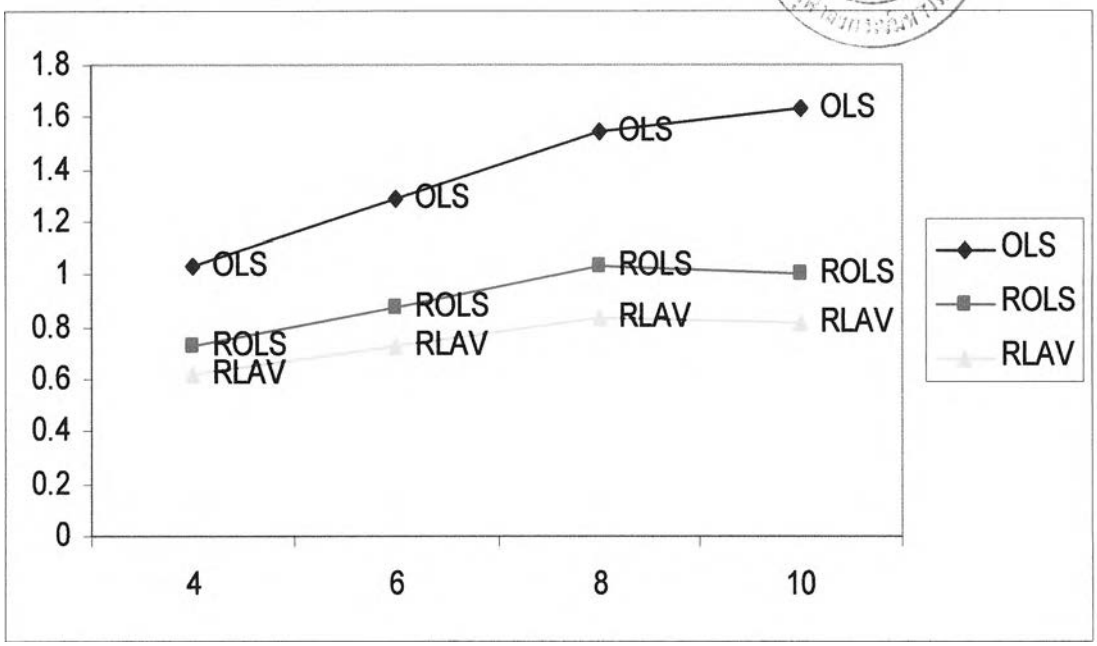
รูปที่ 4.7.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 60 โดย MB เป็น 5



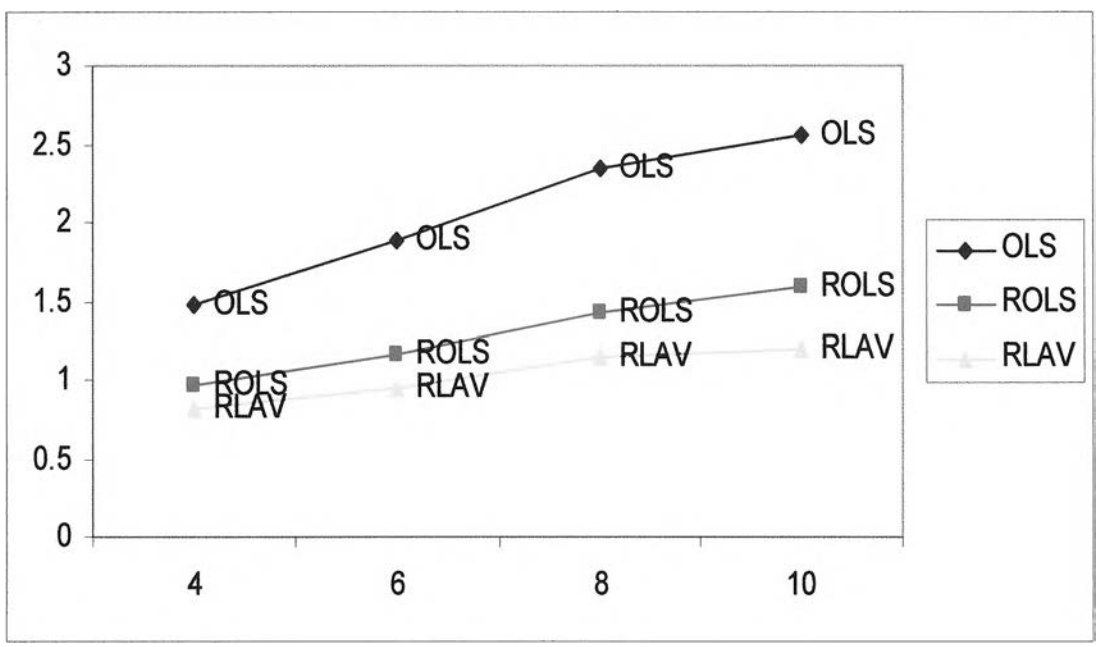
รูปที่ 4.7.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 60 โดย MB เป็น 6



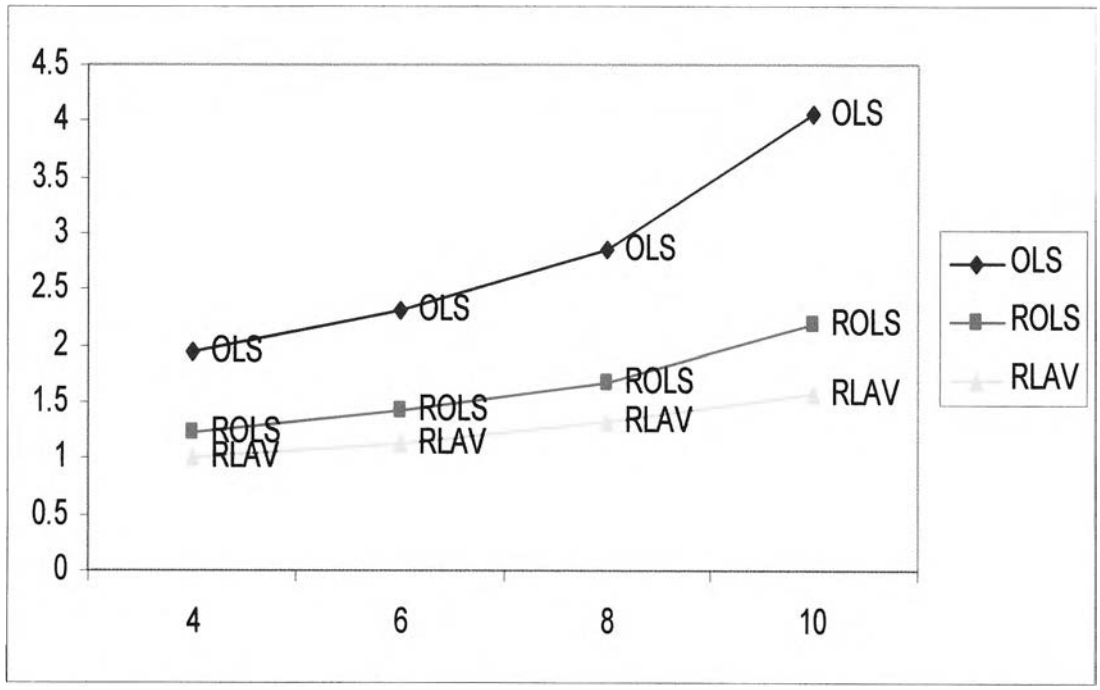
รูปที่ 4.8.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 120 โดย MB เป็น 2



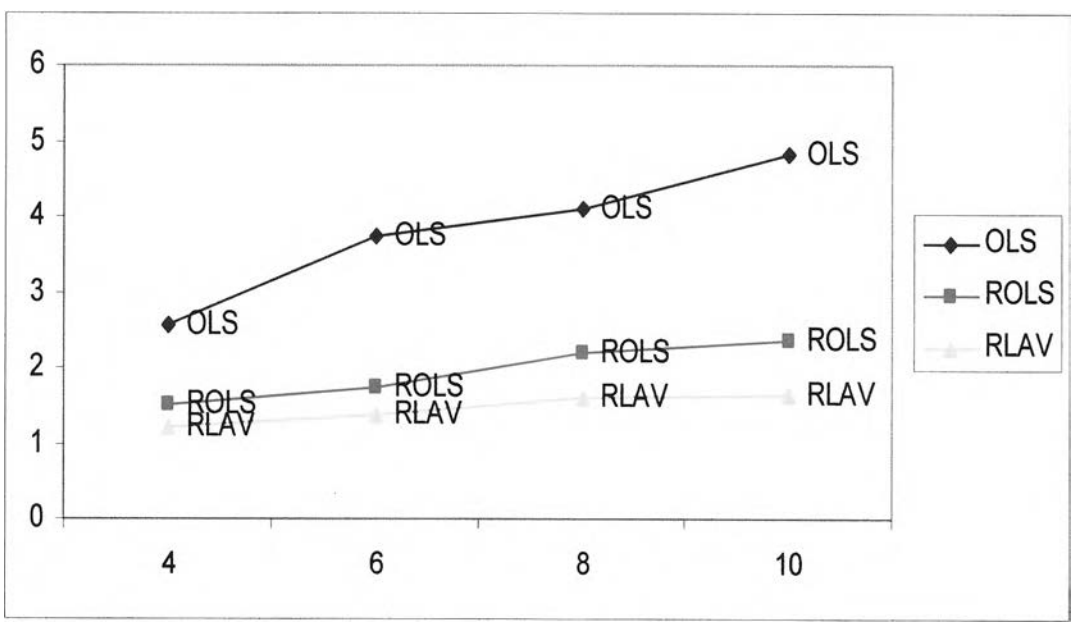
<u>รูปที่ 4.8.2</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 120 โดย MB เป็น 3



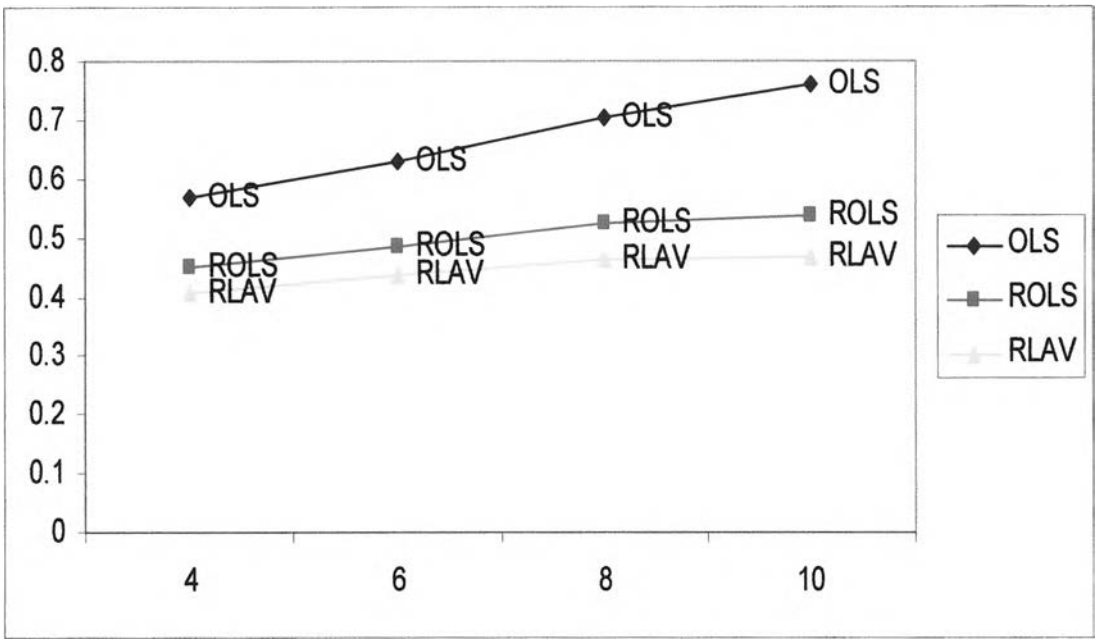
<u>รูปที่ 4.8.3</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 120 โดย MB เป็น 4



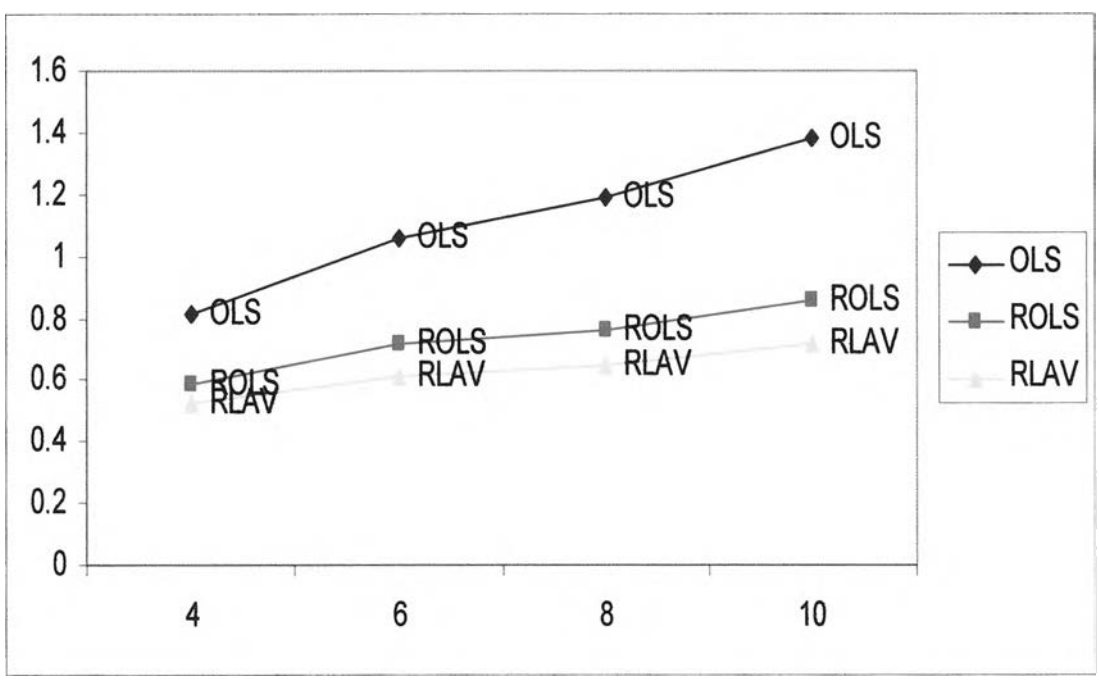
รูปที่ 4.8.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 120 โดย MB เป็น 5



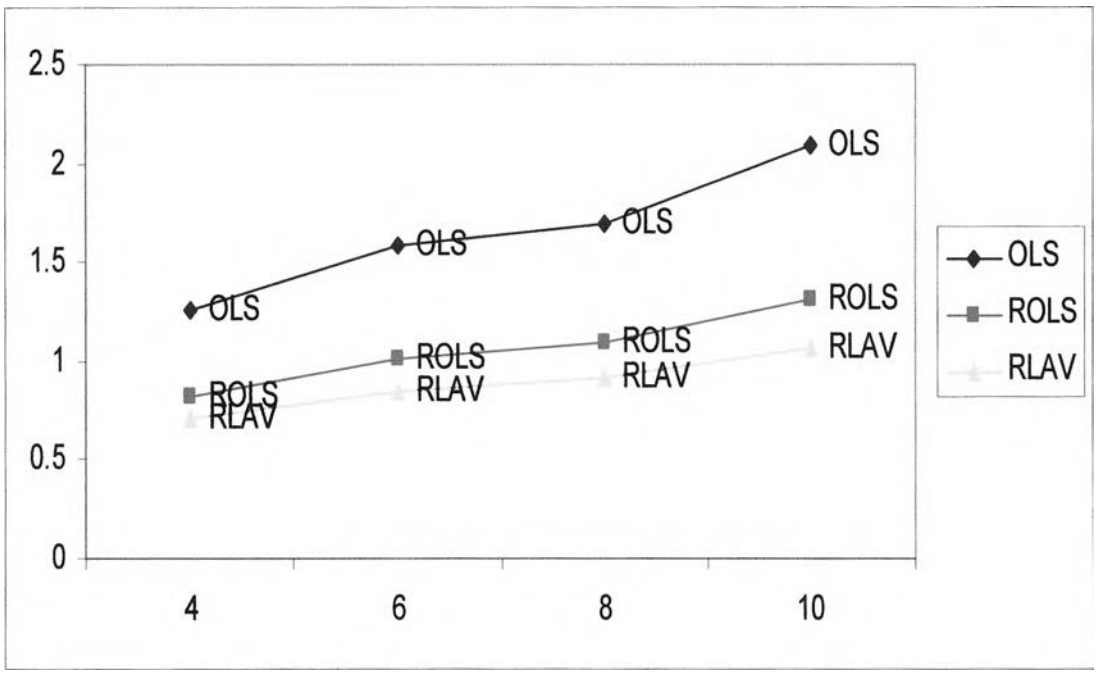
รูปที่ 4.8.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 120 โดย MB เป็น 6



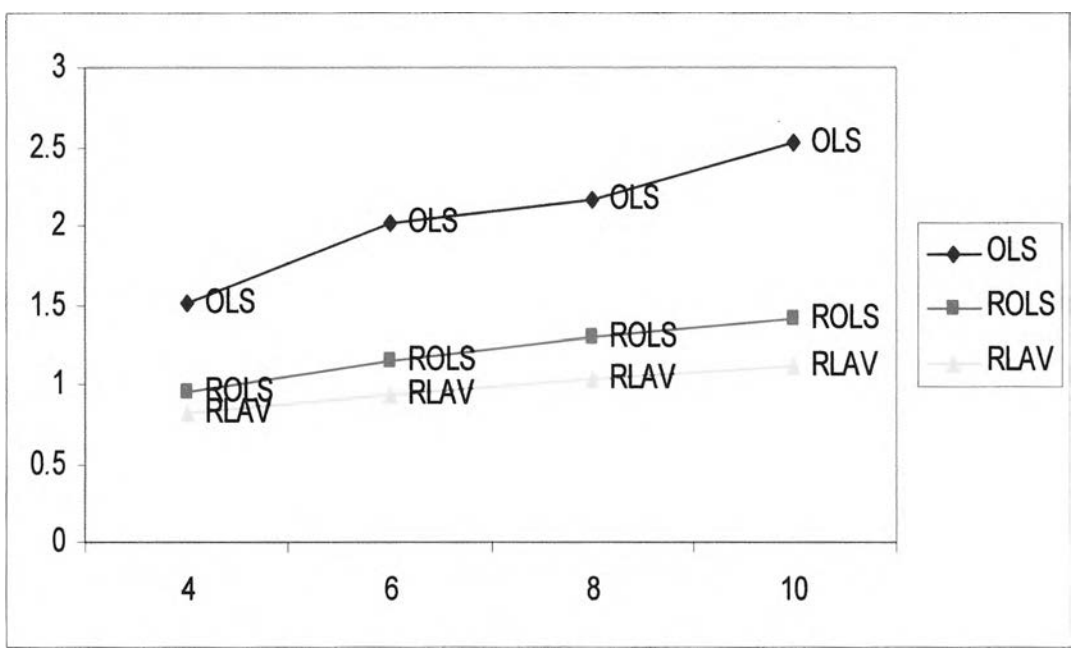
รูปที่ 4.9.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 240 โดย MB เป็น 2



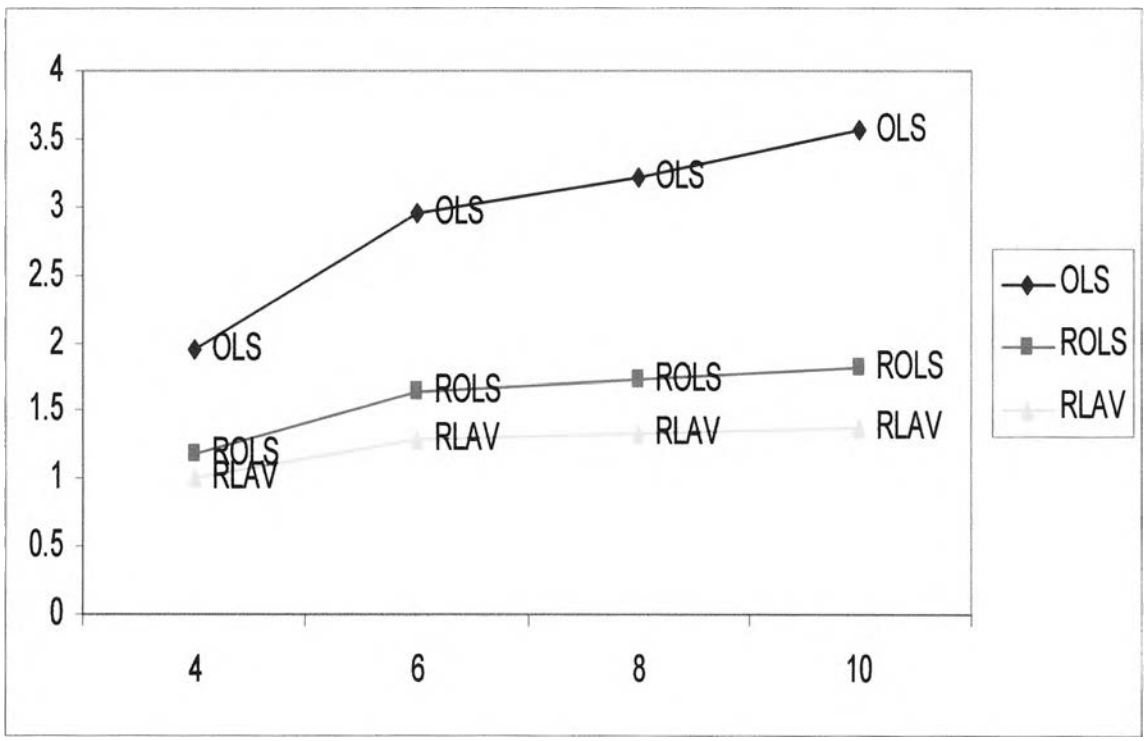
รูปที่ 4.9.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 240 โดย MB เป็น 3



รูปที่ 4.9.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 240 โดย MB เป็น 4



รูปที่ 4.9.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 240 โดย MB เป็น 5



<u>รูปที่ 4.9.5</u> แสดงการเปรียบเทียบค่า AMSE ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย ของ OLS , ROLS และ RLAV เมื่อ n เป็น 240 โดย MB เป็น 6