บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการหาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบการถดถอยพหุนามที่เหมาะสม และแนวโน้มของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าในแต่ละปัจจัยของแต่ละวิธีการประมาณค่าในตัวแบบ เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินว่าตัวแบบใดเป็นตัวแบบที่ดีที่สุดจะใช้ค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์โดยวิธีที่มีค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ต่ำสุดจะถือว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด ค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำสังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ ($ARRMSE$) หาได้ดังนี้

$$RRMSE = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i^* - \hat{y}_i\right)^2}{n}}}{\bar{y}^*} \times 100\%$$

$$ARRMSE = \frac{\sum_{j=1}^{1000} RRMSE_j}{1000} \times 100\%$$

เมื่อ y_i^* หมายถึงค่าสังเกตที่ i

$\hat{y}_i$ หมายถึงค่าพยากรณ์ที่ i

n หมายถึงขนาดตัวอย่าง

และ $\bar{y}^*$ หมายถึงค่าเฉลี่ยของค่าสังเกต n ค่า

การวิจัยจะใช้สถานการณ์ที่การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่มในตัวแปรตาม (ε^*) เป็นแบบปกติซึ่งมี ค่าเฉลี่ย 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 1.0 และความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ (δ) เป็นแบบปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 ขนาดตัวอย่างที่ใช้คือ 15, 30, 50, 100 และ 200 และกำลังสูงสุดของ ตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามในตัวแบบเริ่มต้น (MB) คือ 2, 3, 4, 5 และ 6

เพื่อความสะดวกในการนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยจะใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในตาราง รูปภาพ และการสรุปผลซึ่งมีความหมายดังนี้

MB หมายถึงกำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามในตัวแบบถดถอยพหุนาม (highest degree of independent variables for dependent variable building in model)

n หมายถึงขนาดตัวอย่าง

$ARRMSE$ หมายถึงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์

OLS หมายถึงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดสามัญ

ALS หมายถึงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดปรับปรุง

WLS หมายถึงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดถ่วงน้ำหนัก

ค่าจากตารางในแต่ละกรณีและแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่า ได้แก่ $ARRMSE$ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $ARRMSE$ จากการทำซ้ำ 1000 รอบ ซึ่งแสดงอยู่ในวงเล็บ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ (Ratio of Different Average Relative Root Mean Squares Error ($RDARRMSE$)) ซึ่งเป็นเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจ หาได้จากผลต่างของวิธีซึ่งให้ค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ต่ำสุดกับวิธีที่เหลืออีก 2 วิธี แล้วหารด้วยค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ต่ำสุด ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$RDARRMSE = \frac{\left(ARRMSE_i - ARRMSE_{\min}\right)}{ARRMSE_{\min}} \times 100\%$$

เมื่อ $ARRMSE_i$ หมายถึงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์จากวิธี i

และ $ARRMSE_{\min}$ หมายถึงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ที่มีค่าต่ำสุดจากทั้ง 3 วิธี

ค่า $RDARRMSE$ จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ดังนั้นวิธีการใดที่มีค่านี้ต่ำจะเป็นวิธีที่ดีและจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดถ้าค่านี้เท่ากับศูนย์

ผลการวิจัยเมื่อค่า MB เป็น $2,3,4,5$ และ 6 ได้แสดงในตารางที่ $4.1-4.20$

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

σ_{ε^*}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.1	2	4.93	5.11	5.16	4.87	3.01	2.98	3.98	0.21	0.19	2.43	0.14	0.12	1.99	0.11	0.09
		(0.83)	(0.58)	(0.53)	(0.76)	(0.37)	(0.25)	(0.70)	(0.05)	(0.04)	(0.48)	(0.03)	(0.03)	(0.35)	(0.03)	(0.02)
		0.00	3.65	4.67	63.42	1.01	0.00	2742.86	14.29	0.00	1925.00	16.67	0.00	2111.11	22.22	0.00
	3	7.86	5.99	5.76	7.66	4.98	4.66	7.08	1.19	1.13	5.26	1.06	0.97	4.87	0.95	0.89
		(0.92)	(0.78)	(0.76)	(0.91)	(0.74)	(0.68)	(0.84)	(0.24)	(0.21)	(0.78)	(0.14)	(0.16)	(0.69)	(0.12)	(0.13)
		36.46	3.99	0.00	64.38	6.87	0.00	600.99	7.92	0.00	442.27	9.28	0.00	447.19	6.74	0.00
	4	8.33	6.45	6.14	8.42	5.26	5.13	8.01	3.67	3.45	6.99	2.76	2.64	6.53	2.41	2.32
		(1.48)	(1.18)	(1.11)	(1.19)	(1.14)	(1.07)	(1.16)	(0.46)	(0.38)	(1.15)	(0.33)	(0.31)	(0.84)	(0.29)	(0.24)
		35.67	5.05	0.00	64.13	2.53	0.00	132.17	6.38	0.00	164.77	4.55	0.00	181.47	3.88	0.00
	5	10.25	8.33	8.14	10.02	7.21	7.11	9.51	5.23	5.16	8.56	3.96	3.84	8.22	3.88	3.64
		(1.52)	(1.24)	(1.25)	(1.48)	(1.21)	(1.17)	(1.36)	(0.69)	(0.64)	(1.28)	(0.59)	(0.42)	(1.23)	(0.46)	(0.47)
		25.92	2.33	0.00	40.93	1.41	0.00	84.30	1.36	0.00	122.92	3.13	0.00	150.82	6.59	0.00
	6	12.12	9.62	9.44	11.87	8.46	8.23	11.53	6.42	6.16	10.92	6.12	5.67	10.84	5.98	5.44
		(1.95)	(1.47)	(1.35)	(1.73)	(1.37)	(1.13)	(1.51)	(1.25)	(1.26)	(1.40)	(1.21)	(1.18)	(1.17)	(0.97)	(1.01)
		28.39	1.91	0.00	44.23	2.79	0.00	87.18	4.22	0.00	92.59	7.94	0.00	99.26	9.93	0.00

OLS = วิธีการสร้างตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดสามัญ

ALS = วิธีการสร้างตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดปรับปรุง

WLS = วิธีการสร้างตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดถ่วงน้ำหนัก

ค่าที่แสดงในแต่ละกรณีของแต่ละวิธีจะแสดงค่าตัวเลข 3 ค่าเรียงลงมาได้แก่ 1. ค่า *RRMSE* 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ *RRMSE* ซึ่งแสดงในวงเล็บ 3. ค่า *RDARRMSE*

I21026878

ผลการวิจัยเมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 0.1$

1. เมื่อ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.1 ได้ดังนี้

1.1 $n = 15$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดเกือบทุก MB(กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับสร้างตัวแปรตามในตัวแบบ) ยกเว้นกรณีที่ MB=2 วิธี ALS และ OLS จะให้ค่า $ARRMSE$ ที่ต่ำกว่า โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.2 $n = 30$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.3 $n = 50$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.4 $n = 100$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.5 $n = 200$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

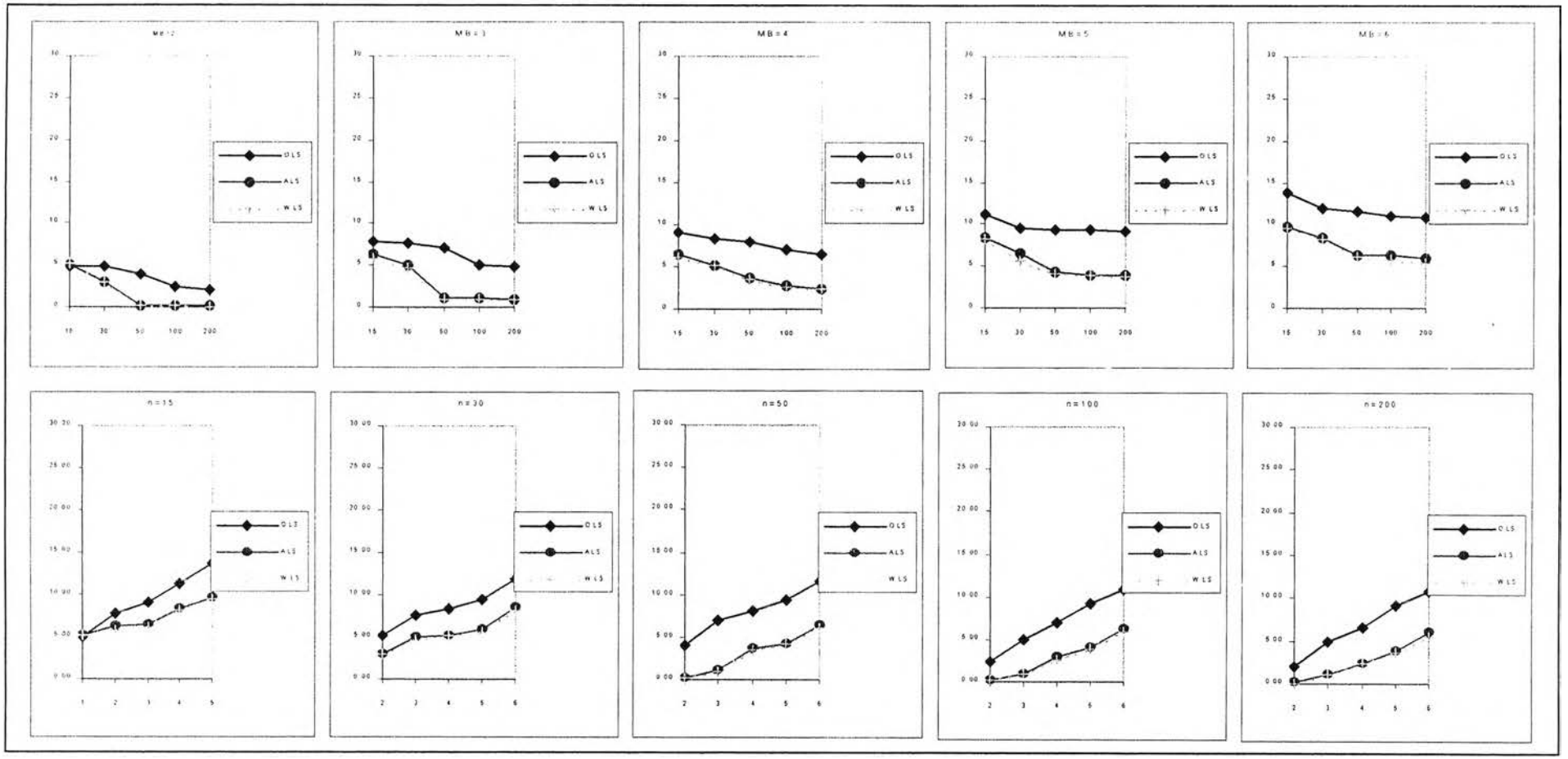
เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า $ARRMSE$ จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า $RDARRMSE$ ของวิธี OLS นั้นมีค่าสูงมาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6 หากพิจารณาที่อัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ พบว่าเมื่อ n น้อยกว่าเท่ากับ 50 อัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ ของวิธี WLS จะสูงกว่าอัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS หรืออาจกล่าวได้ว่าวิธี WLS และ ALS เมื่อ n มากกว่า 50 ความคงเส้นคงวาจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงจนเกือบคงที่ ในขณะที่สำหรับวิธี OLS เมื่อ n มากกว่า 100 ความคงเส้นคงวาจึงจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงจนเกือบคงที่

อย่างไรก็ตามแม้ว่าเมื่อ n ตั้งแต่ 50 ขึ้นไปอัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ ของวิธี WLS จะต่ำกว่าอัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS แต่ค่า $RRMSE$ ของวิธี WLS ก็ยังมีค่าต่ำกว่า OLS ค่อนข้างมากจึงมีผลทำให้ค่า $RDARRMSE$ ของวิธี OLS มีค่าสูงมาก ซึ่งผลที่ได้จะเป็นลักษณะนี้ในทุกค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของ σ_{ε}. และ σ_{δ}

การเพิ่ม MB มีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสังเกตได้ว่าที่ MB $= 2$ และ $n = 15$ วิธี OLS จะให้ค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ MB, n, σ_{ε}. และ σ_{δ} มีค่าน้อย ๆ มีผลทำให้วิธี OLS ยังคงเป็นวิธีที่ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยพหุนามที่ดี

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ σ_{ε}. $= 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ได้จากรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon\cdot} = 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

$\sigma_{\varepsilon\cdot}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.1	2	5.30	5.39	5.41	5.16	3.19	3.16	4.27	0.32	0.28	2.69	0.29	0.22	2.23	0.19	0.17
		(0.74)	(0.42)	(0.54)	(0.41)	(0.28)	(0.33)	(0.71)	(0.07)	(0.06)	(0.22)	(0.05)	(0.04)	(0.21)	(0.03)	(0.02)
		0.00	1.67	2.08	63.29	0.95	0.00	1425.00	14.29	0.00	1122.73	31.82	0.00	1211.76	11.76	0.00
	3	8.21	6.45	5.98	8.11	5.09	4.88	7.25	1.61	1.43	5.44	1.42	1.28	5.12	1.25	1.19
		(0.85)	(0.61)	(0.58)	(0.86)	(0.76)	(0.67)	(0.73)	(0.15)	(1.17)	(0.46)	(0.16)	(0.15)	(0.43)	(0.18)	(0.12)
		35.62	7.86	0.00	68.24	4.30	0.00	406.99	12.59	0.00	325.00	10.94	0.00	330.25	5.04	0.00
	4	9.55	6.75	6.43	9.01	5.80	5.66	8.46	4.11	3.98	7.65	3.06	2.95	7.26	2.86	2.72
		(1.69)	(1.64)	(1.34)	(1.49)	(1.15)	(1.16)	(1.17)	(0.36)	(0.28)	(1.09)	(0.37)	(0.26)	(1.06)	(0.56)	(0.41)
		48.52	4.98	0.00	59.19	2.47	0.00	112.56	3.27	0.00	159.32	3.73	0.00	166.91	5.15	0.00
	5	11.73	8.64	8.40	11.52	7.88	7.69	10.77	5.55	5.31	9.73	4.15	3.98	9.50	4.05	3.80
		(1.51)	(1.69)	(1.37)	(1.43)	(1.58)	(1.34)	(1.19)	(0.69)	(0.61)	(1.28)	(0.57)	(0.51)	(1.16)	(0.62)	(0.58)
		39.64	2.86	0.00	49.80	2.47	0.00	102.82	4.52	0.00	144.47	4.27	0.00	150.00	6.58	0.00
	6	12.82	9.71	9.53	12.61	8.92	8.59	12.21	6.67	6.51	11.08	6.54	6.19	10.96	6.27	5.92
		(1.99)	(1.94)	(1.89)	(1.83)	(1.71)	(1.49)	(1.81)	(1.17)	(1.15)	(1.45)	(1.36)	(1.31)	(1.08)	(1.04)	(1.01)
		34.52	1.89	0.00	48.60	3.84	0.00	87.56	2.46	0.00	79.00	5.65	0.00	85.14	5.91	0.00

2. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.3$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.2 ได้ดังนี้

2.1 $n = 15$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดเกือบทุก MB ยกเว้นกรณีที่ MB=2 วิธี ALS และ OLS จะให้ค่า $ARRMSE$ ที่ต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2.2 $n = 30,\ 50,\ 100,\ 200$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

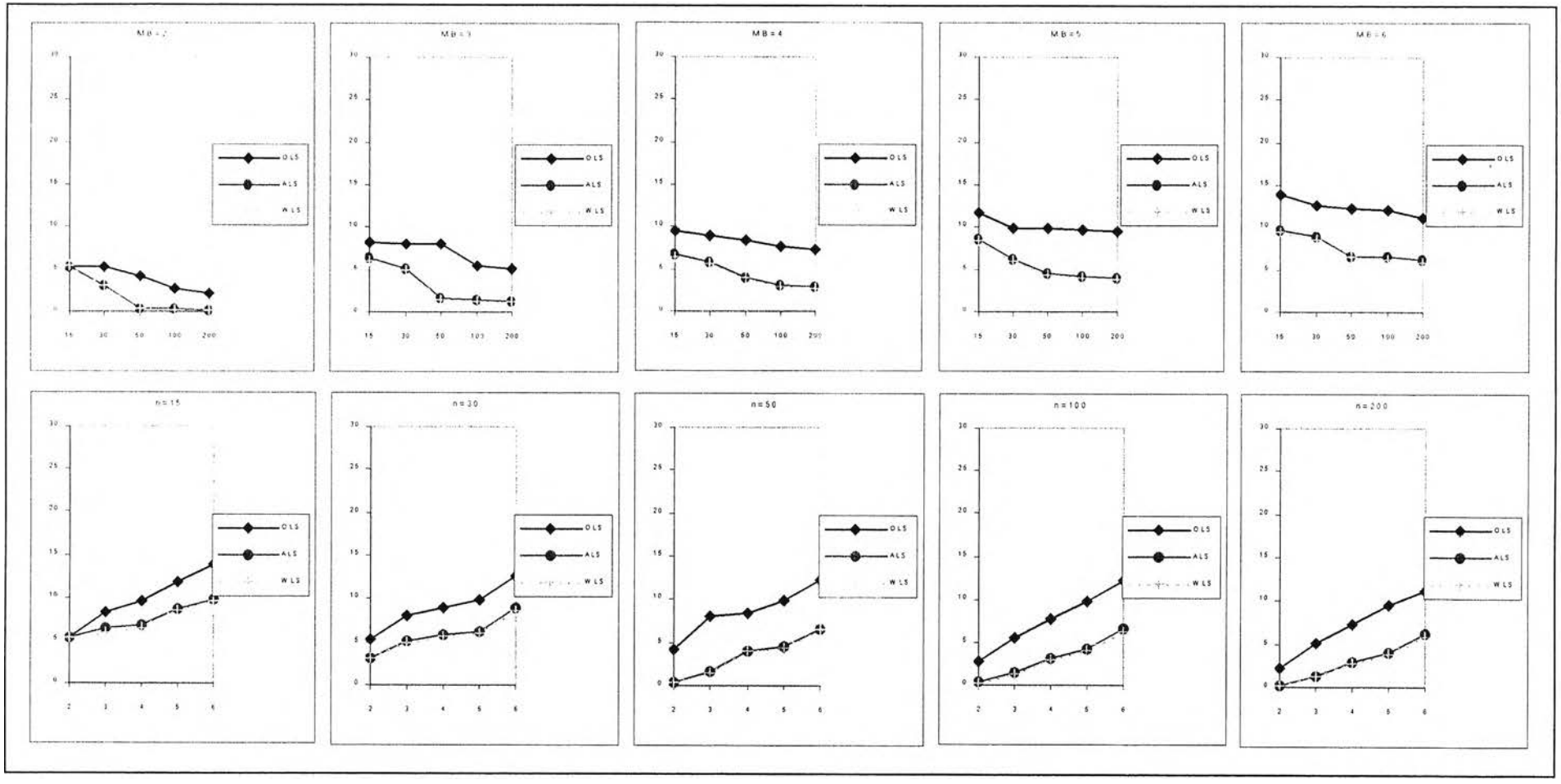
เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า $ARRMSE$ จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50, 100$ และ 200 ค่า $RDARRMSE$ ของวิธี OLS นั้นมีค่าสูงมาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.1 เป็น 0.3 ขณะที่ σ_ε. คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.1$) มีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก $\hat{y}_i$ มีความสัมพันธ์กับ δ_i นั่นคือหาก δ_i มีการกระจายมากจะมีผลทำให้ $\hat{y}_i$ กระจายมาก (รูปแบบความสัมพันธ์เป็นไปตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2) ในขณะที่ y_i ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ δ_i และมีการกระจายน้อย ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่า $ARRMSE$ มีค่ามากตาม

การเพิ่ม MB มีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสังเกตได้ว่าที่ MB = 2 และ $n = 15$ วิธี OLS จะให้ค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ MB, n, σ_ε. และ σ_δ มีค่าน้อย ๆ มีผลทำให้วิธี OLS ยังคงเป็นวิธีที่ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยพหุนามที่ดี

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ σ_ε. = 0.1 และ $\sigma_\delta = 0.3$ ได้จากรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

σ_{ε}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.1	2	6.79	6.49	6.42	6.51	3.99	3.92	5.16	1.09	1.06	3.38	1.11	0.98	2.91	1.01	0.94
		(1.41)	(1.05)	(1.02)	(1.33)	(0.28)	(0.26)	(1.09)	(0.24)	(0.23)	(0.45)	(0.19)	(0.16)	(0.43)	(0.23)	(0.19)
		5.76	1.09	0.00	66.07	1.78	0.00	386.79	2.83	0.00	244.90	13.27	0.00	209.57	7.45	0.00
	3	9.33	7.61	7.18	9.02	5.95	5.83	7.66	2.35	2.11	6.14	2.07	2.01	5.84	2.09	1.98
		(1.83)	(1.18)	(1.14)	(1.71)	(1.15)	(1.12)	(1.39)	(0.51)	(0.46)	(0.55)	(0.38)	(0.39)	(0.66)	(0.47)	(0.31)
		29.94	5.99	0.00	54.72	2.06	0.00	263.03	11.37	0.00	205.47	2.98	0.00	194.95	5.56	0.00
	4	10.69	7.94	7.65	10.21	6.68	6.58	9.79	4.89	4.81	8.48	3.95	3.87	7.99	3.73	3.64
		(2.43)	(1.28)	(1.17)	(2.12)	(1.13)	(1.05)	(1.34)	(0.70)	(0.64)	(1.09)	(0.59)	(0.47)	(1.01)	(0.44)	(0.41)
		39.74	3.79	0.00	55.17	1.52	0.00	103.53	1.66	0.00	119.12	2.07	0.00	119.51	2.47	0.00
	5	12.89	9.85	9.64	12.68	8.79	8.61	10.61	5.46	5.24	10.58	5.04	4.91	10.35	4.95	4.73
		(2.46)	(1.36)	(1.29)	(2.31)	(1.28)	(1.26)	(1.86)	(1.19)	(1.15)	(1.66)	(1.11)	(1.05)	(1.14)	(1.09)	(1.06)
		33.71	2.18	0.00	47.27	2.09	0.00	125.00	4.20	0.00	115.48	2.65	0.00	118.82	4.65	0.00
	6	14.11	10.12	9.98	13.67	9.82	9.59	12.99	7.57	7.46	11.96	7.45	7.14	11.45	7.17	6.87
		(2.47)	(1.47)	(1.39)	(2.24)	(1.29)	(1.21)	(1.97)	(1.24)	(1.23)	(1.95)	(1.23)	(1.21)	(1.78)	(1.21)	(1.14)
		41.38	1.40	0.00	43.27	2.40	0.00	74.13	1.47	0.00	67.51	4.34	0.00	66.67	4.37	0.00

3. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.5$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.3 ได้ดังนี้

$n = 15,\ 30,\ 50,\ 100,\ 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

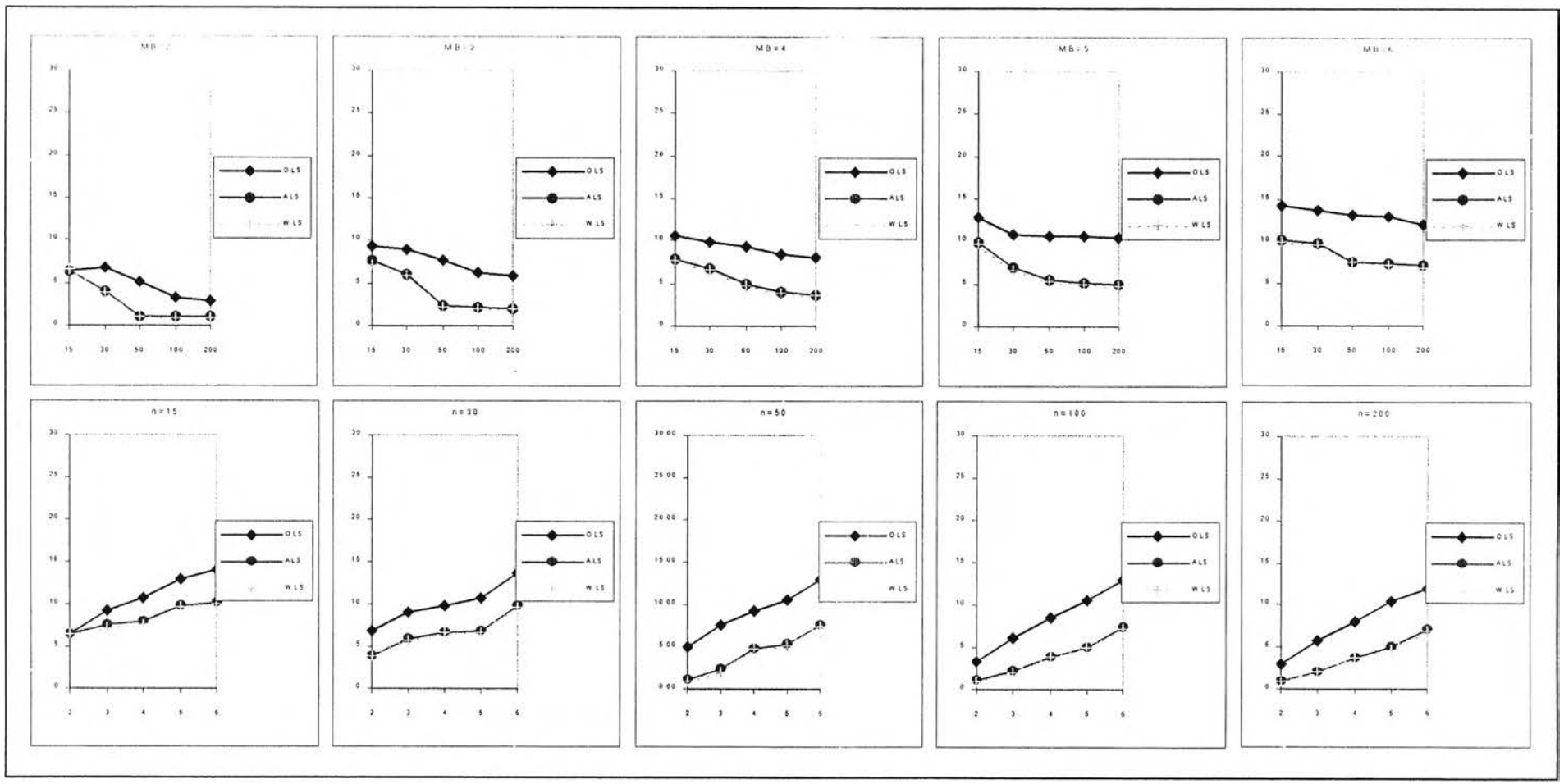
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่าสูงมาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.3 เป็น 0.5 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.1$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 0.1$ และ $\sigma_\delta = 0.5$ ได้จากรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.7$

σ_{ε^*}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.1	2	7.46	7.21	7.13	7.21	4.39	4.37	5.98	1.59	1.48	4.44	1.48	1.39	3.31	1.42	1.35
		(1.48)	(1.31)	(1.29)	(1.26)	(0.95)	(0.92)	(1.16)	(0.29)	(0.27)	(0.86)	(0.28)	(0.22)	(0.67)	(0.27)	(0.21)
		4.63	1.12	0.00	64.99	0.46	0.00	304.05	7.43	0.00	219.42	6.47	0.00	145.19	5.19	0.00
	3	10.64	8.94	8.51	9.89	6.39	6.24	8.72	2.74	2.67	6.53	2.52	2.44	6.27	2.43	2.31
		(2.52)	(1.77)	(1.46)	(2.22)	(1.29)	(1.13)	(1.34)	(0.59)	(0.54)	(0.94)	(0.57)	(0.48)	(0.93)	(0.47)	(0.46)
		25.03	5.05	0.00	58.49	2.40	0.00	226.59	2.62	0.00	167.62	1.97	0.00	171.43	5.19	0.00
	4	12.01	9.25	8.98	11.58	7.42	7.21	10.96	5.32	5.26	8.83	4.39	4.32	8.29	4.17	4.02
		(2.57)	(1.82)	(1.55)	(2.29)	(1.36)	(1.27)	(1.51)	(0.81)	(0.63)	(1.48)	(0.79)	(0.63)	(1.38)	(0.66)	(0.45)
		33.74	3.01	0.00	60.61	2.91	0.00	108.37	1.14	0.00	104.40	1.62	0.00	106.22	3.73	0.00
	5	13.92	11.17	10.96	13.65	9.62	9.27	12.68	5.88	5.71	10.99	5.46	5.37	10.76	5.38	5.21
		(2.59)	(1.89)	(1.59)	(2.35)	(1.74)	(1.38)	(2.28)	(1.34)	(1.27)	(2.09)	(1.24)	(1.21)	(1.65)	(1.09)	(1.04)
		27.01	1.92	0.00	47.25	3.78	0.00	122.07	2.98	0.00	104.66	1.68	0.00	106.53	3.26	0.00
	6	14.88	11.31	11.18	14.24	10.94	10.69	13.41	8.03	7.89	12.32	7.88	7.53	12.04	7.63	7.31
		(2.61)	(1.91)	(1.63)	(2.43)	(1.83)	(1.46)	(2.33)	(1.69)	(1.39)	(2.17)	(1.42)	(1.32)	(1.73)	(1.17)	(1.12)
		33.09	1.16	0.00	33.21	2.34	0.00	69.96	1.77	0.00	63.31	4.65	0.00	64.71	4.38	0.00

4. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.7$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.4 ได้ดังนี้

$n = 15,\ 30,\ 50,\ 100,\ 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

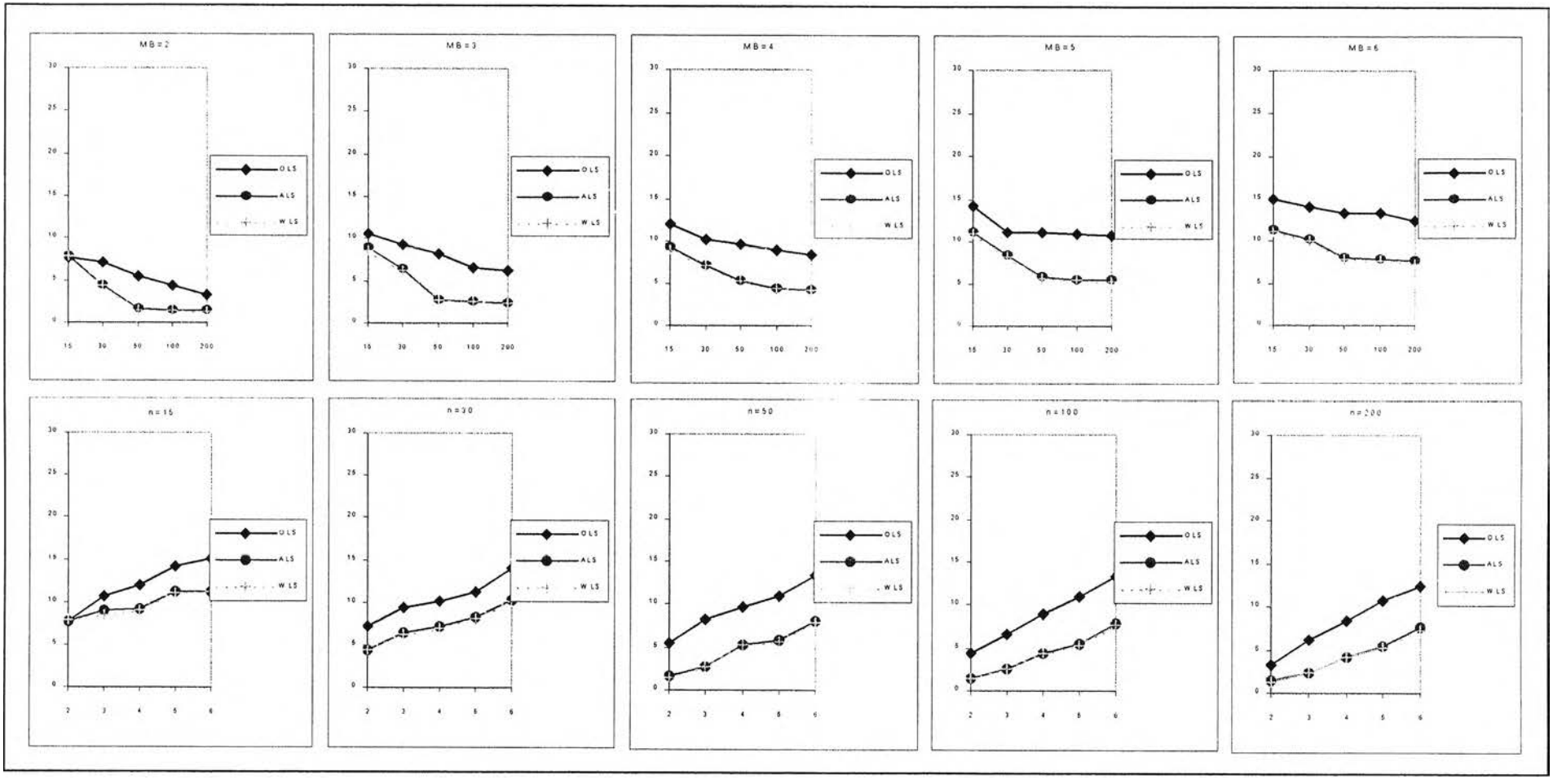
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่าสูงมาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.5 เป็น 0.7 ขณะที่ σ_ε. คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.1$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ σ_ε. = 0.1 และ $\sigma_\delta = 0.7$ ได้จากรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.1$ และ $\sigma_{\delta} = 0.7$

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon_{ij}} = 0.3$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

$\sigma_{\varepsilon_{ij}}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.3	2	5.24	5.35	5.37	5.14	3.13	3.12	4.16	0.28	0.24	2.65	0.21	0.16	2.17	0.14	0.11
		(0.73)	(0.41)	(0.47)	(0.52)	(0.32)	(0.27)	(0.82)	(0.04)	(0.05)	(0.28)	(0.03)	(0.04)	(0.23)	(0.03)	(0.02)
		0.00	2.10	2.48	64.74	0.32	0.00	1633.33	16.67	0.00	1556.25	31.25	0.00	1872.73	27.27	0.00
	3	7.86	6.34	5.85	7.53	5.05	4.82	7.09	1.54	1.39	5.40	1.36	1.20	5.04	1.18	1.09
		(0.97)	(0.74)	(0.71)	(0.84)	(0.59)	(0.51)	(0.83)	(0.16)	(0.13)	(0.39)	(0.14)	(0.13)	(0.36)	(0.12)	(0.11)
		34.56	8.38	0.00	56.22	4.77	0.00	410.07	10.79	0.00	350.00	13.33	0.00	362.39	8.26	0.00
	4	9.23	6.64	6.30	8.91	5.72	5.60	8.40	4.04	3.95	7.57	3.02	2.88	7.20	2.80	2.66
		(1.43)	(1.41)	(1.16)	(1.38)	(1.21)	(1.15)	(1.32)	(0.88)	(0.78)	(1.05)	(0.72)	(0.71)	(0.83)	(0.36)	(0.34)
		46.51	5.40	0.00	59.11	2.14	0.00	112.66	2.28	0.00	162.85	4.86	0.00	170.68	5.26	0.00
	5	10.60	8.55	8.28	10.32	7.62	7.29	9.77	5.47	5.25	8.67	4.09	3.92	8.42	4.01	3.73
		(1.48)	(1.47)	(1.55)	(1.82)	(1.26)	(1.12)	(1.75)	(0.63)	(0.61)	(1.26)	(0.69)	(0.65)	(1.15)	(0.48)	(0.41)
		28.02	3.26	0.00	41.56	4.53	0.00	129.88	4.19	0.00	121.17	4.34	0.00	125.74	7.51	0.00
	6	12.81	9.69	9.51	12.47	8.89	8.55	11.99	6.60	6.48	10.96	6.48	6.04	10.89	6.21	5.83
		(1.89)	(1.83)	(1.78)	(1.93)	(1.53)	(1.18)	(1.84)	(1.19)	(1.16)	(1.25)	(1.07)	(1.02)	(1.11)	(0.99)	(0.91)
		54.70	1.89	0.00	45.85	3.98	0.00	85.03	1.85	0.00	81.46	7.28	0.00	86.79	6.52	0.00

ผลการวิจัยเมื่อ σ_{ε}. = 0.3

1. เมื่อ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.5 ได้ดังนี้

1.1 $n = 15$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดเกือบทุก MB ยกเว้นกรณีที่ MB=2 วิธี OLS และ ALS จะให้ค่า *ARRMSE* ที่ต่ำกว่า โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.2 $n = 30$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.3 $n = 50$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.4 $n = 100$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.5 $n = 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

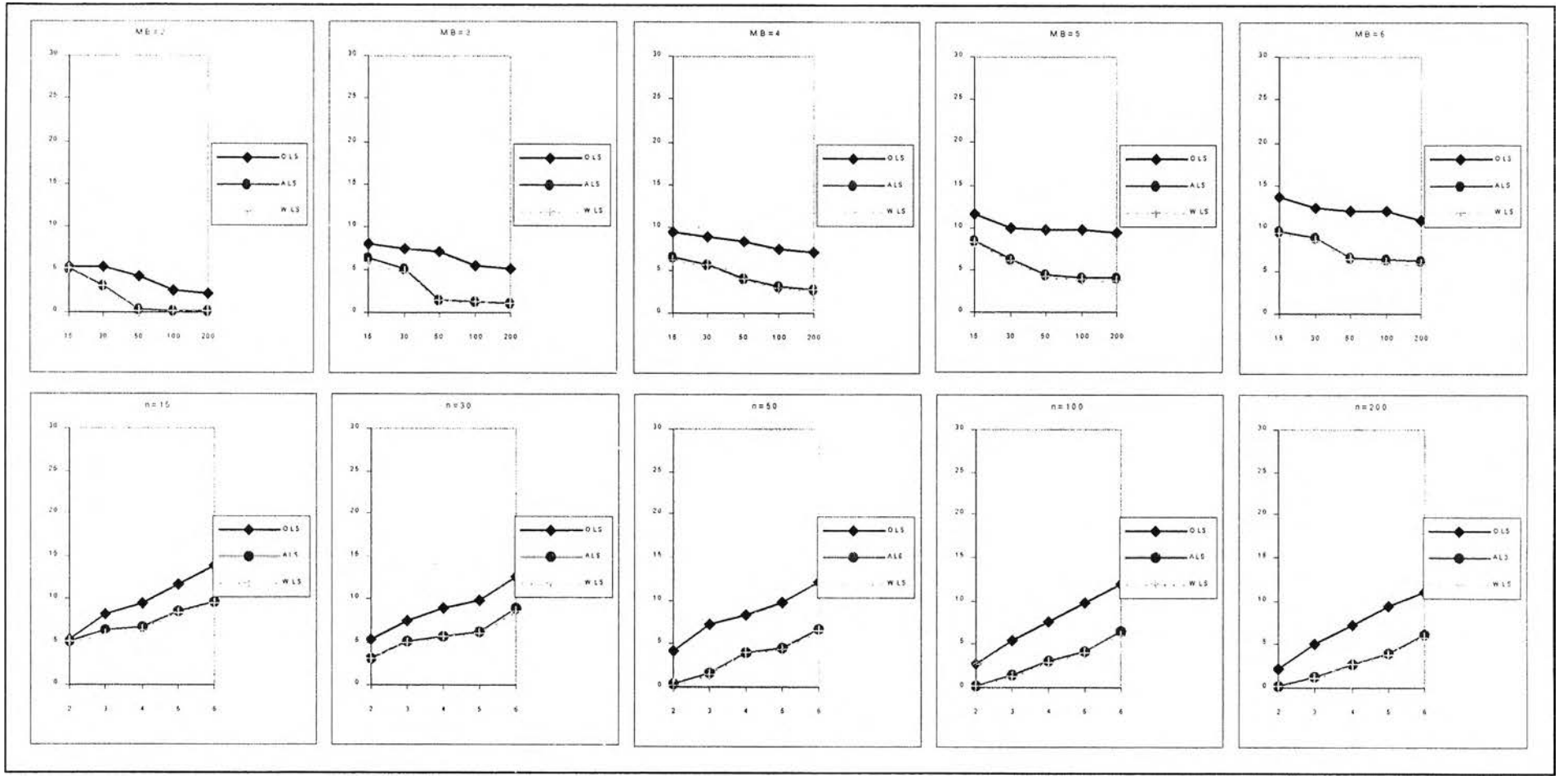
เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50, 100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่าสูงมาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_{ε}. จาก 0.1 เป็น 0.3 มีผลทำให้ *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก *ARRMSE* แปรผันตรงกับ *MSE* ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าของ σ^2

การเพิ่ม MB มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสังเกตได้ว่าที่ MB = 2 และ $n = 15$ วิธี OLS จะให้ค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ MB, n, σ_{ε}. และ σ_{δ} มีค่าน้อย ๆ มีผลทำให้วิธี OLS ยังคงเป็นวิธีที่ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยพหุนามที่ดี

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า $RRMSE$ ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 0.3$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ได้จากรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.3$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.3$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

σ_{ε^*}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.3	2	6.25	6.16	6.22	6.05	3.79	3.76	5.12	0.92	0.85	3.24	0.95	0.82	2.77	0.83	0.79
		(1.27)	(1.01)	(1.03)	(1.18)	(0.27)	(0.26)	(1.02)	(0.19)	(0.16)	(0.64)	(0.17)	(0.15)	(0.35)	(0.14)	(0.12)
		1.46	0.00	0.97	60.90	0.80	0.00	502.35	8.24	0.00	295.12	15.85	0.00	250.63	5.06	0.00
	3	8.99	7.36	6.92	8.78	5.69	5.57	7.59	2.21	2.06	6.01	2.02	1.91	5.69	1.94	1.82
		(1.91)	(1.16)	(1.15)	(1.62)	(1.12)	(1.04)	(1.37)	(0.48)	(0.44)	(0.53)	(0.43)	(0.35)	(0.67)	(0.43)	(0.29)
		29.91	6.36	0.00	57.63	2.15	0.00	268.45	7.28	0.00	214.66	5.76	0.00	212.64	6.59	0.00
	4	10.45	7.69	7.39	10.22	6.43	6.32	9.63	4.74	4.65	8.24	3.69	3.61	7.85	3.48	3.38
		(2.38)	(1.34)	(1.23)	(2.15)	(1.24)	(1.07)	(1.24)	(0.69)	(0.63)	(1.21)	(0.64)	(0.52)	(1.11)	(0.53)	(0.51)
		41.41	4.06	0.00	61.71	1.74	0.00	107.10	1.94	0.00	128.28	2.22	0.00	132.25	2.96	0.00
	5	12.65	9.59	9.38	12.54	8.54	8.43	11.47	6.39	6.18	10.34	4.79	4.65	10.11	4.69	4.47
		(2.44)	(1.45)	(1.17)	(2.18)	(1.26)	(1.16)	(1.82)	(1.17)	(1.13)	(1.67)	(1.02)	(1.06)	(1.28)	(1.04)	(1.01)
		34.86	2.24	0.00	48.75	2.49	0.00	85.30	3.40	0.00	112.37	3.01	0.00	126.17	4.92	0.00
	6	14.03	9.98	9.75	13.69	9.57	9.23	12.85	7.32	7.19	11.72	7.19	6.88	11.32	6.92	6.61
		(2.53)	(1.58)	(1.23)	(2.35)	(1.26)	(1.23)	(1.98)	(1.25)	(1.22)	(1.96)	(1.18)	(1.07)	(1.36)	(1.16)	(1.05)
		43.90	2.36	0.00	48.32	3.68	0.00	78.72	1.81	0.00	70.35	4.51	0.00	71.26	4.69	0.00

2. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.3$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.6 ได้ดังนี้

2.1 $n = 15$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดเกือบทุก MB ยกเว้นกรณีที่ MB=2 วิธี ALS จะให้ค่า *ARRMSE* ที่ต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2.2 $n = 30,\ 50,\ 100,\ 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

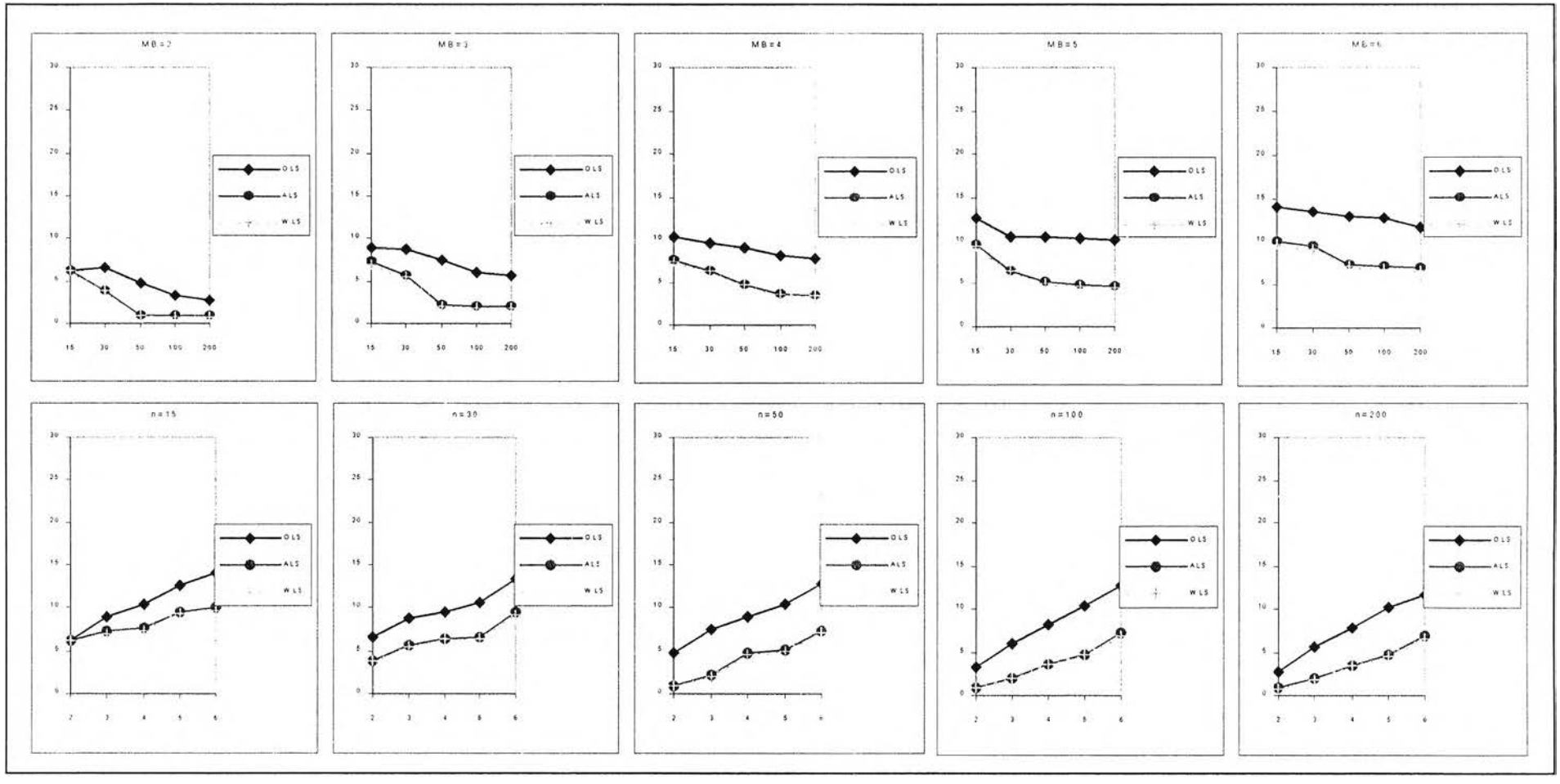
เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุ

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50, 100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.1 เป็น 0.3 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.3$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

การเพิ่ม MB มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสังเกตได้ว่าที่ MB = 2 และ $n = 15$ วิธี ALS จะให้ค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ MB, n, σ_ε และ σ_δ มีค่าไม่มากนัก มีผลทำให้วิธี ALS จะเป็นวิธีที่ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยพหุนามที่ดี

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 0.3$ และ $\sigma_\delta = 0.3$ ได้จากรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.3$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.3$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

σ_{ε^*}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.3	2	7.34	6.98	6.93	7.01	4.21	4.18	5.71	1.42	1.37	4.23	1.33	1.25	3.12	1.24	1.16
		(1.47)	(1.25)	(1.22)	(1.21)	(0.79)	(0.78)	(1.22)	(0.28)	(0.23)	(0.67)	(0.24)	(0.23)	(0.53)	(0.21)	(0.19)
		5.16	0.72	0.00	67.70	0.72	0.00	316.79	3.65	0.00	238.40	6.40	0.00	168.97	6.90	0.00
	3	10.06	8.37	7.94	9.22	6.21	6.07	7.97	2.58	2.49	6.35	2.41	2.33	6.06	2.35	2.22
		(2.42)	(1.39)	(1.27)	(1.41)	(1.28)	(1.06)	(1.25)	(0.59)	(0.57)	(1.03)	(0.56)	(0.44)	(0.94)	(0.49)	(0.43)
		26.70	5.42	0.00	51.89	2.31	0.00	220.08	3.61	0.00	172.53	3.43	0.00	172.97	5.86	0.00
	4	11.43	8.69	8.41	11.03	6.92	6.82	10.52	5.11	5.07	8.71	4.18	4.13	8.22	3.98	3.91
		(2.52)	(1.45)	(1.36)	(2.16)	(1.18)	(1.09)	(1.72)	(0.93)	(0.84)	(1.63)	(0.81)	(0.79)	(1.02)	(0.69)	(0.44)
		35.91	3.33	0.00	61.73	1.47	0.00	107.50	0.79	0.00	110.90	1.21	0.00	110.23	1.79	0.00
	5	13.63	10.59	10.40	13.18	9.26	9.07	12.22	5.69	5.51	10.78	5.27	5.18	10.54	5.19	5.09
		(2.54)	(1.84)	(1.79)	(2.04)	(1.74)	(1.41)	(2.01)	(1.29)	(1.26)	(1.78)	(1.19)	(1.16)	(1.42)	(1.11)	(1.09)
		31.06	1.83	0.00	45.31	2.09	0.00	121.78	3.27	0.00	108.11	1.74	0.00	107.07	1.96	0.00
	6	14.64	10.75	10.61	13.97	10.45	10.16	13.12	7.82	7.71	12.09	7.69	7.41	11.83	7.42	7.18
		(2.58)	(1.87)	(1.81)	(2.29)	(1.76)	(1.52)	(2.51)	(1.71)	(1.38)	(1.81)	(1.23)	(1.22)	(1.53)	(1.15)	(1.13)
		37.98	1.32	0.00	37.50	2.85	0.00	70.17	1.43	0.00	63.13	3.78	0.00	64.76	3.34	0.00

3. เมื่อ $\sigma_{\delta} = 0.5$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.7 ได้ดังนี้

$n = 15,\ 30,\ 50,\ 100,\ 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

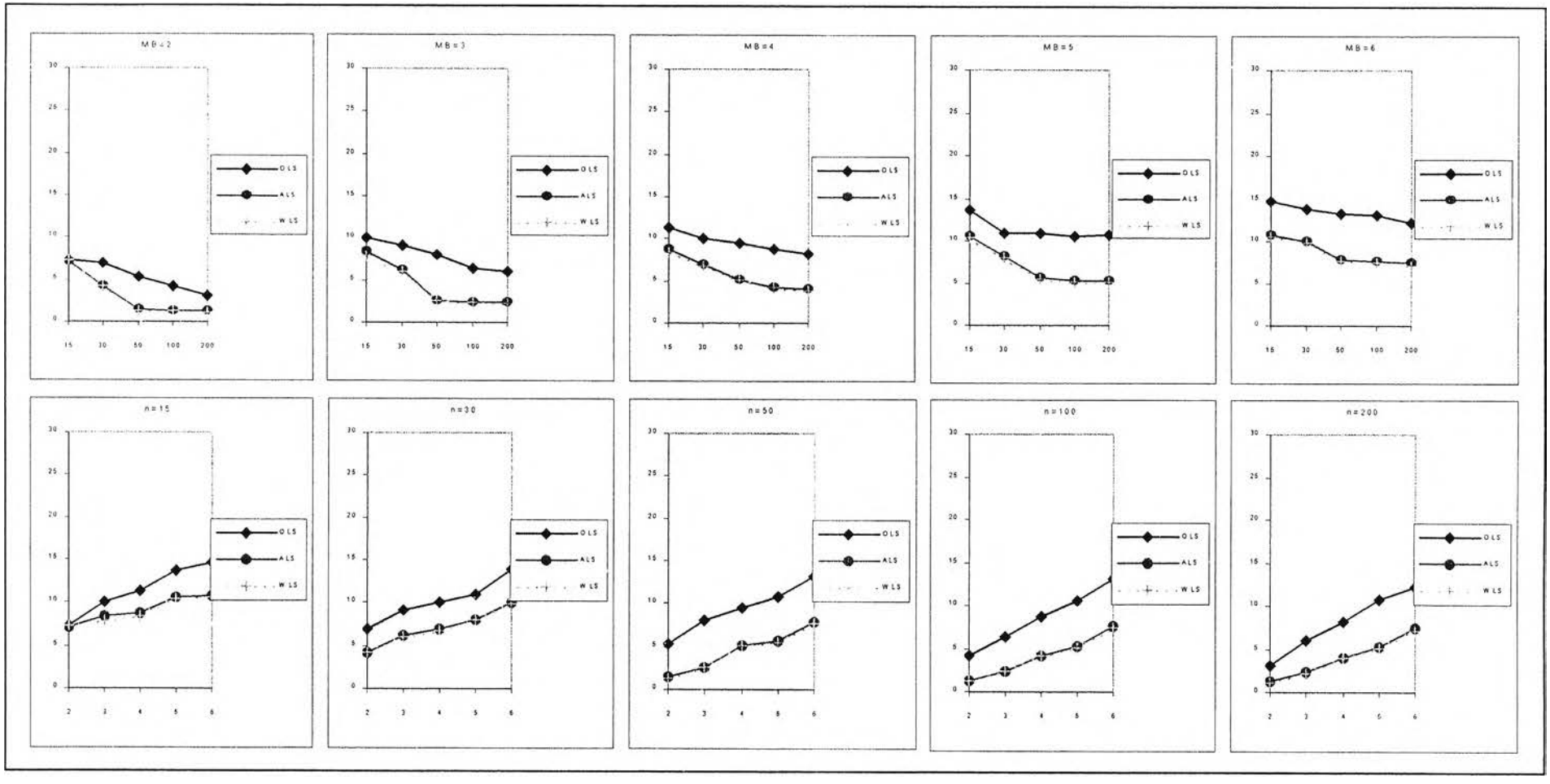
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้ และเมื่อ $n = 50,100$ และ $n = 200$ พบว่าค่า *ARRMSE* ของ WLS และ ALS ต่ำมาก มีผลทำให้ *RDARRMSE* ของ OLS มีค่าสูงมาก

การเพิ่มค่า σ_{δ} จาก 0.3 เป็น 0.5 ขณะที่ σ_{ε}. คงที่ $(\sigma_{\varepsilon}. = 0.3)$ มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

การเพิ่ม MB มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสังเกตได้ว่าที่ MB $= 2$ และ $n = 15$ วิธี ALS จะให้ค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ MB, n, σ_{ε}. และ σ_{δ} มีค่าไม่มากนัก มีผลทำให้วิธี ALS จะเป็นวิธีที่ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยพหุนามที่ดี

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ σ_{ε}. = 0.3 และ $\sigma_{\delta} = 0.5$ ได้จากรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.3$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon \cdot} = 0.3$ และ $\sigma_{\delta} = 0.7$

$\sigma_{\varepsilon \cdot}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.3	2	8.27	7.82	7.56	7.98	5.32	5.28	6.69	2.32	2.27	5.27	2.12	1.99	3.96	2.02	1.96
		(1.78)	(1.70)	(1.62)	(1.71)	(1.28)	(1.25)	(1.32)	(0.54)	(0.46)	(0.92)	(0.41)	(0.36)	(0.74)	(0.36)	(0.31)
		9.39	3.44	0.00	51.14	0.76	0.00	194.71	2.20	0.00	164.82	6.53	0.00	102.04	3.06	0.00
	3	11.61	10.27	9.98	11.13	7.31	7.08	9.66	3.40	3.34	7.28	3.31	3.22	6.91	3.13	2.89
		(2.65)	(1.89)	(1.57)	(2.39)	(1.44)	(1.18)	(1.48)	(0.84)	(0.71)	(1.18)	(0.83)	(0.62)	(1.07)	(0.78)	(0.64)
		16.33	2.91	0.00	57.20	3.25	0.00	189.22	1.80	0.00	126.09	2.80	0.00	139.10	8.30	0.00
	4	13.06	10.39	10.01	12.31	8.11	8.01	11.22	5.93	5.72	9.56	5.17	5.05	9.32	5.02	4.89
		(2.63)	(1.86)	(1.63)	(2.62)	(1.86)	(1.56)	(1.78)	(0.91)	(0.82)	(1.63)	(0.89)	(0.73)	(1.52)	(0.77)	(0.72)
		30.47	3.80	0.00	53.68	1.25	0.00	96.15	3.67	0.00	89.31	2.38	0.00	90.59	2.66	0.00
	5	14.78	12.16	11.78	14.02	10.69	10.42	13.06	6.53	6.35	11.59	6.36	6.17	11.48	6.32	5.98
		(2.76)	(1.96)	(1.78)	(2.55)	(1.99)	(1.49)	(2.46)	(1.42)	(1.36)	(2.22)	(1.39)	(1.36)	(1.87)	(1.24)	(1.15)
		25.47	3.23	0.00	34.55	2.59	0.00	105.67	2.83	0.00	87.84	2.91	0.00	91.97	5.69	0.00
	6	15.69	12.45	12.18	15.03	11.73	11.41	14.21	8.94	8.78	12.89	8.34	8.06	12.63	8.14	7.95
		(2.86)	(2.07)	(1.82)	(2.58)	(1.95)	(1.59)	(2.59)	(1.88)	(1.58)	(2.36)	(1.52)	(1.43)	(1.93)	(1.28)	(1.18)
		28.82	2.22	0.00	36.20	2.80	0.00	61.85	1.82	0.00	59.93	3.47	0.00	58.87	2.39	0.00

4. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.7$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.8 ได้ดังนี้

$n = 15,\ 30,\ 50,\ 100,\ 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีดังนี้

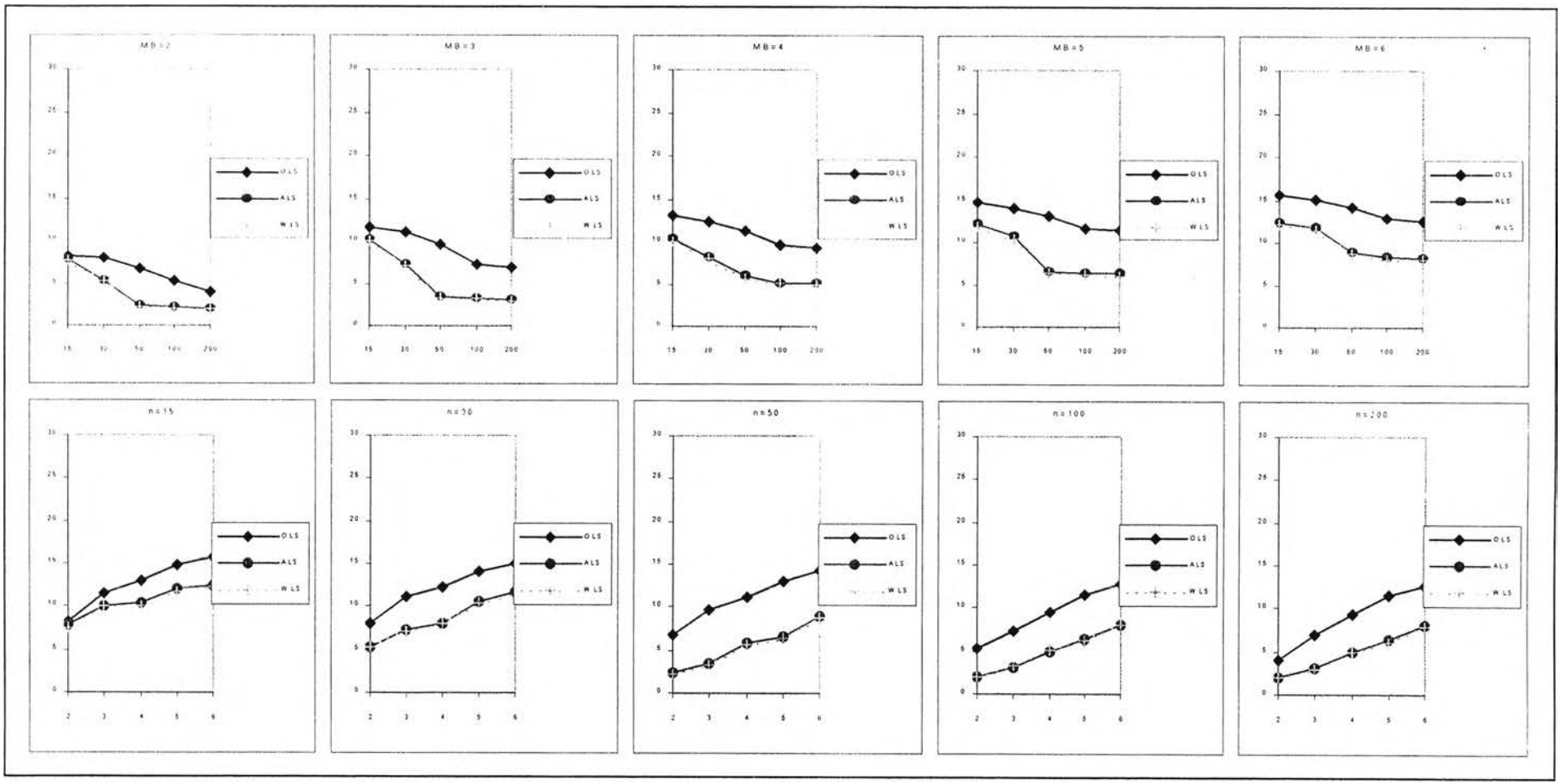
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.5 เป็น 0.7 ขณะที่ σ_ε. คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.3$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ σ_ε. = 0.3 และ $\sigma_\delta = 0.7$ ได้จากรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_\varepsilon = 0.3$ และ $\sigma_\xi = 0.7$

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon\cdot} = 0.5$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

$\sigma_{\varepsilon\cdot}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.5	2	5.73	5.56	5.43	5.42	3.23	3.21	4.31	0.36	0.33	2.72	0.39	0.27	2.26	0.31	0.23
		(1.28)	(1.04)	(1.03)	(1.11)	(0.47)	(0.38)	(0.98)	(0.09)	(0.08)	(0.41)	(0.08)	(0.07)	(0.29)	(0.06)	(0.05)
		5.52	2.39	0.00	69.16	0.62	0.00	1206.06	9.09	0.00	907.41	44.44	0.00	882.61	34.78	0.00
	3	8.45	6.81	6.34	8.24	5.13	4.93	7.46	1.64	1.48	5.47	1.46	1.33	5.15	1.38	1.24
		(1.59)	(1.12)	(1.11)	(1.58)	(1.13)	(1.11)	(1.15)	(0.38)	(0.37)	(0.59)	(0.27)	(0.24)	(0.45)	(0.26)	(0.22)
		33.28	7.41	0.00	67.14	4.06	0.00	404.05	10.81	0.00	311.28	9.77	0.00	315.32	11.29	0.00
	4	9.69	7.10	6.79	9.46	5.84	5.71	8.90	4.15	4.04	7.68	3.10	3.01	7.29	2.92	2.77
		(1.83)	(1.29)	(1.27)	(1.98)	(1.21)	(1.19)	(1.23)	(0.86)	(0.67)	(1.14)	(0.55)	(0.49)	(1.05)	(0.53)	(0.39)
		42.71	4.57	0.00	65.67	2.28	0.00	120.30	2.72	0.00	155.15	2.99	0.00	163.18	5.42	0.00
	5	12.07	8.99	8.76	11.91	8.14	7.93	11.04	5.59	5.36	9.76	4.19	4.03	9.53	4.09	3.85
		(1.94)	(1.37)	(1.34)	(2.36)	(1.28)	(1.23)	(2.07)	(1.02)	(1.01)	(1.59)	(0.91)	(0.89)	(1.47)	(0.86)	(0.81)
		37.79	2.63	0.00	50.19	2.65	0.00	105.97	4.29	0.00	142.18	3.97	0.00	147.53	6.23	0.00
	6	14.01	10.23	9.61	12.76	8.96	8.64	12.24	6.71	6.56	11.23	6.58	6.24	11.11	6.31	5.97
		(2.36)	(1.43)	(1.42)	(2.41)	(1.32)	(1.27)	(2.12)	(1.21)	(1.18)	(1.63)	(1.18)	(1.16)	(1.44)	(1.01)	(1.01)
		44.95	2.08	0.00	47.69	3.70	0.00	86.59	2.29	0.00	79.97	5.45	0.00	86.10	5.70	0.00

ผลการวิจัยเมื่อ σ_{ε} = 0.5

1. เมื่อ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.9 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

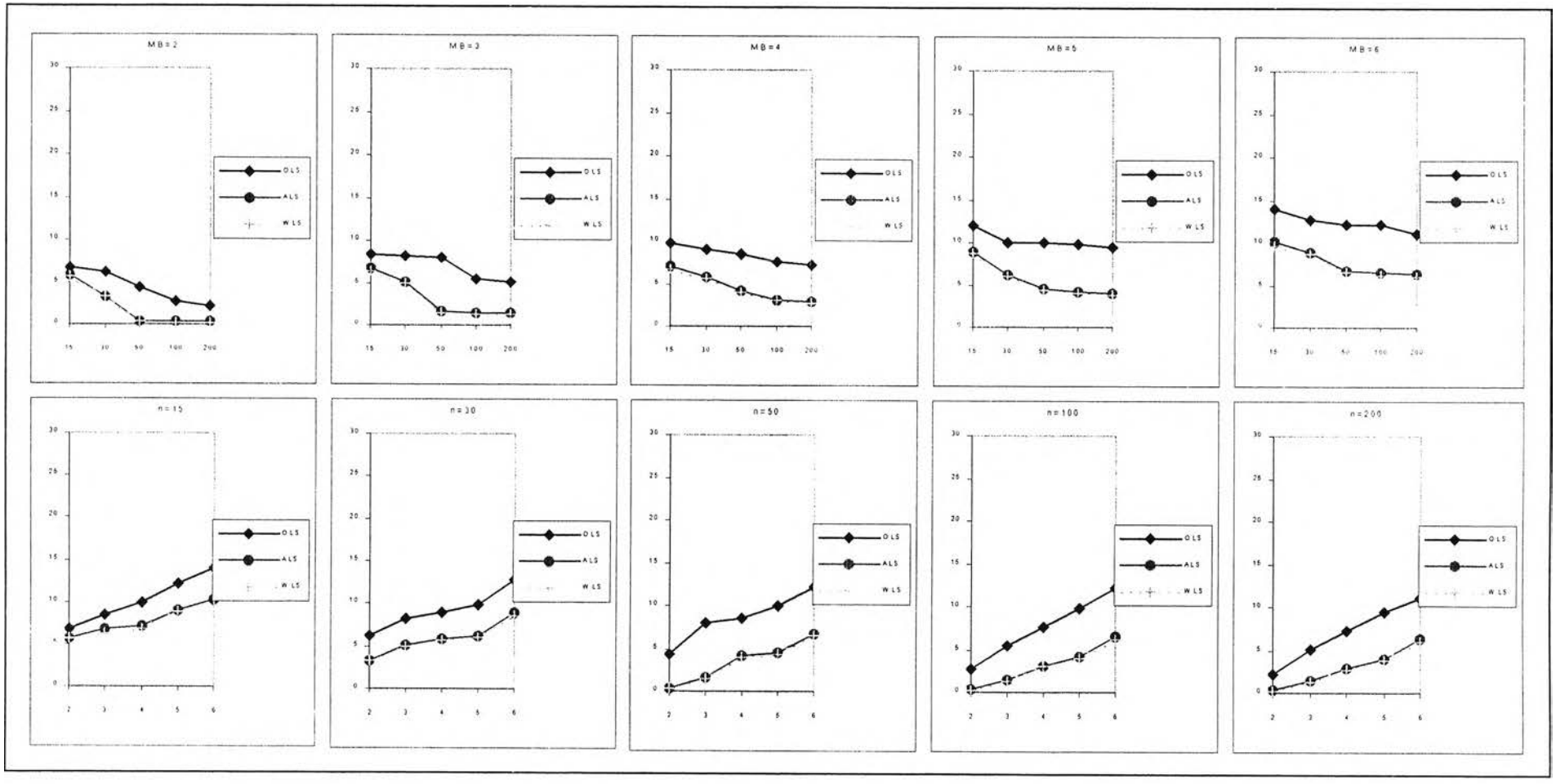
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่ม σ_{ε} จาก 0.3 เป็น 0.5 มีผลทำให้ *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก *ARRMSE* แปรผันตรงกับ *MSE* ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าของ σ^2

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ σ_{ε} = 0.5 และ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ได้จากรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่า $ARRMSE$ และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.5$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.5$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

σ_{ε^*}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.5	2	7.09	6.68	6.54	6.62	4.06	3.98	5.39	1.15	1.09	3.41	1.13	1.03	2.94	1.04	1.01
		(1.49)	(1.17)	(1.14)	(1.22)	(0.63)	(0.61)	(1.17)	(0.29)	(0.24)	(0.47)	(0.23)	(0.22)	(0.44)	(0.25)	(0.19)
		8.41	2.14	0.00	66.33	2.01	0.00	394.50	5.50	0.00	231.07	9.71	0.00	191.09	2.97	0.00
	3	9.42	7.71	7.29	9.05	5.99	5.88	7.77	2.39	2.27	6.17	2.21	2.12	5.87	2.14	2.02
		(2.19)	(1.24)	(1.18)	(1.42)	(1.17)	(1.02)	(1.41)	(0.59)	(0.45)	(0.64)	(0.49)	(0.49)	(0.56)	(0.47)	(0.42)
		29.22	5.76	0.00	53.91	1.87	0.00	242.29	5.29	0.00	191.04	4.25	0.00	190.59	5.94	0.00
	4	10.78	8.04	7.76	10.57	6.72	6.63	9.82	4.93	4.86	8.51	3.99	3.92	8.02	3.78	3.69
		(2.29)	(1.16)	(1.15)	(2.21)	(1.15)	(1.13)	(1.51)	(0.63)	(0.53)	(1.27)	(0.71)	(0.62)	(1.08)	(0.45)	(0.42)
		38.92	3.61	0.00	59.43	1.36	0.00	102.06	1.44	0.00	117.09	1.79	0.00	117.34	2.44	0.00
	5	12.98	9.95	9.75	12.81	8.99	8.72	11.95	5.49	5.29	10.61	5.08	4.938	10.38	4.99	4.78
		(2.32)	(1.64)	(1.42)	(2.24)	(1.37)	(1.18)	(1.68)	(1.26)	(1.14)	(1.34)	(1.16)	(1.14)	(1.13)	(1.02)	(1.01)
		33.13	2.05	0.00	46.90	3.10	0.00	125.90	3.78	0.00	115.21	3.04	0.00	117.15	4.39	0.00
	6	14.39	10.19	10.06	13.67	9.86	9.64	13.02	7.61	7.51	11.99	7.49	7.19	11.72	7.21	6.92
		(2.36)	(1.82)	(1.66)	(2.11)	(1.39)	(1.37)	(1.87)	(1.27)	(1.24)	(1.65)	(1.25)	(1.23)	(1.47)	(1.15)	(1.12)
		43.04	1.29	0.00	41.80	2.28	0.00	73.37	1.33	0.00	66.76	4.17	0.00	69.36	4.19	0.00

2. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.3$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.10 ได้ดังนี้

$n = 15,\ 30,\ 50,\ 100,\ 200$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

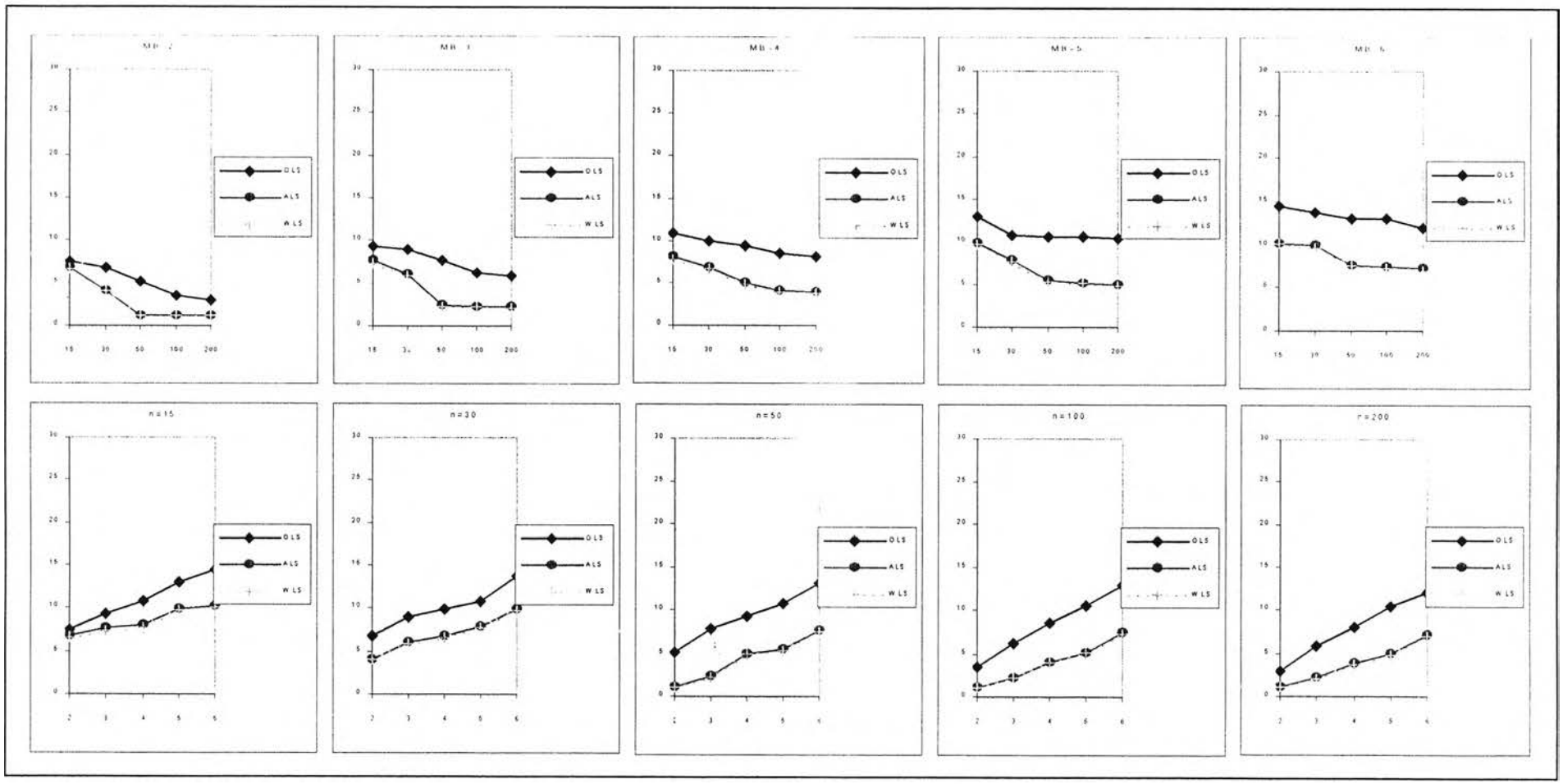
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า $ARRMSE$ จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50, 100$ และ 200 ค่า $RDARRMSE$ ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.1 เป็น 0.3 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.5$) มีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 0.5$ และ $\sigma_\delta = 0.3$ ได้จากรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.5$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon\cdot} = 0.5$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

$\sigma_{\varepsilon\cdot}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.5	2	8.08	7.64	7.49	7.83	5.12	4.98	6.54	2.03	1.99	5.09	1.91	1.83	3.85	1.86	1.80
		(1.71)	(1.63)	(1.58)	(1.69)	(1.26)	(1.12)	(1.29)	(0.43)	(0.39)	(0.90)	(0.38)	(0.31)	(0.79)	(0.35)	(0.28)
		7.88	2.00	0.00	57.23	2.81	0.00	228.64	2.01	0.00	178.14	4.37	0.00	113.89	3.33	0.00
	3	11.37	9.11	9.03	10.96	7.11	6.99	9.17	3.23	3.15	7.11	3.17	3.07	6.79	3.12	3.01
		(2.61)	(1.84)	(1.59)	(2.38)	(1.42)	(1.18)	(1.44)	(0.81)	(0.69)	(1.15)	(0.79)	(0.58)	(1.01)	(0.76)	(0.61)
		17.82	1.66	0.00	56.80	1.72	0.00	191.11	2.54	0.00	180.39	3.26	0.00	125.58	3.65	0.00
	4	12.71	9.86	9.64	12.08	7.89	7.81	11.14	5.79	5.61	9.45	5.21	4.92	9.19	4.98	4.89
		(2.66)	(1.87)	(1.64)	(2.59)	(1.85)	(1.54)	(1.79)	(0.87)	(0.79)	(1.61)	(0.85)	(0.65)	(1.47)	(0.76)	(0.69)
		31.85	2.28	0.00	54.67	1.02	0.00	98.57	3.21	0.00	92.07	5.89	0.00	87.93	1.84	0.00
	5	14.35	11.83	11.66	13.91	10.48	10.26	12.97	6.44	6.24	11.48	6.28	6.06	11.31	6.16	5.93
		(2.72)	(1.93)	(1.74)	(2.51)	(1.96)	(1.48)	(2.44)	(1.39)	(1.34)	(2.18)	(1.35)	(1.32)	(1.83)	(1.23)	(1.14)
		23.07	1.48	0.00	35.58	2.14	0.00	107.85	3.21	0.00	82.80	3.63	0.00	90.73	3.88	0.00
	6	15.48	12.16	11.97	14.84	11.49	11.22	14.02	8.73	8.56	12.78	8.34	8.04	12.41	8.12	7.83
		(2.85)	(2.04)	(1.71)	(2.57)	(1.96)	(1.56)	(2.52)	(1.83)	(1.52)	(2.33)	(1.49)	(1.43)	(1.87)	(1.27)	(1.19)
		29.32	1.59	0.00	32.26	2.41	0.00	63.79	1.99	0.00	58.96	3.73	0.00	58.49	3.70	0.00

3. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.5$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.11 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

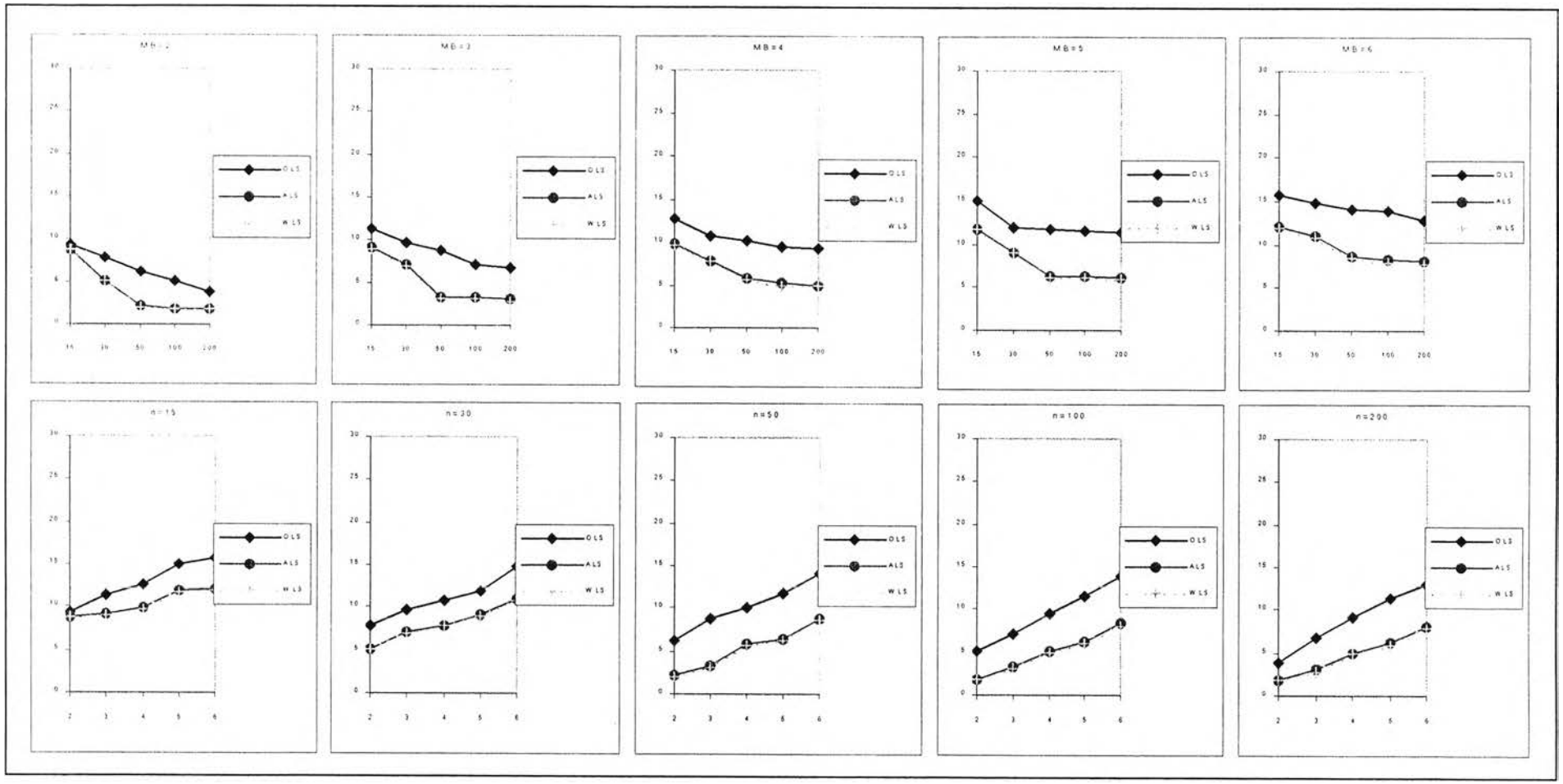
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.3 เป็น 0.5 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.5$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 0.5$ และ $\sigma_\delta = 0.5$ ได้จากรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.5$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon\cdot} = 0.5$ และ $\sigma_{\delta} = 0.7$

$\sigma_{\varepsilon\cdot}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.5	2	9.45	8.59	8.36	8.64	6.72	6.43	7.59	3.78	3.71	6.16	2.73	2.61	4.87	2.68	2.55
		(1.86)	(1.79)	(1.71)	(1.87)	(1.35)	(1.27)	(1.42)	(0.62)	(0.46)	(0.97)	(0.51)	(0.42)	(0.88)	(0.42)	(0.39)
		13.04	2.75	0.00	34.37	4.51	0.00	104.58	1.89	0.00	136.02	4.60	0.00	90.98	5.10	0.00
	3	12.68	10.79	10.36	11.96	8.61	8.20	10.86	5.34	5.17	8.95	4.29	4.15	7.96	3.81	3.55
		(2.64)	(2.06)	(1.73)	(2.44)	(1.53)	(1.32)	(1.57)	(0.96)	(0.78)	(1.24)	(0.96)	(0.68)	(1.15)	(0.84)	(0.67)
		22.39	4.15	0.00	45.85	5.00	0.00	110.06	3.29	0.00	115.66	3.37	0.00	124.23	7.32	0.00
	4	14.46	10.94	10.62	13.68	10.02	9.83	12.45	7.18	7.05	10.96	6.89	6.74	10.25	6.80	6.61
		(2.79)	(1.92)	(1.72)	(2.65)	(1.97)	(1.54)	(1.85)	(1.01)	(0.99)	(1.69)	(0.97)	(0.82)	(1.63)	(0.92)	(0.81)
		36.16	3.01	0.00	39.17	1.93	0.00	76.60	1.84	0.00	62.61	2.23	0.00	55.07	2.87	0.00
	5	15.68	12.75	12.52	14.89	11.32	11.13	13.67	8.97	8.57	12.17	7.22	7.06	12.06	7.11	6.91
		(2.89)	(2.05)	(1.96)	(2.61)	(2.01)	(1.65)	(2.59)	(1.49)	(1.42)	(2.44)	(1.48)	(1.39)	(2.03)	(1.46)	(1.25)
		25.24	1.84	0.00	33.78	1.71	0.00	59.51	4.67	0.00	72.38	2.27	0.00	74.53	2.89	0.00
	6	16.32	13.29	12.98	15.80	12.44	12.04	15.03	9.61	9.37	13.57	9.24	8.83	13.25	8.86	8.62
		(2.97)	(2.21)	(1.88)	(2.73)	(2.24)	(1.69)	(2.67)	(2.03)	(1.68)	(2.47)	(1.58)	(1.47)	(2.19)	(1.34)	(1.27)
		25.73	2.39	0.00	31.23	3.32	0.00	60.41	2.56	0.00	53.68	4.64	0.00	53.71	2.78	0.00

4. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.7$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.12 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

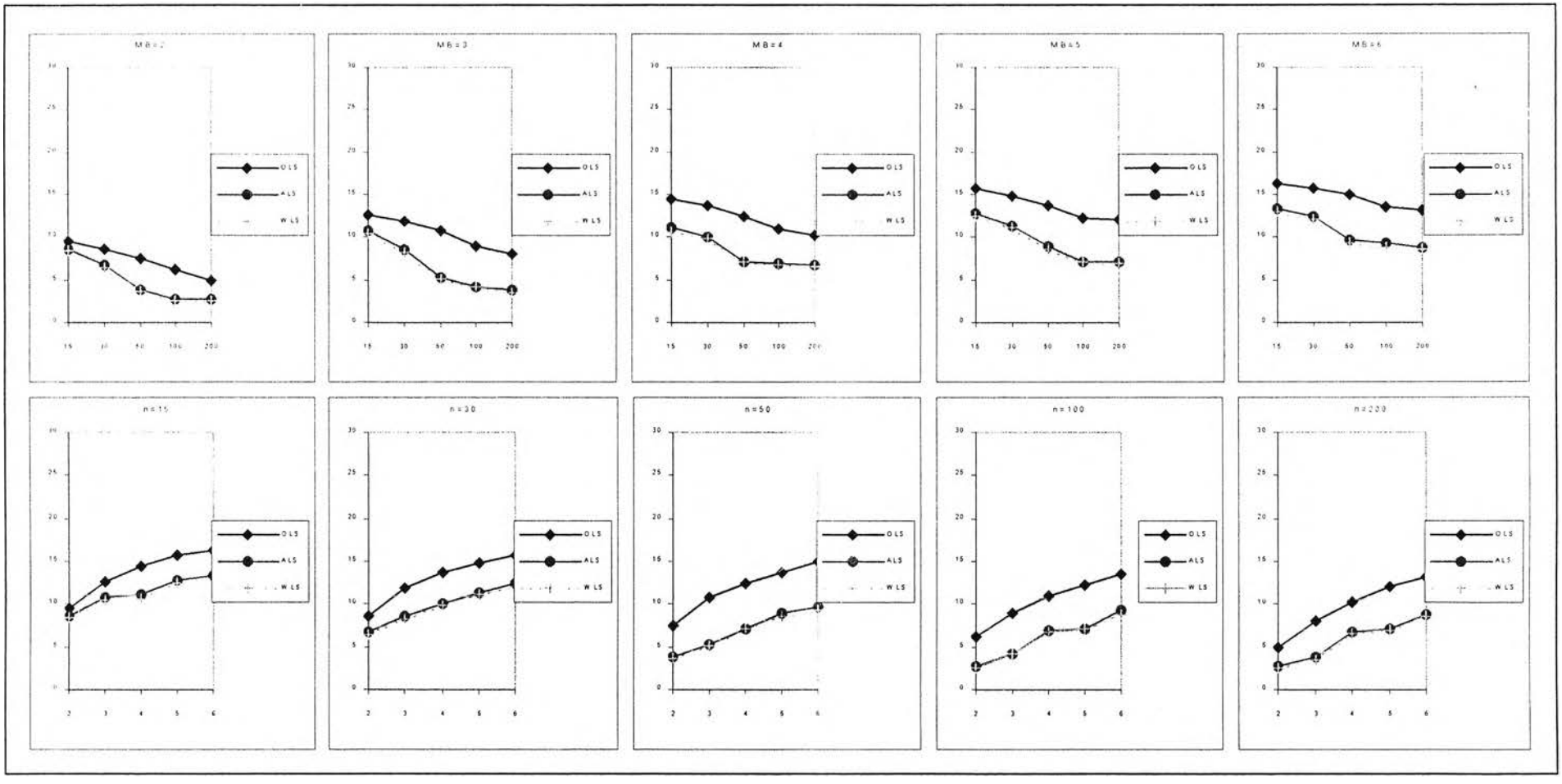
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB $= 6$

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.5 เป็น 0.7 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.5$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 0.5$ และ $\sigma_\delta = 0.7$ ได้จากรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.5$ และ $\sigma_{\delta} = 0.7$

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon_{ij}} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

$\sigma_{\varepsilon_{ij}}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.7	2	6.18	6.04	5.87	5.71	3.51	3.47	5.05	0.64	0.59	2.97	0.67	0.53	2.51	0.55	0.49
		(1.48)	(1.05)	(1.02)	(1.32)	(0.48)	(0.32)	(1.08)	(0.13)	(0.11)	(0.66)	(0.11)	(0.09)	(0.56)	(0.10)	(0.09)
		5.281	2.90	0.00	64.55	1.15	0.00	755.93	8.47	0.00	460.38	26.42	0.00	412.24	12.24	0.00
	3	8.72	7.08	6.63	8.51	5.41	5.22	7.32	1.92	1.77	5.74	1.74	1.62	5.42	1.66	1.53
		(1.97)	(1.14)	(1.13)	(1.69)	(1.12)	(1.08)	(1.14)	(0.28)	(0.27)	(0.84)	(0.23)	(0.22)	(0.69)	(0.27)	(0.26)
		31.52	6.79	0.00	63.03	3.64	0.00	313.56	8.47	0.00	254.32	7.41	0.00	254.25	8.50	0.00
	4	10.18	7.41	7.11	9.85	6.15	6.03	9.21	4.46	4.36	7.97	3.41	3.32	7.58	3.21	3.09
		(2.41)	(1.46)	(1.45)	(2.12)	(1.28)	(1.26)	(1.41)	(0.81)	(0.54)	(1.27)	(0.62)	(0.42)	(1.24)	(0.57)	(0.56)
		43.18	4.22	0.00	63.35	1.99	0.00	111.24	2.29	0.00	140.06	2.71	0.00	145.31	3.88	0.00
	5	12.38	9.31	9.09	12.15	8.41	8.16	11.21	5.91	5.69	10.07	4.51	4.36	9.84	4.41	4.18
		(2.45)	(1.63)	(1.41)	(2.31)	(1.36)	(1.33)	(2.11)	(1.18)	(1.15)	(2.05)	(1.02)	(0.97)	(1.62)	(0.97)	(0.94)
		36.19	2.42	0.00	48.90	3.06	0.00	97.01	3.87	0.00	130.96	3.44	0.00	135.41	5.50	0.00
	6	13.64	9.88	9.69	13.35	9.29	8.99	12.36	7.04	6.91	11.35	6.91	6.59	11.23	6.64	6.32
		(2.46)	(1.78)	(1.46)	(2.40)	(1.57)	(1.54)	(2.18)	(1.38)	(1.29)	(2.08)	(1.26)	(1.22)	(1.67)	(1.23)	(1.21)
		40.76	1.96	0.00	48.50	3.34	0.00	78.87	1.88	0.00	72.23	4.86	0.00	77.69	5.06	0.00

ผลการวิจัยเมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 0.7$

1. เมื่อ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.13 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

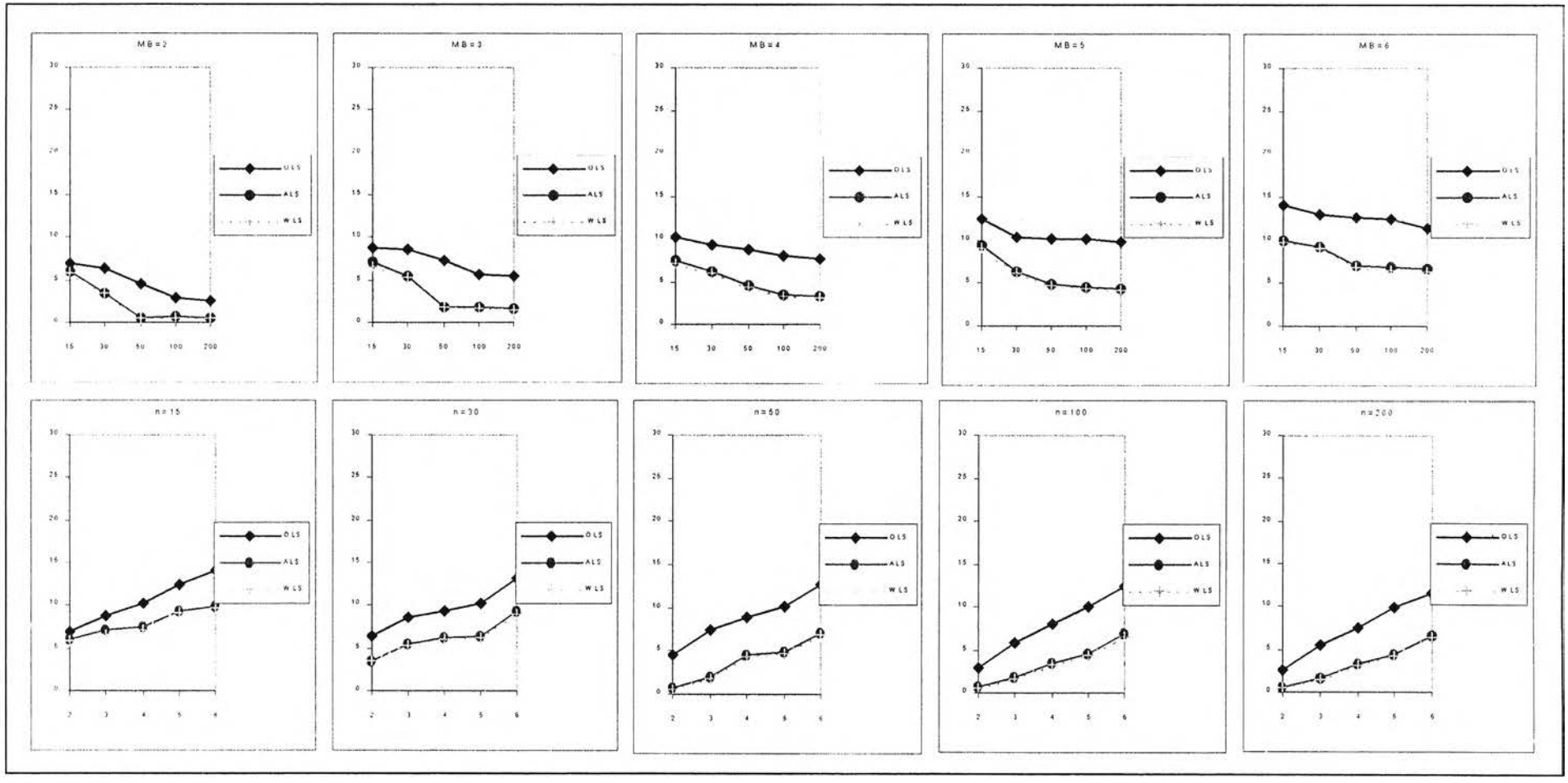
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_{ε} จาก 0.5 เป็น 0.7 มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก *ARRMSE* แปรผันตรงกับ *MSE* ซึ่งเป็นตัวประมาณของ σ^2

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ได้จากรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบค่า $ARRMSE$ และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

σ_{ε}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.7	2	7.63	7.32	7.16	7.33	4.51	4.47	6.12	1.64	1.62	4.56	1.57	1.49	3.41	1.51	1.45
		(1.51)	(1.35)	(1.31)	(1.27)	(0.98)	(0.95)	(1.18)	(0.32)	(0.31)	(0.89)	(0.31)	(0.25)	(0.72)	(0.29)	(0.24)
		6.56	2.23	0.00	63.98	0.89	0.00	277.78	1.23	0.00	206.04	5.37	0.00	135.17	4.14	0.00
	3	10.77	9.05	8.63	10.45	6.52	6.36	8.82	2.87	2.81	6.68	2.65	2.57	6.39	2.52	2.39
		(2.53)	(1.79)	(1.48)	(2.25)	(1.32)	(1.16)	(1.37)	(0.62)	(0.58)	(0.97)	(0.61)	(0.51)	(0.96)	(0.41)	(0.39)
		24.80	4.87	0.00	64.31	2.52	0.00	213.88	1.50	0.00	159.92	2.33	0.00	167.36	5.44	0.00
	4	12.12	9.37	9.11	11.66	7.53	7.34	9.85	5.45	5.37	9.03	4.82	4.51	8.54	4.55	4.45
		(2.59)	(1.84)	(1.57)	(2.31)	(1.39)	(1.29)	(1.54)	(0.83)	(0.65)	(1.51)	(0.82)	(0.66)	(1.41)	(0.69)	(0.46)
		33.04	2.85	0.00	58.86	2.59	0.00	83.43	1.49	0.00	100.22	6.87	0.00	91.91	2.25	0.00
	5	13.94	11.28	11.07	13.66	9.97	9.62	12.70	6.01	5.82	11.08	5.65	5.47	10.54	5.43	5.26
		(2.62)	(1.91)	(1.63)	(2.37)	(1.78)	(1.39)	(2.31)	(1.35)	(1.29)	(2.11)	(1.26)	(1.25)	(1.66)	(1.10)	(1.08)
		25.93	1.81	0.00	42.00	3.64	0.00	118.21	3.26	0.00	102.56	3.29	0.00	100.38	3.23	0.00
	6	14.91	11.43	11.32	14.19	10.98	10.72	13.52	8.14	8.01	12.34	7.89	7.67	12.08	7.72	7.44
		(2.73)	(1.93)	(1.65)	(2.46)	(1.85)	(1.47)	(2.36)	(1.71)	(1.43)	(2.19)	(1.45)	(1.36)	(1.77)	(1.19)	(1.15)
		31.71	0.97	0.00	33.12	2.43	0.00	68.79	1.62	0.00	60.89	2.87	0.00	62.37	3.76	0.00

2. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.3$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.14 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

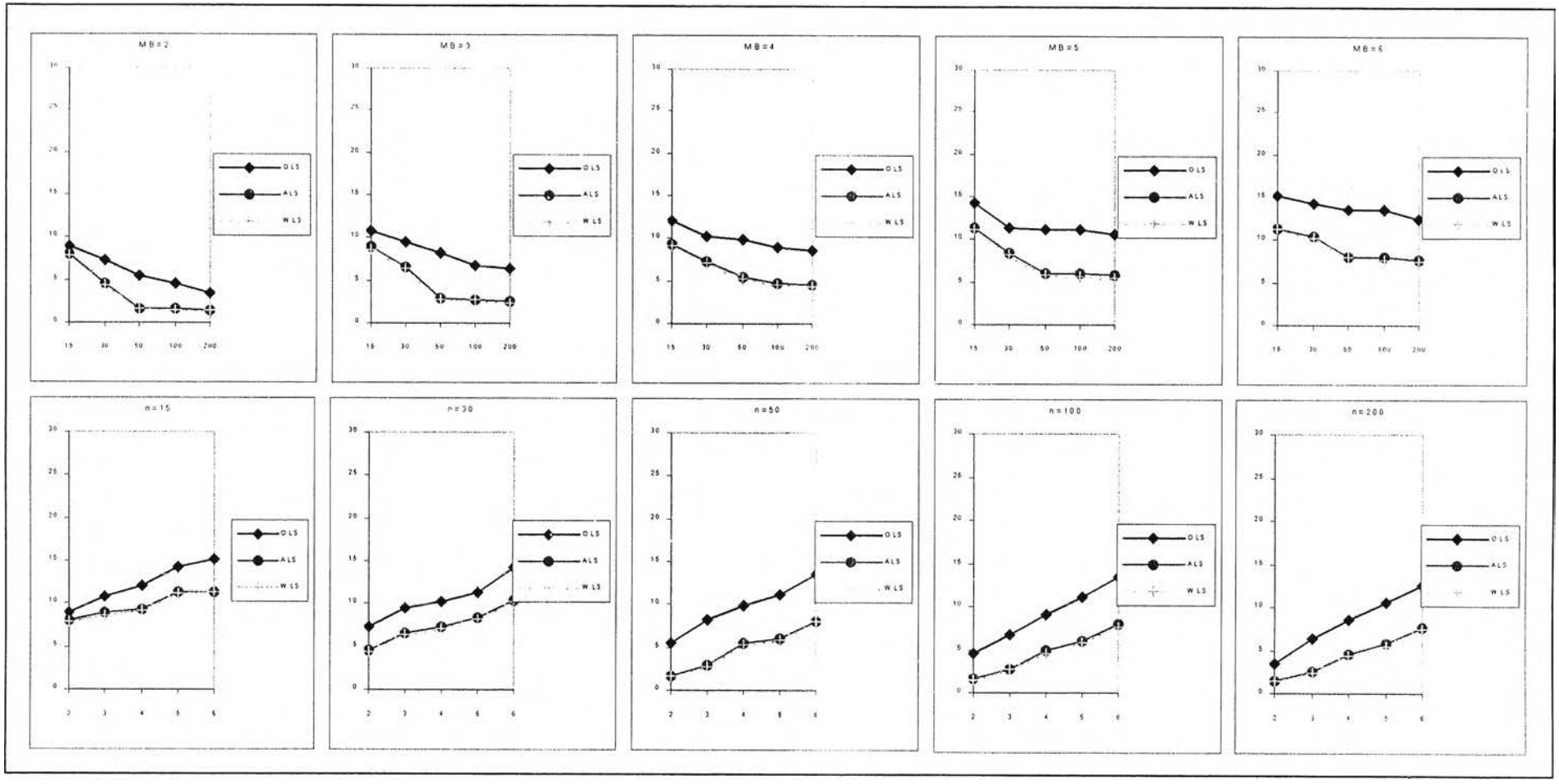
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.1 เป็น 0.3 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.7$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 0.7$ และ $\sigma_\varepsilon = 0.3$ ได้จากรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

σ_{ε^*}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.7	2	8.51	7.94	7.68	8.16	5.89	5.72	6.88	2.58	2.52	5.51	2.23	2.18	4.25	2.21	2.15
		(1.81)	(1.78)	(1.64)	(1.75)	(1.27)	(1.26)	(1.36)	(0.54)	(0.49)	(0.93)	(0.42)	(0.41)	(0.78)	(0.38)	(0.33)
		10.81	3.39	0.00	42.66	2.97	0.00	173.02	2.38	0.00	152.75	2.29	0.00	97.67	2.79	0.00
	3	11.81	10.31	10.07	11.15	7.38	7.17	9.80	3.78	3.69	7.47	3.48	3.33	7.09	3.34	3.18
		(2.67)	(1.92)	(1.64)	(2.38)	(1.47)	(1.20)	(1.52)	(0.86)	(0.72)	(1.21)	(0.69)	(0.68)	(1.11)	(0.79)	(0.66)
		17.28	2.38	0.00	55.51	2.93	0.00	165.58	2.44	0.00	111.61	4.50	0.00	122.96	5.03	0.00
	4	13.31	10.48	10.19	12.44	8.42	8.32	11.57	6.21	6.07	10.03	5.26	5.07	9.74	5.22	5.04
		(2.67)	(1.87)	(1.67)	(2.62)	(1.89)	(1.52)	(1.74)	(0.94)	(0.85)	(1.64)	(0.89)	(0.78)	(1.56)	(0.79)	(0.74)
		30.62	2.85	0.00	33.18	1.20	0.00	90.61	2.31	0.00	73.48	3.758	0.00	93.25	3.57	0.00
	5	14.97	12.36	11.98	14.21	10.98	10.67	13.17	6.79	6.51	11.78	6.51	6.23	11.69	6.34	6.06
		(2.79)	(1.94)	(1.83)	(2.57)	(1.98)	(1.58)	(2.47)	(1.46)	(1.38)	(2.26)	(1.41)	(1.39)	(1.93)	(1.42)	(1.18)
		24.96	3.17	0.00	33.18	2.91	0.00	93.96	4.30	0.00	89.09	4.49	0.00	92.90	4.62	0.00
	6	15.87	12.96	12.78	15.15	11.82	11.53	14.23	9.17	9.02	12.97	8.71	8.42	12.66	8.46	8.18
		(2.85)	(2.14)	(1.82)	(2.61)	(2.09)	(1.63)	(2.64)	(1.94)	(1.58)	(2.37)	(1.53)	(1.42)	(2.01)	(1.29)	(1.17)
		24.18	1.41	0.00	31.40	2.52	0.00	57.76	1.66	0.00	54.04	3.44	0.00	54.77	3.42	0.00

3. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.5$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.15 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

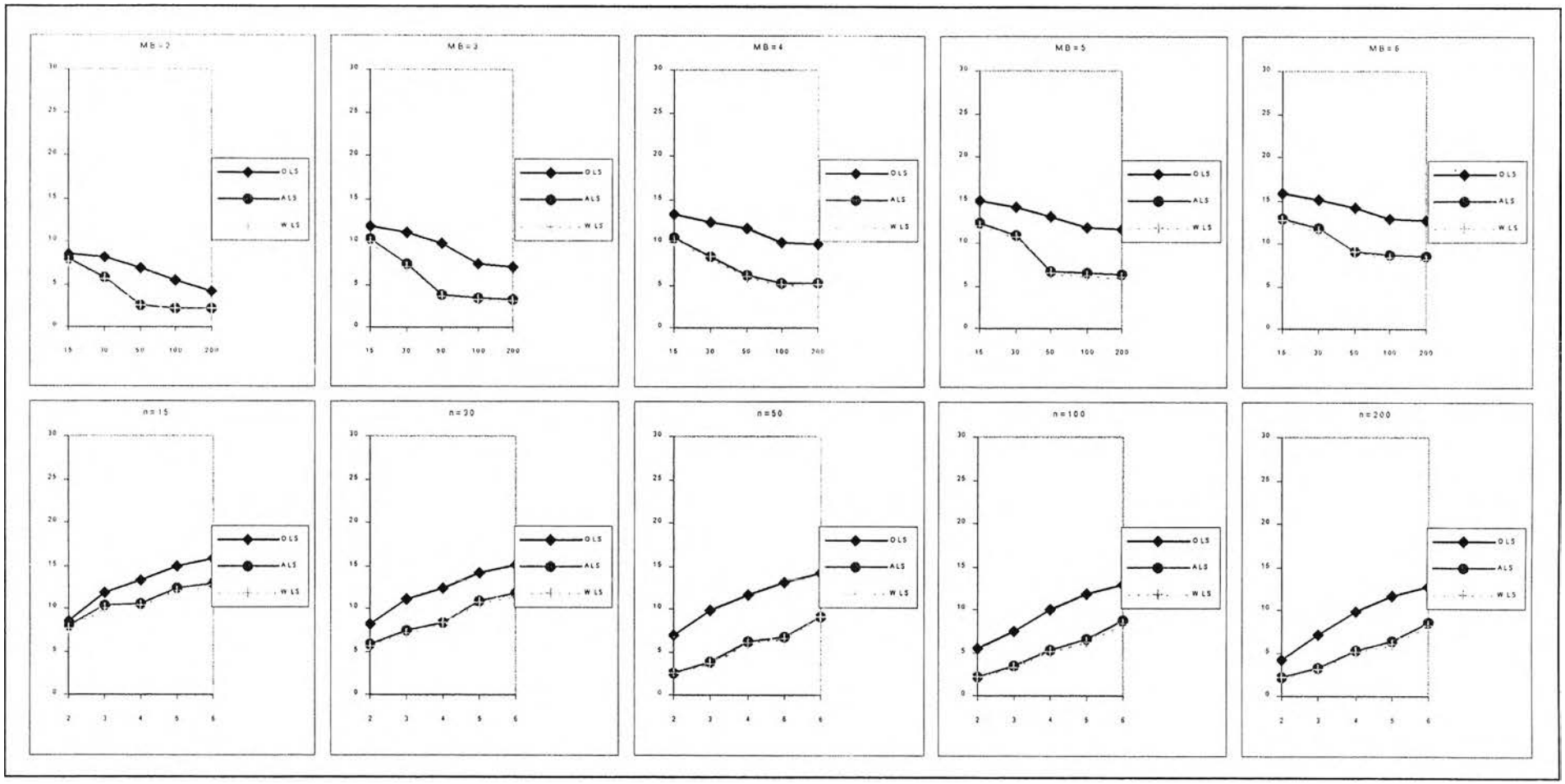
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.3 เป็น 0.5 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.7$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 0.7$ และ $\sigma_\delta = 0.5$ ได้จากรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.7$

σ_{ε}	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
0.7	2	10.14	9.18	8.82	9.25	7.57	7.28	8.08	4.42	4.21	6.72	3.23	2.98	5.51	2.99	2.86
		(1.99)	(1.88)	(1.82)	(1.76)	(1.39)	(1.31)	(1.45)	(0.68)	(0.46)	(1.01)	(0.52)	(0.46)	(0.98)	(0.43)	(0.42)
		14.97	4.08	0.00	27.06	3.98	0.00	91.92	4.99	0.00	125.50	8.39	0.00	92.66	4.55	0.00
	3	13.02	10.87	10.56	12.23	9.07	8.66	11.30	5.85	5.64	10.06	4.73	4.46	9.08	4.04	3.85
		(2.68)	(2.14)	(1.78)	(2.49)	(1.56)	(1.41)	(1.61)	(0.97)	(0.79)	(1.29)	(1.02)	(0.74)	(1.17)	(0.87)	(0.77)
		23.30	2.94	0.00	41.22	4.73	0.00	100.35	3.72	0.00	125.56	6.05	0.00	135.84	4.94	0.00
	4	15.13	11.49	11.16	14.26	10.98	10.18	13.13	8.16	7.6151	11.21	7.09	6.97	10.48	7.03	6.83
		(2.87)	(1.96)	(1.39)	(2.74)	(2.05)	(1.59)	(1.94)	(1.16)	(1.13)	(1.75)	(1.08)	(0.93)	(1.68)	(0.94)	(0.89)
		35.57	2.96	0.00	40.08	7.86	0.00	72.42	7.16	0.00	60.83	1.72	0.00	53.44	2.93	0.00
	5	16.04	12.98	12.63	15.23	11.92	11.69	13.71	9.19	9.04	13.23	7.55	7.35	12.51	7.34	7.14
		(2.96)	(2.14)	(2.09)	(2.66)	(2.08)	(1.73)	(2.64)	(1.54)	(1.48)	(2.54)	(1.54)	(1.46)	(2.06)	(1.36)	(1.26)
		27.00	2.77	0.00	30.28	1.97	0.00	51.66	1.66	0.00	80.00	2.72	0.00	75.21	2.80	0.00
	6	17.19	13.62	13.28	16.31	12.98	12.47	15.25	10.18	9.89	13.88	9.65	9.03	13.67	9.15	8.86
		(3.12)	(2.34)	(1.94)	(2.86)	(2.32)	(1.79)	(2.68)	(2.11)	(1.71)	(2.51)	(1.59)	(1.53)	(2.26)	(1.47)	(1.31)
		29.44	2.56	0.00	30.79	4.09	0.00	54.20	2.93	0.00	53.71	6.87	0.00	54.29	3.27	0.00

4. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.7$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.16 ได้ดังนี้

$n = 15,\ 30,\ 50,\ 100,\ 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

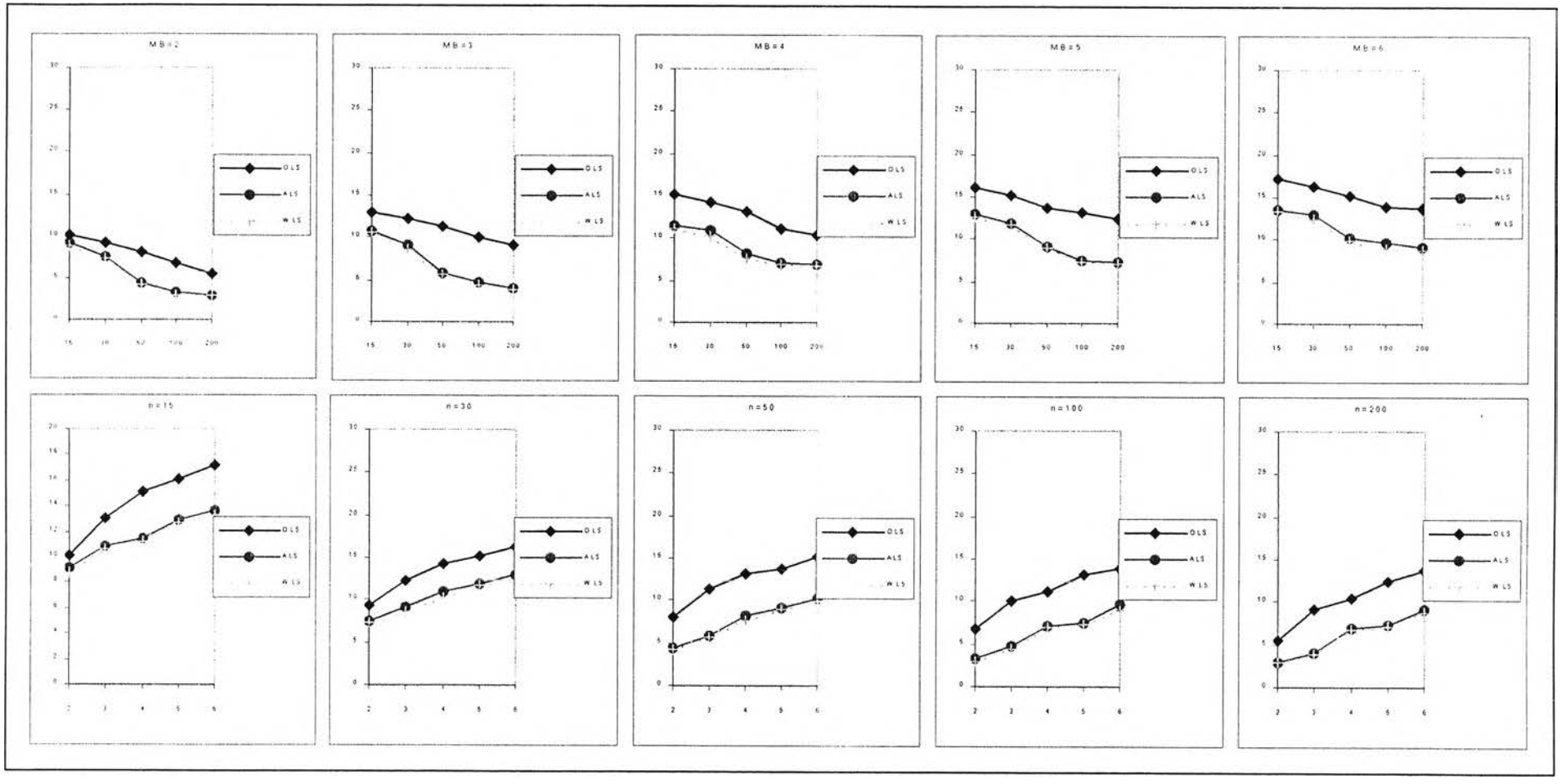
เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.5 เป็น 0.7 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 0.7$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 0.7$ และ $\sigma_\delta = 0.7$ ได้จากรูปที่ 4.16

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 0.7$ และ $\sigma_{\delta} = 0.7$

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon_{ij}} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

$\sigma_{\varepsilon_{ij}}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
1.0	2	7.26	6.96	6.80	6.89	4.08	4.05	5.56	1.39	1.22	4.11	1.21	1.12	3.01	1.12	1.06
		(1.41)	(1.19)	(1.17)	(1.27)	(0.86)	(0.63)	(1.18)	(0.29)	(0.22)	(0.66)	(0.28)	(0.18)	(0.39)	(0.26)	(0.21)
		6.76	2.35	0.00	70.12	0.74	0.00	355.74	13.93	0.00	266.96	8.04	0.00	183.96	5.66	0.00
	3	9.68	7.98	7.57	9.13	6.08	5.95	7.85	2.46	2.36	6.24	2.28	2.23	5.94	2.22	2.14
		(2.27)	(1.28)	(1.25)	(1.51)	(1.24)	(1.17)	(1.21)	(0.36)	(0.54)	(0.73)	(0.63)	(0.47)	(0.54)	(0.44)	(0.36)
		27.87	5.42	0.00	53.45	2.18	0.00	232.63	4.24	0.00	179.82	2.24	0.00	177.51	3.74	0.00
	4	11.05	8.32	8.02	10.95	6.79	6.71	9.99	5.01	4.95	8.58	4.07	4.01	8.09	3.86	3.78
		(2.35)	(1.32)	(1.28)	(2.25)	(1.27)	(1.18)	(1.41)	(0.98)	(0.64)	(1.18)	(0.76)	(0.62)	(1.07)	(0.48)	(0.47)
		37.78	3.74	0.00	63.19	1.19	0.00	101.82	1.21	0.00	113.97	1.50	0.00	114.02	2.12	0.00
	5	13.26	10.21	10.03	13.03	9.01	8.77	12.17	5.57	5.38	10.67	5.16	5.05	10.45	5.07	4.96
		(2.51)	(1.47)	(1.44)	(2.36)	(1.38)	(1.32)	(1.53)	(1.26)	(1.17)	(1.49)	(1.14)	(1.12)	(1.11)	(1.07)	(1.04)
		32.20	1.79	0.00	48.57	2.74	0.00	126.21	3.53	0.00	111.29	2.18	0.00	110.69	2.22	0.00
	6	14.46	10.38	10.21	13.95	10.14	9.78	13.08	7.69	7.59	12.06	7.57	7.28	11.78	7.29	7.01
		(2.44)	(1.92)	(1.74)	(2.14)	(1.41)	(1.34)	(1.83)	(1.39)	(1.29)	(1.66)	(1.36)	(1.34)	(1.46)	(1.12)	(1.11)
		41.63	1.67	0.00	42.64	3.68	0.00	72.33	1.32	0.00	65.66	3.98	0.00	68.05	3.99	0.00

ผลการวิจัยเมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 1.0$

1. เมื่อ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.17 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

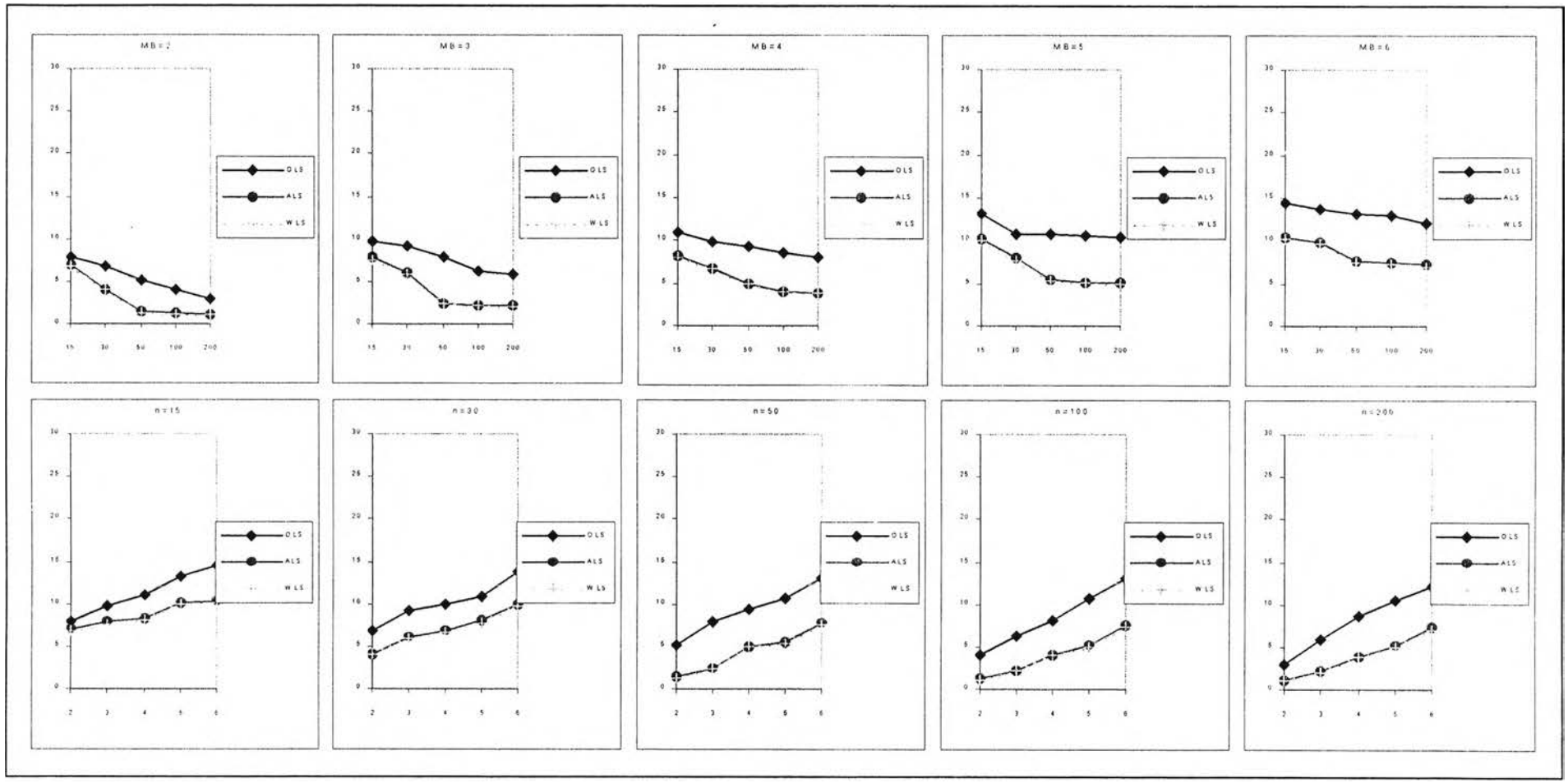
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_{ε} จาก 0.7 เป็น 1.0 มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก *ARRMSE* แปรผันตรงกับ *MSE* ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าของ σ^2

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_{\varepsilon} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$ ได้จากรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{E^*} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon \cdot} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

$\sigma_{\varepsilon \cdot}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
1.0	2	8.06	7.62	7.46	7.76	4.94	4.91	6.53	1.98	1.95	4.97	1.83	1.78	3.74	1.81	1.72
		(1.68)	(1.58)	(1.52)	(1.66)	(1.29)	(1.27)	(1.26)	(0.48)	(0.46)	(0.87)	(0.35)	(0.29)	(0.76)	(0.32)	(0.26)
		8.04	2.14	0.00	58.04	0.61	0.00	234.87	1.54	0.00	179.21	6.40	0.00	117.44	5.23	0.00
	3	11.17	9.61	9.43	10.85	6.93	6.81	8.96	3.10	3.03	6.99	2.84	2.65	6.68	2.62	2.46
		(2.57)	(1.91)	(1.52)	(2.27)	(1.37)	(1.19)	(1.38)	(0.78)	(0.65)	(0.99)	(0.63)	(0.52)	(0.97)	(0.58)	(0.39)
		18.45	2.33	0.00	59.32	1.76	0.00	195.71	2.31	0.00	163.77	7.17	0.00	171.54	6.50	0.00
	4	12.52	9.65	9.42	12.03	7.68	7.58	11.08	5.66	5.58	9.34	5.12	4.84	9.01	4.85	4.68
		(2.59)	(1.85)	(1.61)	(2.56)	(1.81)	(1.47)	(1.73)	(0.85)	(0.73)	(1.53)	(0.83)	(0.68)	(1.43)	(0.77)	(0.66)
		32.91	2.44	0.00	58.71	1.32	0.00	98.57	1.43	0.00	92.98	5.79	0.00	92.52	3.63	0.00
	5	14.16	11.62	11.45	13.80	10.24	10.02	12.89	6.23	6.11	11.37	6.03	5.85	11.18	5.89	5.66
		(2.65)	(1.94)	(1.64)	(2.48)	(1.91)	(1.42)	(2.39)	(1.36)	(1.32)	(2.14)	(1.31)	(1.27)	(1.75)	(1.18)	(1.12)
		23.67	1.48	0.00	37.72	2.20	0.00	110.97	2.29	0.00	94.36	3.08	0.00	97.53	4.06	0.00
	6	15.12	11.96	11.76	14.63	11.25	11.05	13.91	8.61	8.44	12.73	8.22	7.93	12.37	8.01	7.74
		(2.75)	(2.03)	(1.67)	(2.56)	(1.93)	(1.53)	(2.48)	(1.79)	(1.47)	(2.30)	(1.46)	(1.39)	(1.81)	(1.22)	(1.18)
		28.57	1.70	0.00	32.20	1.81	0.00	64.81	2.01	0.00	60.53	3.66	0.00	59.82	3.49	0.00

2. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.3$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.18 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

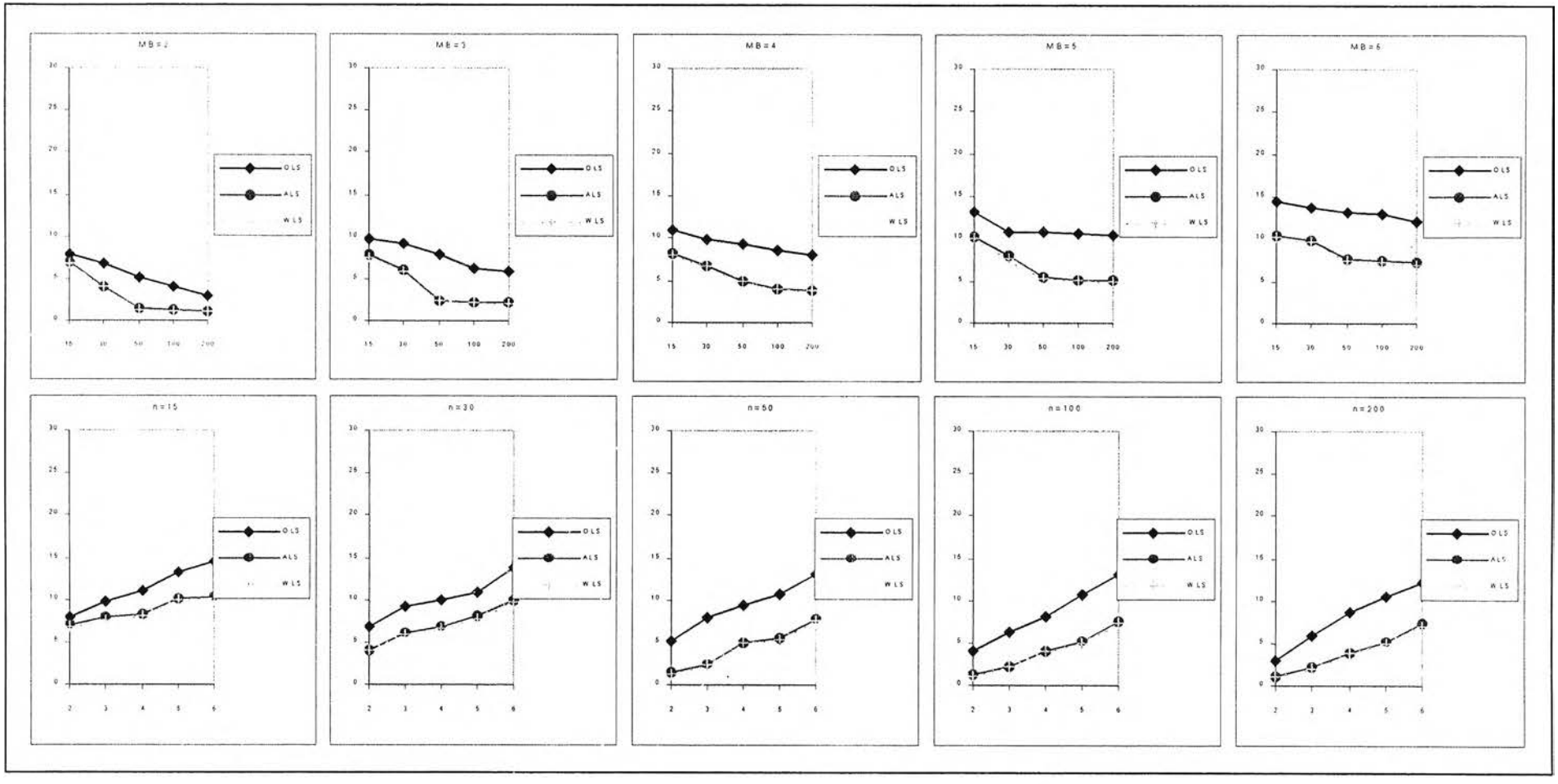
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB $= 6$

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.1 เป็น 0.3 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 1.0$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 1.0$ และ $\sigma_\delta = 0.3$ ได้จากรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon^*} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.1$

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon\cdot} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

$\sigma_{\varepsilon\cdot}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
1.0	2	9.34	8.37	8.15	8.61	6.63	6.37	7.35	3.59	3.52	5.89	2.49	2.42	4.76	2.46	2.39
		(1.85)	(1.74)	(1.65)	(1.79)	(1.28)	(1.21)	(1.35)	(0.56)	(0.43)	(0.95)	(0.46)	(0.45)	(0.84)	(0.39)	(0.37)
		14.60	2.70	0.00	35.16	4.08	0.00	108.81	1.99	0.00	143.39	2.89	0.00	99.16	2.93	0.00
	3	12.49	10.52	10.14	11.85	7.761	7.51	10.64	4.35	4.28	7.71	3.82	3.76	7.35	3.56	3.31
		(2.69)	(1.96)	(1.67)	(2.41)	(1.49)	(1.29)	(1.54)	(0.91)	(0.74)	(1.26)	(0.94)	(0.66)	(1.12)	(0.83)	(0.68)
		23.18	3.75	0.00	57.79	3.34	0.00	148.60	1.64	0.00	105.05	1.60	0.00	122.05	7.55	0.00
	4	14.02	10.83	10.57	13.14	9.79	9.65	12.08	6.72	6.59	10.59	6.39	6.21	9.99	6.26	6.13
		(2.72)	(1.88)	(1.68)	(2.63)	(1.91)	(1.54)	(1.77)	(0.96)	(0.87)	(1.66)	(0.96)	(0.79)	(1.61)	(0.89)	(0.77)
		32.64	2.46	0.00	36.17	1.45	0.00	83.31	1.97	0.00	70.53	2.90	0.00	62.97	2.12	0.00
	5	15.14	12.56	12.07	14.27	11.23	11.06	13.22	7.11	6.98	11.94	6.92	6.76	11.89	6.86	6.67
		(2.81)	(1.96)	(1.85)	(2.60)	(1.94)	(1.59)	(2.51)	(1.48)	(1.39)	(2.41)	(1.47)	(1.42)	(1.98)	(1.44)	(1.22)
		25.43	4.06	0.00	29.02	1.54	0.00	89.40	1.86	0.00	76.63	2.37	0.00	78.26	2.85	0.00
	6	16.16	13.14	12.84	15.65	12.31	12.06	14.98	9.36	9.15	13.03	8.93	8.63	12.75	8.69	8.39
		(2.89)	(2.17)	(1.84)	(2.68)	(2.13)	(1.66)	(2.66)	(1.95)	(1.59)	(2.43)	(1.55)	(1.43)	(2.11)	(1.32)	(1.24)
		25.86	2.34	0.00	29.77	2.07	0.00	63.72	2.30	0.00	50.98	3.48	0.00	51.97	3.58	0.00

3. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.5$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.19 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า $ARRMSE$ ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

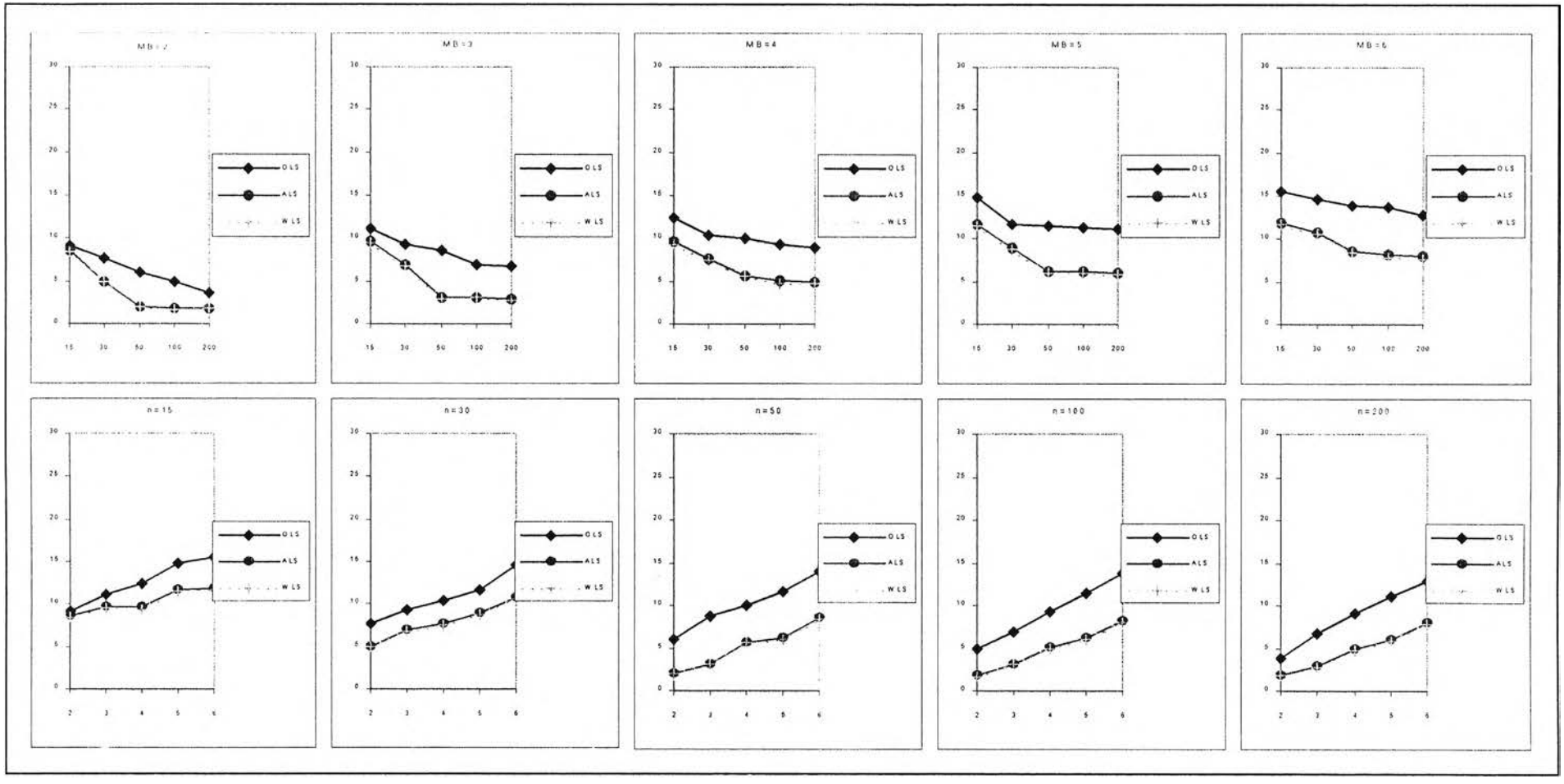
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า $ARRMSE$ จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50,100$ และ 200 ค่า $RDARRMSE$ ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.3 เป็น 0.5 ขณะที่ σ_ε คงที่ $(\sigma_\varepsilon = 1.0)$ มีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 1.0$ และ $\sigma_\delta = 0.5$ ได้จากรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.3$

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(ARRMSE)$ และค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสัมพัทธ์ $(RDARRMSE)$ เมื่อ $\sigma_{\varepsilon_{ij}} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.7$

$\sigma_{\varepsilon_{ij}}$	MB	$n=15$			$n=30$			$n=50$			$n=100$			$n=200$		
		OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS	OLS	ALS	WLS
1.0	2	11.42	9.36	9.02	10.78	8.67	8.13	9.67	4.62	4.47	8.27	3.67	3.26	7.58	3.06	2.88
		(2.04)	(1.96)	(1.88)	(1.84)	(1.55)	(1.39)	(1.49)	(0.74)	(0.49)	(1.13)	(0.54)	(0.49)	(1.06)	(0.62)	(0.52)
		26.61	3.77	0.00	32.60	6.64	0.00	116.33	3.36	0.00	153.68	12.58	0.00	163.19	6.25	0.00
	3	14.25	11.19	10.69	13.46	10.21	9.86	12.34	6.42	6.19	10.83	5.97	5.64	9.87	5.32	5.02
		(2.74)	(2.07)	(1.82)	(2.58)	(1.62)	(1.45)	(1.68)	(1.13)	(0.95)	(1.35)	(1.08)	(0.82)	(1.28)	(0.89)	(0.79)
		33.30	4.68	0.00	36.51	3.55	0.00	99.35	3.72	0.00	92.02	5.85	0.00	96.61	5.98	0.00
	4	15.98	13.19	12.97	15.46	12.34	12.01	13.78	8.96	8.42	12.98	7.91	7.76	11.96	7.13	6.95
		(2.89)	(2.18)	(2.14)	(2.94)	(2.27)	(1.64)	(2.01)	(1.65)	(1.39)	(1.86)	(1.18)	(1.14)	(1.75)	(1.02)	(0.94)
		23.21	1.70	0.00	28.73	2.75	0.00	63.66	6.41	0.00	67.27	1.93	0.00	72.09	2.59	0.00
	5	16.63	13.46	13.04	15.77	12.45	12.08	14.89	9.93	9.56	13.32	8.32	8.11	12.74	7.97	7.79
		(3.11)	(2.29)	(2.17)	(2.85)	(2.21)	(1.94)	(2.67)	(1.58)	(1.52)	(2.58)	(1.56)	(1.51)	(2.12)	(1.51)	(1.32)
		27.53	3.22	0.00	30.55	3.06	0.00	55.75	3.87	0.00	64.24	2.59	0.00	63.54	2.31	0.00
	6	17.49	14.33	14.06	16.63	13.81	13.15	15.68	10.79	10.41	13.79	9.96	9.43	13.24	9.43	8.96
		(3.24)	(2.41)	(2.26)	(2.94)	(2.46)	(1.82)	(2.72)	(2.14)	(1.76)	(2.53)	(1.61)	(1.58)	(2.31)	(1.68)	(1.36)
		24.40	1.92	0.00	26.46	5.02	0.00	50.62	3.65	0.00	46.24	5.62	0.00	47.77	5.25	0.00

4. เมื่อ $\sigma_\delta = 0.7$ ผู้วิจัยสรุปผลจากตารางที่ 4.20 ได้ดังนี้

$n = 15, 30, 50, 100, 200$ วิธี WLS มีค่า *ARRMSE* ต่ำที่สุดทุก MB โดยสรุปแนวโน้มของแต่ละวิธีได้ดังนี้

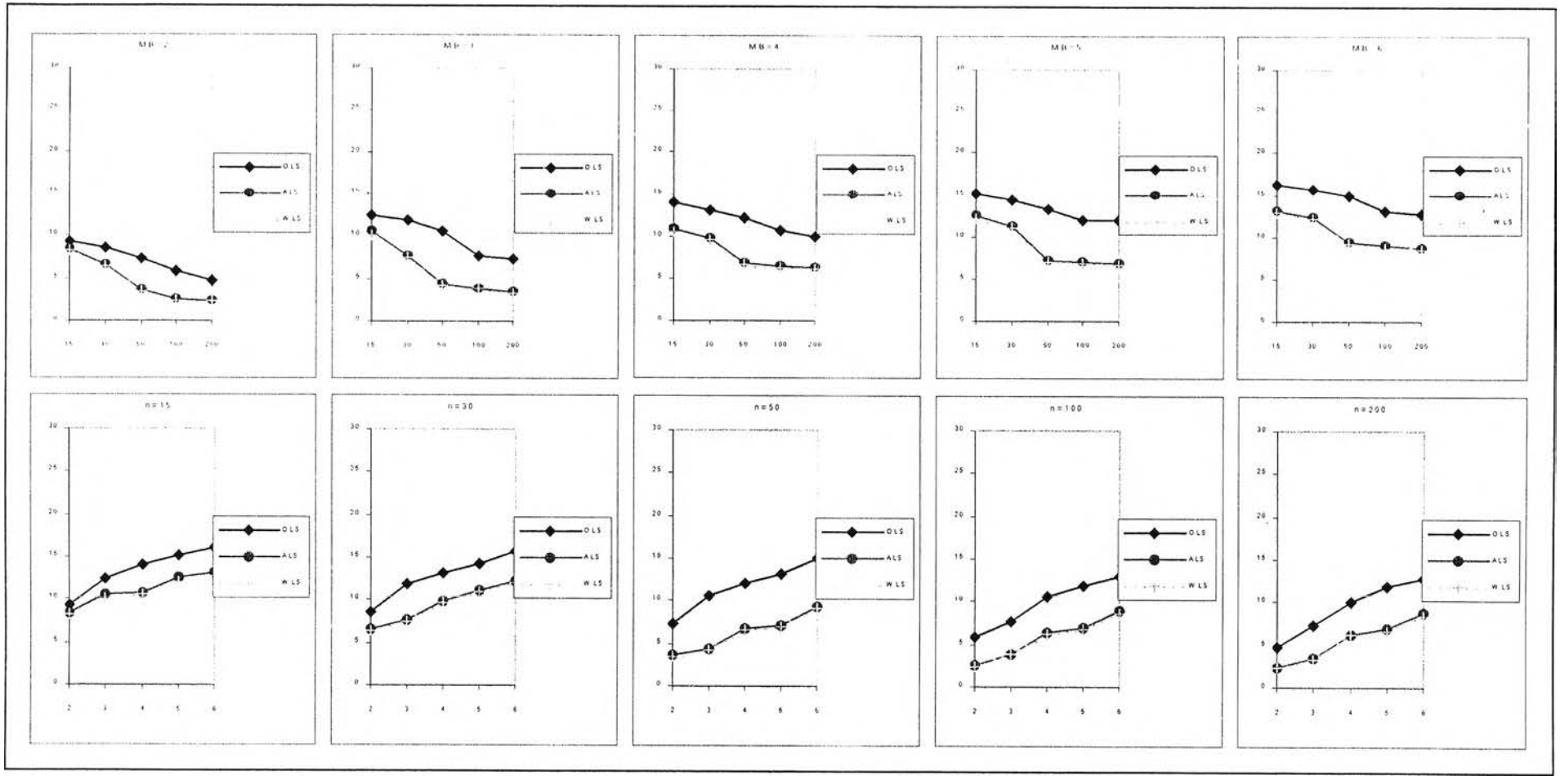
เมื่อ MB เพิ่มขึ้น ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้

ในกรณีวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า *ARRMSE* จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า *ARRMSE* ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50, 100$ และ 200 ค่า *RDARRMSE* ของวิธี OLS นั้นมีค่ามาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB = 6

การเพิ่มค่า σ_δ จาก 0.5 เป็น 0.7 ขณะที่ σ_ε คงที่ ($\sigma_\varepsilon = 1.0$) มีผลทำให้ค่า *ARRMSE* ของทุกวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เราสามารถดูแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ของทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\sigma_\varepsilon = 1.0$ และ $\sigma_\delta = 0.7$ ได้จากรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* และแนวโน้มของทั้ง 3 วิธีกรณีที่ $\sigma_{\varepsilon} = 1.0$ และ $\sigma_{\delta} = 0.5$

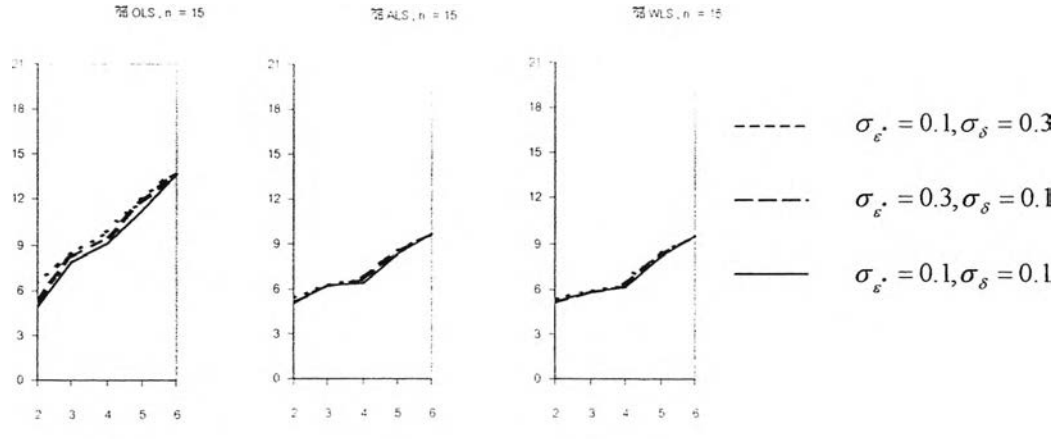
การเปรียบเทียบอิทธิพลของ σ_{ε}. และ σ_{δ}

จากผลการวิจัย เมื่อ σ_{δ} เพิ่มขึ้นด้วยจำนวนที่เท่ากันกับ σ_{ε}. เพิ่ม (เมื่ออีกค่าคงที่) สรุปแนวโน้มได้ดังนี้

เมื่อ σ_{δ} เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ *ARRMSE* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่า เมื่อ σ_{ε}. เพิ่มขึ้นด้วยจำนวนที่เท่ากัน สำหรับวิธี OLS ALS และ WLS โดยแยกพิจารณาดังนี้

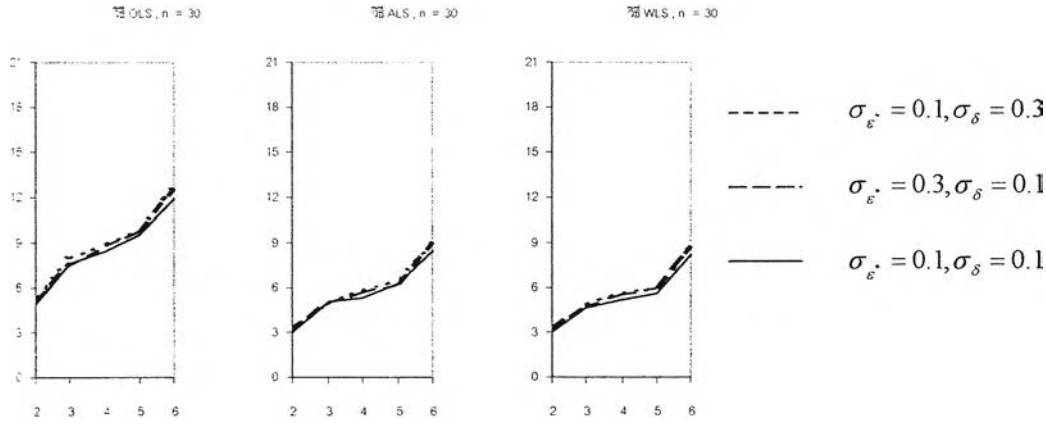
1) กรณีที่ (ก) $\sigma_{\varepsilon}. = 0.1$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.1$ **(ข)** $\sigma_{\varepsilon}. = 0.3$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.1$ **และ (ค)** $\sigma_{\varepsilon}. = 0.1$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.3$ ผู้วิจัยสรุปผลจากรูปที่ 4.21-4.25 และตารางที่ 4.1,4.2 และ 4.5 ได้ดังนี้

1.1) $n = 15$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.21 ได้ว่าวิธี ALS และ WLS มีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) และ (ค) ต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



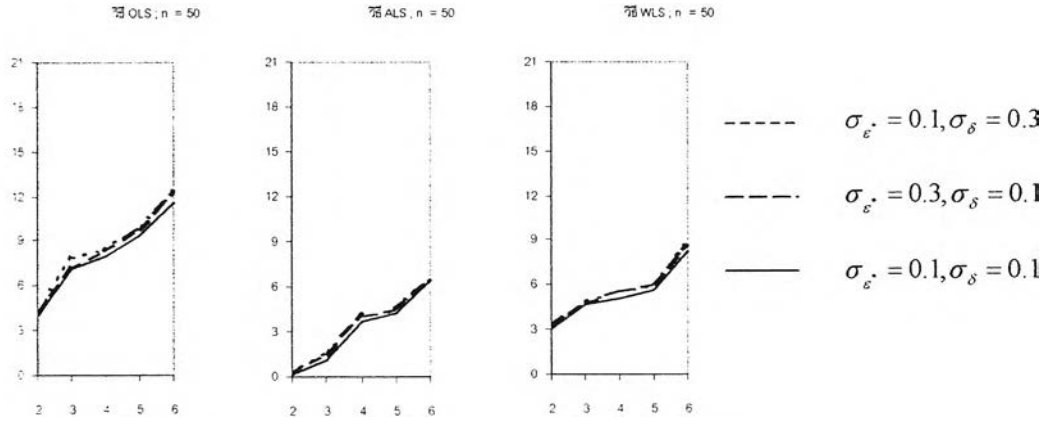
รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 15$

1.2) $n = 30$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.22 ได้ว่า วิธี ALS และ WLS มีแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ในกรณี (ข) และ (ค) ต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีให้ค่า $ARRMSE$ สูงกว่ากรณี (ก)



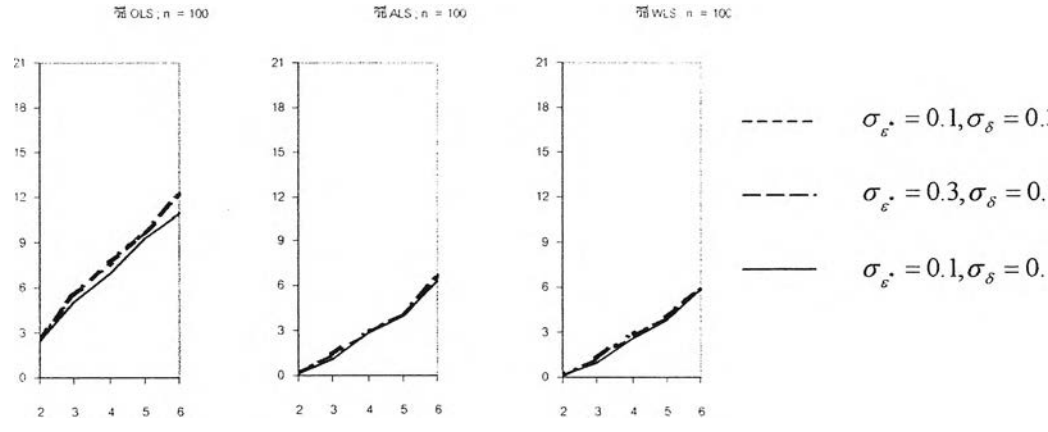
รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบค่า $ARRMSE$ ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 30$

1.3) $n = 50$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.23 ได้ว่า วิธี ALS และ WLS มีแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ในกรณี (ข) และ (ค) ต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีให้ค่า $ARRMSE$ สูงกว่ากรณี (ก)



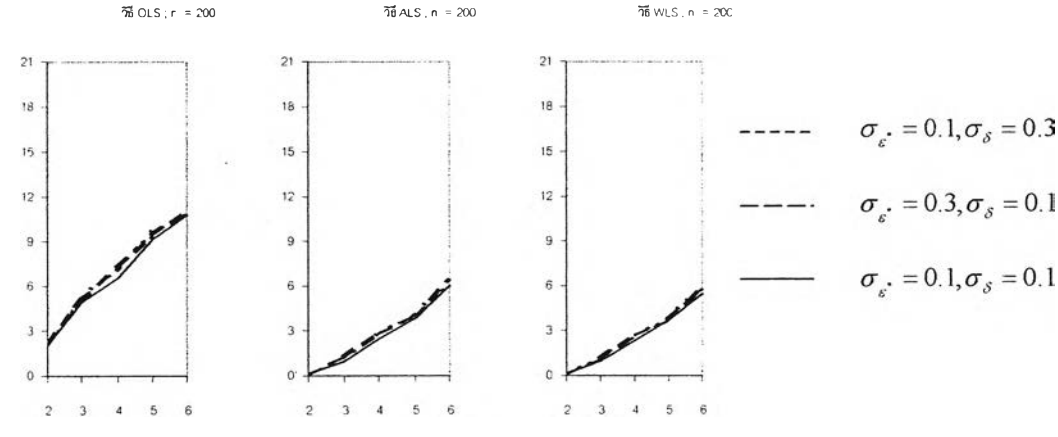
รูปที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบค่า $ARRMSE$ ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 50$

1.4) $n=100$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.24 ได้ว่า วิธี ALS และ WLS มีแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ในกรณี (ข) และ (ค) ต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีให้ค่า $ARRMSE$ สูงกว่ากรณี (ก)



รูปที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบค่า $ARRMSE$ ของแต่ละกรณี เมื่อ $n=100$

1.5) $n=200$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.25 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ในกรณี (ข) และ (ค) ต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีให้ค่า $ARRMSE$ สูงกว่ากรณี (ก)

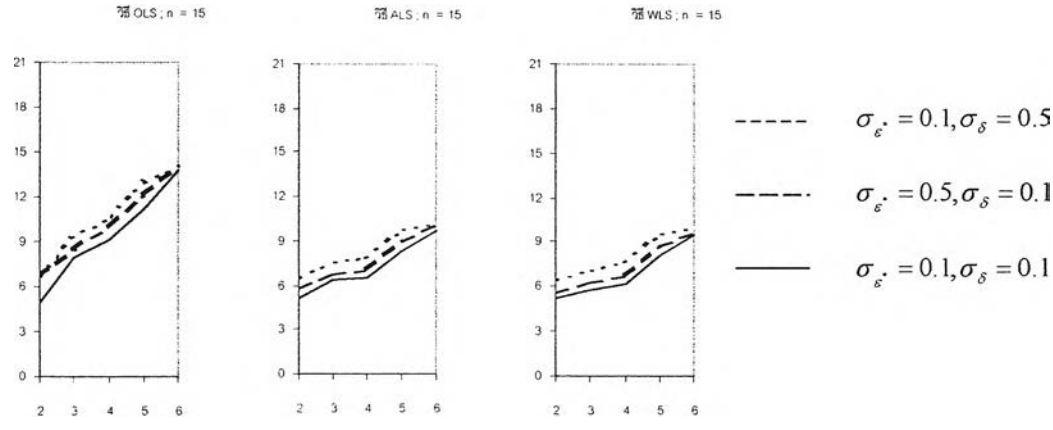


รูปที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่า $ARRMSE$ ของแต่ละกรณี เมื่อ $n=200$

ความแตกต่างของกรณี (ข) และ (ค) ไม่ค่อยชัดเจนนัก สำหรับทุกค่าของ n เนื่องจากมีความแตกต่างของค่า σ_ε และ σ_δ เพียงเล็กน้อย

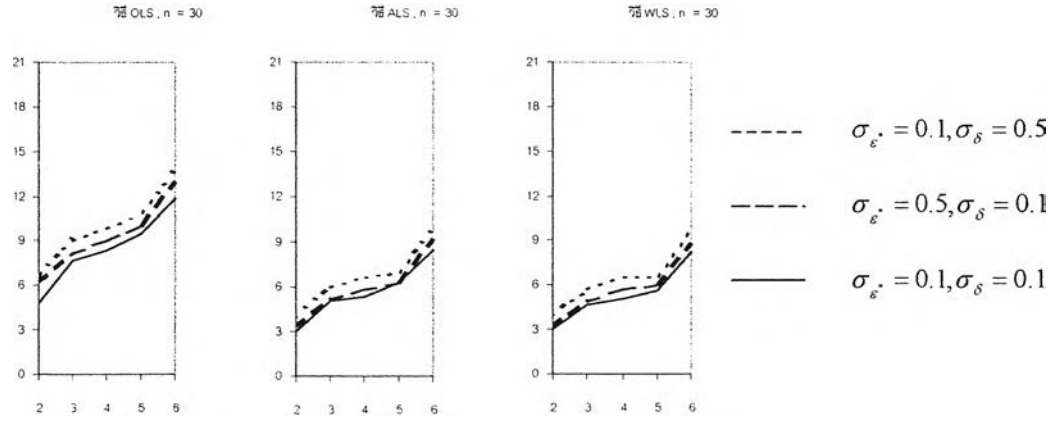
2) กรณีที่ (ก) $\sigma_{\varepsilon.} = 0.1$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.1$ **(ข)** $\sigma_{\varepsilon.} = 0.5$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.1$ **และ (ค)** $\sigma_{\varepsilon.} = 0.1$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.5$ ผู้วิจัยสรุปผลจากรูปที่ 4.26-4.30 และจากตารางที่ 4.1,4.3 และ 4.9 ได้ดังนี้

2.1) $n = 15$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.26 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* กรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



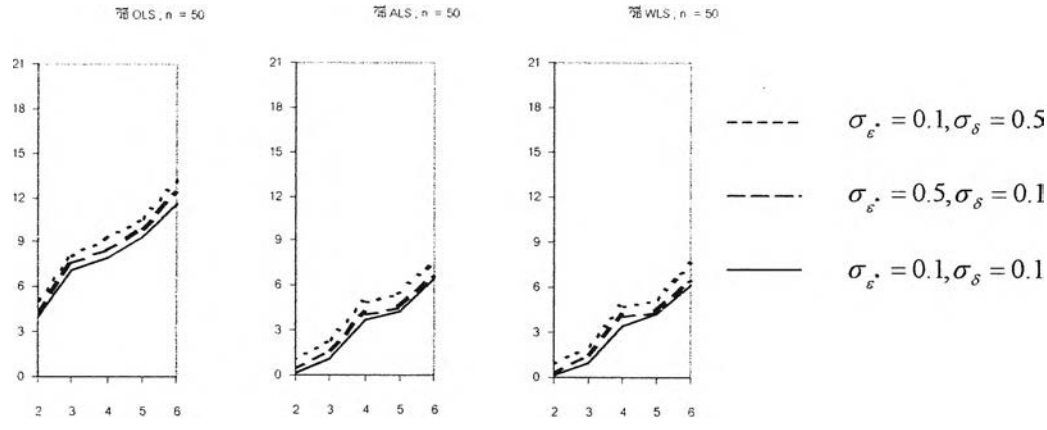
รูปที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 15$

2.2) $n = 30$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.27 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



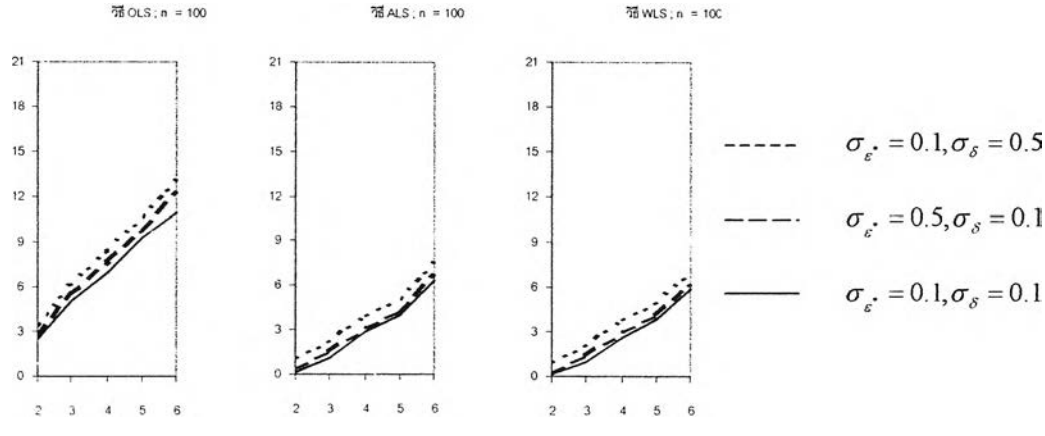
รูปที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 30$

2.3) $n=50$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.28 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *RRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



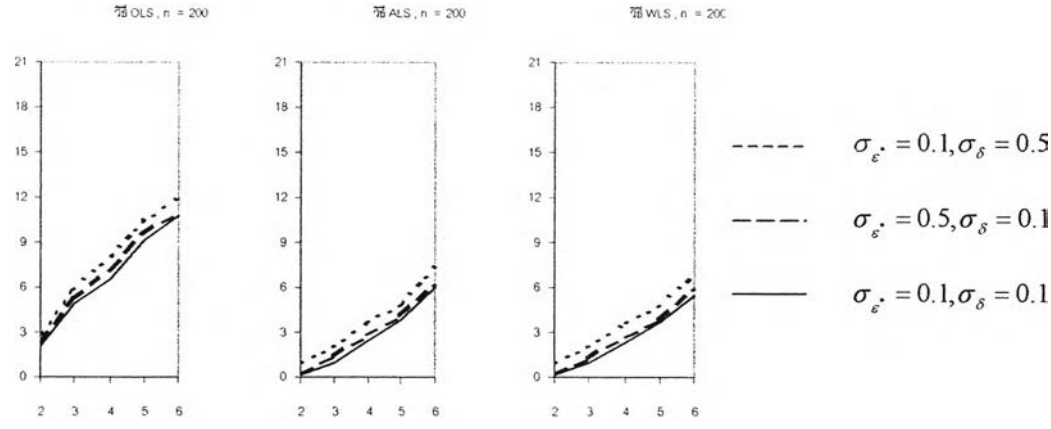
รูปที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n=50$

2.4) $n=100$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.29 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



รูปที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n=100$

2.5) $n = 200$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.30 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)

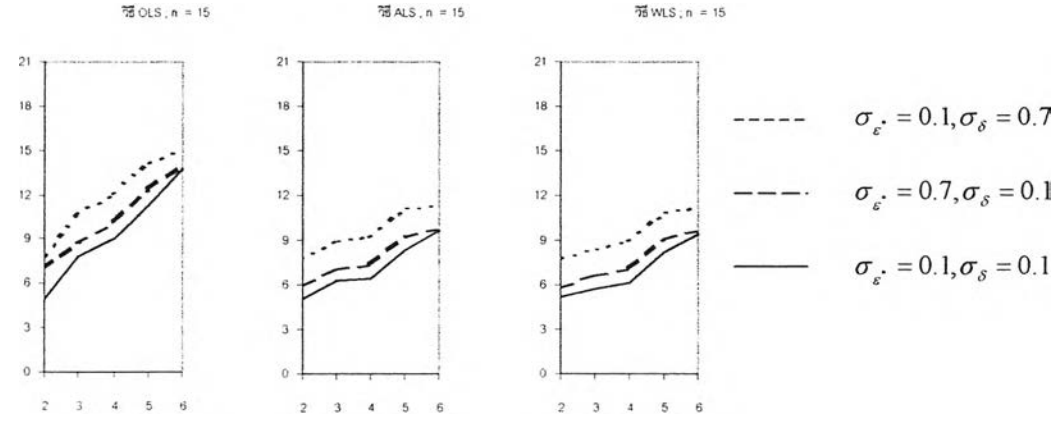


รูปที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 200$

ความแตกต่างของกรณี (ข) และ (ค) เห็นได้ชัดเจนกว่าใน 1) สำหรับทุกค่าของ n เนื่องจากมีความแตกต่างของค่า σ_ε และ σ_δ เพิ่มขึ้น

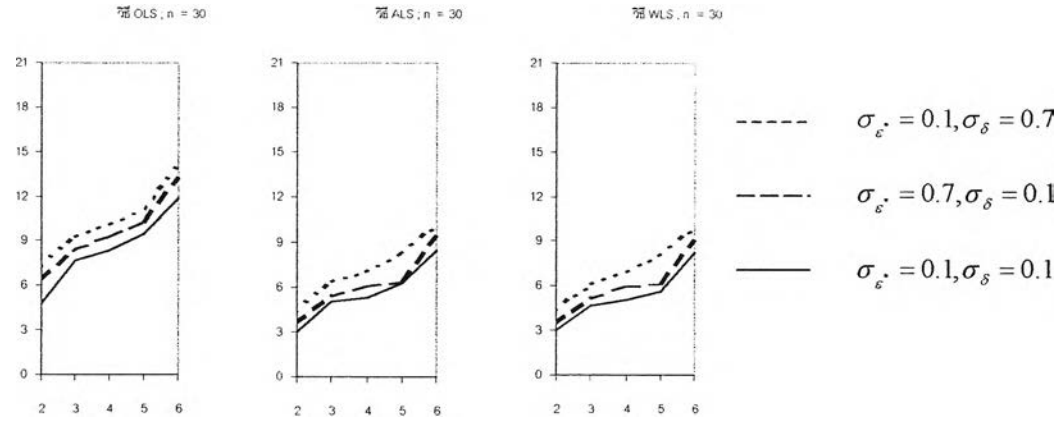
3) กรณีที่ $\sigma_\varepsilon = 0.1$ กับ $\sigma_\delta = 0.1$, $\sigma_\varepsilon = 0.7$ กับ $\sigma_\delta = 0.1$ และ $\sigma_\varepsilon = 0.1$ กับ $\sigma_\delta = 0.7$ ผู้วิจัยสรุปผลจากรูปที่ 4.31-4.35 และจากตารางที่ 4.1,4.4 และ 4.8 ได้ดังนี้

3.1) $n = 15$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.31 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) ค่อนข้างมาก โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี(ก)



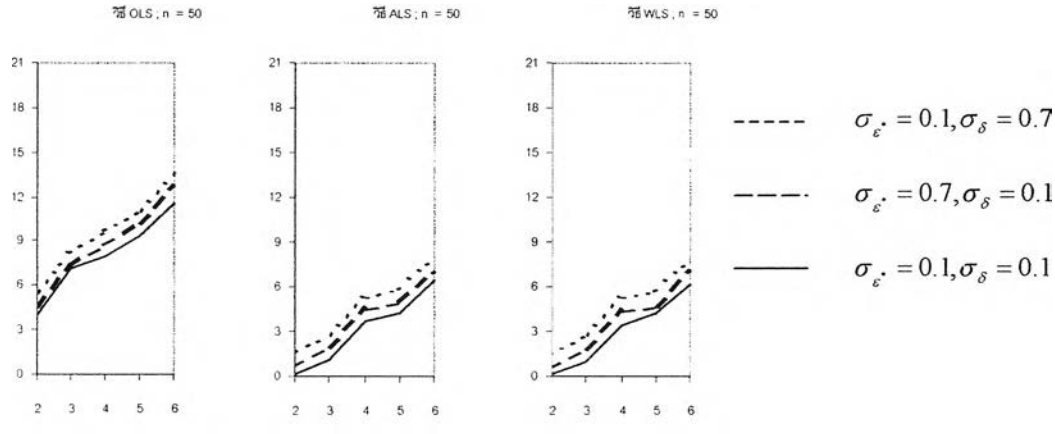
รูปที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 15$

3.2) $n = 30$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.32 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) ค่อนข้างมาก โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



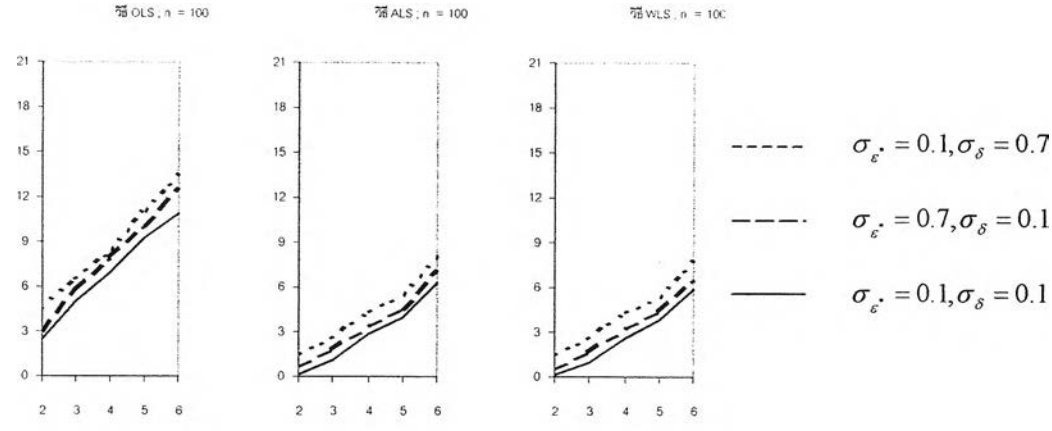
รูปที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 30$

3.3) $n = 50$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.33 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



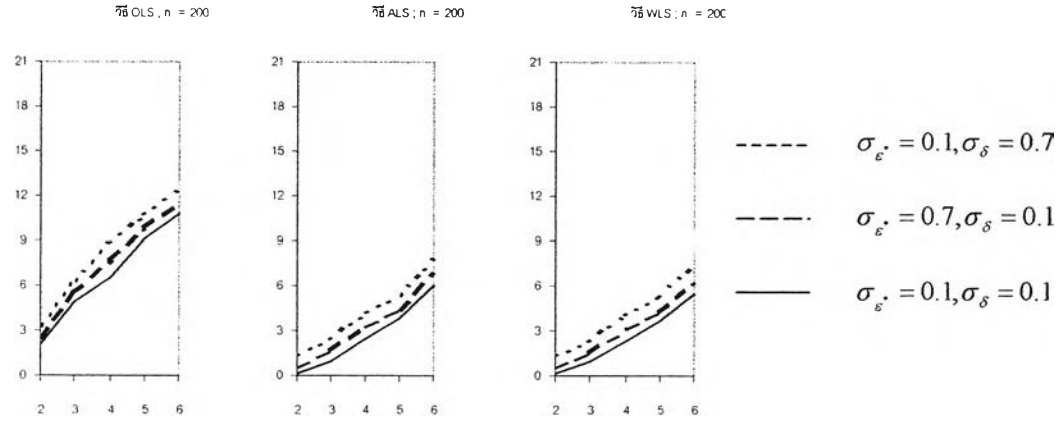
รูปที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 50$

3.4) $n=100$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.34 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



รูปที่ 4.34 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n=100$

3.5) $n=200$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.35 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)

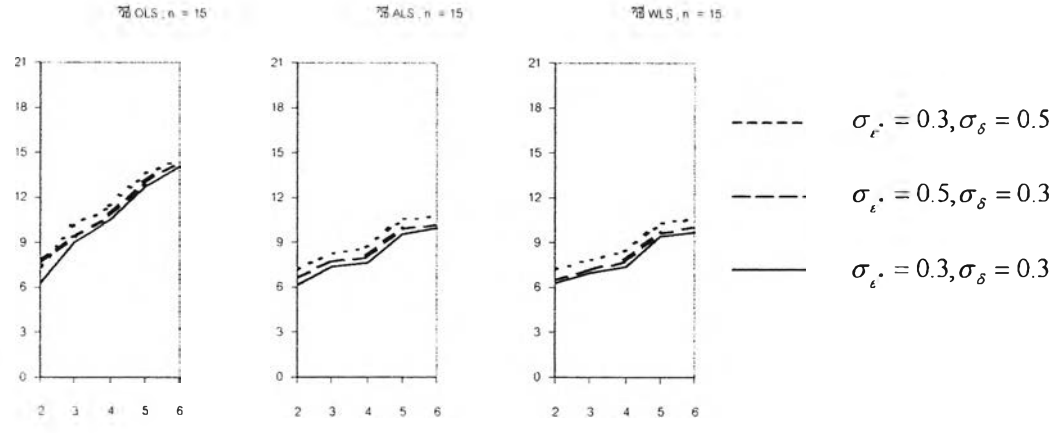


รูปที่ 4.35 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n=200$

ความแตกต่างของกรณี (ข) และ (ค) เห็นได้ชัดเจนกว่าใน 1) และ 2) สำหรับทุกค่าของ n เนื่องจากมีความแตกต่างของค่า σ_ε และ σ_δ เพิ่มขึ้น

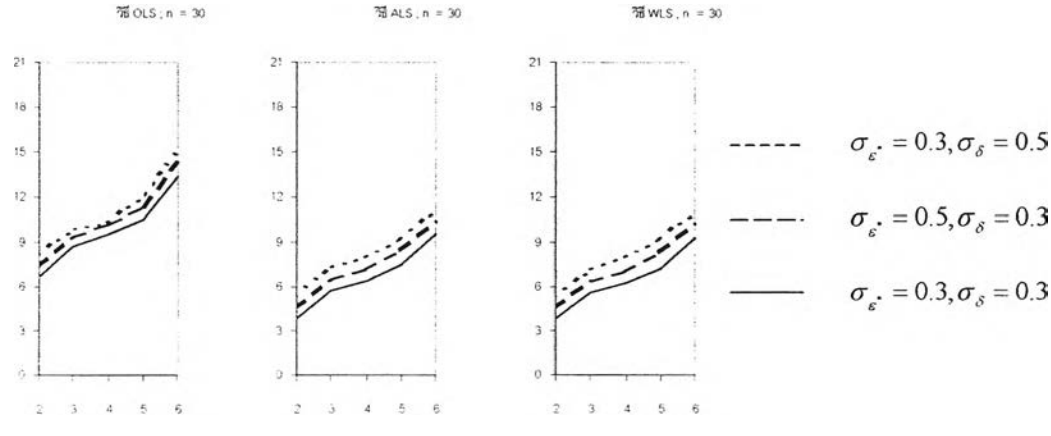
4) กรณีที่ (ก) $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.3$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.3$ **(ข)** $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.5$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.3$ **และ (ค)** $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.3$ **กับ** $\sigma_{\delta} = 0.5$ ผู้วิจัยสรุปผลจากรูปที่ 4.36-4.40 และจากตารางที่ 4.6,4.7 และ 4.10 ได้ดังนี้

4.1) $n = 15$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.36 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ค่อนข้างต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



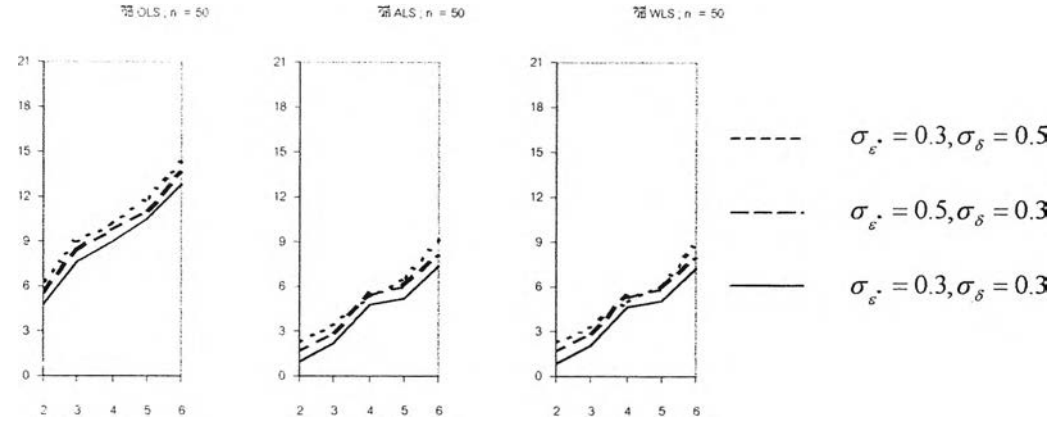
รูปที่ 4.36 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 15$

4.2) $n = 30$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.37 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



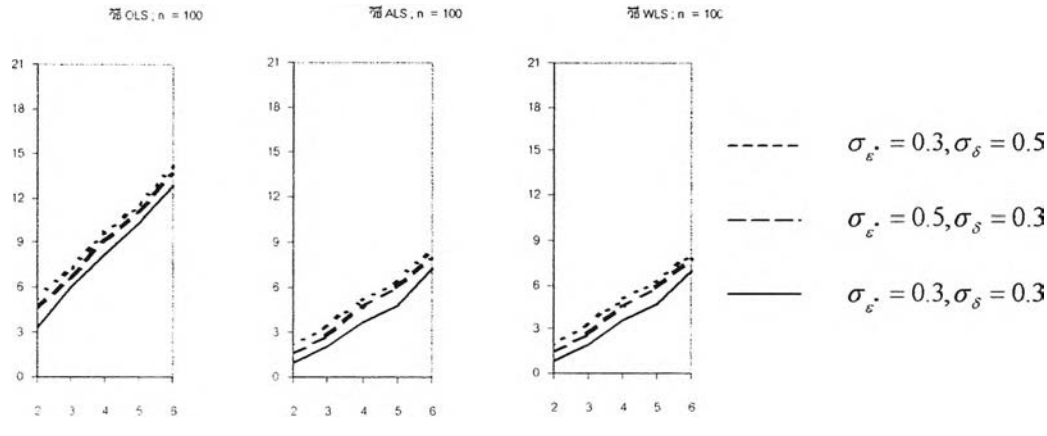
รูปที่ 4.37 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 30$

4.3) $n = 50$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.38 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



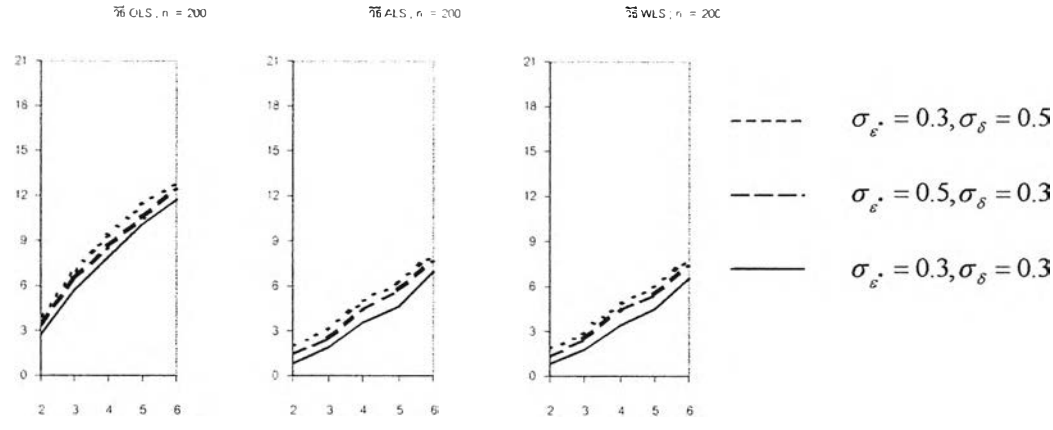
รูปที่ 4.38 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 50$

4.4) $n = 100$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.39 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



รูปที่ 4.39 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 100$

4.5) $n = 200$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.40 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)

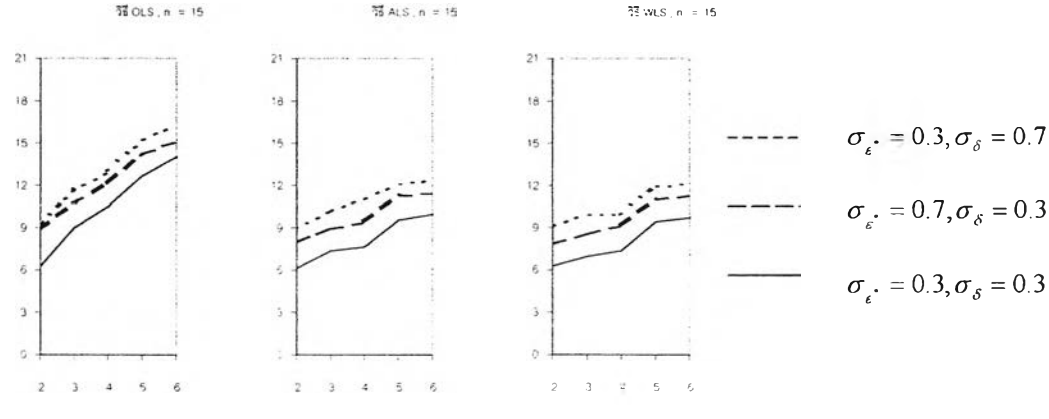


รูปที่ 4.40 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 200$

ความแตกต่างของกรณี (ข) และ (ค) เห็นได้ชัดเจนน้อยกว่าใน 3) สำหรับทุกค่าของ n เนื่องจากมีความแตกต่างของค่า σ_ε และ σ_δ ลดลง

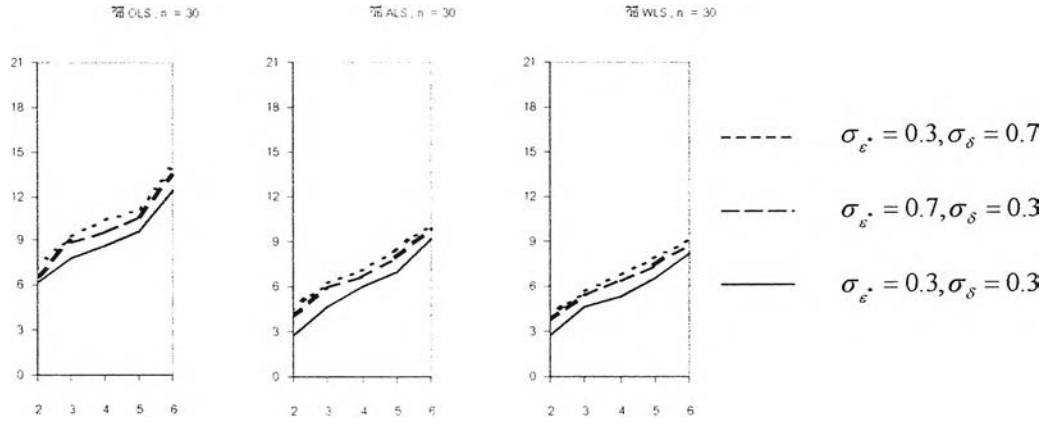
5) กรณีที่ (ก) $\sigma_\varepsilon = 0.3$ **กับ** $\sigma_\delta = 0.3$ **(ข)** $\sigma_\varepsilon = 0.7$ **กับ** $\sigma_\delta = 0.3$ **และ (ค)** $\sigma_\varepsilon = 0.3$ **กับ** $\sigma_\delta = 0.7$ ผู้วิจัยสรุปผลจากรูปที่ 4.41-4.45 และจากตารางที่ 4.6,4.8 และ 4.14 ได้ดังนี้

5.1) $n = 15$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.41 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) ค่อนข้างมาก โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี(ก)



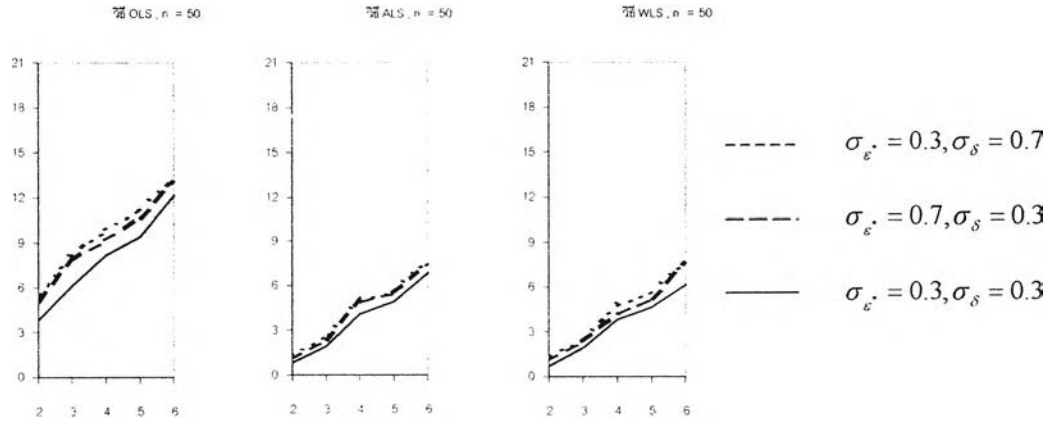
รูปที่ 4.41 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 15$

5.2) $n = 30$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.42 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ค่อนข้างต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



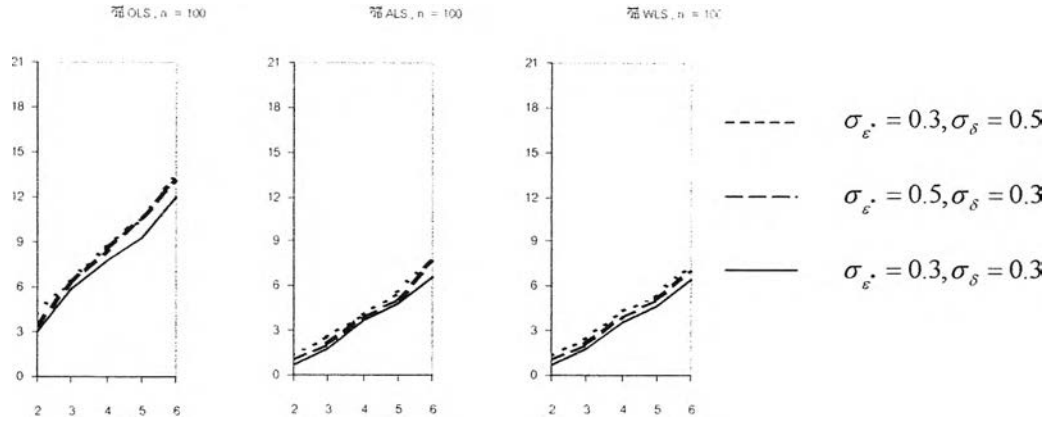
รูปที่ 4.42 แสดงการเปรียบเทียบค่า *RRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 30$

5.3) $n = 50$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.43 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) เพียงเล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



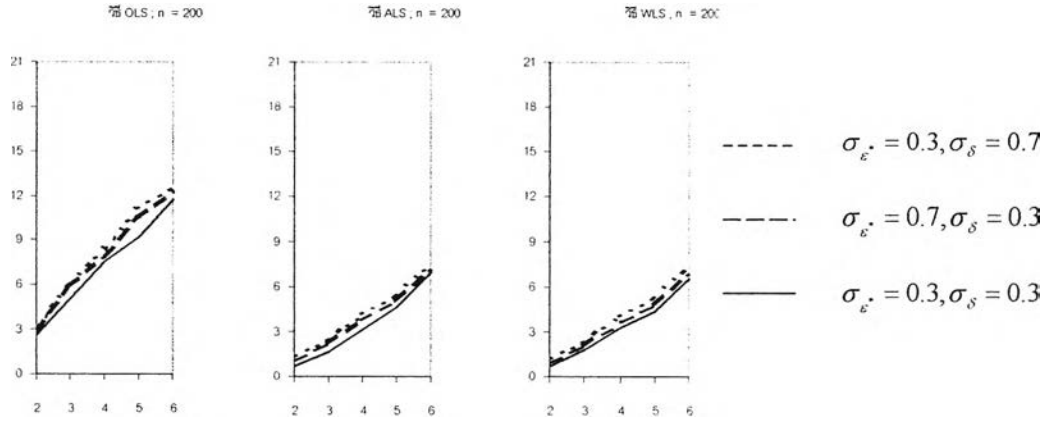
รูปที่ 4.43 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 50$

5.4) $n=100$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.44 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) เพียงเล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



รูปที่ 4.44 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n=100$

5.5) $n=200$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.55 ได้ว่าทุกวิธีมีแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) เพียงเล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)

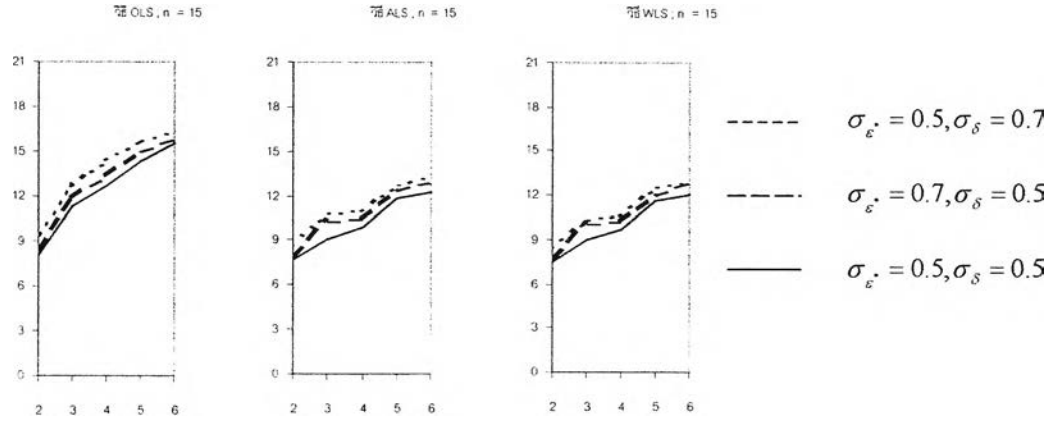


รูปที่ 4.45 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n=200$

ความแตกต่างของกรณี (ข) และ (ค) เห็นได้ชัดเจนเท่า ๆ กับใน 4) สำหรับทุกค่าของ n เนื่องจากมีความแตกต่างของค่า σ_{ε^*} σ_ε และ σ_δ เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจาก 4)

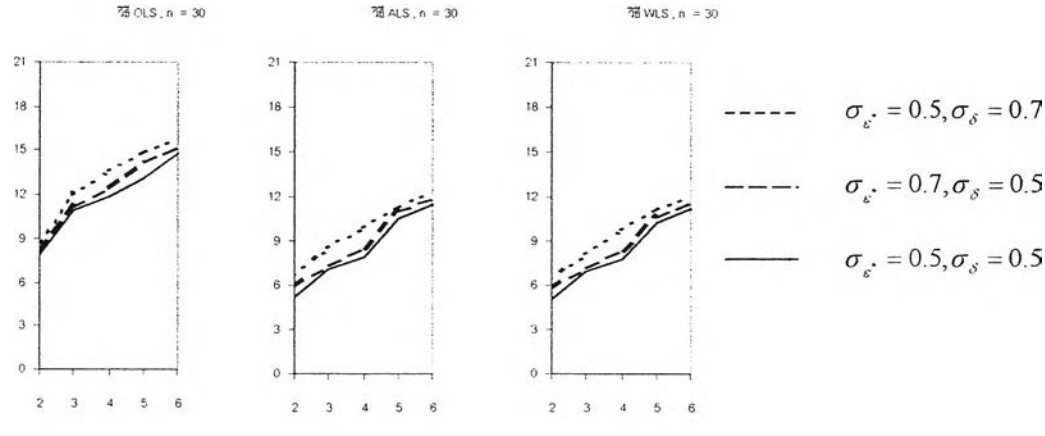
6) กรณีที่ (ก) $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.5$ กับ $\sigma_\delta = 0.5$ (ข) $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.7$ กับ $\sigma_\delta = 0.5$ และ (ค) $\sigma_{\varepsilon^*} = 0.5$ กับ $\sigma_\delta = 0.7$ ผู้วิจัยสรุปผลจากรูปที่ 4.46-4.50 และจากตารางที่ 4.11,4.12 และ 4.15 ได้ดังนี้

6.1) $n = 15$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.46 ได้ว่าแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) ค่อนข้างมาก โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



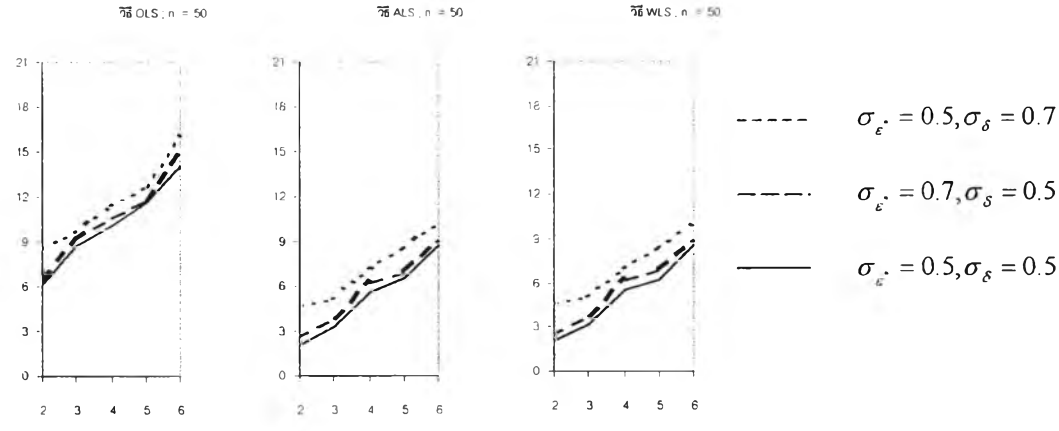
รูปที่ 4.46 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 15$

6.2) $n = 30$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.47 ได้ว่าแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) ค่อนข้างมาก โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



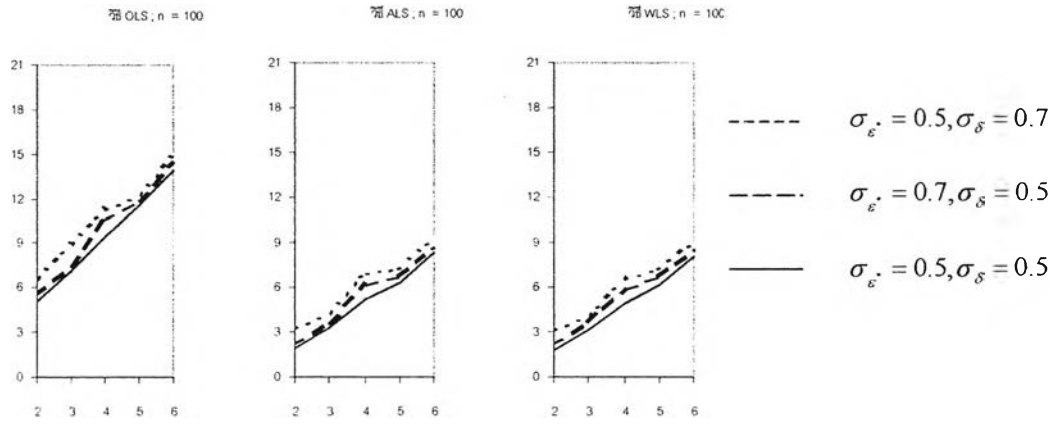
รูปที่ 4.47 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 30$

6.3) $n = 50$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.48 ได้ว่าแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



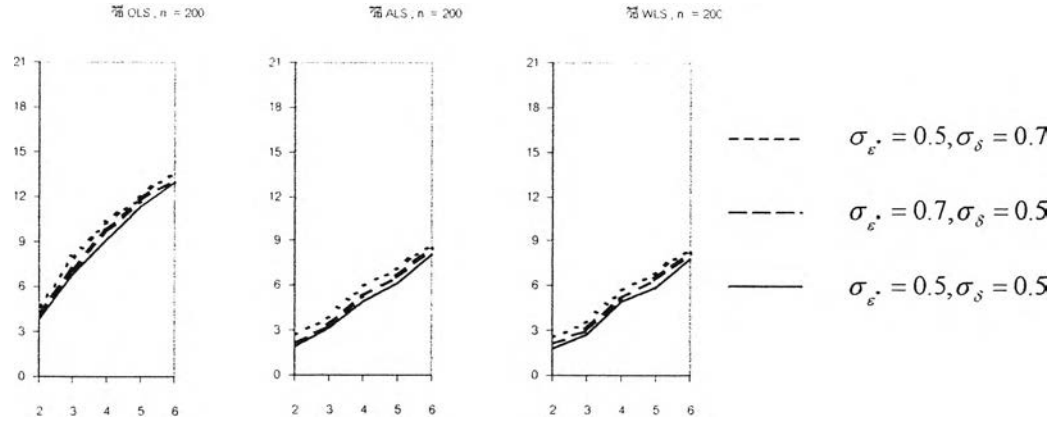
รูปที่ 4.48 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 50$

6.4) $n = 100$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.49 ได้ว่าแนวโน้มของค่า *ARRMSE* ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า *ARRMSE* สูงกว่ากรณี (ก)



รูปที่ 4.49 แสดงการเปรียบเทียบค่า *ARRMSE* ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 100$

6.5) $n = 200$ ผู้วิจัยสรุปผลจาก รูปที่ 4.50 ได้ว่าแนวโน้มของค่า $ARRMSE$ ในกรณี (ข) ต่ำกว่ากรณี (ค) โดยทั้งสองกรณีให้ค่า $ARRMSE$ สูงกว่ากรณี (ก)



รูปที่ 4.50 แสดงการเปรียบเทียบค่า $ARRMSE$ ของแต่ละกรณี เมื่อ $n = 200$

ความแตกต่างของกรณี (ข) และ (ค) เห็นได้ชัดเจนเท่า ๆ กับใน 5) สำหรับทุกค่าของ n เนื่องจากมีความแตกต่างของค่า σ_{ε^*}, σ_ε และ σ_δ เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจาก 5)

จากผลการวิจัยที่ได้ถึงแม้ว่าค่า $ARRMSE$ ของวิธี ALS ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับ WLS มากก็ตามซึ่งในทางปฏิบัตินั้นการหาค่าตัวประมาณโดยวิธี ALS จำเป็นต้องทราบค่าที่แท้จริงของ σ_δ^2 ซึ่งเป็นการยากมาก หรือถ้าทำได้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมากดังนั้นวิธี WLS จึงเป็นวิธีเหมาะสมกว่า ALS

<u>การเพิ่ม MB</u> มีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ ของทั้ง 3 วิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าค่า y ที่พยากรณ์ได้จากตัวแบบซึ่งประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเองจึงมีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ MB สูงขึ้น

พิจารณากรณี MB $= 2$, $n = 15$ เมื่อ σ_ε และ σ_δ มีค่าไม่มากนัก ($\sigma_\varepsilon \leq 0.3$ และ $\sigma_\delta \leq 0.3$) พบว่าวิธี OLS และวิธี ALS จะให้ค่า $ARRMSE$ ต่ำกว่าวิธี WLS ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อ MB, n, σ_ε และ σ_δ มีค่าไม่มากนัก มีผลทำให้วิธี OLS และวิธี ALS ยังคงเป็นวิธีที่ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยพหุนามได้ดี

<u>การเพิ่ม σ_δ</u> มีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ ของทั้ง 3 วิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก $\hat{y}_i$ มีความสัมพันธ์กับ δ_i นั่นคือหาก δ_i มีการกระจายมากจะมีผลทำให้ $\hat{y}_i$ กระจายมาก(รูปแบบความสัมพันธ์เป็นไปตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2) ในขณะที่ y_i^* ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ δ_i และมีการกระจายน้อย ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่า $ARRMSE$ มีค่ามากตาม

การเพิ่มของ σ_δ เมื่อ *σ_ε คงที่* จะมีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ เพิ่มขึ้นมากกว่า *การเพิ่มของ σ_ε* เมื่อ *σ_δ คงที่* เนื่องจาก δ_i เป็นความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ(x_i) หากเกิดความผันแปรใน δ_i (σ_δ^2 มาก) ย่อมมีผลทำให้ $\hat{y}_i$ มีการกระจายมาก จึงทำให้ค่า $ARRMSE$ มากตามไปด้วย

<u>การเพิ่ม σ_ε</u> มีผลทำให้ $ARRMSE$ เพิ่มขึ้น เนื่องจาก $ARRMSE$ แปรผันตรงกับ MSE ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าของ σ^2

<u>การเพิ่ม n</u> มีผลทำให้ค่า $ARRMSE$ ของทุกวิธีมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะวิธี WLS และ ALS เพราะ *ขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุได้*

พิจารณาวิธี WLS และ ALS เมื่อ $n = 50$ ขึ้นไป พบว่าค่า $ARRMSE$ จะเริ่มคงเส้นคงวา ในขณะที่ค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS มีแนวโน้มที่จะคงเส้นคงวาเมื่อ $n = 100$ จึงมีผลทำให้ที่ $n = 50, 100$ และ 200 ค่า $RDARRMSE$ ของวิธี OLS นั้นมีค่าสูงมาก สำหรับทุกค่าของ MB แต่จะไม่ค่อยชัดเจนมากนักเมื่อ MB $= 6$ หากพิจารณาที่อัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ พบว่าเมื่อ n น้อยกว่าเท่ากับ 50 อัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ ของวิธี WLS จะสูงกว่าอัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS หรืออาจกล่าวได้ว่าวิธี WLS และ ALS เมื่อ n

มากกว่า 50 ความคงเส้นคงวาจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงจนเกือบคงที่ ในขณะที่สำหรับวิธี OLS เมื่อ n มากกว่า 100 ความคงเส้นคงวาจึงจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงจนเกือบคงที่

อย่างไรก็ตามแม้ว่าเมื่อ n ตั้งแต่ 50 ขึ้นไปอัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ ของวิธี WLS จะต่ำกว่าอัตราการลดลงของค่า $ARRMSE$ ของวิธี OLS แต่ค่า $ARRMSE$ ของวิธี WLS ยังคงมีค่าต่ำกว่า OLS ค่อนข้างมากจึงมีผลทำให้ค่า $RDARRMSE$ ของวิธี OLS มีค่าสูงมากตามไปด้วย