

- วิธีการถ่วงน้ำหนักโดยอาศัยค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน

กรณีประมาณพารามิเตอร์ σ_{ϵ}^2	สัญลักษณ์	Vt1
กรณีประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน	สัญลักษณ์	VV1
- วิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด

สัญลักษณ์	LA1
-----------	-----

ส่วนที่ 3 ตัวประมาณด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นการเฉลี่ยค่าตัวประมาณ 2 วิธี คือ ML และ IQE ประกอบด้วย

- วิธีการถ่วงน้ำหนักที่เท่ากัน

สัญลักษณ์	EQ2
-----------	-----
- วิธีการถ่วงน้ำหนักโดยอาศัยค่าประมาณความแปรปรวนของ $\bar{y}_{..}$

สัญลักษณ์	Vy2
-----------	-----
- วิธีการถ่วงน้ำหนักโดยอาศัยค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน

กรณีประมาณพารามิเตอร์ σ_{ϵ}^2	สัญลักษณ์	Vt2
กรณีประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน	สัญลักษณ์	VV2
- วิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด

สัญลักษณ์	LA2
-----------	-----

ส่วนที่ 4 ตัวประมาณด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้

การนำเสนอค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณ(MSE) ของตัวประมาณพารามิเตอร์ σ_{ϵ}^2 ได้มีการนำเสนอตามวิธีการประมาณส่วนที่ 1 ซึ่งได้นำเสนอในตารางที่ 4.1 - 4.5 และรูปที่ 4.1 - 4.5 วิธีการประมาณส่วนที่ 2 นำเสนอในตารางที่ 4.6 - 4.10 และรูปที่ 4.6 - 4.10 วิธีการประมาณส่วนที่ 3 นำเสนอในตารางที่ 4.11 - 4.15 และรูปที่ 4.11 - 4.15 และส่วนที่ 4 นำเสนอในตารางที่ 4.16 - 4.20 และรูปที่ 4.16 - 4.20 สำหรับการนำเสนอค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณ(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ได้มีการนำเสนอตามวิธีการประมาณส่วนที่ 1 ซึ่งนำเสนอในตารางที่ 4.21 - 4.25 และรูปที่ 4.21 - 4.25 วิธีการประมาณส่วนที่ 2 นำเสนอในตารางที่ 4.26 - 4.30 และรูปที่ 4.26 - 4.30 วิธีการประมาณส่วนที่ 3 นำเสนอในตารางที่ 4.31 - 4.35 และรูปที่ 4.31 - 4.35 และส่วนที่ 4 นำเสนอในตารางที่ 4.36 - 4.40 และรูปที่ 4.36 - 4.40 ตามลำดับ

4.1 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2

4.1.1 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน

ผลการวิจัยแสดงไว้ดังตารางและรูปที่ 4.1 - 4.5 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามค่า k สรุปผลได้ดังนี้

สำหรับ $k = 0.1, 0.5, 1, 4$ และ 9 แสดงในตารางและรูปที่ 4.1 - 4.5 สามารถสรุปผลได้ดังนี้
กรณี $k = 0.1, a = 6, 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2$ พบว่าตัวประมาณ ML เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ IQE และ REML ตามลำดับ

สำหรับกรณีศึกษาอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ IQE เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ ML และ REML ตามลำดับ

4.1.2 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1

ผลการวิจัยแสดงไว้ดังตารางและรูปที่ 4.6 - 4.10 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 ซึ่งเป็นการเฉลี่ยค่าตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ของวิธีพื้นฐาน 3 วิธี คือ ML, IQE และ REML จำแนกตามค่า k สรุปผลได้ดังนี้

สำหรับ $k = 0.1$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.6 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

พบว่าทุกกรณีศึกษา ตัวประมาณ V_{t1} เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ V_{y1} , $EQ1$ และ $LA1$ ตามลำดับ ซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกัน

สำหรับ $k = 0.5, 1, 4$ และ 9 แสดงในตารางและรูปที่ 4.7 - 4.10 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2, 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณ V_{t1} เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด อันดับสองคือ V_{y1} กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 6$ อันดับสองคือ $LA1$ กรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 2, 4$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 6$

สำหรับกรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA1 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ $Vt1$, $Vy1$ และ EQ1 ตามลำดับ

โดยสรุปพบว่า ตัวประมาณที่มีความโดดเด่นในกลุ่มตัวประมาณนี้มี 2 ตัวคือ $Vt1$ และ LA1 โดยพบว่า ตัวประมาณ $Vt1$ จะเหมาะสมในกรณีที่ k น้อยๆ โดยเฉพาะกรณี $k = 0.1$ สำหรับกรณีที่ k มากขึ้น ตัวประมาณ $Vt1$ มีค่า MSE น้อยกว่าตัวประมาณอื่นเมื่อ จำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) น้อยๆ เมื่อจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) เพิ่มขึ้นจะเหมาะสมเฉพาะกรณีจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย (n) มากพอ

4.1.3 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2

ผลการวิจัยแสดงไว้ดังตารางและรูปที่ 4.11 - 4.15 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ของตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นการเฉลี่ยค่าตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ของวิธีพื้นฐาน 2 วิธี คือ ML และ IQE จำแนกตามค่า k สรุปผลได้ดังนี้

สำหรับ $k = 0.1$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.11 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$, กรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4, 6$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณ $Vt2$ เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ $Vy2$, LA2 และ EQ2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 2 และ 3 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4, 6$, $a = 6$ เมื่อ $n = 6$ และลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$

กรณี $a = 4, 6, 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2$ พบว่าตัวประมาณ $Vy2$ เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ EQ2, $Vt2$ และ LA2 ตามลำดับ

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ $Vt2$ ซึ่งลำดับที่ 2 และ 3 มีการสลับตำแหน่งกันระหว่างตัวประมาณ $Vy2$ และ EQ2

สำหรับ $k = 0.5$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.12 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2, 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณ

Vt2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ Vy2, LA2 และ EQ2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 2 และ 3 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 6$ และลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ Vt2, Vy2 และ EQ2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 10, 12$ เมื่อ $n = 2$

สำหรับ $k = 1$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.13 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2, 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ พบว่าตัวประมาณ Vt2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ Vy2, LA2 และ EQ2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 2 และ 3 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ Vt2, Vy2 และ EQ2 ตามลำดับ

สำหรับ $k = 4$ และ 9 แสดงในตารางและรูปที่ 4.14 - 4.15 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4, 6$ พบว่าตัวประมาณ Vt2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ Vy2, LA2 และ EQ2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 2 และ 3 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4$ และลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ Vt2, Vy2 และ EQ2 ตามลำดับ

โดยสรุปจากตารางและรูปที่ 4.6 - 4.15 ทำให้ทราบว่าสำหรับทุกกรณีศึกษาค่า MSE ของตัวประมาณโดยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 น้อยกว่าวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 ดังนั้นในการประมาณพารามิเตอร์ σ^2 จึงเลือกตัวประมาณด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นการเฉลี่ยค่าตัวประมาณ 2 วิธี คือ ML และ IQE โดยพบว่าตัวประมาณที่มีความโดดเด่นในกลุ่มตัวประมาณนี้มี 3 ตัวคือ Vy2, Vt2 และ LA2 โดยที่ตัวประมาณ Vy2 มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณอื่นกรณี $k = 0.1, a = 4, 6, 8, 10, 12$ และ $n = 2$ จากผลดังกล่าวสอดคล้องกับกรณีที่ตัวประมาณ ML มีค่า MSE ต่ำที่สุดในกลุ่มตัว

ประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน ในกรณี $k = 0.1, a = 6, 8, 10, 12$ และ $n = 2$ ดังตารางที่ 4.1 สำหรับกรณีศึกษาอื่นๆพบว่าตัวประมาณ $Vt2$ มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณอื่นเมื่อจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) น้อยๆ และเมื่อจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) เพิ่มขึ้นจะเหมาะสมเฉพาะกรณีจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย (n) ที่มากพอ และพบว่าเมื่อ k เพิ่มขึ้นตัวประมาณ $Vt2$ จะมีความโดดเด่นเฉพาะกรณีลดลงในทางกลับกันตัวประมาณ $LA2$ จะเข้ามาโดดเด่นแทนที่มีข้อสังเกตว่ากรณีที่ตัวประมาณ $LA2$ เป็นตัวประมาณที่มีค่า MSE ต่ำที่สุดอันดับรองลงมาคือตัวประมาณ $Vt2$ เสมอ แต่เนื่องจากวิธี $LA2$ เป็นการหาค่าถ่วงน้ำหนักโดยการเฉลี่ยค่าถ่วงน้ำหนัก จาก 5 กรณีคือเมื่อ $\sigma^2 = 0.8, 4, 8, 32$ และ 72 (กำหนดจากค่า $k = 0.1, 0.5, 1, 4$ และ 9 ตามลำดับ) เพื่อให้ได้ค่าคงที่ที่ใช้เฉพาะกรณีจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง $= a$ และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย $= n$ ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 อาจเป็นวิธีการถ่วงน้ำหนักที่ไม่ดีนักสำหรับการประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ในกรณีทั่วไป ดังนั้นจึงเลือกตัวประมาณ $Vt2$ มาพิจารณาแทนตัวประมาณ $LA2$ เมื่อได้ตัวประมาณที่ดีที่สุดในกลุ่มการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนในมุมมองของการนำไปใช้ในกรณีทั่วไปซึ่งได้แก่ตัวประมาณ $Vy2$ และ $Vt2$ แล้วขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการเปรียบเทียบตัวประมาณดังกล่าวกับตัวประมาณพื้นฐานก่อนการถ่วงน้ำหนักซึ่งได้แก่ตัวประมาณ ML และ IQE ดังที่ได้แสดงในตารางและรูปที่ 4.16 - 4.20

4.1.4 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้

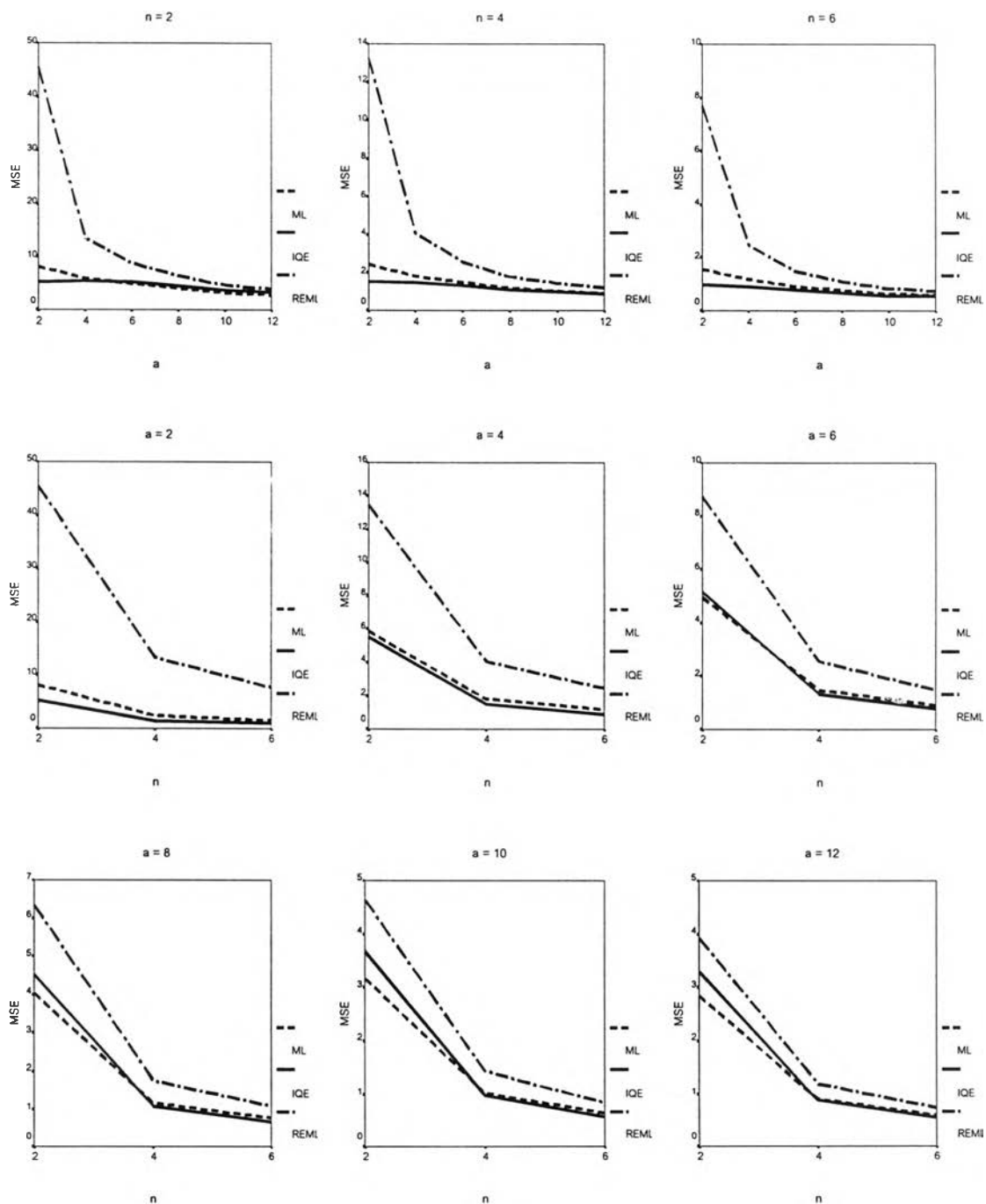
จากผลการวิจัยแสดงไว้ดังตารางและรูปที่ 4.16 - 4.20 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ของตัวประมาณพารามิเตอร์ σ^2 ด้วยวิธีวิธี $ML, IQE, Vy2$ และ $Vt2$ ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานและวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามค่า k สรุปผลได้ดังนี้

จากผลที่ทราบมาก่อนหน้าแล้วนั้นคือกรณีส่วนมากตัวประมาณ $Vt2$ มีค่า MSE ต่ำกว่า $Vy2$ ยกเว้น กรณี $k = 0.1, a = 4, 6, 8, 10, 12$ และ $n = 2$ ที่ตัวประมาณ $Vy2$ มีค่า MSE ต่ำกว่า แต่สิ่งที่ทราบเพิ่มเติมก็คือในกรณี $k = 0.1, a = 4, 6$ และ $n = 2$ ตัวประมาณ $Vy2$ มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณพื้นฐานด้วยวิธี ML และ IQE สำหรับกรณีศึกษาอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ ทั้ง $Vt2$ และ $Vy2$ มีค่า MSE อยู่ระหว่างค่า MSE ของตัวประมาณพื้นฐานด้วยวิธี ML และ IQE แต่จะค่อนข้างมาทางด้านตัวประมาณพื้นฐานที่มีค่า MSE ต่ำกว่าเสมอ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_t^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$

a	n	2	4	6
2	ML	8.123374	2.412079	1.547991
	IQE	5.271122	1.510249	0.960517
	REML	45.448954	13.299102	7.708627
4	ML	5.872437	1.809078	1.17588
	IQE	5.528085	1.482992	0.90687
	REML	13.476537	4.061873	2.456967
6	ML	4.941436	1.48297	0.91115
	IQE	5.154821	1.332631	0.765474
	REML	8.725341	2.557342	1.475872
8	ML	4.03037	1.169833	0.761986
	IQE	4.508515	1.093998	0.666492
	REML	6.335771	1.763219	1.084732
10	ML	3.167522	1.029687	0.636187
	IQE	3.676302	0.9831	0.570028
	REML	4.642003	1.436425	0.837243
12	ML	2.839569	0.907418	0.587556
	IQE	3.291117	0.880441	0.53452
	REML	3.920825	1.201218	0.735007

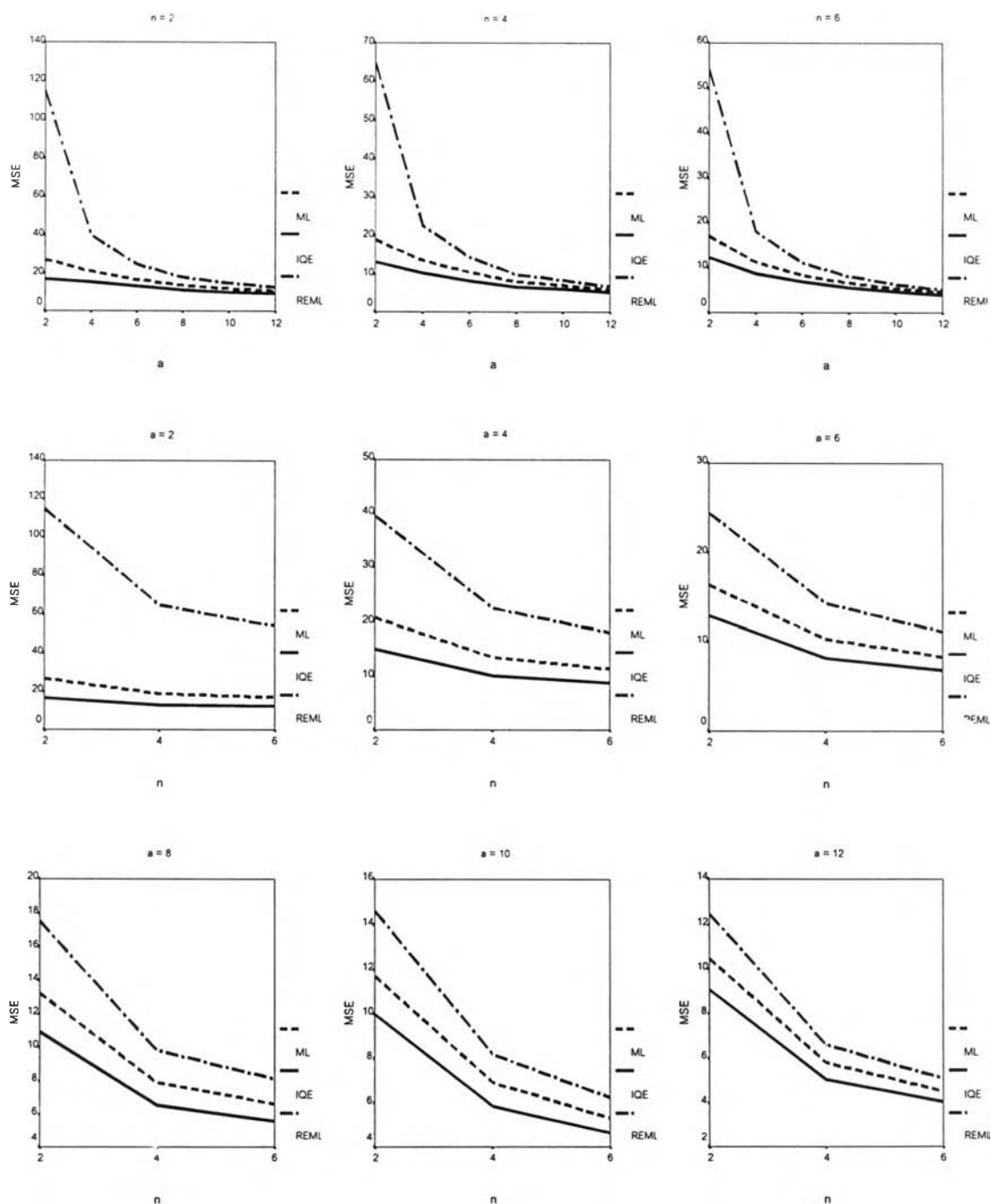
รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$



ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_t^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$

a	n	2	4	6
2	ML	26.81642	18.787957	17.037549
	IQE	16.508887	12.986688	12.336861
	REML	114.993781	64.817558	54.103644
4	ML	20.773292	13.498761	11.331123
	IQE	15.040404	10.048293	8.773322
	REML	39.595994	22.575135	18.087884
6	ML	16.34893	10.337834	8.365224
	IQE	12.964336	8.160934	6.831619
	REML	24.452242	14.353112	11.166765
8	ML	13.225749	7.901587	6.610028
	IQE	10.927035	6.548088	5.615572
	REML	17.501372	9.827992	8.108515
10	ML	11.691161	6.939211	5.339138
	IQE	9.984745	5.882747	4.655855
	REML	14.601238	8.197086	6.248103
12	ML	10.461543	5.810793	4.528913
	IQE	9.06304	5.04803	4.043844
	REML	12.466971	6.610156	5.100944

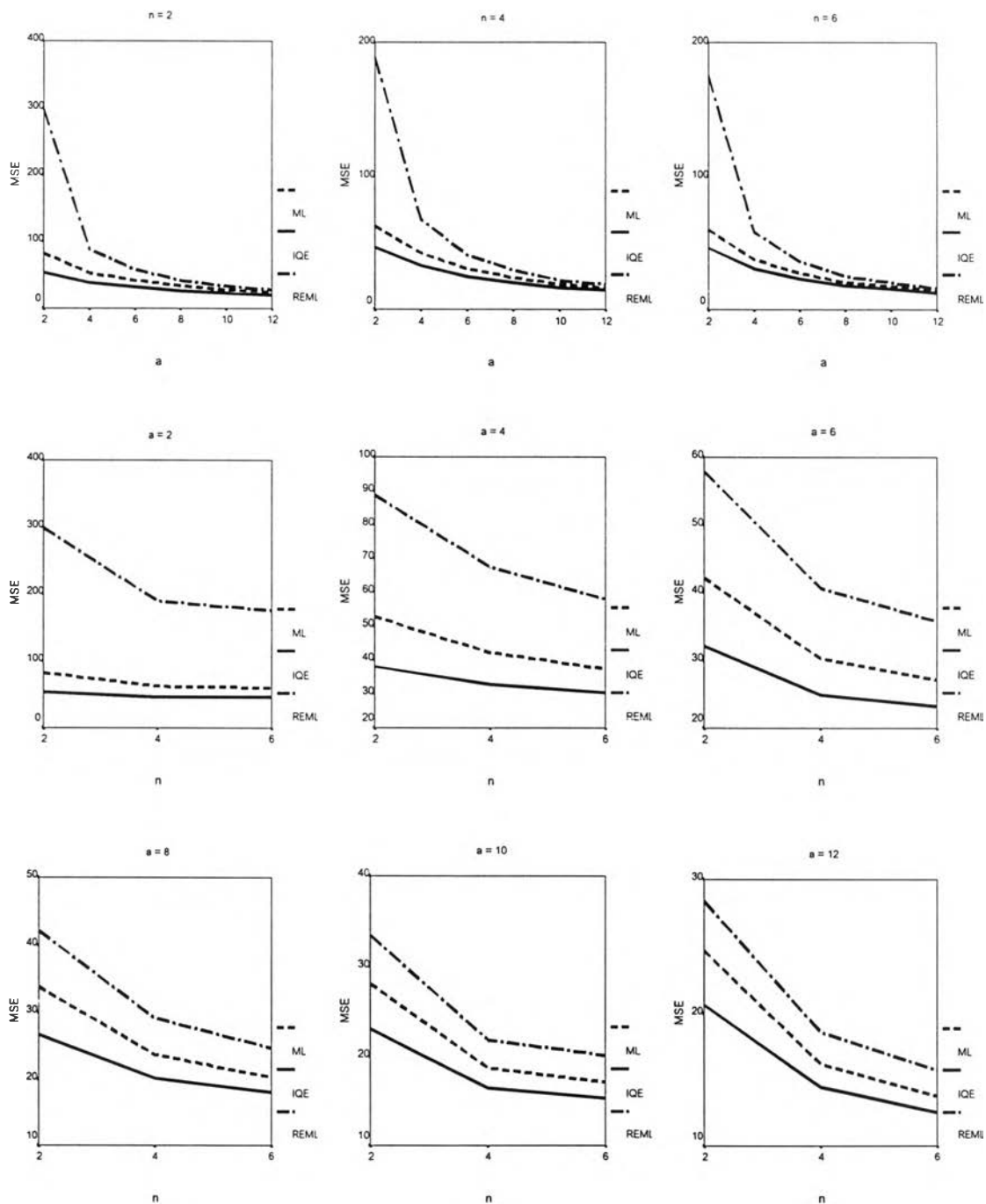
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_{τ}^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$



ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$

a	n	2	4	6
2	ML	82.496256	62.119073	59.650287
	IQE	53.724478	46.413562	46.076903
	REML	297.950762	188.949679	175.053213
4	ML	52.78336	42.310742	37.448458
	IQE	38.114717	32.928462	30.565029
	REML	88.654917	67.387568	57.967603
6	ML	42.101289	30.302929	27.154171
	IQE	32.093935	24.86852	23.174699
	REML	57.877982	40.603331	35.711079
8	ML	33.755565	23.718068	20.353281
	IQE	26.742251	20.224365	18.023636
	REML	42.086895	29.103543	24.729176
10	ML	26.090729	18.757326	17.157241
	IQE	23.037448	16.493147	15.423784
	REML	33.421116	21.870641	20.142727
12	ML	24.683601	16.244325	13.814571
	IQE	20.638168	14.469615	12.639651
	REML	28.35755	18.628023	15.774825

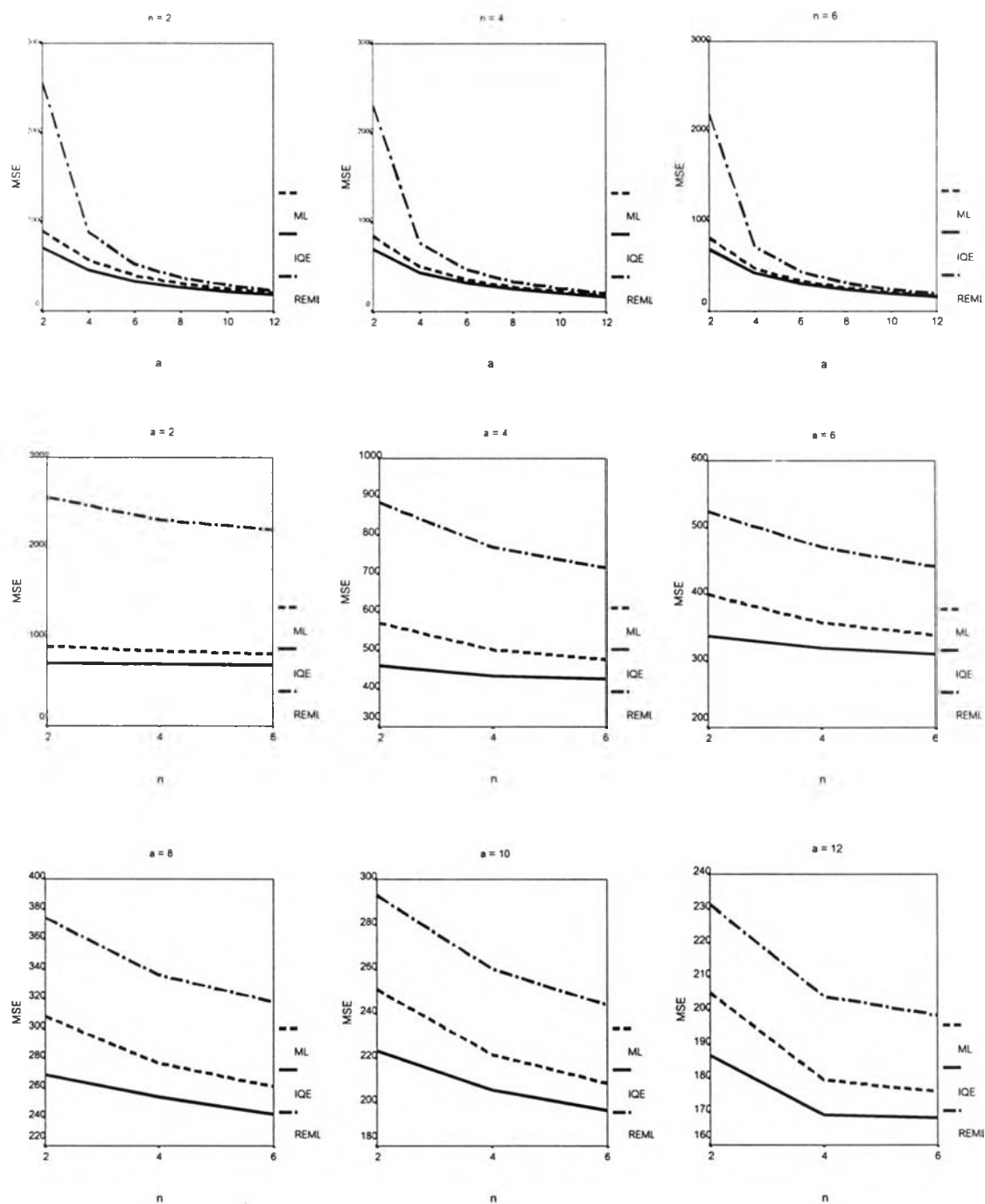
รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2_{τ} ด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$



ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$

a	n	2	4	6
2	ML	894.021367	839.63605	808.669111
	IQE	704.523201	698.192336	689.031944
	REML	2555.859155	2302.420413	2194.154217
4	ML	571.648727	501.507378	475.919502
	IQE	460.946487	433.470639	424.914757
	REML	884.354361	769.051694	714.796399
6	ML	399.470632	358.205746	339.751511
	IQE	337.615888	320.153321	310.841851
	REML	523.128496	470.573259	441.672654
8	ML	307.79294	276.430079	260.601896
	IQE	268.719247	253.712843	241.898564
	REML	374.209275	335.832093	317.998995
10	ML	250.752797	221.648759	208.543295
	IQE	223.075951	205.774567	196.56344
	REML	292.874459	260.088681	243.653396
12	ML	205.158858	179.50683	175.979653
	IQE	186.784707	169.318262	168.448887
	REML	231.201106	204.208414	198.358886

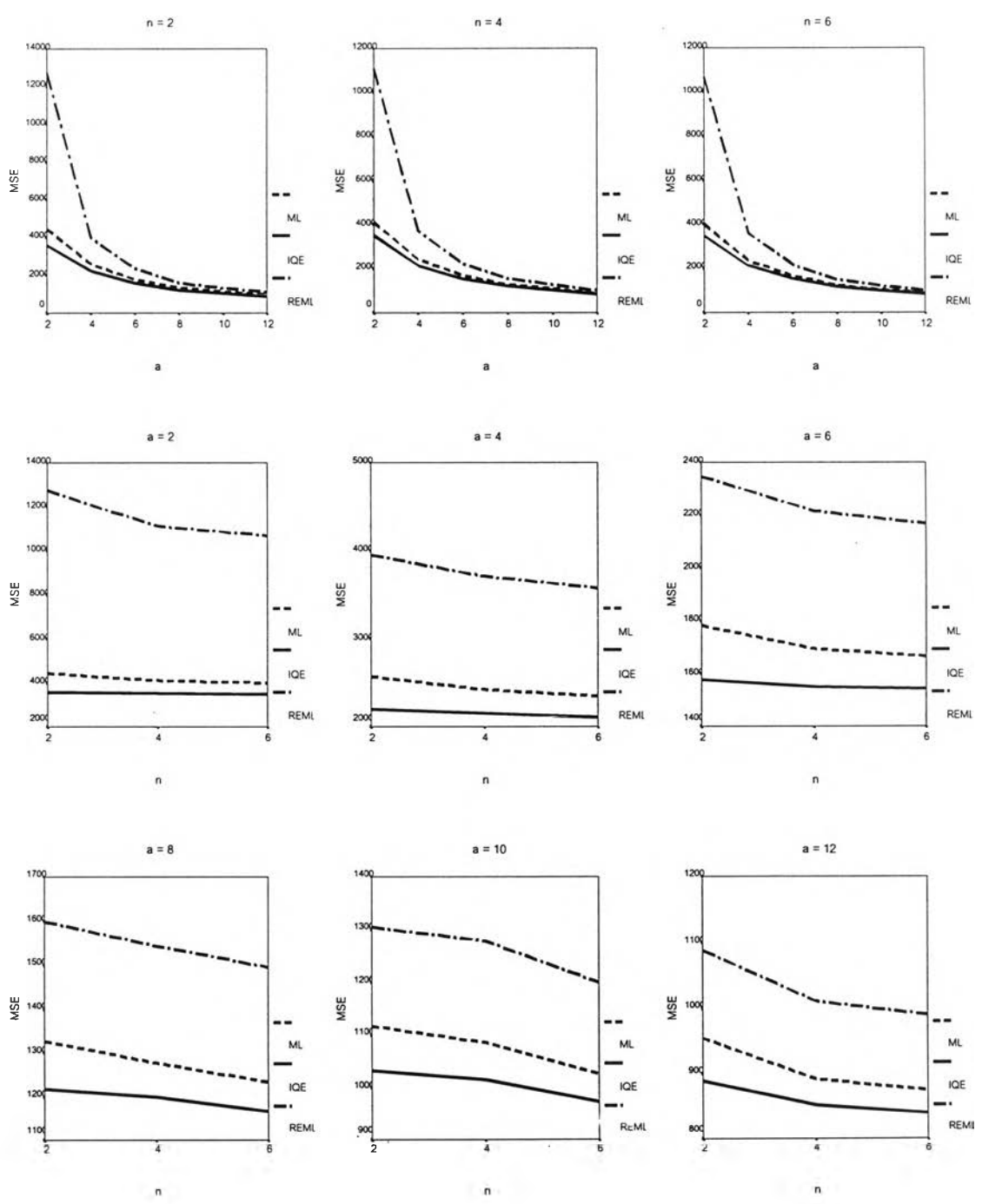
รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$



ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

a	n	2	4	6
2	ML	4436.09014	4107.302996	3998.075853
	IQE	3575.323744	3514.954491	3480.562596
	REML	12735.373711	11117.489407	10700.335732
4	ML	2571.737522	2423.839457	2348.480842
	IQE	2198.260468	2150.164764	2112.66888
	REML	3952.707487	3707.465639	3579.320311
6	ML	1782.007528	1694.359993	1665.744958
	IQE	1577.612335	1552.559756	1542.297082
	REML	2346.4419	2216.386311	2168.194564
8	ML	1326.562872	1276.746533	1233.834263
	IQE	1219.01949	1200.001518	1166.60084
	REML	1598.681327	1543.928974	1495.344844
10	ML	1117.091535	1085.177178	1025.684114
	IQE	1033.338108	1016.005462	973.560109
	REML	1304.695874	1278.674707	1199.734384
12	ML	954.142123	891.989715	875.159175
	IQE	889.685307	851.994639	840.859430
	REML	1088.147203	1010.738473	989.574821

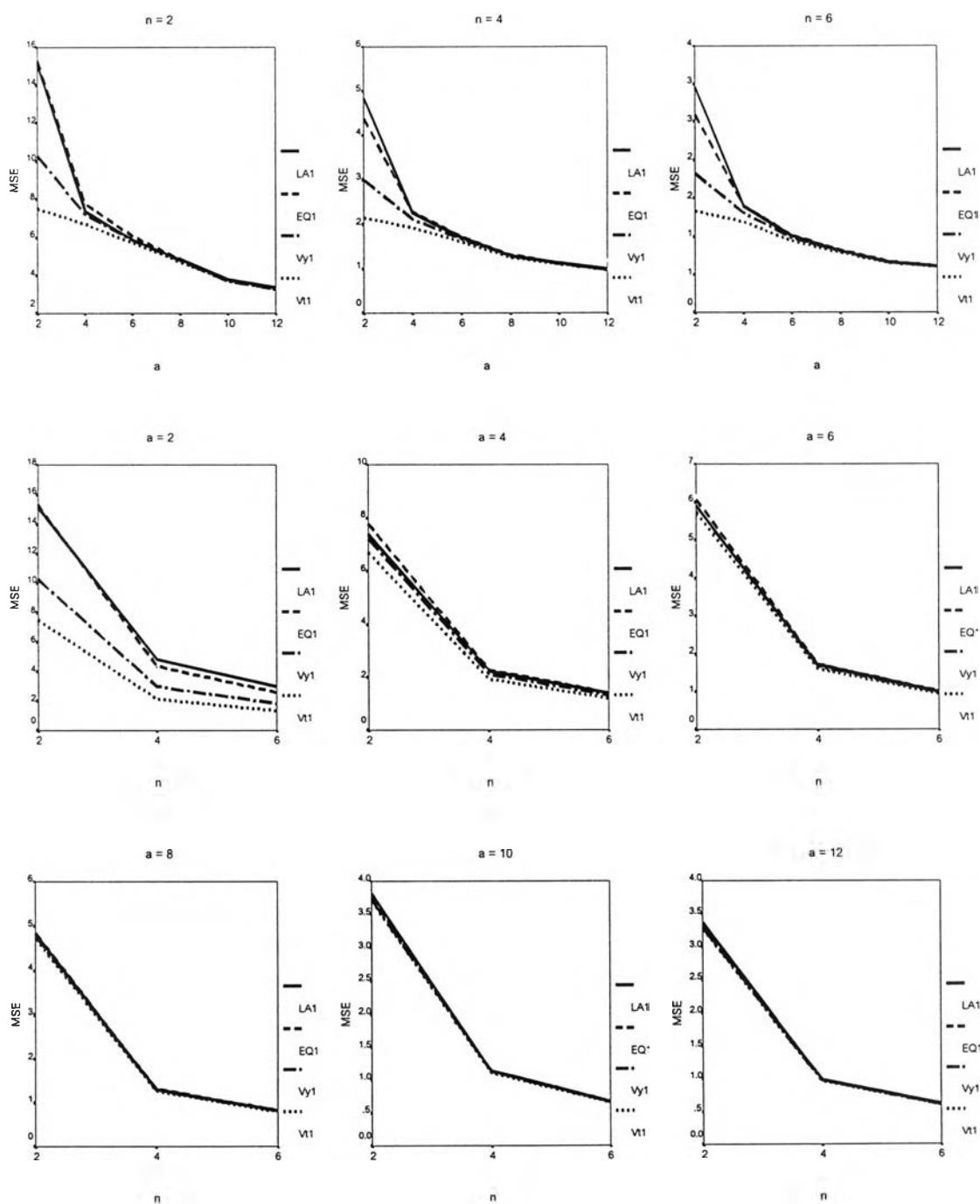
รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_r^2 ด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$



ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$

a	n	2	4	6
2	EQ1	15.309025	4.37909	2.591065
	Vy1	10.274395	3.003975	1.819924
	Vt1	7.513533	2.150334	1.332583
	LAV1	15.142239	4.845377	2.959356
4	EQ1	7.782891	2.279507	1.40313
	Vy1	7.214885	2.117766	1.308957
	Vt1	6.707462	1.926768	1.191992
	LAV1	7.390903	2.24795	1.393702
6	EQ1	6.074309	1.728905	1.011893
	Vy1	5.895945	1.678396	0.983966
	Vt1	5.731825	1.60734	0.941696
	LAV1	5.899401	1.711711	1.003904
8	EQ1	4.848886	1.312466	0.818352
	Vy1	4.776533	1.292402	0.80653
	Vt1	4.71847	1.26077	0.786148
	LAV1	4.835141	1.304913	0.81498
10	EQ1	3.759136	1.131443	0.66986
	Vy1	3.72589	1.120871	0.664062
	Vt1	3.706128	1.102802	0.653071
	LAV1	3.812253	1.13446	0.666915
12	EQ1	3.300213	0.984329	0.611466
	Vy1	3.281116	0.978246	0.607944
	Vt1	3.271744	0.967208	0.600814
	LAV1	3.365106	0.992069	0.611283

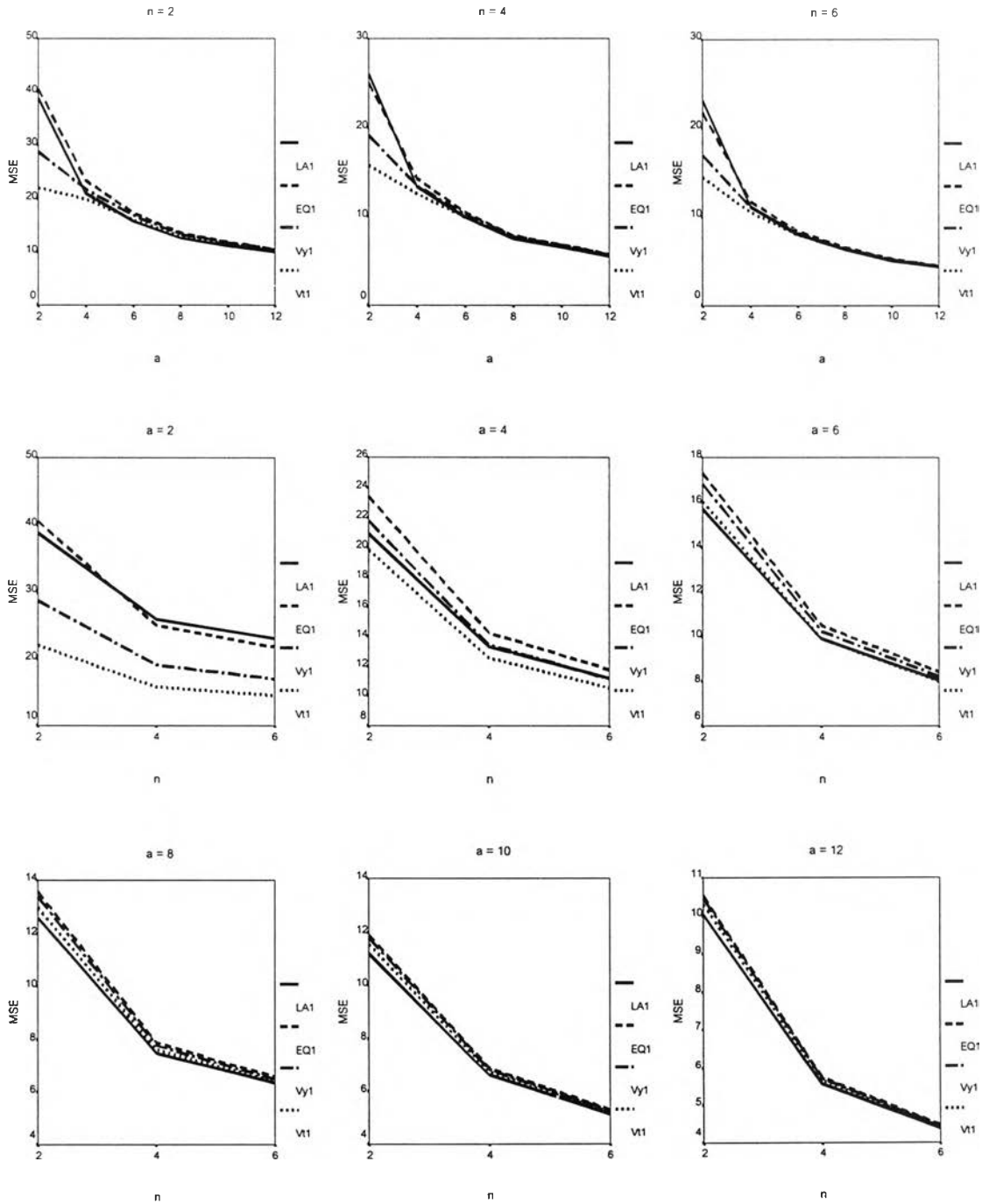
รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2_{τ} ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$



ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$

a	n	2	4	6
2	EQ1	40.531592	25.012946	21.760979
	Vy1	28.687304	19.056447	16.966104
	Vt1	22.024779	15.768502	14.47704
	LA1	38.805861	25.967329	23.124198
4	EQ1	23.372678	14.254247	11.764359
	Vy1	21.727422	13.44526	11.14547
	Vt1	19.832221	12.556182	10.538298
	LA1	20.866461	13.341965	11.200116
6	EQ1	17.290793	10.515281	8.408121
	Vy1	16.800733	10.247727	8.210443
	Vt1	16.032632	9.899938	7.989367
	LA1	15.689826	9.897893	8.040758
8	EQ1	13.570748	7.881203	6.579662
	Vy1	13.374827	7.777891	6.49381
	Vt1	12.985175	7.62823	6.39229
	LA1	12.594119	7.48703	6.354983
10	EQ1	11.897504	6.876652	5.293349
	Vy1	11.793866	6.818677	5.248967
	Vt1	11.552316	6.730285	5.196004
	LA1	11.199023	6.603285	5.135146
12	EQ1	10.532664	5.738728	4.478114
	Vy1	10.473128	5.706534	4.453356
	Vt1	10.311275	5.655722	4.423817
	LA1	10.0354	5.555787	4.377003

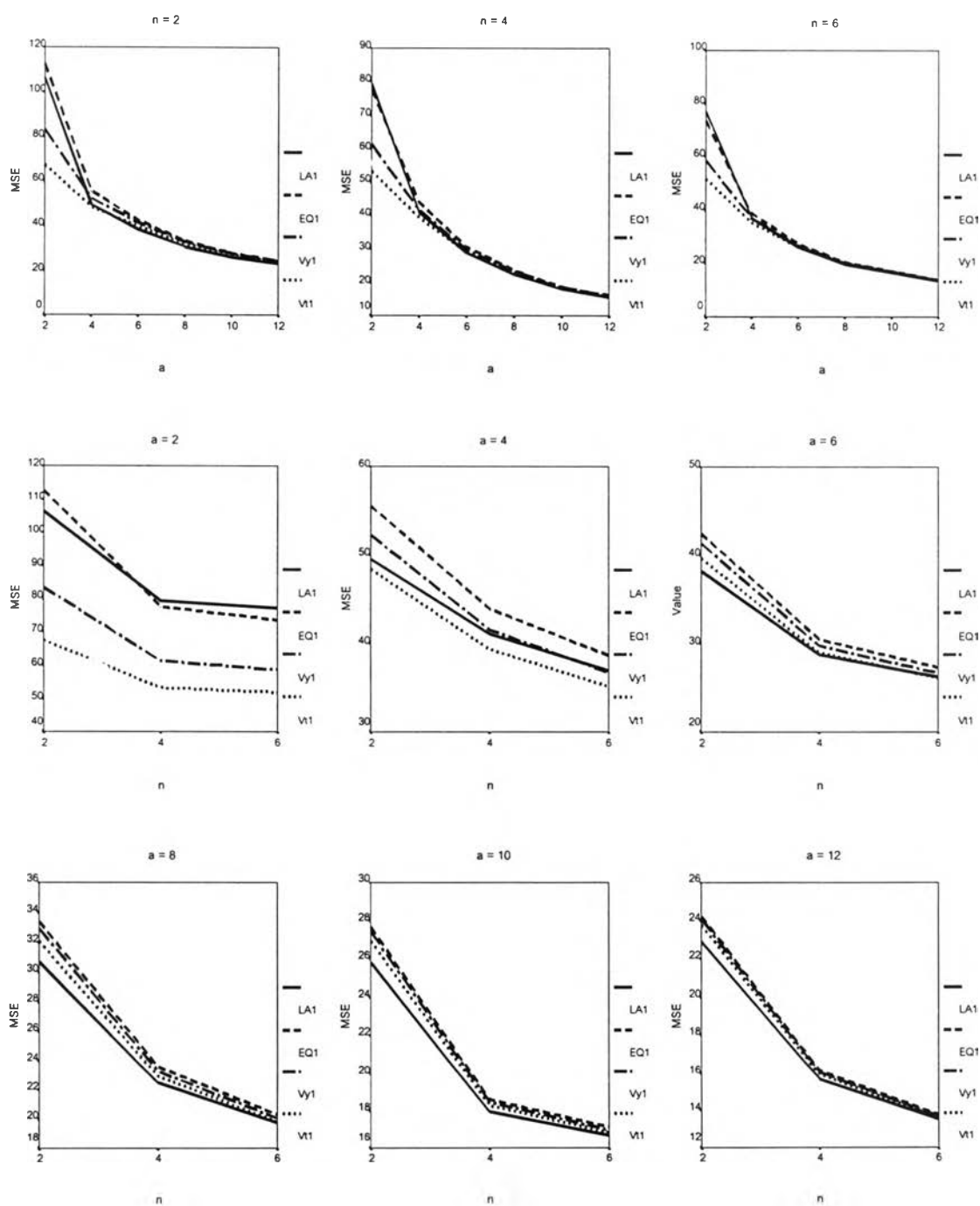
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$



ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$

a	n	2	4	6
2	EQ1	112.653391	77.535214	73.531871
	Vy1	83.309814	61.231471	58.660886
	Vt1	67.474116	53.18926	51.805505
	LA1	106.433019	79.288561	77.219508
4	EQ1	55.554252	43.874279	38.636104
	Vy1	52.216299	41.525059	36.719905
	Vt1	48.354269	39.328446	35.124796
	LA1	49.469094	41.061212	36.880627
6	EQ1	42.401466	30.485776	27.31849
	Vy1	41.289142	29.746085	26.70043
	Vt1	39.61587	28.964952	26.130576
	LA1	38.113343	28.773013	26.250452
8	EQ1	33.381498	23.601494	20.315778
	Vy1	32.906896	23.283336	20.061408
	Vt1	32.056879	22.933332	19.822396
	LA1	30.674725	22.48357	19.721779
10	EQ1	27.702182	18.591055	17.116939
	Vy1	27.45348	18.435339	16.971073
	Vt1	26.963449	18.262997	16.831172
	LA1	25.822627	17.938567	16.682707
12	EQ1	24.245957	16.13519	13.766384
	Vy1	24.097097	16.033482	13.684802
	Vt1	23.775367	15.920577	13.606794
	LA1	22.901053	15.670699	13.507494

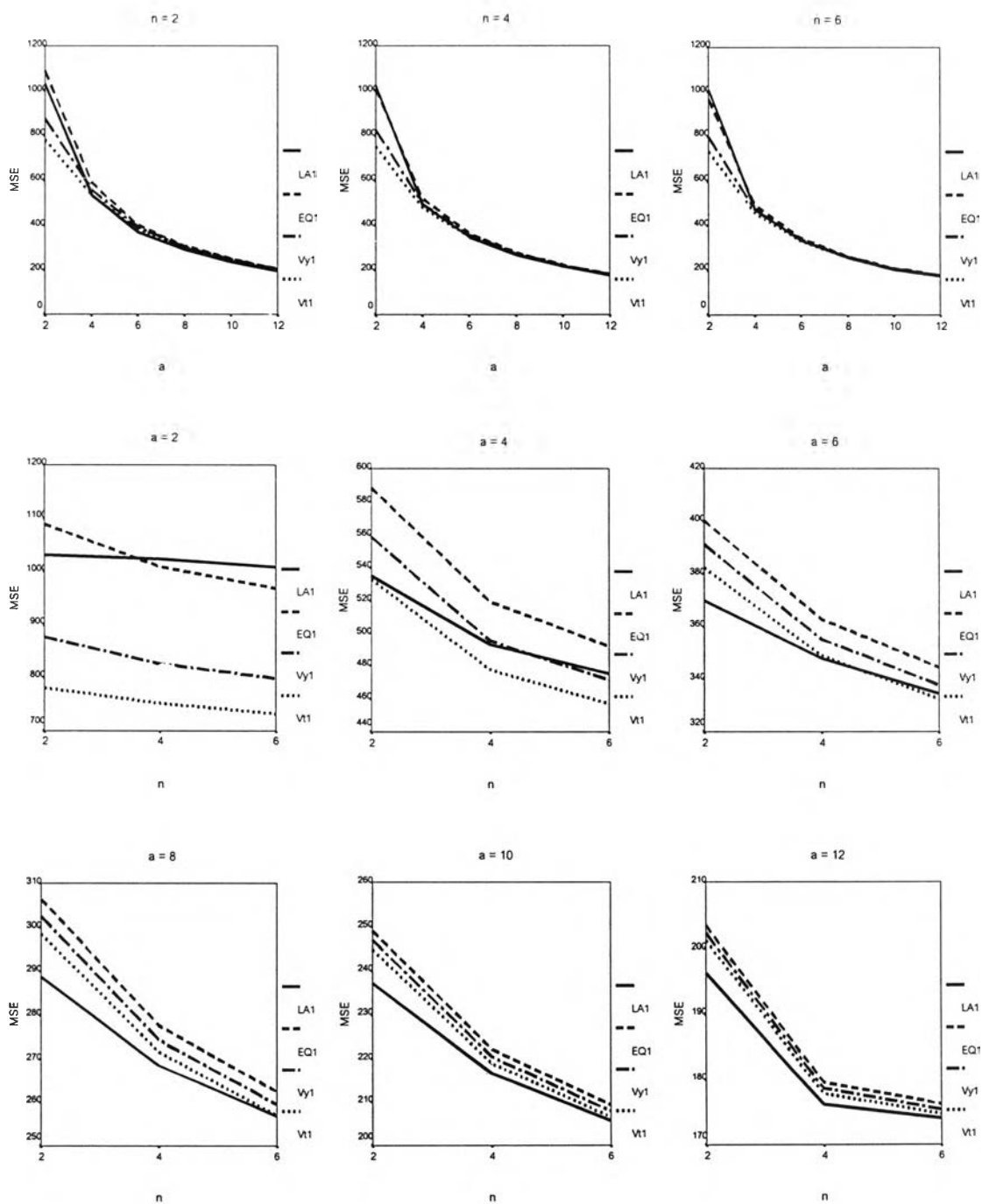
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_r^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$



ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$

a	n	2	4	6
2	EQ1	1088.840669	1008.716589	968.394399
	Vy1	876.059265	825.818686	798.149035
	Vt1	780.064378	751.578067	732.079995
	LAV1	1030.571719	1023.221287	1008.8575
4	EQ1	588.228509	519.068388	491.858616
	Vy1	558.587217	495.171632	471.312052
	Vt1	532.837772	477.461095	456.79509
	LAV1	534.905584	492.773471	474.892671
6	EQ1	400.177131	362.644015	344.245644
	Vy1	391.124899	355.024426	337.628202
	Vt1	382.347352	348.685753	332.279528
	LAV1	369.808562	347.59859	334.491597
8	EQ1	306.391186	277.686052	262.45098
	Vy1	302.438743	274.469009	259.473872
	Vt1	298.501784	271.706014	256.930769
	LAV1	288.735375	268.538336	256.763829
10	EQ1	249.050653	222.184472	209.304739
	Vy1	246.925886	220.455812	207.807001
	Vt1	244.790532	218.928654	206.50129
	LAV1	237.073587	216.569283	205.569675
12	EQ1	203.412095	179.595439	176.217652
	Vy1	202.277651	178.661141	175.414850
	Vt1	201.14844	177.835068	174.716794
	LAV1	196.179248	176.183774	174.095725

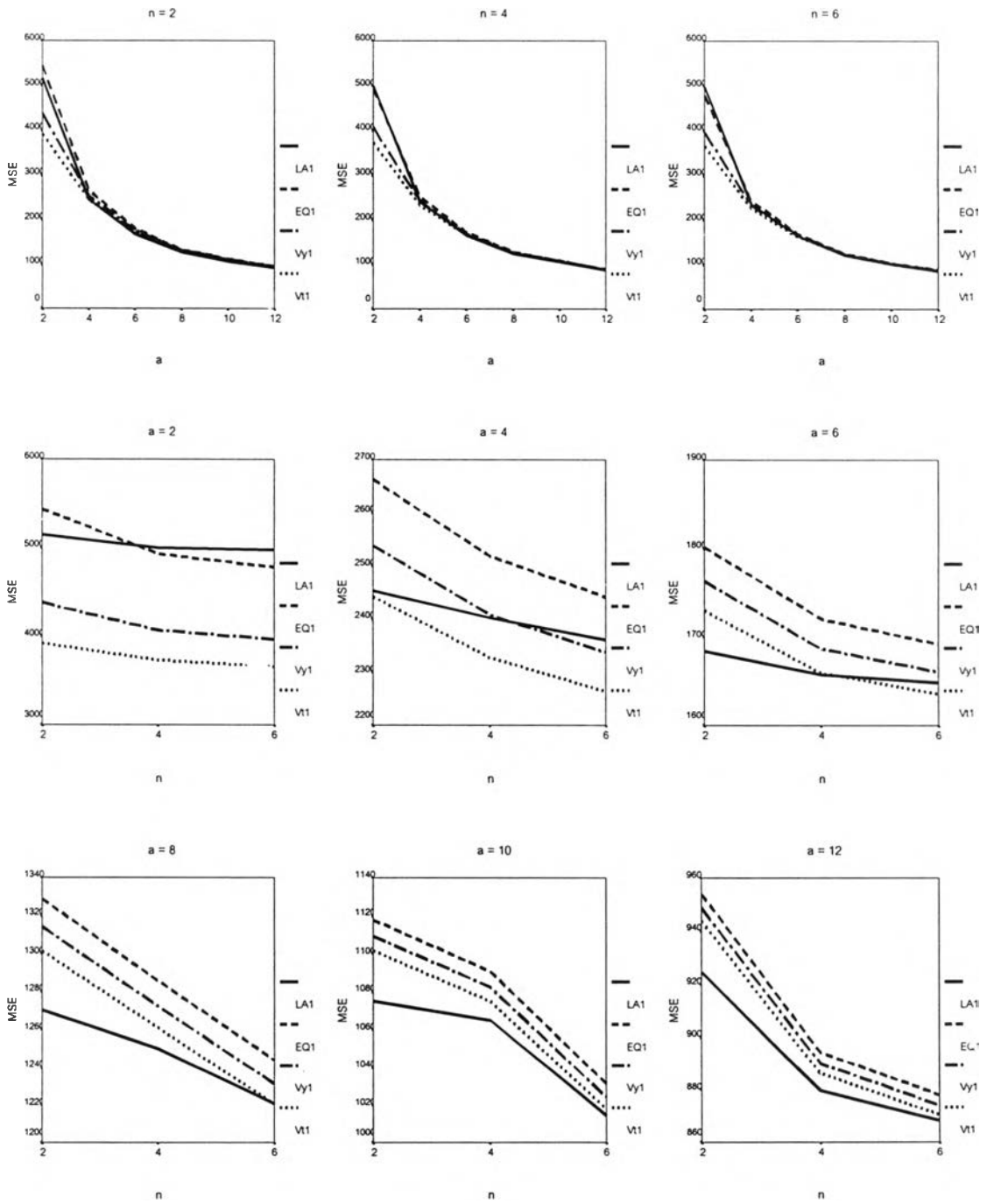
รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$



ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML ,IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

a	n	2	4	6
2	EQ1	5438.259197	4930.689525	4779.978297
	Vy1	4374.276339	4067.693501	3967.674465
	Vt1	3919.351579	3730.121319	3659.188093
	LAV1	5148.524247	5003.339741	4977.312812
4	EQ1	2662.237751	2518.570811	2441.539028
	Vy1	2537.851005	2407.895712	2338.01035
	Vt1	2441.888608	2327.669047	2263.779523
	LAV1	2453.102107	2402.311702	2360.481843
6	EQ1	1801.337782	1720.403039	1692.35665
	Vy1	1762.732924	1686.951068	1660.956508
	Vt1	1729.664264	1659.506328	1635.276347
	LAV1	1684.360395	1657.55248	1648.126586
8	EQ1	1328.75365	1285.701028	1243.865613
	Vy1	1314.121383	1272.352529	1231.172605
	Vt1	1301.370702	1260.974777	1220.30439
	LAV1	1270.420582	1249.793588	1220.569431
10	EQ1	1117.935682	1090.927369	1031.175658
	Vy1	1109.389565	1082.581797	1024.039688
	Vt1	1101.708837	1075.102614	1017.687721
	LAV1	1075.197601	1065.139926	1014.130476
12	EQ1	954.015083	894.251753	877.876281
	Vy1	948.747368	890.014612	873.923122
	Vt1	943.934559	886.224061	870.369776
	LAV1	924.405202	879.620574	868.029755

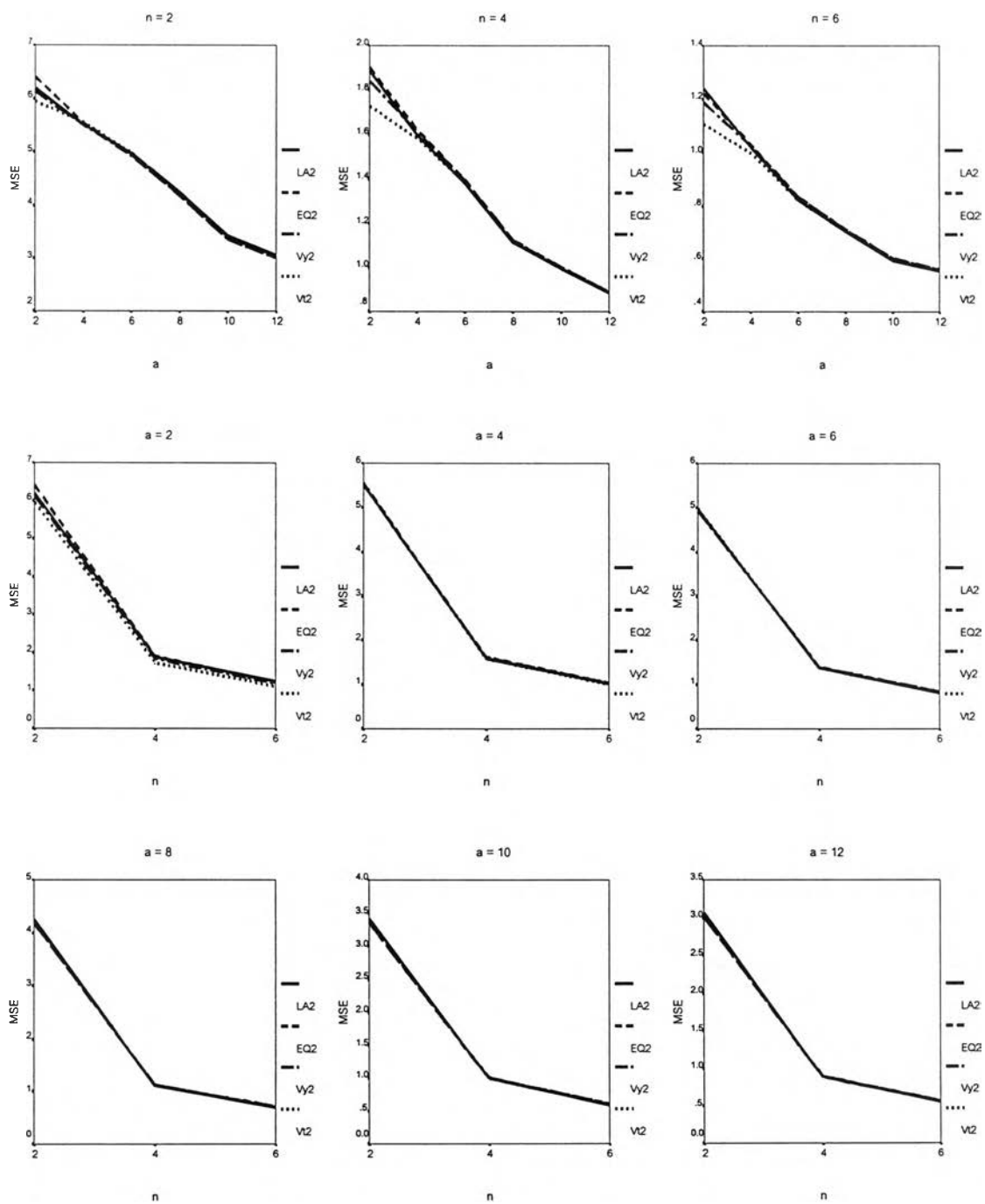
รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_{τ}^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$



ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$

a	n	2	4	6
2	EQ2	6.400241	1.901369	1.221571
	Vy2	6.119844	1.83891	1.187111
	Vt2	5.951002	1.729345	1.106985
	LA2	6.190888	1.886782	1.239745
4	EQ2	5.544528	1.62268	1.030694
	Vy2	5.504147	1.613538	1.025541
	Vt2	5.553453	1.583618	0.998681
	LA2	5.511924	1.596154	1.017935
6	EQ2	4.937455	1.394445	0.833193
	Vy2	4.926927	1.392592	0.832335
	Vt2	4.982402	1.380881	0.820738
	LA2	4.970782	1.378567	0.821929
8	EQ2	4.184452	1.122932	0.711079
	Vy2	4.182309	1.122877	0.711176
	Vt2	4.233676	1.11711	0.704642
	LA2	4.245315	1.113741	0.702279
10	EQ2	3.355267	0.999675	0.600934
	Vy2	3.354883	1.000019	0.601211
	Vt2	3.394834	0.996497	0.597246
	LA2	3.422871	0.994260	0.594026
12	EQ2	3.01177	0.888908	0.559425
	Vy2	3.011764	0.889301	0.559706
	Vt2	3.040498	0.887153	0.556929
	LA2	3.066950	0.885508	0.553086

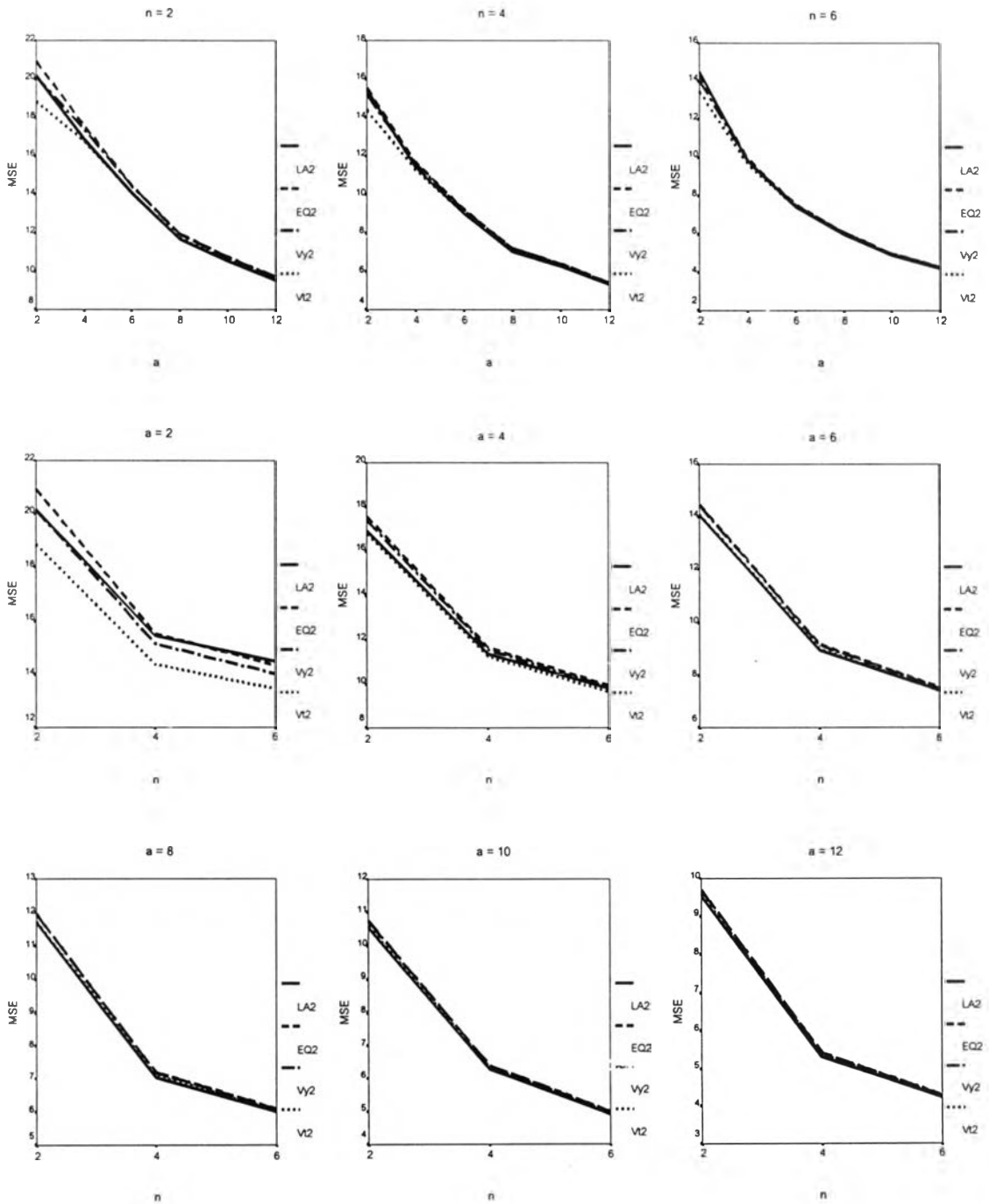
รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_{τ}^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$



ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$

a	n	2	4	6
2	EQ2	20.927072	15.531518	14.360657
	Vy2	20.135719	15.149508	14.034254
	Vt2	18.849345	14.388062	13.464445
	LA2	20.162746	15.437652	14.506319
4	EQ2	17.579431	11.657795	9.942222
	Vy2	17.399342	11.562791	9.855333
	Vt2	16.790589	11.24722	9.654645
	LA2	16.903307	11.373461	9.820979
6	EQ2	14.464859	9.198677	7.548054
	Vy2	14.425459	9.163046	7.513595
	Vt2	14.083045	9.016434	7.427593
	LA2	14.056370	8.961873	7.429387
8	EQ2	11.943842	7.200496	6.085571
	Vy2	11.937803	7.187153	6.069075
	Vt2	11.72015	7.112669	6.025711
	LA2	11.681113	7.027398	5.993732
10	EQ2	10.739877	6.395699	4.980753
	Vy2	10.742753	6.387993	4.971357
	Vt2	10.59384	6.340072	4.947542
	LA2	10.533149	6.264305	4.909156
12	EQ2	9.686291	5.42006	4.275417
	Vy2	9.691505	5.415768	4.269756
	Vt2	9.58058	5.386386	4.255637
	LA2	9.528377	5.313419	4.217219

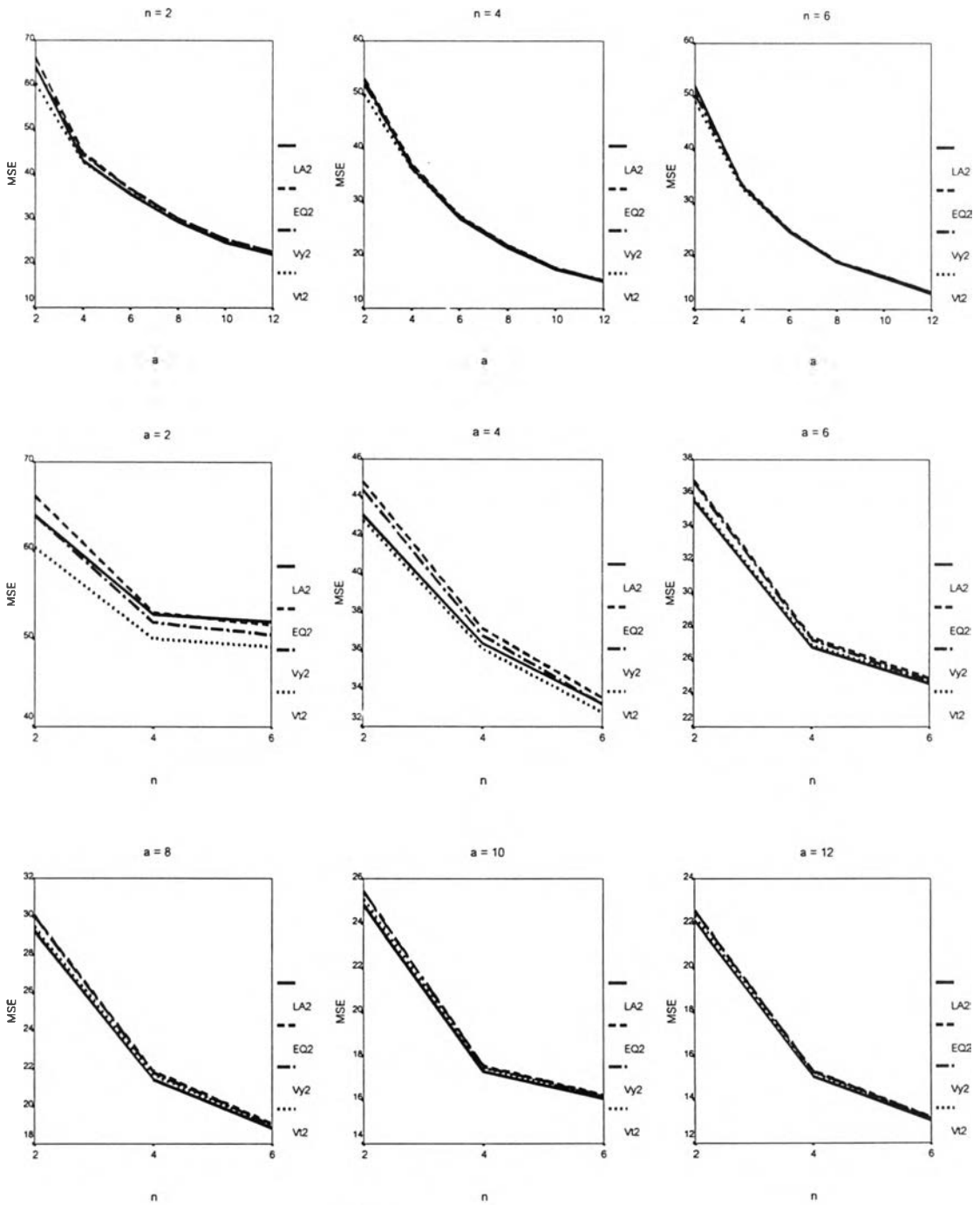
รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$



ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$

a	n	2	4	6
2	EQ2	66.170922	53.012133	51.573652
	Vy2	63.910169	51.856184	50.468399
	Vt2	60.371612	50.012989	49.086698
	LA2	64.034815	52.758320	51.995565
4	EQ2	44.833478	37.152032	33.518901
	Vy2	44.388993	36.7906	33.201512
	Vt2	42.809086	36.092295	32.774248
	LA2	43.090414	36.383139	33.194372
6	EQ2	36.79234	27.373146	24.923131
	Vy2	36.63831	27.230378	24.791847
	Vt2	35.744014	26.94453	24.621644
	LA2	35.568398	26.786143	24.617911
8	EQ2	30.066993	21.855038	19.050874
	Vy2	30.008153	21.785226	18.989708
	Vt2	29.46991	21.643897	18.915605
	LA2	29.253132	21.411786	18.838297
10	EQ2	25.45326	17.554869	16.198401
	Vy2	25.42671	17.517565	16.160597
	Vt2	25.094105	17.444488	16.1168
	LA2	24.829891	17.275632	16.018988
12	EQ2	22.582851	15.307312	13.163135
	Vy2	22.569811	15.281677	13.141
	Vt2	22.335137	15.235118	13.116689
	LA2	22.118444	15.061403	13.024373

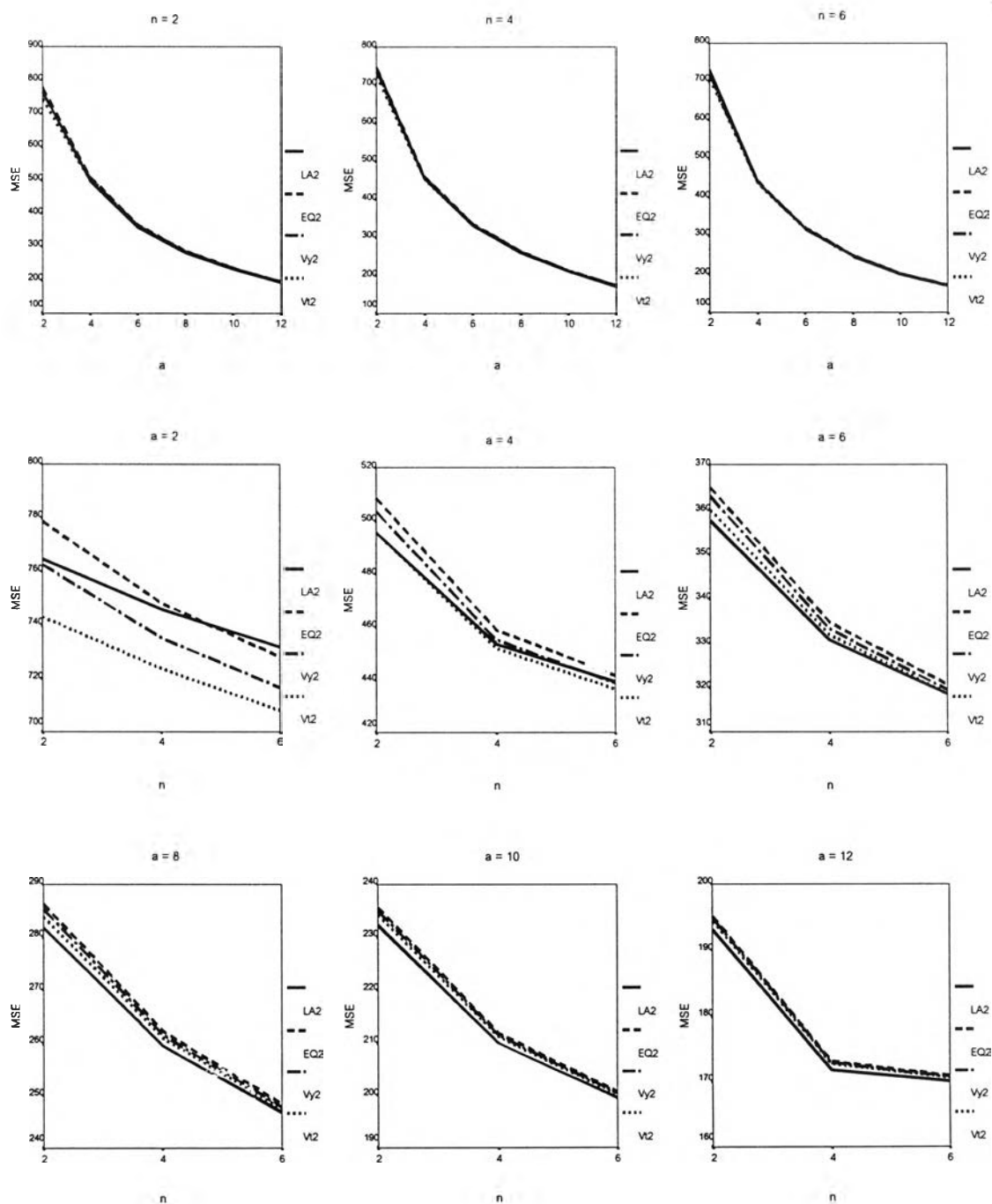
รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$



ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$

a	n	2	4	6
2	EQ2	778.736728	748.382048	728.147158
	Vy2	762.625628	735.331749	716.723277
	Vt2	743.073078	723.828913	708.065008
	LA2	764.846143	746.105968	731.919884
4	EQ2	508.535746	458.807537	441.681734
	Vy2	503.493656	455.029157	438.68928
	Vt2	495.667243	451.73702	436.508217
	LA2	495.564490	453.378795	439.323828
6	EQ2	364.983686	334.709282	320.666764
	Vy2	363.017393	333.187589	319.462721
	Vt2	359.967388	331.911138	318.568547
	LA2	357.521778	330.743083	318.519775
8	EQ2	286.268029	262.415247	248.398417
	Vy2	285.292899	261.697642	247.795885
	Vt2	283.867298	261.126863	247.343817
	LA2	281.787517	259.659774	246.752612
10	EQ2	235.646672	211.923422	200.653634
	Vy2	235.076883	211.514927	200.336858
	Vt2	234.281343	211.189666	200.103024
	LA2	232.273587	210.046984	199.470364
12	EQ2	195.137083	173.153702	170.878864
	Vy2	194.813981	172.928433	170.706296
	Vt2	194.383973	172.75757	170.587518
	LA2	193.053548	171.819143	170.043921

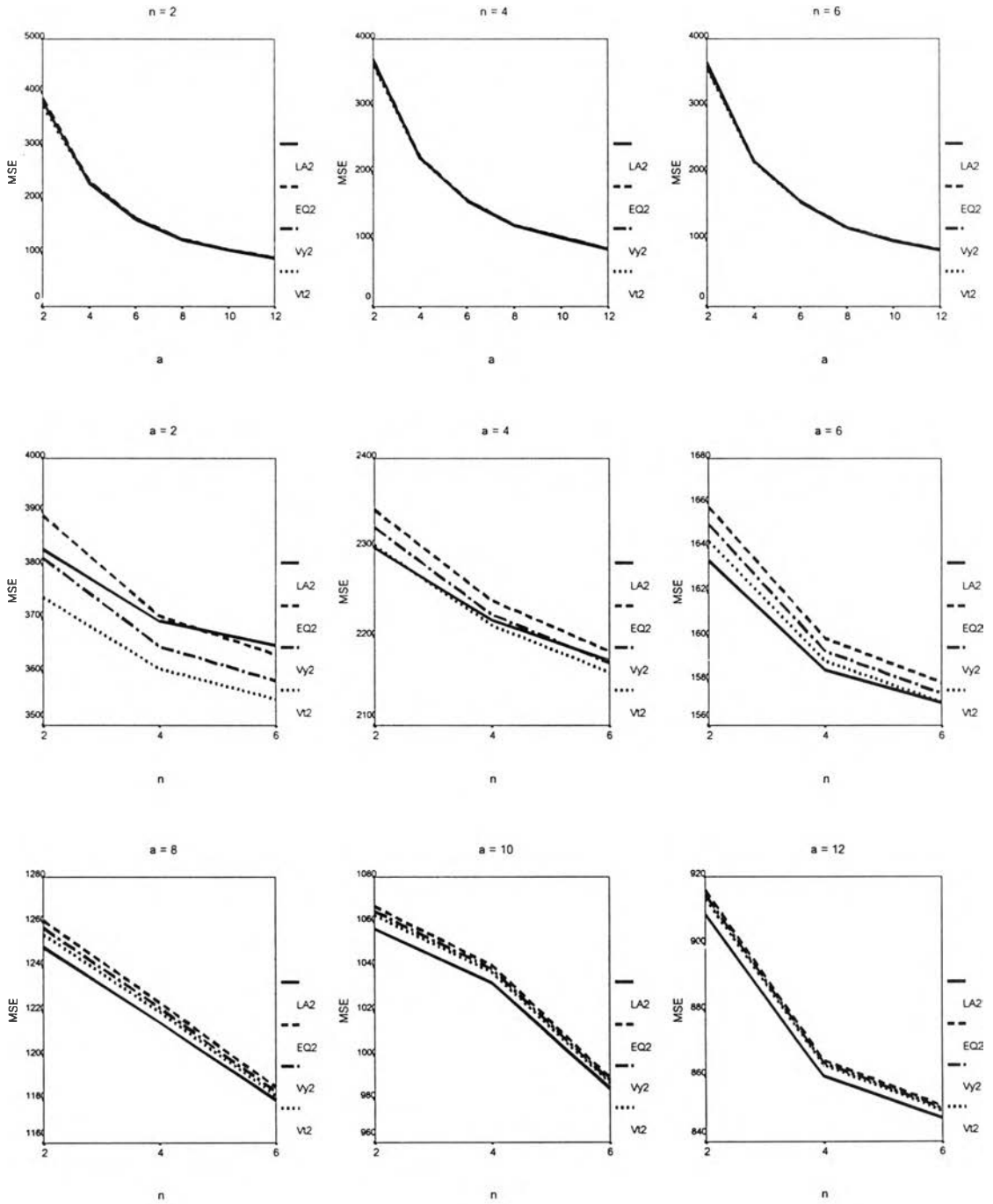
รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_t^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$



ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

a	n	2	4	6
2	EQ2	3891.837099	3704.28962	3633.057208
	Vy2	3812.843047	3647.797924	3583.308681
	Vt2	3739.325770	3605.664119	3549.074418
	LA2	3829.214361	3694.779697	3649.359059
4	EQ2	2341.87249	2240.363553	2183.386579
	Vy2	2322.16483	2224.724673	2169.904654
	Vt2	2302.090556	2212.605592	2159.795544
	LA2	2299.108255	2218.852196	2172.547344
6	EQ2	1658.048517	1599.27512	1579.415626
	Vy2	1650.285521	1593.510321	1574.418314
	Vt2	1642.810374	1589.021613	1570.559241
	LA2	1634.007928	1584.858965	1570.365926
8	EQ2	1260.447953	1223.910432	1185.276668
	Vy2	1257.213494	1221.459498	1183.159885
	Vt2	1254.348178	1219.623286	1181.544327
	LA2	1248.495467	1214.967640	1179.523745
10	EQ2	1066.875005	1040.545502	989.449882
	Vy2	1064.816514	1038.794096	988.129362
	Vt2	1063.016232	1037.356708	987.067047
	LA2	1056.947882	1032.510408	984.3870076
12	EQ2	915.971562	864.991461	850.800923
	Vy2	914.636133	864.117784	850.060797
	Vt2	913.467458	863.442985	849.478193
	LA2	908.824246	859.915911	847.064366

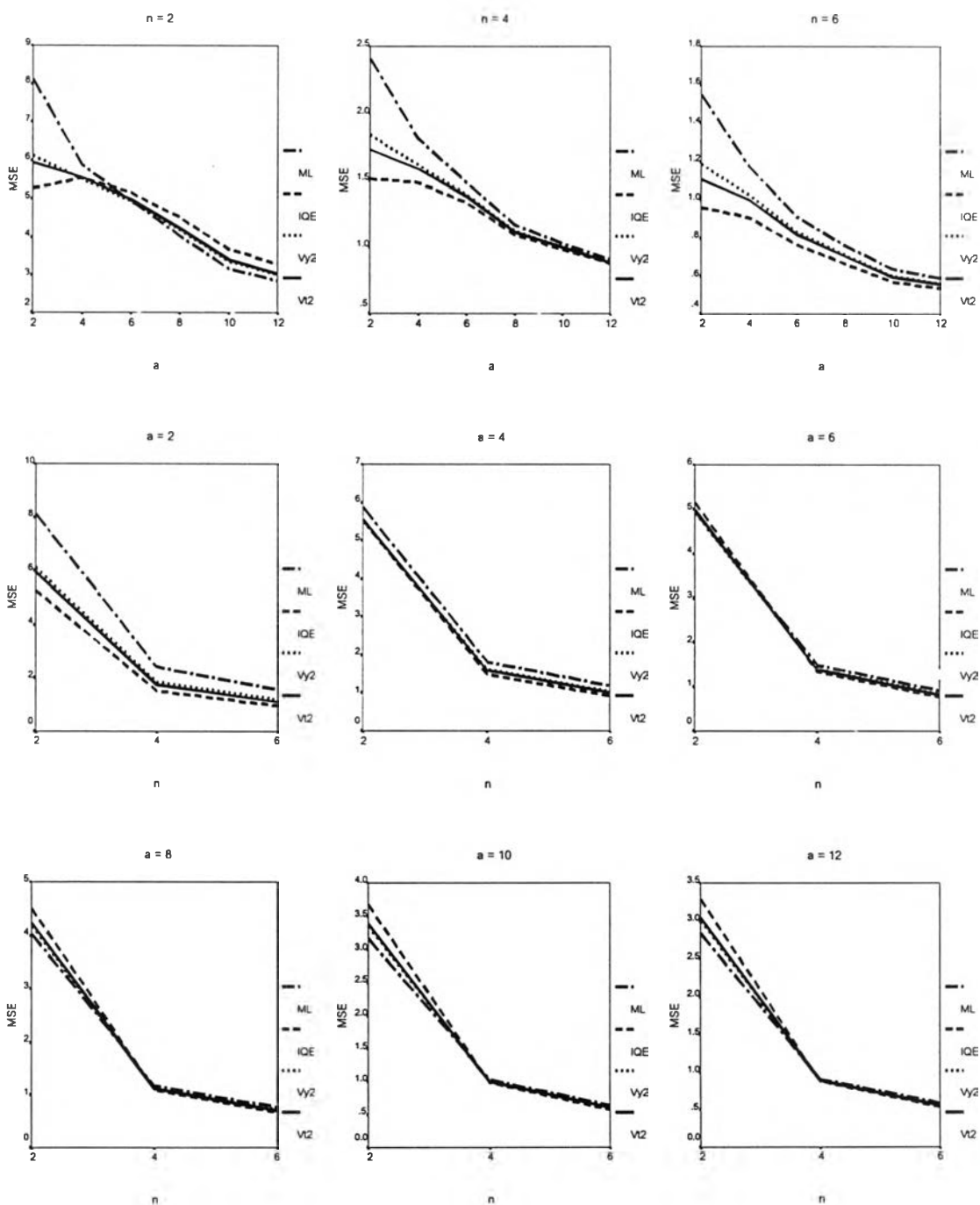
รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$



ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$

a	n	2	4	6
2	ML	8.123374	2.412079	1.547991
	IQE	5.271122	1.510249	0.960517
	Vy2	6.119844	1.83891	1.187111
	Vt2	5.951002	1.729345	1.106985
4	ML	5.872437	1.809078	1.17588
	IQE	5.528085	1.482992	0.90687
	Vy2	5.504147	1.613538	1.025541
	Vt2	5.553453	1.583618	0.998681
6	ML	4.941436	1.48297	0.91115
	IQE	5.154821	1.332631	0.765474
	Vy2	4.926927	1.392592	0.832335
	Vt2	4.982402	1.380881	0.820738
8	ML	4.03037	1.169833	0.761986
	IQE	4.508515	1.093998	0.666492
	Vy2	4.182309	1.122877	0.711176
	Vt2	4.233676	1.11711	0.704642
10	ML	3.167522	1.029687	0.636187
	IQE	3.676302	0.9831	0.570028
	Vy2	3.354883	1.000019	0.601211
	Vt2	3.394834	0.996497	0.597246
12	ML	2.839569	0.907418	0.587556
	IQE	3.291117	0.880441	0.53452
	Vy2	3.011764	0.889301	0.559706
	Vt2	3.040498	0.887153	0.556929

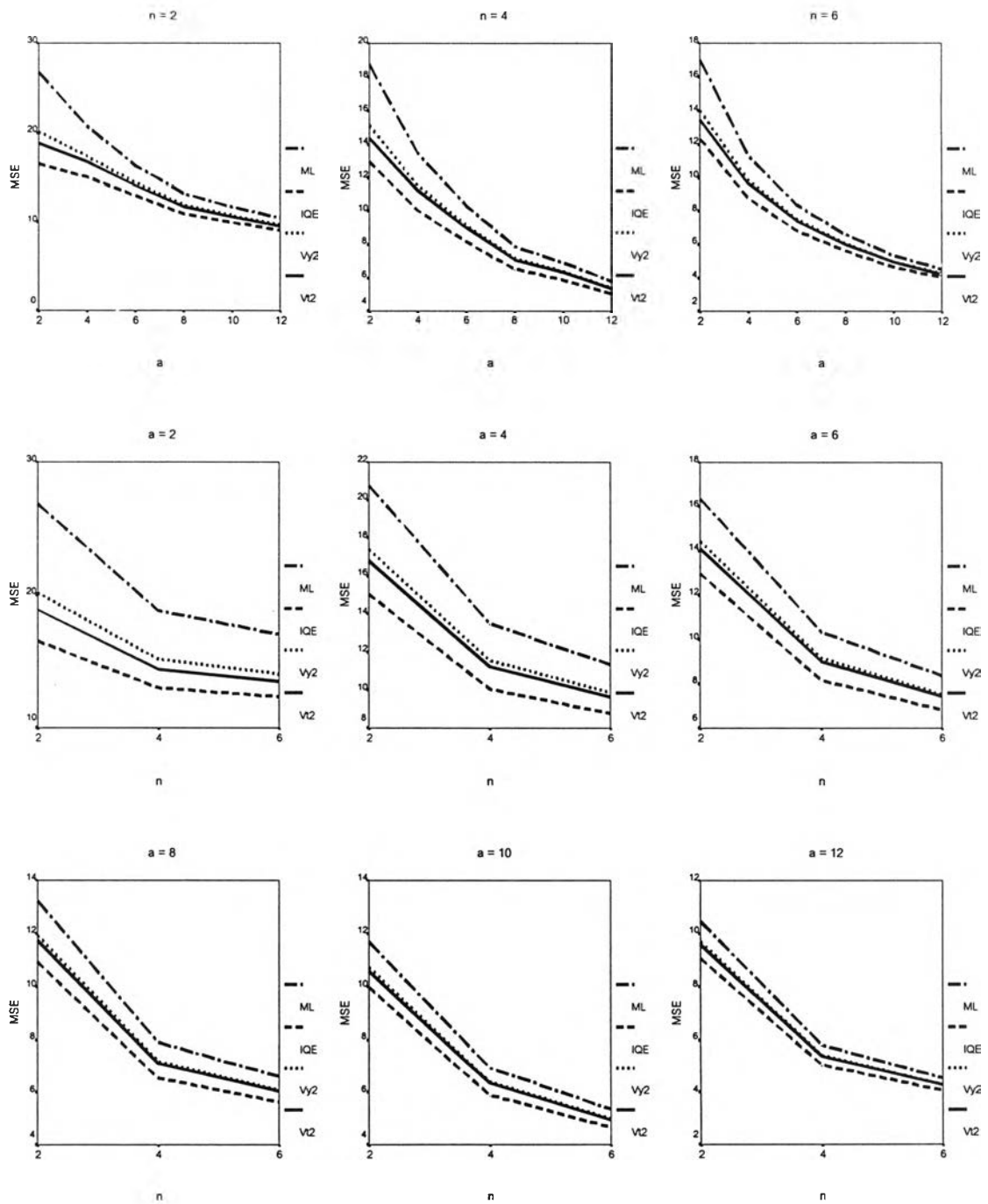
รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_{τ}^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$



ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$

a	n	2	4	6
2	ML	26.81642	18.787957	17.037549
	IQE	16.508887	12.986688	12.336861
	Vy2	20.135719	15.149508	14.034254
	Vt2	18.849345	14.388062	13.464445
4	ML	20.773292	13.498761	11.331123
	IQE	15.040404	10.048293	8.773322
	Vy2	17.399342	11.562791	9.855333
	Vt2	16.790589	11.24722	9.654645
6	ML	16.34893	10.337834	8.365224
	IQE	12.964336	8.160934	6.831619
	Vy2	14.425459	9.163046	7.513595
	Vt2	14.083045	9.016434	7.427593
8	ML	13.225749	7.901587	6.610028
	IQE	10.927035	6.548088	5.615572
	Vy2	11.937803	7.187153	6.069075
	Vt2	11.72015	7.112669	6.025711
10	ML	11.691161	6.939211	5.339138
	IQE	9.984745	5.882747	4.655855
	Vy2	10.742753	6.387993	4.971357
	Vt2	10.59384	6.340072	4.947542
12	ML	10.461543	5.810793	4.528913
	IQE	9.06304	5.04803	4.043844
	Vy2	9.691505	5.415768	4.269756
	Vt2	9.58058	5.386386	4.255637

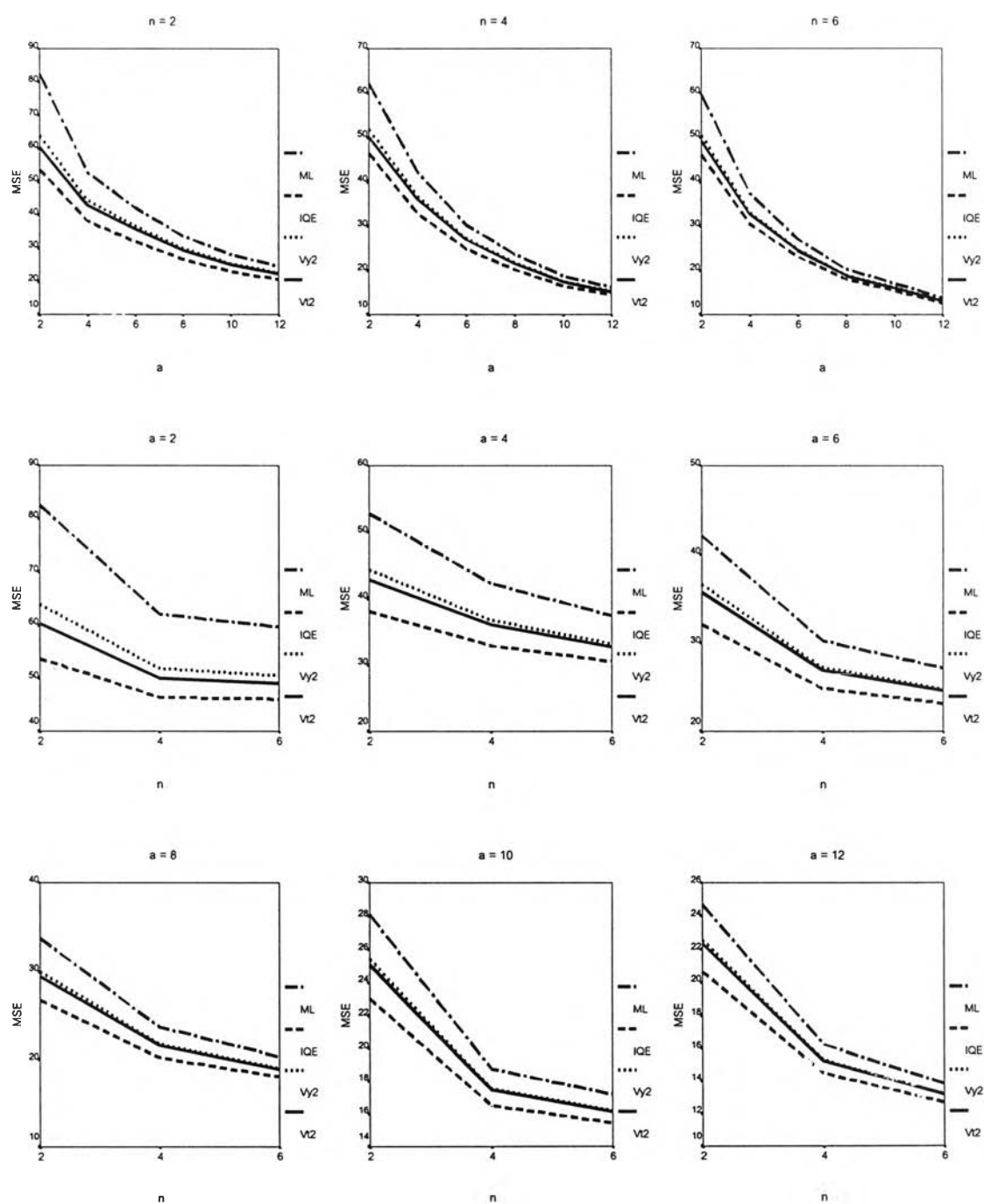
รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_t^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$



ตารางที่ 4.18 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_{τ}^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$

a	n	2	4	6
2	ML	82.496256	62.119073	59.650287
	IQE	53.724478	46.413562	46.076903
	Vy2	63.910169	51.856184	50.468399
	Vt2	60.371612	50.012989	49.086698
4	ML	52.78336	42.310742	37.448458
	IQE	38.114717	32.928462	30.565029
	Vy2	44.388993	36.7906	33.201512
	Vt2	42.809086	36.092295	32.774248
6	ML	42.101289	30.302929	27.154171
	IQE	32.093935	24.86852	23.174699
	Vy2	36.63831	27.230378	24.791847
	Vt2	35.744014	26.94453	24.621644
8	ML	33.755565	23.718068	20.353281
	IQE	26.742251	20.224365	18.023636
	Vy2	30.008153	21.785226	18.989708
	Vt2	29.46991	21.643897	18.915605
10	ML	28.090729	18.757326	17.157241
	IQE	23.037448	16.493147	15.423784
	Vy2	25.42671	17.517565	16.160597
	Vt2	25.094105	17.444488	16.1168
12	ML	24.683601	16.244325	13.814571
	IQE	20.638168	14.469615	12.639651
	Vy2	22.569811	15.281677	13.141
	Vt2	22.335137	15.235118	13.116689

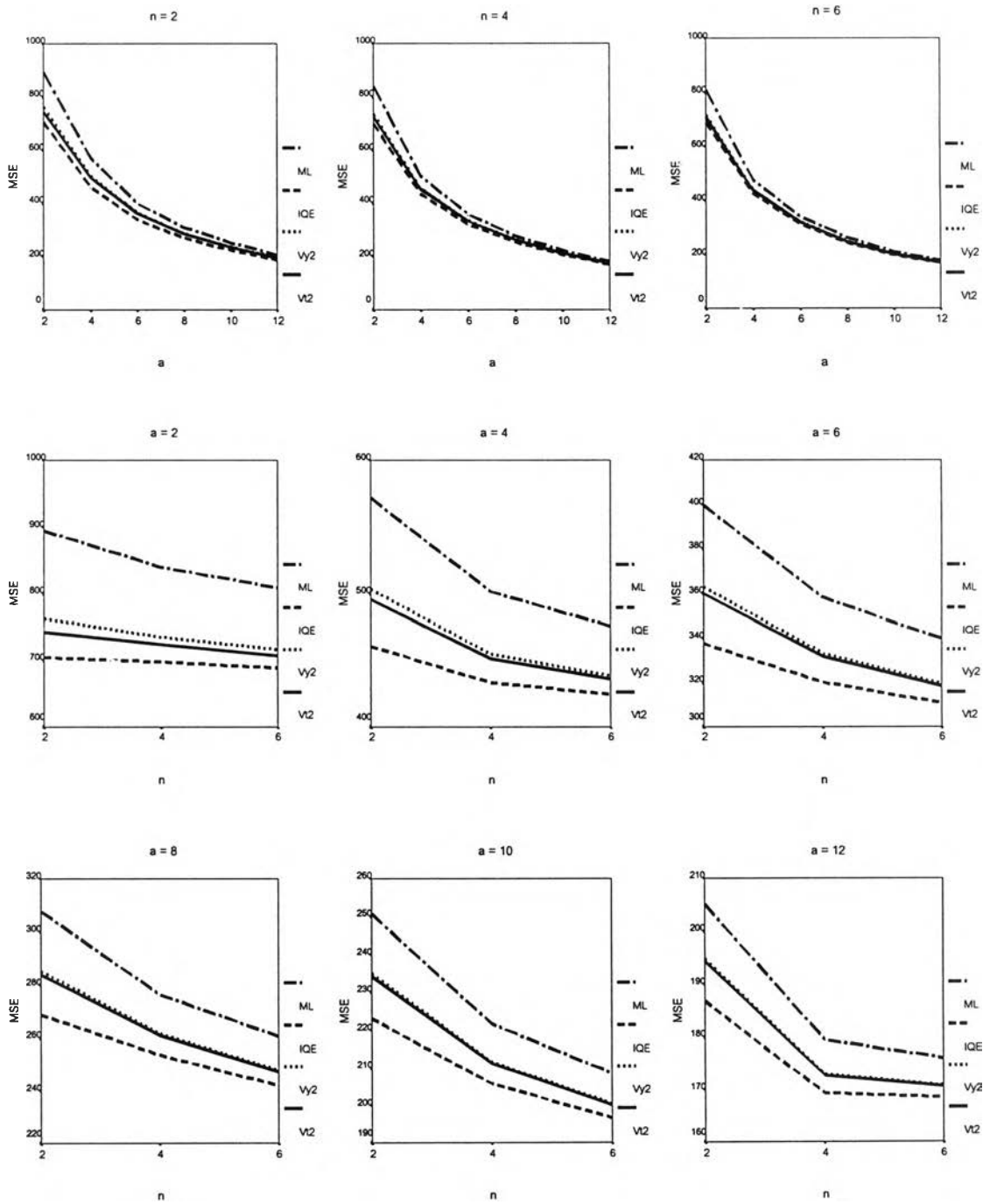
รูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ_c^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$



ตารางที่ 4.19 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$

a	n	2	4	6
2	ML	894.021367	839.63605	808.669111
	IQE	704.523201	698.192336	689.031944
	Vy2	762.625628	735.331749	716.723277
	Vt2	743.073078	723.828913	708.065008
4	ML	571.648727	501.507378	475.919502
	IQE	460.946487	433.470639	424.914757
	Vy2	503.493656	455.029157	438.68928
	Vt2	495.667243	451.73702	436.508217
6	ML	399.470632	358.205746	339.751511
	IQE	337.615888	320.153321	310.841851
	Vy2	363.017393	333.187589	319.462721
	Vt2	359.967388	331.911138	318.568547
8	ML	307.79294	276.430079	260.601896
	IQE	268.719247	253.712843	241.898564
	Vy2	285.292899	261.697642	247.795885
	Vt2	283.867298	261.126863	247.343817
10	ML	250.752797	221.648759	208.543295
	IQE	223.075951	205.774567	196.56344
	Vy2	235.076883	211.514927	200.336858
	Vt2	234.281343	211.189666	200.103024
12	ML	205.158858	179.50683	175.979653
	IQE	186.784707	169.318262	168.448887
	Vy2	194.813981	172.928433	170.706296
	Vt2	194.383973	172.75757	170.587518

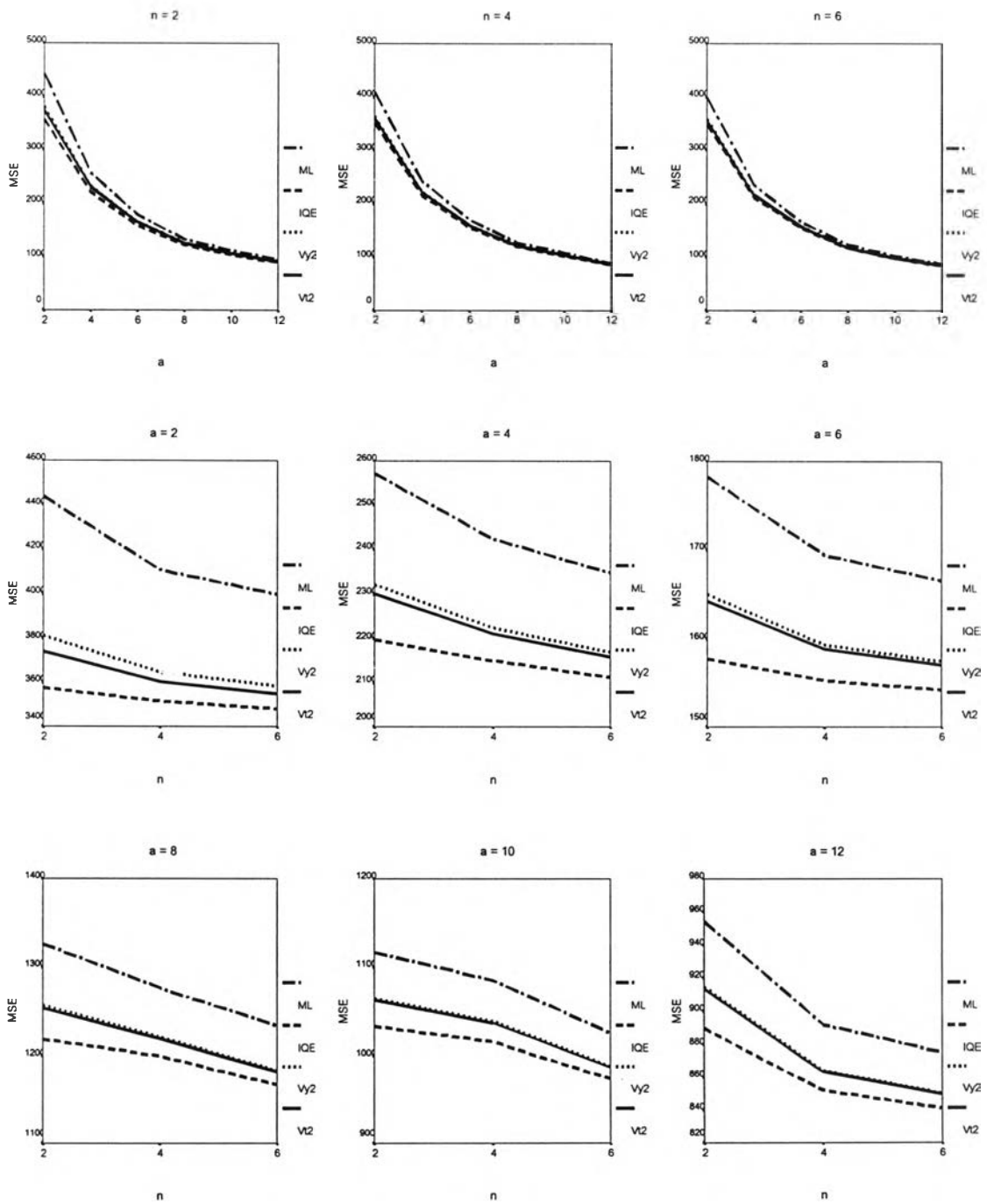
รูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$



ตารางที่ 4.20 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

a	n	2	4	6
2	ML	4436.09014	4107.302996	3998.075853
	IQE	3575.323744	3514.954491	3480.562596
	Vy2	3812.843047	3647.797924	3583.308681
	Vt2	3739.32577	3605.664119	3549.074418
4	ML	2571.737522	2423.839457	2348.480842
	IQE	2198.260468	2150.164764	2112.66888
	Vy2	2322.16483	2224.724673	2169.904654
	Vt2	2302.090556	2212.605592	2159.795544
6	ML	1782.007528	1694.359993	1665.744958
	IQE	1577.612335	1552.559756	1542.297082
	Vy2	1650.285521	1593.510321	1574.418314
	Vt2	1642.810374	1589.021613	1570.559241
8	ML	1326.562872	1276.746533	1233.834263
	IQE	1219.01949	1200.001518	1166.60084
	Vy2	1257.213494	1221.459498	1183.159885
	Vt2	1254.348178	1219.623286	1181.544327
10	ML	1117.091535	1085.177178	1025.684114
	IQE	1033.338108	1016.005462	973.560109
	Vy2	1064.816514	1038.794096	988.129362
	Vt2	1063.016232	1037.356708	987.067047
12	ML	954.142123	891.989715	875.159175
	IQE	889.685307	851.994639	840.85943
	Vy2	914.636133	864.117784	850.060797
	Vt2	913.467458	863.442985	849.478193

รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณ σ^2 ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$



4.2 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐาน

ผลการวิจัยแสดงไว้ดังตารางและรูปที่ 4.21 - 4.25 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานจำแนกตามค่า k สรุปผลได้ดังนี้

สำหรับ $k = 0.1, 0.5, 1, 4$ และ 9 แสดงในตารางและรูปที่ 4.21 - 4.25 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $k = 0.1, a = 4$ เมื่อ $n = 2, 4$ และกรณี $a = 6, 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ พบว่าตัวประมาณ ML เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ IQE และ REML ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 2 และ 3 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $k = 0.1, a = 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2$

กรณีศึกษาอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ IQE เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ ML และ REML ตามลำดับ

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1

ผลการวิจัยแสดงไว้ดังตารางและรูปที่ 4.26 - 4.30 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 ซึ่งเป็นการเฉลี่ยค่าตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนของวิธีพื้นฐาน 3 วิธี คือ ML, IQE และ REML จำแนกตามค่า k สรุปผลได้ดังนี้

สำหรับ $k = 0.1$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.26 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2$ พบว่าตัวประมาณ Vy_1 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ VW_1, EQ_1 และ LA_1 ตามลำดับ

กรณีอื่นๆ พบว่า ตัวประมาณ VW_1 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด สำหรับลำดับรองลงมาสามารถแยกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

- กรณี $a = 2, 4, 6$ เมื่อ $n = 2$, กรณี $a = 2, 4, 6, 10, 12$ เมื่อ $n = 4$ และกรณี $a = 2, 4$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ Vy_1, LA_1 และ EQ_1 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$

- กรณี $a = 8$ เมื่อ $n = 4$ และกรณี $a = 6, 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ LA_1, Vy_1 และ EQ_1 ตามลำดับ

สำหรับ $k = 0.5, 1, 4$ และ 9 แสดงในตารางและรูปที่ 4.27 – 4.30 สามารถสรุปผลได้ดังนี้
กรณี $a = 2, 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณ VV_1 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด สำหรับลำดับรองลงมาสามารถแยกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

- กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และ กรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ Vy_1, LA_1 และ EQ_1 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 4, 6$

- กรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 2, 4$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ LA_1, Vy_1 และ EQ_1 ตามลำดับ

กรณี $k = 9$, $a = 8$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณ VV_1 ที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ LA_1, Vy_1 และ EQ_1 ตามลำดับ (ค่า MSE ของ VV_1 และ LA_1 ต่างกันน้อยมาก)

สำหรับกรณีศึกษาอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA_1 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ VV_1, Vy_1 และ EQ_1 ตามลำดับ

โดยสรุปพบว่า กรณี k มีค่าน้อย โดยเฉพาะ $k = 0.1$ ตัวประมาณ Vy_1 มีค่า MSE น้อยที่สุดเมื่อจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) มีค่าน้อยโดยเฉพาะ $n = 2$ และจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a)มีค่ามาก โดยเฉพาะ $a = 8, 10, 12$ สำหรับกรณีอื่นตัวประมาณ VV_1 มีค่า MSE ต่ำที่สุด

กรณีที่ k มากขึ้นผลที่ได้สอดคล้องกันคือตัวประมาณ VV_1 มีค่า MSE น้อยกว่าตัวประมาณอื่น เมื่อจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a)น้อย เมื่อจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a)เพิ่มขึ้น จะเหมาะสมเฉพาะกรณีจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n)มากพอ สำหรับกรณีอื่นตัวประมาณ LA_1 จะมีค่า MSE ต่ำกว่า

4.2.3 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2

ผลการวิจัยแสดงไว้ดังตารางและรูปที่ 4.31 - 4.35 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นการเฉลี่ยค่าตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนของวิธีพื้นฐาน 2 วิธี คือ ML และ IQE จำแนกตามค่า k สรุปผลได้ดังนี้

สำหรับ $k = 0.1$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.31 พบว่าแต่ละกรณีค่า MSE ของวิธีการเฉลี่ยแต่ละวิธีมีความแตกต่างกันน้อย โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2, 4, 6$ เมื่อ $n = 2$ พบว่าตัวประมาณ LA2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ Vy2, EQ2 และ VV2 ตามลำดับ

กรณี $a = 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2$ พบว่าตัวประมาณ Vy2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด รองลงมาคือ EQ2, VV2 และ LA2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 8$ เมื่อ $n = 2$

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ VV2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด สำหรับลำดับรองลงมาสามารถแยกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

- กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 4$ และกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4, 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ LA2, EQ2 และ Vy2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 4$

- กรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 4, 6$ และกรณี $a = 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ EQ2, Vy2 และ LA2 ตามลำดับ

- กรณี $a = 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 4$ และกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ Vy2, EQ2 และ LA2 ตามลำดับ

สำหรับ $k = 0.5$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.32 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4, 6$ พบว่าตัวประมาณ VV2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด สำหรับลำดับรองลงมาสามารถแยกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

- กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ Vy_2 , LA_2 และ EQ_2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$

- กรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4, 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ LA_2 , Vy_2 และ EQ_2 ตามลำดับ

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA_2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ VV_2 , Vy_2 และ EQ_2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 6, 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2$

สำหรับ $k = 1$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.33 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2, 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 2$ พบว่าตัวประมาณ VV_2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด สำหรับลำดับรองลงมาสามารถแยกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

- กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ Vy_2 , LA_2 และ EQ_2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$

- กรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 6$ เมื่อ $n = 2$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ LA_2 , Vy_2 และ EQ_2 ตามลำดับ

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA_2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ VV_2 , Vy_2 และ EQ_2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 10, 12$ เมื่อ $n = 2$

สำหรับ $k = 4$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.34 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2, 4$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ พบว่าตัวประมาณ VV_2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดสำหรับลำดับรองลงมาสามารถแยกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

- กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 6$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ Vy_2 , LA_2 และ EQ_2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$

- กรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 2, 4$ พบว่าตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ LA_2 , Vy_2 และ EQ_2 ตามลำดับ

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมา คือ VV2, Vy2 และ EQ2 ตามลำดับ

สำหรับ $k = 9$ แสดงในตารางและรูปที่ 4.35 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$ และกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4, 6$ พบว่าตัวประมาณ VV2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมาคือ Vy2, LA2 และ EQ2 ตามลำดับซึ่งลำดับที่ 2 และ 3 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4$ และลำดับที่ 3 และ 4 มีการสลับตำแหน่งกันในกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$

กรณีอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ LA2 เป็นตัวประมาณที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดรองลงมา คือ VV2, Vy2 และ EQ2 ตามลำดับ

โดยสรุปจากตารางและรูปที่ 4.26 - 4.35 ทำให้ทราบว่าสำหรับทุกกรณีศึกษาค่า MSE ของตัวประมาณโดยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 น้อยกว่าวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 ดังนั้นในการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน จึงเลือกตัวประมาณด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นการเฉลี่ยค่าตัวประมาณ 2 วิธี คือ ML และ IQE โดยพบว่าตัวประมาณที่มีความโดดเด่นในกลุ่มตัวประมาณนี้ มี 3 ตัวคือ Vy2, VV2 และ LA2 ในกรณีดังนี้

กรณี k น้อยๆ ซึ่งได้แก่ $k = 0.1$ เมื่อกรณีจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย (n) มีค่าน้อยแต่ จำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) มีค่ามาก ตัวประมาณ Vy2 มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณอื่น ซึ่งได้แก่ กรณี $a = 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2$ สำหรับกรณีที่จำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย (n) และ จำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) มีค่าน้อย ตัวประมาณ LA2 มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณอื่น ซึ่งได้แก่ กรณี $a = 2, 4, 6$ เมื่อ $n = 2$ และอันดับรองลงมาคือตัวประมาณ Vy2 เสมอ ในกรณีจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย (n) มากสำหรับทุกระดับของจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) พบว่าตัวประมาณ VV2 มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณอื่น

สำหรับกรณี k มากซึ่งได้แก่ $k = 0.5, 1, 4, 9$ พบว่าตัวประมาณ VV2 มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณอื่น เมื่อจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) น้อยๆ เมื่อจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) เพิ่มขึ้น จะเหมาะสมเฉพาะกรณีจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย (n) มากพอ และเมื่อจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) มาก สำหรับทุกระดับของจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย (n) ตัวประมาณ LA2 จะเข้ามาโดดเด่นแทนที่โดยมีข้อ

สังเกตว่ากรณีที่ตัวประมาณ LA2 เป็นตัวประมาณที่มีค่า MSE ต่ำที่สุด อันดับรองลงมาคือตัวประมาณ VV2 เสมอ

เนื่องจากวิธี LA2 เป็นการหาค่าถ่วงน้ำหนักโดยการเฉลี่ยค่าถ่วงน้ำหนัก จาก 5 กรณีคือ เมื่อ $\sigma_t^2 = 0.8, 4, 8, 32$ และ 72 (กำหนดจากค่า $k = 0.1, 0.5, 1, 4$ และ 9 ตามลำดับ) เพื่อให้ได้ค่าคงที่ที่ใช้เฉพาะกรณีจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง = a และจำนวนค่าสังเกตใดแต่ระดับของปัจจัย = n ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ซึ่งอาจเป็นวิธีการถ่วงน้ำหนักที่ไม่ดีนักสำหรับการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนในกรณีทั่วไป ดังนั้นกรณีที่ LA2 มีค่า MSE ต่ำสุดจะเลือกตัวประมาณที่มีค่า MSE ที่ต่ำรองลงมาแทนที่ ซึ่งได้แก่ $Vy2$ ในกรณี k น้อย และ $VV2$ ในกรณี k มาก เมื่อได้ตัวประมาณที่ดีที่สุดในกลุ่มการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนในมุมมองของการนำไปใช้ในกรณีทั่วไปซึ่งได้แก่ตัวประมาณ $Vy2$ และ $VV2$ แล้ว ขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการเปรียบเทียบตัวประมาณดังกล่าวกับตัวประมาณพื้นฐานก่อนการถ่วงน้ำหนัก ซึ่งได้แก่ตัวประมาณ ML และ IQE ดังที่ได้แสดงในตารางและรูปที่ 4.36 - 4.40

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้

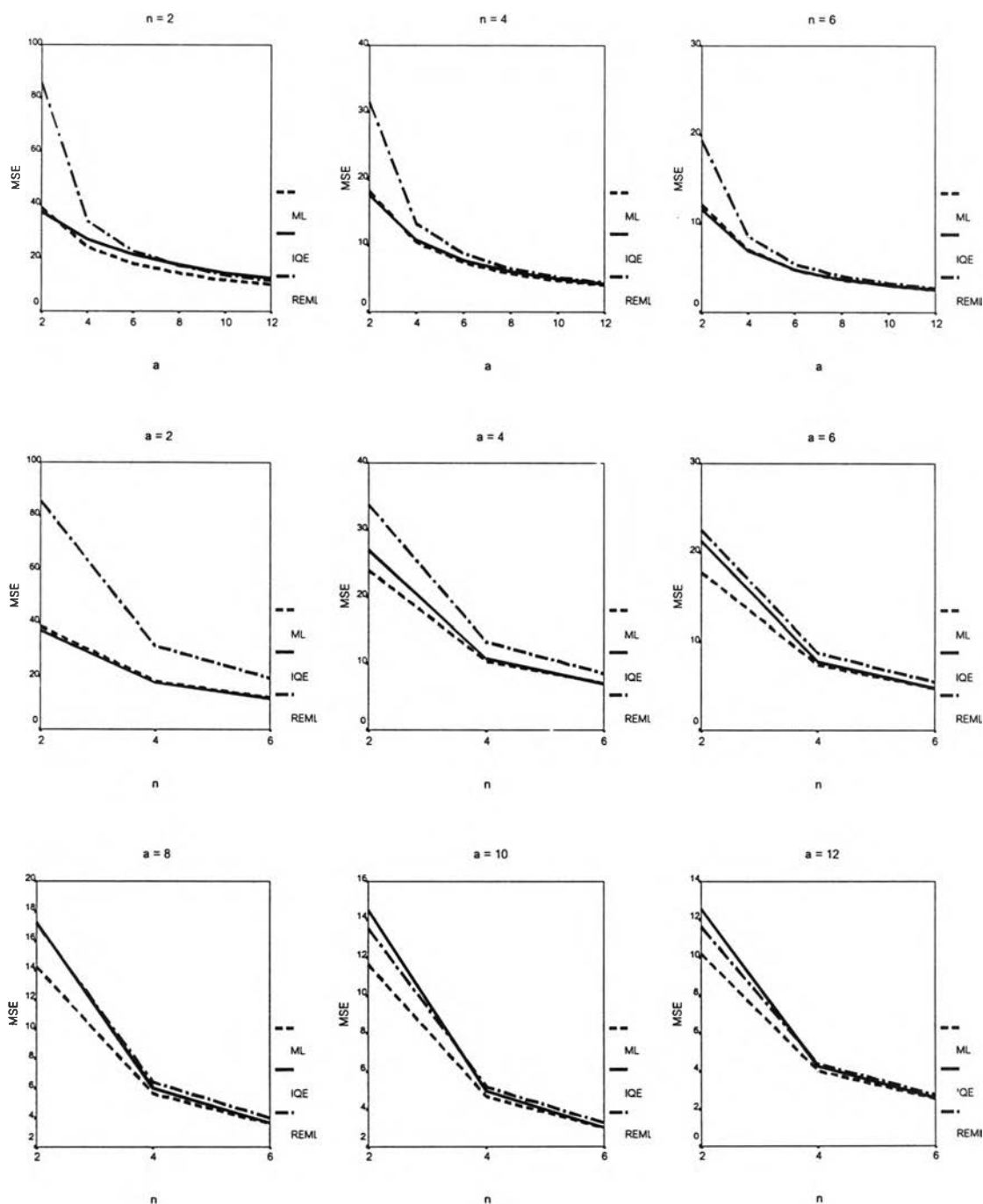
จากผลการวิจัยแสดงได้จดังตารางและรูปที่ 4.36 - 4.40 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีวิธี ML, IQE, $Vy2$ และ $VV2$ ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานและวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามค่า k สรุปผลได้ดังนี้

จากผลที่ทราบมาก่อนหน้าแล้วนั้นคือส่วนมากตัวประมาณ $VV2$ มีค่า MSE ต่ำกว่า $Vy2$ ยกเว้นสำหรับ $k = 0.1$ กรณี $a = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 2$ แต่สิ่งที่ทราบเพิ่มเติมก็คือสำหรับ $k = 0.1$ กรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 2, 4, 6$, กรณี $a = 4$ เมื่อ $n = 4, 6$ และกรณี $a = 6, 8, 10, 12$ เมื่อ $n = 6$ ตัวประมาณ $Vy2$ และ $VV2$ มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณพื้นฐานด้วยวิธี ML และ IQE ยกเว้นกรณี $a = 2$ เมื่อ $n = 6$ ที่ตัวประมาณ $Vy2$ มีค่า MSE สูงกว่าตัวประมาณ IQE เล็กน้อย สำหรับกรณีศึกษาอื่นๆ พบว่าตัวประมาณ $VV2$ มีค่า MSE ต่ำกว่าตัวประมาณ $Vy2$ และตัวประมาณ ทั้ง $VV2$ และ $Vy2$ มีค่า MSE อยู่ระหว่างค่า MSE ของตัวประมาณพื้นฐานด้วยวิธี ML และ IQE และค่อนข้างทางด้านตัวประมาณพื้นฐานที่มีค่า MSE ต่ำกว่าเสมอ

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$

a	n	2	4	6
2	ML	38.871448	18.117271	12.106777
	IQE	37.120962	17.557111	11.542333
	REML	85.532171	31.45328	19.317208
4	ML	23.91698	10.385609	7.014859
	IQE	26.931816	10.707551	6.892068
	REML	33.761331	13.22985	8.526944
6	ML	17.764975	7.393376	4.746132
	IQE	21.270014	7.730875	4.804783
	REML	22.516409	8.730684	5.431908
8	ML	14.21896	5.649979	3.629868
	IQE	17.279079	6.016403	3.665508
	REML	17.158748	6.418536	4.015025
10	ML	11.634967	4.681374	3.042354
	IQE	14.494456	4.959324	3.061202
	REML	13.545777	5.196653	3.284023
12	ML	10.199622	4.006213	2.553503
	IQE	12.545647	4.24819	2.569316
	REML	11.616724	4.37779	2.732089

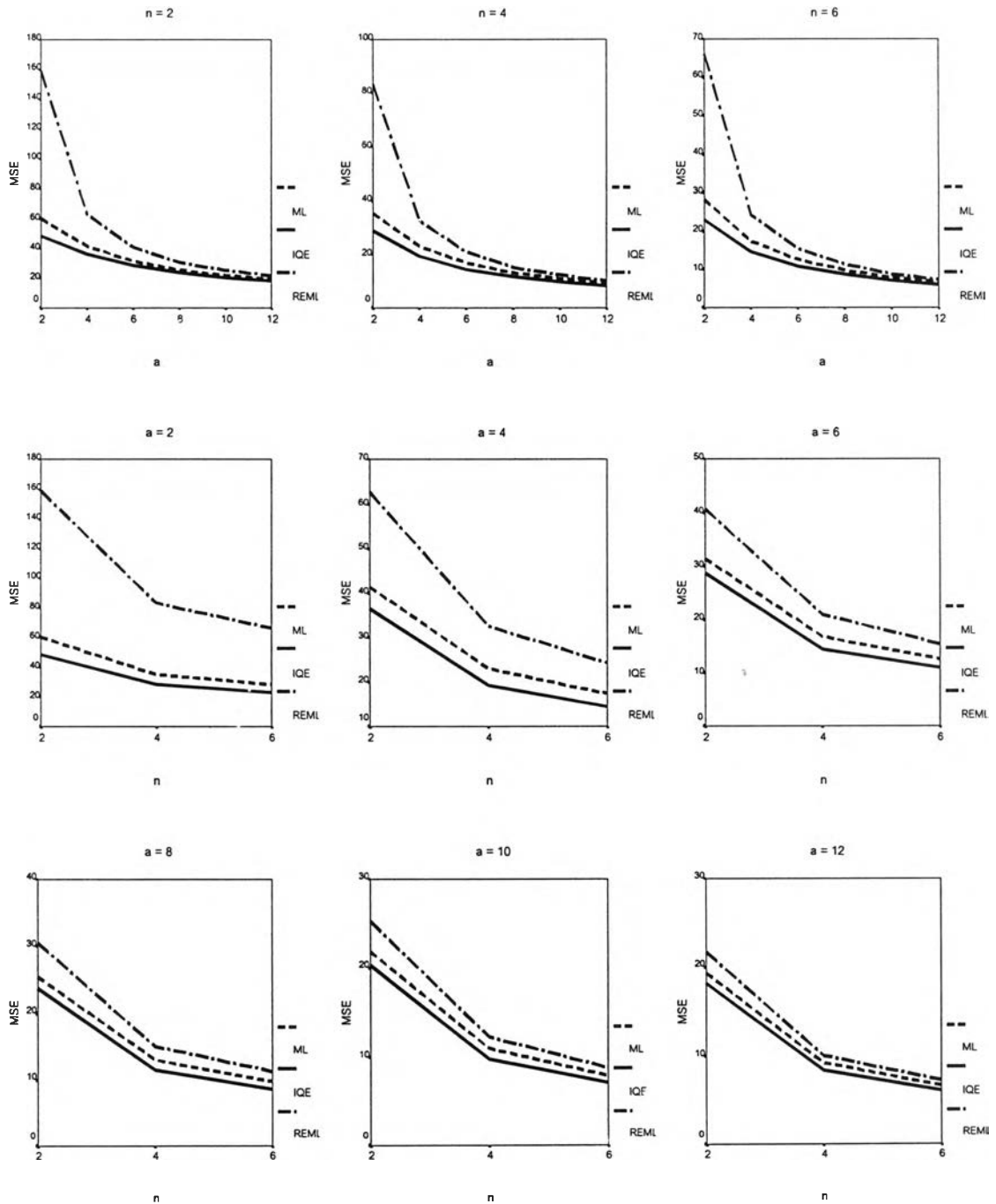
รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$



ตารางที่ 4.22 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$

a	n	2	4	6
2	ML	60.157756	35.182448	28.232928
	IQE	48.511047	28.727103	23.001641
	REML	158.879624	83.2534	66.096324
4	ML	41.361485	22.998051	17.343983
	IQE	36.374699	19.351945	14.521561
	REML	62.745513	32.510748	24.228988
6	ML	31.399297	16.759981	12.572482
	IQE	28.757554	14.392328	10.901572
	REML	40.69446	20.917883	15.411903
8	ML	25.460454	13.054038	9.781644
	IQE	23.656325	11.540678	8.675789
	REML	30.49215	15.052973	11.292569
10	ML	21.836382	11.013949	7.891652
	IQE	20.348382	9.792852	7.131548
	REML	25.225427	12.305295	8.806104
12	ML	19.361565	9.235959	6.674045
	IQE	18.221357	8.379875	6.134104
	REML	21.712106	10.054776	7.249382

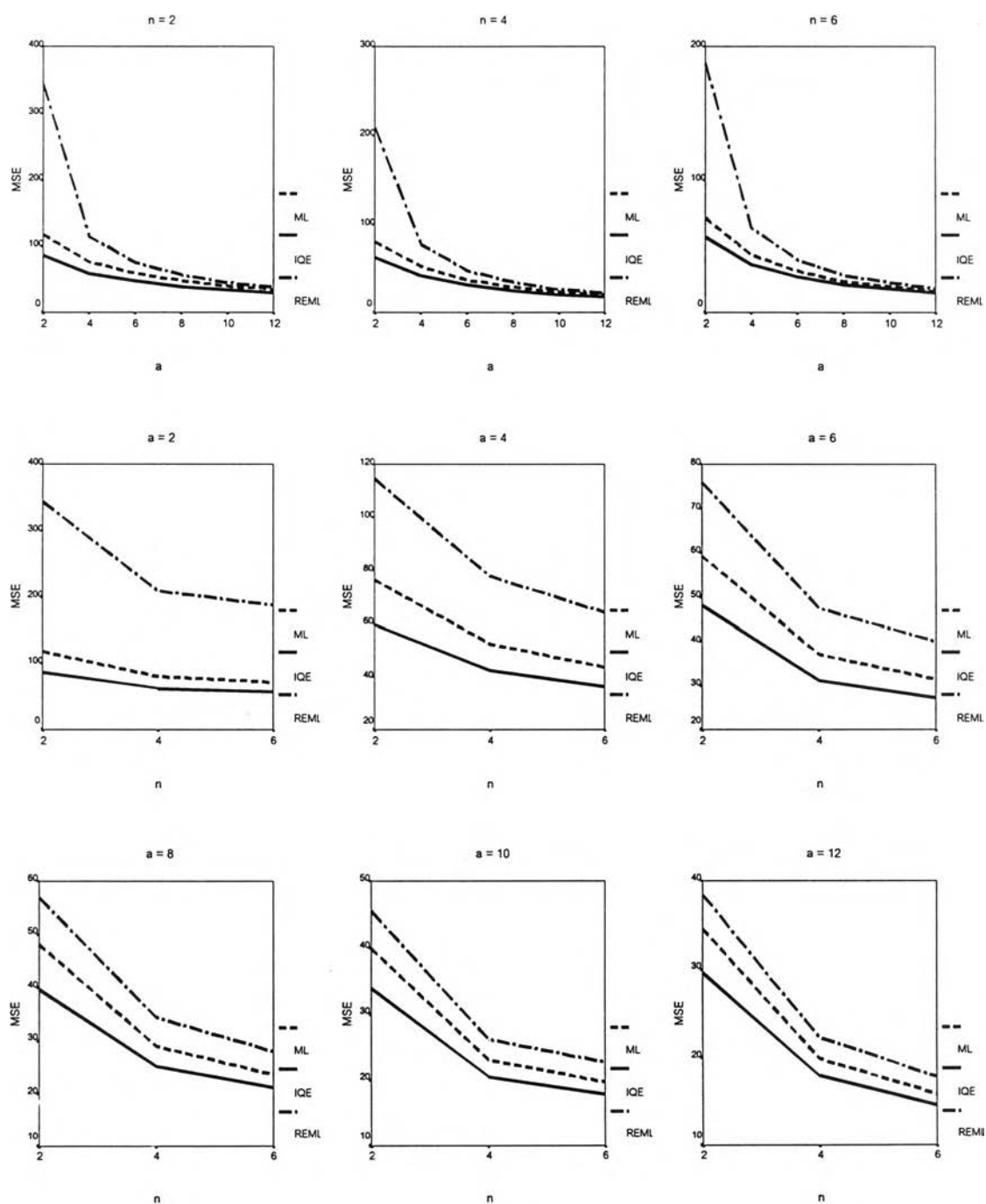
รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$



ตารางที่ 4.23 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$

a	n	2	4	6
2	ML	117.711661	80.088297	71.348584
	IQE	85.727419	62.589464	56.795319
	REML	343.193721	208.772129	187.431034
4	ML	76.341946	52.338165	43.541162
	IQE	59.369885	42.201836	36.22195
	REML	114.552798	77.688562	64.131071
6	ML	59.166387	37.007419	31.390159
	IQE	47.983105	31.120166	27.166834
	REML	75.91663	47.389337	39.963822
8	ML	48.113123	28.979158	23.573814
	IQE	39.671468	25.11276	21.079478
	REML	56.920006	34.385562	27.953541
10	ML	39.870958	23.052121	19.687678
	IQE	33.906442	20.532767	17.843748
	REML	45.482789	26.172628	22.673811
12	ML	34.587465	19.863583	15.879904
	IQE	29.646805	17.905919	14.637372
	REML	38.43025	22.250811	17.840486

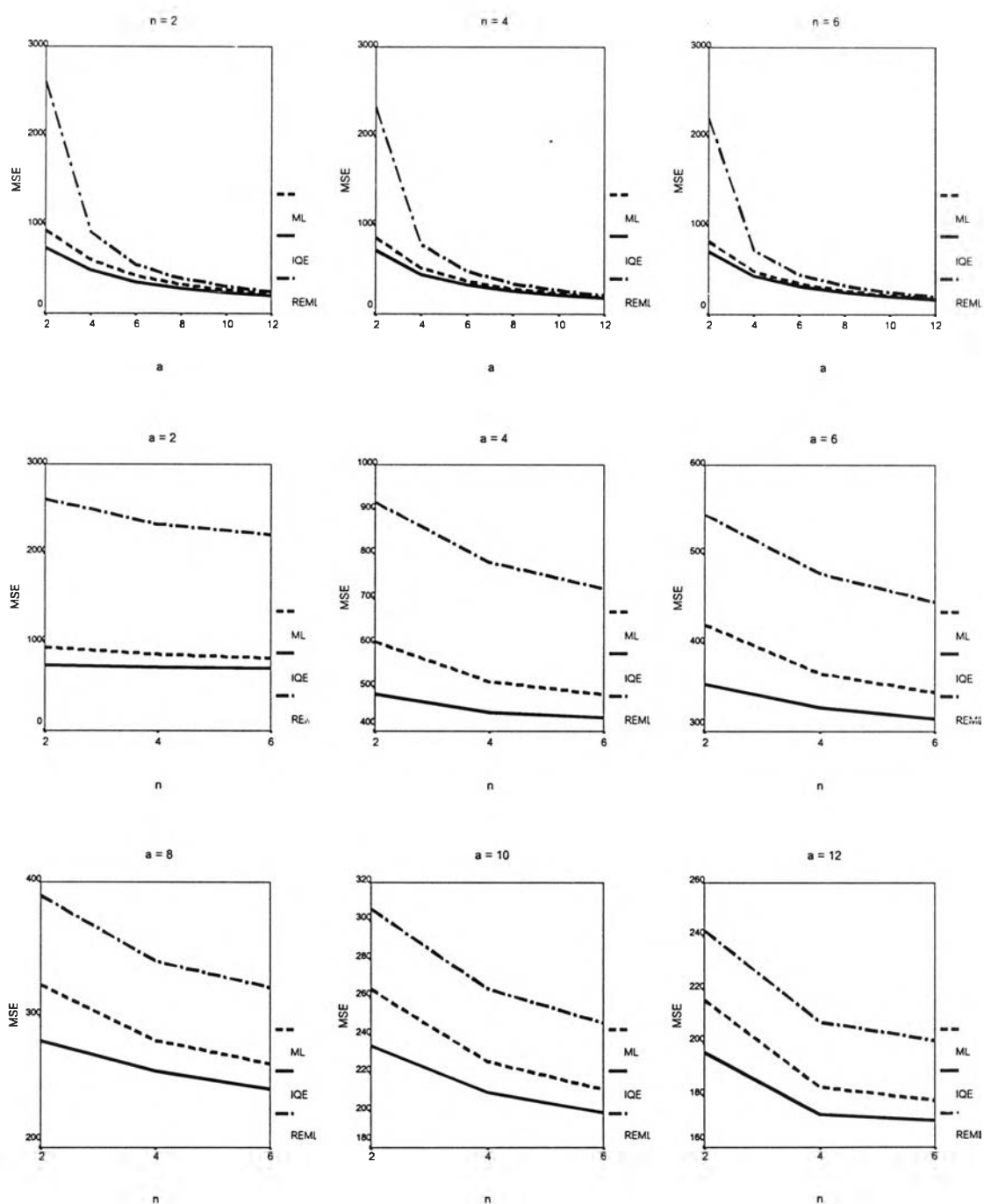
รูปที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$



ตารางที่ 4.24 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$

a	n	2	4	6
2	ML	936.426188	859.042546	820.741434
	IQE	735.946642	714.17413	699.637396
	REML	2605.326921	2322.899214	2206.604189
4	ML	601.456726	511.825331	482.335644
	IQE	482.534401	442.509072	430.745317
	REML	915.297603	779.443003	721.224228
6	ML	420.06525	365.450435	344.000854
	IQE	353.564657	326.687038	314.812663
	REML	543.929161	477.823131	445.923674
8	ML	323.41376	281.676353	263.822463
	IQE	281.45586	258.539315	244.967661
	REML	389.869064	341.07923	321.219562
10	ML	264.007396	225.916449	211.136995
	IQE	234.024732	209.751996	199.063341
	REML	306.146518	264.356371	246.247096
12	ML	216.00724	183.09085	178.149256
	IQE	195.973367	172.717451	170.533158
	REML	242.055529	207.792434	200.528489

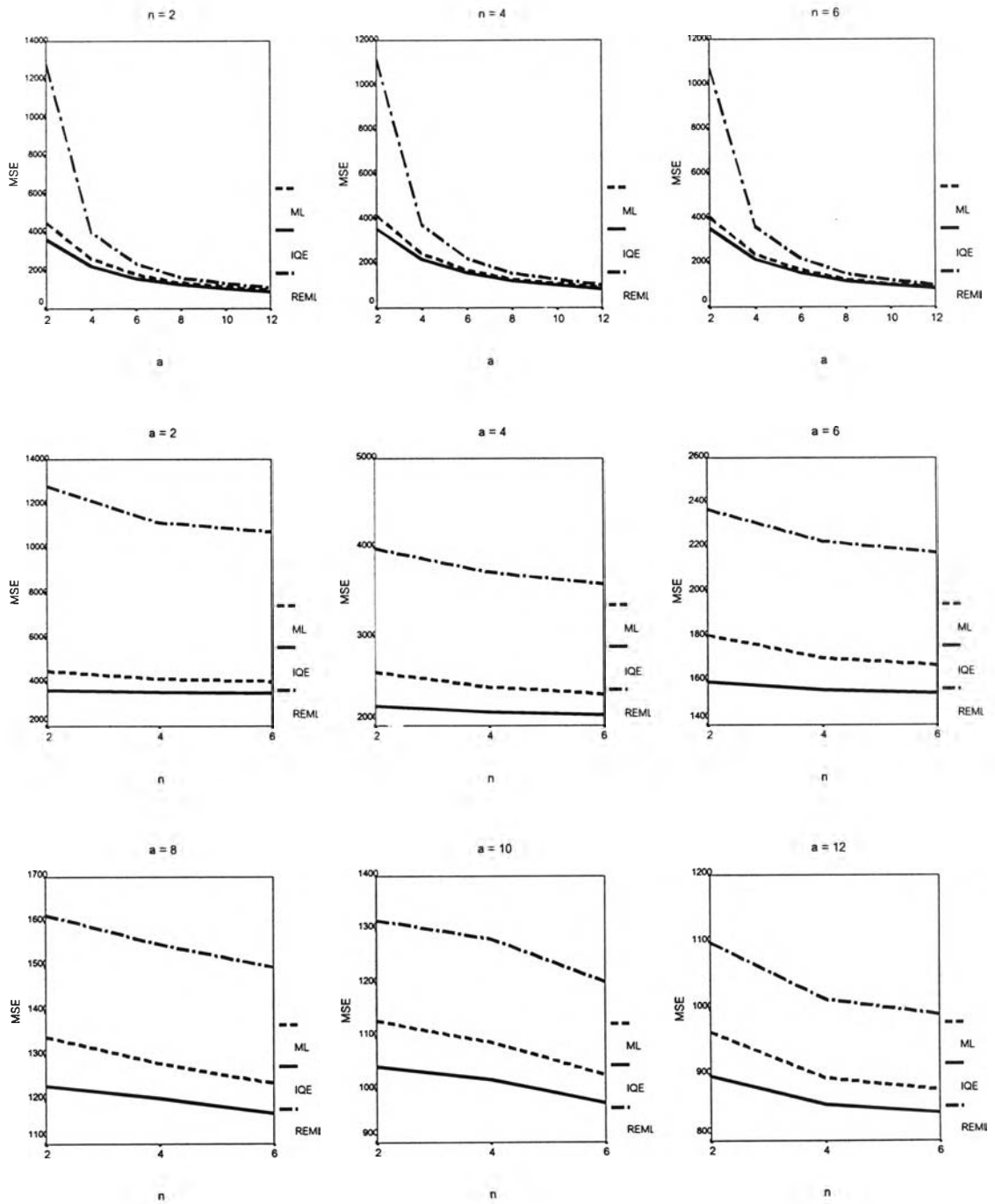
รูปที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ k = 4



ตารางที่ 4.25 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

a	n	2	4	6
2	ML	4485.37225	4127.594207	4010.263235
	IQE	3606.896844	3531.337323	3491.288836
	REML	12790.83494	11138.61711	10712.78037
4	ML	2603.152158	2434.592439	2354.907992
	IQE	2219.60836	2159.452881	2118.554213
	REML	3984.53272	3718.23098	3585.748529
6	ML	1803.107955	1701.465945	1670.033767
	IQE	1593.683702	1559.0297	1546.315679
	REML	2367.606391	2223.492802	2172.483577
8	ML	1342.546373	1282.021151	1236.970622
	IQE	1231.742756	1204.882828	1169.599856
	REML	1614.670347	1549.203592	1498.481203
10	ML	1129.612526	1089.490475	1028.232417
	IQE	1043.83622	1020.046871	975.996046
	REML	1317.219156	1282.988004	1202.282687
12	ML	964.920209	895.448893	877.27176
	IQE	898.880851	855.287219	842.905287
	REML	1098.925289	1014.197651	991.687406

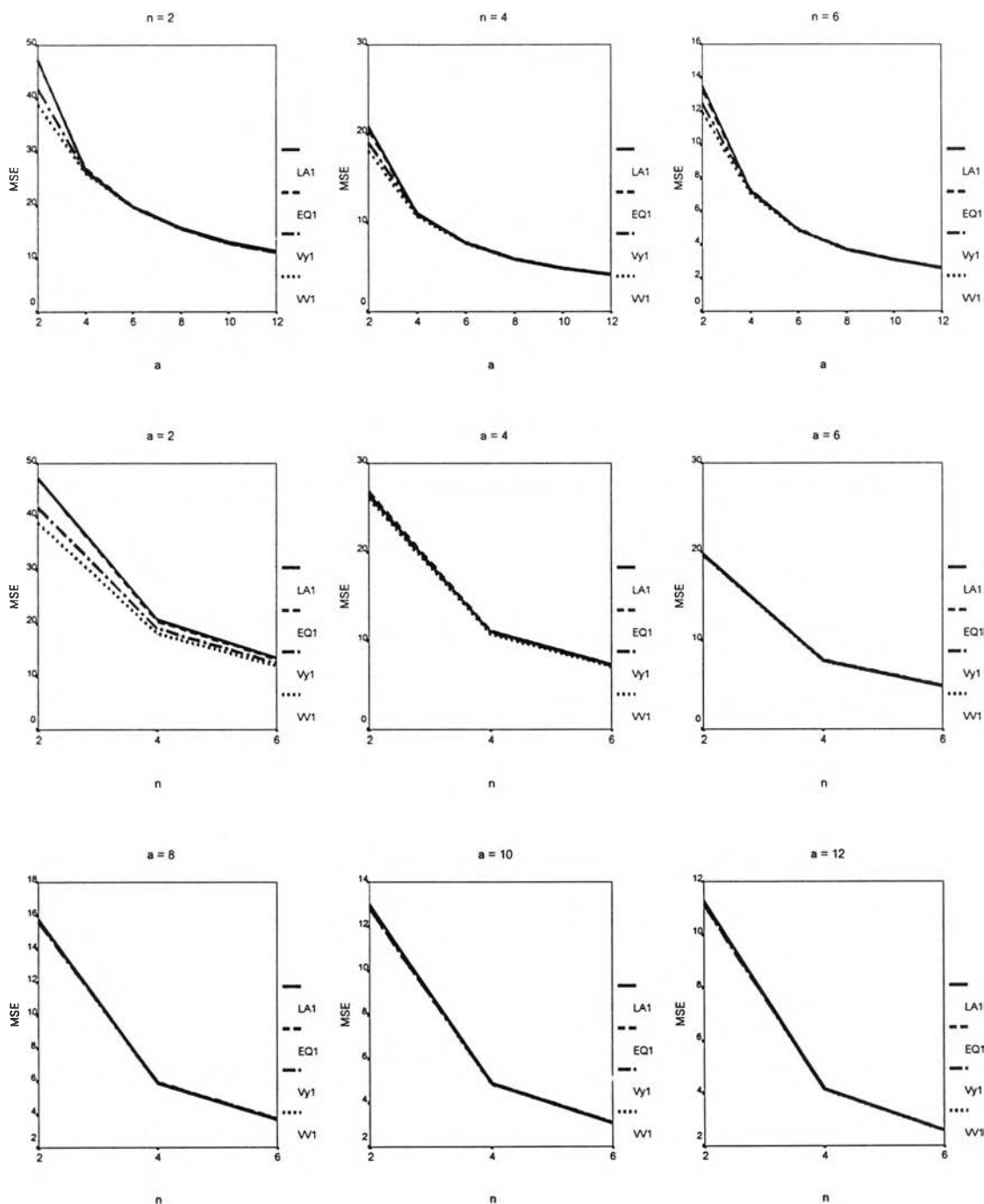
รูปที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีพื้นฐาน ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง (a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$



ตารางที่ 4.26 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$

A	n	2	4	6
2	EQ1	47.151486	20.439025	13.246977
	Vy1	41.727344	19.054173	12.483685
	WV1	38.854763	18.105187	11.943054
	LA1	47.211346	20.789288	13.535342
4	EQ1	26.841731	11.079033	7.283649
	Vy1	26.312459	10.933758	7.198033
	WV1	26.025627	10.724247	7.067111
	LA1	26.538032	11.012076	7.239557
6	EQ1	19.776439	7.781713	4.909943
	Vy1	19.613603	7.7375	4.885965
	WV1	19.597647	7.657808	4.838642
	LA1	19.772415	7.740125	4.882837
8	EQ1	15.705511	5.926516	3.7217
	Vy1	15.627878	5.908925	3.71201
	WV1	15.63875	5.871815	3.688451
	LA1	15.817316	5.901272	3.707874
10	EQ1	12.841068	4.874137	3.097226
	Vy1	12.792242	4.864769	3.092513
	WV1	12.814413	4.843113	3.079313
	LA1	13.004742	4.865772	3.086862
12	EQ1	11.146777	4.159123	2.59536
	Vy1	11.112358	4.153602	2.592415
	WV1	11.125636	4.140061	2.583692
	LA1	11.26906	4.15696	2.589833

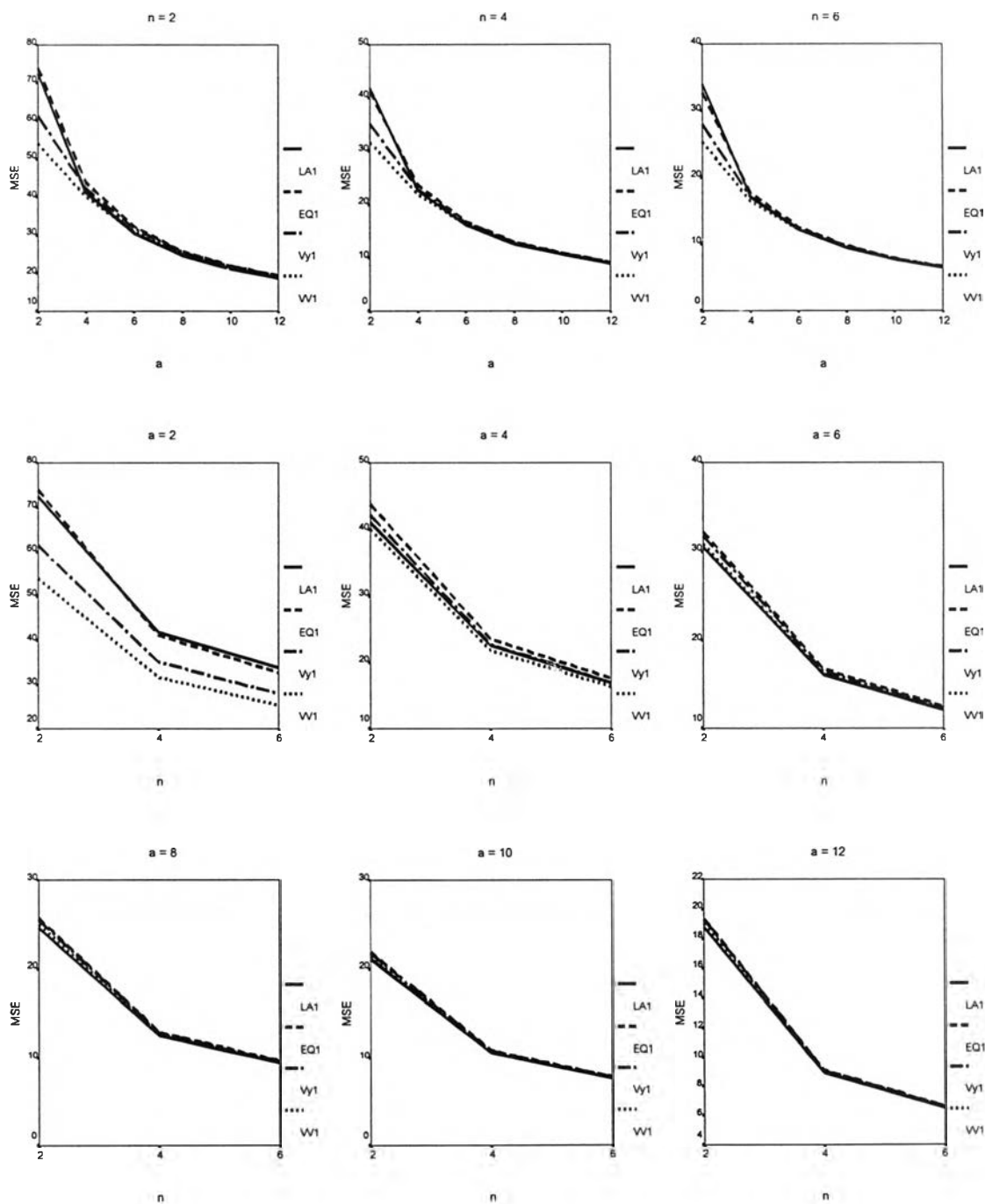
รูปที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$



ตารางที่ 4.27 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$

a	N	2	4	6
2	EQ1	73.935984	41.152749	32.720914
	Vy1	61.40225	35.145926	27.903234
	WV1	54.012922	31.662778	25.343706
	LA1	72.38103	41.891506	33.949945
4	EQ1	43.796316	23.569937	17.619174
	Vy1	42.145407	22.770921	16.999885
	WV1	40.042425	21.818634	16.372503
	LA1	41.062267	22.543866	17.000457
6	EQ1	32.226711	16.781973	12.526558
	Vy1	31.755949	16.520784	12.330482
	WV1	30.869734	16.143617	12.100747
	LA1	30.48354	16.109927	12.139582
8	EQ1	25.707947	12.919521	9.685093
	Vy1	25.52168	12.81971	9.599395
	WV1	25.033486	12.6536	9.493755
	LA1	24.614762	12.493445	9.447723
10	EQ1	21.89351	10.850245	7.800433
	Vy1	21.79697	10.794492	7.756302
	WV1	21.478436	10.695679	7.701027
	LA1	21.092008	10.554341	7.634077
12	EQ1	19.345284	9.098917	6.590901
	Vy1	19.28818	9.06833	6.566319
	WV1	19.070429	9.011623	6.535403
	LA1	18.776484	8.903392	6.483151

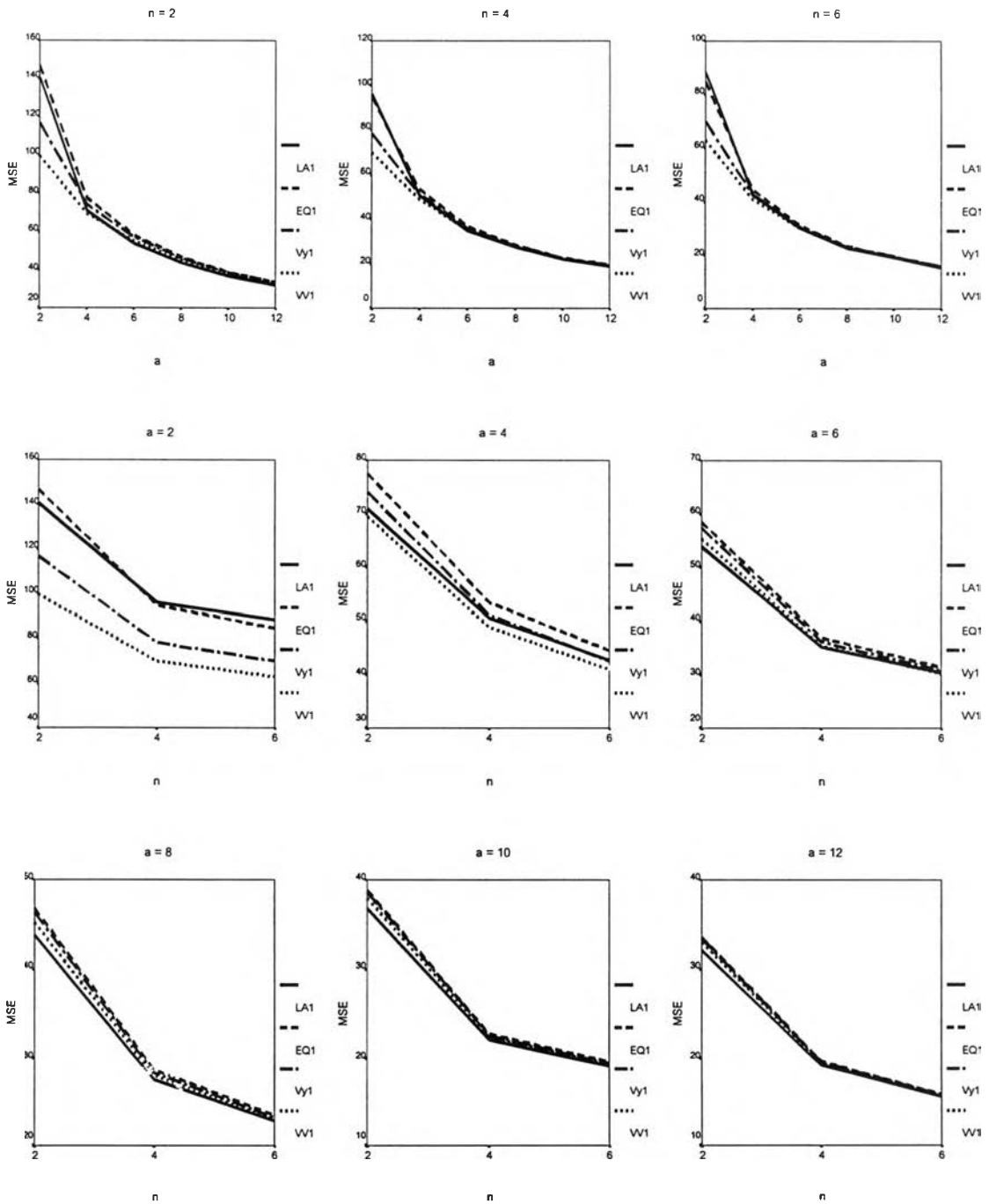
รูปที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$



ตารางที่ 4.28 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$

A	n	2	4	6
2	EQ1	146.762337	94.695112	84.767265
	Vy1	116.561707	78.245488	69.828599
	VV1	99.588869	69.937714	62.907592
	LA1	140.627052	96.113378	88.273947
4	EQ1	77.517477	53.445343	44.485599
	Vy1	74.07944	51.083693	42.556015
	VV1	69.511925	48.810681	40.9466
	LA1	70.895025	50.478412	42.67032
6	EQ1	58.478239	36.915993	31.420237
	Vy1	57.362757	36.172153	30.797083
	VV1	55.349808	35.360662	30.222279
	LA1	53.856203	35.13911	30.331195
8	EQ1	46.79985	28.655135	23.448796
	Vy1	46.325246	28.333914	23.191446
	VV1	45.221385	27.96827	22.950667
	LA1	43.806485	27.503151	22.840964
10	EQ1	38.845079	22.744222	19.588783
	Vy1	38.600528	22.586778	19.44108
	VV1	37.965729	22.406075	19.30051
	LA1	36.784761	22.069744	19.145511
12	EQ1	33.583452	19.652978	15.793977
	Vy1	33.437097	19.549841	15.711468
	VV1	33.008367	19.432145	15.633049
	LA1	32.108911	19.17526	15.528289

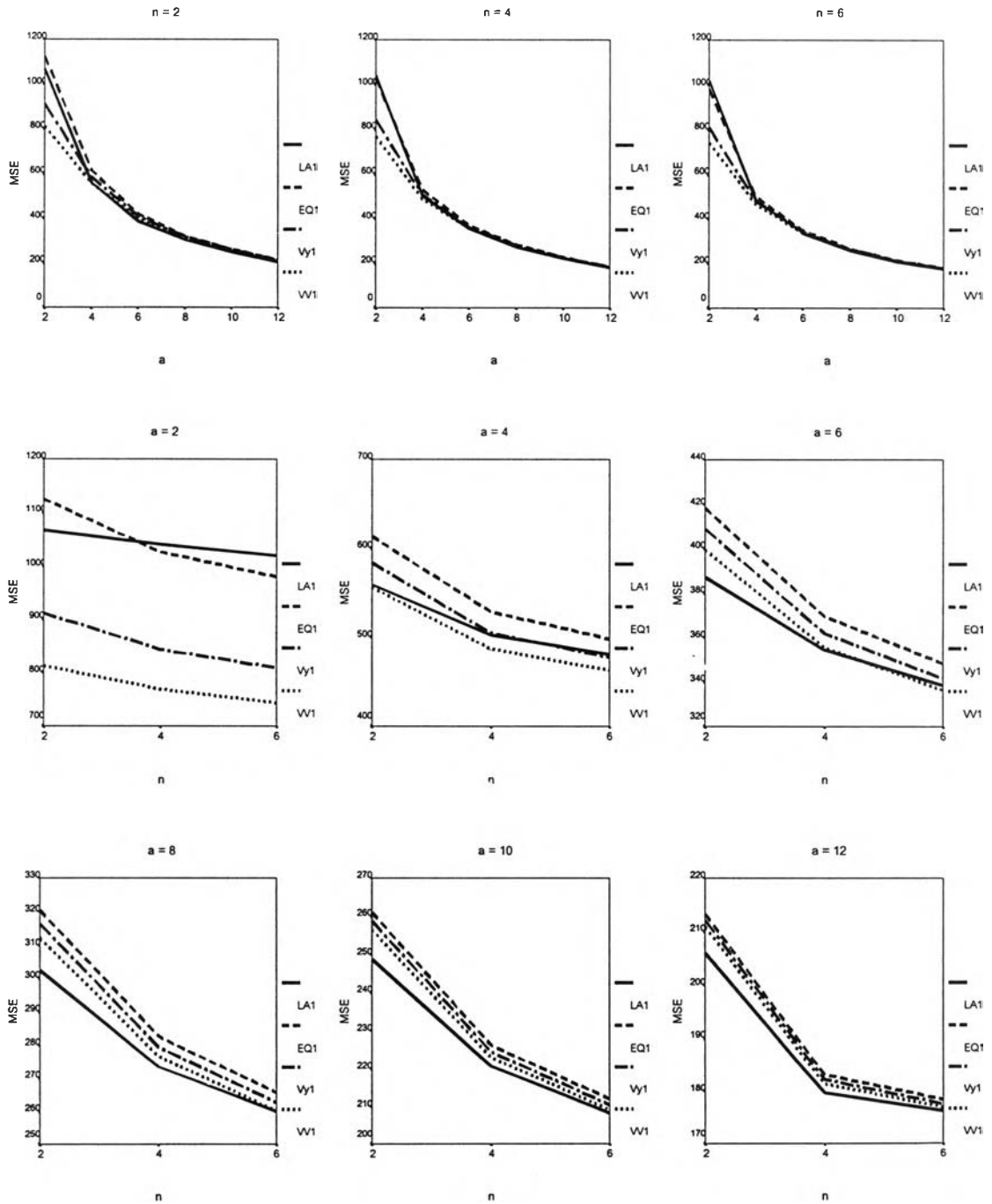
รูปที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$



ตารางที่ 4.29 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$

a	n	2	4	6
2	EQ1	1125.374944	1026.346827	979.691329
	Vy1	910.886073	843.044557	809.271685
	VV1	812.261081	768.579995	743.20411
	LA1	1066.817239	1040.370166	1019.932197
4	EQ1	613.516877	528.655699	497.954833
	Vy1	583.428617	504.677518	477.367483
	VV1	556.195676	486.926442	462.858149
	LA1	559.125747	502.175979	480.92615
6	EQ1	418.141076	369.495904	348.343273
	Vy1	408.921407	361.843761	341.711721
	VV1	399.517493	355.493427	336.366591
	LA1	387.144588	354.381232	338.569665
8	EQ1	320.36424	282.701231	265.587215
	Vy1	316.331378	279.468398	262.603631
	VV1	312.091236	276.701419	260.062624
	LA1	302.328469	273.520847	259.888046
10	EQ1	261.063609	226.295821	211.845345
	Vy1	258.888159	224.558106	210.344312
	VV1	256.560095	223.029117	209.039693
	LA1	248.813715	220.658153	208.102505
12	EQ1	213.366373	183.07631	178.343405
	Vy1	212.199931	182.137083	177.538149
	VV1	210.954451	181.310009	176.840964
	LA1	205.970369	179.652277	176.213372

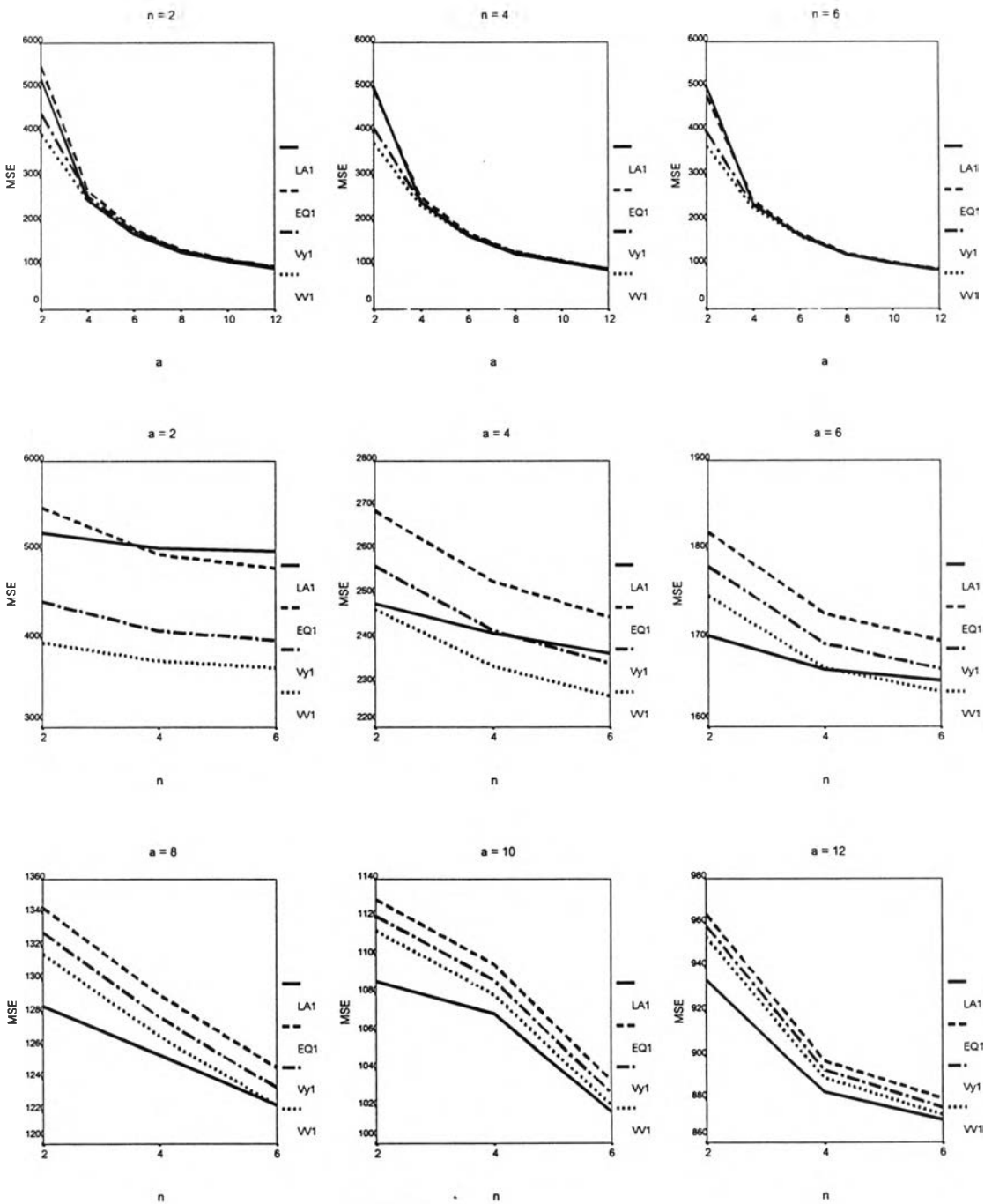
รูปที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$



ตารางที่ 4.30 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

a	n	2	4	6
2	EQ1	5478.245575	4948.917744	4791.342235
	Vy1	4411.489432	4085.395571	3978.841922
	WV1	3952.848485	3747.658384	3670.381814
	LA1	5187.964939	5021.042945	4988.460607
4	EQ1	2688.119131	2528.504548	2447.657766
	Vy1	2563.011996	2417.712764	2344.082949
	WV1	2465.500804	2337.469146	2269.867299
	LA1	2477.777112	2412.049322	2366.543413
6	EQ1	1819.61561	1727.141014	1696.496175
	Vy1	1780.762659	1693.651642	1665.079333
	WV1	1747.106908	1666.20386	1639.405586
	LA1	1701.986148	1664.22795	1652.247341
8	EQ1	1342.937778	1290.753606	1246.922462
	Vy1	1328.177201	1277.386944	1234.222672
	WV1	1315.134453	1266.00858	1223.357173
	LA1	1284.189344	1254.81534	1223.615151
10	EQ1	1129.311899	1095.090743	1033.664497
	Vy1	1120.699004	1086.735022	1026.524173
	WV1	1112.867737	1079.255654	1020.174025
	LA1	1086.331542	1069.28197	1016.610323
12	EQ1	963.925445	897.614004	879.951341
	Vy1	958.613564	893.371454	875.995955
	WV1	953.702873	889.580833	872.44353
	LA1	934.159885	882.971416	870.098185

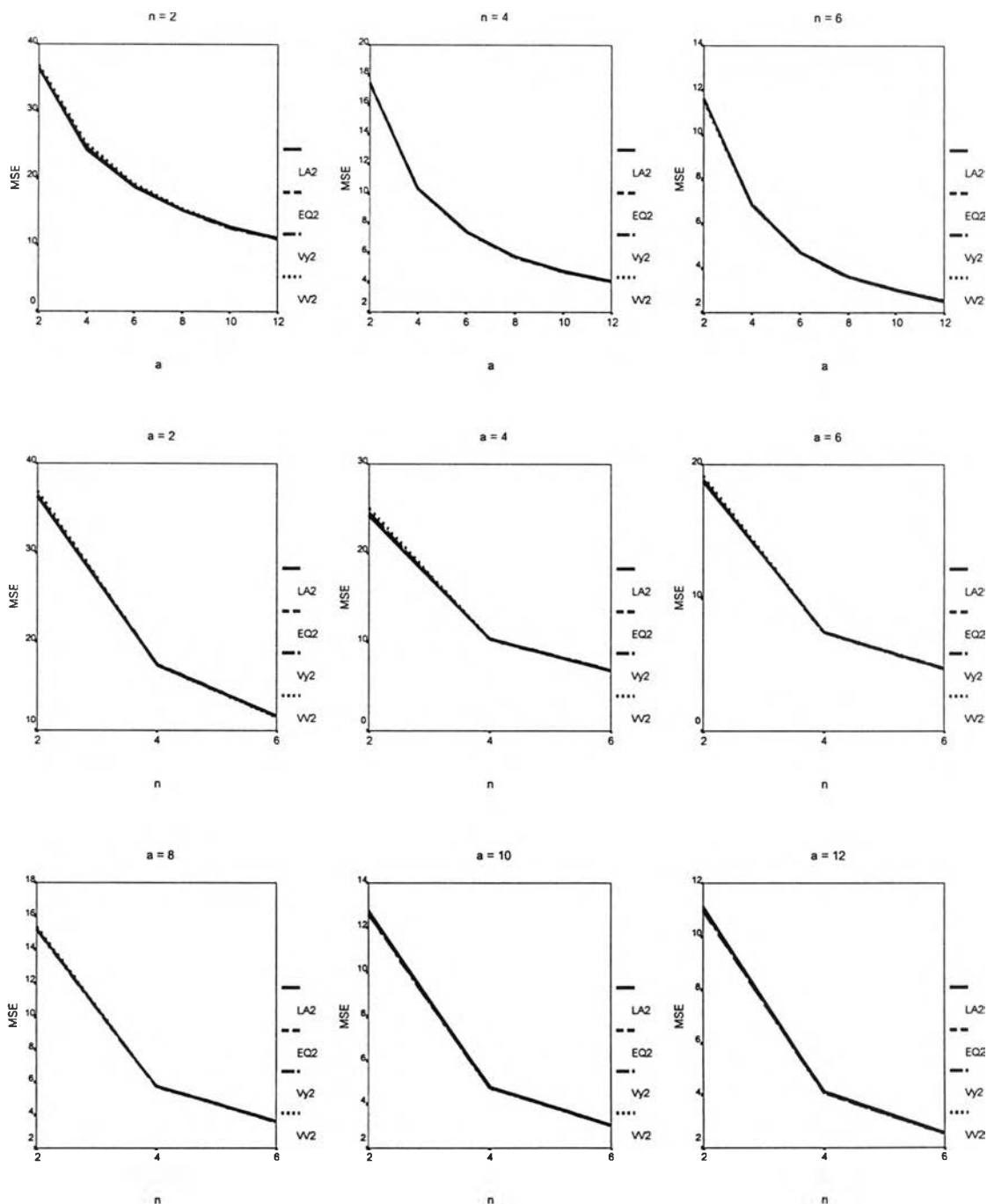
รูปที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 1 (เฉลี่ยวิธี ML, IQE และ REML) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$



ตารางที่ 4.31 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$

a	N	2	4	6
2	EQ2	36.497499	17.438507	11.622553
	Vy2	36.342865	17.419522	11.615688
	W2	36.906604	17.372948	11.528114
	LA2	36.264173	17.404451	11.641037
4	EQ2	24.518897	10.346095	6.861428
	Vy2	24.501981	10.348392	6.865657
	W2	25.038916	10.329297	6.832687
	LA2	24.195298	10.329333	6.856526
6	EQ2	18.848831	7.435507	4.722153
	Vy2	18.810503	7.435668	4.723757
	W2	19.133692	7.427623	4.71087
	LA2	18.735428	7.454082	4.7342
8	EQ2	15.225183	5.745473	3.612547
	Vy2	15.184521	5.744129	3.614047
	W2	15.367219	5.738756	3.605797
	LA2	15.2399	5.777971	3.622229
10	EQ2	12.645966	4.753661	3.026463
	Vy2	12.599776	4.752684	3.027476
	W2	12.714647	4.748654	3.021874
	LA2	12.739684	4.791383	3.033686
12	EQ2	11.027661	4.07718	2.542338
	Vy2	10.988948	4.076315	2.54298
	W2	11.059615	4.073393	2.538818
	LA2	11.126965	4.107805	2.548385

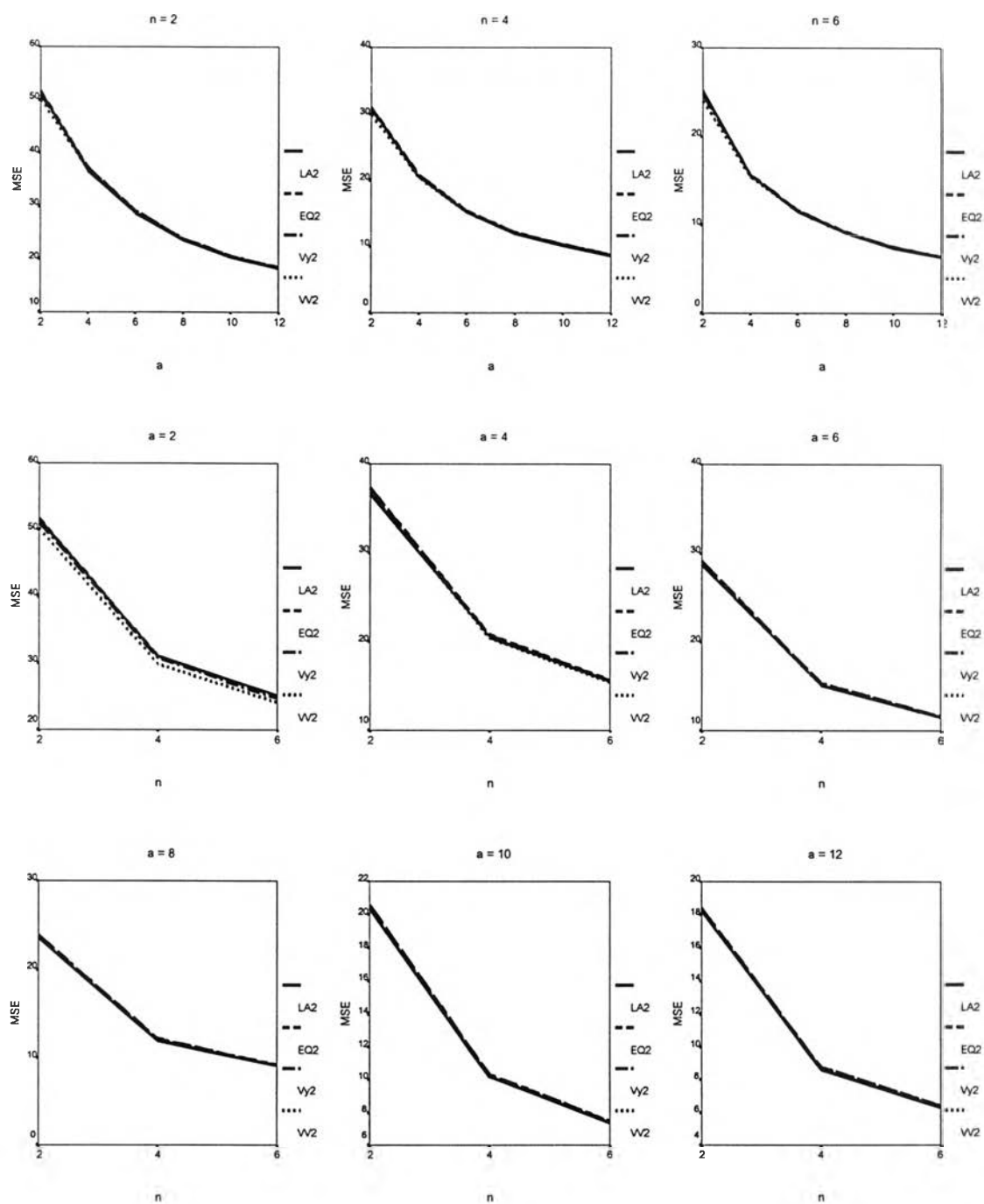
รูปที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$



ตารางที่ 4.32 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$

a	n	2	4	6
2	EQ2	51.72226	31.040987	25.015193
	Vy2	51.04769	30.740335	24.731729
	VV2	50.159018	29.886297	24.092521
	LA2	51.547323	31.020961	25.186551
4	EQ2	37.333355	20.786284	15.702812
	Vy2	37.238879	20.72533	15.630702
	VV2	36.81026	20.361572	15.403589
	LA2	36.629871	20.49929	15.566302
6	EQ2	29.099625	15.373744	11.62509
	Vy2	29.103859	15.354801	11.59771
	VV2	28.807569	15.180262	11.500071
	LA2	28.663621	15.126937	11.494815
8	EQ2	23.878425	12.178974	9.16434
	Vy2	23.890619	12.174707	9.15098
	VV2	23.657171	12.082906	9.101351
	LA2	23.606941	11.994659	9.060857
10	EQ2	20.577955	10.324178	7.470559
	Vy2	20.593818	10.322393	7.463057
	VV2	20.412758	10.262646	7.435713
	LA2	20.37384	10.176513	7.389928
12	EQ2	18.397524	8.753388	6.376095
	Vy2	18.406991	8.752723	6.371589
	VV2	18.265305	8.71672	6.355365
	LA2	18.246213	8.638287	6.311013

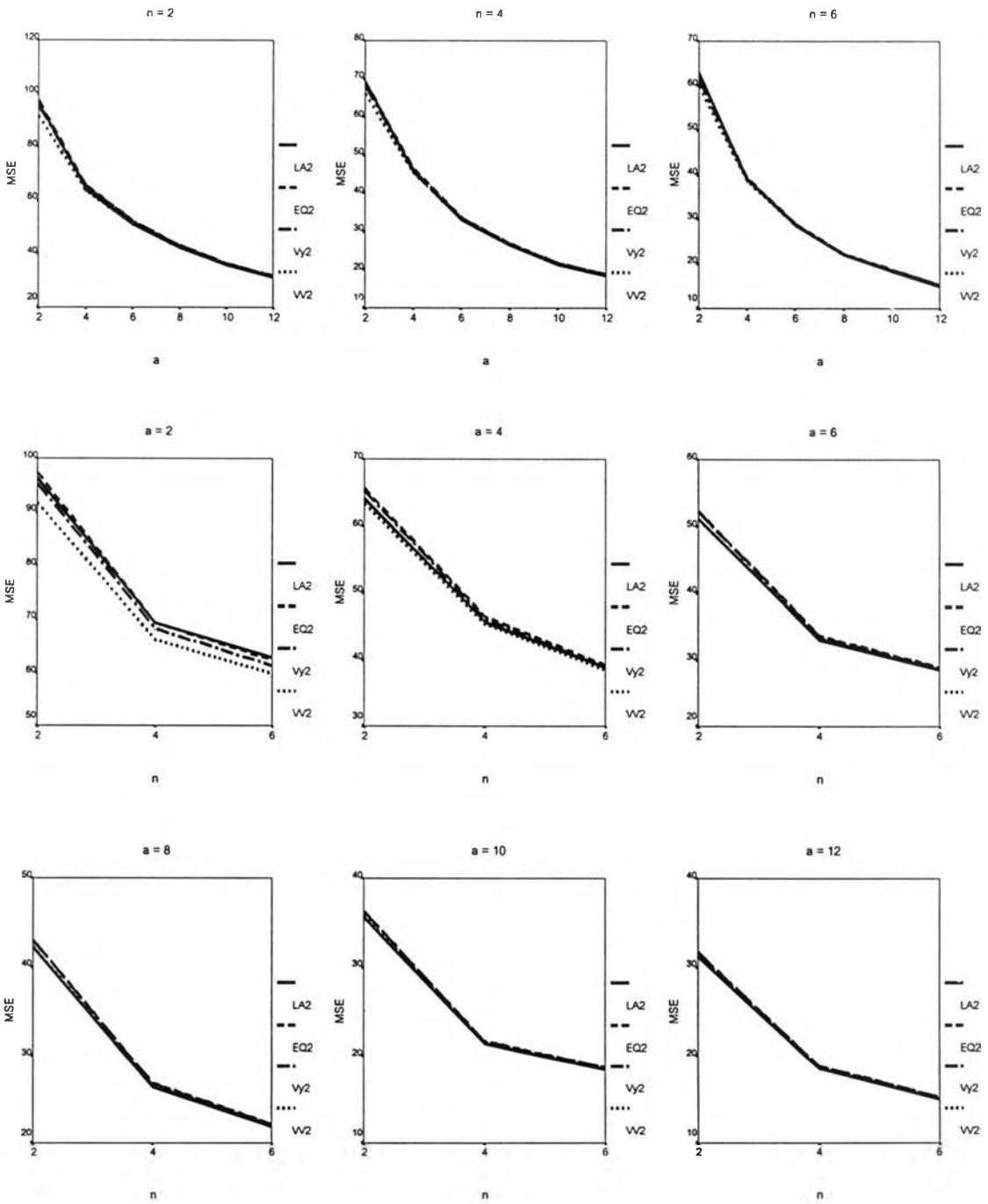
รูปที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$



ตารางที่ 4.33 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$

a	n	2	4	6
2	EQ2	97.360312	69.358524	62.44613
	Vy2	95.214255	68.276897	61.37488
	VV2	91.72941	66.211223	59.893471
	LA2	96.288563	69.282807	62.914137
4	EQ2	65.616259	46.483646	39.260465
	Vy2	65.276513	46.153473	38.951691
	VV2	63.387309	45.372228	38.495819
	LA2	64.149306	45.703853	38.91093
6	EQ2	52.28514	33.684203	28.9717
	Vy2	52.198132	33.554045	28.843341
	VV2	51.121499	33.231725	28.662163
	LA2	51.123641	33.070034	28.643971
8	EQ2	43.029201	26.828777	22.150998
	Vy2	43.013741	26.76497	22.090684
	VV2	42.28435	26.602932	22.011759
	LA2	42.242078	26.355656	21.920143
10	EQ2	36.304854	21.655876	18.648882
	Vy2	36.305764	21.621805	18.611268
	VV2	35.861032	21.537316	18.565156
	LA2	35.671659	21.349462	18.455633
12	EQ2	31.681768	18.788223	15.177438
	Vy2	31.687542	18.764124	15.155484
	VV2	31.362424	18.710818	15.129881
	LA2	31.197555	18.523432	15.029833

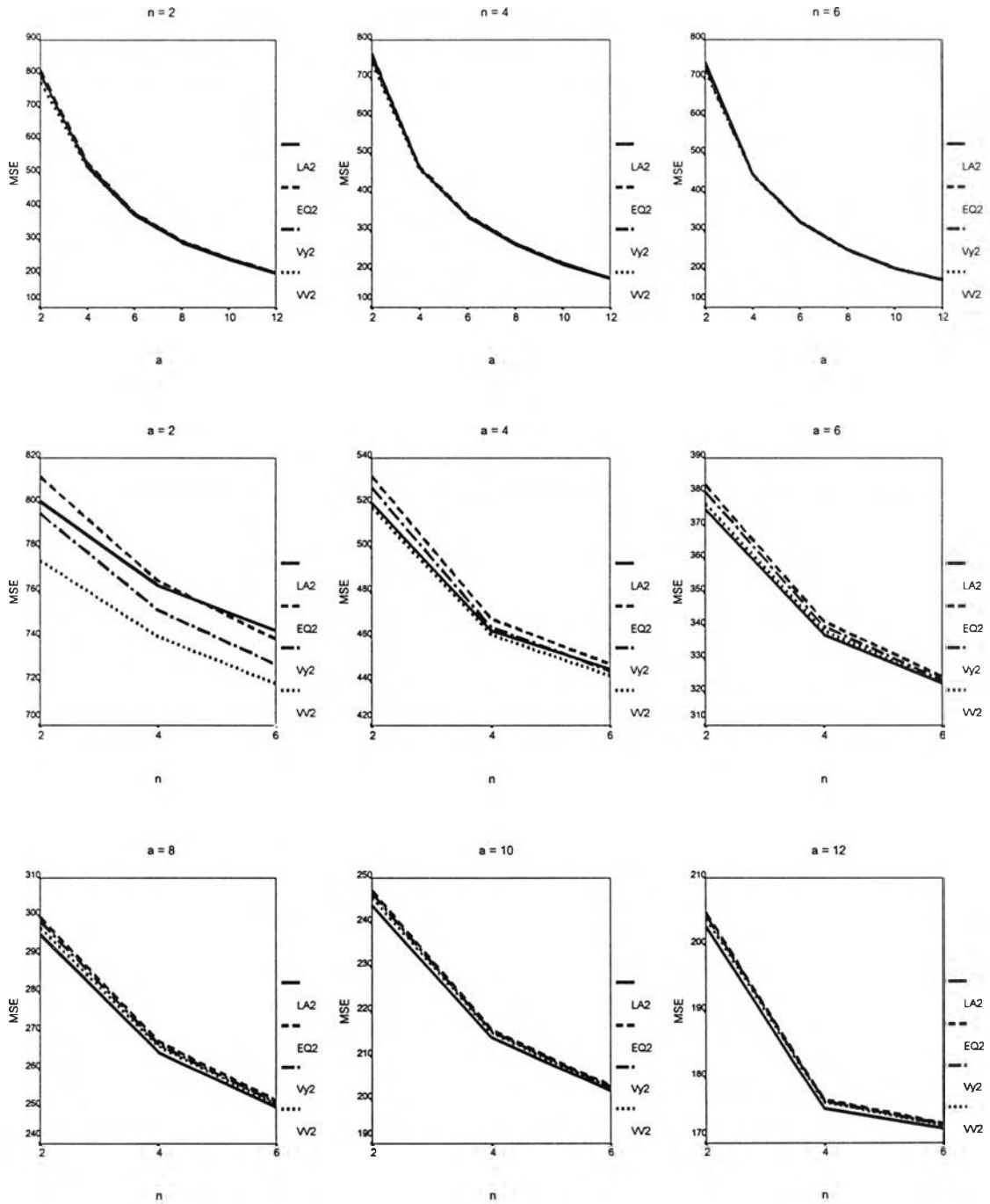
รูปที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$



ตารางที่ 4.34 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$

a	n	2	4	6
2	EQ2	811.474223	765.080282	739.062174
	Vy2	795.212547	751.984517	727.613038
	VW2	774.23078	740.150137	718.868055
	LA2	800.534524	763.132468	742.903281
4	EQ2	531.887107	468.119257	447.660894
	Vy2	526.818176	464.325497	444.656309
	VW2	517.825818	460.958966	442.460736
	LA2	519.777671	462.671866	445.269562
6	EQ2	381.969611	341.421459	324.710025
	Vy2	379.988799	339.890364	323.500921
	VW2	376.397124	338.588034	322.603108
	LA2	374.732356	337.411102	322.536982
8	EQ2	299.661147	267.348761	251.505177
	Vy2	298.676687	266.62557	250.899934
	VW2	296.978081	266.044278	250.446976
	LA2	295.233854	264.5593	249.842755
10	EQ2	247.21011	215.978955	203.175879
	Vy2	246.632499	215.566901	202.857712
	VW2	245.653652	215.23612	202.623469
	LA2	243.81184	214.071105	201.981156
12	EQ2	204.769997	176.598576	172.988469
	Vy2	204.440614	176.371431	172.814719
	VW2	203.898609	176.197588	172.695743
	LA2	202.649158	175.244908	172.141939

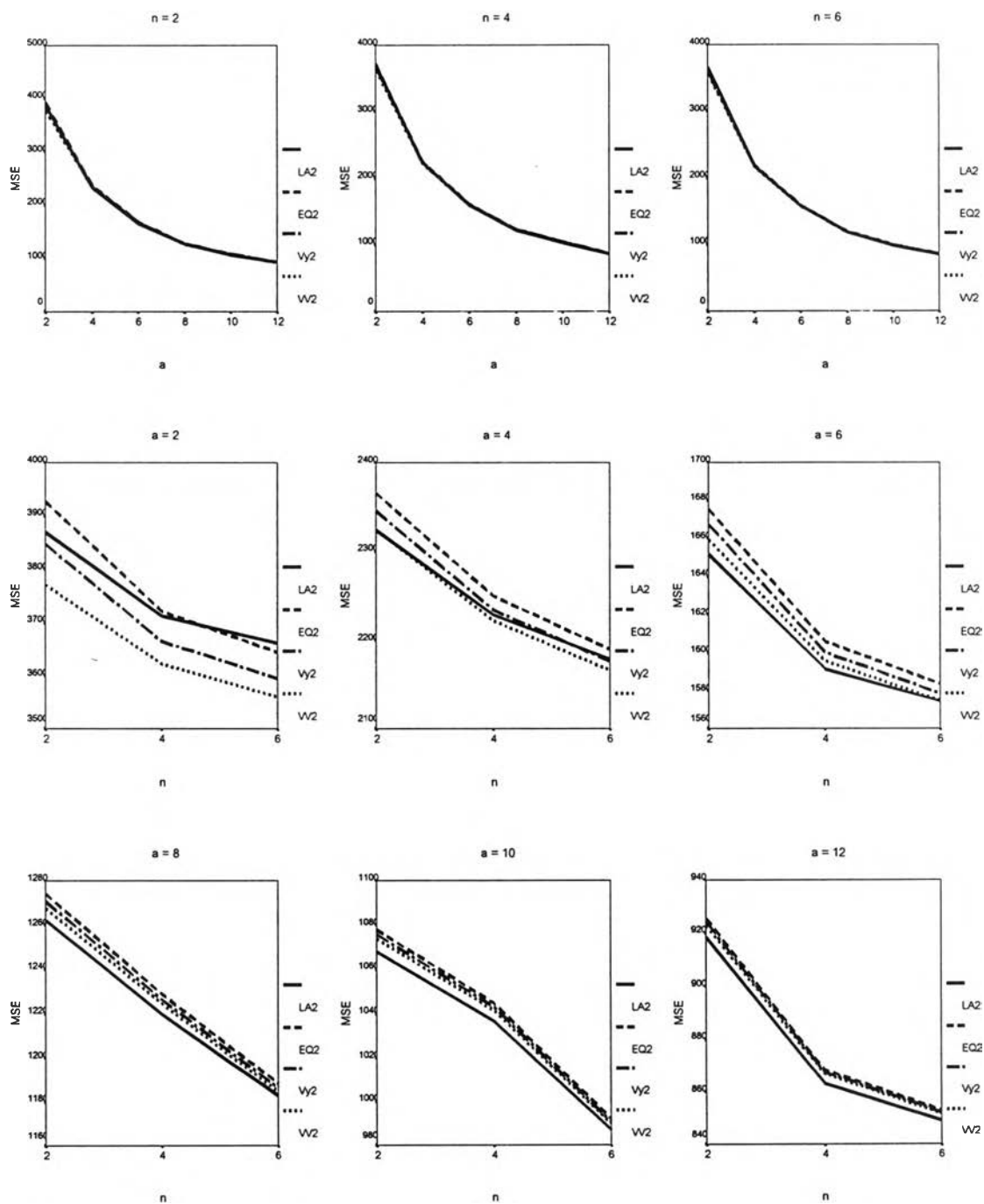
รูปที่ 4.34 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$



ตารางที่ 4.35 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

a	n	2	4	6
2	EQ2	3926.905215	3721.545445	3644.066381
	Vy2	3847.273037	3664.93469	3594.276462
	WV2	3771.238978	3622.478606	3559.970658
	LA2	3868.810204	3712.408472	3660.436545
4	EQ2	2365.68017	2250.007976	2189.398741
	Vy2	2345.748004	2234.326074	2175.89871
	WV2	2324.364973	2222.14669	2165.78322
	LA2	2323.960615	2228.475231	2178.528825
6	EQ2	1675.324138	1605.887412	1583.502645
	Vy2	1667.479515	1600.107452	1578.497635
	WV2	1659.485835	1595.602451	1574.637833
	LA2	1651.526042	1591.432061	1574.42775
8	EQ2	1273.997783	1228.886091	1188.30641
	Vy2	1270.714154	1226.426995	1186.186469
	WV2	1267.579148	1224.58389	1184.570812
	LA2	1262.105343	1219.911643	1182.538636
10	EQ2	1077.854459	1044.65615	991.917243
	Vy2	1075.769797	1042.899954	990.594472
	WV2	1073.830672	1041.458872	989.532243
	LA2	1067.90527	1036.591871	986.840264
12	EQ2	925.575641	868.320771	852.862951
	Vy2	924.221459	867.444611	852.121723
	WV2	922.959471	866.767932	851.539146
	LA2	918.392787	863.228242	849.117685

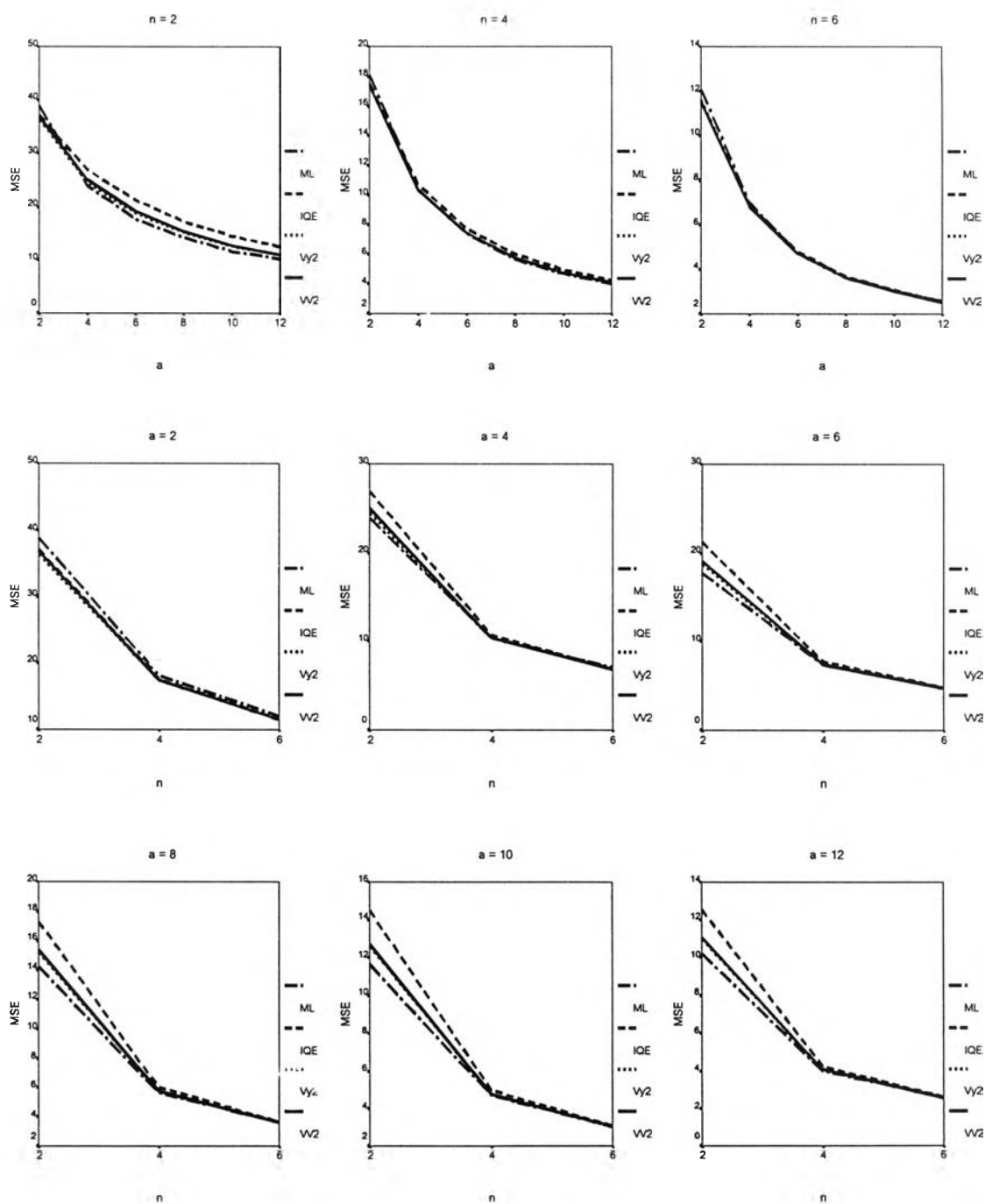
รูปที่ 4.35 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนกลุ่ม 2 (เฉลี่ยวิธี ML และ IQE) ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$



ตารางที่ 4.36 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสมในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$

a	n	2	4	6
2	ML	38.871448	18.117271	12.106777
	IQE	37.120962	17.557111	11.542333
	Vy2	36.342865	17.419522	11.615688
	VV2	36.906604	17.372948	11.528114
4	ML	23.91698	10.385609	7.014859
	IQE	26.931816	10.707551	6.892068
	Vy2	24.501981	10.348392	6.865657
	VV2	25.038916	10.329297	6.832687
6	ML	17.764975	7.393376	4.746132
	IQE	21.270014	7.730875	4.804783
	Vy2	18.810503	7.435668	4.723757
	VV2	19.133692	7.427623	4.71087
8	ML	14.21896	5.649979	3.629868
	IQE	17.279079	6.016403	3.665508
	Vy2	15.184521	5.744129	3.614047
	VV2	15.367219	5.738756	3.605797
10	ML	11.634967	4.681374	3.042354
	IQE	14.494456	4.959324	3.061202
	Vy2	12.593776	4.752684	3.027476
	VV2	12.714647	4.748654	3.021874
12	ML	10.199622	4.006213	2.553503
	IQE	12.545647	4.24819	2.569316
	Vy2	10.988948	4.076315	2.54298
	VV2	11.059615	4.073393	2.538818

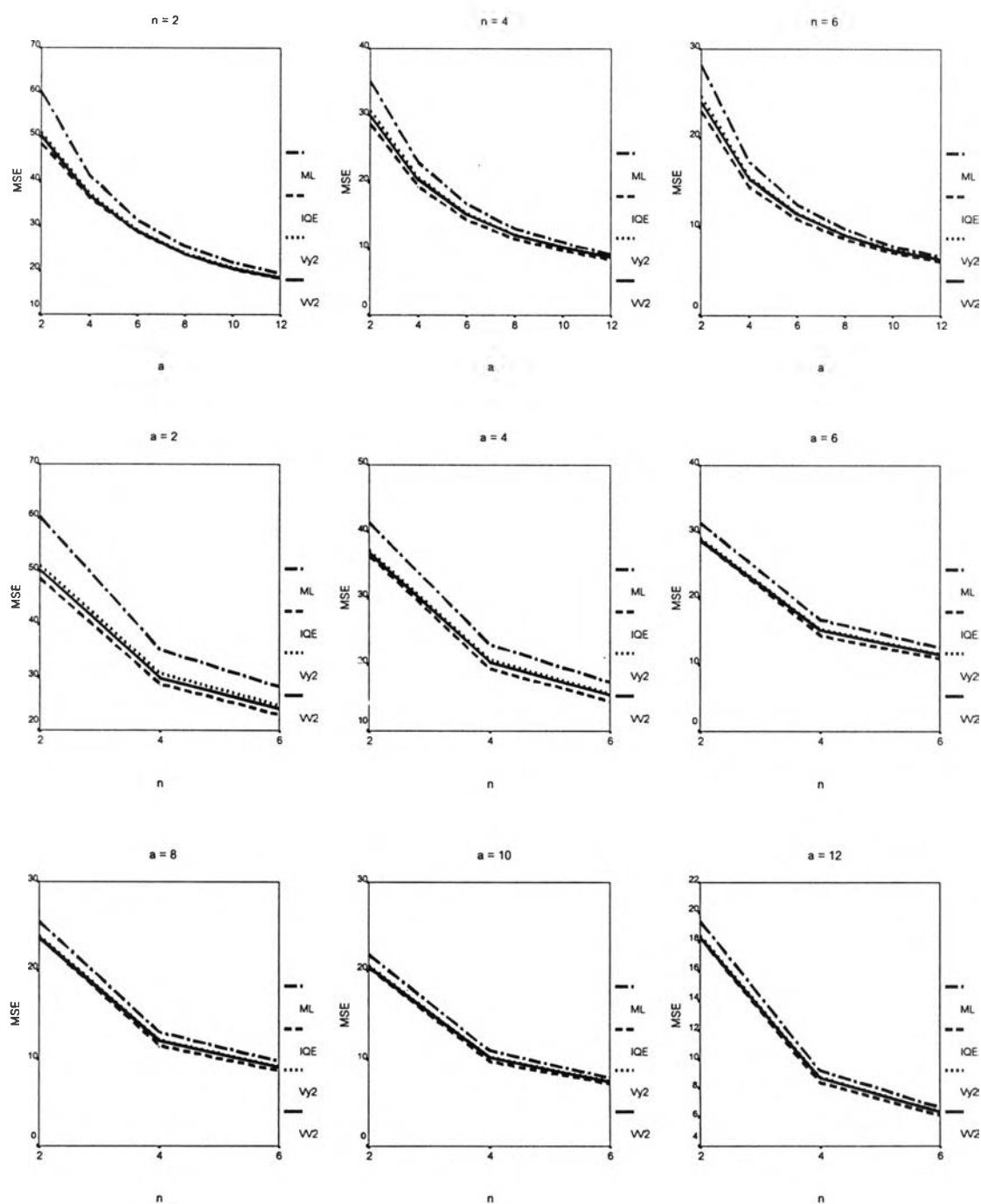
รูปที่ 4.36 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.1$



ตารางที่ 4.37 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสมในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$

a	n	2	4	6
2	ML	60.157756	35.182448	28.232928
	IQE	48.511047	28.727103	23.001641
	Vy2	51.04769	30.740335	24.731729
	VV2	50.159018	29.886297	24.092521
4	ML	41.361485	22.998051	17.343983
	IQE	36.374699	19.351945	14.521561
	Vy2	37.238879	20.72533	15.630702
	VV2	36.81026	20.361572	15.403589
6	ML	31.399297	16.759981	12.572482
	IQE	28.757554	14.392328	10.901572
	Vy2	29.103859	15.354801	11.59771
	VV2	28.807569	15.180262	11.500071
8	ML	25.460454	13.054038	9.781644
	IQE	23.656325	11.540678	8.675789
	Vy2	23.890619	12.174707	9.15098
	VV2	23.657171	12.082906	9.101351
10	ML	21.836382	11.013949	7.891652
	IQE	20.348382	9.792852	7.131548
	Vy2	20.593818	10.322393	7.463057
	VV2	20.412758	10.262646	7.435713
12	ML	19.361565	9.235959	6.674045
	IQE	18.221357	8.379875	6.134104
	Vy2	18.406991	8.752723	6.371589
	VV2	18.265305	8.71672	6.355365

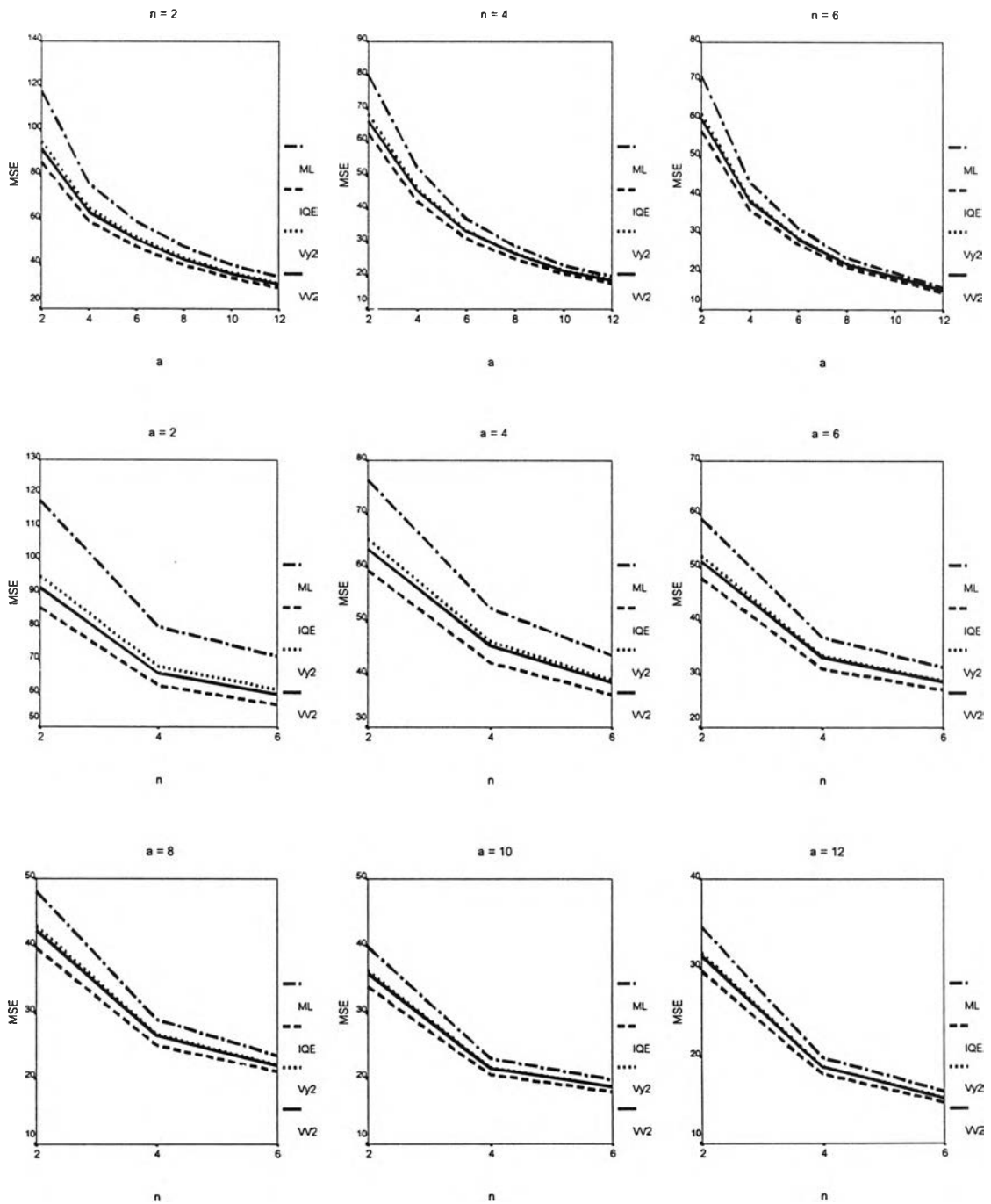
รูปที่ 4.37 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 0.5$



ตารางที่ 4.38 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสมในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$

a	n	2	4	6
2	ML	117.711661	80.088297	71.348584
	IQE	85.727419	62.589464	56.795319
	Vy2	95.214255	68.276897	61.37488
	VV2	91.72941	66.211223	59.893471
4	ML	76.341946	52.338165	43.541162
	IQE	59.369885	42.201836	36.22195
	Vy2	65.276513	46.153473	38.951691
	VV2	63.387309	45.372228	38.495819
6	ML	59.166387	37.007419	31.390159
	IQE	47.983105	31.120166	27.166834
	Vy2	52.198132	33.554045	28.843341
	VV2	51.121499	33.231725	28.662163
8	ML	48.113123	28.979158	23.573814
	IQE	39.671468	25.11276	21.079478
	Vy2	43.013741	26.76497	22.090684
	VV2	42.28435	26.602932	22.011759
10	ML	39.870958	23.052121	19.687678
	IQE	33.906442	20.532767	17.843748
	Vy2	36.305764	21.621805	18.611268
	VV2	35.861032	21.537316	18.565156
12	ML	34.587465	19.863583	15.879904
	IQE	29.646805	17.905919	14.637372
	Vy2	31.687542	18.764124	15.155484
	VV2	31.362424	18.710818	15.129881

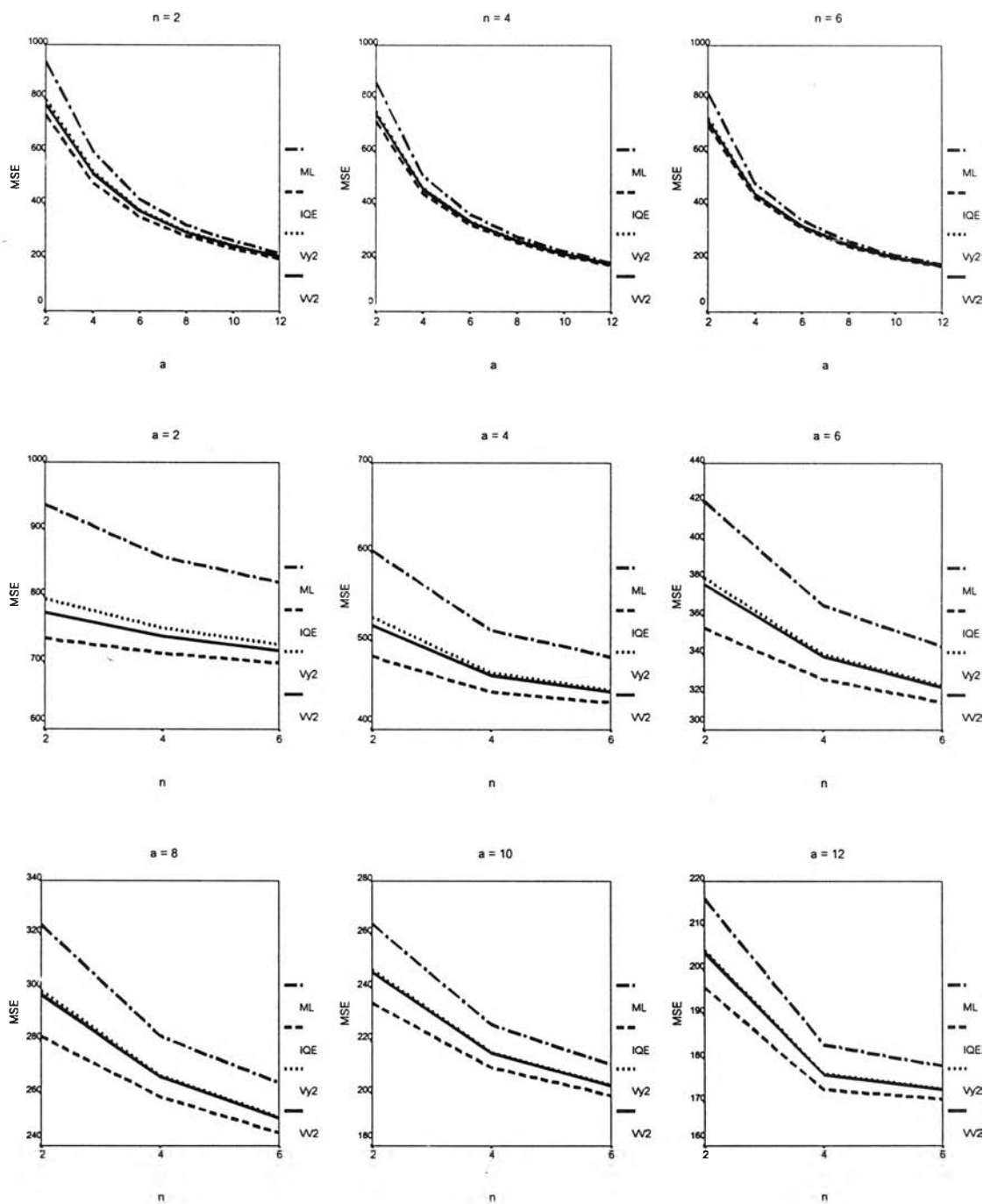
รูปที่ 4.38 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 1$



ตารางที่ 4.39 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสมในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$

a	n	2	4	6
2	ML	936.426188	859.042546	820.741434
	IQE	735.946642	714.17413	699.637396
	Vy2	795.212547	751.984517	727.613038
	VV2	774.23078	740.150137	718.868055
4	ML	601.456726	511.825331	482.335644
	IQE	482.534401	442.509072	430.745317
	Vy2	526.818176	464.325497	444.656309
	VV2	517.825818	460.958966	442.460736
6	ML	420.06525	365.450435	344.000854
	IQE	353.564657	326.687038	314.812663
	Vy2	379.988799	339.890364	323.500921
	VV2	376.391124	338.588034	322.603108
8	ML	323.41376	281.676353	263.822463
	IQE	281.45586	258.539315	244.967661
	Vy2	298.676687	266.62557	250.899934
	VV2	296.978081	266.044278	250.446976
10	ML	264.007396	225.916449	211.136995
	IQE	234.024732	209.751996	199.063341
	Vy2	246.632499	215.566901	202.857712
	VV2	245.653652	215.23612	202.623469
12	ML	216.00724	183.09085	178.149256
	IQE	195.973367	172.717451	170.533158
	Vy2	204.440614	176.371431	172.814719
	VV2	203.898609	176.197588	172.695743

รูปที่ 4.39 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 4$



ตารางที่ 4.40 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสมในมุมมองของการนำไปใช้ จำแนกตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

a	n	2	4	6
2	ML	4485.37225	4127.594207	4010.263235
	IQE	3606.896844	3531.337323	3491.288836
	Vy2	3847.273037	3664.93469	3594.276462
	VV2	3771.238978	3622.478606	3559.970658
4	ML	2603.152158	2434.592439	2354.907992
	IQE	2219.60836	2159.452881	2118.554213
	Vy2	2345.748004	2234.326074	2175.89871
	VV2	2324.364973	2222.14669	2165.78322
6	ML	1803.107955	1701.465945	1670.033767
	IQE	1593.683702	1559.0297	1546.315679
	Vy2	1667.479515	1600.107452	1578.497635
	VV2	1659.485835	1595.602451	1574.637833
8	ML	1342.546373	1282.021151	1236.970622
	IQE	1231.742756	1204.882828	1169.599856
	Vy2	1270.714154	1226.426995	1186.186469
	VV2	1267.579148	1224.58389	1184.570812
10	ML	1129.612526	1089.490475	1028.232417
	IQE	1043.83622	1020.046871	975.996046
	Vy2	1075.769797	1042.899954	990.594472
	VV2	1073.830672	1041.458872	989.532243
12	ML	964.920209	895.448893	877.27176
	IQE	898.880851	855.287219	842.905287
	Vy2	924.221459	867.444611	852.121723
	VV2	922.959471	866.767932	851.539146

รูปที่ 4.40 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(MSE) ของตัวประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ด้วยวิธีพื้นฐานกับวิธีการเฉลี่ยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่เหมาะสม ในมุมมองของการนำไปใช้ ตามจำนวนระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง(a) และจำนวนค่าสังเกตในแต่ละระดับของปัจจัย(n) เมื่อ $k = 9$

