

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ เป็นผลจากการศึกษาเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจงทวินามแบบทั่วไป โดยประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการ 4 วิธี คือ วิธีการประมาณแบบความควรจะเป็นสูงสุด วิธีการประมาณแบบสองโมเมนต์แรกและสัดส่วนศูนย์ วิธีการประมาณแบบโคกำลังสองต่ำสุด และวิธีการประมาณแบบระยะห่างต่ำสุด ซึ่งประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแต่ละวิธีการนั้น กระทำโดยการศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ เมื่อคำนึงถึงรูปร่างของข้อมูล และขนาดตัวอย่าง เพื่อหาข้อสรุปว่าวิธีการใดให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่ำสุดในแต่ละสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการทดลอง โดยจะนำเสนอผลการวิจัยในรูปตารางและกราฟ และเพื่อความสะดวกในการอธิบายจึงขอใช้สัญลักษณ์เพื่อแทนความหมายต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

MLE	หมายถึง วิธีการประมาณแบบความควรจะเป็นสูงสุด
MOZE	หมายถึง วิธีการประมาณแบบสองโมเมนต์แรกและสัดส่วนศูนย์
MCE	หมายถึง วิธีการประมาณแบบโคกำลังสองต่ำสุด
MDE	หมายถึง วิธีการประมาณแบบระยะห่างต่ำสุด
n	หมายถึง ขนาดตัวอย่าง
Bias	หมายถึง ค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าพารามิเตอร์
Var	หมายถึง ค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์
MSE	หมายถึง ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าพารามิเตอร์
Biasme	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของความเอนเอียงสัมบูรณ์ของการประมาณค่าพารามิเตอร์
Varme	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์
MSEME	หมายถึง ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยเฉลี่ย
CV	หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

4.1 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามแบบทั่วไป เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบคือ ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์กับค่าจริงในรูปของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) วิธีการใดให้ค่า MSE ต่ำกว่า จะเป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีกว่า

ในตารางที่ 4.1 - 4.12 จะแสดงค่าความเอนเอียง ค่าความแปรปรวน และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับพารามิเตอร์แต่ละตัว พร้อมทั้งค่าเฉลี่ยของความเอนเอียงสัมบูรณ์ ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยเฉลี่ย

จะศึกษาโดยใช้ระดับต่างๆ ของค่าพารามิเตอร์ ดังนี้คือ

- $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$, $m = 16.9697$ (CV = 50%)
- $\theta = 0.4$, $\beta = 1.1$, $m = 10.7143$ (CV = 50%)
- $\theta = 0.2$, $\beta = 1.5$, $m = 10.1587$ (CV = 75%)
- $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$, $m = 7.5421$ (CV = 75%)
- $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$, $m = 4.2424$ (CV = 100%)
- $\theta = 0.4$, $\beta = 1.1$, $m = 2.6786$ (CV = 100%)
- $\theta = 0.1$, $\beta = 2.0$, $m = 7.1999$ (CV = 125%)
- $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$, $m = 2.7152$ (CV = 125%)
- $\theta = 0.2$, $\beta = 1.5$, $m = 2.5397$ (CV = 150%)
- $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$, $m = 1.8855$ (CV = 150%)
- $\theta = 0.1$, $\beta = 2.0$, $m = 3.6735$ (CV = 175%)
- $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$, $m = 1.3853$ (CV = 175%)

สำหรับผลการวิจัยจะนำเสนอในตารางที่ 4.1 - 4.12 และแสดงกราฟในรูปที่ 4.1 - 4.12

จากตารางที่ 4.1 - 4.12 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. วิธี MOZE จะให้ค่า Bias θ ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MLE MDE และ MCE ให้ค่า Bias θ เรียงลำดับจากน้อยไปมาก
2. วิธี MOZE จะให้ค่า Var θ ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MDE MCE และ MLE ให้ค่า Var θ เรียงลำดับจากน้อยไปมาก
3. วิธี MOZE จะให้ค่า MSE θ ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MDE MLE และ MCE ให้ค่า MSE θ เรียงลำดับจากน้อยไปมาก ยกเว้นกรณีเมื่อ $\theta = 0.1, \beta = 2.0, m = 7.1999$ (ที่ $n=100$) , $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 2.7152$ (ที่ $n=30,50$) , $\theta = 0.2, \beta = 1.5, m = 2.5397$ (ที่ $n=30,200$) , $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 1.8855$ (ที่ $n=50,70,100,200$) และ $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 1.3853$ (ที่ $n=30$) วิธี MLE ให้ค่า MSE θ ที่น้อยกว่าวิธี MDE ส่วนวิธี MCE จะให้ค่า MSE θ สูงที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ
4. วิธี MLE จะให้ค่า Bias β ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MOZE MCE และ MDE ให้ค่า Bias β เรียงลำดับจากน้อยไปมาก ยกเว้นกรณีเมื่อ $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 7.5421$ (ที่ $n=30, 50,100,200$) , $\theta = 0.4, \beta = 1.1, m = 2.6786$ (ที่ n ทุกขนาด) , $\theta = 0.1, \beta = 2.0, m = 7.1999$ (ที่ $n=50$) , $\theta = 0.2, \beta = 1.5, m = 2.5397$ (ที่ $n=50,100$) และ $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 1.3853$ (ที่ $n=50$) วิธี MDE ให้ค่า Bias β ที่น้อยกว่าวิธี MCE
5. วิธี MOZE จะให้ค่า Var β ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MDE MCE และ MLE ให้ค่า Var β เรียงลำดับจากน้อยไปมาก
6. วิธี MOZE จะให้ค่า MSE β ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MDE MLE และ MCE ให้ค่า MSE β เรียงลำดับจากน้อยไปมาก ยกเว้นกรณีเมื่อ $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 16.9697$ (ที่ $n=30$) , $\theta = 0.4, \beta = 1.1, m = 10.7143$ (ที่ $n=50,70,100,200$) , $\theta = 0.2, \beta = 1.5, m = 10.1587$ (ที่ $n=30,70$) , $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 4.2424$ (ที่ $n=30$) , $\theta = 0.4, \beta = 1.1, m = 2.6786$ (ที่ $n=200$) , $\theta = 0.1, \beta = 2.0, m = 7.1999$ (ที่ n ทุกขนาด) , $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 2.7152$ (ที่ $n=200$) , $\theta = 0.2, \beta = 1.5, m = 2.5397$ (ที่ n ทุกขนาด) , $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 1.8855$ (ที่ $n=50,70,100$) , $\theta = 0.1, \beta = 2.0, m = 3.6735$ (ที่ n ทุกขนาด) และ $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 1.3853$ (ที่ $n=30,70,200$) วิธี MCE ให้ค่า MSE β ที่น้อยกว่าวิธี MLE
7. วิธี MLE จะให้ค่า Bias m ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MOZE MDE และ MCE ให้ค่า Bias m เรียงลำดับจากน้อยไปมาก ยกเว้นกรณีเมื่อ $\theta = 0.4, \beta = 1.1, m = 10.7143$

(ที่ $n=100,200$) วิธี MCE ให้ค่า Bias m ที่น้อยกว่าวิธี MDE

8. วิธี MOZE จะให้ค่า Var m ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MDE MCE และ MLE ให้ค่า Var m เรียงลำดับจากน้อยไปมาก

9. วิธี MOZE จะให้ค่า MSE m ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MDE MLE และ MCE ให้ค่า MSE m เรียงลำดับจากน้อยไปมาก ยกเว้นกรณีเมื่อ $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 16.9697$ (ที่ $n=30,100,200$) , $\theta = 0.4, \beta = 1.1, m = 10.7143$ (ที่ $n=30,100,200$) , $\theta = 0.2, \beta = 1.5, m = 10.1587$ (ที่ $n=30$) , $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 4.2424$ (ที่ $n=30$) , $\theta = 0.4, \beta = 1.1, m = 2.6786$ (ที่ $n=50$) , $\theta = 0.2, \beta = 1.5, m = 2.5397$ (ที่ $n=100,200$) , $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 1.8855$ (ที่ $n=200$) และ $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 1.3853$ (ที่ $n=30, 200$) วิธี MCE ให้ค่า MSE m ที่น้อยกว่าวิธี MLE

10. วิธี MLE จะให้ค่า Bias m ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MOZE MDE และ MCE ให้ค่า Bias m เรียงลำดับจากน้อยไปมาก

11. วิธี MOZE จะให้ค่า Var m ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MDE MCE และ MLE ให้ค่า Var m เรียงลำดับจากน้อยไปมาก

12. วิธี MOZE จะให้ค่า MSE m ต่ำที่สุด ส่วนวิธี MDE MLE และ MCE ให้ค่า MSE m เรียงลำดับจากน้อยไปมาก ยกเว้นกรณีเมื่อ $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 16.9697$ (ที่ $n=30,100,200$) , $\theta = 0.4, \beta = 1.1, m = 10.7143$ (ที่ $n=30,100,200$) , $\theta = 0.2, \beta = 1.5, m = 10.1587$ (ที่ $n=30$) , $\theta = 0.3, \beta = 1.5, m = 4.2424$ (ที่ $n=30$) , $\theta = 0.4, \beta = 1.1, m = 2.6786$ (ที่ $n=50$) และ $\theta = 0.2, \beta = 1.5, m = 2.5397$ (ที่ $n=100,200$) วิธี MCE ให้ค่า MSE m ที่น้อยกว่าวิธี MLE

จากกราฟรูปที่ 4.1 - 4.12 กรณีที่ขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่า Bias ค่า Var และค่า MSE ของทั้ง 3 พารามิเตอร์มีแนวโน้มลดลง และเมื่อค่า CV เพิ่มขึ้นค่า Bias m และค่า MSE m ก็มีแนวโน้มลดลงด้วย

จากตารางที่ 4.1 - 4.12 จะพบว่าวิธี MLE และวิธี MCE จะให้ค่า MSE m ที่ใกล้เคียงกัน แต่วิธี MLE จะมีวิธีดำเนินการที่ง่ายกว่า ดังนั้นระหว่างวิธี MLE และวิธี MCE ผู้วิจัยขอเสนอให้ใช้วิธี MLE ซึ่งจะคำนวณได้ง่ายกว่าและมีความยุ่งยากน้อยกว่าวิธี MCE

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 16.9697$ (CV = 50 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.3607	0.0296	0.1597	-0.3690	0.0634	0.1996	-9.0384	12.3336	94.0263	3.2560	4.1422	31.4618
	MOZE	0.3584	0.0121	0.1406	-0.3879	0.0375	0.1880	-9.1464	3.0025	86.6591	3.2976	1.0174	28.9959
	MCE	0.3860	0.0148	0.1638	-0.3944	0.0417	0.1973	-9.3459	3.1067	90.4525	3.3754	1.0544	30.2712
	MDE	0.3787	0.0133	0.1567	-0.3947	0.0407	0.1965	-9.1542	3.1011	86.9005	3.3092	1.0517	29.0846
50	MLE	0.3534	0.0216	0.1465	-0.3578	0.0515	0.1795	-7.3900	13.828	68.4404	2.7004	4.6338	22.9221
	MOZE	0.3522	0.0102	0.1342	-0.3746	0.0342	0.1745	-8.0263	2.9018	67.3233	2.9177	0.9821	22.5440
	MCE	0.3733	0.0115	0.1509	-0.3816	0.0450	0.1906	-8.1884	3.1008	70.1507	2.9811	1.0524	23.4974
	MDE	0.3646	0.0114	0.1443	-0.3862	0.0392	0.1884	-8.0774	3.0953	68.3397	2.9427	1.0486	22.8908
70	MLE	0.3138	0.0195	0.1180	-0.3369	0.0513	0.1648	-6.7743	14.329	60.2204	2.4750	4.8000	20.1677
	MOZE	0.3097	0.0097	0.1056	-0.3529	0.0313	0.1558	-7.1524	2.8732	54.0300	2.6050	0.9714	18.0972
	MCE	0.3308	0.0115	0.1209	-0.3573	0.0502	0.1779	-7.8686	3.0847	64.9996	2.8522	1.0488	21.7661
	MDE	0.3229	0.0101	0.1144	-0.3583	0.0375	0.1659	-7.2265	3.0211	55.2434	2.6359	1.0229	18.5079
100	MLE	0.3091	0.0182	0.1137	-0.3251	0.0510	0.1567	-6.0721	14.701	51.5716	2.2354	4.9235	17.2807
	MOZE	0.3035	0.0090	0.1011	-0.3398	0.0302	0.1457	-6.2284	2.7511	41.5441	2.2906	0.9301	13.9303
	MCE	0.3257	0.0105	0.1166	-0.3403	0.0504	0.1662	-6.7125	3.0536	48.1113	2.4595	1.0382	16.1313
	MDE	0.3160	0.0098	0.1097	-0.3405	0.0332	0.1491	-6.5145	2.9674	45.4061	2.3903	1.0035	15.2216
200	MLE	0.2117	0.0153	0.0601	-0.2903	0.0596	0.1439	-5.4344	15.0402	44.5729	1.9788	5.0384	14.9256
	MOZE	0.2094	0.0085	0.0523	-0.3043	0.0252	0.1178	-6.0116	2.5171	38.6564	2.1751	0.8503	12.9422
	MCE	0.2528	0.0097	0.0736	-0.3132	0.0499	0.1480	-6.1447	3.0033	40.7606	2.2369	1.0210	13.6607
	MDE	0.2205	0.0093	0.0579	-0.3196	0.0311	0.1332	-6.0137	2.8374	39.0020	2.1846	0.9593	13.0644

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.4$, $\beta = 1.1$ และ $m = 10.7143$ (CV = 50 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.1992	0.0186	0.0583	-0.1077	0.0323	0.0439	-2.9497	6.6087	15.3094	1.0855	2.2199	5.1372
	MOZE	0.1607	0.0085	0.0343	-0.1187	0.0202	0.0343	-3.0076	2.1005	11.1462	1.0957	0.7097	3.7383
	MCE	0.2406	0.0091	0.0670	-0.1370	0.0254	0.0442	-3.1108	2.1557	11.8328	1.1628	0.7301	3.9813
	MDE	0.2163	0.0089	0.0557	-0.1377	0.0237	0.0427	-3.1092	2.1143	11.7814	1.1544	0.7156	3.9599
50	MLE	0.1496	0.0143	0.0367	-0.0976	0.0247	0.0342	-1.7329	6.2832	9.2861	0.6600	2.1074	3.1190
	MOZE	0.1333	0.0053	0.0231	-0.0983	0.0173	0.0270	-2.5390	2.0043	8.4508	0.9235	0.6756	2.8336
	MCE	0.2347	0.0057	0.0608	-0.1219	0.0185	0.0334	-2.7353	2.1045	9.5864	1.0306	0.7096	3.2268
	MDE	0.1755	0.0055	0.0363	-0.1226	0.0183	0.0333	-2.6040	2.1002	8.8810	0.9674	0.7080	2.9835
70	MLE	0.1277	0.0083	0.0246	-0.0852	0.0225	0.0298	-1.5368	5.8712	8.2330	0.5832	1.9673	2.7624
	MOZE	0.1203	0.0045	0.0190	-0.0924	0.0150	0.0235	-2.4078	1.9021	7.6996	0.8735	0.6405	2.5807
	MCE	0.2241	0.0053	0.0555	-0.1113	0.0173	0.0297	-2.6008	1.9635	8.7277	0.9787	0.6620	2.9376
	MDE	0.1401	0.0049	0.0245	-0.1126	0.0170	0.0297	-2.5026	1.9538	8.2168	0.9184	0.6586	2.7570
100	MLE	0.0891	0.0060	0.0139	-0.0750	0.0181	0.0237	-0.8863	5.4847	6.2702	0.3501	1.8363	2.1026
	MOZE	0.0463	0.0043	0.0064	-0.0788	0.0105	0.0167	-1.4877	1.8335	4.0468	0.5376	0.6161	1.3566
	MCE	0.1965	0.0050	0.0436	-0.0992	0.0133	0.0231	-1.7810	1.9485	5.1205	0.6922	0.6556	1.7291
	MDE	0.0917	0.0046	0.0130	-0.1011	0.0126	0.0228	-1.7931	1.9035	5.1187	0.6620	0.6402	1.7182
200	MLE	0.0499	0.0055	0.0080	-0.0461	0.0141	0.0162	-0.4102	4.6149	4.7832	0.1687	1.5448	1.6025
	MOZE	0.0090	0.0035	0.0036	-0.0544	0.0072	0.0102	-0.7332	1.8204	2.3580	0.2655	0.6104	0.7906
	MCE	0.1319	0.0040	0.0214	-0.0737	0.0104	0.0158	-1.0987	1.9327	3.1398	0.4348	0.6490	1.0590
	MDE	0.0596	0.0038	0.0074	-0.0737	0.0098	0.0152	-1.1171	1.8907	3.1386	0.4168	0.6348	1.0537

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.2$, $\beta = 1.5$ และ $m = 10.1587$ (CV = 75 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.1853	0.0176	0.0519	-0.2048	0.1605	0.2024	-4.0461	12.2103	28.5812	1.4787	4.1295	9.6119
	MOZE	0.1300	0.0116	0.0285	-0.2869	0.0993	0.1816	-4.1045	9.4732	26.3201	1.5071	3.1947	8.8434
	MCE	0.2223	0.0126	0.0620	-0.3114	0.1052	0.2022	-4.3106	9.8516	28.4329	1.6148	3.3231	9.5657
	MDE	0.1961	0.0123	0.0508	-0.3046	0.1022	0.1950	-4.2148	9.5511	27.3156	1.5718	3.2219	9.1871
50	MLE	0.1593	0.0158	0.0412	-0.1947	0.1460	0.1839	-3.5395	12.0656	24.5937	1.2978	4.0758	8.2729
	MOZE	0.1128	0.0103	0.0230	-0.2592	0.0915	0.1587	-3.9711	8.2687	24.0383	1.4477	2.7902	8.0733
	MCE	0.2191	0.0120	0.0600	-0.2797	0.1080	0.1862	-4.0950	8.8323	25.6013	1.5313	2.9841	8.6159
	MDE	0.1728	0.0112	0.0411	-0.2782	0.1004	0.1778	-3.9863	8.5418	24.4324	1.4791	2.8845	8.2171
70	MLE	0.1504	0.0135	0.0361	-0.1884	0.1436	0.1791	-2.9484	12.0004	20.6935	1.0957	4.0525	6.9696
	MOZE	0.0925	0.0092	0.0178	-0.2121	0.0825	0.1275	-3.0950	8.1792	17.7582	1.1332	2.7570	5.9678
	MCE	0.2081	0.0093	0.0526	-0.2545	0.1138	0.1786	-3.7500	8.4561	22.5186	1.4042	2.8597	7.5833
	MDE	0.1631	0.0093	0.0359	-0.2541	0.0955	0.1601	-3.4879	8.3592	20.5246	1.3017	2.8213	6.9069
100	MLE	0.1394	0.0110	0.0304	-0.1840	0.1352	0.1691	-2.4382	12.2364	18.1812	0.9205	4.1275	6.1269
	MOZE	0.0824	0.0094	0.0162	-0.1967	0.0758	0.1145	-2.9699	8.0734	16.8937	1.0830	2.7195	5.6748
	MCE	0.1758	0.0095	0.0404	-0.2338	0.1158	0.1705	-3.5775	8.3231	21.1216	1.3290	2.8161	7.1108
	MDE	0.1437	0.0095	0.0301	-0.2307	0.0910	0.1442	-3.0850	8.1606	17.6778	1.1531	2.7537	5.9507
200	MLE	0.1096	0.0092	0.0212	-0.1707	0.1285	0.1576	-1.8953	12.4460	16.0382	0.7252	4.1946	5.4057
	MOZE	0.0602	0.0070	0.0106	-0.1745	0.0754	0.1059	-2.8560	7.4251	15.5818	1.0302	2.5025	5.2328
	MCE	0.1752	0.0074	0.0381	-0.2102	0.1159	0.1601	-3.1788	8.0730	18.1778	1.1881	2.7321	6.1253
	MDE	0.1133	0.0072	0.0200	-0.2096	0.0837	0.1276	-2.9057	7.5672	16.0103	1.0762	2.5527	5.3860

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 7.5421$ (CV = 75 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.1792	0.0221	0.0542	-0.2936	0.0552	0.1414	-2.9071	6.4037	14.8549	1.1266	2.1603	5.0168
	MOZE	0.1240	0.0130	0.0284	-0.3132	0.0310	0.1291	-3.1938	3.9247	14.1251	1.2103	1.3229	4.7608
	MCE	0.2231	0.0164	0.0662	-0.3288	0.0453	0.1534	-3.8943	6.3084	21.4740	1.4821	2.1234	7.2312
	MDE	0.1954	0.0152	0.0534	-0.3265	0.0332	0.1398	-3.2504	4.1823	14.7474	1.2574	1.4102	4.9802
50	MLE	0.1660	0.0222	0.0498	-0.2894	0.0521	0.1359	-2.6646	5.8258	12.9259	1.0400	1.9667	4.3705
	MOZE	0.1154	0.0126	0.0259	-0.2928	0.0301	0.1158	-2.8691	3.9088	12.1405	1.0924	1.3172	4.0941
	MCE	0.2003	0.0143	0.0544	-0.3230	0.0451	0.1494	-3.1544	5.3567	15.3069	1.2259	1.8054	5.1703
	MDE	0.1900	0.0133	0.0494	-0.3165	0.0304	0.1306	-2.9545	3.9342	12.6633	1.1537	1.3260	4.2811
70	MLE	0.1554	0.0191	0.0432	-0.2774	0.0509	0.1279	-2.4946	5.2880	11.5110	0.9758	1.7860	3.8940
	MOZE	0.1126	0.0101	0.0228	-0.2878	0.0298	0.1126	-2.7578	3.4112	11.0167	1.0527	1.1504	3.7174
	MCE	0.1957	0.0105	0.0488	-0.3004	0.0453	0.1355	-2.9041	4.4920	12.9258	1.1334	1.5159	4.3700
	MDE	0.1836	0.0104	0.0441	-0.3024	0.0302	0.1216	-2.8003	3.5214	11.3631	1.0954	1.1873	3.8429
100	MLE	0.1399	0.0164	0.0360	-0.2392	0.0521	0.1093	-2.3802	4.7299	10.3953	0.9198	1.5995	3.5135
	MOZE	0.1102	0.0092	0.0213	-0.2693	0.0289	0.1014	-2.5888	3.3701	10.0720	0.9894	1.1361	3.3983
	MCE	0.1902	0.0096	0.0458	-0.2961	0.0450	0.1327	-2.6232	4.3721	11.2533	1.0365	1.4756	3.8106
	MDE	0.1602	0.0094	0.0351	-0.2784	0.0297	0.1072	-2.5961	3.4222	10.1619	1.0116	1.1538	3.4347
200	MLE	0.1283	0.0126	0.0291	-0.2305	0.0522	0.1053	-2.1726	4.3331	9.0533	0.8438	1.4660	3.0626
	MOZE	0.1060	0.0086	0.0198	-0.2565	0.0278	0.0936	-2.3955	2.7006	8.4390	0.9193	0.9123	2.8508
	MCE	0.1859	0.0093	0.0439	-0.2799	0.0451	0.1234	-2.4324	4.2334	10.1500	0.9661	1.4293	3.4391
	MDE	0.1413	0.0090	0.0290	-0.2567	0.0295	0.0954	-2.4165	3.0045	8.8440	0.9382	1.0143	2.9894

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 4.2424$ (CV = 100 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.1911	0.0243	0.0608	-0.1649	0.0969	0.1241	-1.5570	2.2589	4.6831	0.6377	0.7934	1.6227
	MOZE	0.1316	0.0143	0.0316	-0.2400	0.0369	0.0945	-1.8372	0.6325	4.0078	0.7363	0.2279	1.3780
	MCE	0.2495	0.0150	0.0773	-0.2551	0.0584	0.1235	-1.9581	0.8178	4.6520	0.8209	0.2971	1.6176
	MDE	0.2097	0.0145	0.0585	-0.2648	0.0526	0.1227	-1.9044	0.8151	4.4418	0.7930	0.2941	1.5410
50	MLE	0.1616	0.0213	0.0474	-0.1364	0.0890	0.1076	-1.3897	1.9238	3.8551	0.5626	0.6780	1.3367
	MOZE	0.1226	0.0132	0.0282	-0.2336	0.0332	0.0878	-1.6145	0.5888	3.1954	0.6569	0.2117	1.1038
	MCE	0.2079	0.0150	0.0582	-0.2502	0.0500	0.1126	-1.8227	0.8034	4.1256	0.7603	0.2895	1.4322
	MDE	0.1787	0.0140	0.0459	-0.2532	0.0426	0.1067	-1.7413	0.8004	3.8325	0.7244	0.2857	1.3284
70	MLE	0.1497	0.0193	0.0417	-0.1312	0.0870	0.1042	-1.3531	1.8634	3.6943	0.5447	0.6566	1.2801
	MOZE	0.1169	0.0109	0.0246	-0.2119	0.0301	0.0750	-1.5063	0.5872	2.8561	0.6117	0.2094	0.9852
	MCE	0.1917	0.0129	0.0496	-0.2494	0.0420	0.1042	-1.7767	0.7735	3.9302	0.7393	0.2761	1.3613
	MDE	0.1703	0.0115	0.0405	-0.2523	0.0331	0.0968	-1.7197	0.7641	3.7215	0.7141	0.2696	1.2862
100	MLE	0.1372	0.0168	0.0356	-0.1086	0.0837	0.0955	-1.1884	1.6686	3.0809	0.4781	0.5897	1.0707
	MOZE	0.1164	0.0103	0.0238	-0.1952	0.0265	0.0646	-1.3742	0.5814	2.4698	0.5619	0.2061	0.8528
	MCE	0.1784	0.0118	0.0436	-0.2473	0.0407	0.1019	-1.5353	0.7672	3.1243	0.6537	0.2732	1.0899
	MDE	0.1554	0.0108	0.0349	-0.2518	0.0315	0.0949	-1.5165	0.7624	3.0622	0.6412	0.2682	1.0640
200	MLE	0.1198	0.0126	0.0270	-0.0900	0.0828	0.0909	-1.1427	1.4961	2.8019	0.4508	0.5305	0.9732
	MOZE	0.1054	0.0090	0.0201	-0.1803	0.0230	0.0555	-1.2544	0.5793	2.1528	0.5134	0.2038	0.7428
	MCE	0.1372	0.0106	0.0294	-0.2409	0.0384	0.0964	-1.4414	0.7539	2.8315	0.6065	0.2676	0.9858
	MDE	0.1325	0.0093	0.0269	-0.2430	0.0281	0.0871	-1.4104	0.7463	2.7355	0.5953	0.2612	0.9498

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.4$, $\beta = 1.1$ และ $m = 2.6786$ (CV = 100 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.0817	0.0155	0.0222	-0.0981	0.0398	0.0494	-0.6462	0.7265	1.1441	0.2753	0.2606	0.4052
	MOZE	0.0638	0.0083	0.0124	-0.1427	0.0231	0.0435	-0.7004	0.5717	1.0623	0.3023	0.2010	0.3727
	MCE	0.1096	0.0123	0.0243	-0.1562	0.0256	0.0500	-0.7522	0.6070	1.1728	0.3393	0.2150	0.4157
	MDE	0.0886	0.0113	0.0191	-0.1553	0.0253	0.0494	-0.7277	0.5884	1.1179	0.3239	0.2083	0.3955
50	MLE	0.0578	0.0125	0.0158	-0.0847	0.0378	0.0450	-0.5285	0.6680	0.9473	0.2237	0.2394	0.3360
	MOZE	0.0469	0.0080	0.0102	-0.1147	0.0201	0.0333	-0.5544	0.5111	0.8185	0.2387	0.1797	0.2873
	MCE	0.1058	0.0088	0.0200	-0.1542	0.0244	0.0482	-0.5969	0.5459	0.9022	0.2856	0.1930	0.3235
	MDE	0.0812	0.0087	0.0153	-0.1540	0.0209	0.0446	-0.5833	0.5242	0.8644	0.2728	0.1846	0.3081
70	MLE	0.0464	0.0083	0.0105	-0.0825	0.0333	0.0401	-0.3577	0.6022	0.7301	0.1622	0.2146	0.2602
	MOZE	0.0232	0.0067	0.0072	-0.1134	0.0097	0.0226	-0.4130	0.4726	0.6432	0.1832	0.1630	0.2243
	MCE	0.1020	0.0068	0.0172	-0.1515	0.0197	0.0427	-0.5002	0.4816	0.7318	0.2512	0.1694	0.2639
	MDE	0.0528	0.0068	0.0096	-0.1503	0.0157	0.0383	-0.4968	0.4793	0.7261	0.2333	0.1673	0.2580
100	MLE	0.0355	0.0077	0.0090	-0.0784	0.0311	0.0372	-0.2581	0.5145	0.5811	0.1240	0.1844	0.2091
	MOZE	0.0190	0.0062	0.0066	-0.0843	0.0093	0.0164	-0.3245	0.4115	0.5168	0.1426	0.1423	0.1799
	MCE	0.0755	0.0066	0.0123	-0.1481	0.0166	0.0385	-0.4006	0.4754	0.6359	0.2081	0.1662	0.2289
	MDE	0.0412	0.0065	0.0082	-0.1458	0.0154	0.0367	-0.3844	0.4329	0.5807	0.1905	0.1516	0.2085
200	MLE	0.0154	0.0068	0.0070	-0.0472	0.0285	0.0307	-0.0954	0.3963	0.4054	0.0527	0.1439	0.1477
	MOZE	0.0112	0.0041	0.0042	-0.0617	0.0085	0.0123	-0.1050	0.3606	0.3716	0.0593	0.1244	0.1294
	MCE	0.0589	0.0049	0.0084	-0.1257	0.0146	0.0304	-0.2232	0.3751	0.4249	0.1359	0.1315	0.1546
	MDE	0.0276	0.0047	0.0055	-0.1132	0.0121	0.0249	-0.1569	0.3706	0.3952	0.0992	0.1291	0.1419

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.1$, $\beta = 2.0$ และ $m = 7.1999$ (CV = 125 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.2202	0.0285	0.0770	-0.5969	1.2510	1.6073	-3.5612	13.0181	25.7002	1.4594	4.7659	9.1282
	MOZE	0.1796	0.0125	0.0448	-0.6432	0.4318	0.8455	-4.5746	3.0486	23.9756	1.7991	1.1643	8.2886
	MCE	0.2678	0.0190	0.0907	-1.0488	0.5065	1.6065	-4.8066	3.4574	26.5608	2.0411	1.3276	9.4193
	MDE	0.2372	0.0147	0.0710	-1.0513	0.5011	1.6063	-4.7407	3.2114	25.6856	2.0097	1.2424	9.1210
50	MLE	0.1770	0.0202	0.0515	-0.4504	1.0241	1.2270	-3.4555	10.8670	22.8075	1.3610	3.9704	8.0287
	MOZE	0.1710	0.0097	0.0389	-0.6213	0.1239	0.5099	-4.3426	2.3355	21.1937	1.7116	0.8230	7.2475
	MCE	0.2493	0.0126	0.0748	-0.9131	0.2861	1.1199	-4.7196	2.7767	25.0513	1.9607	1.0251	8.7486
	MDE	0.2018	0.0103	0.0510	-0.9112	0.2131	1.0434	-4.4786	2.6046	22.6625	1.8639	0.9427	7.9190
70	MLE	0.1688	0.0187	0.0472	-0.4321	1.0068	1.1935	-3.3898	9.5432	21.0339	1.3302	3.5229	7.4249
	MOZE	0.1673	0.0086	0.0366	-0.6212	0.1145	0.5004	-4.2754	2.2018	20.4808	1.6880	0.7750	7.0059
	MCE	0.2175	0.0115	0.0588	-0.9047	0.2835	1.1020	-4.7149	2.6666	24.8969	1.9457	0.9872	8.6859
	MDE	0.1909	0.0102	0.0466	-0.9488	0.2005	1.1007	-4.3046	2.4848	21.0144	1.8148	0.8985	7.3872
100	MLE	0.1623	0.0154	0.0417	-0.4189	0.8732	1.0487	-3.3605	9.3297	20.6227	1.3139	3.4061	7.2377
	MOZE	0.1421	0.0072	0.0274	-0.6188	0.1036	0.4865	-4.1872	2.1039	19.6365	1.6494	0.7382	6.7168
	MCE	0.2059	0.0101	0.0525	-0.8711	0.2814	1.0402	-4.3686	2.4445	21.5292	1.8152	0.9120	7.5406
	MDE	0.1828	0.0087	0.0421	-0.8728	0.1481	0.9099	-4.2887	2.2227	20.6156	1.7814	0.7932	7.1892
200	MLE	0.1273	0.0115	0.0277	-0.3975	0.7896	0.9476	-3.2607	8.9421	19.5743	1.2618	3.2477	6.8499
	MOZE	0.1192	0.0050	0.0192	-0.6173	0.1021	0.4832	-3.9651	2.0874	17.8094	1.5672	0.7315	6.1039
	MCE	0.1844	0.0072	0.0412	-0.8546	0.2171	0.9474	-4.2459	2.4334	20.4611	1.7616	0.8859	7.1499
	MDE	0.1461	0.0062	0.0275	-0.8664	0.1242	0.8748	-4.1778	2.1142	19.5682	1.7301	0.7482	6.8235

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 2.7152$ (CV = 125 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.1729	0.0204	0.0503	-0.2303	0.0795	0.1325	-0.8941	0.8563	1.6557	0.4324	0.3187	0.6128
	MOZE	0.1421	0.0136	0.0338	-0.2613	0.0458	0.1141	-0.9598	0.2895	1.2107	0.4544	0.1163	0.4529
	MCE	0.2516	0.0152	0.0785	-0.2773	0.0603	0.1372	-1.1149	0.6892	1.9322	0.5479	0.2549	0.7160
	MDE	0.1908	0.0140	0.0504	-0.2791	0.0505	0.1284	-1.1052	0.4136	1.6351	0.5250	0.1594	0.6046
50	MLE	0.1573	0.0187	0.0434	-0.2239	0.0751	0.1252	-0.8434	0.7322	1.4435	0.4082	0.2753	0.5374
	MOZE	0.1300	0.0118	0.0287	-0.2541	0.0396	0.1042	-0.9590	0.2884	1.2081	0.4477	0.1133	0.4470
	MCE	0.2205	0.0148	0.0634	-0.2719	0.0538	0.1277	-1.0617	0.6135	1.7407	0.5180	0.2274	0.6440
	MDE	0.1815	0.0131	0.0460	-0.2771	0.0477	0.1245	-1.0006	0.4014	1.4026	0.4864	0.1541	0.5244
70	MLE	0.1487	0.0162	0.0383	-0.2204	0.0697	0.1183	-0.8200	0.7287	1.4011	0.3964	0.2715	0.5192
	MOZE	0.1249	0.0104	0.0260	-0.2504	0.0371	0.0998	-0.9538	0.2833	1.1930	0.4430	0.1103	0.4396
	MCE	0.2093	0.0137	0.0575	-0.2705	0.0499	0.1231	-1.0021	0.5769	1.5811	0.4940	0.2135	0.5872
	MDE	0.1627	0.0115	0.0380	-0.2719	0.0439	0.1178	-0.9994	0.3945	1.3933	0.4780	0.1500	0.5164
100	MLE	0.1355	0.0145	0.0329	-0.2117	0.0675	0.1123	-0.8075	0.6628	1.3149	0.3849	0.2483	0.4867
	MOZE	0.1246	0.0098	0.0253	-0.2473	0.0305	0.0917	-0.8771	0.2789	1.0482	0.4163	0.1064	0.3884
	MCE	0.1934	0.0122	0.0496	-0.2675	0.0449	0.1165	-0.9668	0.5102	1.4449	0.4759	0.1891	0.5370
	MDE	0.1505	0.0102	0.0329	-0.2701	0.0391	0.1121	-0.9325	0.3787	1.2483	0.4510	0.1427	0.4644
200	MLE	0.1279	0.0128	0.0292	-0.2107	0.0673	0.1117	-0.7165	0.6414	1.1548	0.3517	0.2405	0.4319
	MOZE	0.1084	0.0092	0.0210	-0.2452	0.0279	0.0880	-0.8325	0.2717	0.9648	0.3954	0.1029	0.3579
	MCE	0.1803	0.0104	0.0429	-0.2572	0.0447	0.1109	-0.9006	0.4362	1.2473	0.4460	0.1638	0.4670
	MDE	0.1397	0.0096	0.0291	-0.2662	0.0369	0.1078	-0.8857	0.3699	1.1544	0.4305	0.1388	0.4304

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.2$, $\beta = 1.5$ และ $m = 2.5397$ (CV = 150 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.1456	0.0192	0.0404	-0.3487	0.6847	0.8063	-0.7684	1.4134	2.0038	0.4209	0.7058	0.9502
	MOZE	0.1401	0.0147	0.0343	-0.3560	0.0819	0.2086	-0.7921	0.3945	1.0219	0.4294	0.1637	0.4216
	MCE	0.1804	0.0176	0.0501	-0.6496	0.1897	0.6117	-1.2012	0.7529	2.1958	0.6771	0.3201	0.9525
	MDE	0.1628	0.0151	0.0416	-0.6557	0.1606	0.5905	-1.1416	0.4368	1.7401	0.6534	0.2042	0.7907
50	MLE	0.1407	0.0179	0.0377	-0.1490	0.3353	0.3575	-0.7556	1.3223	1.8932	0.3484	0.5585	0.7628
	MOZE	0.1383	0.0123	0.0314	-0.2271	0.0778	0.1294	-0.7572	0.3918	0.9652	0.3742	0.1606	0.3753
	MCE	0.1739	0.0152	0.0454	-0.3553	0.1856	0.3118	-1.1695	0.7112	2.0789	0.5662	0.3040	0.8121
	MDE	0.1522	0.0138	0.0370	-0.3293	0.1545	0.2629	-1.0847	0.4113	1.5879	0.5221	0.1932	0.6293
70	MLE	0.1260	0.0158	0.0317	-0.1008	0.1819	0.1921	-0.7405	1.2674	1.8157	0.3224	0.4884	0.6798
	MOZE	0.1256	0.0101	0.0259	-0.1847	0.0695	0.1036	-0.7560	0.3901	0.9616	0.3554	0.1566	0.3637
	MCE	0.1478	0.0148	0.0366	-0.2415	0.1312	0.1895	-1.0993	0.6645	1.8730	0.4962	0.2702	0.6997
	MDE	0.1420	0.0114	0.0316	-0.2461	0.1080	0.1686	-1.0036	0.4229	1.4301	0.4639	0.1808	0.5434
100	MLE	0.1237	0.0133	0.0286	-0.0751	0.1614	0.1670	-0.7208	1.1346	1.6542	0.3065	0.4364	0.6166
	MOZE	0.1085	0.0090	0.0208	-0.1660	0.0621	0.0897	-0.7341	0.3826	0.9215	0.3362	0.1512	0.3440
	MCE	0.1414	0.0125	0.0325	-0.2063	0.1228	0.1654	-1.0113	0.6212	1.6439	0.4530	0.2522	0.6139
	MDE	0.1313	0.0108	0.0280	-0.2038	0.0936	0.1351	-0.9995	0.4186	1.4176	0.4449	0.1743	0.5269
200	MLE	0.0987	0.0104	0.0201	-0.0640	0.1483	0.1524	-0.6386	0.9874	1.3952	0.2671	0.3820	0.5226
	MOZE	0.0868	0.0071	0.0146	-0.1549	0.0555	0.0795	-0.6859	0.3809	0.8514	0.3092	0.1478	0.3152
	MCE	0.1405	0.0089	0.0286	-0.1911	0.1143	0.1508	-0.9004	0.5765	1.3872	0.4107	0.2332	0.5222
	MDE	0.1107	0.0079	0.0202	-0.1927	0.0916	0.1287	-0.8976	0.4117	1.2174	0.4003	0.1704	0.4554

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 1.8855$ (CV = 150 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.1913	0.0183	0.0549	-0.2079	0.0916	0.1348	-0.6072	0.4333	0.8020	0.3355	0.1811	0.3306
	MOZE	0.1628	0.0131	0.0396	-0.2448	0.0426	0.1025	-0.6669	0.1888	0.6336	0.3582	0.0815	0.2586
	MCE	0.2516	0.0146	0.0779	-0.2606	0.0670	0.1349	-0.7848	0.2215	0.8374	0.4323	0.1010	0.3501
	MDE	0.2010	0.0142	0.0546	-0.2647	0.0647	0.1348	-0.7633	0.2061	0.7887	0.4097	0.0950	0.3260
50	MLE	0.1657	0.0162	0.0437	-0.2025	0.0907	0.1317	-0.5793	0.4291	0.7647	0.3158	0.1787	0.3134
	MOZE	0.1568	0.0125	0.0371	-0.2398	0.0399	0.0974	-0.6319	0.1784	0.5777	0.3428	0.0769	0.2374
	MCE	0.2357	0.0141	0.0697	-0.2533	0.0651	0.1293	-0.7716	0.2096	0.8050	0.4202	0.0963	0.3346
	MDE	0.1815	0.0127	0.0456	-0.2562	0.0628	0.1284	-0.7401	0.1993	0.7470	0.3926	0.0916	0.3070
70	MLE	0.1571	0.0149	0.0396	-0.1973	0.0867	0.1256	-0.5580	0.4102	0.7216	0.3041	0.1706	0.2956
	MOZE	0.1342	0.0111	0.0291	-0.2376	0.0355	0.0920	-0.6317	0.1693	0.5683	0.3345	0.0720	0.2298
	MCE	0.2063	0.0139	0.0565	-0.2511	0.0624	0.1255	-0.7409	0.1958	0.7447	0.3994	0.0907	0.3089
	MDE	0.1667	0.0122	0.0400	-0.2539	0.0593	0.1238	-0.7327	0.1834	0.7202	0.3844	0.0850	0.2947
100	MLE	0.1296	0.0142	0.0310	-0.1918	0.0769	0.1137	-0.5186	0.4011	0.6700	0.2800	0.1641	0.2716
	MOZE	0.1180	0.0098	0.0237	-0.2194	0.0303	0.0784	-0.5715	0.1606	0.4872	0.3030	0.0669	0.1965
	MCE	0.1985	0.0137	0.0531	-0.2291	0.0609	0.1134	-0.7134	0.1857	0.6946	0.3803	0.0868	0.2870
	MDE	0.1521	0.0112	0.0343	-0.2331	0.0542	0.1085	-0.6977	0.1802	0.6670	0.3610	0.0819	0.2700
200	MLE	0.1165	0.0120	0.0256	-0.1863	0.0701	0.1048	-0.4673	0.3321	0.5505	0.2567	0.1381	0.2269
	MOZE	0.1001	0.0089	0.0189	-0.2179	0.0281	0.0756	-0.5174	0.1552	0.4229	0.2785	0.0641	0.1725
	MCE	0.1605	0.0108	0.0366	-0.2181	0.0575	0.1051	-0.6123	0.1719	0.5468	0.3303	0.0801	0.2295
	MDE	0.1346	0.0093	0.0274	-0.2276	0.0513	0.1031	-0.6047	0.1682	0.5339	0.3223	0.0763	0.2215

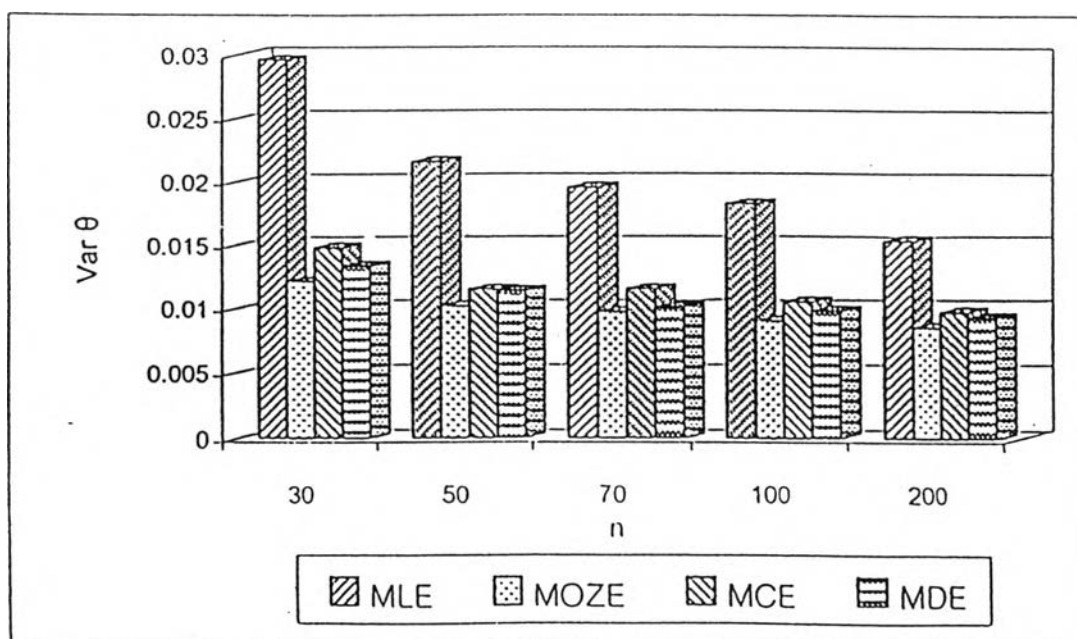
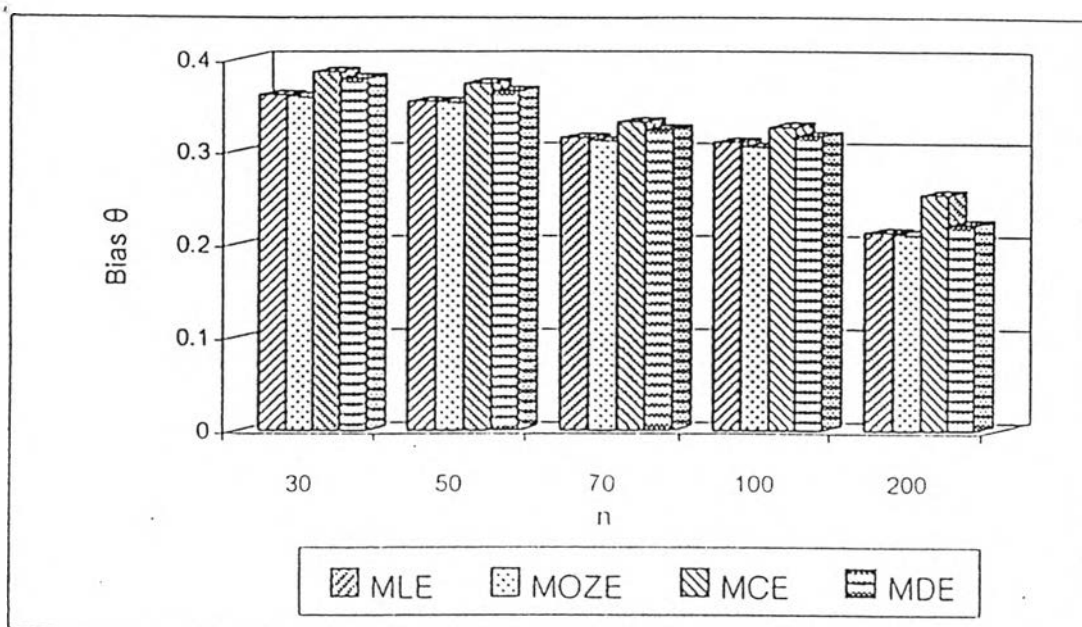
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.1$, $\beta = 2.0$ และ $m = 3.6735$ (CV = 175 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.2331	0.0308	0.0851	-0.5955	0.3143	0.6689	-0.9977	0.7334	1.7287	0.6088	0.3595	0.8276
	MOZE	0.2204	0.0195	0.0681	-0.6551	0.0899	0.5191	-1.0993	0.1650	1.3735	0.6583	0.0915	0.6535
	MCE	0.2898	0.0287	0.1127	-0.6694	0.2091	0.6572	-1.2259	0.4449	1.9477	0.7284	0.2276	0.9059
	MDE	0.2448	0.0244	0.0843	-0.6874	0.1117	0.5842	-1.2185	0.1932	1.6779	0.7169	0.1098	0.7822
50	MLE	0.2203	0.0257	0.0742	-0.5745	0.2773	0.6074	-0.9898	0.7180	1.6977	0.5949	0.3403	0.7931
	MOZE	0.2143	0.0167	0.0626	-0.6377	0.0815	0.4882	-1.0713	0.1645	1.3122	0.6411	0.0876	0.6210
	MCE	0.2682	0.0232	0.0951	-0.6405	0.1971	0.6073	-1.1683	0.4244	1.7893	0.6923	0.2149	0.8306
	MDE	0.2311	0.0205	0.0739	-0.6625	0.1055	0.5444	-1.1156	0.1882	1.4328	0.6697	0.1047	0.6837
70	MLE	0.2078	0.0221	0.0653	-0.5562	0.2415	0.5509	-0.9739	0.7072	1.6557	0.5793	0.3236	0.7573
	MOZE	0.1997	0.0132	0.0531	-0.6193	0.0782	0.4617	-1.0688	0.1632	1.3055	0.6293	0.0849	0.6068
	MCE	0.2487	0.0209	0.0828	-0.6251	0.1589	0.5497	-1.1615	0.4223	1.7714	0.6784	0.2007	0.8013
	MDE	0.2205	0.0167	0.0653	-0.6507	0.0935	0.5169	-1.1134	0.1813	1.4210	0.6615	0.0972	0.6677
100	MLE	0.1955	0.0204	0.0586	-0.5557	0.2411	0.5499	-0.9670	0.6139	1.5490	0.5727	0.2918	0.7192
	MOZE	0.1884	0.0111	0.0466	-0.6085	0.0717	0.4420	-1.0245	0.1606	1.2102	0.6071	0.0811	0.5663
	MCE	0.2364	0.0184	0.0743	-0.6196	0.1464	0.5303	-1.1152	0.4122	1.6559	0.6571	0.1923	0.7535
	MDE	0.2067	0.0152	0.0579	-0.6474	0.0844	0.5035	-1.1075	0.1771	1.4037	0.6539	0.0922	0.6550
200	MLE	0.1829	0.0218	0.0553	-0.5528	0.2350	0.5406	-0.9252	0.5450	1.4010	0.5536	0.2673	0.6656
	MOZE	0.1716	0.0098	0.0392	-0.5965	0.0647	0.4205	-0.9713	0.1594	1.1028	0.5798	0.0780	0.5209
	MCE	0.2126	0.0164	0.0616	-0.6093	0.1449	0.5161	-1.0398	0.3738	1.4550	0.6206	0.1784	0.6776
	MDE	0.2023	0.0138	0.0547	-0.6266	0.0757	0.4683	-1.0072	0.1642	1.1787	0.6120	0.0846	0.5672

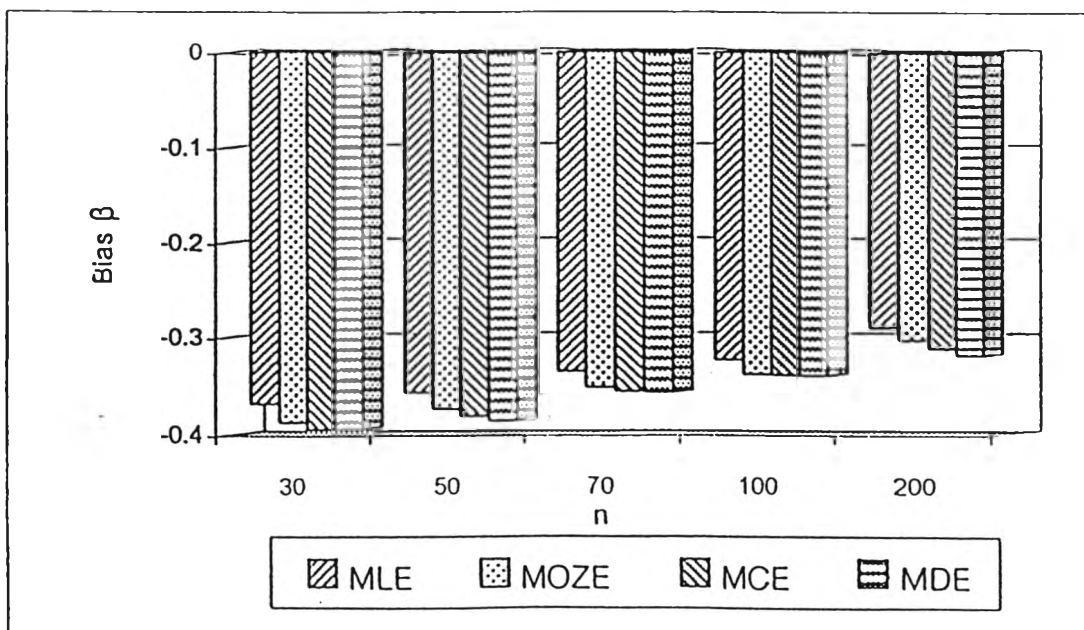
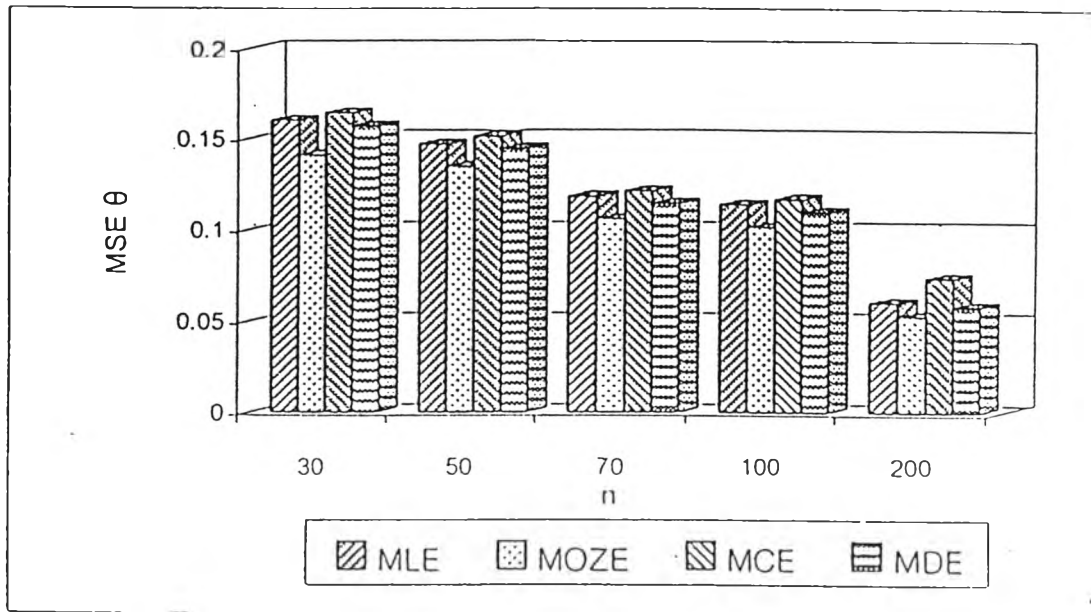
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความเอนเอียง (Bias) , ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 1.3853$ (CV = 175 %)

n	EST	θ			β			m			BIASME	VARME	MSEME
		BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE	BIAS	VAR	MSE			
30	MLE	0.1730	0.0209	0.0508	-0.2721	0.0971	0.1711	-0.4611	0.2355	0.4481	0.3021	0.1178	0.2234
	MOZE	0.1695	0.0134	0.0421	-0.2945	0.0659	0.1526	-0.4771	0.1251	0.3527	0.3137	0.0681	0.1825
	MCE	0.2881	0.0145	0.0975	-0.3007	0.0794	0.1698	-0.5244	0.1723	0.4473	0.3711	0.0887	0.2382
	MDE	0.1916	0.0143	0.0510	-0.3054	0.0707	0.1640	-0.5125	0.1491	0.4118	0.3365	0.0780	0.2089
50	MLE	0.1652	0.0176	0.0449	-0.2328	0.0947	0.1489	-0.4563	0.2085	0.4167	0.2848	0.1069	0.2035
	MOZE	0.1604	0.0129	0.0386	-0.2620	0.0621	0.1307	-0.4603	0.1232	0.3351	0.2942	0.0661	0.1681
	MCE	0.2634	0.0141	0.0835	-0.2799	0.0711	0.1494	-0.5119	0.1691	0.4311	0.3517	0.0848	0.2214
	MDE	0.1756	0.0135	0.0443	-0.2781	0.0694	0.1467	-0.5064	0.1458	0.4022	0.3200	0.0762	0.1978
70	MLE	0.1576	0.0154	0.0402	-0.2278	0.0739	0.1258	-0.4486	0.1779	0.3791	0.2780	0.0891	0.1817
	MOZE	0.1456	0.0120	0.0332	-0.2331	0.0594	0.1137	-0.4587	0.1191	0.3295	0.2791	0.0635	0.1588
	MCE	0.2581	0.0136	0.0802	-0.2506	0.0625	0.1253	-0.4875	0.1458	0.3835	0.3321	0.0740	0.1963
	MDE	0.1624	0.0128	0.0392	-0.2517	0.0613	0.1247	-0.4805	0.1382	0.3691	0.2982	0.0708	0.1776
100	MLE	0.1427	0.0146	0.0350	-0.2206	0.0714	0.1201	-0.4337	0.1707	0.3588	0.2657	0.0856	0.1713
	MOZE	0.1371	0.0115	0.0303	-0.2238	0.0515	0.1016	-0.4493	0.1149	0.3168	0.2701	0.0593	0.1496
	MCE	0.2227	0.0130	0.0626	-0.2437	0.0609	0.1203	-0.4716	0.1369	0.3593	0.3127	0.0703	0.1807
	MDE	0.1449	0.0122	0.0332	-0.2447	0.0565	0.1164	-0.4634	0.1305	0.3452	0.2843	0.0664	0.1649
200	MLE	0.1299	0.0118	0.0287	-0.2193	0.0691	0.1172	-0.3897	0.1646	0.3165	0.2463	0.0818	0.1541
	MOZE	0.1156	0.0106	0.0240	-0.2222	0.0447	0.0941	-0.4093	0.1035	0.2710	0.2490	0.0529	0.1297
	MCE	0.2126	0.0112	0.0564	-0.2390	0.0574	0.1145	-0.4305	0.1311	0.3164	0.2940	0.0666	0.1625
	MDE	0.1317	0.0110	0.0283	-0.2401	0.0495	0.1071	-0.4224	0.1287	0.3071	0.2647	0.0631	0.1475

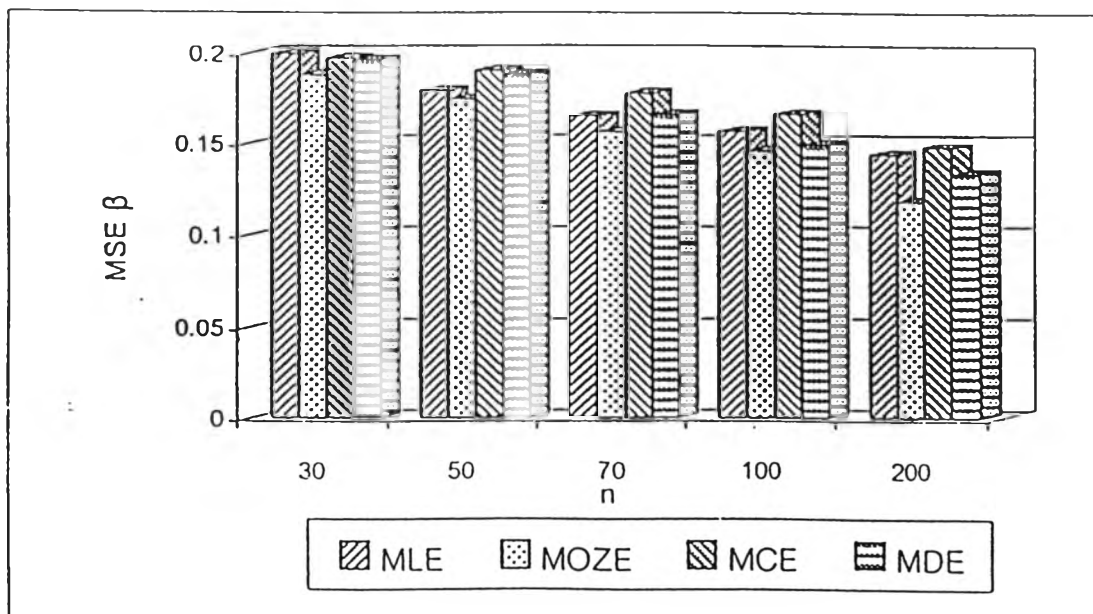
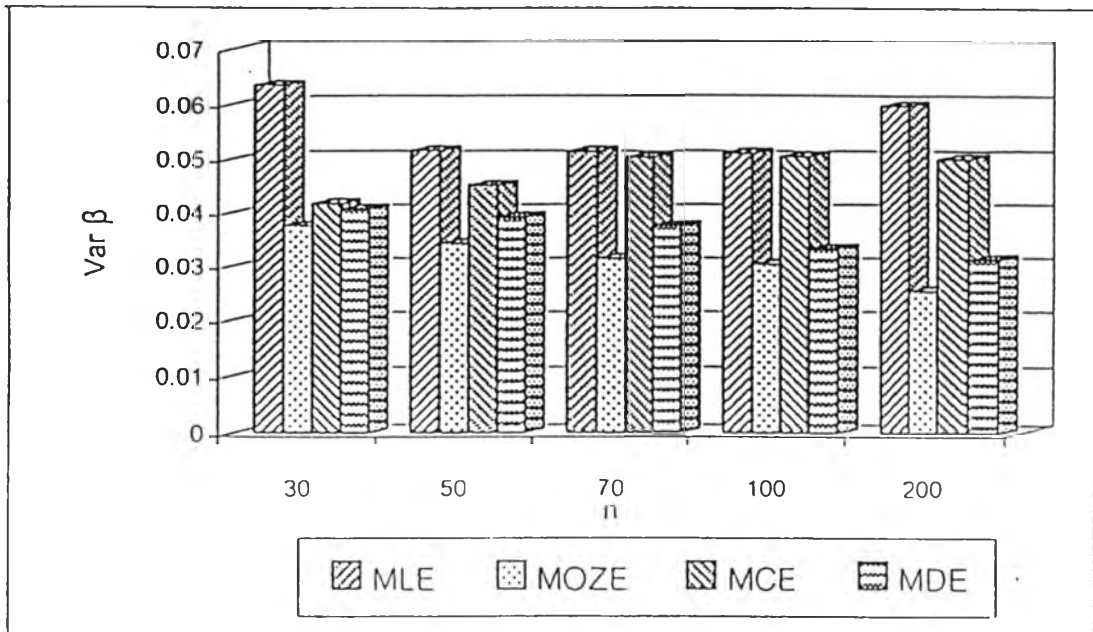
รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 16.9697$ (CV = 50 %)



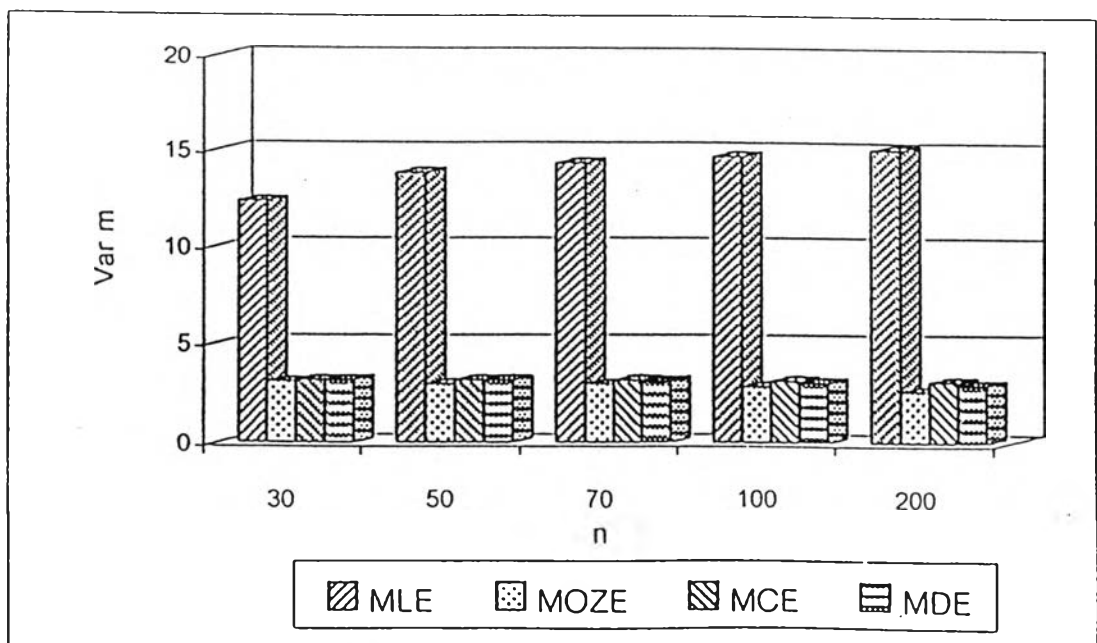
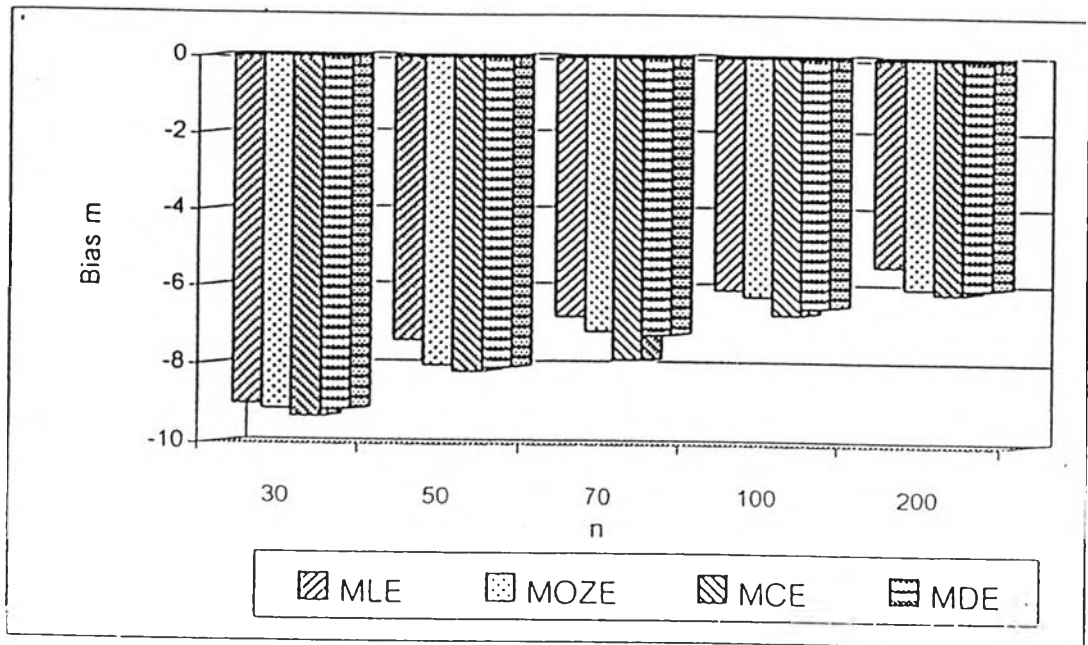
รูปที่ 4.1 (ต่อ)



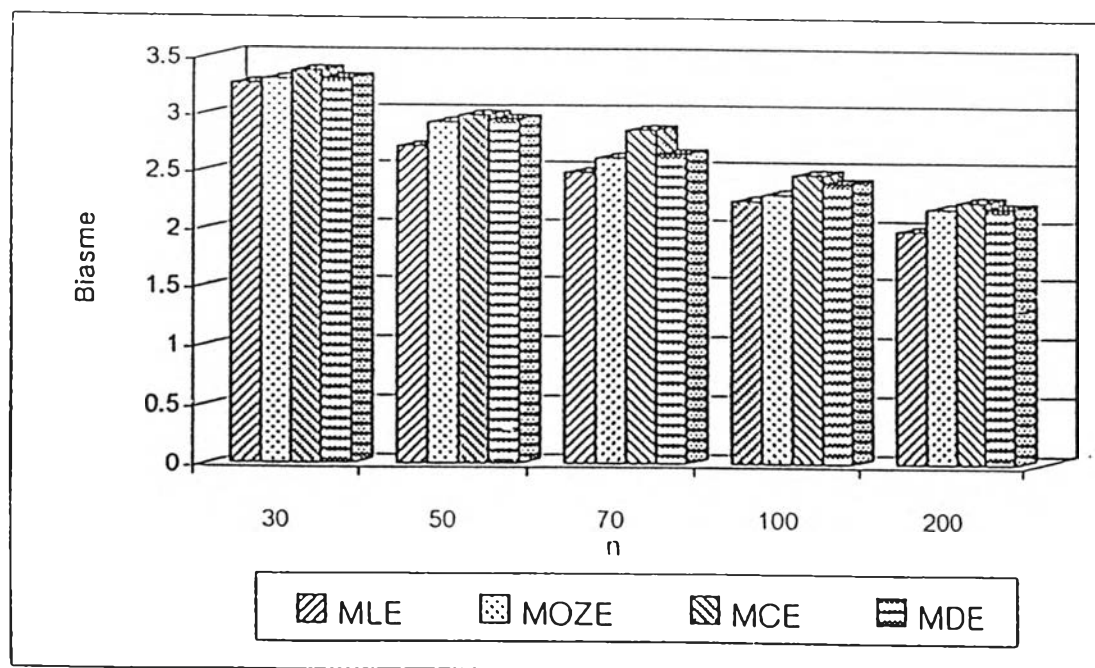
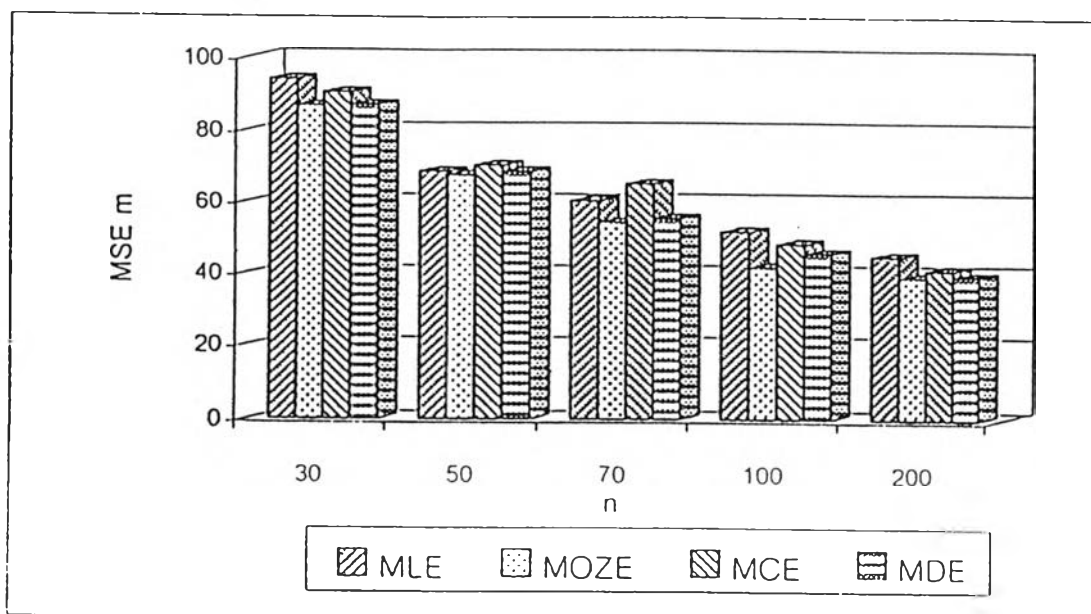
รูปที่ 4.1 (ต่อ)



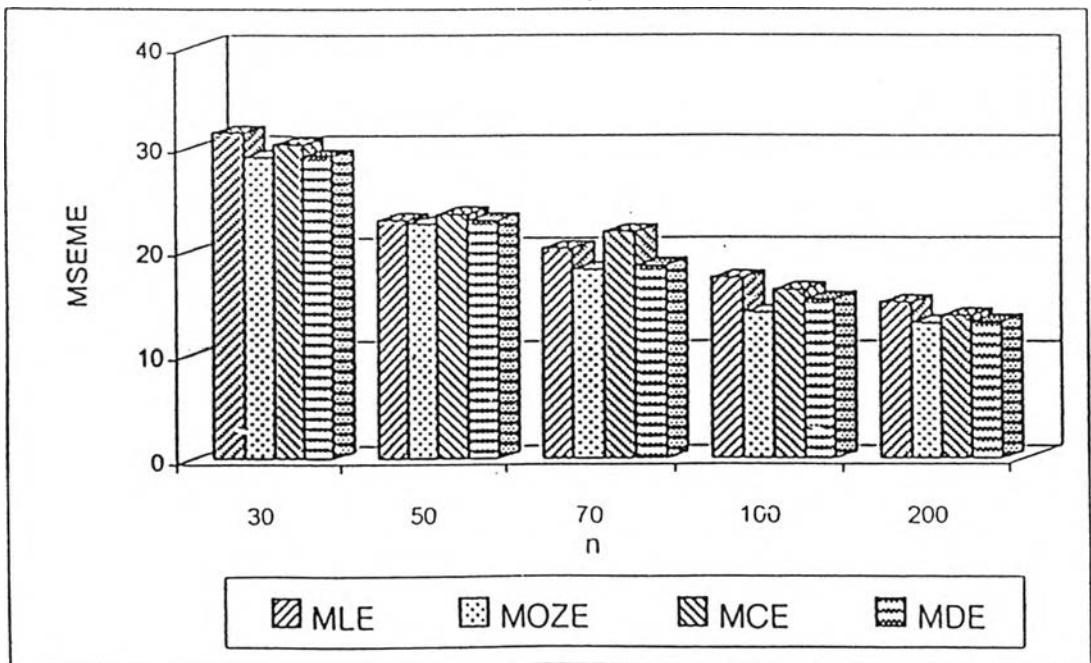
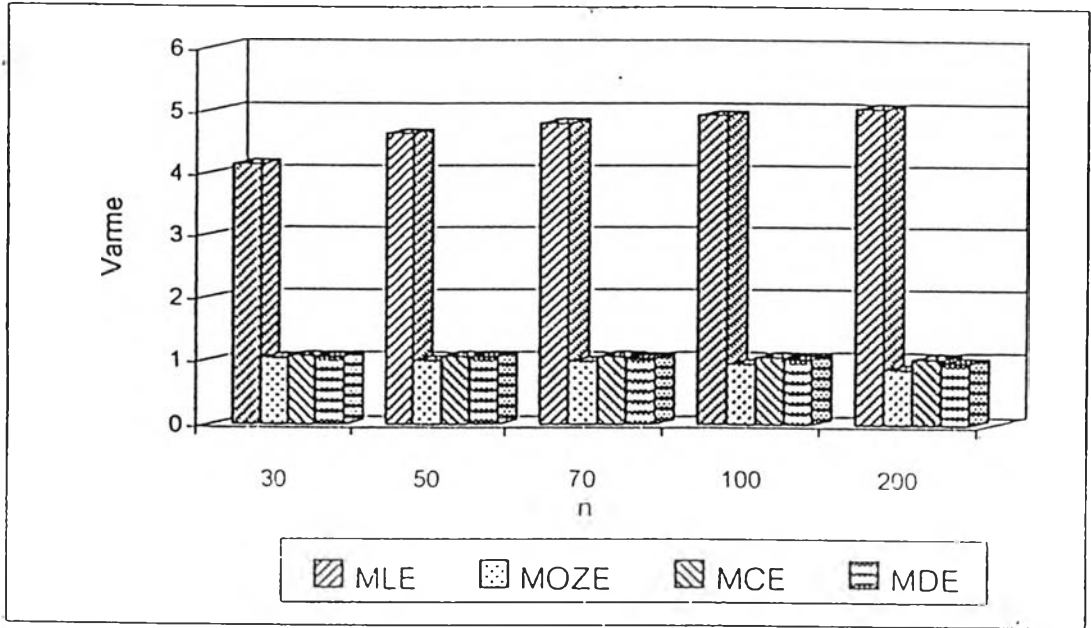
รูปที่ 4.1 (ต่อ)



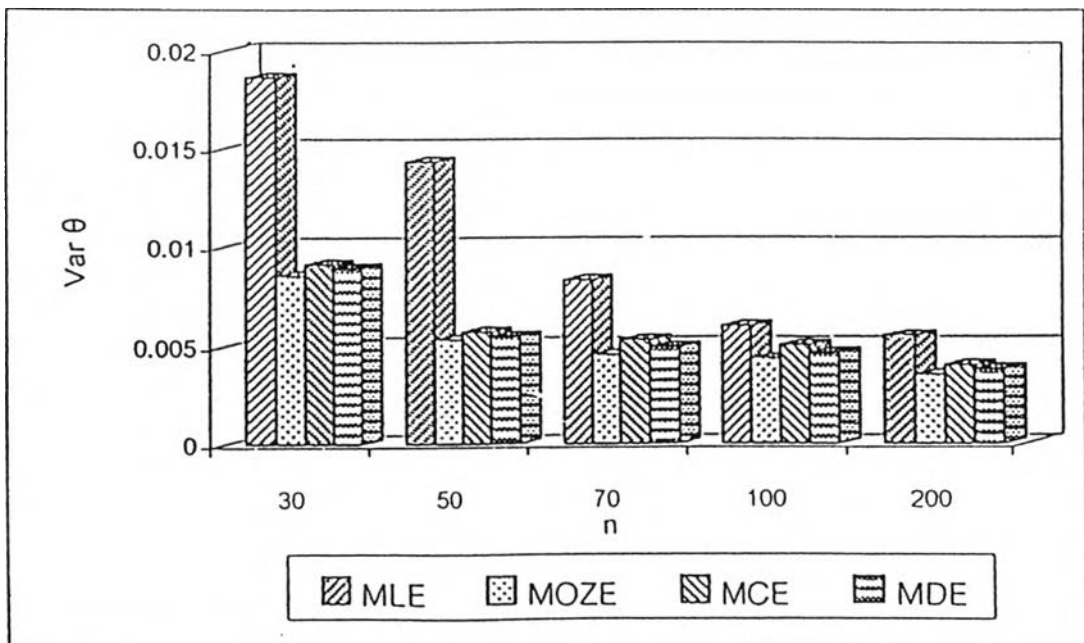
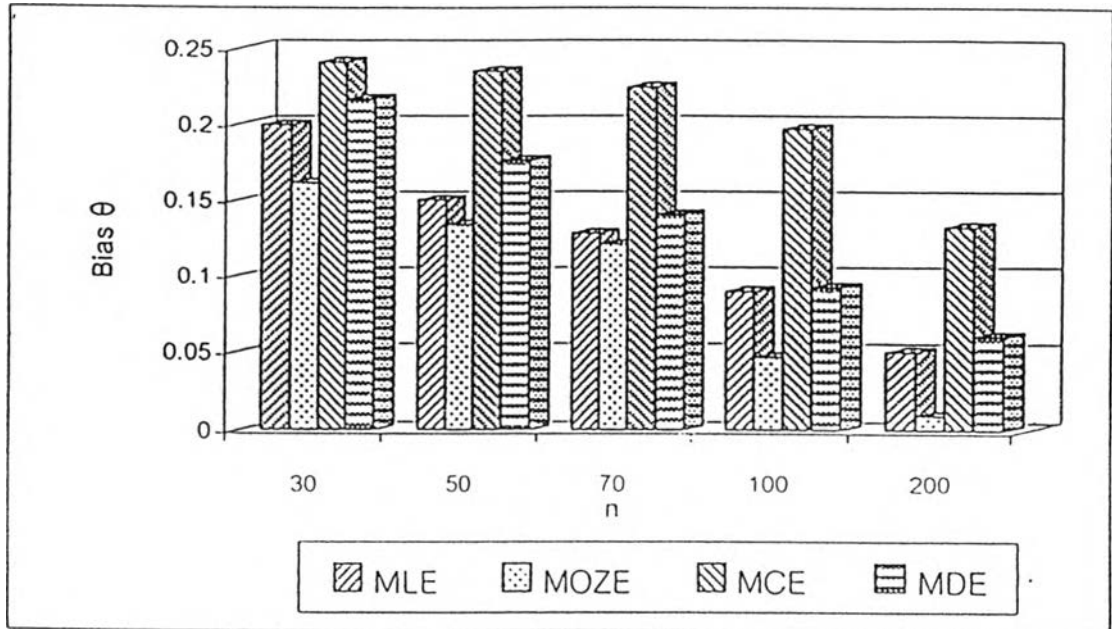
รูปที่ 4.1 (ต่อ)



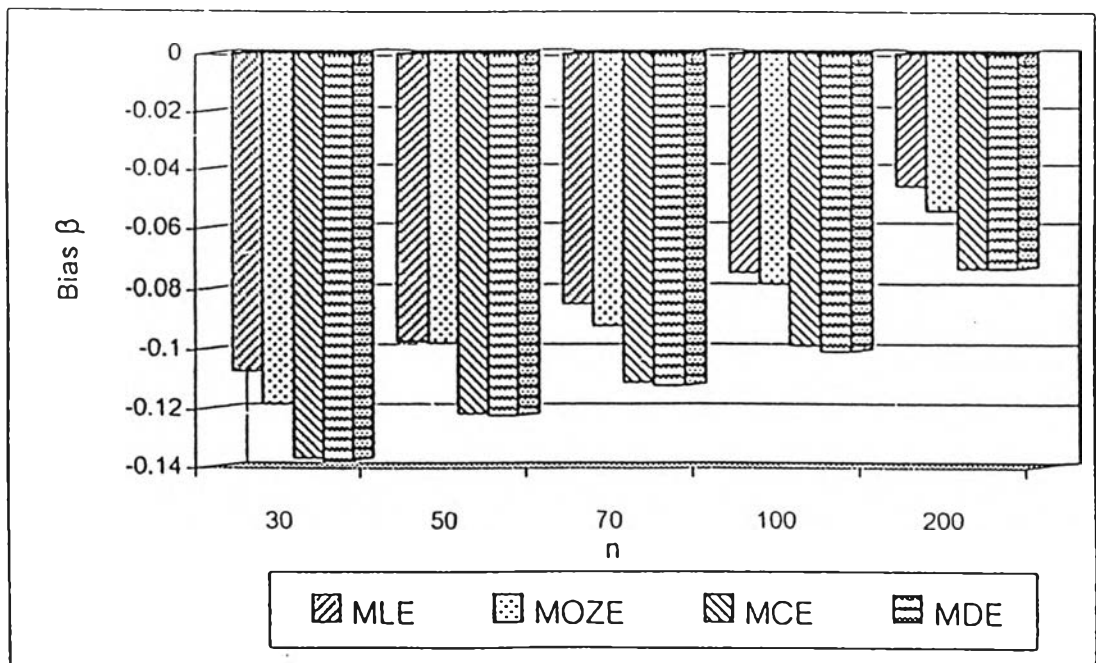
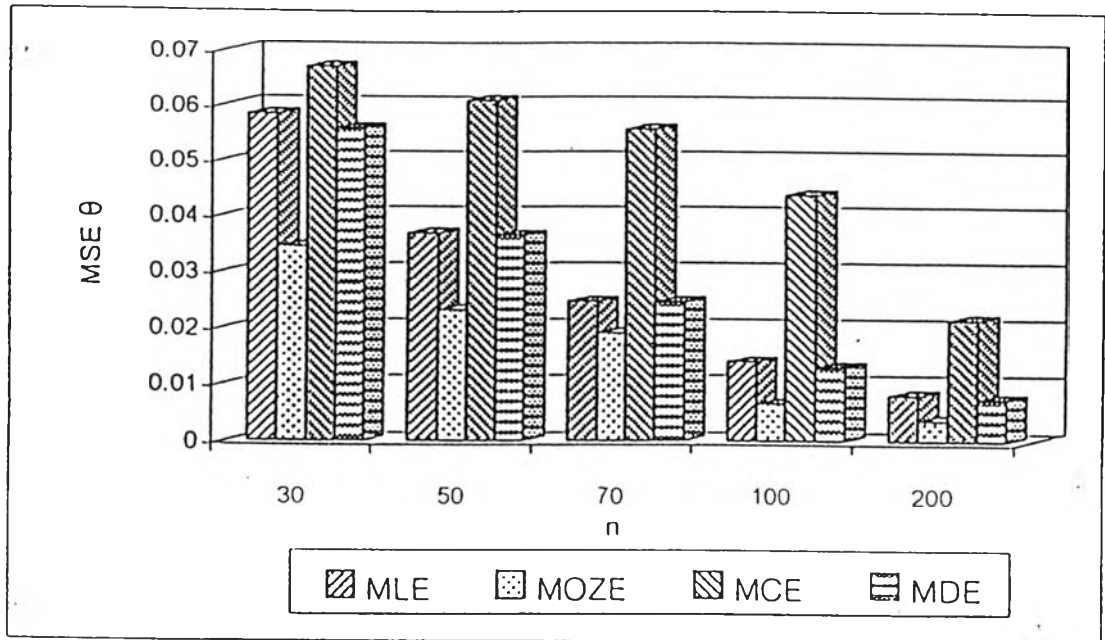
รูปที่ 4.1 (ต่อ)



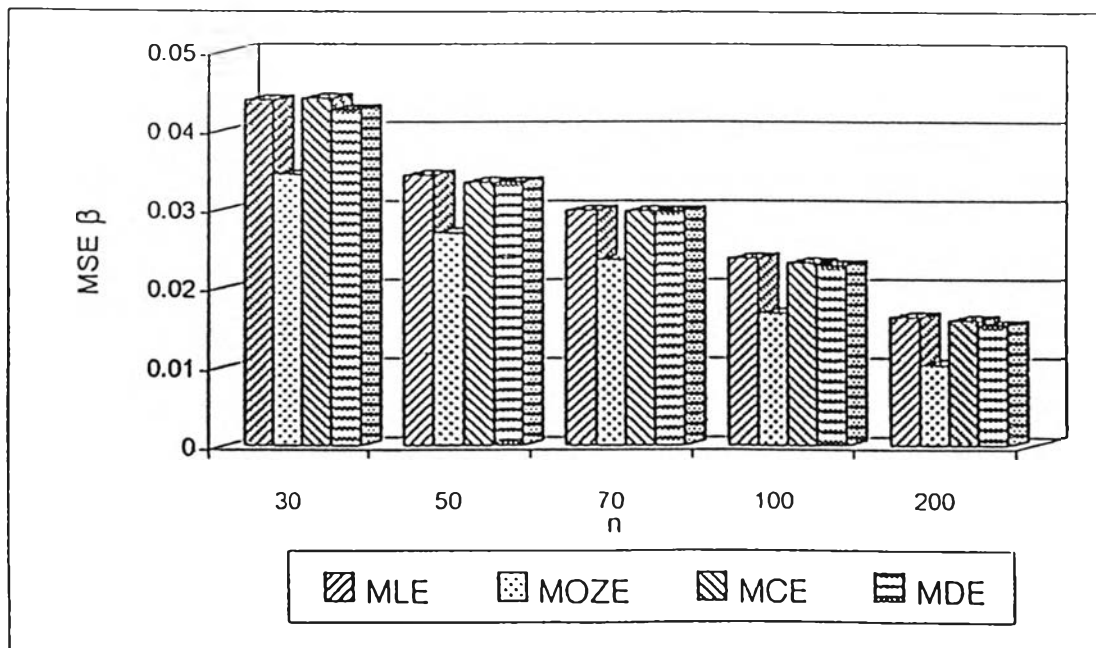
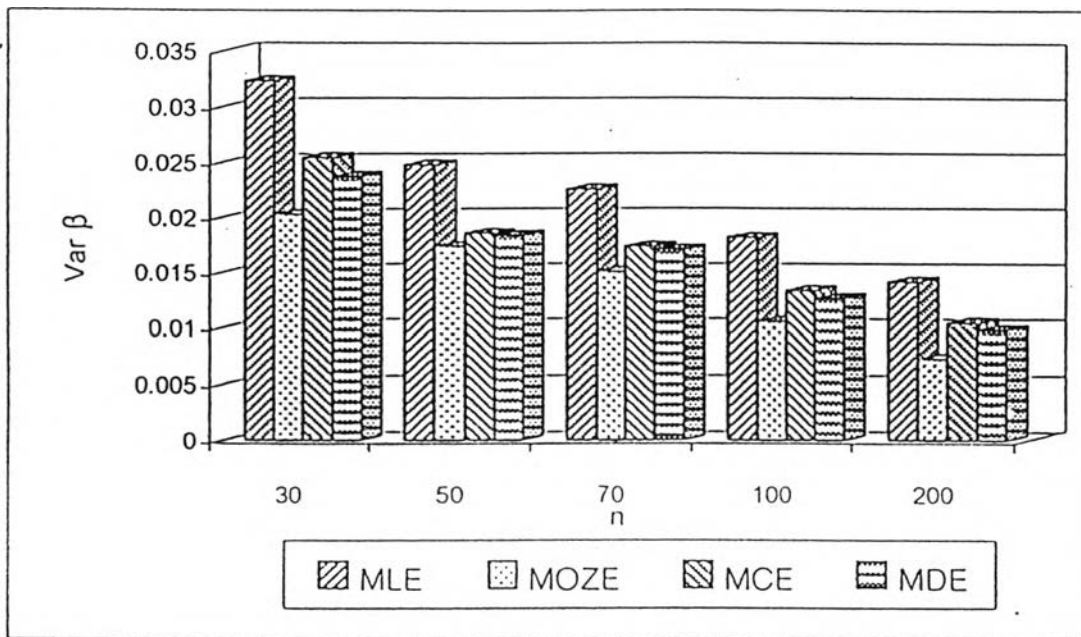
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.4$, $\beta = 1.1$ และ $m = 10.7143$ ($CV = 50\%$)



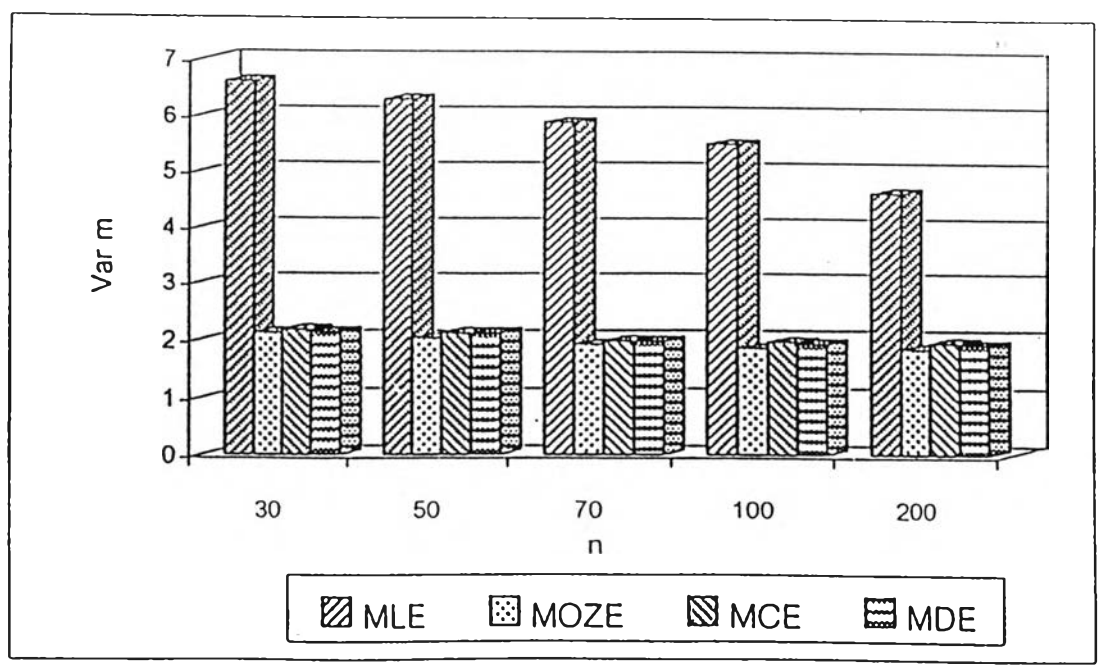
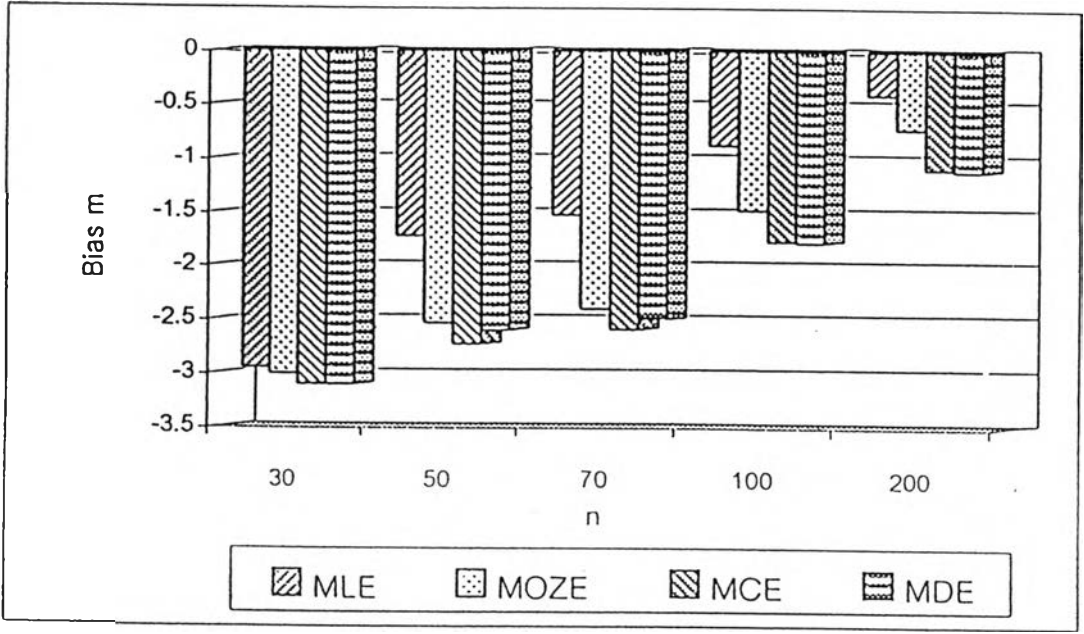
รูปที่ 4.2 (ต่อ)



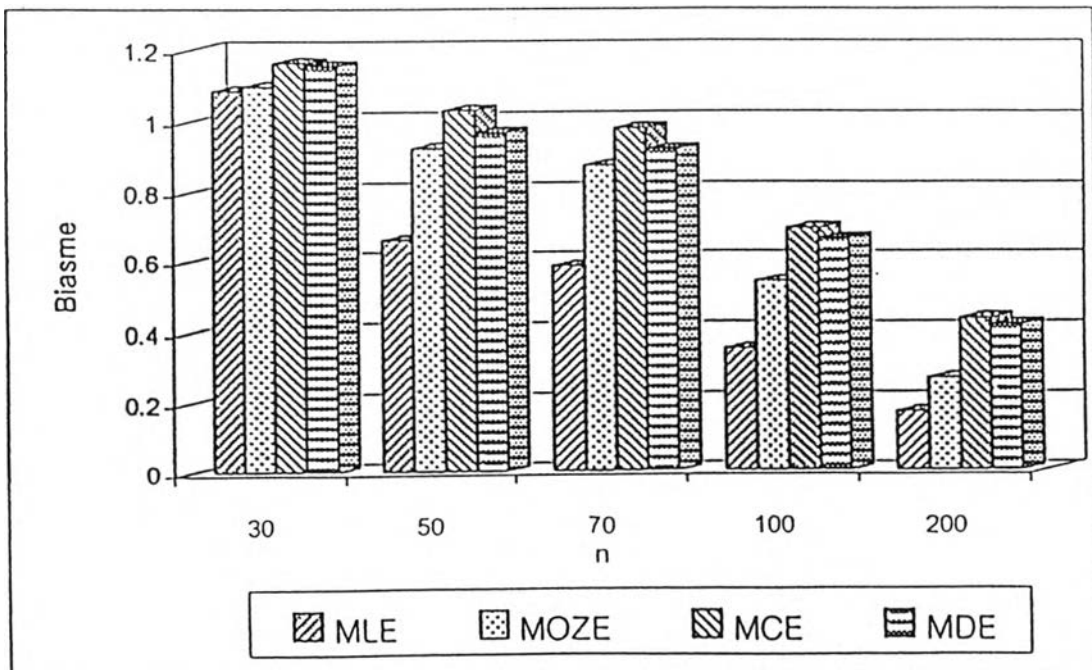
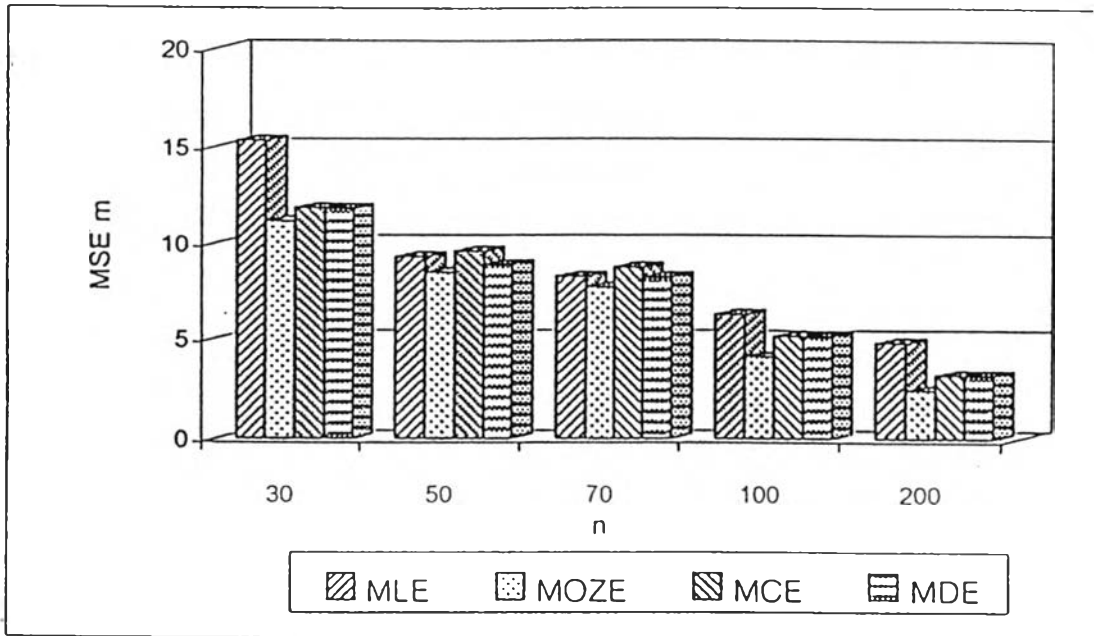
รูปที่ 4.2 (ต่อ)



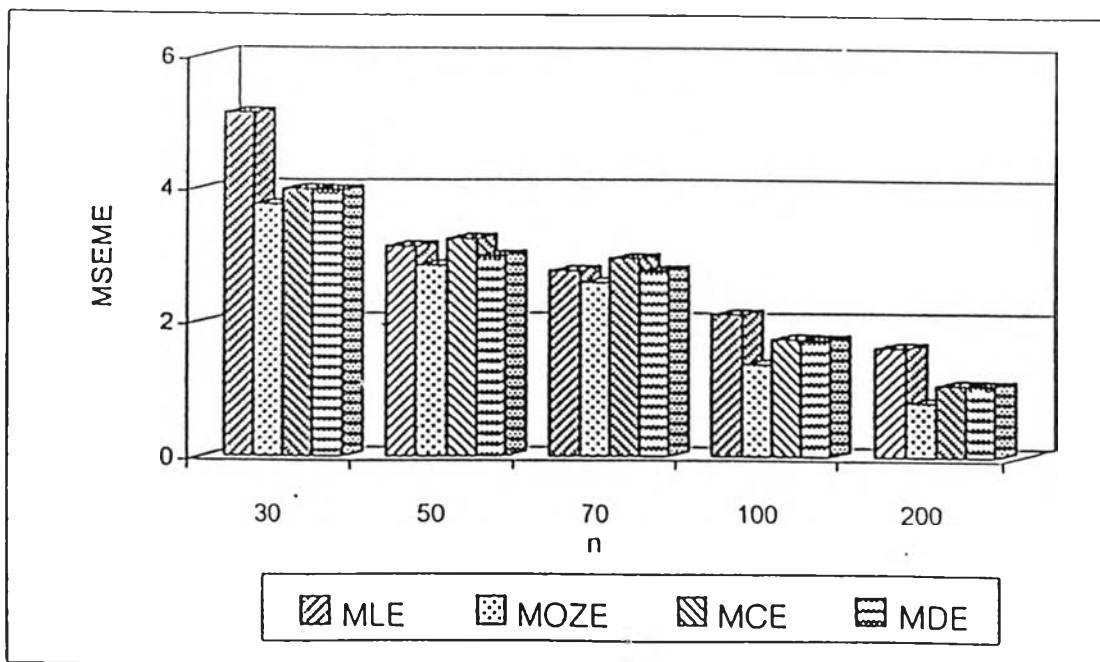
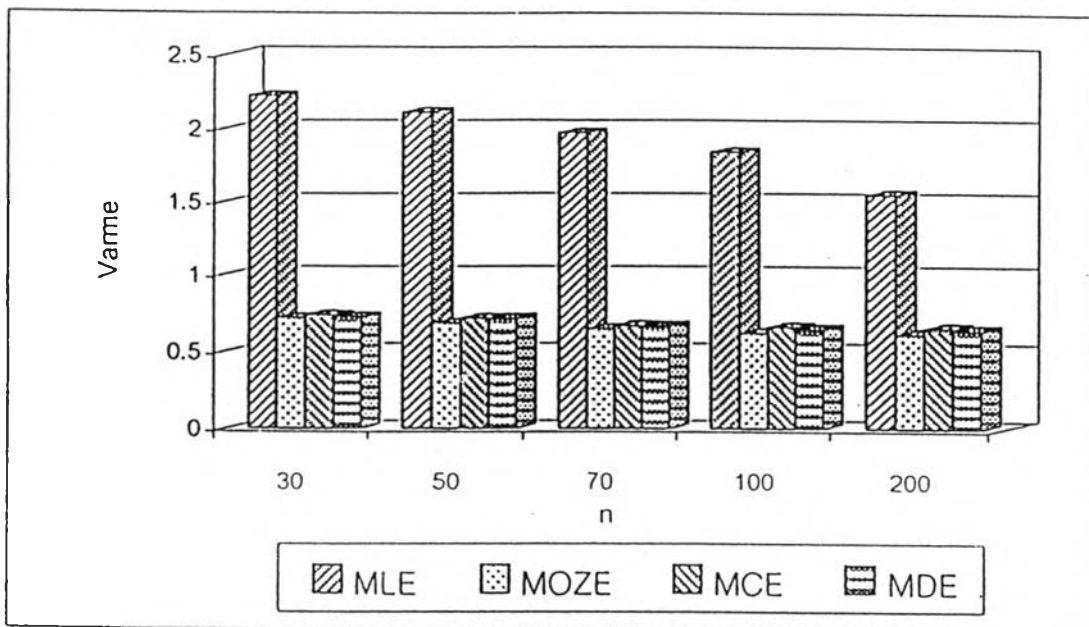
รูปที่ 4.2 (ต่อ)



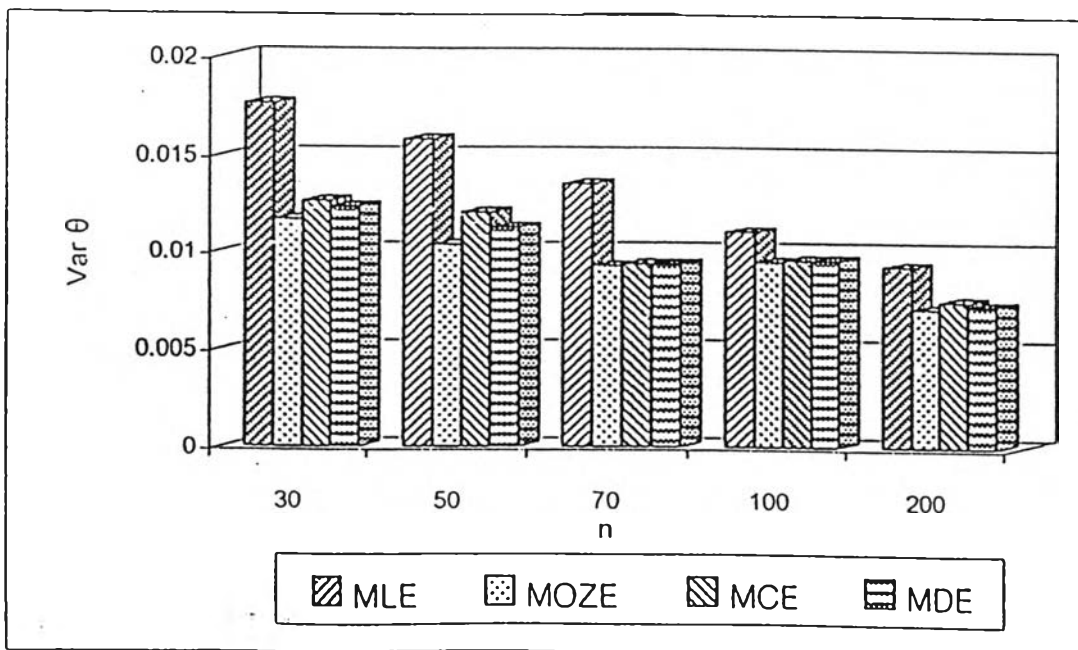
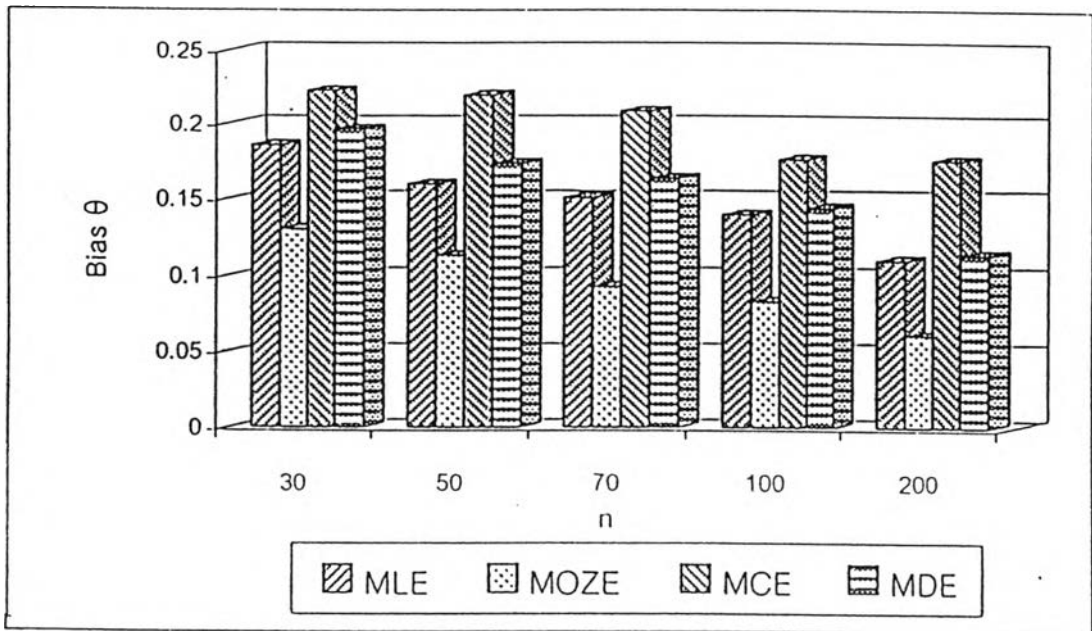
รูปที่ 4.2 (ต่อ)



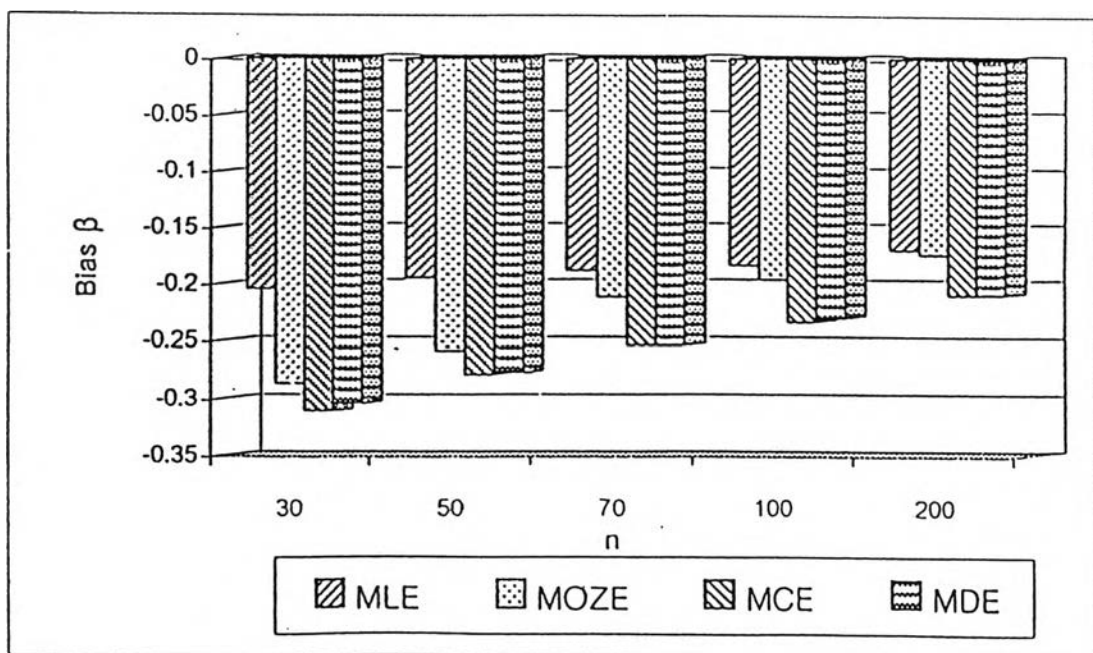
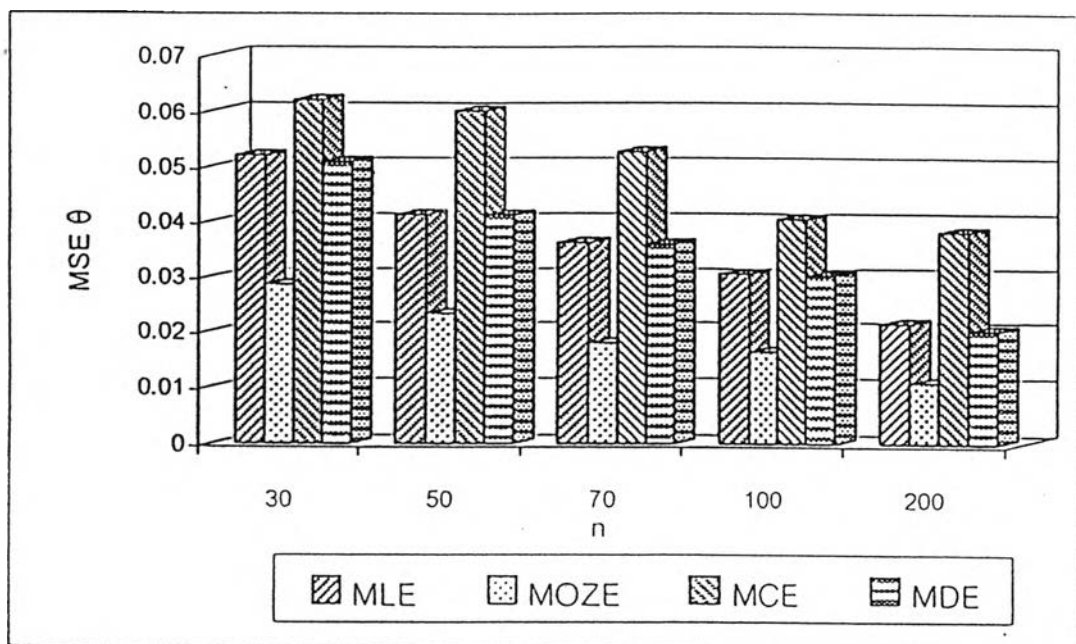
รูปที่ 4.2 (ต่อ)



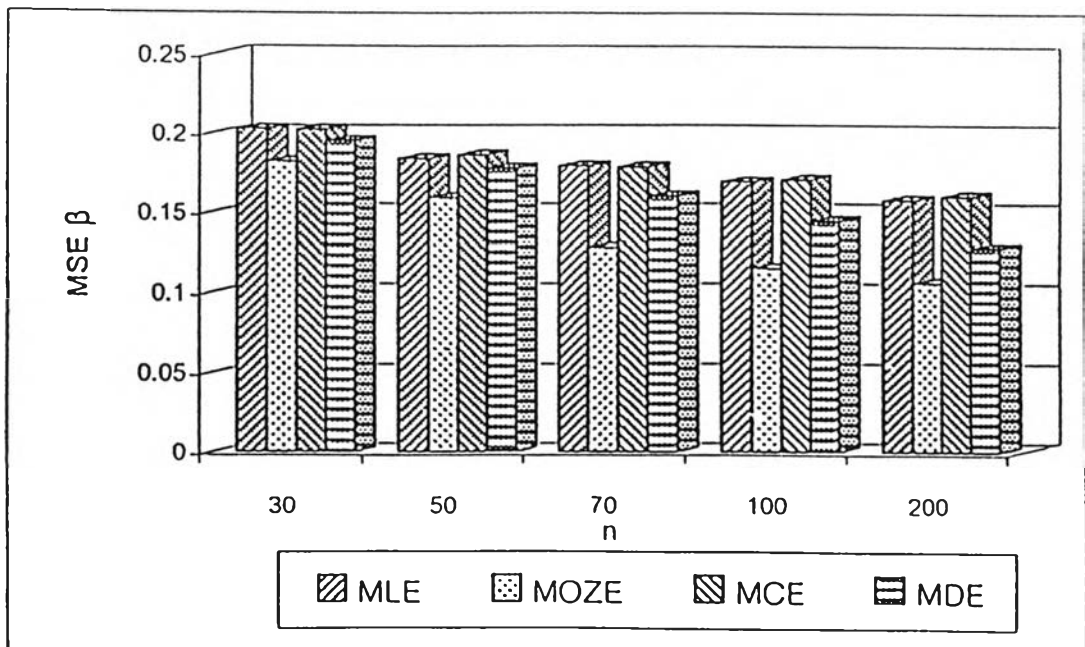
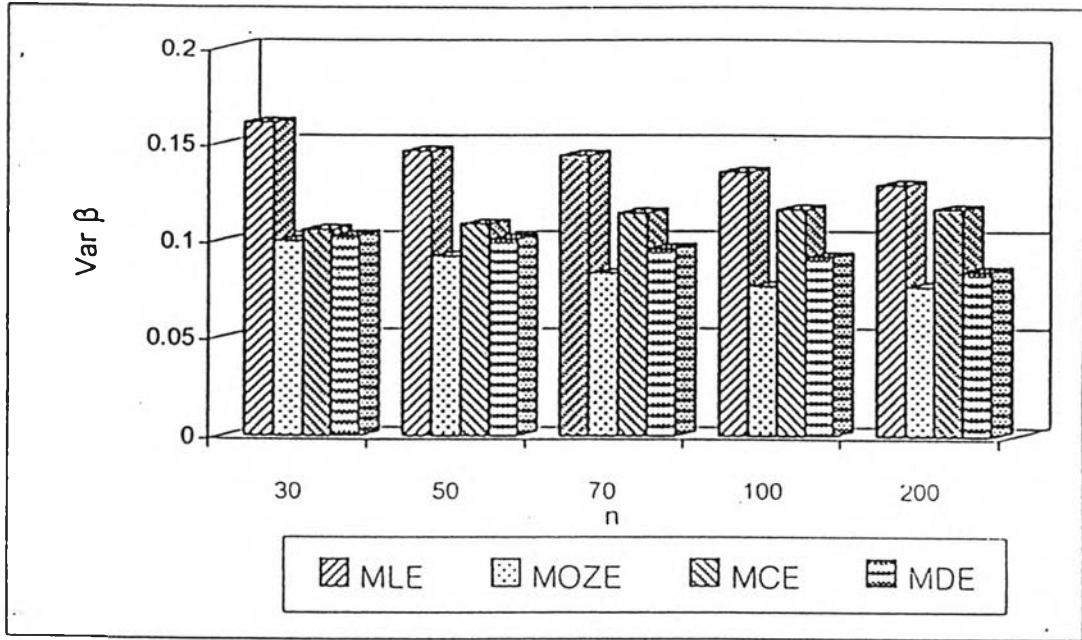
รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.2$, $\beta = 1.5$ และ $m = 10.1587$ ($CV = 75\%$)



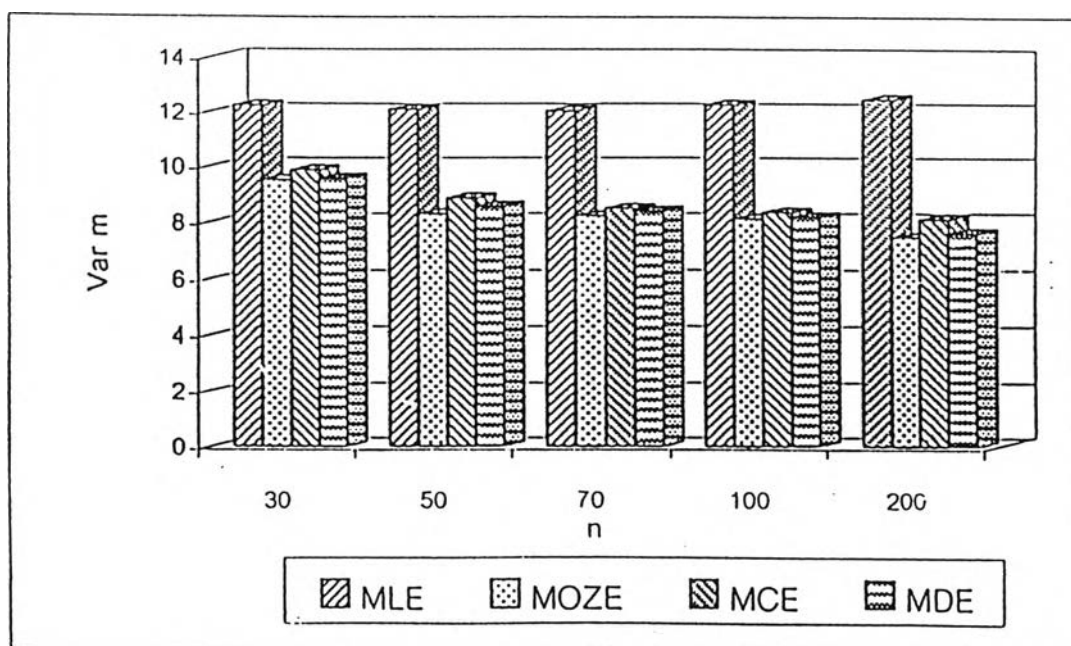
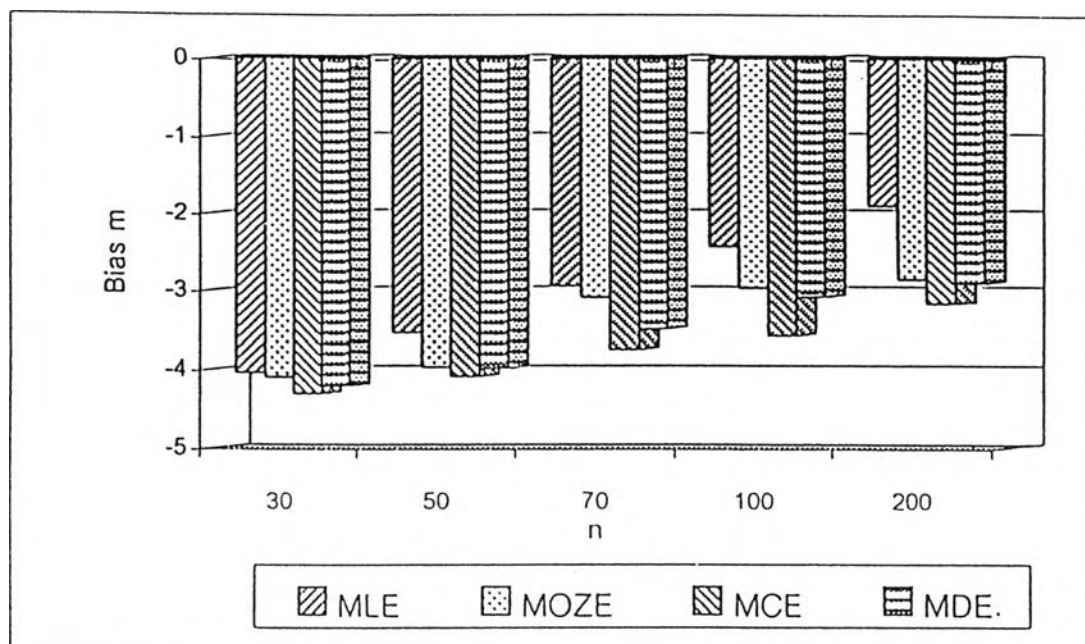
รูปที่ 4.3 (ต่อ)



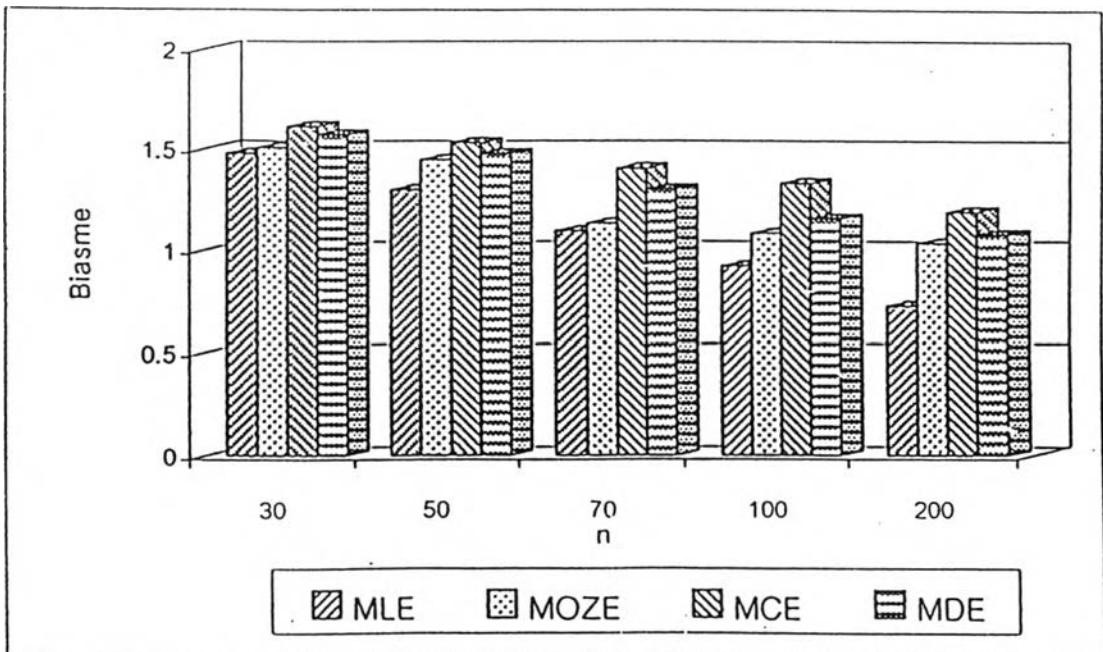
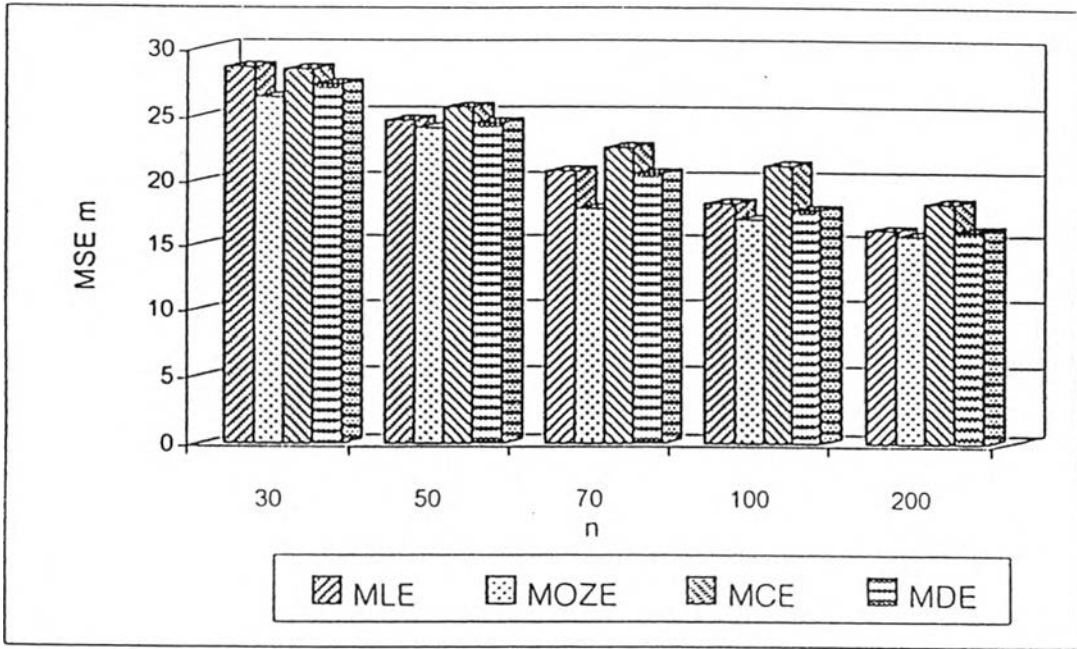
รูปที่ 4.3 (ต่อ)



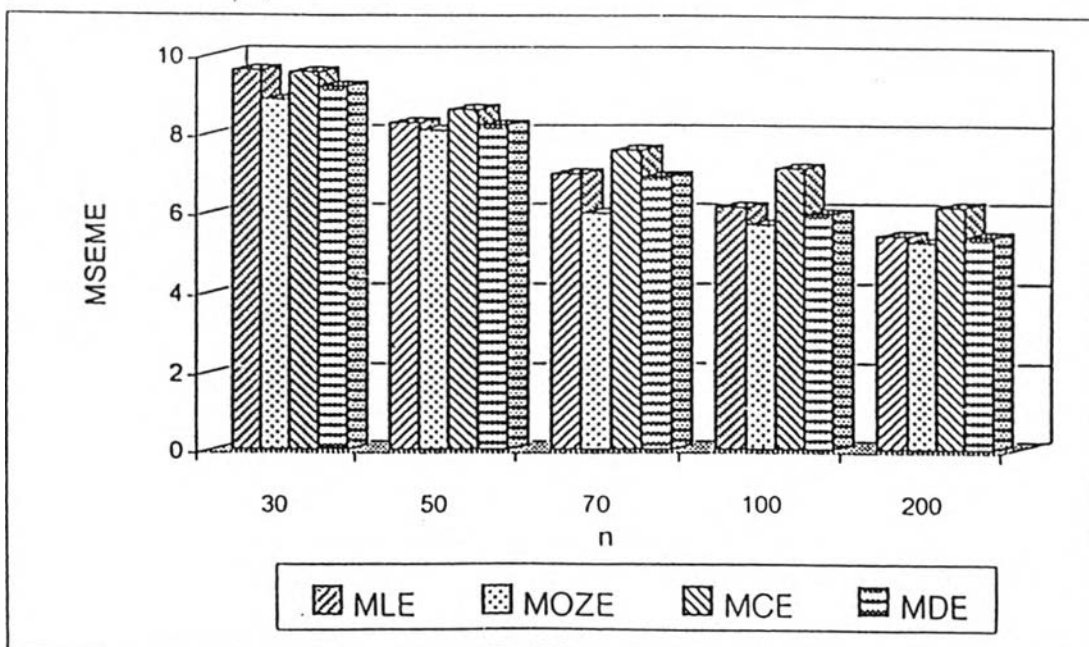
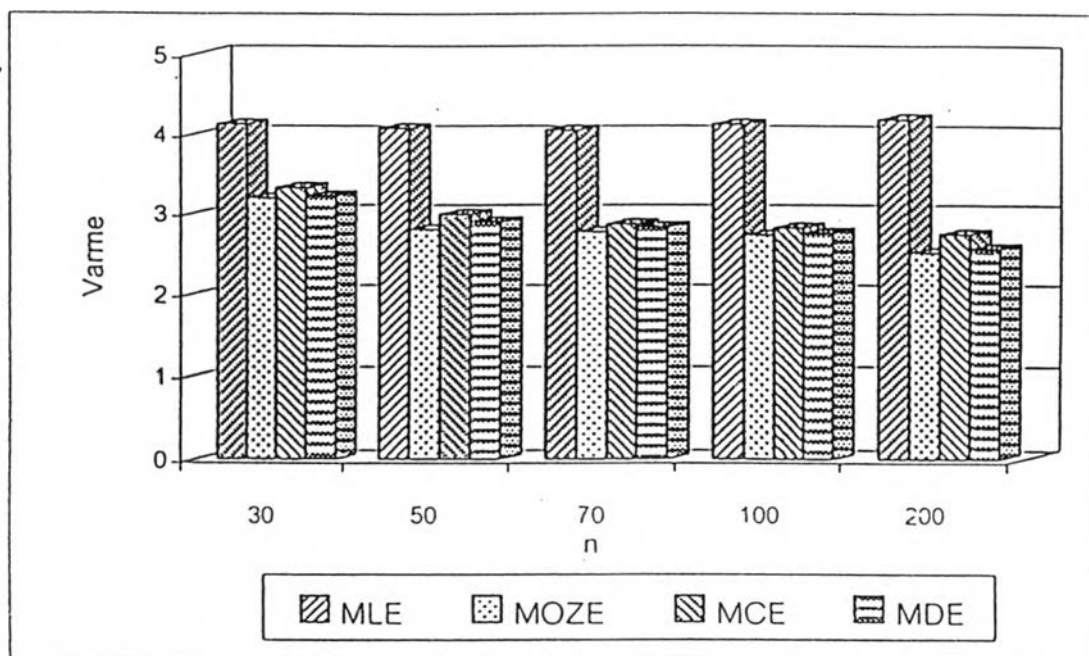
รูปที่ 4.3 (ต่อ)



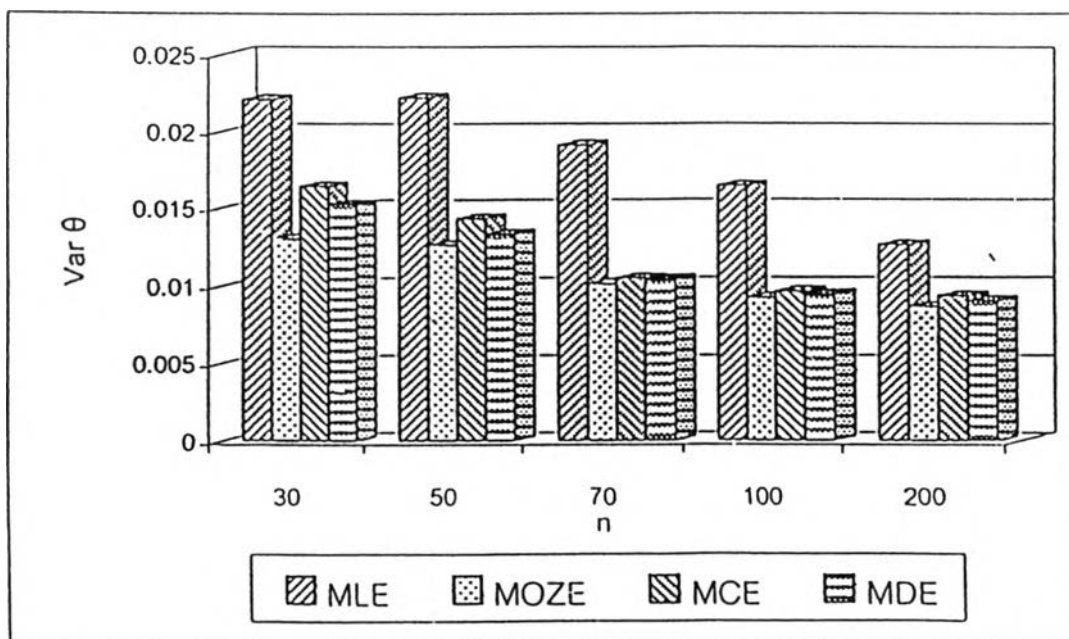
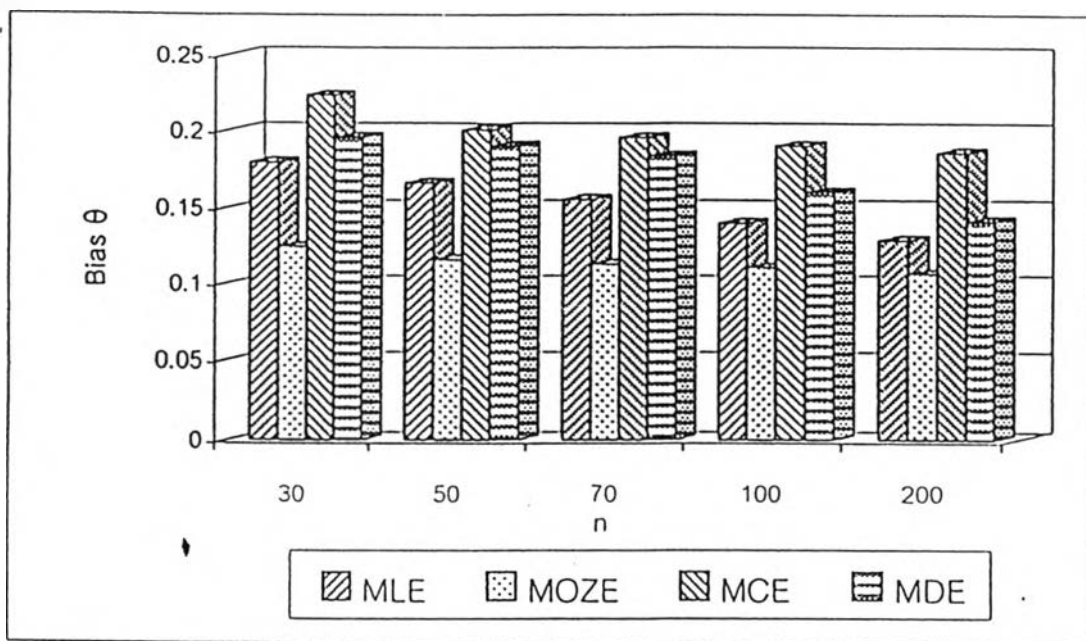
รูปที่ 4.3 (ต่อ)



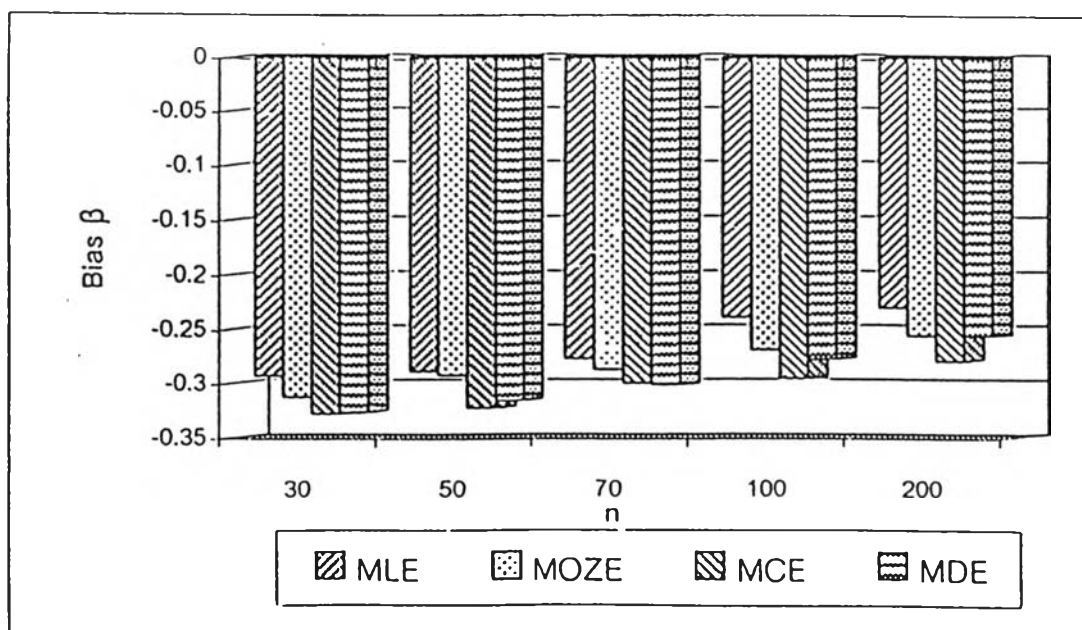
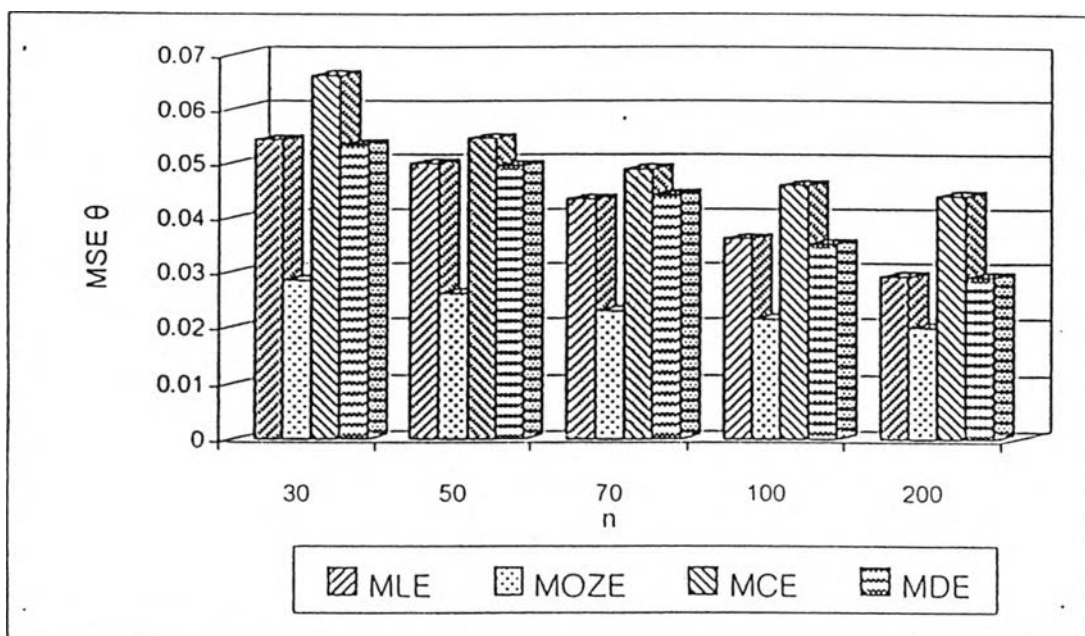
รูปที่ 4.3 (ต่อ)



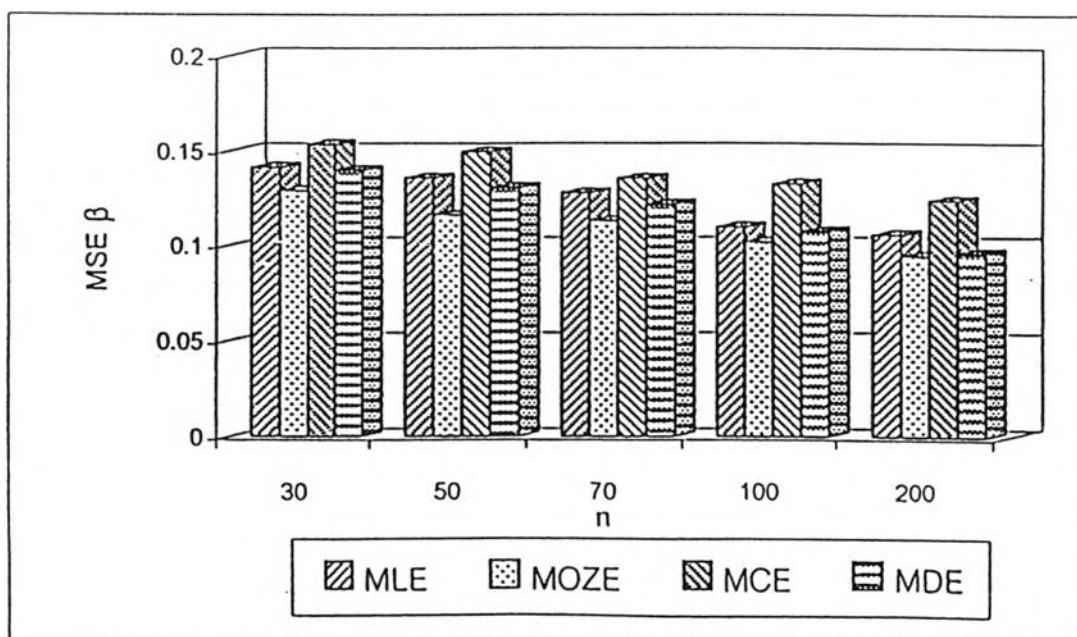
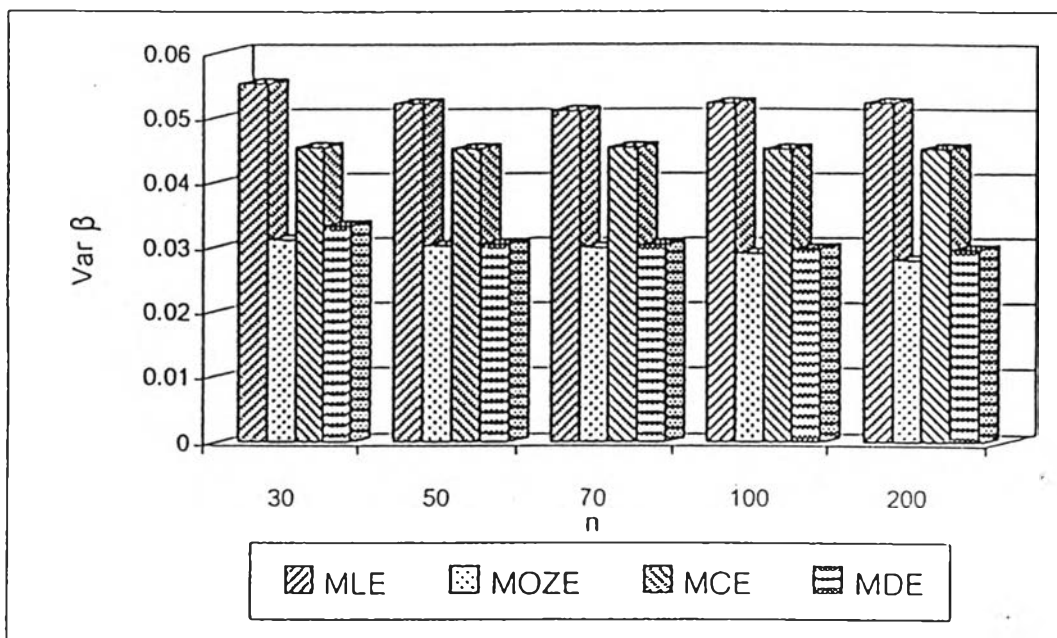
รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 7.5421$ (CV = 75 %)



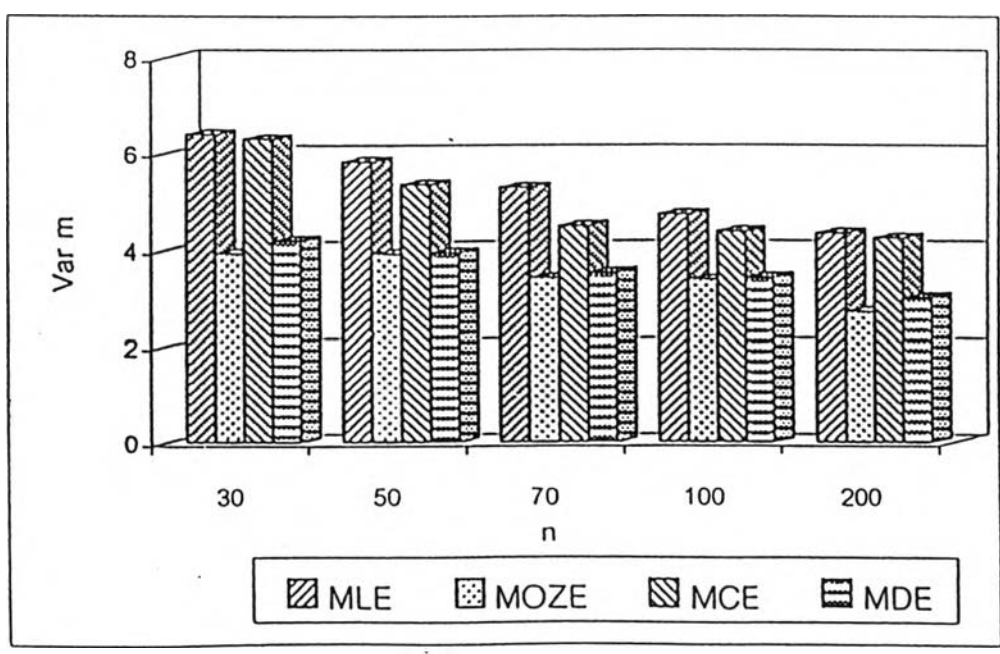
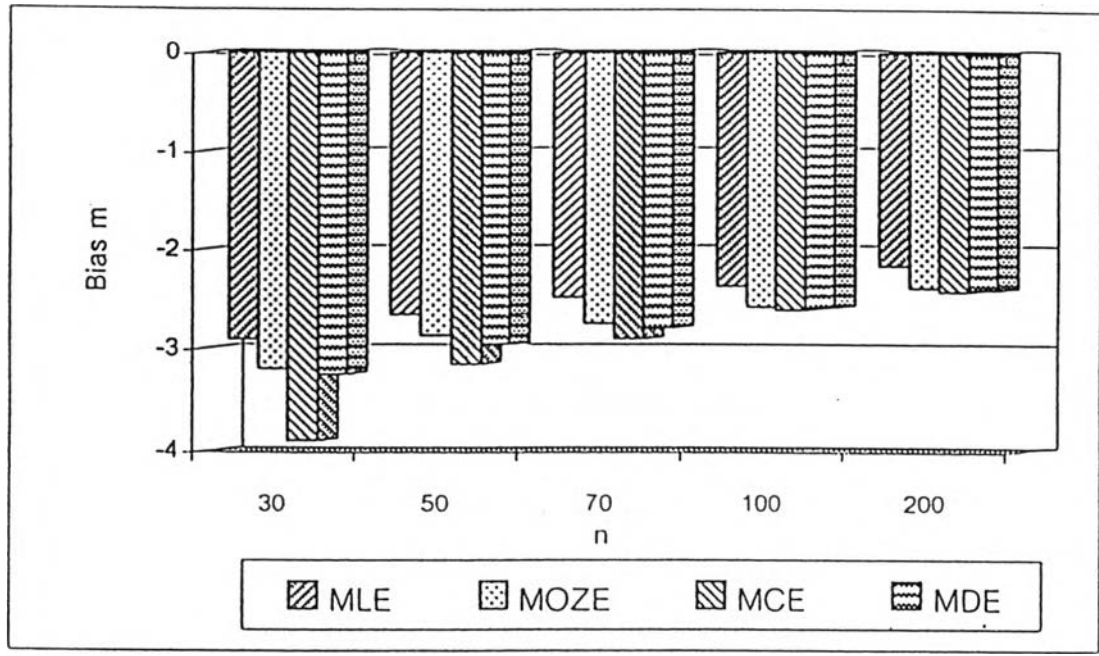
รูปที่ 4.4 (ต่อ)



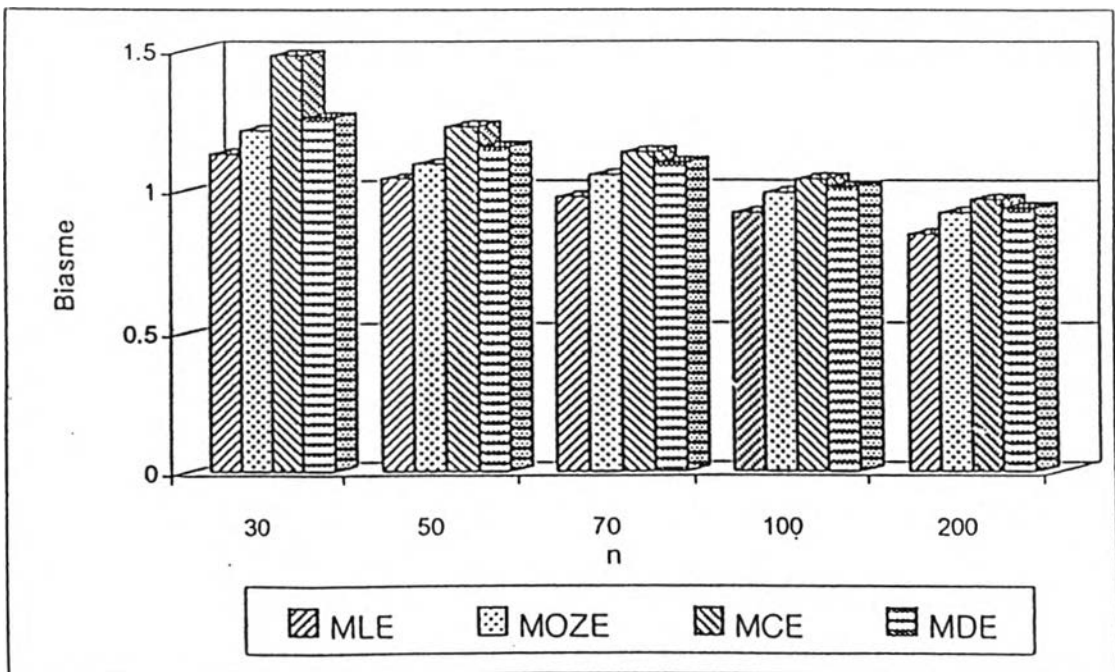
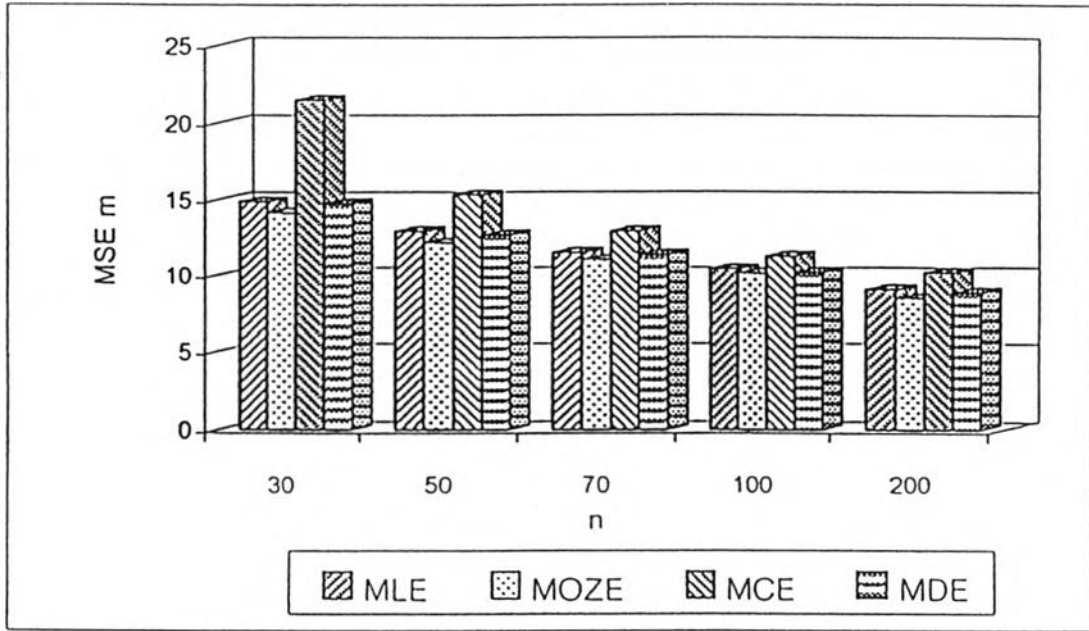
รูปที่ 4.4 (ต่อ)



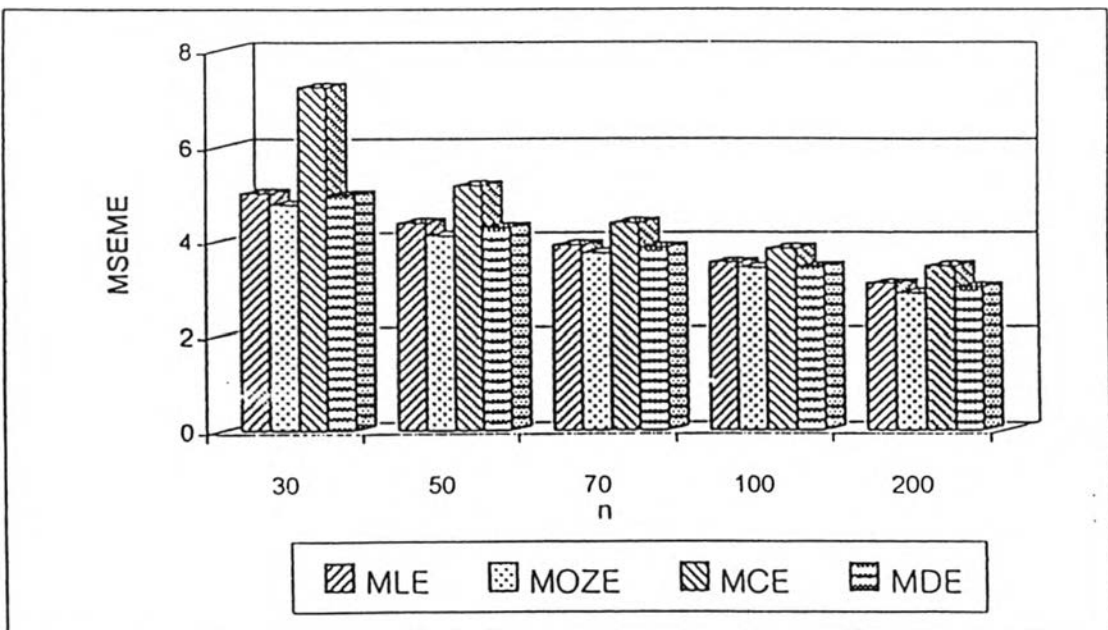
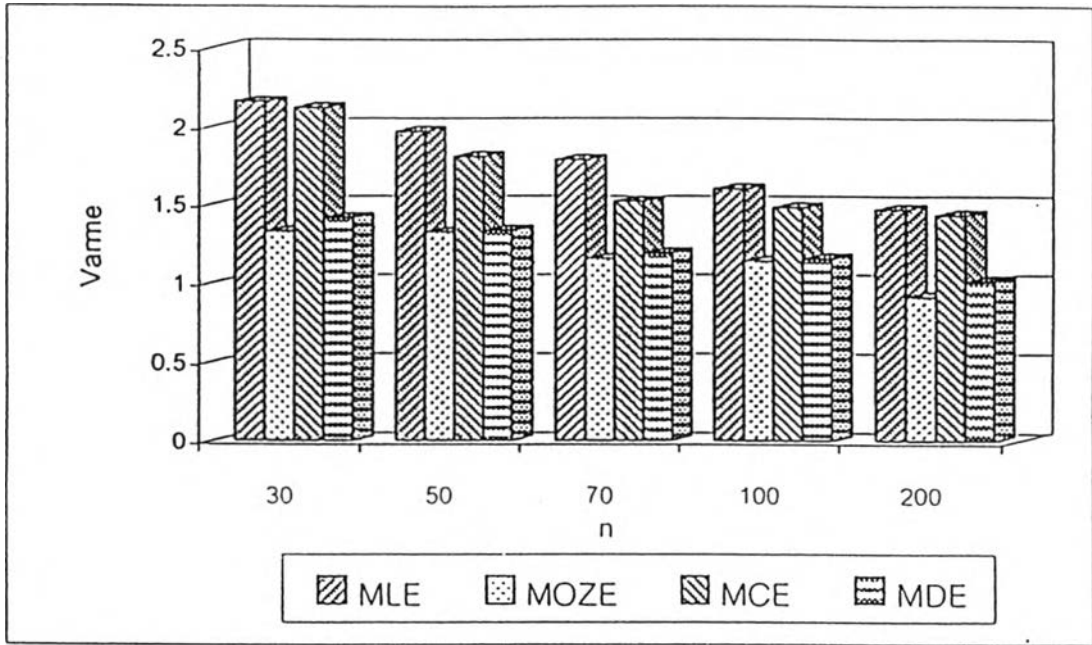
รูปที่ 4.4 (ต่อ)



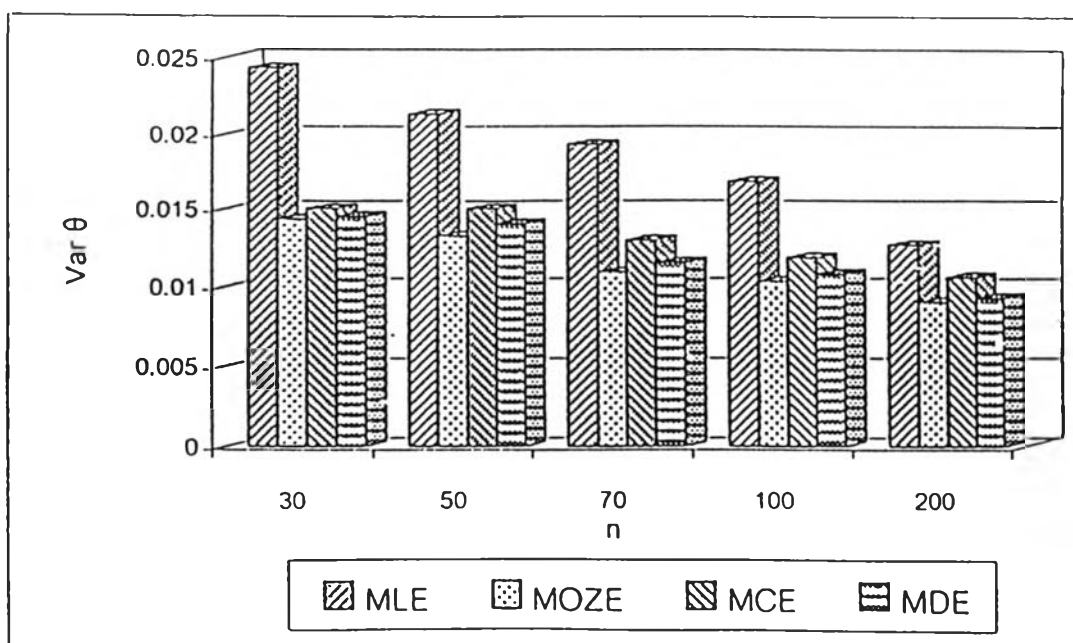
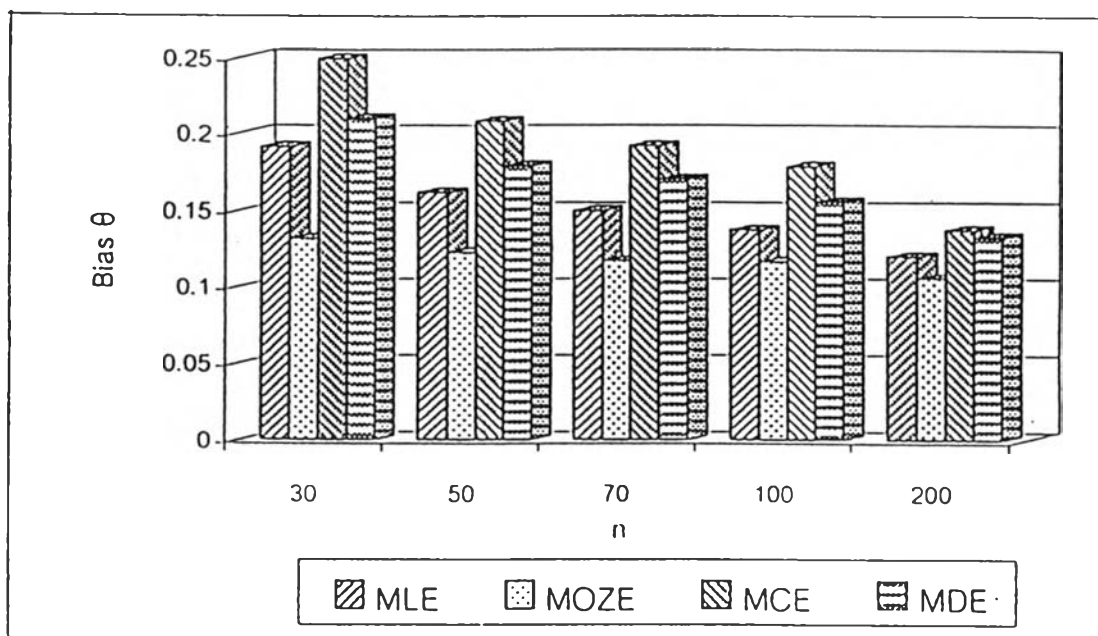
รูปที่ 4.4 (ต่อ)



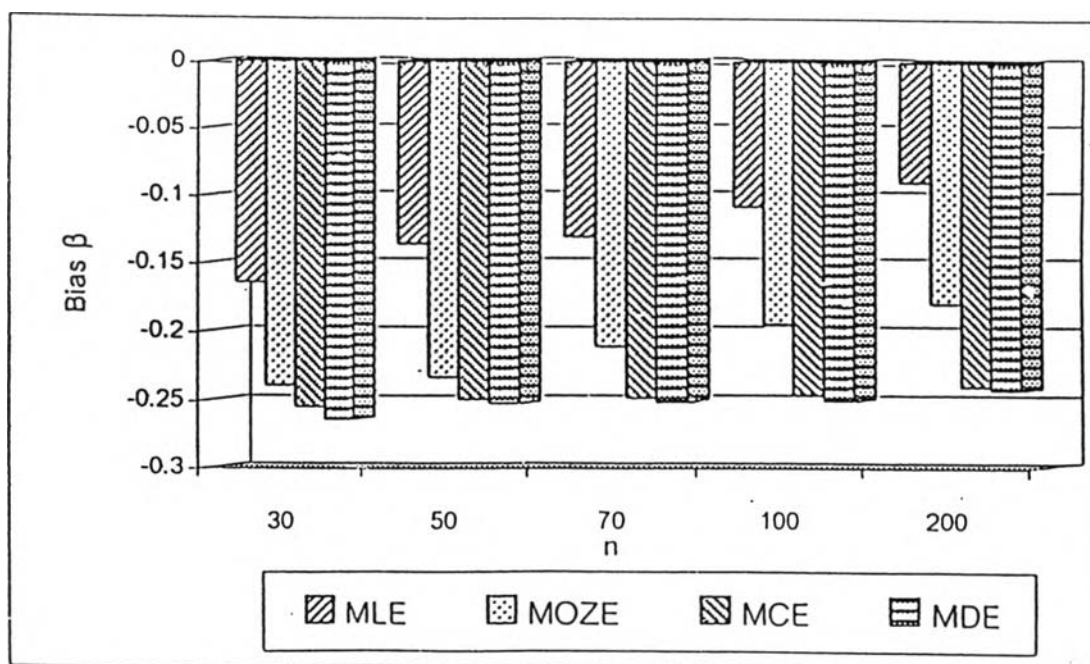
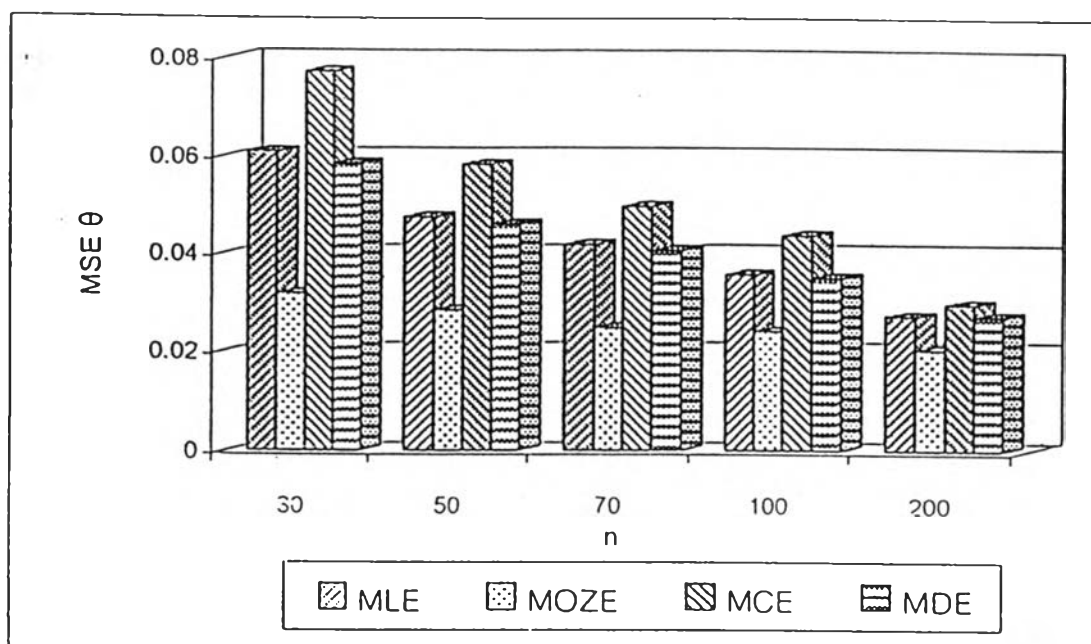
รูปที่ 4.4 (ต่อ)



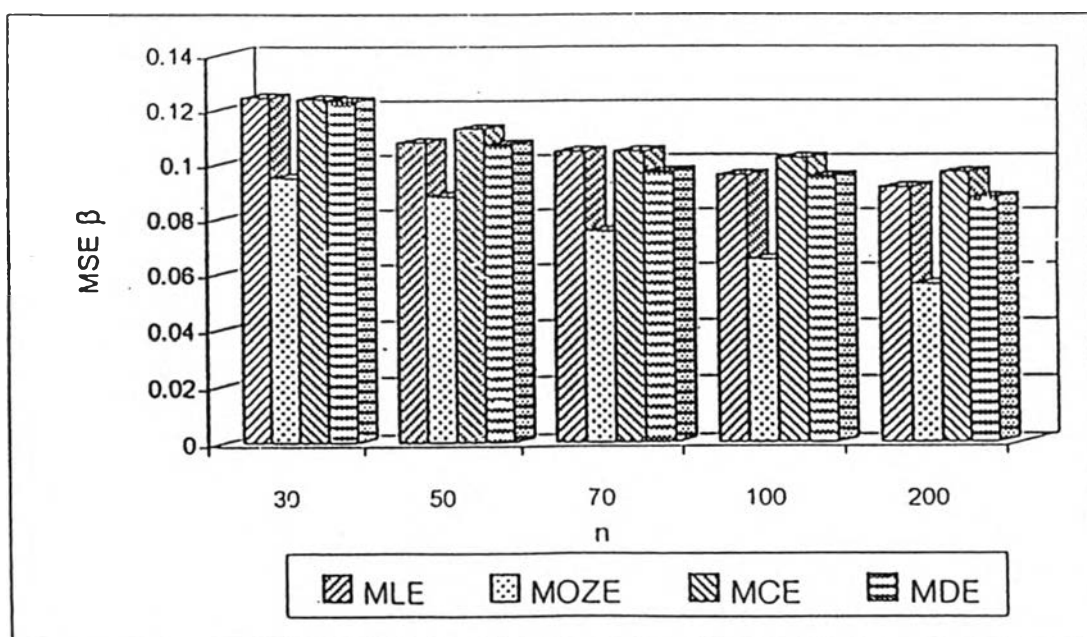
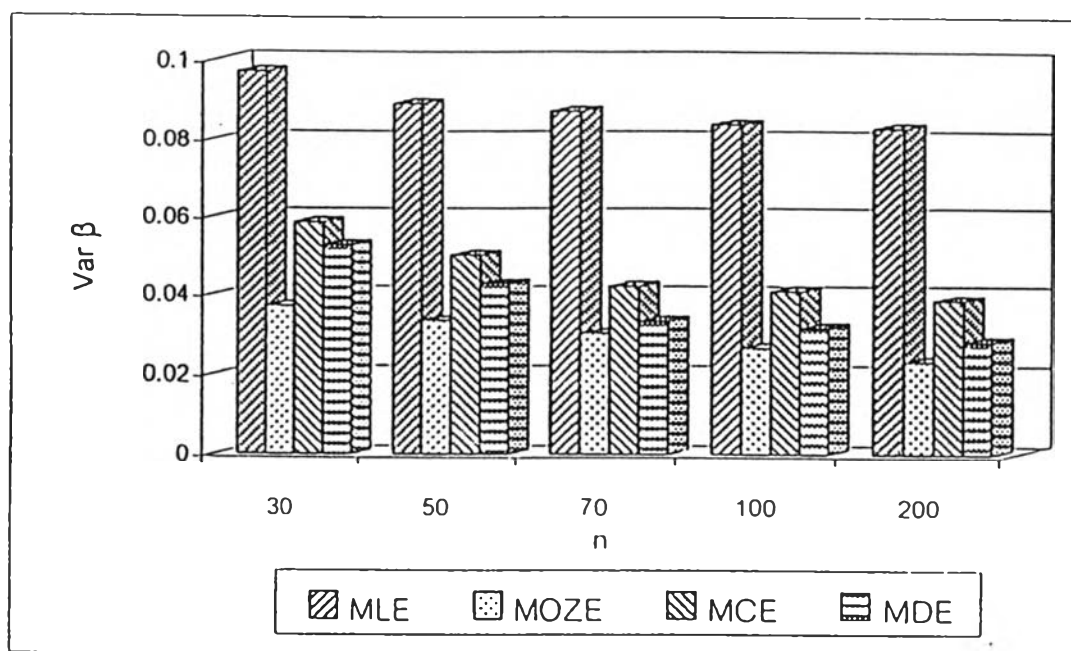
รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 4.2424$ (CV = 100 %)



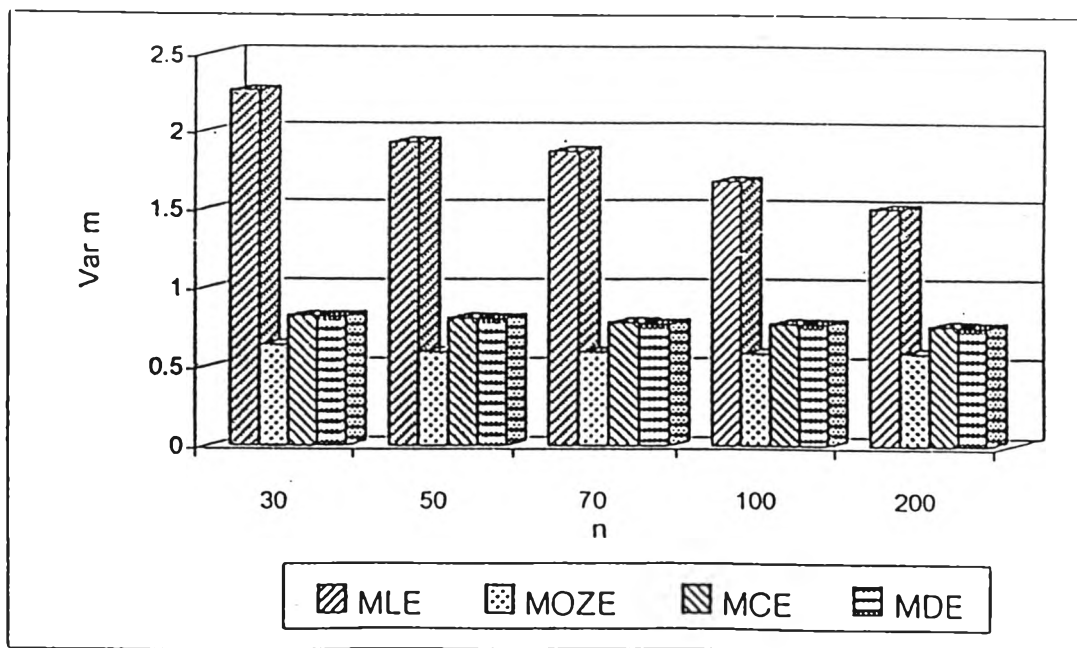
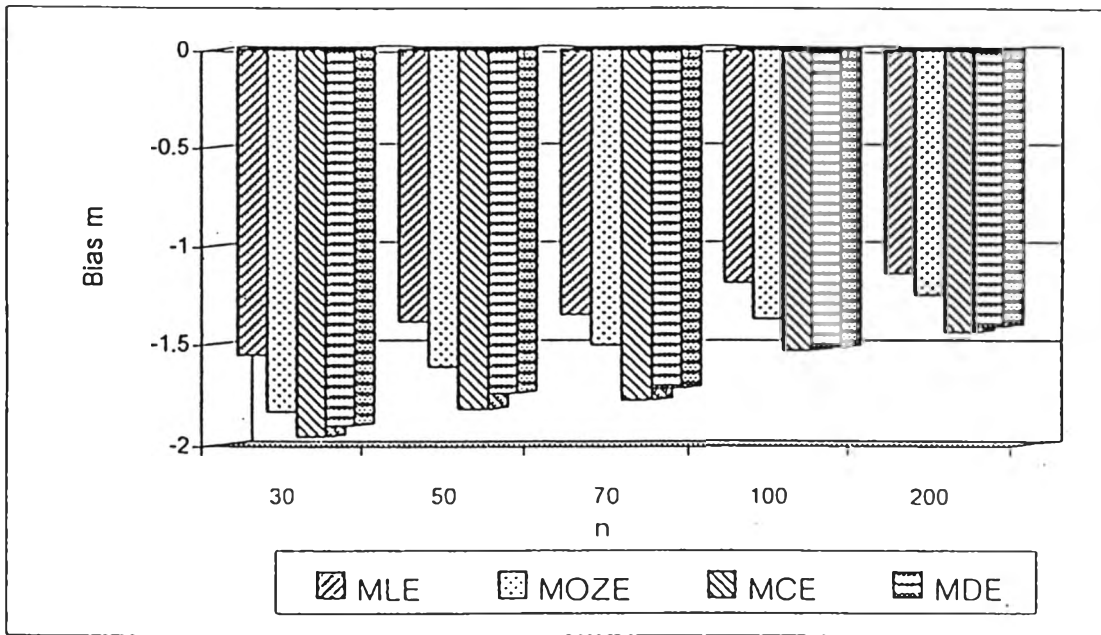
รูปที่ 4.5 (ต่อ)



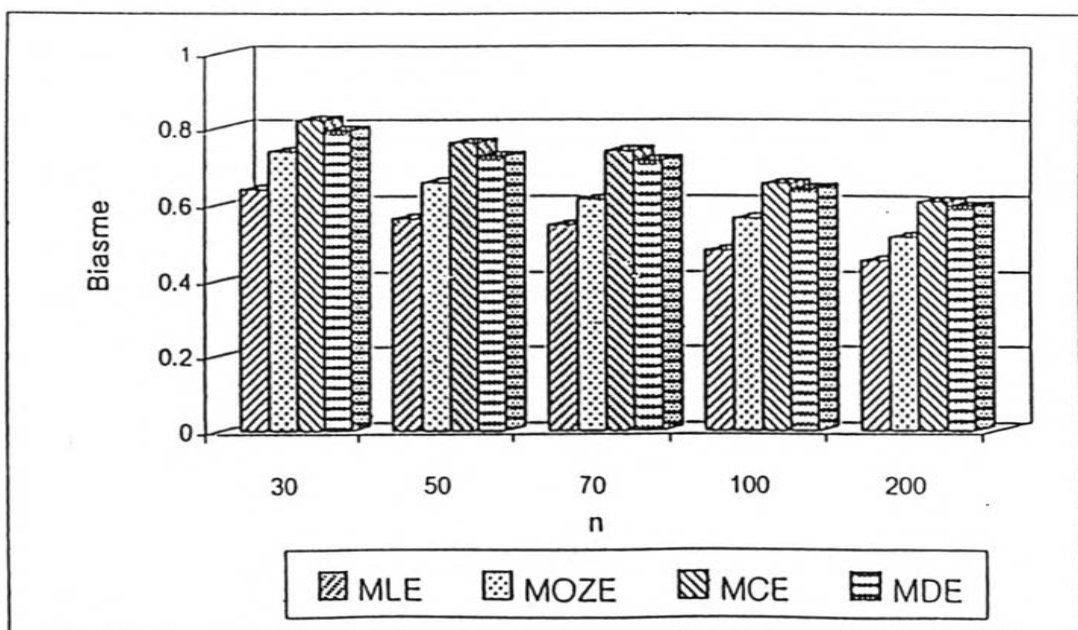
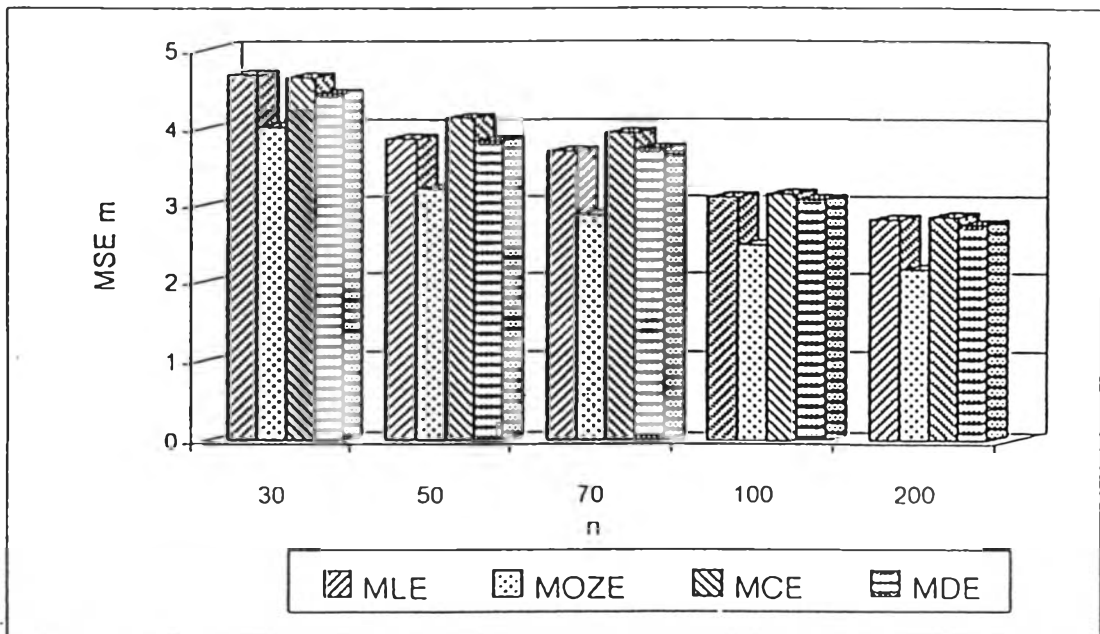
รูปที่ 4.5 (ต่อ)



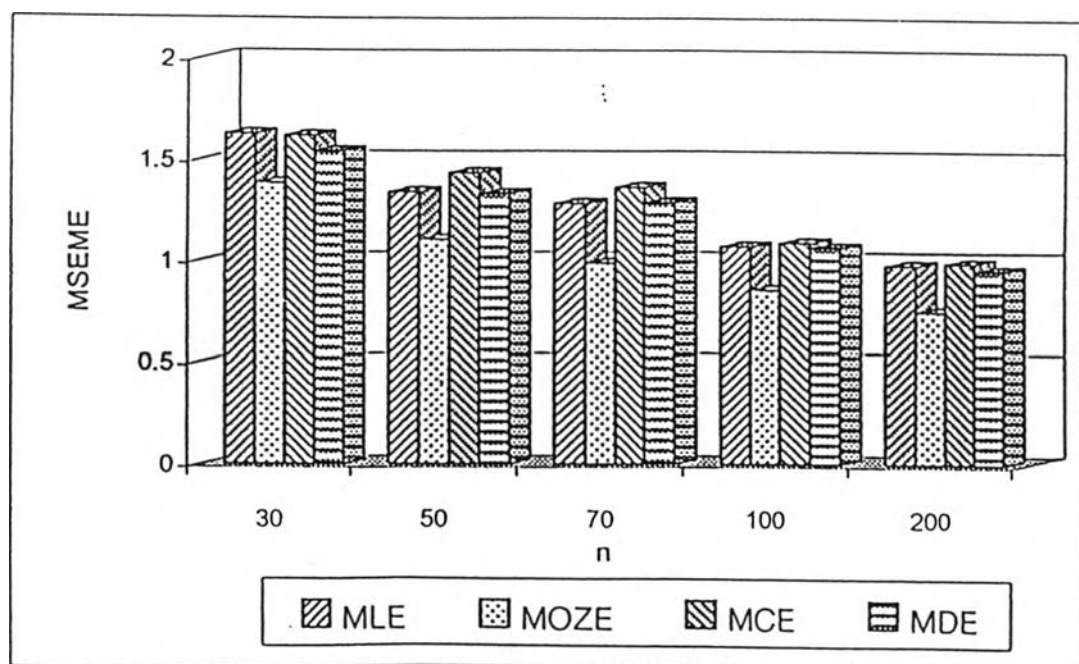
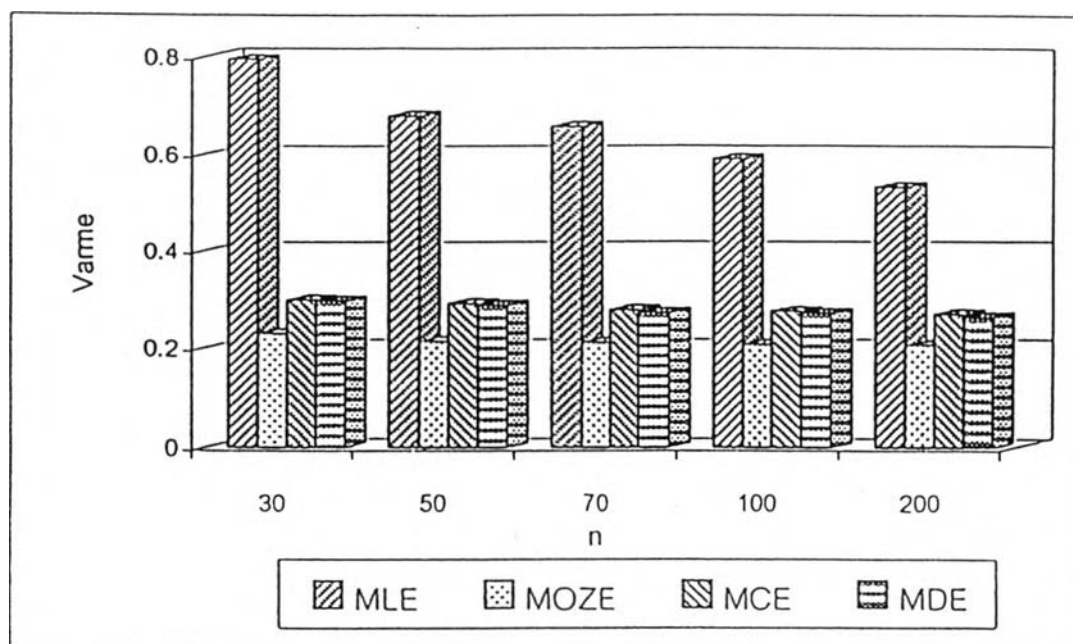
รูปที่ 4.5 (ต่อ)



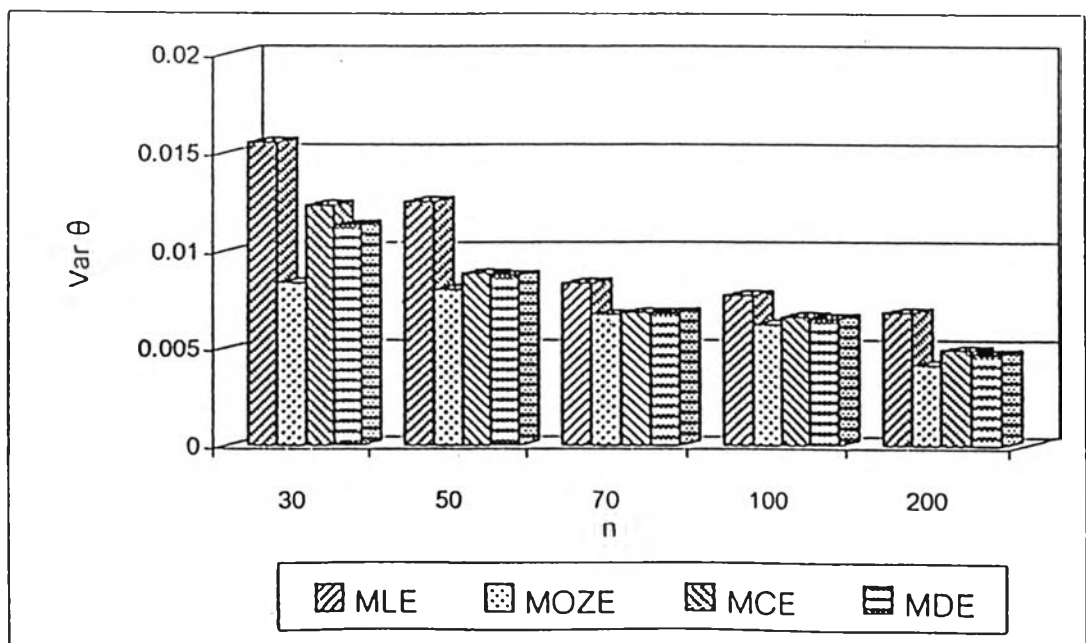
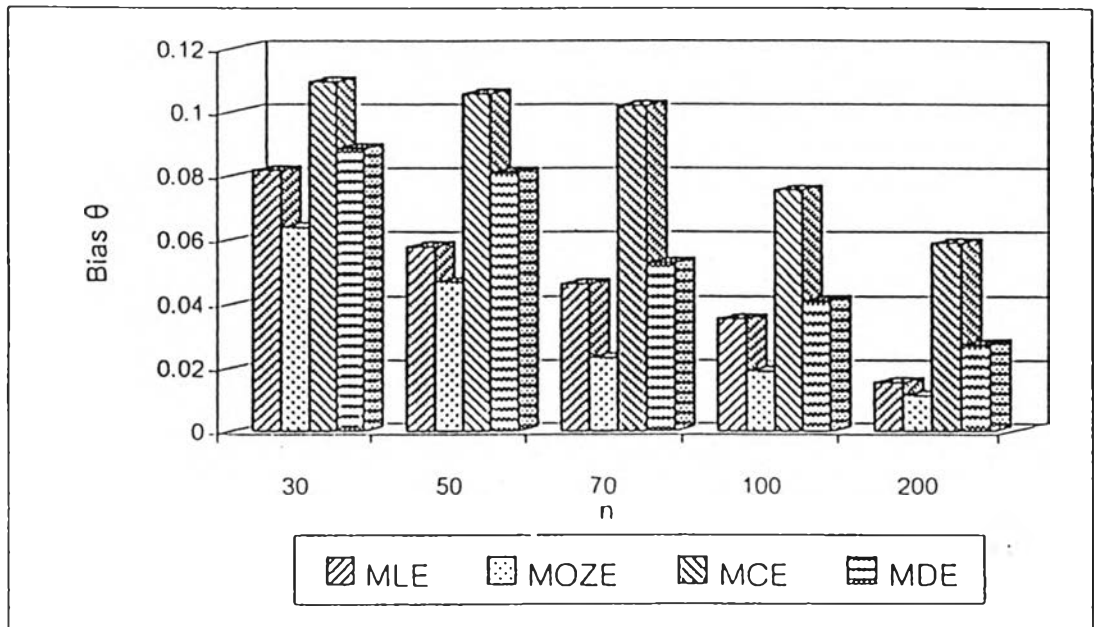
รูปที่ 4.5 (ต่อ)



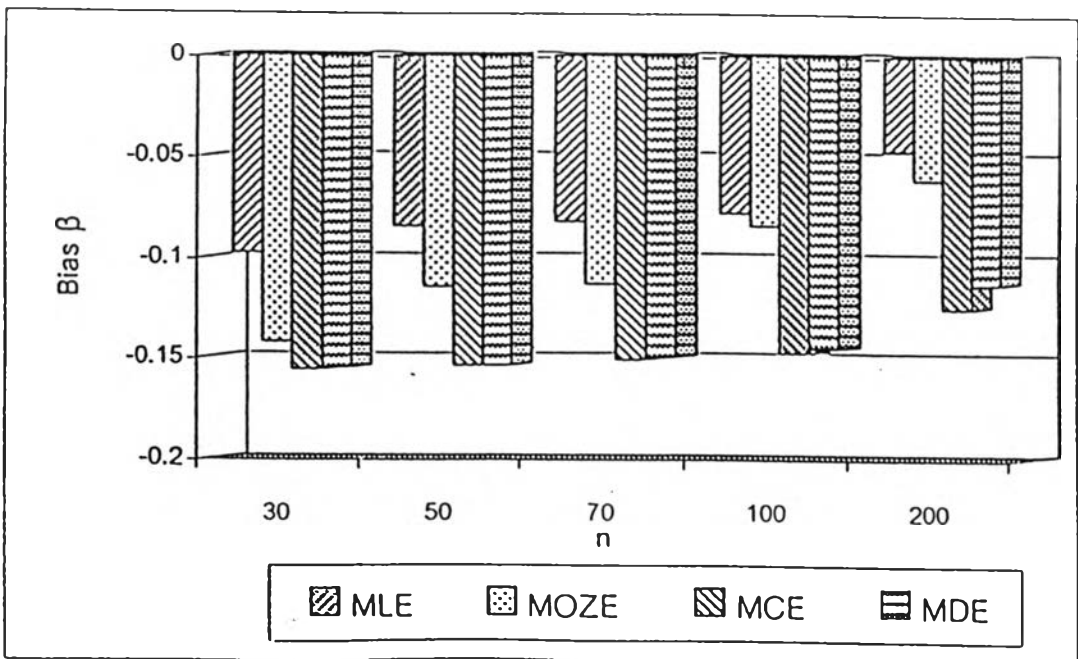
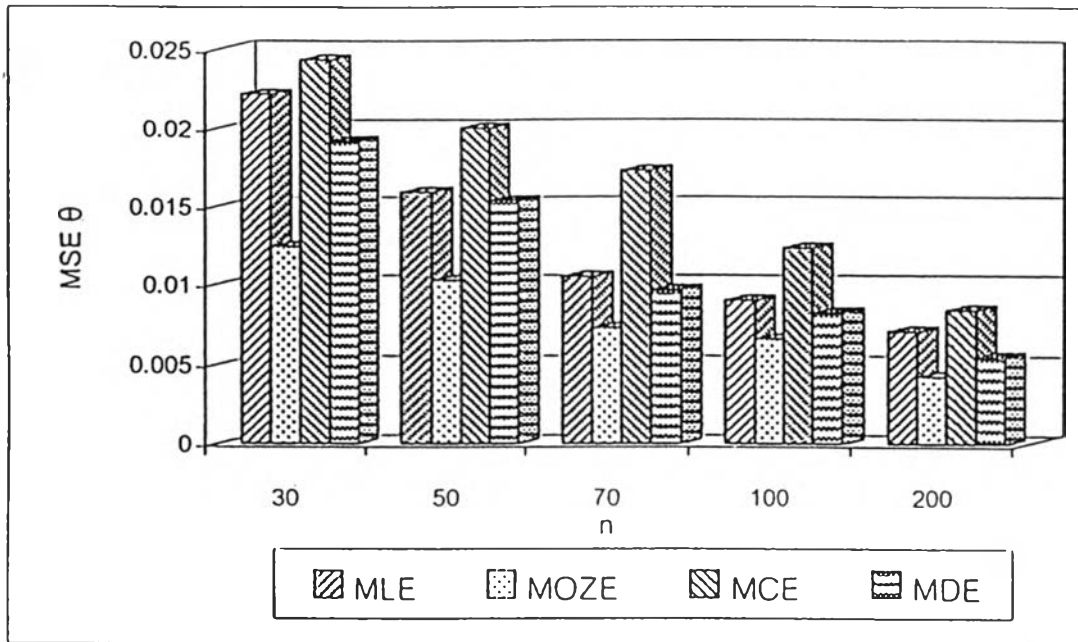
รูปที่ 4.5 (ต่อ)



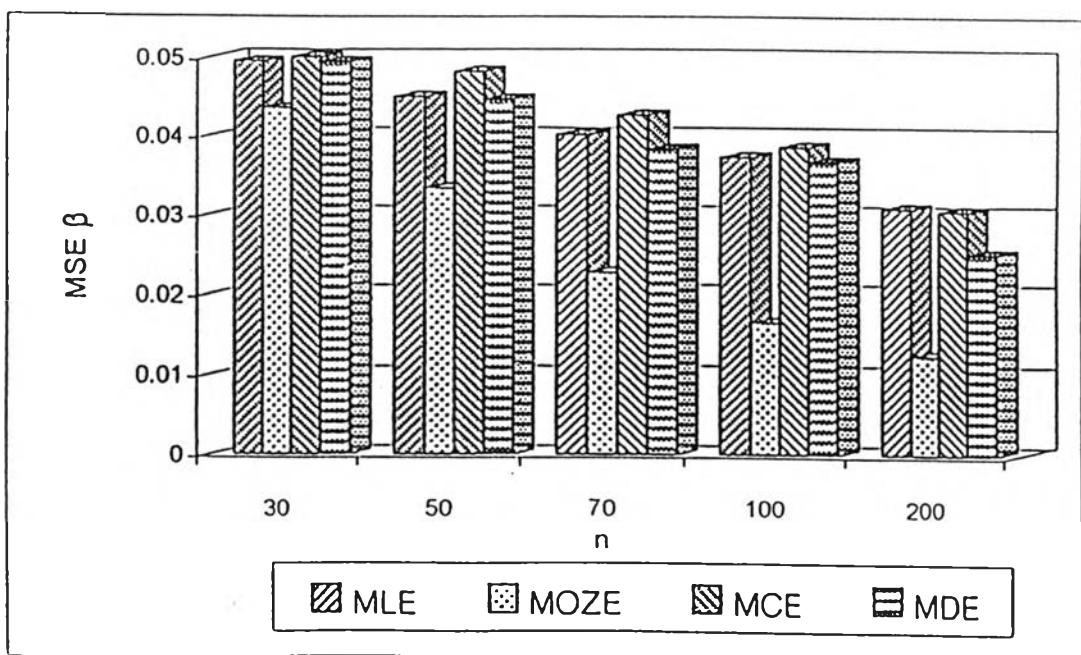
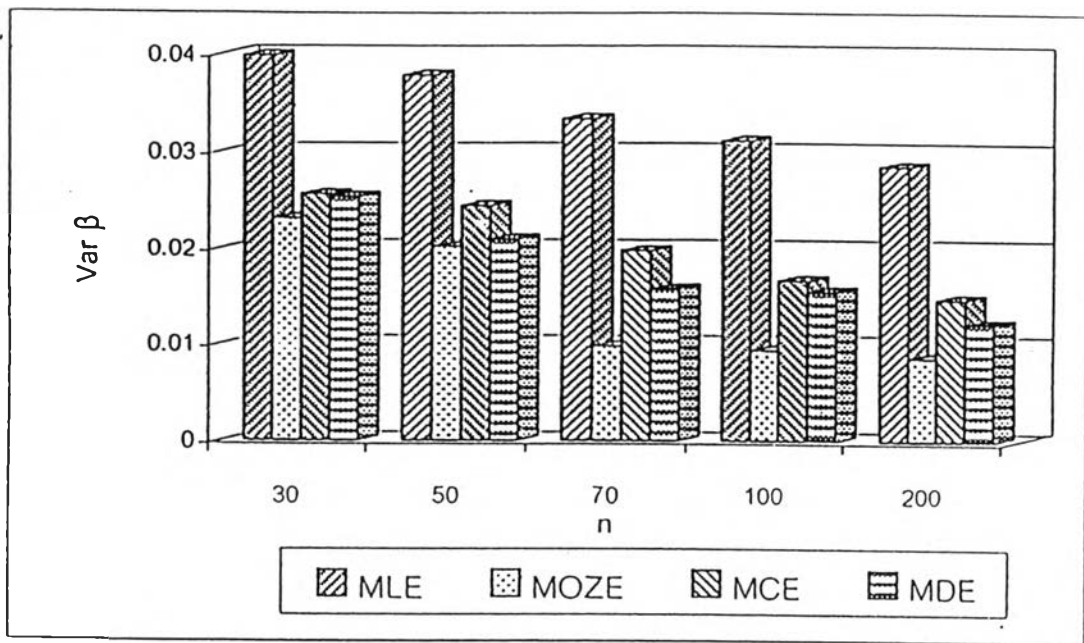
รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.4$, $\beta = 1.1$ และ $m = 2.6786$ ($CV = 100\%$)



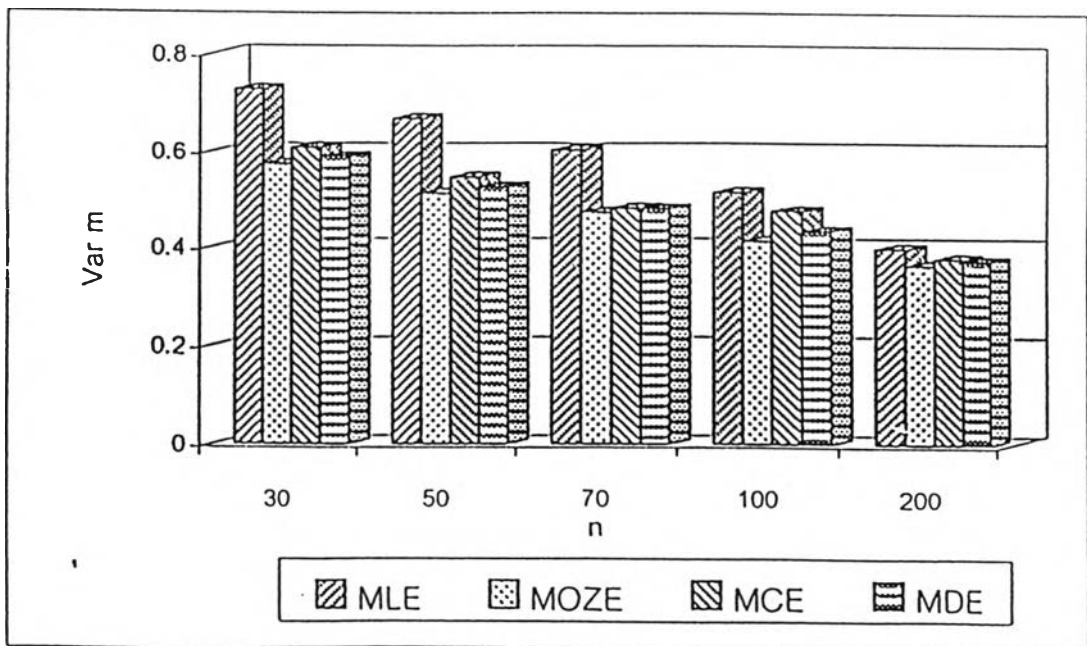
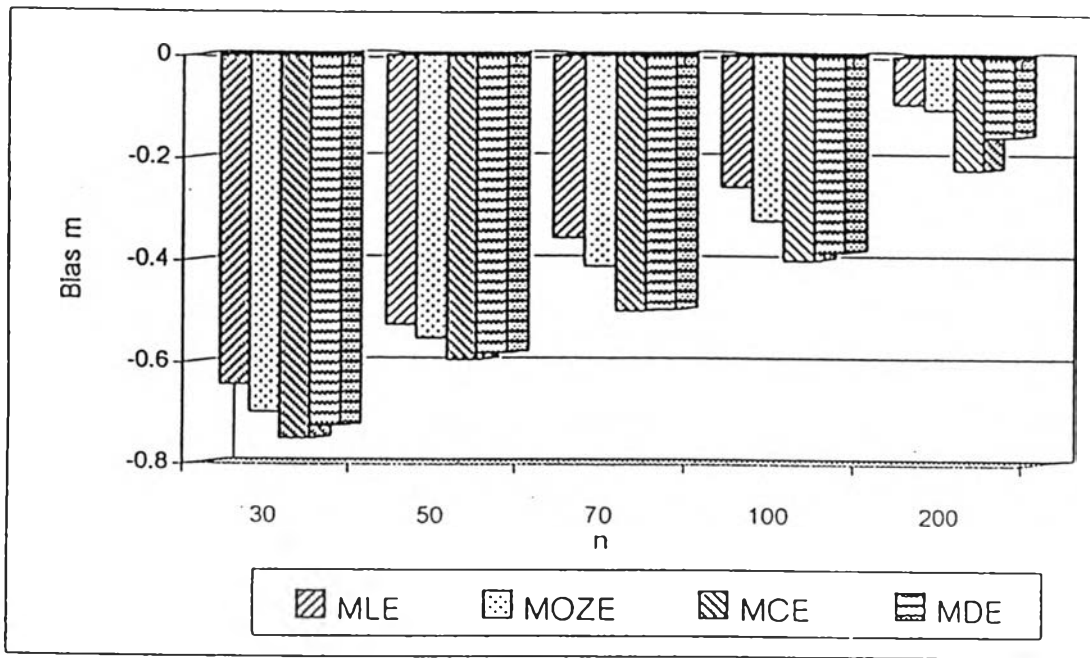
รูปที่ 4.6 (ต่อ)



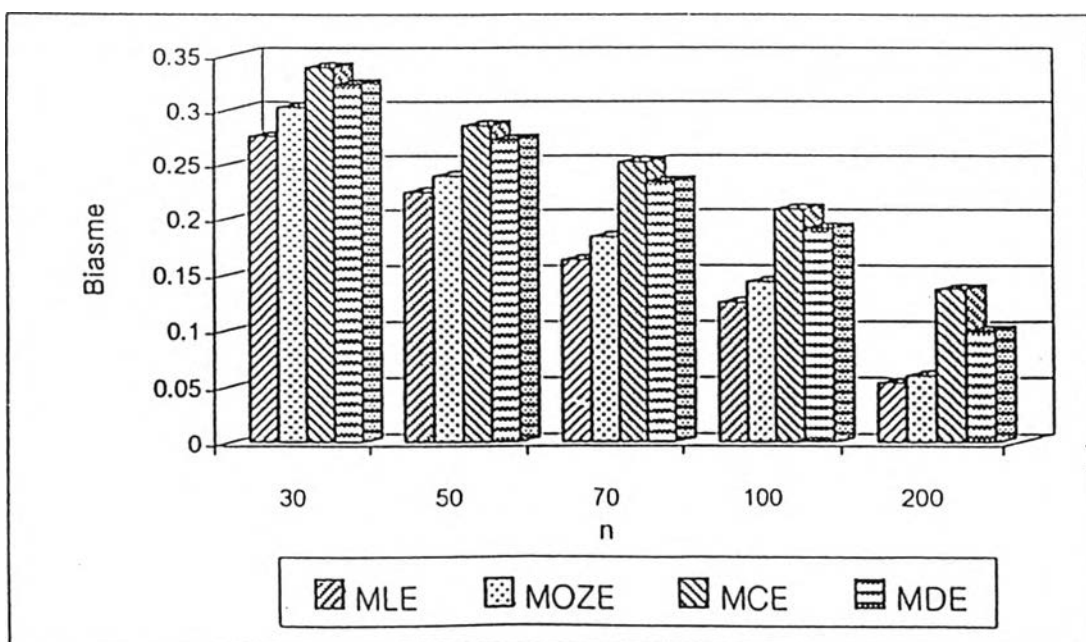
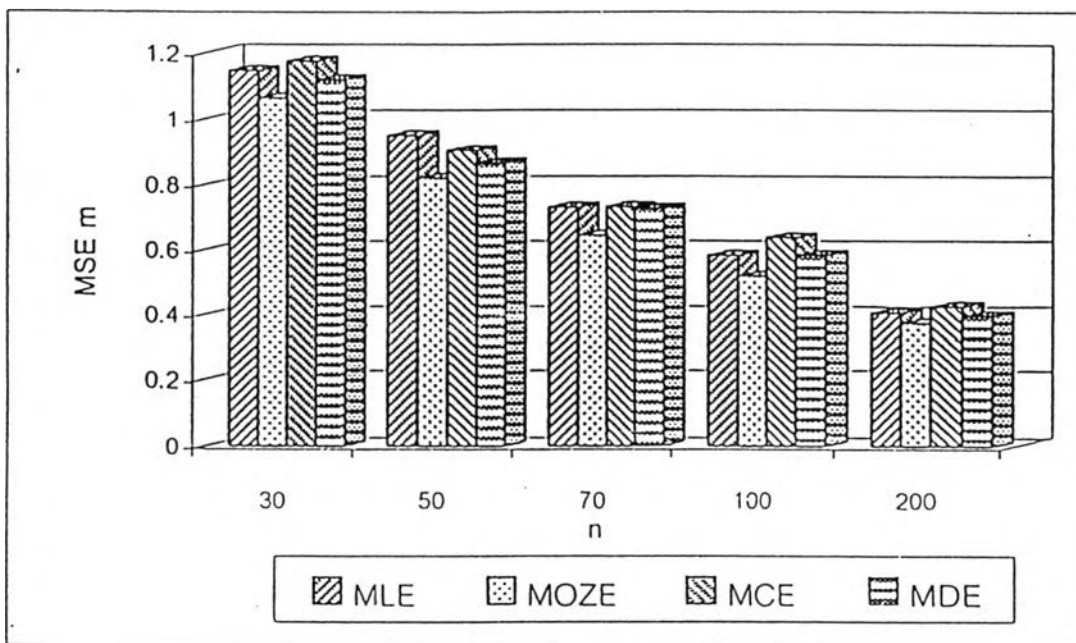
รูปที่ 4.6 (ต่อ)



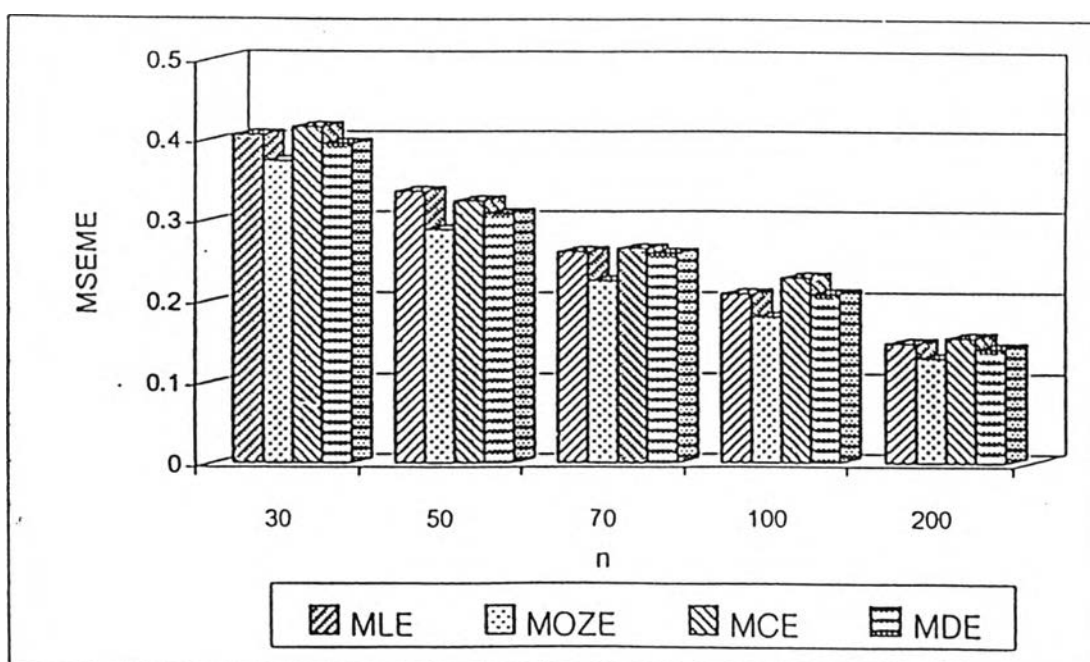
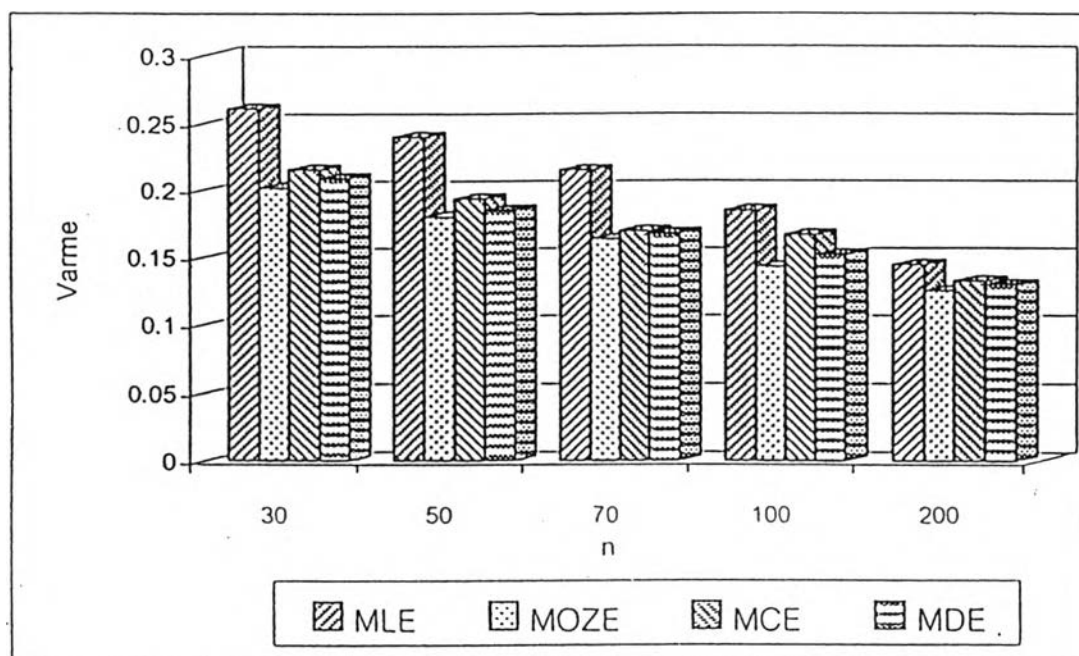
รูปที่ 4.6 (ต่อ)



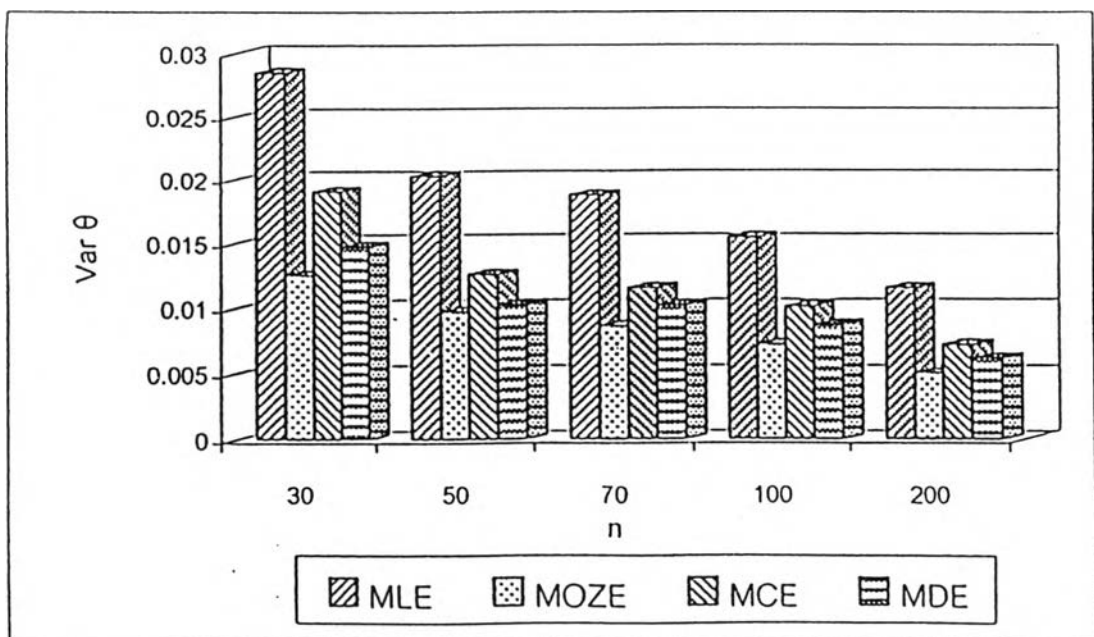
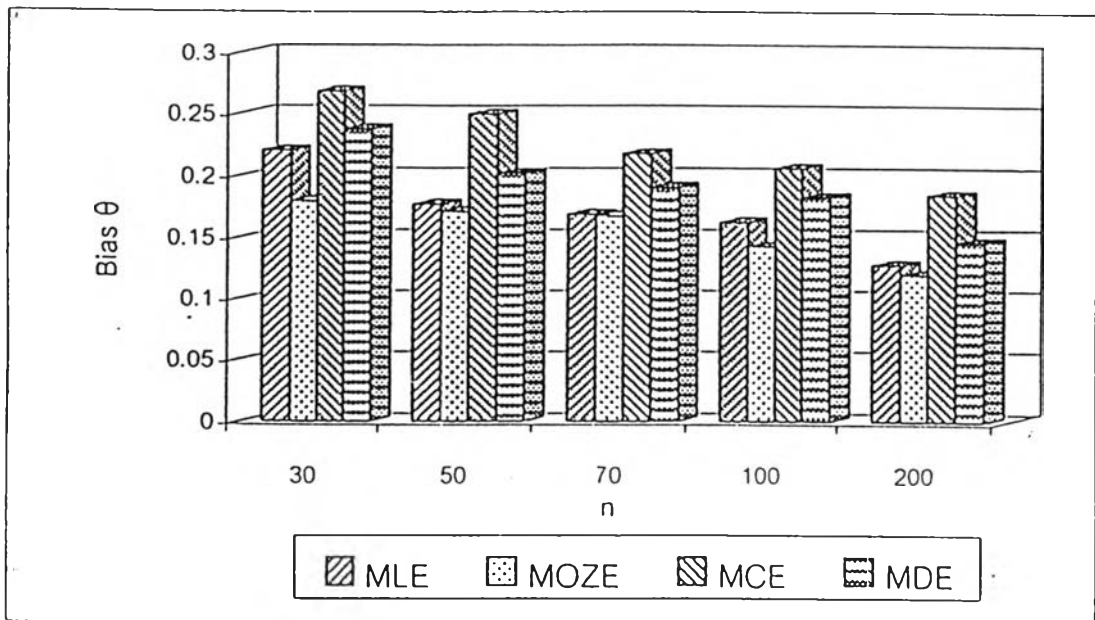
รูปที่ 4.6 (ต่อ)



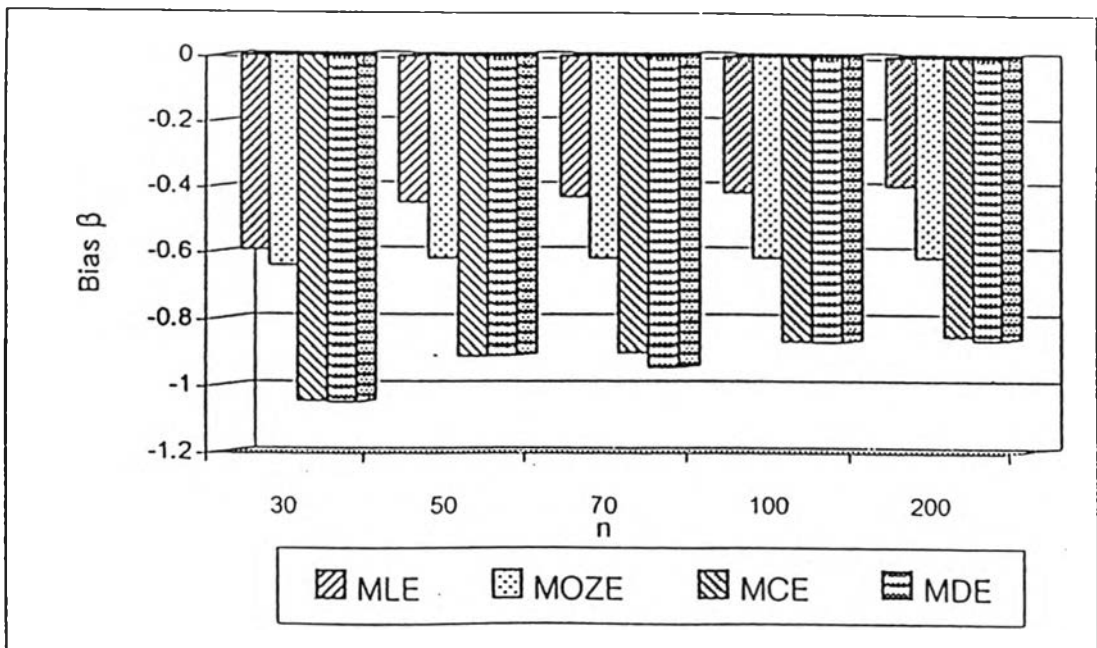
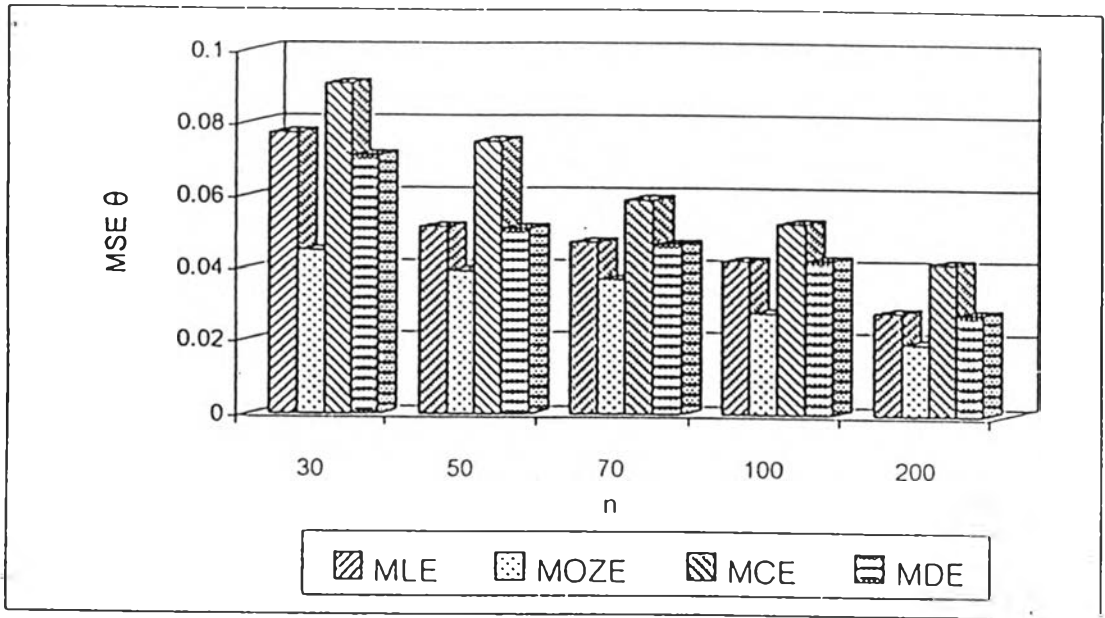
รูปที่ 4.6 (ต่อ)



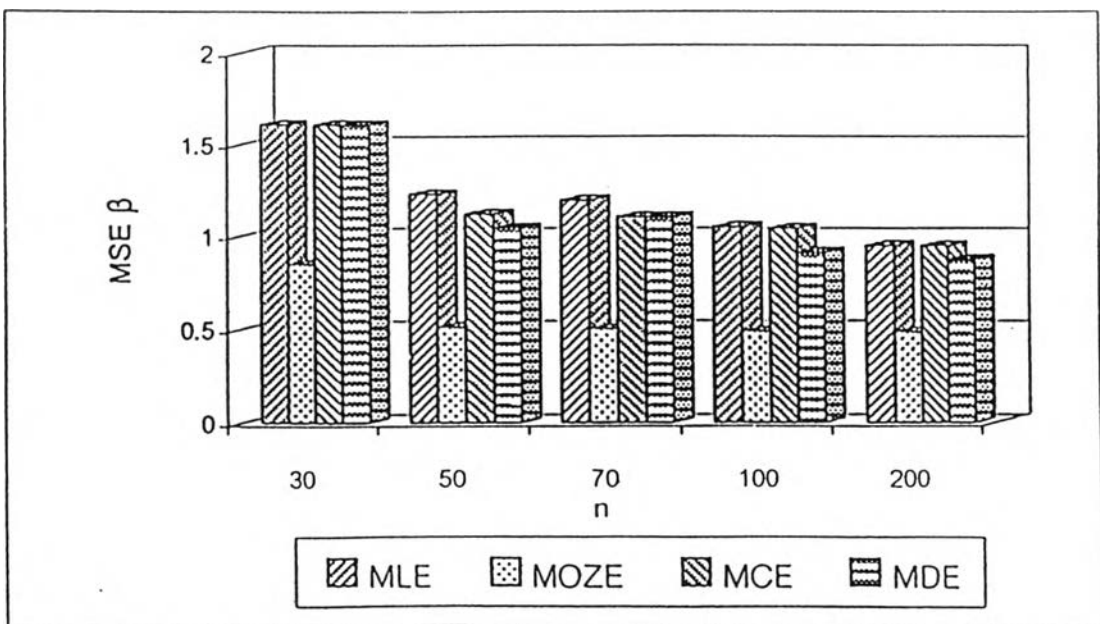
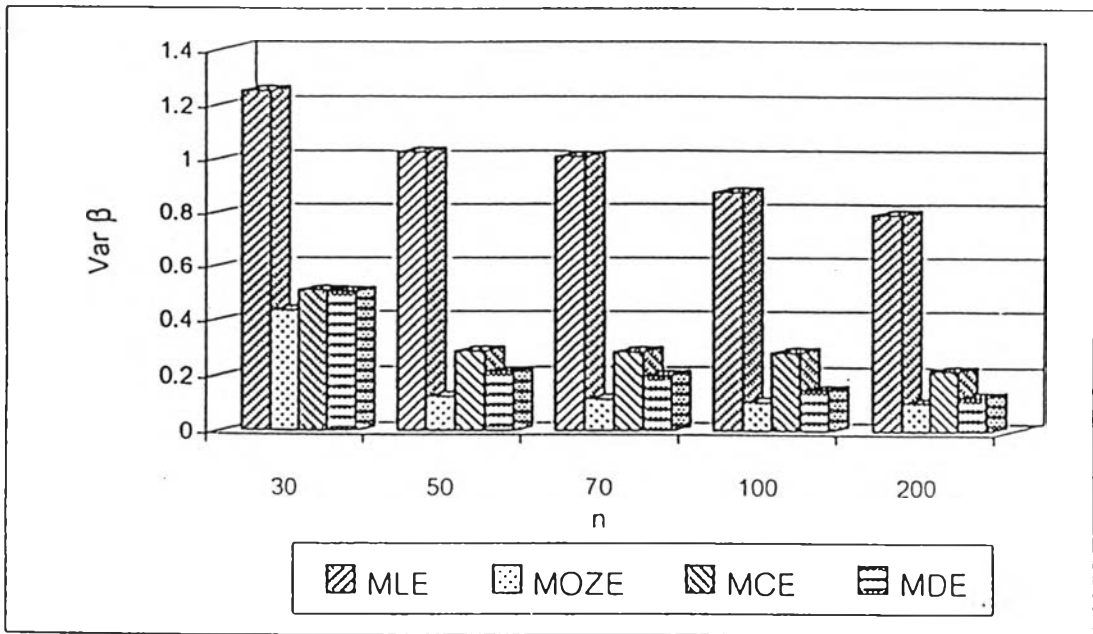
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.1$, $\beta = 2.0$ และ $m = 7.1999$ (CV = 125 %)



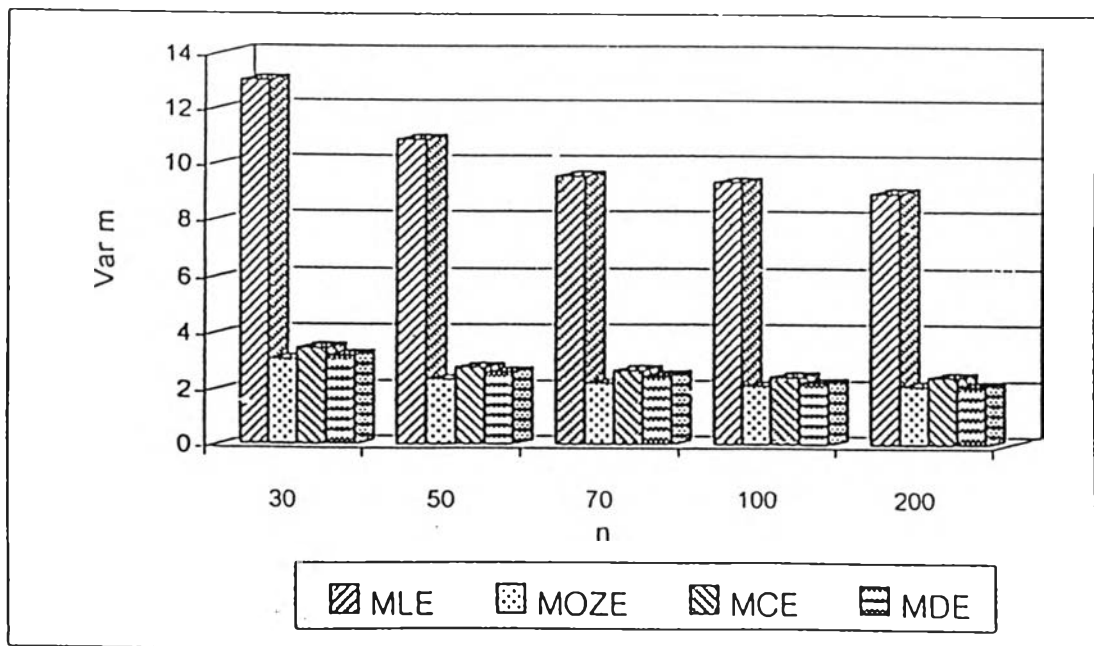
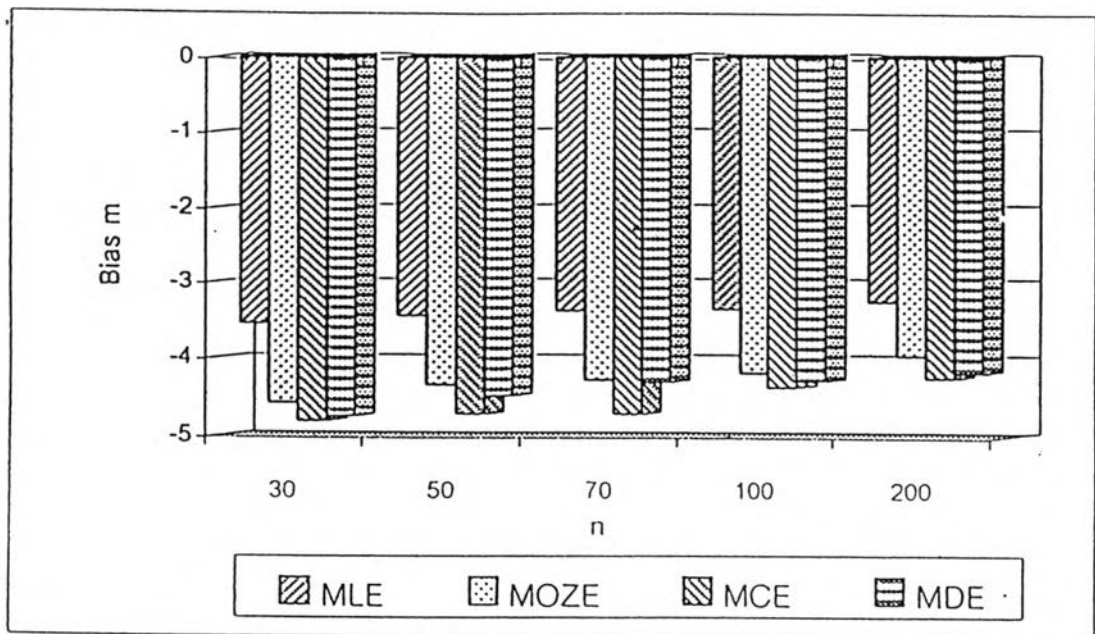
รูปที่ 4.7 (ต่อ)



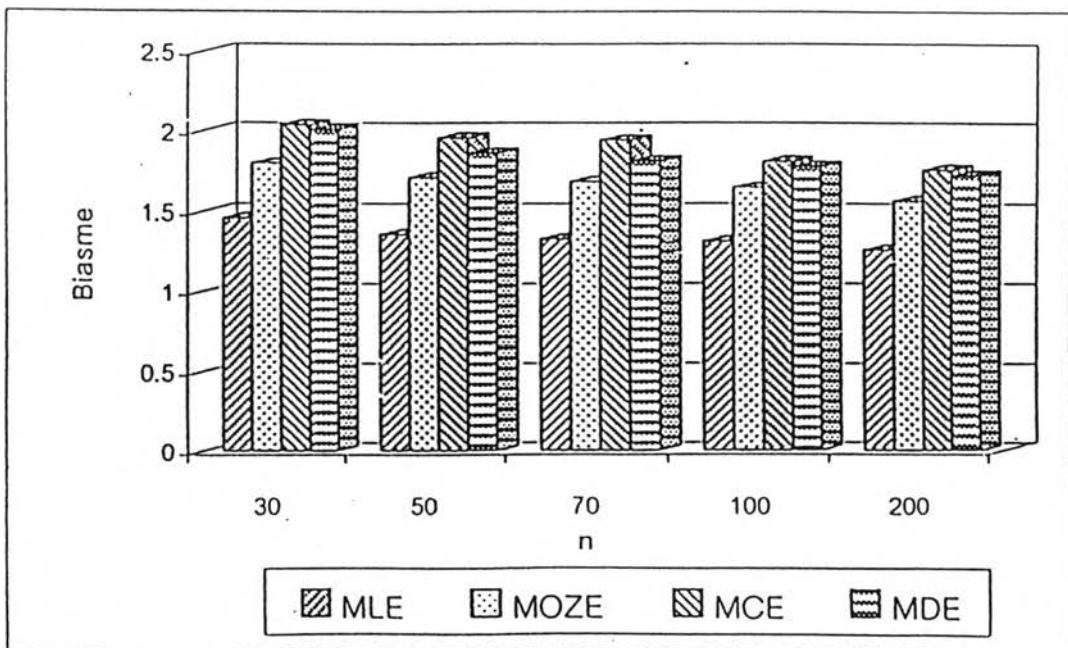
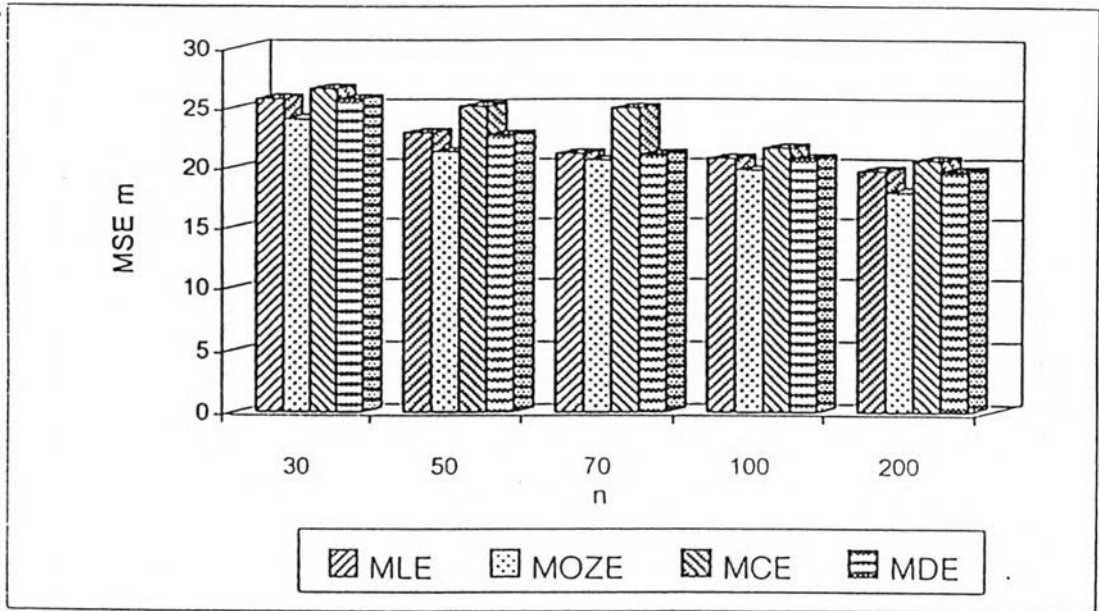
รูปที่ 4.7 (ต่อ)



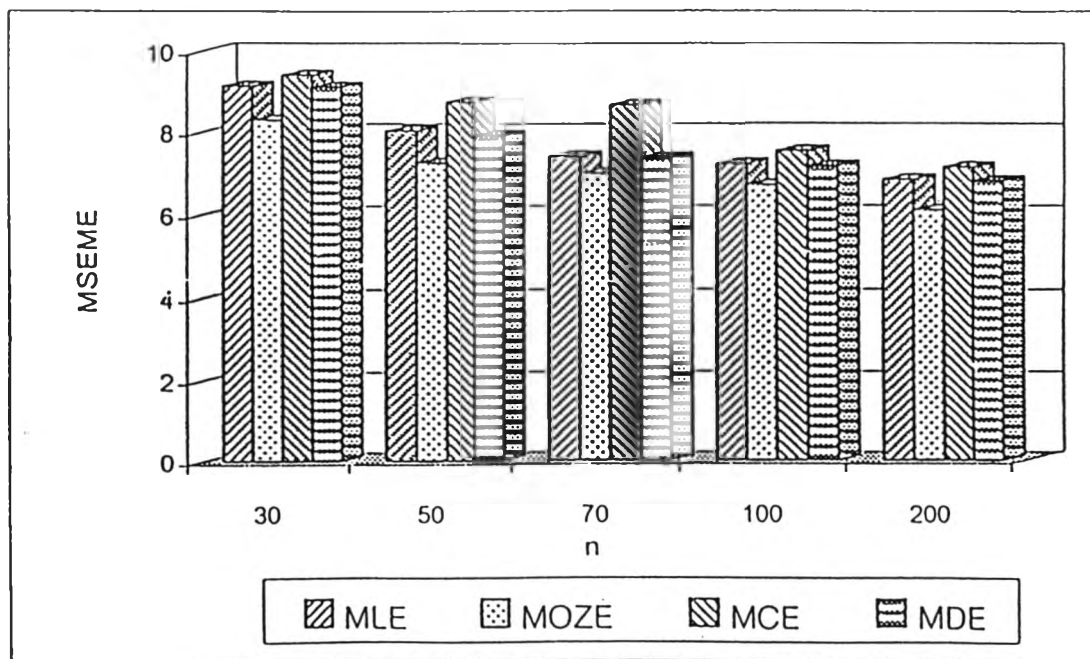
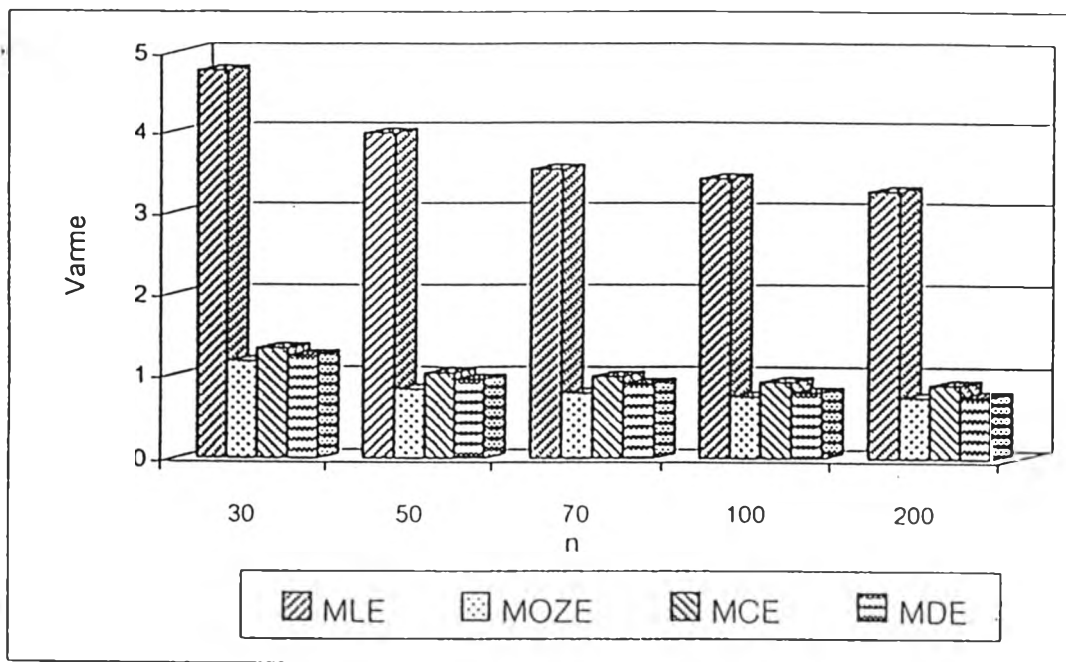
รูปที่ 4.7 (ต่อ)



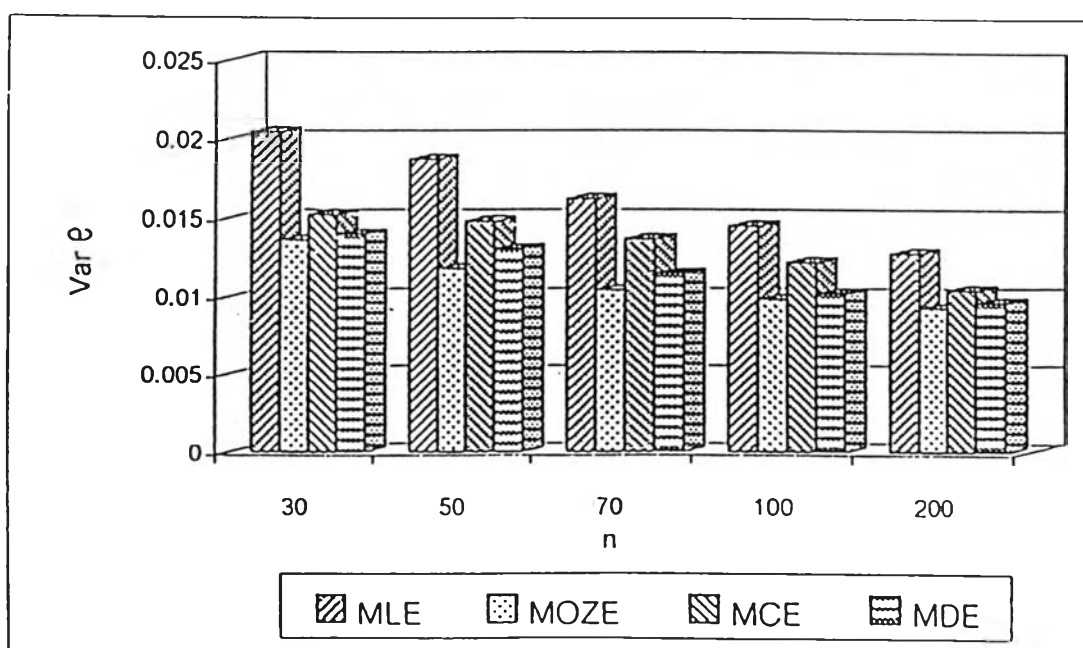
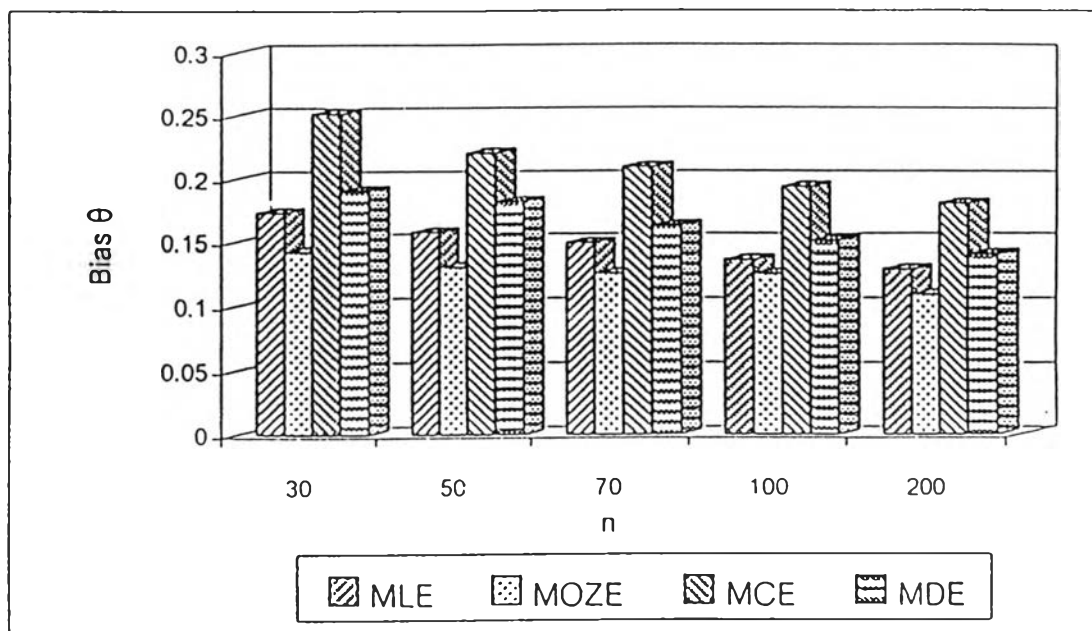
รูปที่ 4.7 (ต่อ)



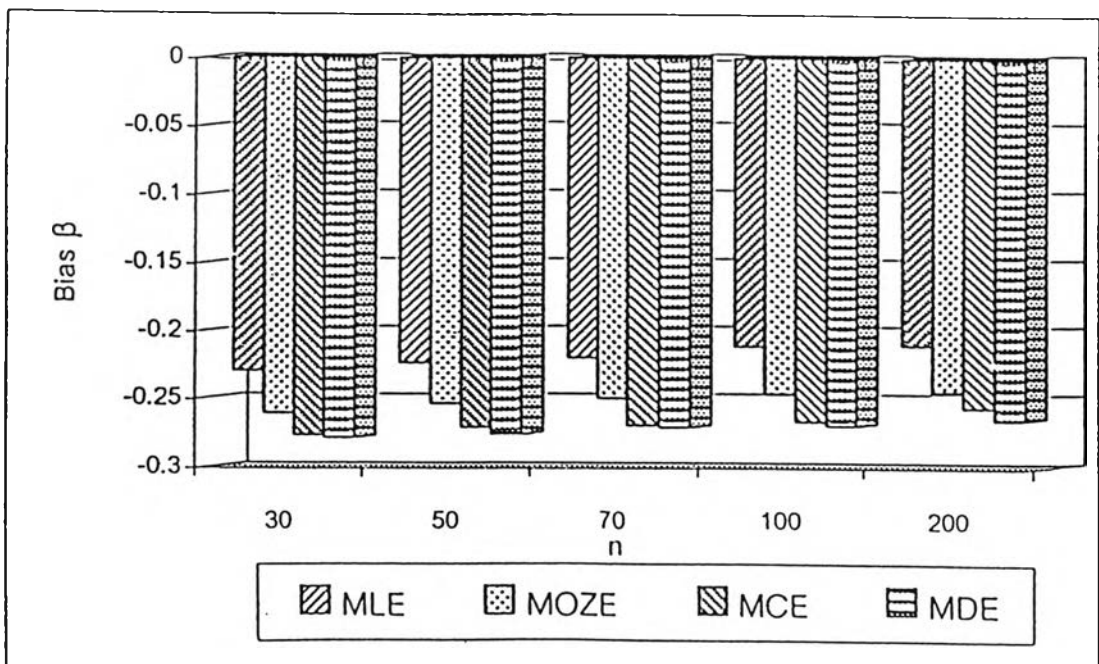
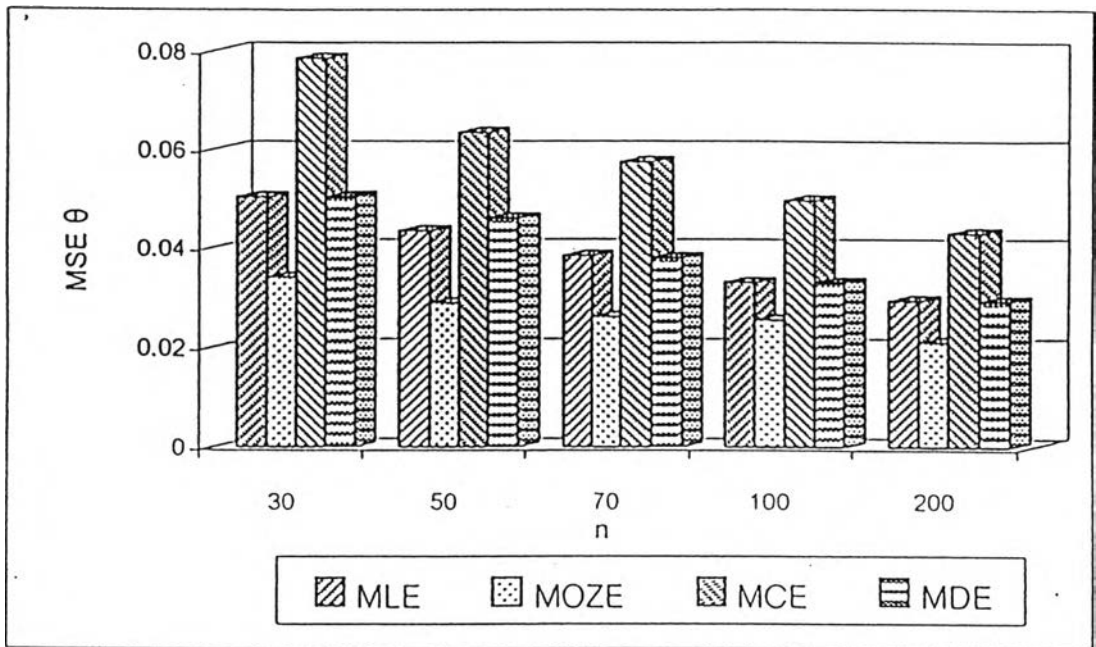
รูปที่ 4.7 (ต่อ)



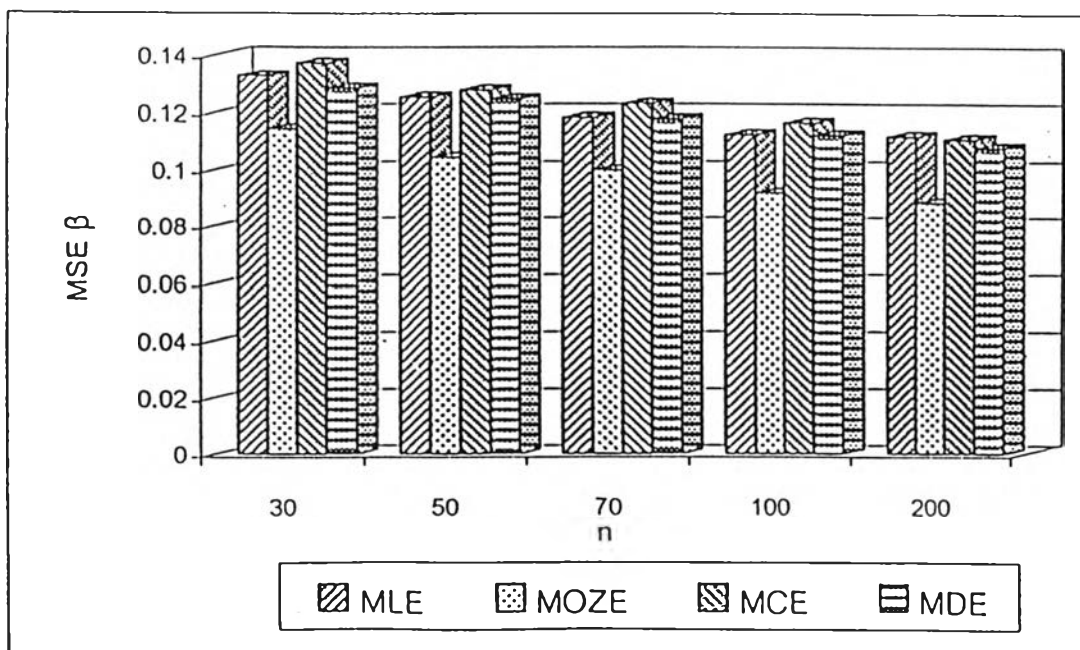
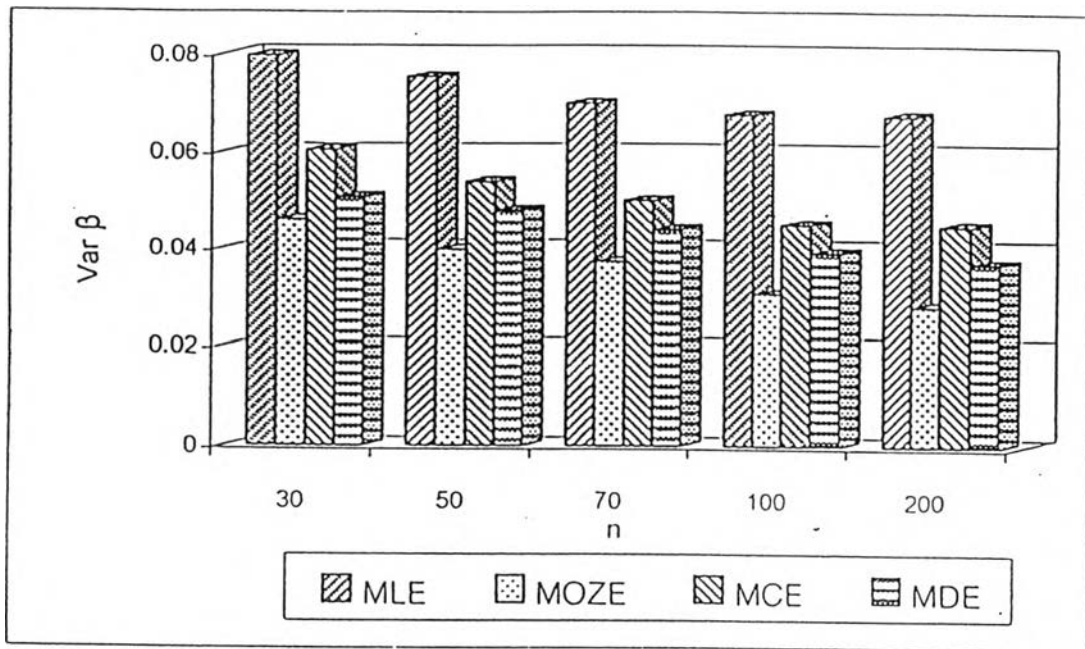
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 2.7152$ (CV = 125 %)



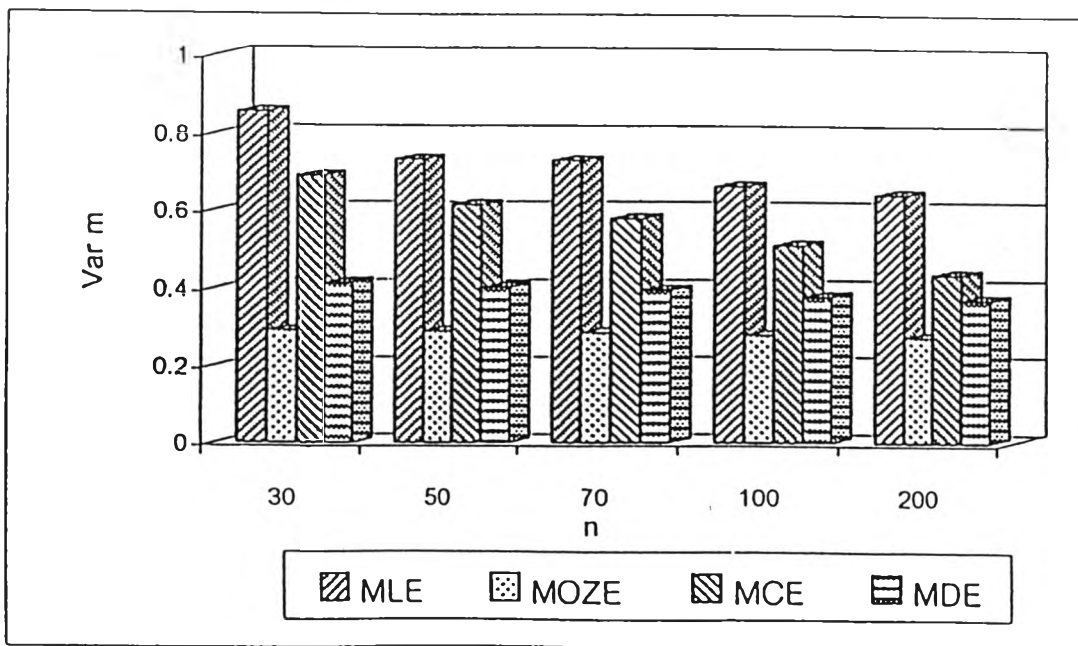
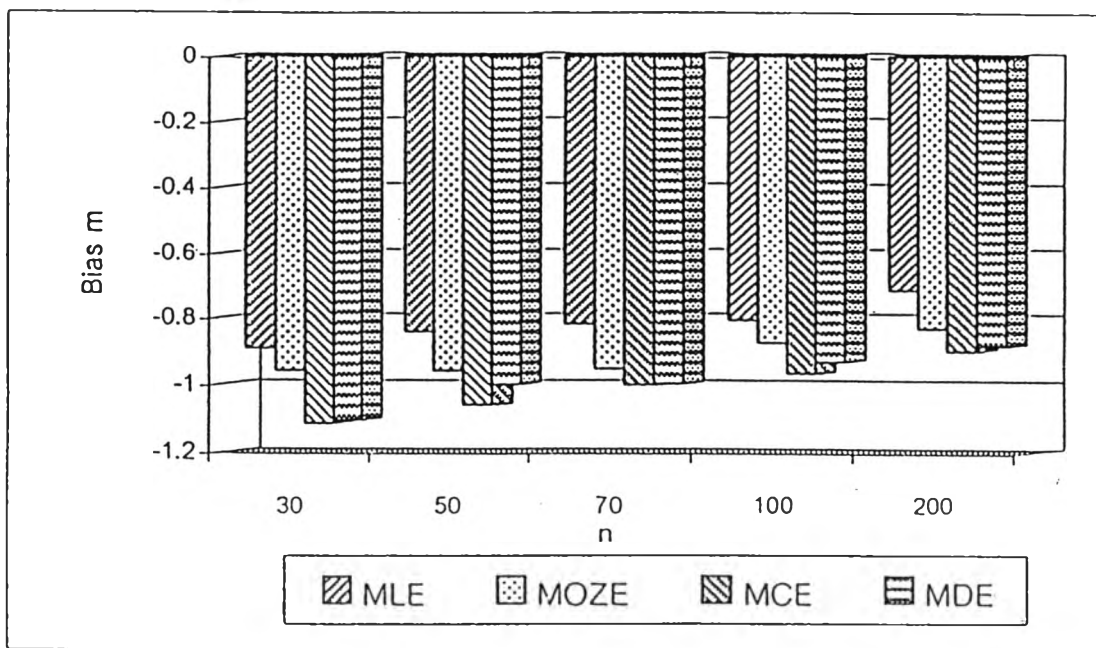
รูปที่ 4.8 (ต่อ)



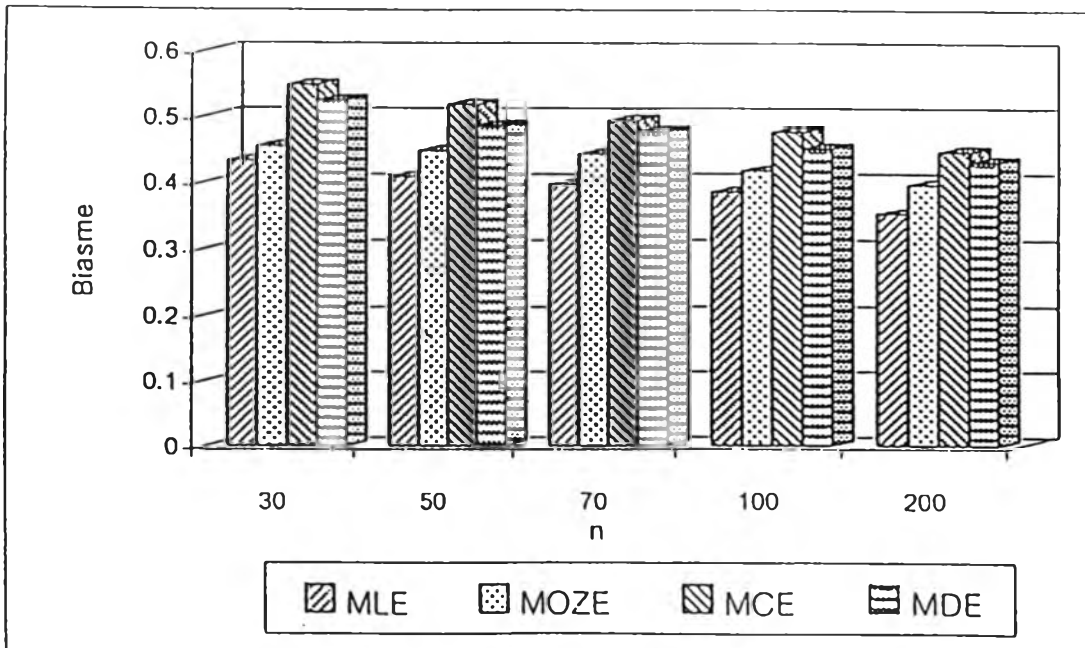
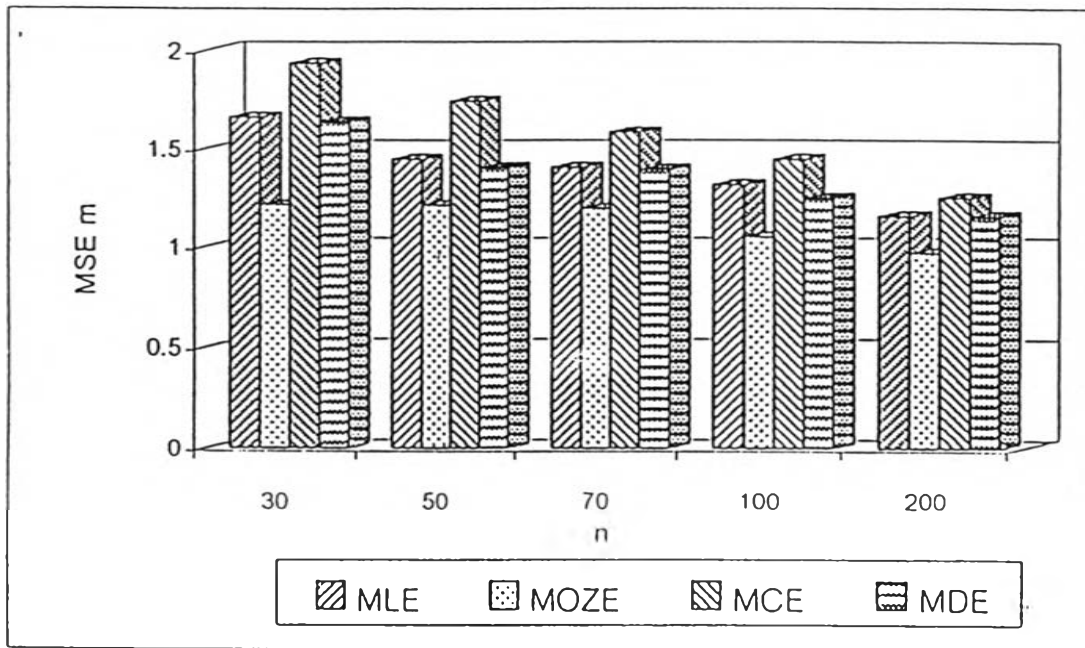
รูปที่ 4.8 (ต่อ)



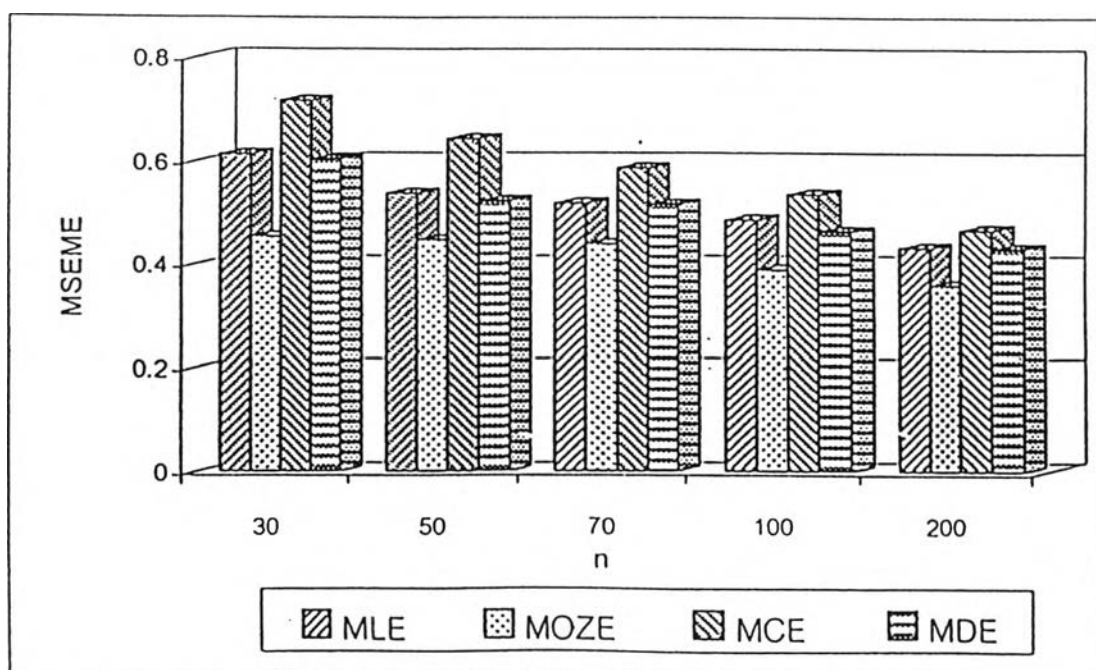
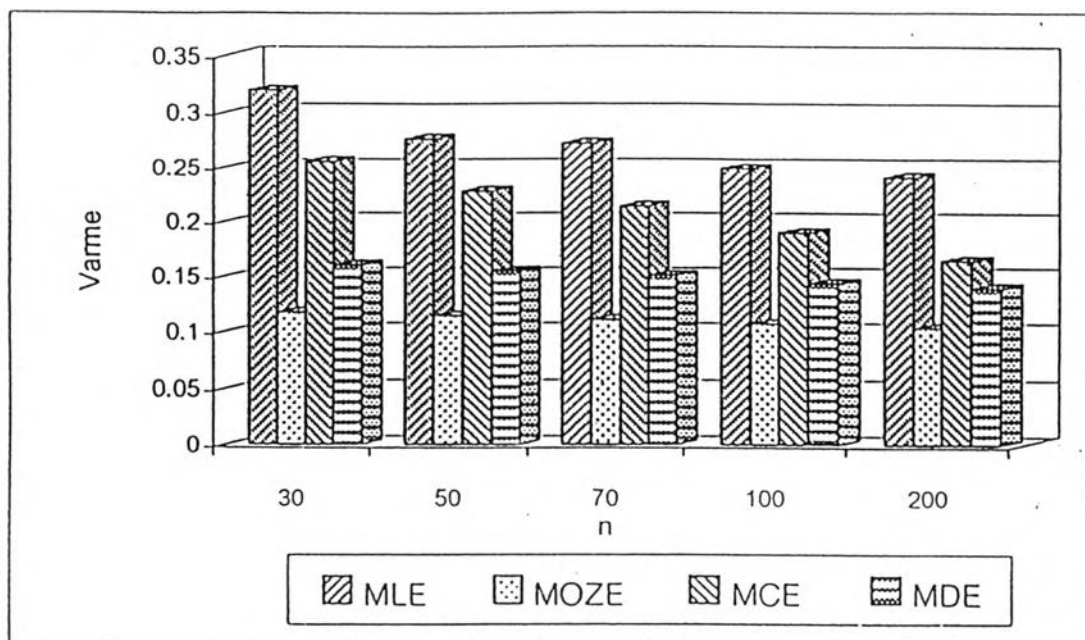
รูปที่ 4.8 (ต่อ)



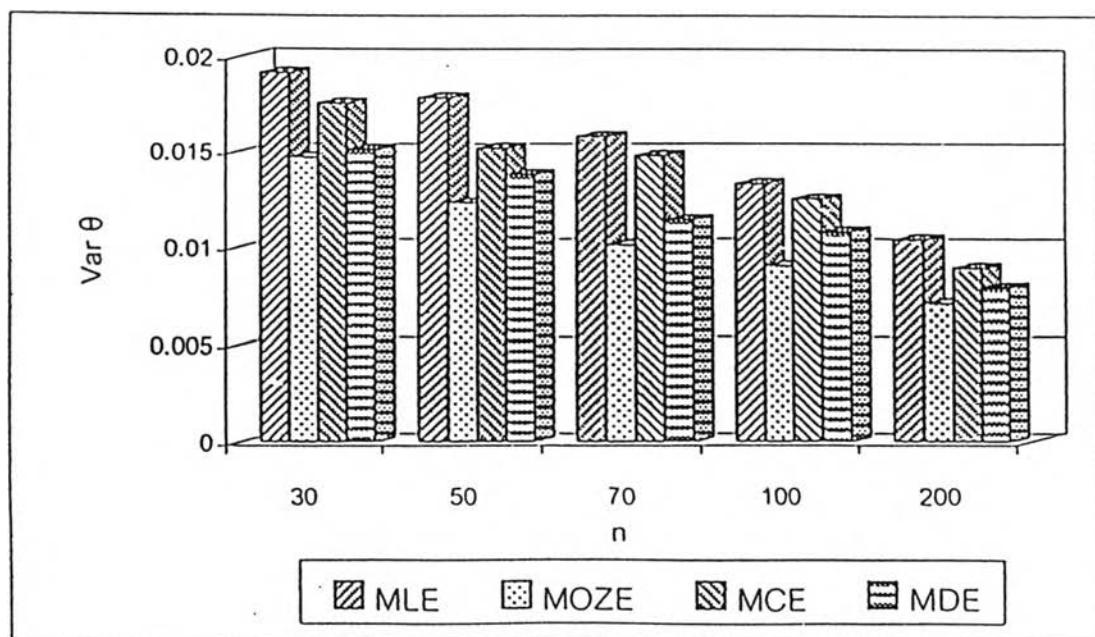
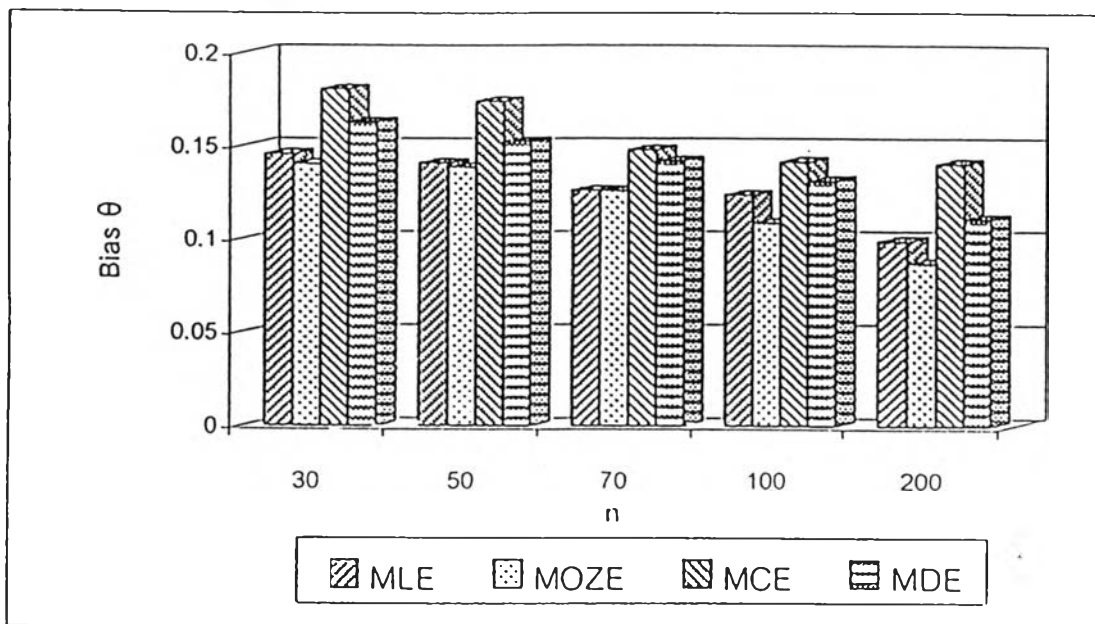
รูปที่ 4.8 (ต่อ)



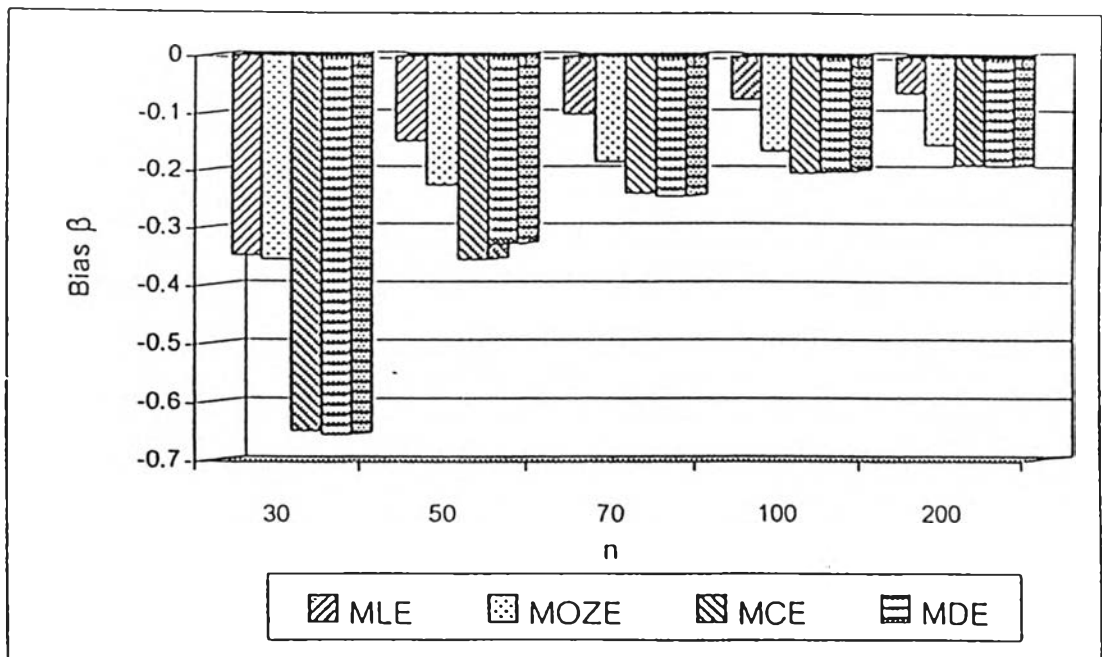
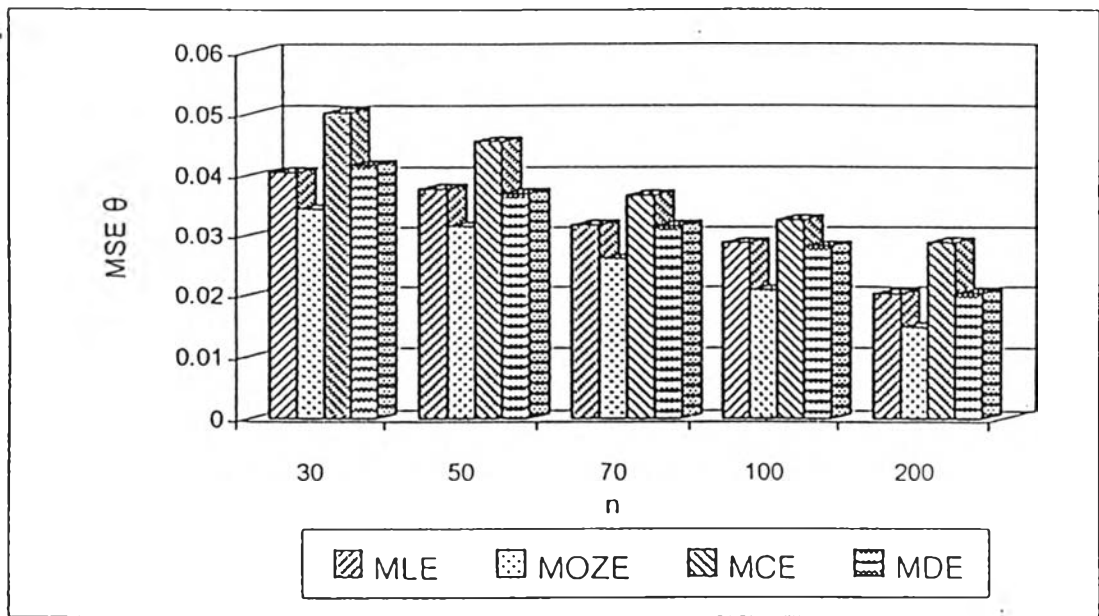
รูปที่ 4.8 (ต่อ)



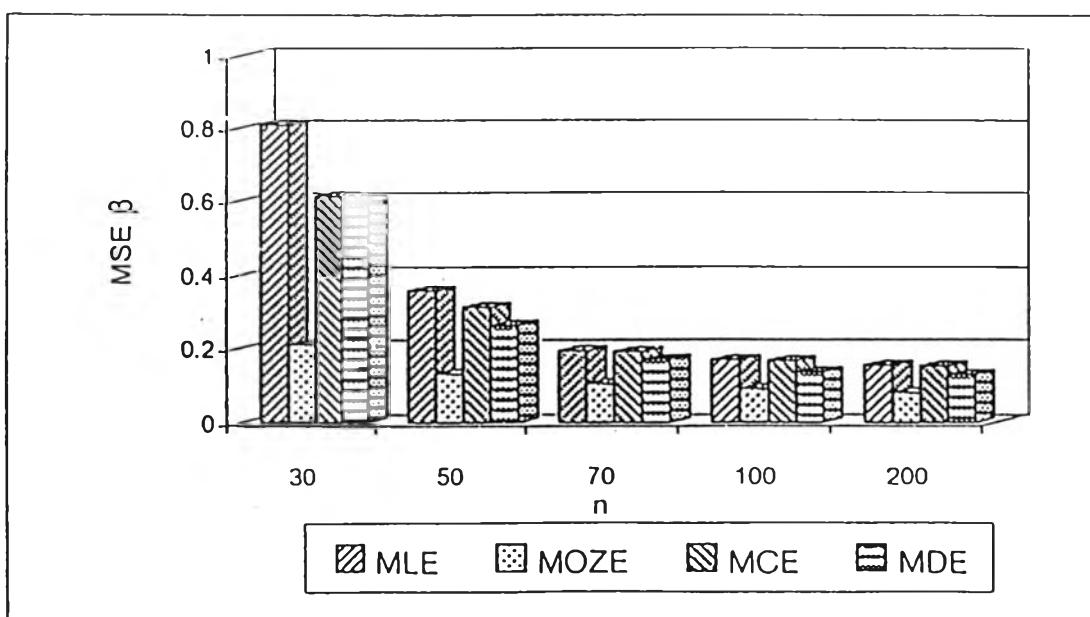
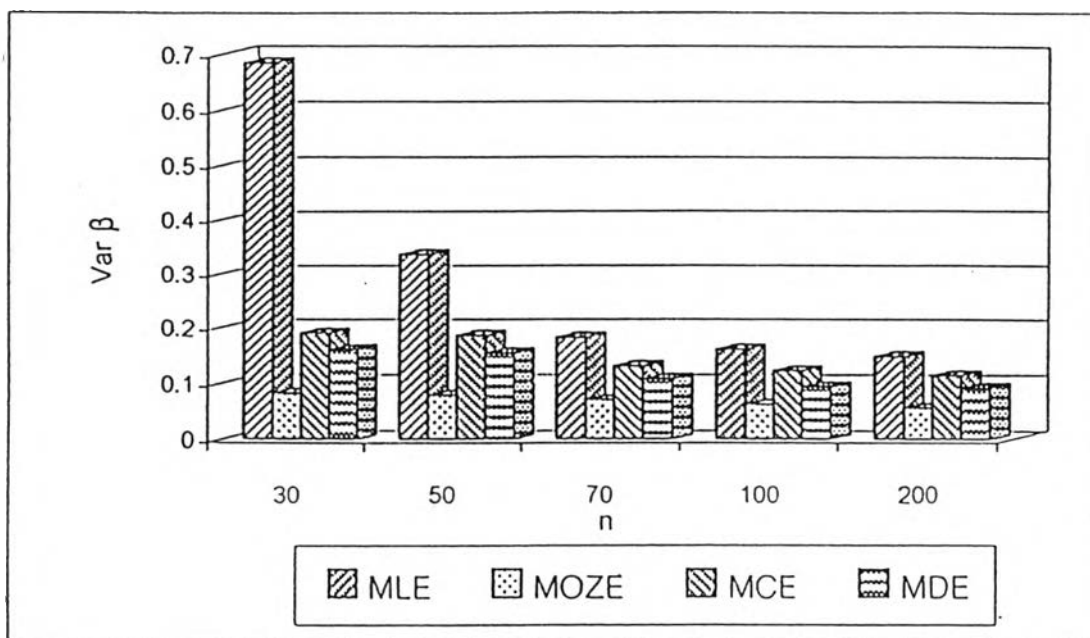
รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.2$, $\beta = 1.5$ และ $m = 2.5397$ (CV = 150 %)



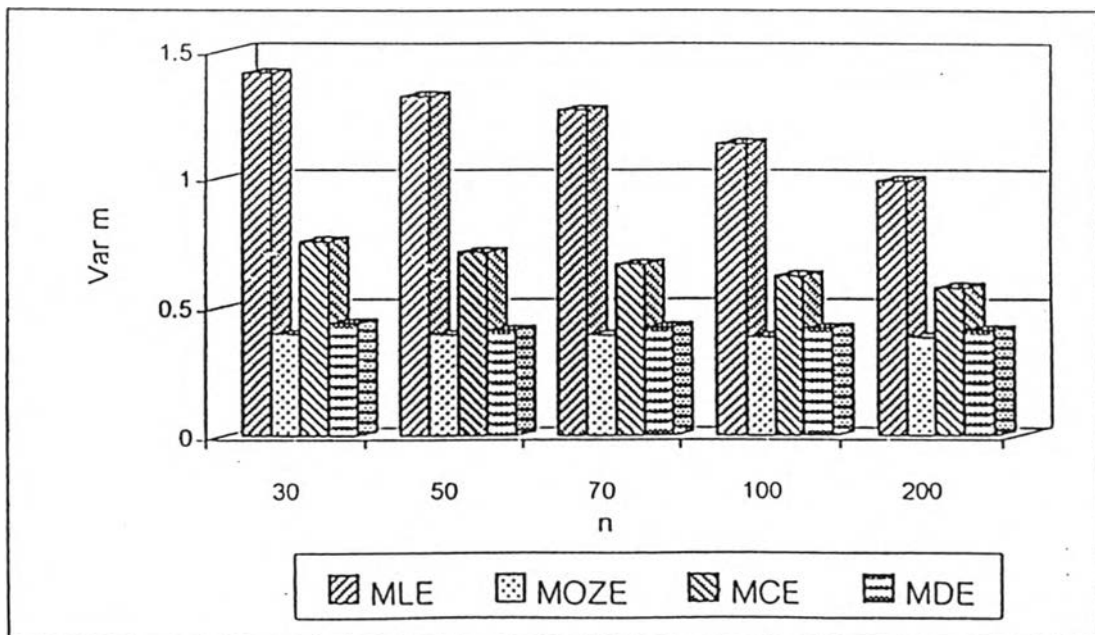
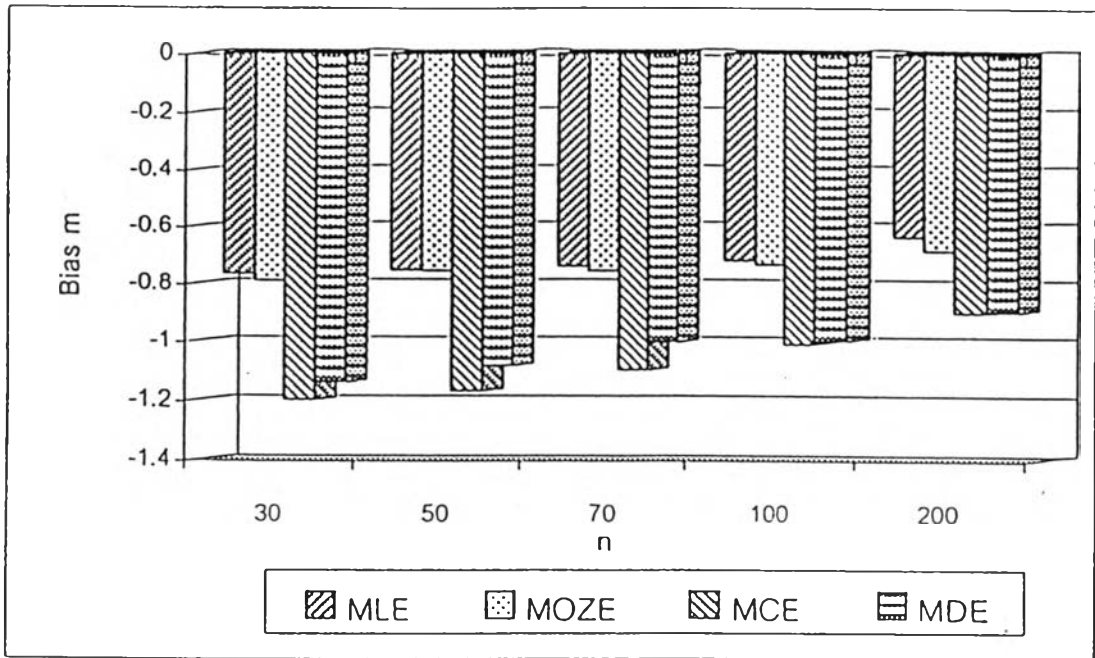
รูปที่ 4.9 (ต่อ)



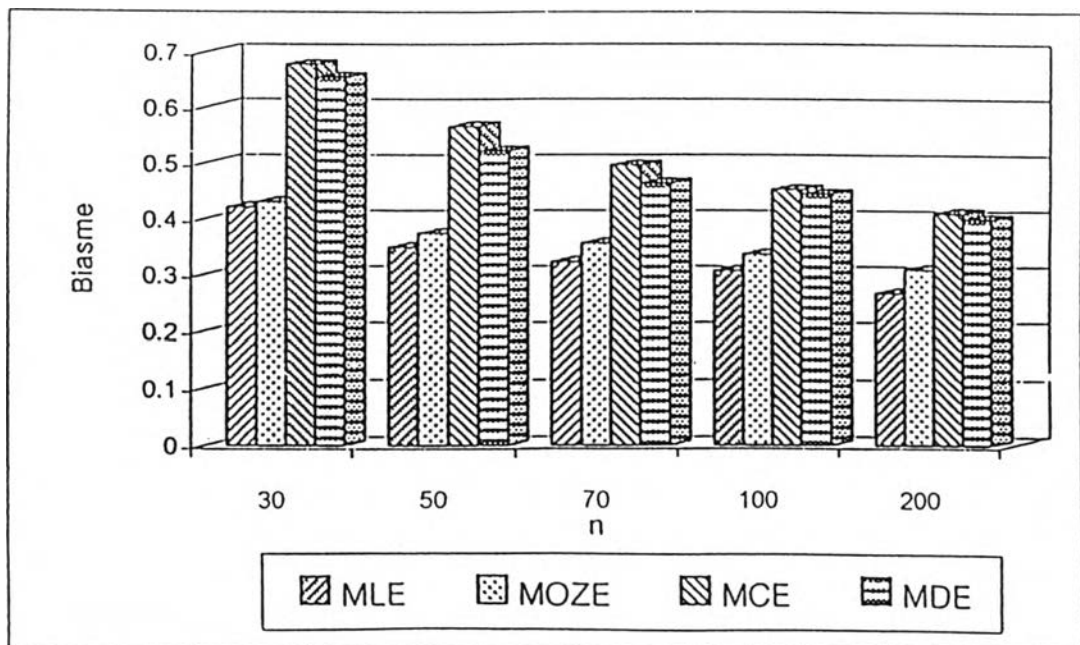
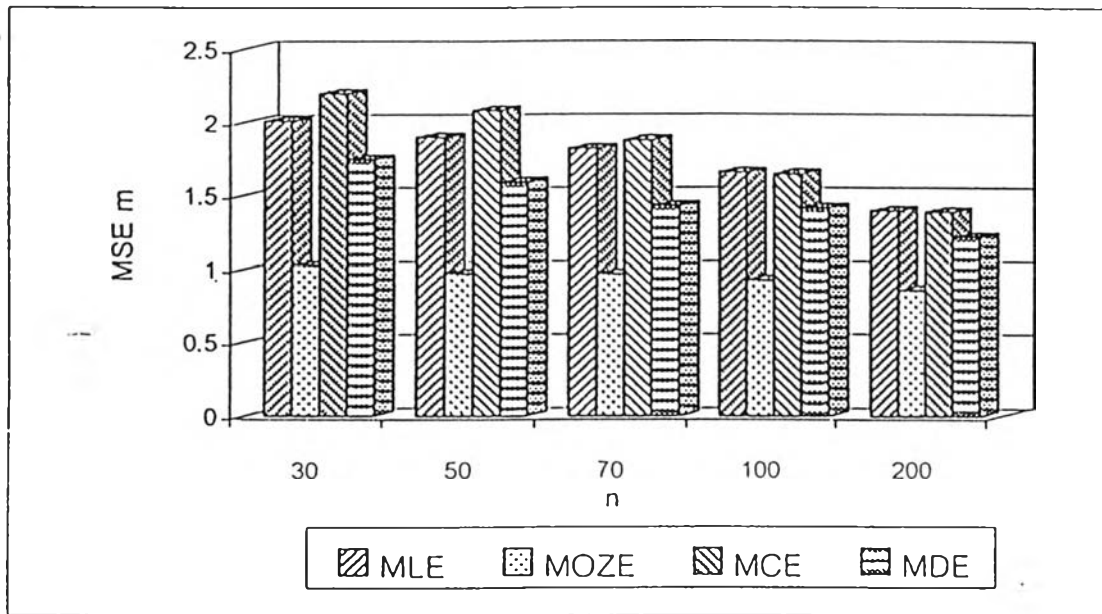
รูปที่ 4.9 (ต่อ)



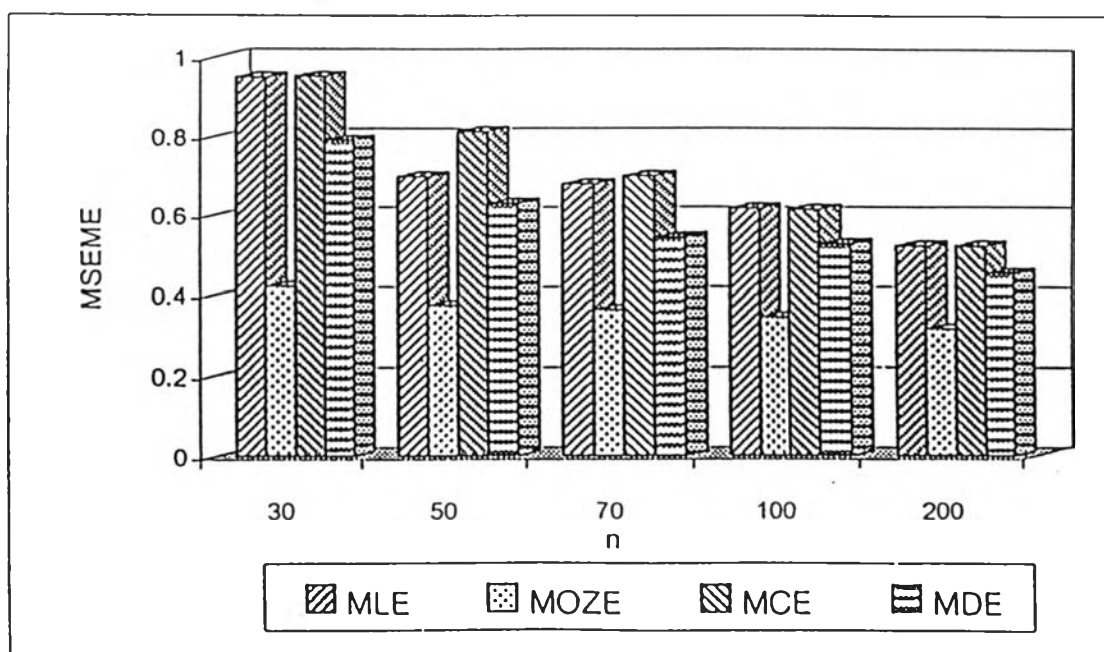
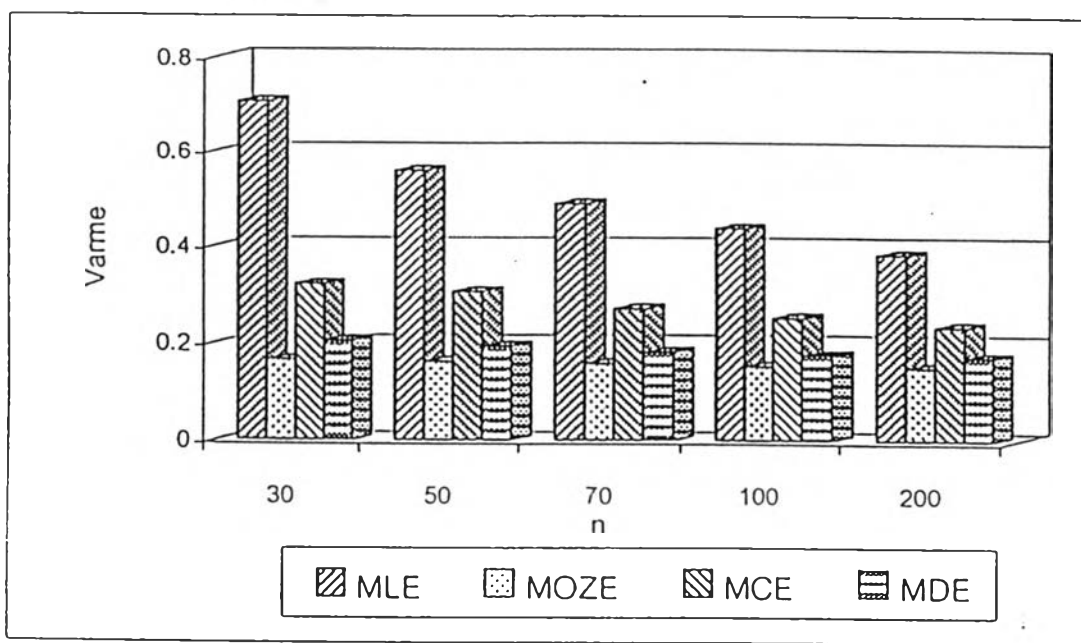
รูปที่ 4.9 (ต่อ)



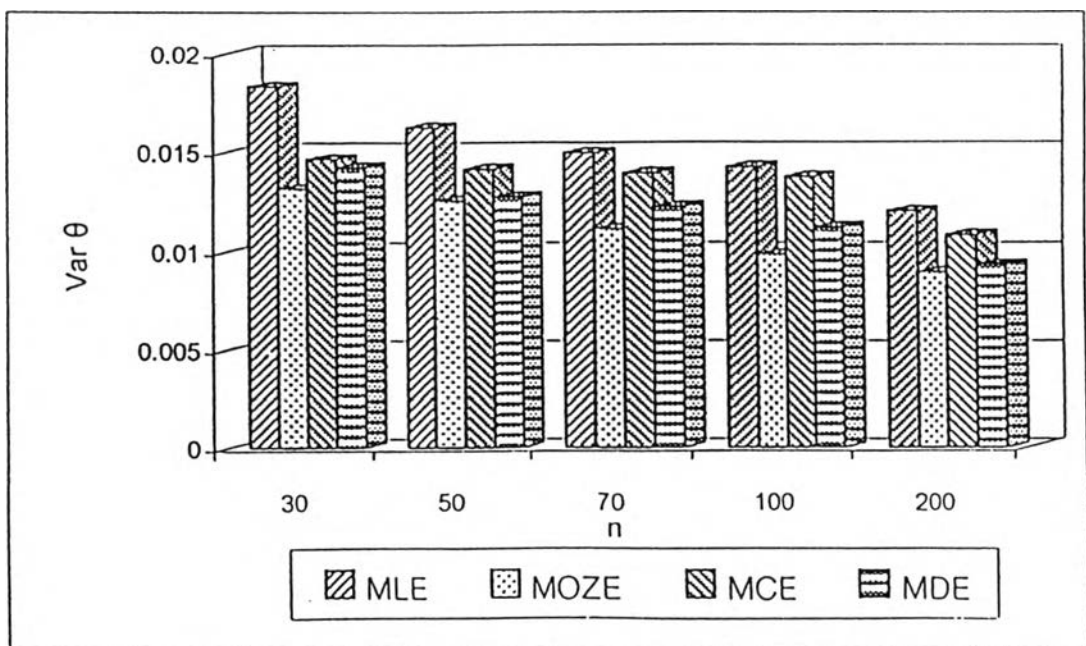
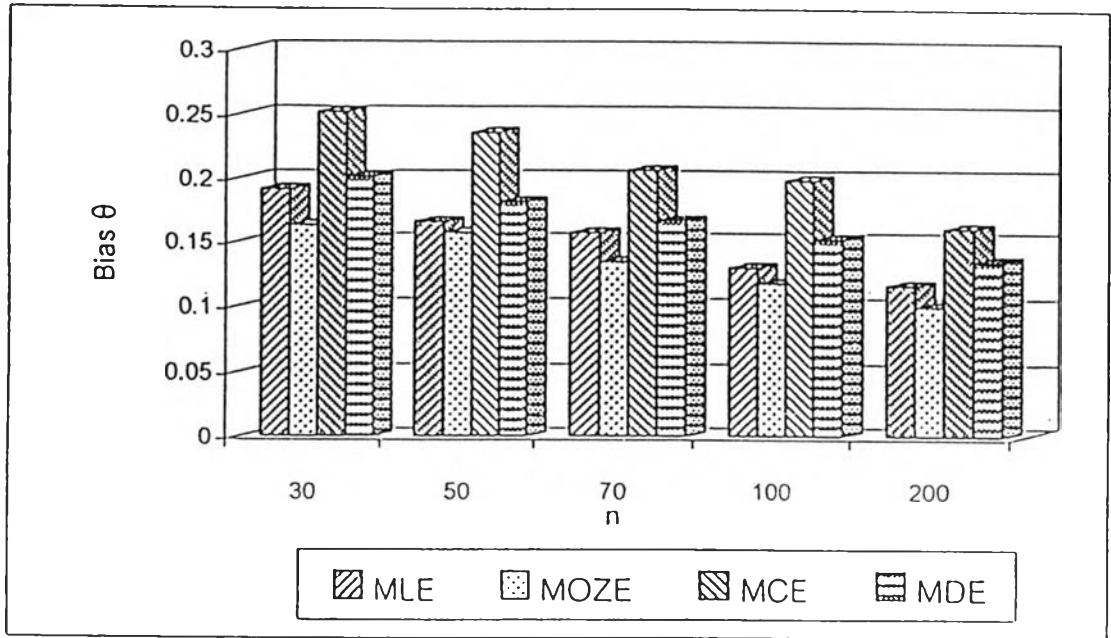
รูปที่ 4.9 (ต่อ)



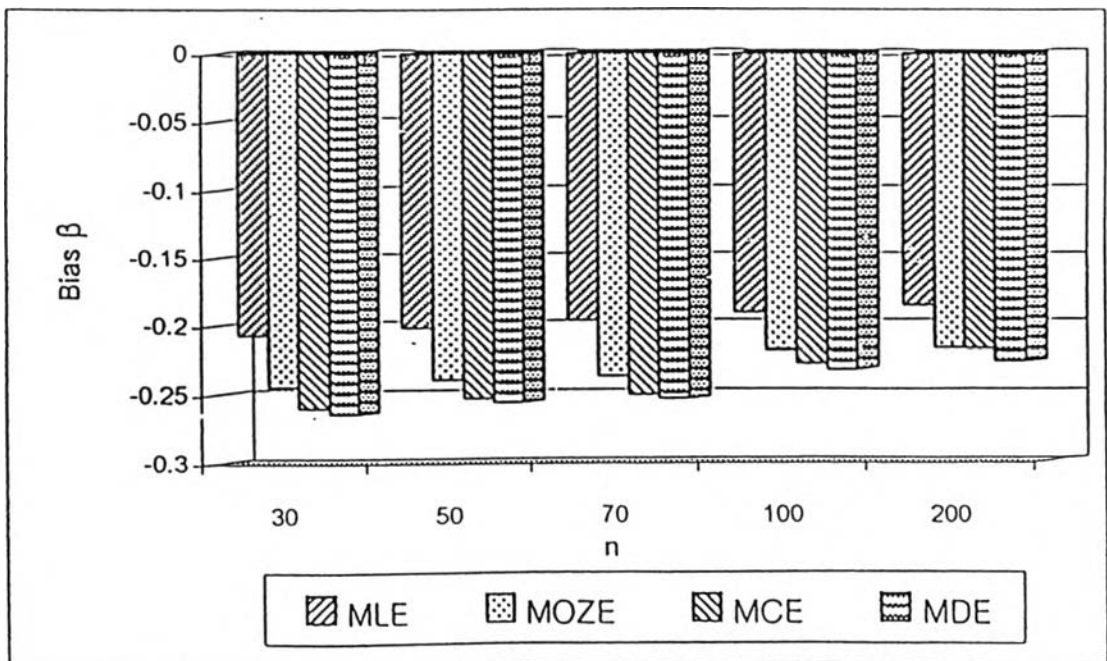
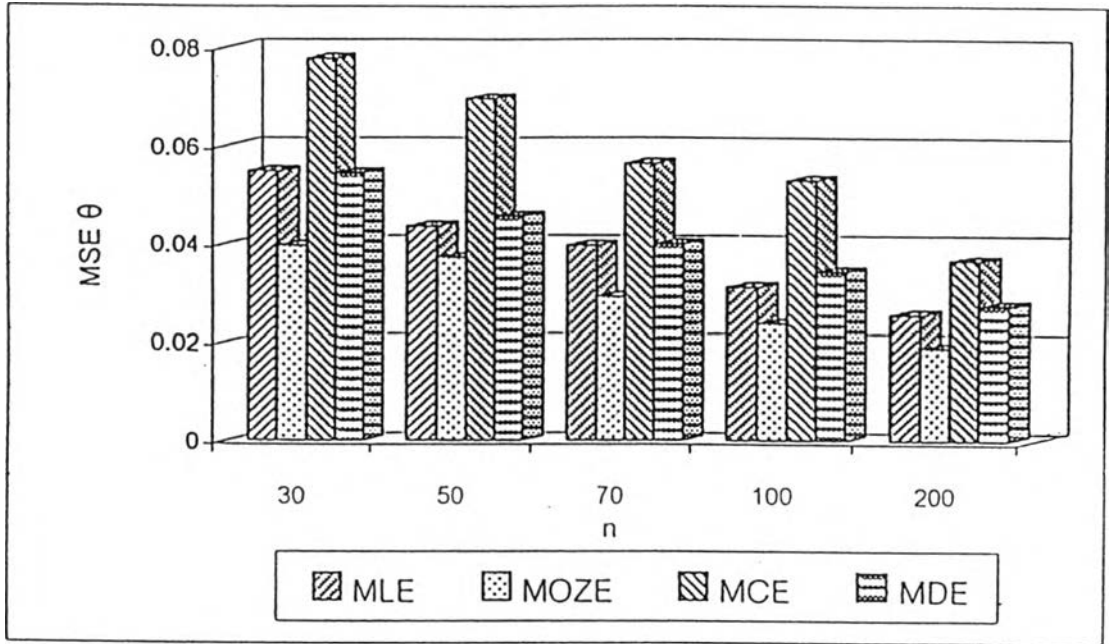
รูปที่ 4.9 (ต่อ)



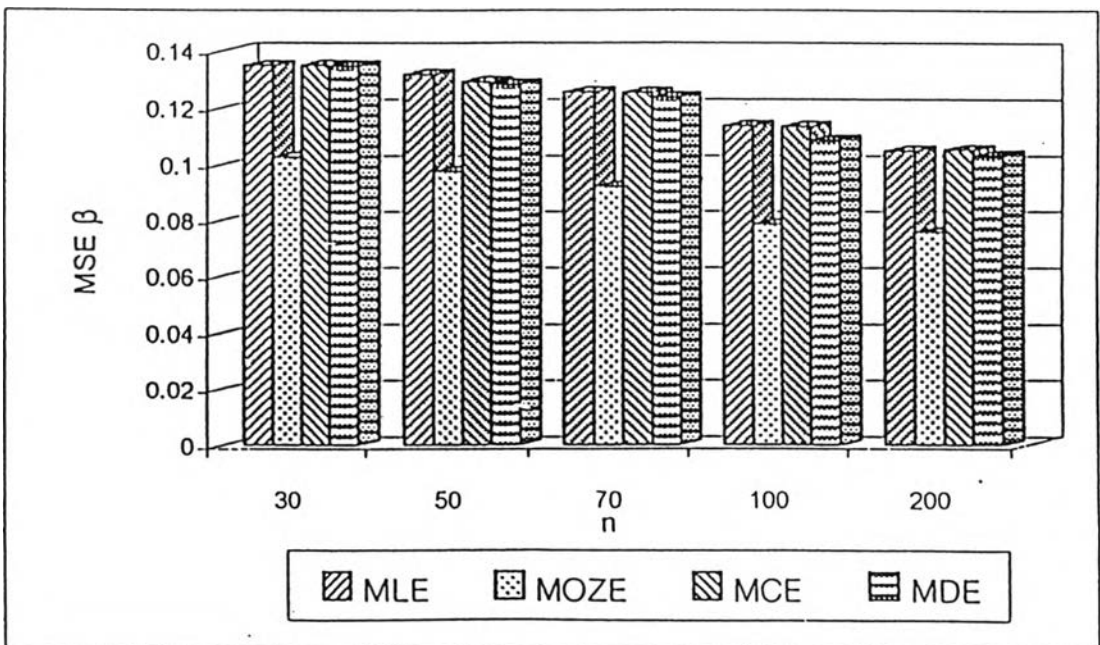
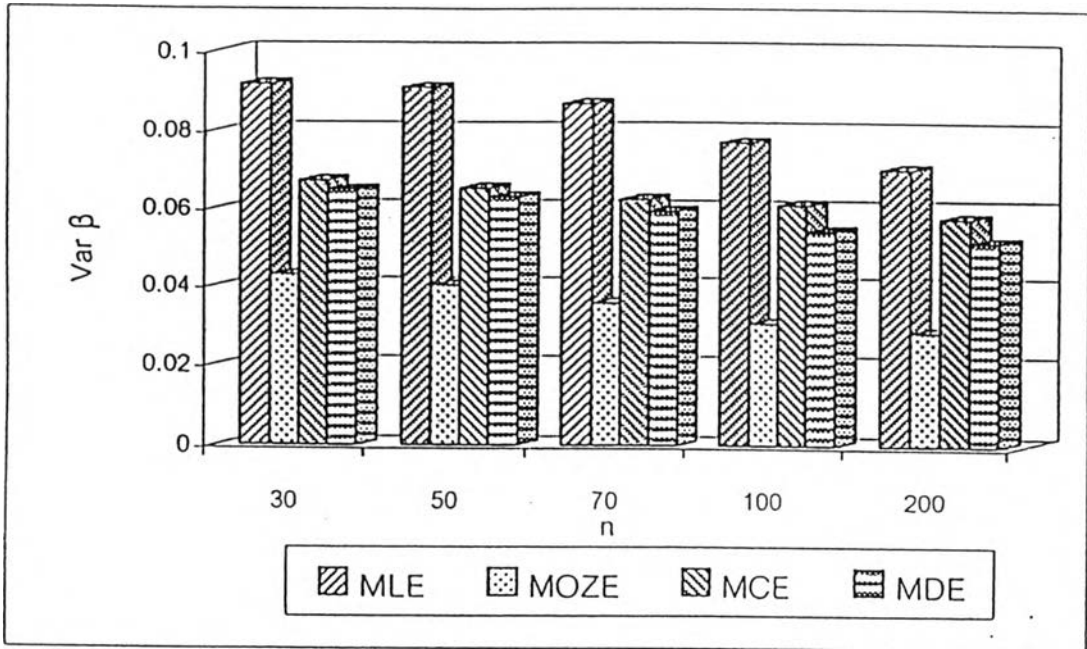
รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 1.8855$ (CV = 150 %)



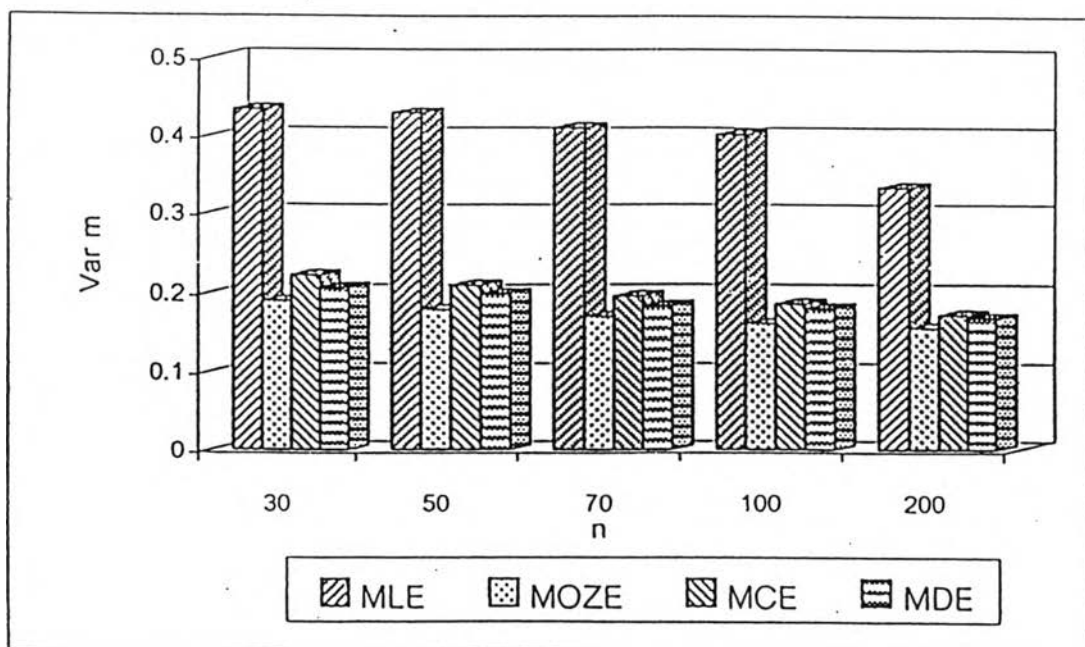
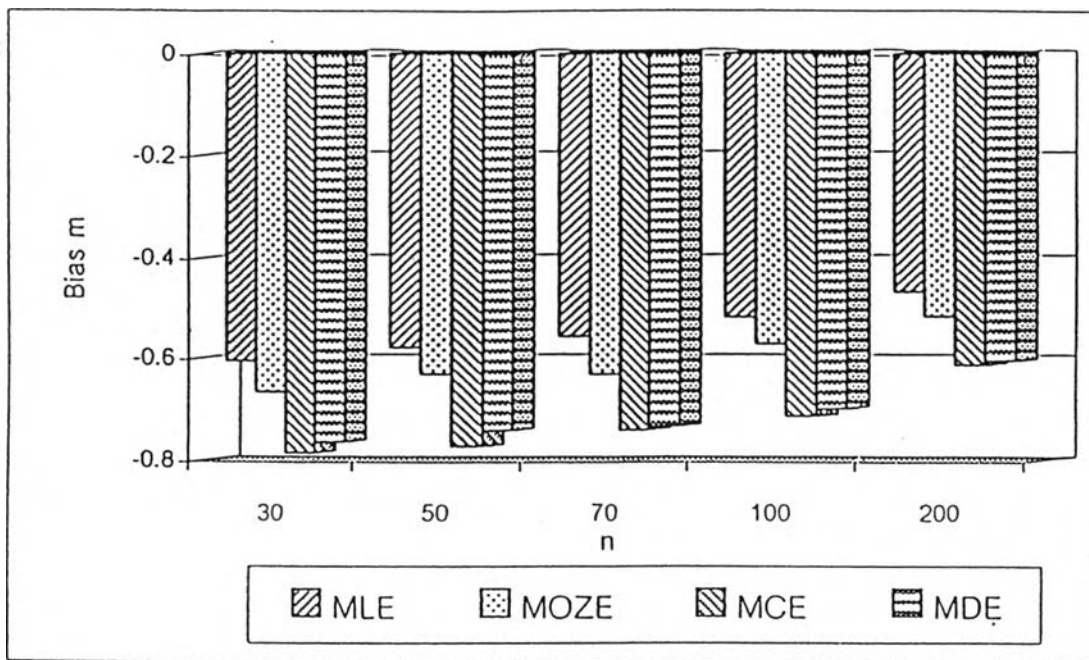
รูปที่ 4.10 (ต่อ)



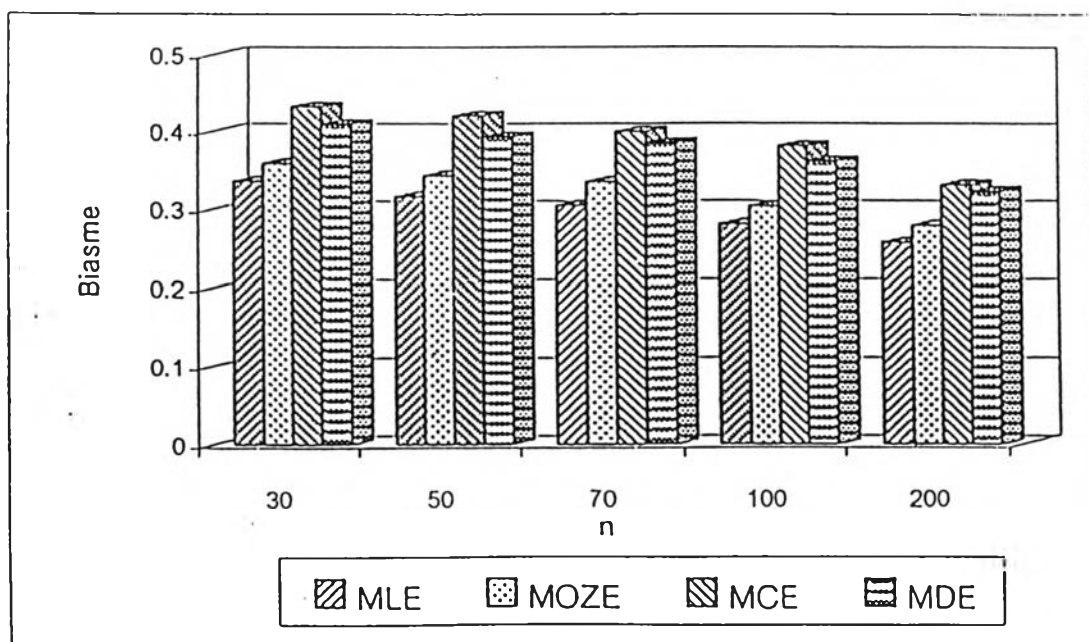
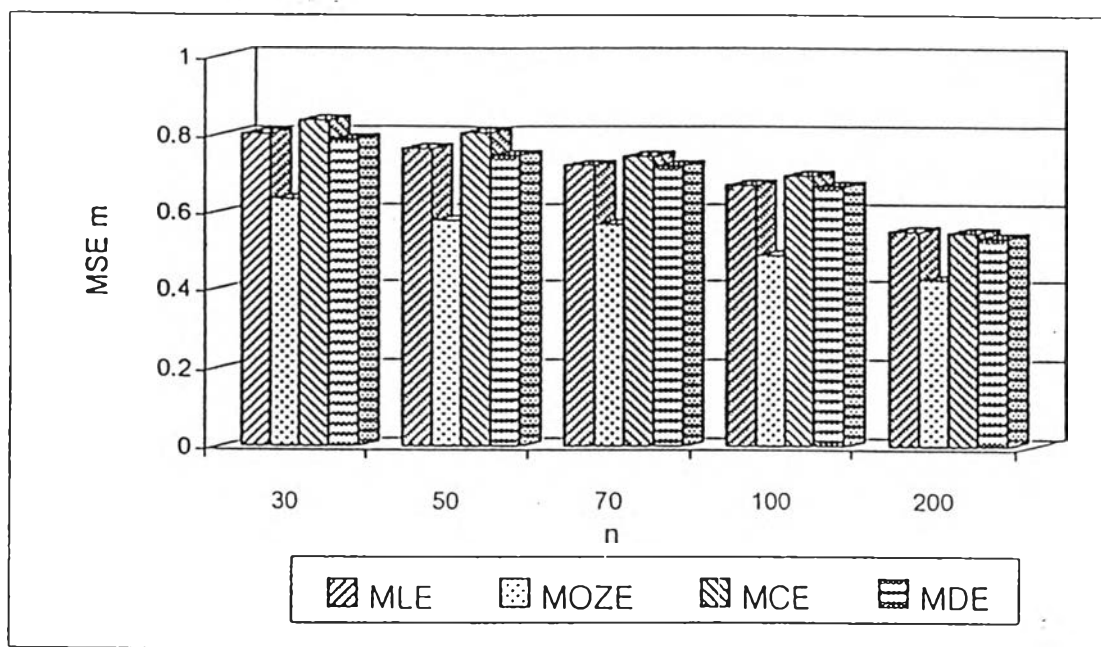
รูปที่ 4.10 (ต่อ)



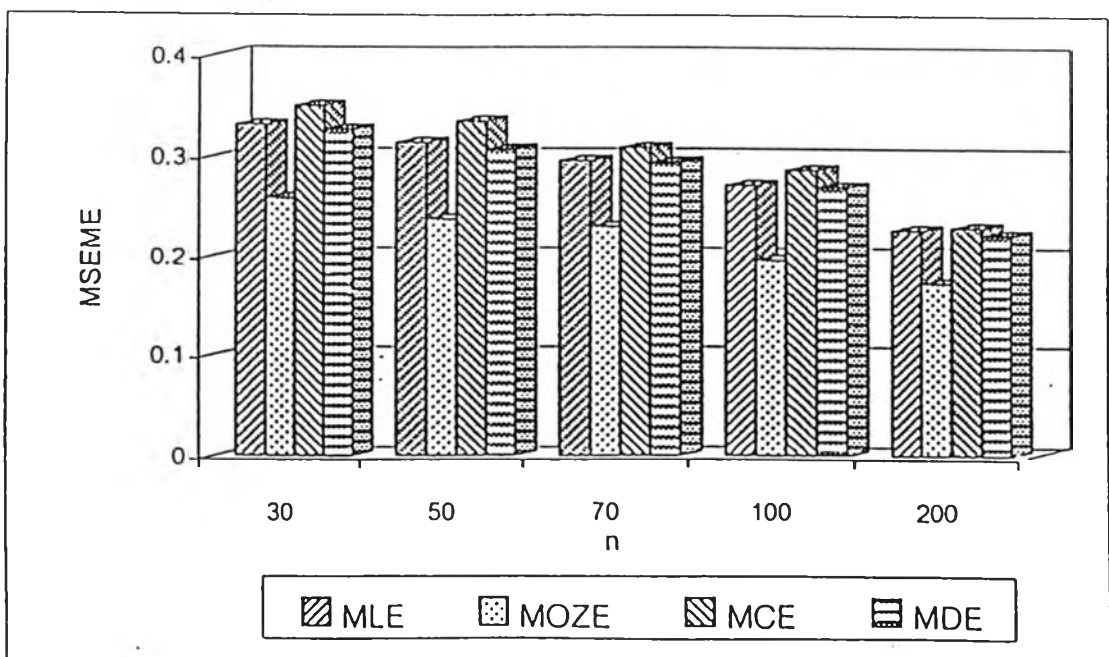
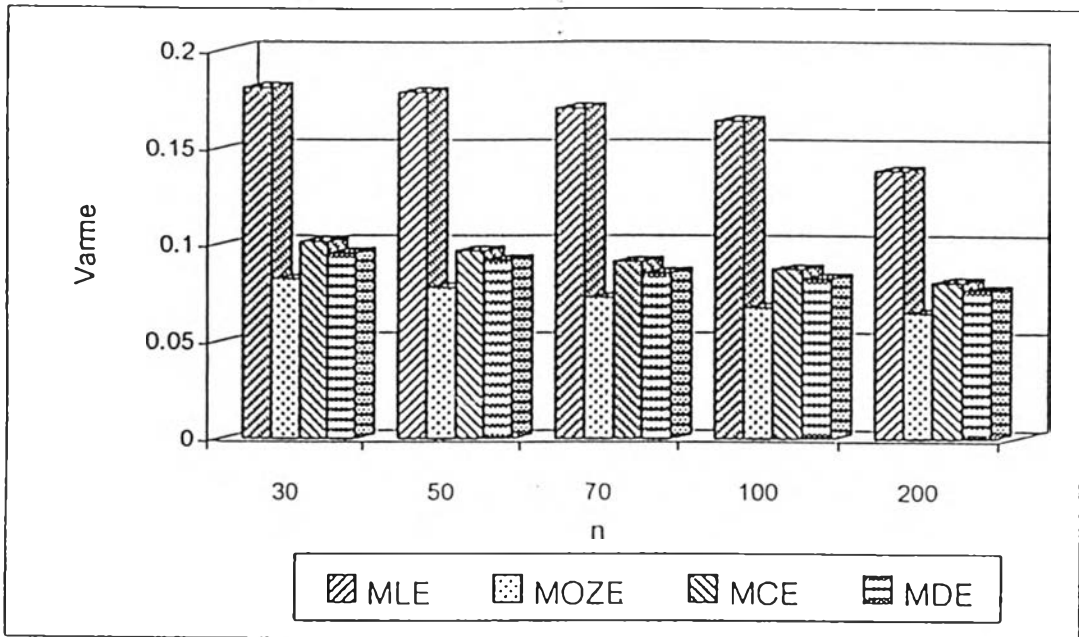
รูปที่ 4.10 (ต่อ)



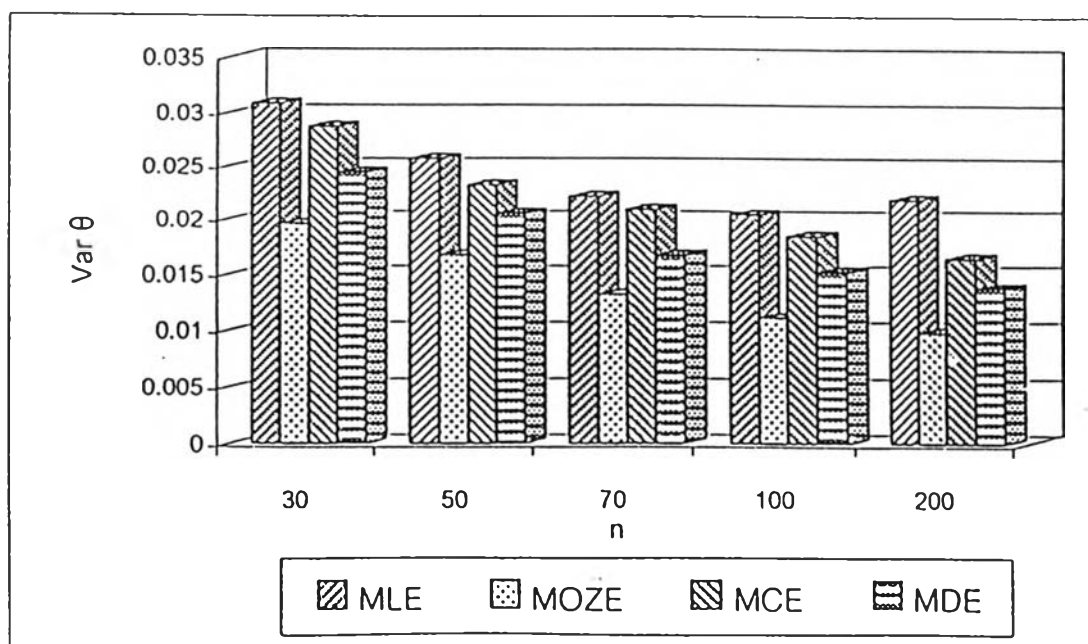
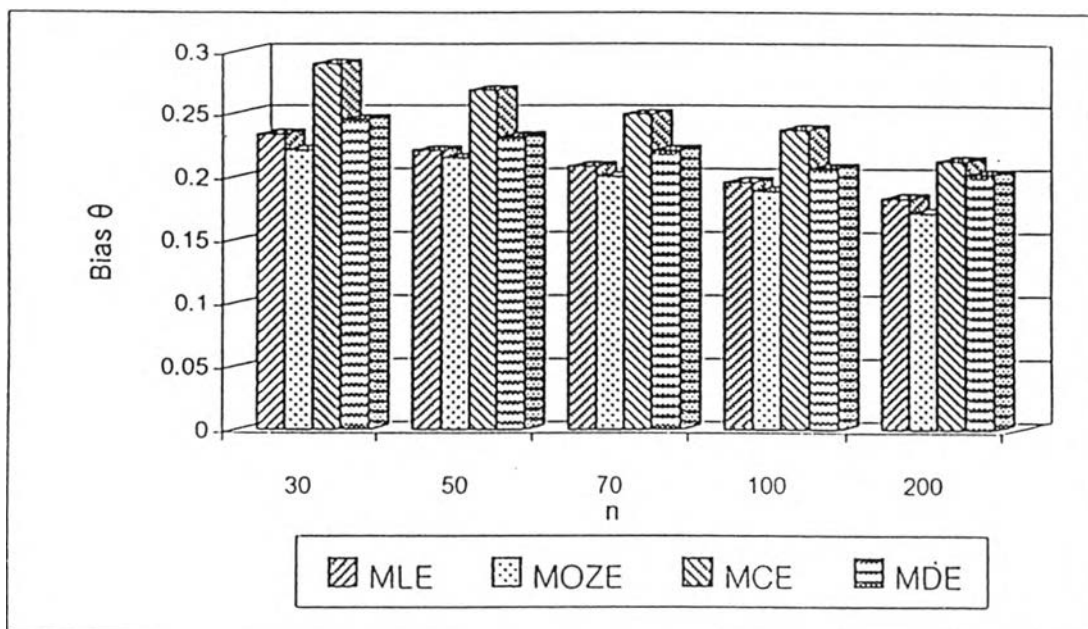
รูปที่ 4.10 (ต่อ)



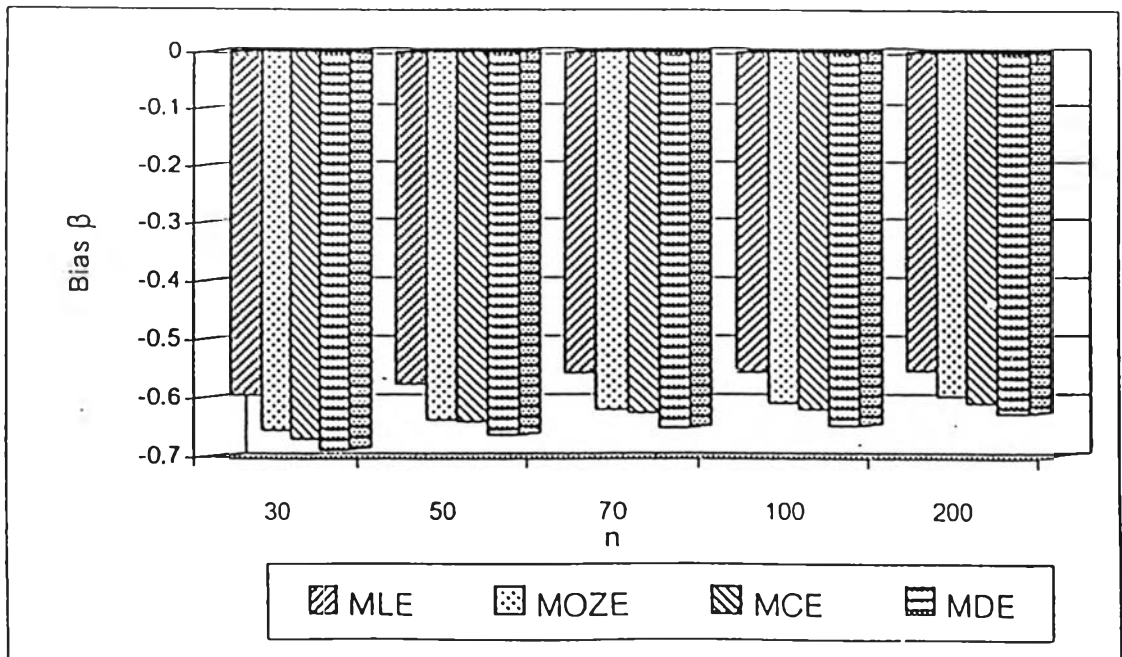
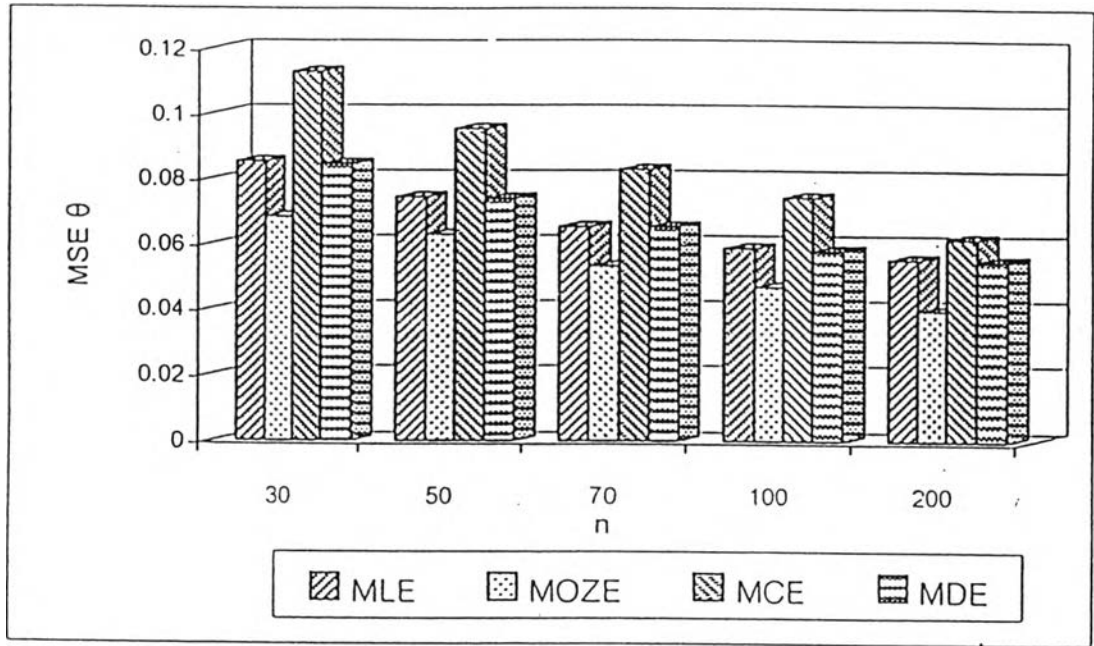
รูปที่ 4.10 (ต่อ)



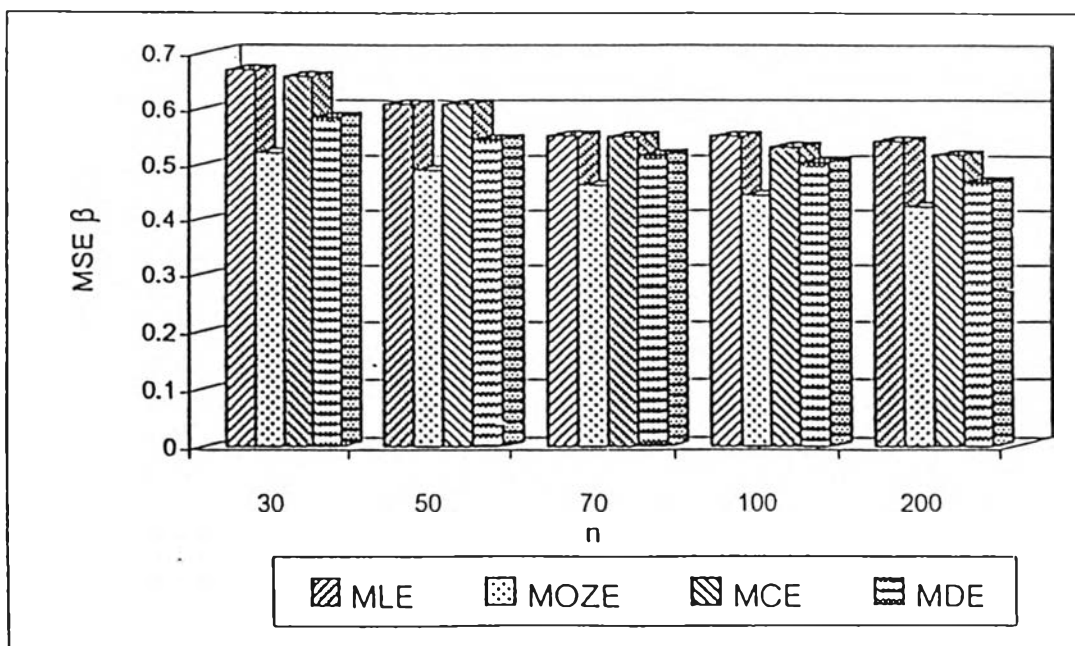
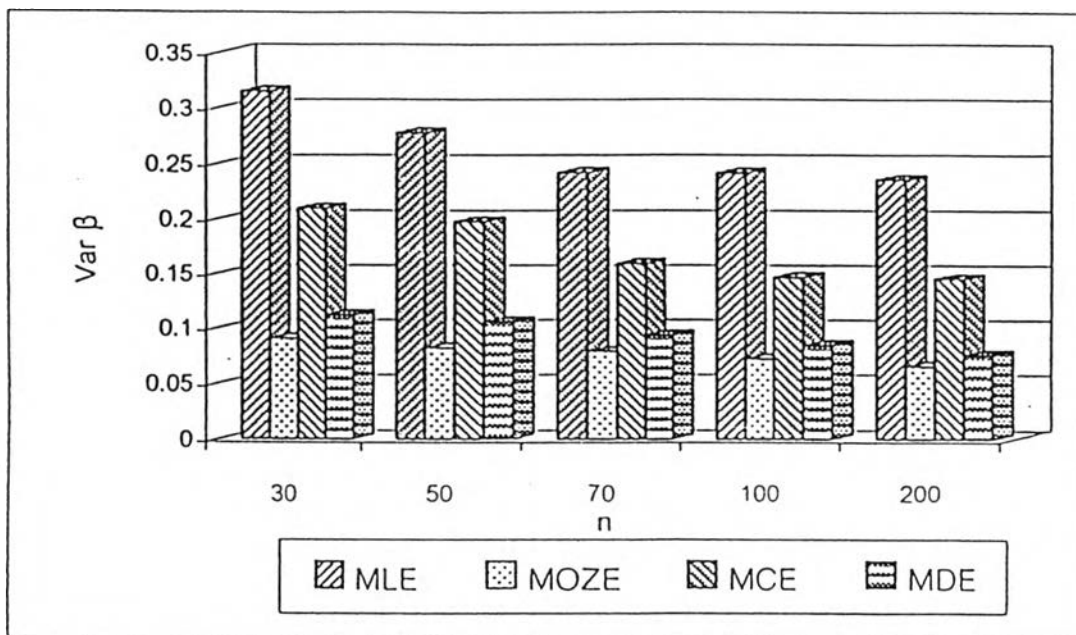
รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.1$, $\beta = 2.0$ และ $m = 3.6735$ (CV = 175 %)



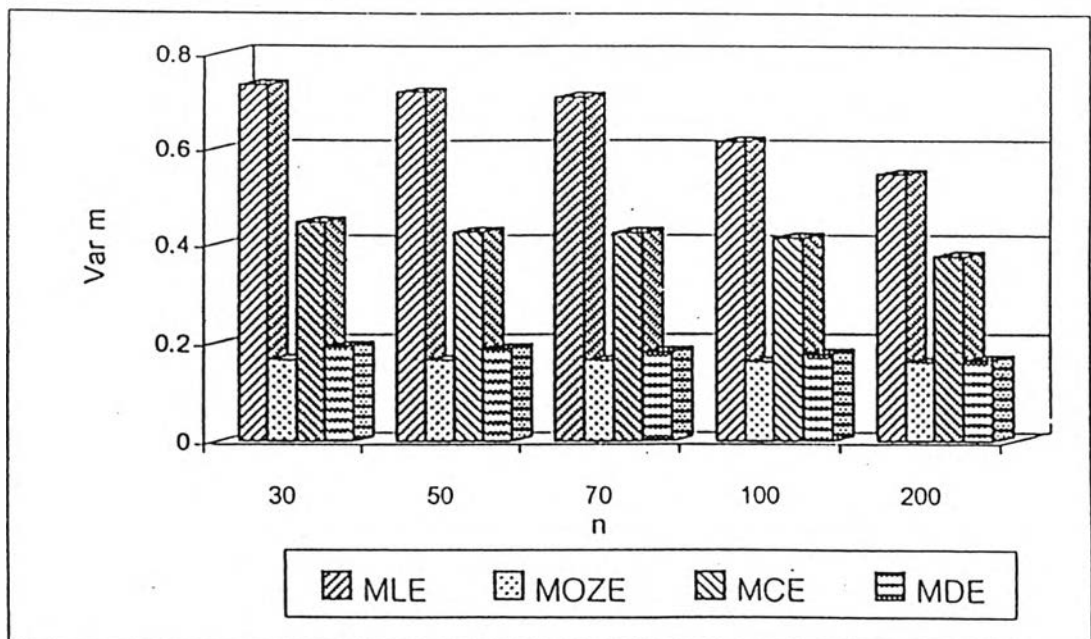
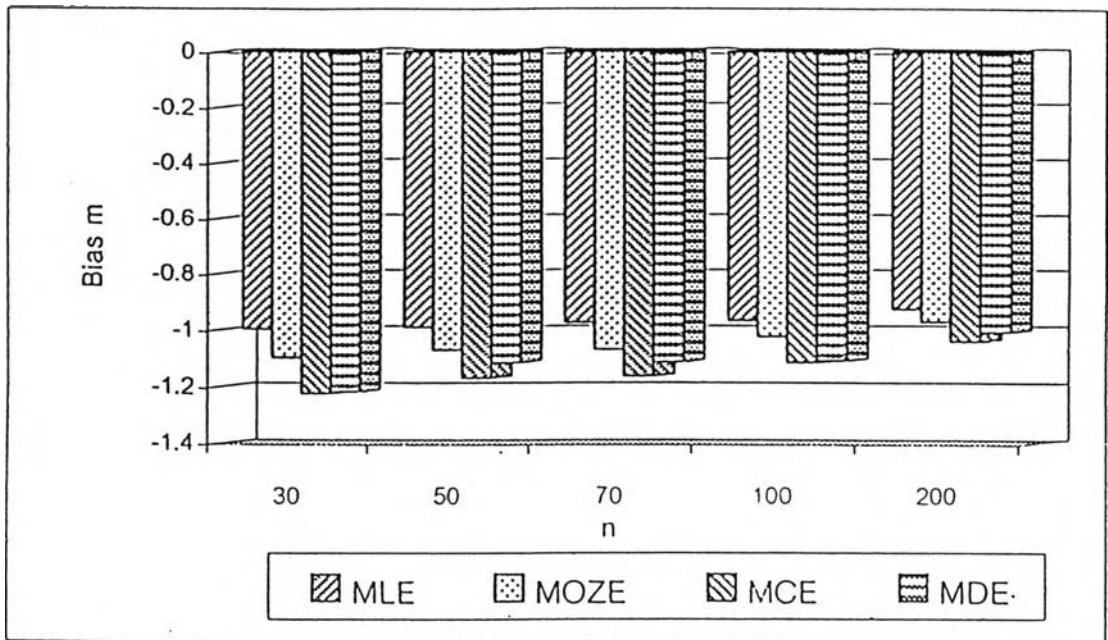
รูปที่ 4.11 (ต่อ)



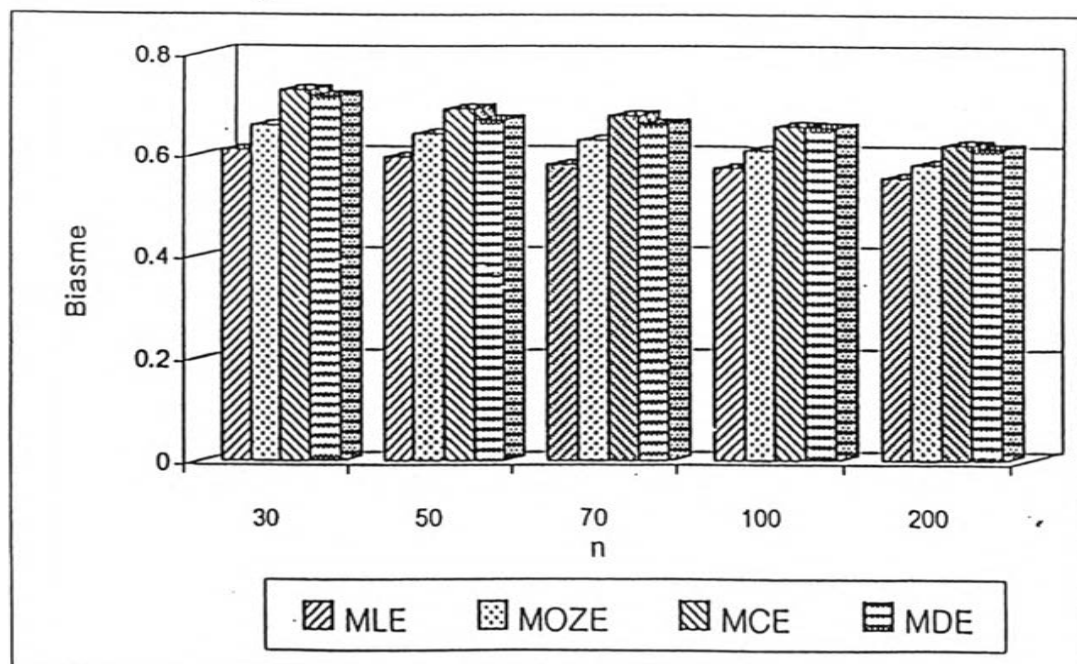
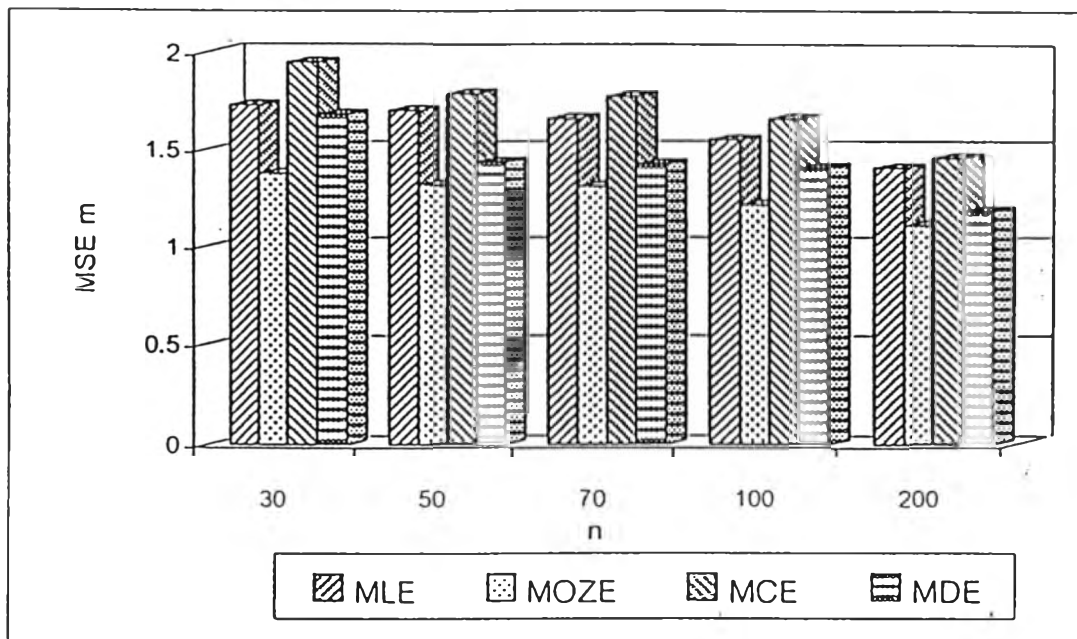
รูปที่ 4.11 (ต่อ)



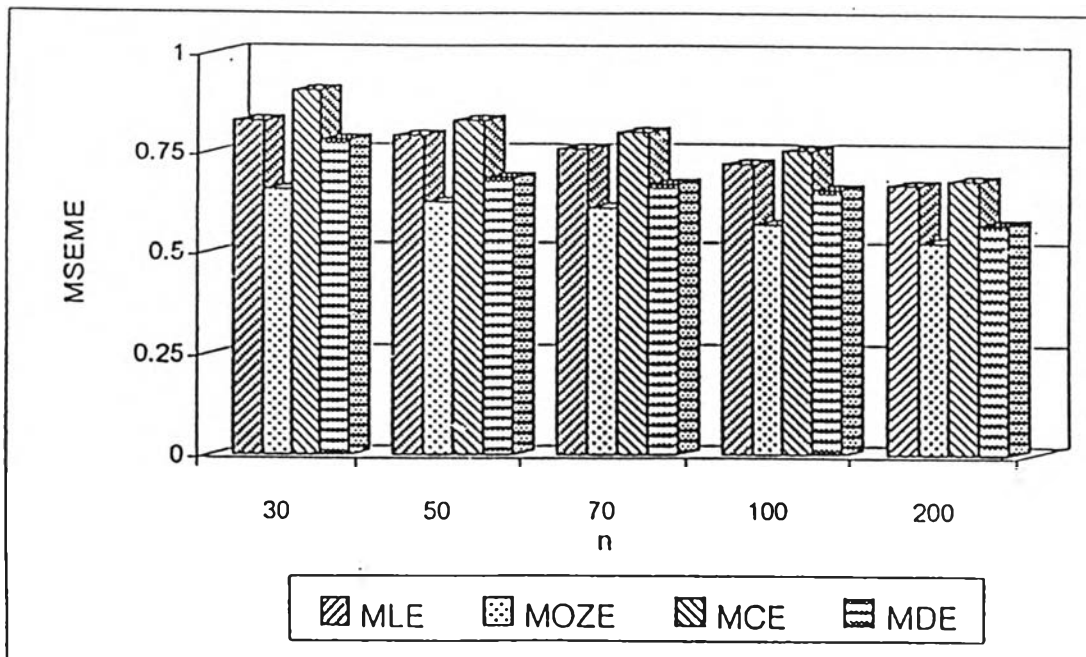
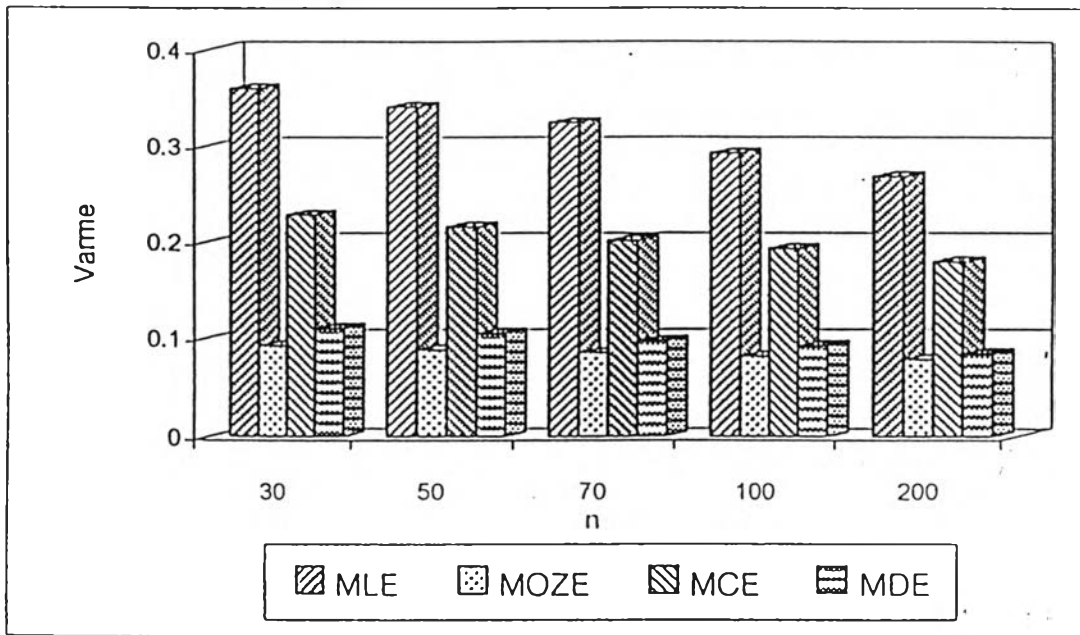
รูปที่ 4.11 (ต่อ)



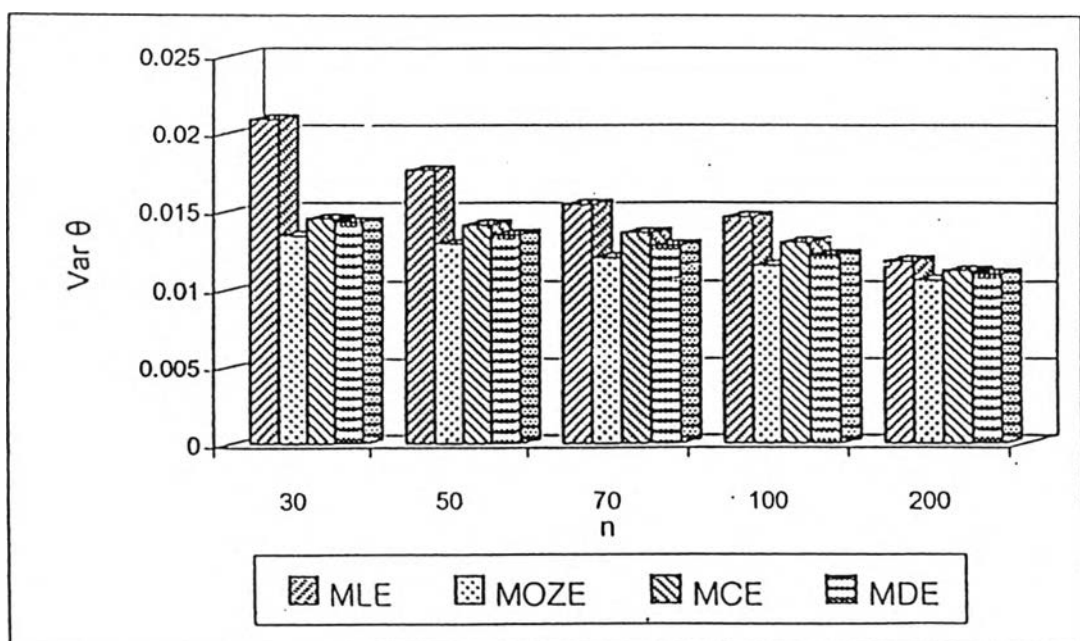
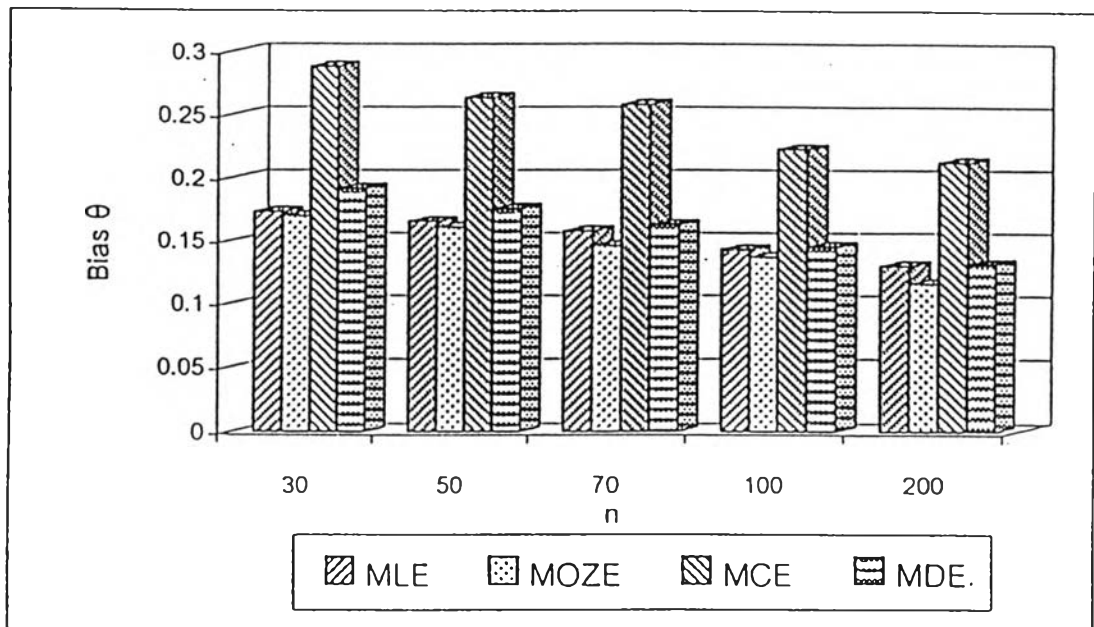
รูปที่ 4.11 (ต่อ)



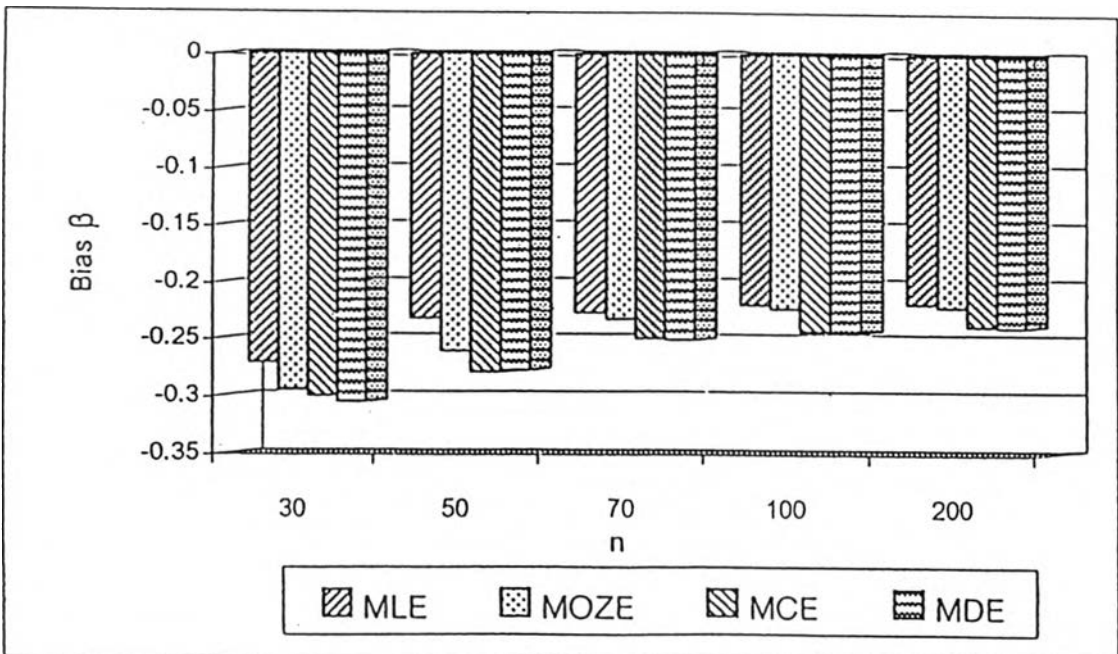
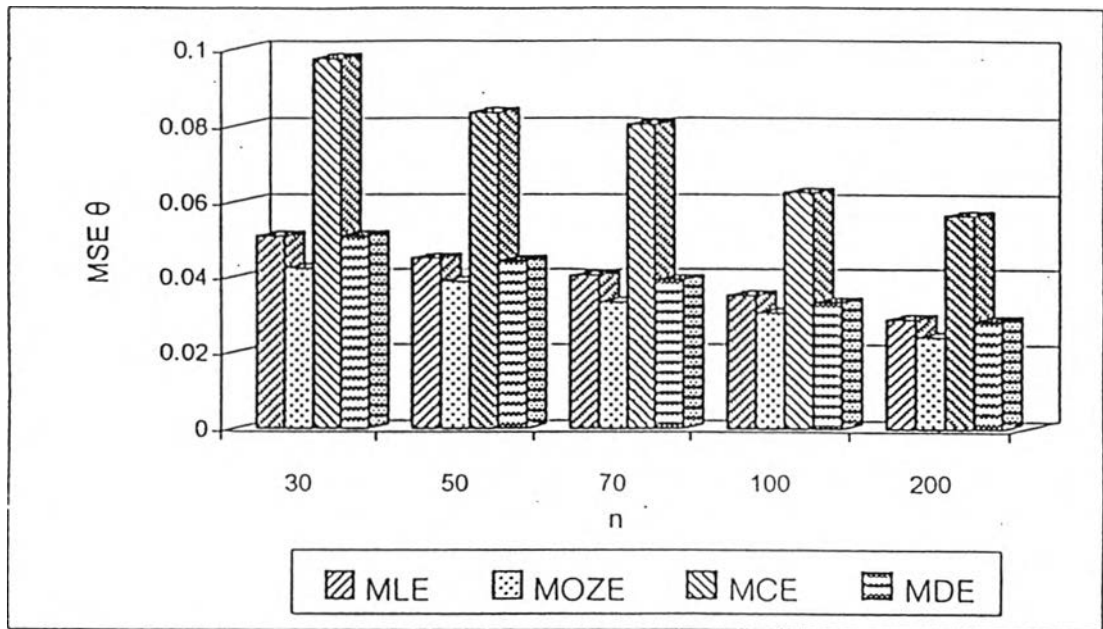
รูปที่ 4.11 (ต่อ)



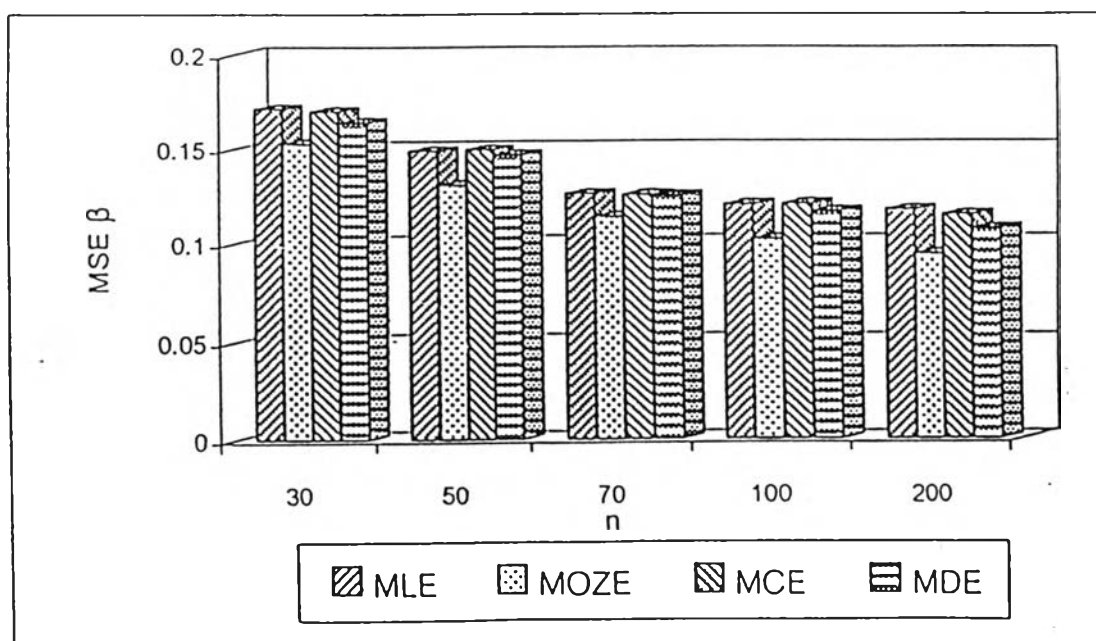
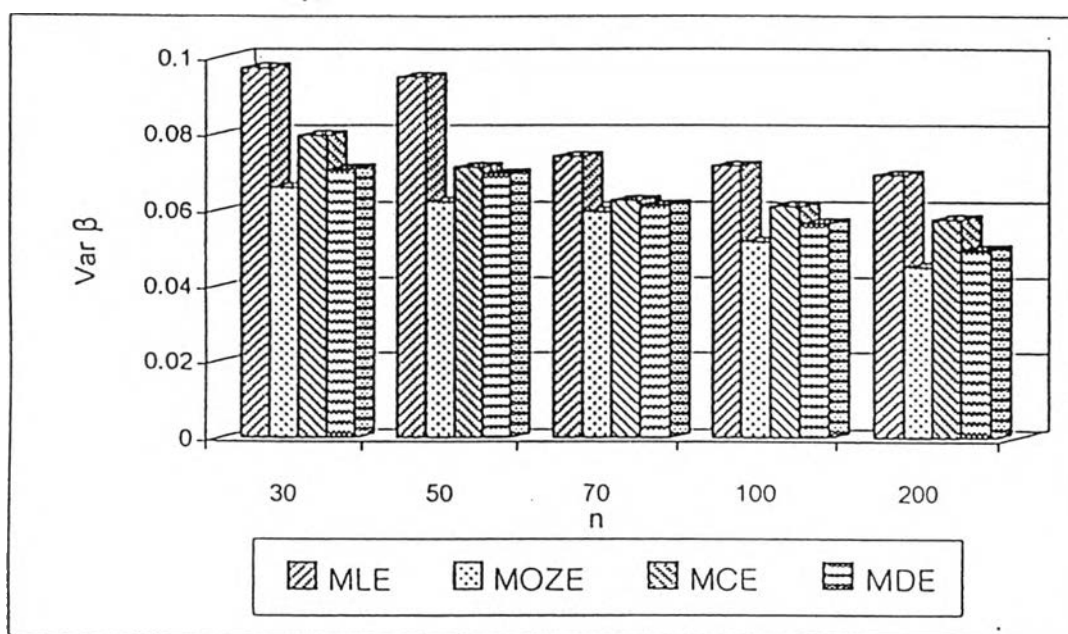
รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบ Bias , Variance และ MSE ของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงทวินามลบแบบทั่วไป โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง เมื่อ $\theta = 0.3$, $\beta = 1.5$ และ $m = 1.3853$ ($CV = 175\%$)



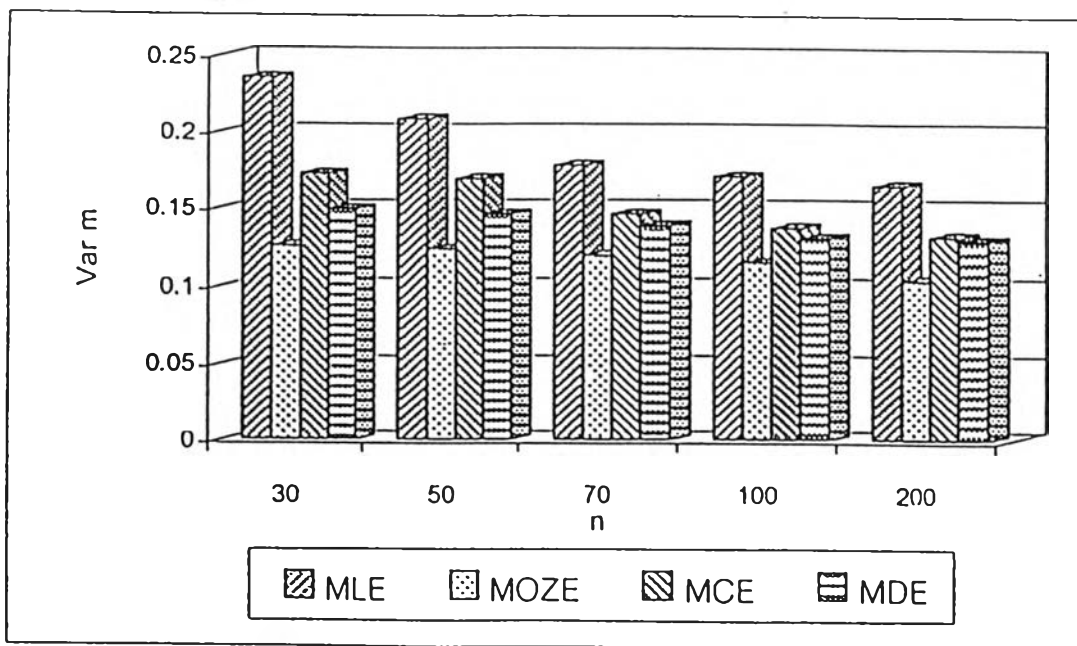
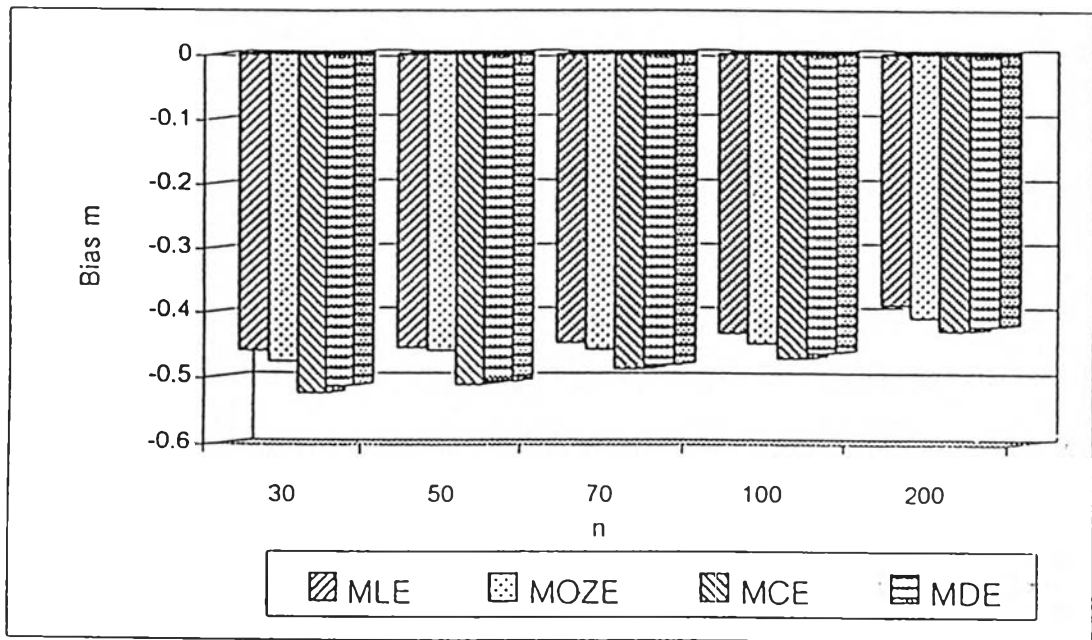
รูปที่ 4.12 (ต่อ)



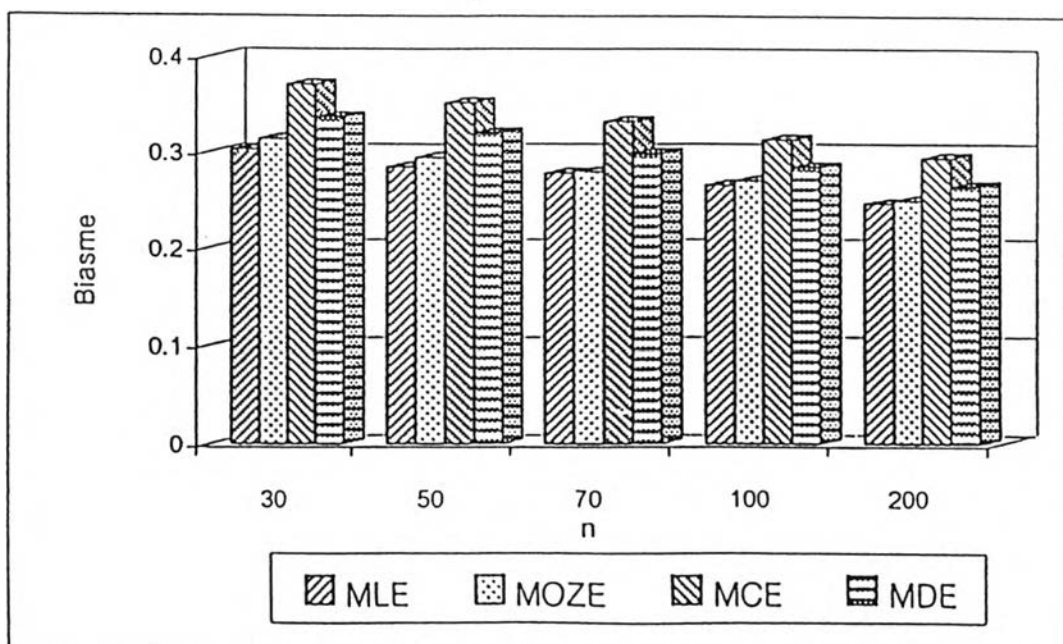
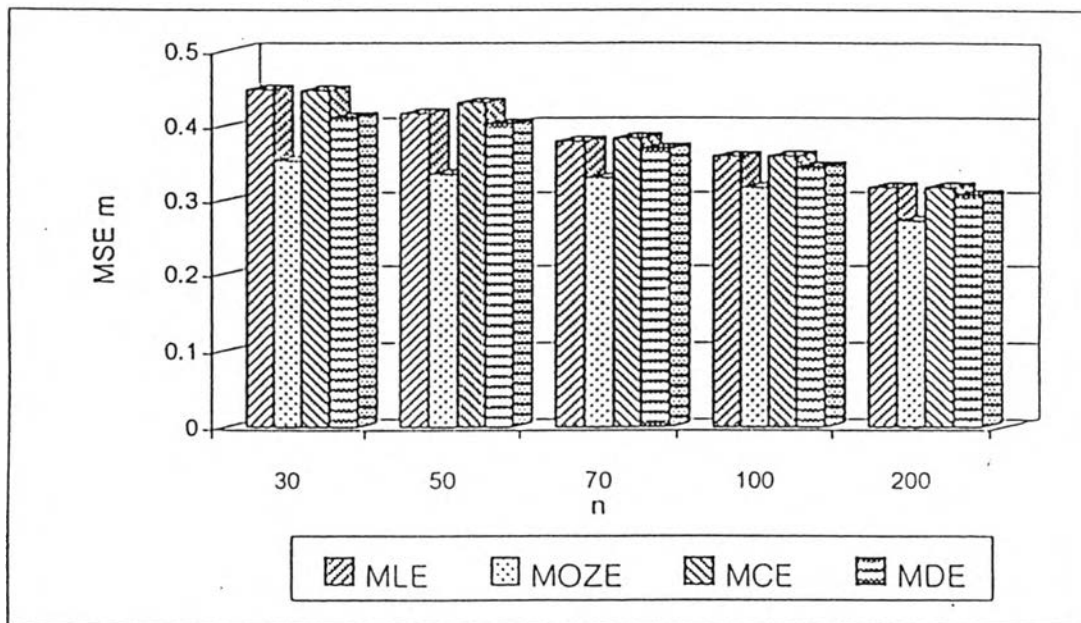
รูปที่ 4.12 (ต่อ)



รูปที่ 4.12 (ต่อ)



รูปที่ 4.12 (ต่อ)



รูปที่ 4.12 (ต่อ)

