

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์และแปลผล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$n$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size)
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
$SD$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
$SE_{\bar{X}}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean)
95% CI	แทน	ช่วงความเชื่อมั่น 95% (Confidence Interval)
ML	แทน	วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Maximum Likelihood
$ML_r$	แทน	วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Maximum Likelihood หลังการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ
WLSMV	แทน	วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Robust Weight Least Square (Mean and Variance Adjusted $\chi^2$ )
BAYES	แทน	วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian
$A$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) หรือค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (Lambda) ในรูปคะแนนมาตรฐาน
$\Phi$	แทน	ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝง (Phi)
$t$	แทน	ค่าทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ( $t - test$ )
$df$	แทน	องศาแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
$p$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นในการทดสอบสมมติฐาน (Probability)
$RB(\hat{\theta})$	แทน	ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative Parameter Estimated Bias)
$RB(SE(\theta_i))$	แทน	ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias)
$\rho_C$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง (Construct Reliability)
$\rho_V$	แทน	ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average Variance Extracted)

### การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter Estimates) ที่คำนวณโดยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{\mu}$ , WLSMV และ Bayesian ในขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง) ด้วยการนำเสนอค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95%

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าจริงของพารามิเตอร์ (True Parameters) และค่าประมาณของพารามิเตอร์ (Parameter Estimates) จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{\mu}$ , WLSMV และ Bayesian และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{\mu}$ , WLSMV และ Bayesian และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง)

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{\mu}$ , WLSMV และ Bayesian และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง)

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของโมเดลการวัด จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{\mu}$ , WLSMV และ Bayesian และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง)

ตอนที่ 6 การเปรียบเทียบร้อยละของ โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit) โดยพิจารณาจากดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนของ โมเดล (Model Fit Indices)

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter Estimates) ที่คำนวณโดยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{\mu}$ , WLSMV และ Bayesian ในขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง) ด้วยการนำเสนอค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ( $n = 200$  Replications)

ตารางที่ 4 – 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML

True Parameter	Sample Size = 80					Sample Size = 160					
	Parameter Estimate			95% CI		Parameter Estimate			95% CI		
	$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up	$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up	
$\Lambda_{A1}$	.806	.728	.098	.007	.714	.742	.722	.071	.005	.712	.732
$\Lambda_{A2}$	.863	.813	.078	.006	.802	.824	.815	.051	.004	.808	.822
$\Lambda_{A3}$	.884	.826	.070	.005	.816	.836	.825	.045	.003	.818	.831
$\Lambda_{A4}$	.797	.748	.093	.007	.735	.761	.745	.067	.005	.735	.754
$\Lambda_{B1}$	.823	.757	.086	.006	.745	.769	.745	.061	.004	.736	.753
$\Lambda_{B2}$	.885	.844	.061	.004	.835	.852	.841	.039	.003	.836	.846
$\Lambda_{B3}$	.847	.785	.083	.006	.774	.797	.788	.053	.004	.781	.796
$\Lambda_{B4}$	.690	.614	.111	.008	.598	.629	.625	.077	.005	.614	.636
$\Phi$	.561	.524	.113	.008	.508	.540	.533	.080	.006	.521	.544
Sample Size = 370					Sample Size = 623						
$\Lambda_{A1}$	.806	.723	.044	.003	.717	.729	.729	.033	.002	.724	.733
$\Lambda_{A2}$	.863	.808	.033	.002	.803	.812	.813	.023	.002	.810	.816
$\Lambda_{A3}$	.884	.823	.032	.002	.819	.828	.821	.023	.002	.818	.824
$\Lambda_{A4}$	.797	.741	.046	.003	.734	.747	.740	.032	.002	.735	.744
$\Lambda_{B1}$	.823	.751	.038	.003	.746	.757	.749	.029	.002	.745	.753
$\Lambda_{B2}$	.885	.847	.027	.002	.843	.850	.843	.021	.001	.840	.846
$\Lambda_{B3}$	.847	.788	.035	.002	.783	.793	.786	.025	.002	.782	.789
$\Lambda_{B4}$	.690	.616	.048	.003	.609	.623	.622	.036	.003	.617	.627
$\Phi$	.561	.517	.051	.004	.510	.524	.526	.042	.003	.520	.532

จากตารางที่ 4 – 1 พบว่า ค่านำหนักองค์ประกอบจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการ Maximum Likelihood (ML) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และช่วงความเชื่อมั่น 95 % ไม่ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ในทุก ๆ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ส่วนค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจะมีค่าลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4 – 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ  $ML_{\mu}$

True Parameter	Sample Size = 80						Sample Size = 160				
	Parameter Estimate			95% CI			Parameter Estimate			95% CI	
	$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up	$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up	
$\Lambda_{A1}$	.806	.732	.083	.006	.720	.743	.726	.062	.004	.717	.735
$\Lambda_{A2}$	.863	.813	.068	.005	.804	.823	.815	.046	.003	.808	.821
$\Lambda_{A3}$	.884	.819	.065	.005	.810	.828	.818	.043	.003	.812	.824
$\Lambda_{A4}$	.797	.754	.079	.006	.743	.765	.751	.058	.004	.743	.759
$\Lambda_{B1}$	.823	.758	.078	.006	.747	.769	.749	.055	.004	.741	.756
$\Lambda_{B2}$	.885	.839	.061	.004	.831	.848	.841	.038	.003	.836	.846
$\Lambda_{B3}$	.847	.788	.074	.005	.777	.798	.789	.048	.003	.782	.796
$\Lambda_{B4}$	.690	.622	.103	.007	.607	.636	.628	.074	.005	.618	.639
$\Phi$	.561	.535	.109	.008	.520	.551	.540	.078	.005	.529	.551
Sample Size = 370						Sample Size = 623					
$\Lambda_{A1}$	.806	.726	.038	.003	.721	.732	.731	.029	.002	.727	.735
$\Lambda_{A2}$	.863	.810	.030	.002	.806	.814	.815	.021	.001	.812	.818
$\Lambda_{A3}$	.884	.817	.030	.002	.813	.822	.816	.021	.002	.813	.819
$\Lambda_{A4}$	.797	.748	.040	.003	.743	.754	.747	.028	.002	.743	.751
$\Lambda_{B1}$	.823	.756	.035	.002	.751	.761	.753	.025	.002	.749	.756
$\Lambda_{B2}$	.885	.847	.026	.002	.843	.850	.843	.020	.001	.840	.846
$\Lambda_{B3}$	.847	.788	.032	.002	.784	.793	.787	.023	.002	.783	.790
$\Lambda_{B4}$	.690	.621	.045	.003	.614	.627	.626	.034	.002	.621	.630
$\Phi$	.561	.523	.051	.004	.516	.530	.531	.041	.003	.525	.537

จากตารางที่ 4 – 2 พบว่า คำนำน้หนักองค์ประกอบจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการ Maximum Likelihood (ML) หลังจากแปลงข้อมูลให้เป็นโค้งปกติ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และช่วงความเชื่อมั่น 95 % ไม่ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ในทุก ๆ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ส่วนค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจะมีค่าลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4 – 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV

True Parameter	Sample Size = 80					Sample Size = 160					
	Parameter Estimate			95% CI		Parameter Estimate			95% CI		
	$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up	$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up	
$\Lambda_{A1}$	.806	.822	.082	.006	.811	.834	.810	.064	.004	.801	.818
$\Lambda_{A2}$	.863	.873	.067	.005	.864	.882	.870	.045	.003	.864	.876
$\Lambda_{A3}$	.884	.893	.063	.004	.884	.902	.890	.043	.003	.884	.896
$\Lambda_{A4}$	.797	.814	.085	.006	.802	.826	.805	.061	.004	.797	.814
$\Lambda_{B1}$	.823	.842	.074	.005	.831	.852	.826	.051	.004	.819	.833
$\Lambda_{B2}$	.885	.885	.062	.004	.877	.894	.882	.040	.003	.877	.888
$\Lambda_{B3}$	.847	.855	.072	.005	.845	.865	.851	.045	.003	.845	.858
$\Lambda_{B4}$	.690	.699	.105	.007	.684	.713	.698	.077	.005	.688	.709
$\Phi$	.561	.574	.102	.007	.560	.588	.575	.075	.005	.564	.585
Sample Size = 370					Sample Size = 623						
$\Lambda_{A1}$	.806	.806	.039	.003	.800	.811	.808	.029	.002	.804	.812
$\Lambda_{A2}$	.863	.862	.031	.002	.857	.866	.866	.021	.001	.863	.869
$\Lambda_{A3}$	.884	.887	.028	.002	.883	.891	.884	.020	.001	.881	.886
$\Lambda_{A4}$	.797	.797	.043	.003	.791	.803	.797	.030	.002	.793	.801
$\Lambda_{B1}$	.823	.826	.032	.002	.821	.830	.823	.025	.002	.820	.826
$\Lambda_{B2}$	.885	.887	.026	.002	.884	.891	.883	.020	.001	.881	.886
$\Lambda_{B3}$	.847	.849	.030	.002	.845	.853	.846	.021	.001	.843	.849
$\Lambda_{B4}$	.690	.688	.047	.003	.682	.695	.693	.035	.002	.688	.698
$\Phi$	.561	.555	.049	.003	.549	.562	.561	.040	.003	.556	.567

จากตารางที่ 4 – 3 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการ Robust Weight Least Square (WLSMV) ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 80 พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และช่วงความเชื่อมั่น 95 % บางค่าไม่ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 160 พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์

แต่เมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น 95 % ส่วนใหญ่ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเพียง 2 ค่า ที่ไม่ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 370 และ 623 พบว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ทุกค่าส่วนค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจะมีค่าลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4 – 4 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian

True Parameter	Sample Size = 80					Sample Size = 160					
	Parameter Estimate			95% CI		Parameter Estimate			95% CI		
	$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up	$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up	
$A_{A1}$	.723	.714	.099	.007	.700	.728	.724	.070	.005	.714	.734
$A_{A2}$	.808	.814	.076	.005	.804	.825	.819	.051	.004	.812	.827
$A_{A3}$	.824	.830	.068	.005	.821	.840	.822	.045	.003	.816	.828
$A_{A4}$	.742	.750	.089	.006	.738	.763	.744	.067	.005	.734	.753
$A_{B1}$	.751	.739	.094	.007	.726	.752	.747	.064	.005	.738	.755
$A_{B2}$	.846	.838	.060	.004	.830	.847	.842	.038	.003	.837	.847
$A_{B3}$	.787	.794	.081	.006	.782	.805	.789	.052	.004	.781	.796
$A_{B4}$	.619	.612	.110	.008	.597	.627	.621	.078	.005	.610	.632
$\Phi$	.526	.536	.112	.008	.521	.552	.535	.081	.006	.524	.546
Sample Size = 370											
$A_{A1}$	.723	.722	.044	.003	.716	.729	.724	.034	.002	.719	.729
$A_{A2}$	.808	.807	.033	.002	.802	.811	.813	.023	.002	.810	.816
$A_{A3}$	.824	.826	.031	.002	.822	.830	.822	.022	.002	.818	.825
$A_{A4}$	.742	.745	.045	.003	.739	.751	.741	.031	.002	.737	.745
$A_{B1}$	.751	.753	.038	.003	.748	.758	.751	.029	.002	.747	.755
$A_{B2}$	.846	.847	.027	.002	.843	.851	.845	.021	.001	.842	.848
$A_{B3}$	.787	.786	.035	.003	.781	.791	.784	.025	.002	.781	.788
$A_{B4}$	.619	.617	.048	.003	.610	.623	.620	.036	.003	.615	.625
$\Phi$	.526	.516	.051	.004	.509	.523	.528	.042	.003	.522	.533

จากตารางที่ 4 – 4 คำนำน้าหนักองค์ประกอบจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการ Bayesian ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างทุกขนาด ช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบครอบคลุมค่าค่าจริงของพารามิเตอร์ทุกค่า และมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ส่วนค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจะมีค่าลดลง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าจริงของพารามิเตอร์ (True Parameters) และค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter Estimates) ที่คำนวณ โดยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{tr}$ , WLSMV และ Bayesian ในขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง) ( $n = 200$  Replications)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยนำค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter Estimates) ลบด้วยค่าจริงของพารามิเตอร์ (True Parameters) ในแต่ละเงื่อนไข แล้วทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติ One Sample  $t - test$  เทียบกับค่าอ้างอิงเท่ากับศูนย์ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4 – 5 ถึง ตารางที่ 4 – 8

ตารางที่ 4 – 5 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าสถิติทดสอบที ( $t$ ) และค่าความน่าจะเป็น ( $p$ ) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 80 (Sample Size = 80)

Parameter	ML				$ML_{tr}$			
	Difference		$t$	$p$	Difference		$t$	$p$
	$\bar{X}$	SD			$\bar{X}$	SD		
$A_{A1}$	-.078	.098	11.316	.000	-.074	.083	12.574	.000
$A_{A2}$	-.050	.078	9.021	.000	-.050	.068	1.409	.000
$A_{A3}$	-.058	.070	11.686	.000	-.065	.065	14.155	.000
$A_{A4}$	-.049	.093	7.513	.000	-.043	.079	7.632	.000
$A_{B1}$	-.066	.086	1.873	.000	-.065	.078	11.833	.000
$A_{B2}$	-.041	.061	9.534	.000	-.046	.061	1.643	.000
$A_{B3}$	-.062	.083	1.482	.000	-.059	.074	11.288	.000
$A_{B4}$	-.076	.111	9.738	.000	-.068	.103	9.414	.000
$\Phi$	-.037	.113	4.634	.000	-.026	.109	3.325	.000

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

Parameter	WLSMV				Bayesian			
	Difference		<i>t</i>	<i>p</i>	Difference		<i>t</i>	<i>p</i>
	$\bar{X}$	<i>SD</i>			$\bar{X}$	<i>SD</i>		
$A_{A1}$	.016	.082	-2.841	.005	-.009	.099	1.249	.213
$A_{A2}$	.010	.067	-2.120	.035	.006	.076	-1.155	.250
$A_{A3}$	.009	.063	-2.041	.043	.006	.068	-1.327	.186
$A_{A4}$	.017	.085	-2.752	.006	.008	.089	-1.329	.185
$A_{B1}$	.019	.074	-3.545	.000	-.012	.094	1.761	.080
$A_{B2}$	.000	.062	-.098	.922	-.008	.060	1.835	.068
$A_{B3}$	.008	.072	-1.574	.117	.007	.081	-1.168	.244
$A_{B4}$	.009	.105	-1.150	.252	-.007	.110	.911	.364
$\Phi$	.013	.102	-1.797	.074	.010	.112	-1.304	.194

จากตารางที่ 4-5 ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 80 สามารถสรุปตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

วิธีการ ML พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในแต่ละค่าทำนายองค์ประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) ทุกค่าทำนายองค์ประกอบ

วิธีการ ML<sub>c</sub> พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงพารามิเตอร์ในแต่ละค่าทำนายองค์ประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) ทุกค่าทำนายองค์ประกอบ

วิธีการ WLSMV พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของทำนายองค์ประกอบ  $A_{B1}$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) ส่วนค่าทำนายองค์ประกอบอื่นๆ ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

วิธีการ Bayesian พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ทุกค่าทำนายองค์ประกอบ



ตารางที่ 4-6 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าสถิติทดสอบที ( $t$ ) และค่าความน่าจะเป็น ( $p$ ) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 160 (Sample Size = 160)

Parameter	ML				ML <sub>r</sub>			
	Difference		$t$	$p$	Difference		$t$	$p$
	$\bar{X}$	$SD$			$\bar{X}$	$SD$		
$\Lambda_{A1}$	-.084	.071	16.676	.000	-.080	.062	18.158	.000
$\Lambda_{A2}$	-.048	.051	13.308	.000	-.048	.046	14.817	.000
$\Lambda_{A3}$	-.059	.045	18.642	.000	-.066	.043	21.843	.000
$\Lambda_{A4}$	-.052	.067	11.095	.000	-.046	.058	11.117	.000
$\Lambda_{B1}$	-.078	.061	18.297	.000	-.074	.055	18.999	.000
$\Lambda_{B2}$	-.044	.039	16.019	.000	-.044	.038	16.487	.000
$\Lambda_{B3}$	-.059	.053	15.673	.000	-.058	.048	16.919	.000
$\Lambda_{B4}$	-.065	.077	11.931	.000	-.062	.074	11.750	.000
$\Phi$	-.028	.080	5.008	.000	-.021	.078	3.772	.000
	WLSMV				Bayesian			
$\Lambda_{A1}$	.004	.064	-.783	.435	.001	.070	-.177	.860
$\Lambda_{A2}$	.007	.045	-2.194	.029	.011	.051	-3.193	.002
$\Lambda_{A3}$	.006	.043	-2.027	.044	-.002	.045	.651	.516
$\Lambda_{A4}$	.008	.061	-1.885	.061	.002	.067	-.370	.712
$\Lambda_{B1}$	.003	.051	-.737	.462	-.004	.064	.980	.328
$\Lambda_{B2}$	-.003	.040	.977	.330	-.004	.038	1.530	.128
$\Lambda_{B3}$	.004	.045	-1.400	.163	.002	.052	-.432	.666
$\Lambda_{B4}$	.008	.077	-1.551	.123	.002	.078	-.338	.736
$\Phi$	.014	.075	-2.591	.010	.009	.081	-1.540	.125

จากตารางที่ 4-6 ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 160 สามารถสรุปตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

วิธีการ ML พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในแต่ละค่านำหนักองค์ประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) ทุกค่านำหนักองค์ประกอบ

วิธีการ  $ML_{tr}$  พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงพารามิเตอร์ในแต่ละค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) ทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

วิธีการ WLSMV พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

วิธีการ Bayesian พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

ตารางที่ 4 – 7 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าสถิติทดสอบที ( $t$ ) และค่าความน่าจะเป็น ( $p$ ) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 80 (Sample Size = 370)

Parameter	ML				ML <sub>tr</sub>			
	Difference		$t$	$p$	Difference		$t$	$p$
	$\bar{X}$	$SD$			$\bar{X}$	$SD$		
$\Lambda_{A1}$	-.083	.044	26.877	.000	-.080	.038	29.357	.000
$\Lambda_{A2}$	-.055	.033	23.808	.000	-.053	.030	24.670	.000
$\Lambda_{A3}$	-.061	.032	27.128	.000	-.067	.030	31.714	.000
$\Lambda_{A4}$	-.056	.046	17.328	.000	-.049	.040	17.265	.000
$\Lambda_{B1}$	-.072	.038	26.545	.000	-.067	.035	27.540	.000
$\Lambda_{B2}$	-.038	.027	2.210	.000	-.038	.026	2.977	.000
$\Lambda_{B3}$	-.059	.035	23.770	.000	-.059	.032	25.494	.000
$\Lambda_{B4}$	-.074	.048	21.763	.000	-.069	.045	21.609	.000
$\Phi$	-.044	.051	12.112	.000	-.038	.051	1.427	.000

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

Parameter	WLSMV				Bayesian			
	Difference		<i>t</i>	<i>p</i>	Difference		<i>t</i>	<i>p</i>
	$\bar{X}$	<i>SD</i>			$\bar{X}$	<i>SD</i>		
$\Lambda_{A1}$	.000	.039	.079	.937	-.001	.044	.168	.866
$\Lambda_{A2}$	-.001	.031	.535	.593	-.001	.033	.610	.543
$\Lambda_{A3}$	.003	.028	-1.334	.184	.002	.031	-.842	.401
$\Lambda_{A4}$	.000	.043	-.095	.925	.003	.045	-.967	.335
$\Lambda_{B1}$	.003	.032	-1.133	.259	.002	.038	-.802	.423
$\Lambda_{B2}$	.002	.026	-1.363	.174	.001	.027	-.418	.676
$\Lambda_{B3}$	.002	.030	-.967	.335	-.001	.035	.377	.706
$\Lambda_{B4}$	-.002	.047	.461	.646	-.002	.048	.723	.470
$\Phi$	-.006	.049	1.663	.098	-.010	.051	2.829	.005

จากตารางที่ 4-7 ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 370 สามารถสรุปตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

วิธีการ ML พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในแต่ละค่านำหนักองค์ประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) ทุกค่านำหนักองค์ประกอบ

วิธีการ ML<sub>r</sub> พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงพารามิเตอร์ในแต่ละค่านำหนักองค์ประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) ทุกค่านำหนักองค์ประกอบ

วิธีการ WLSMV พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ทุกค่านำหนักองค์ประกอบ

วิธีการ Bayesian พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ทุกค่านำหนักองค์ประกอบ

ตารางที่ 4–8 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าสถิติทดสอบที ( $t$ ) และค่าความน่าจะเป็น ( $p$ ) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 160 (Sample Size = 623)

Parameter	ML				ML <sub>tr</sub>			
	Difference		$t$	$p$	Difference		$t$	$p$
	$\bar{X}$	$SD$			$\bar{X}$	$SD$		
$\Lambda_{A1}$	-.077	.033	33.517	.000	-.075	.029	36.227	.000
$\Lambda_{A2}$	-.050	.023	3.894	.000	-.048	.021	32.537	.000
$\Lambda_{A3}$	-.063	.023	39.326	.000	-.068	.021	45.218	.000
$\Lambda_{A4}$	-.057	.032	25.752	.000	-.050	.028	25.665	.000
$\Lambda_{B1}$	-.074	.029	36.788	.000	-.070	.025	39.032	.000
$\Lambda_{B2}$	-.042	.021	28.872	.000	-.042	.020	29.975	.000
$\Lambda_{B3}$	-.061	.025	34.420	.000	-.060	.023	37.634	.000
$\Lambda_{B4}$	-.068	.036	26.573	.000	-.064	.034	26.619	.000
$\Phi$	-.035	.042	11.771	.000	-.030	.041	1.174	.000
	WLSMV				Bayesian			
$\Lambda_{A1}$	.002	.029	-.846	.399	.001	.034	-.435	.664
$\Lambda_{A2}$	.003	.021	-2.224	.027	.005	.023	-2.917	.004
$\Lambda_{A3}$	.000	.020	.242	.809	-.002	.022	1.559	.120
$\Lambda_{A4}$	.000	.030	.170	.865	-.001	.031	.521	.603
$\Lambda_{B1}$	.000	.025	.014	.989	.000	.029	-.225	.822
$\Lambda_{B2}$	-.002	.020	1.080	.281	-.001	.021	.790	.430
$\Lambda_{B3}$	-.001	.021	.826	.410	-.003	.025	1.628	.105
$\Lambda_{B4}$	.003	.035	-1.356	.177	.001	.036	-.478	.633
$\Phi$	.000	.040	-.119	.905	.002	.042	-.539	.591

จากตารางที่ 4–8 ในกลุ่มตัวอย่างขนาด 623 สามารถสรุปตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

วิธีการ ML พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในแต่ละค่าทำนายห้ขององค์ประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) ทุกค่าทำนายห้ขององค์ประกอบ

วิธีการ  $ML_{\mu}$  พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงพารามิเตอร์ ในแต่ละค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) ทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

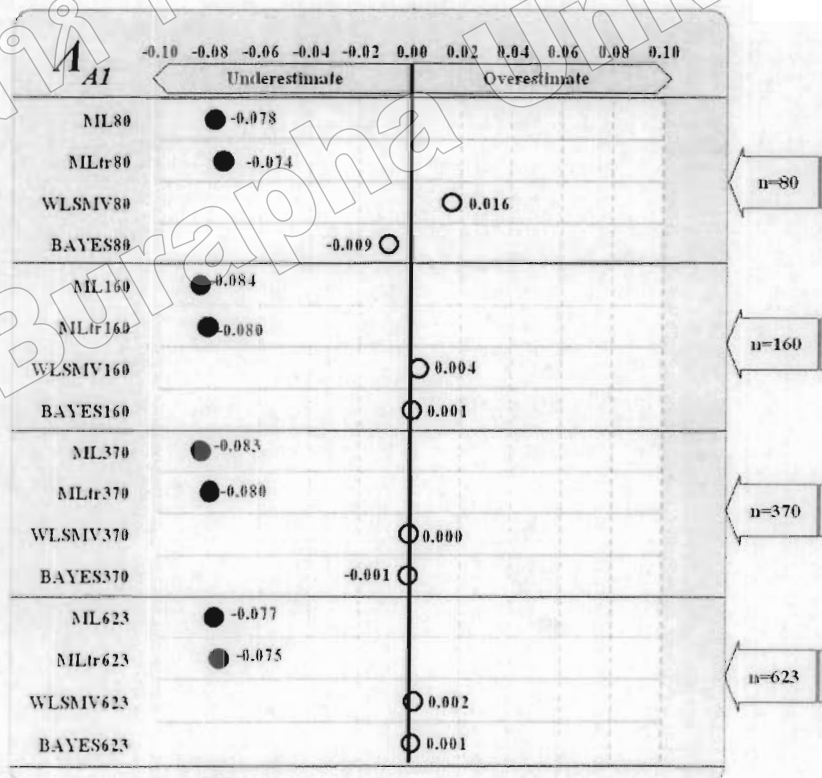
วิธีการ WLSMV พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

วิธีการ Bayesian พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

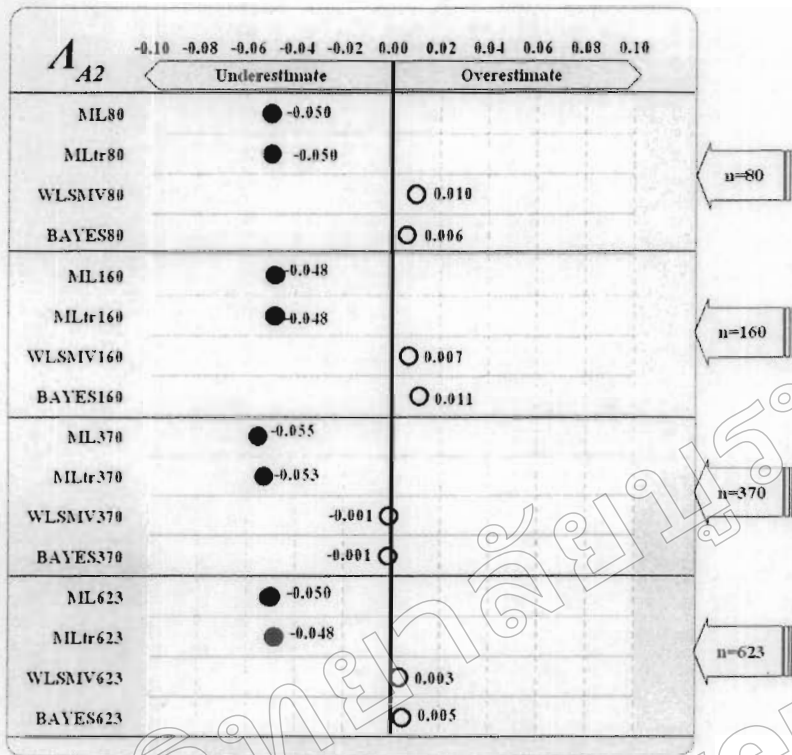
เพื่อแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ ในแต่ละค่าน้ำหนักองค์ประกอบของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4 – 1 ถึง ภาพที่ 4 – 9

● หมายถึง ค่าประมาณของพารามิเตอร์มีความแตกต่างจากค่าจริงของพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ( $p < .001$ )

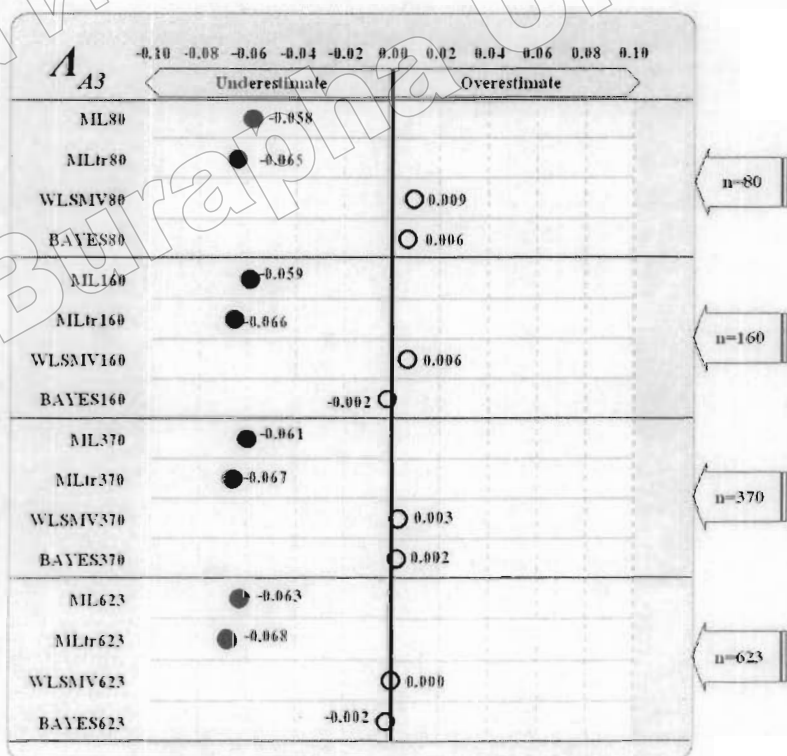
○ หมายถึง ค่าประมาณของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างจากค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001



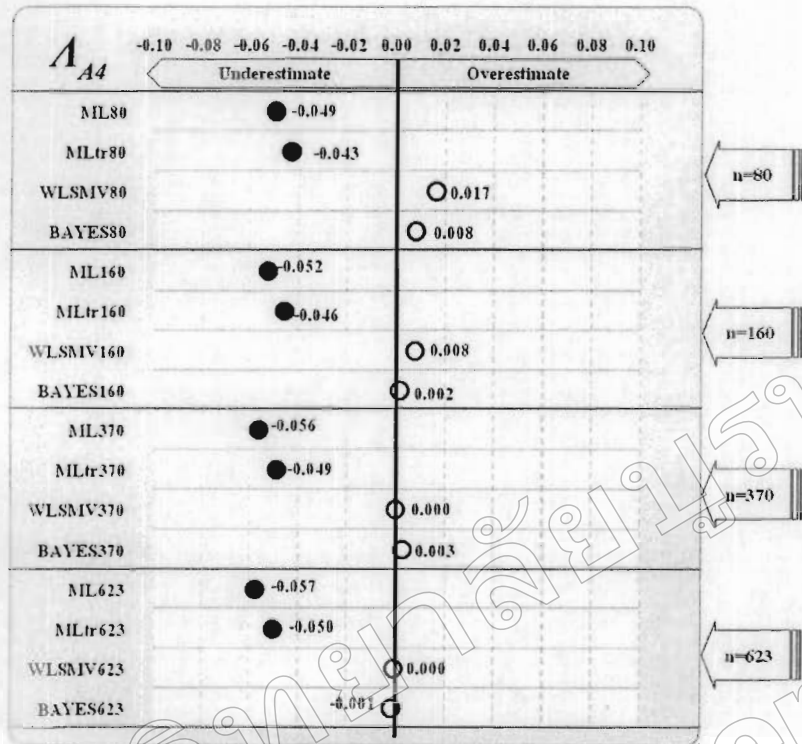
ภาพที่ 4 – 1 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $A_{AI}$



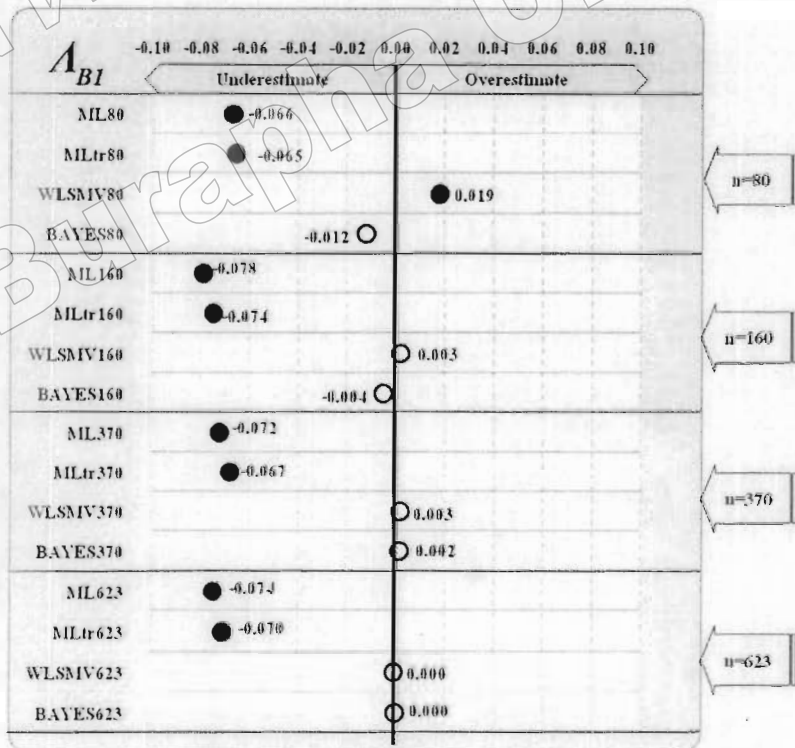
ภาพที่ 4-2 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $A_2$



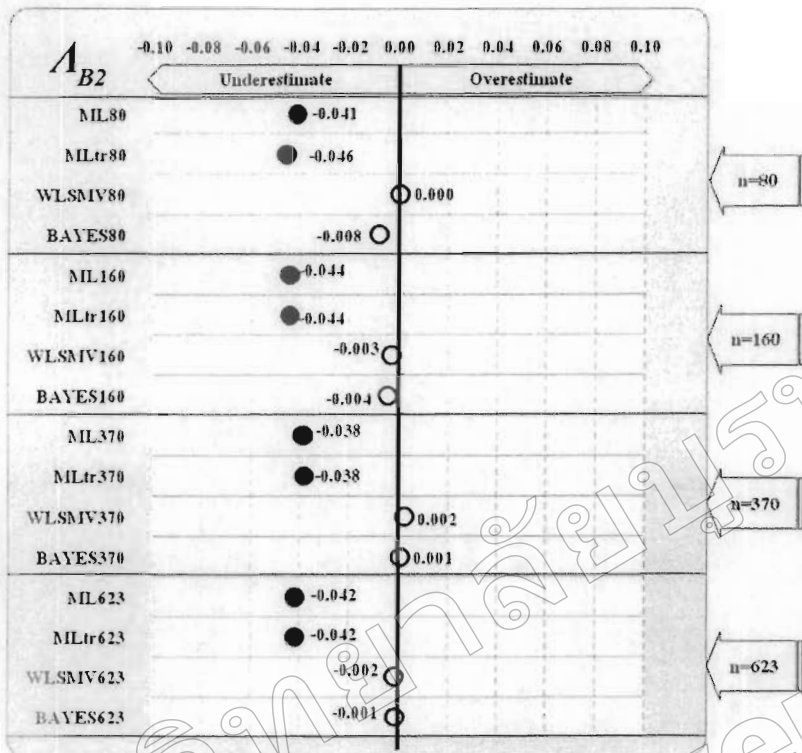
ภาพที่ 4-3 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $A_3$



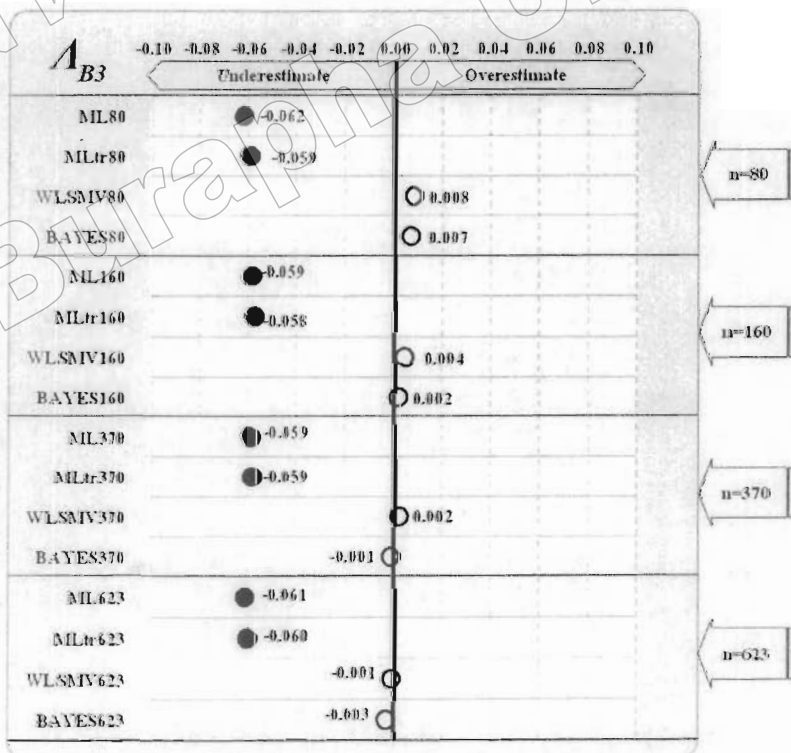
ภาพที่ 4-4 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $A_{A4}$



ภาพที่ 4-5 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $A_{B1}$

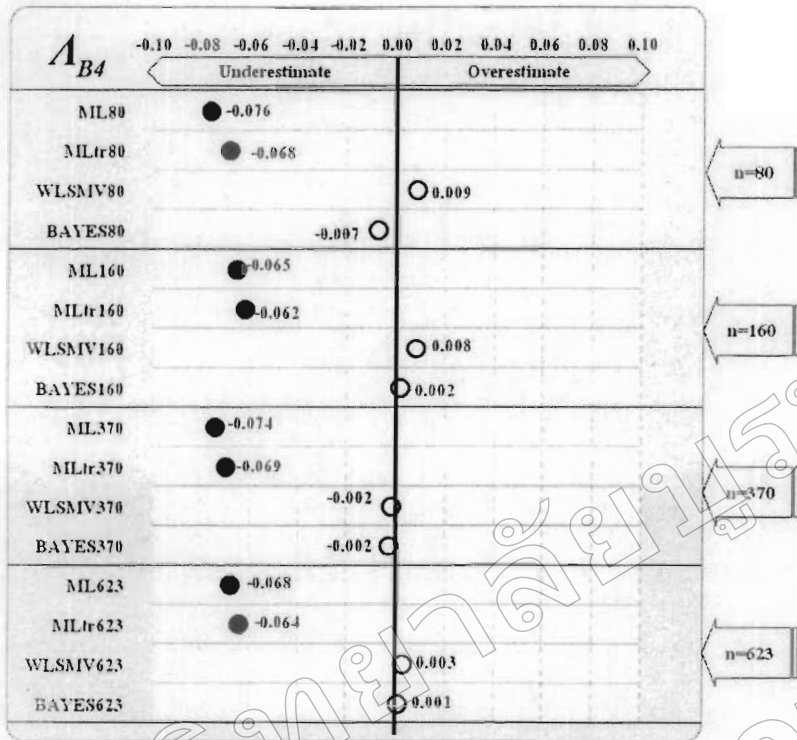


ภาพที่ 4 – 6 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $A_{B2}$

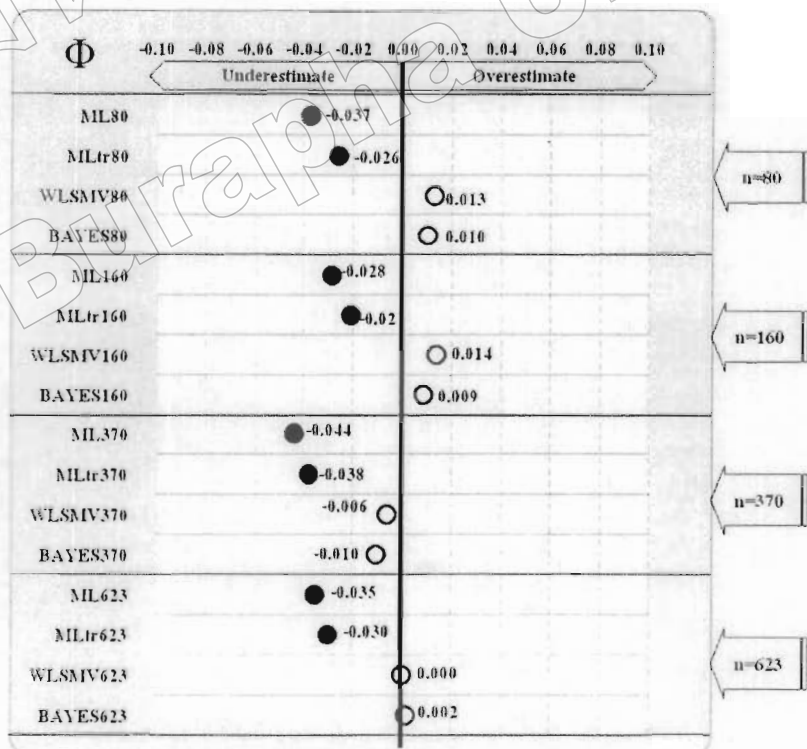


ภาพที่ 4 – 7 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $A_{B3}$





ภาพที่ 4-8 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $\lambda_{B4}$



ภาพที่ 4-9 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ  $\Phi$

จากภาพที่ 4-1 ถึงภาพที่ 4-9 พบว่า วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML และ  $ML_{\sigma}$  ค่าประมาณของพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง แม้ว่าจะเข้าใกล้ค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นก็ตาม

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV และ Bayesian ค่าประมาณของพารามิเตอร์ จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง และเมื่อกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น จะมีค่าเข้าใกล้ค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{\sigma}$ , WLSMV และ Bayesian และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง) ( $n = 200$  Replications)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ซึ่งหมายถึง ค่าร้อยละของความเอนเอียงที่ค่าประมาณพารามิเตอร์จากกลุ่มตัวอย่างเทียบกับค่าจริงของพารามิเตอร์ สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4-9 ถึง ตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-9 ร้อยละของค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์

จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML ( $n = 200$  Replications)

Parameter	$n = 80$			$n = 160$			$n = 370$			$n = 623$		
	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ
	$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD	
$A_{A1}$	11.796	10.035	สูง	10.929	8.098	สูง	10.288	5.380	สูง	9.612	4.056	ปานกลาง
$A_{A2}$	7.644	7.549	ปานกลาง	6.258	5.214	ปานกลาง	6.461	3.734	ปานกลาง	5.782	2.637	ปานกลาง
$A_{A3}$	7.652	6.879	ปานกลาง	6.949	4.791	ปานกลาง	6.912	3.480	ปานกลาง	7.120	2.542	ปานกลาง
$A_{A4}$	10.319	8.218	สูง	8.474	6.384	ปานกลาง	7.333	5.366	ปานกลาง	7.287	3.794	ปานกลาง
$A_{B1}$	10.002	8.586	สูง	9.947	6.796	ปานกลาง	8.721	4.602	ปานกลาง	9.027	3.434	ปานกลาง
$A_{B2}$	6.340	5.460	ปานกลาง	5.310	3.952	ปานกลาง	4.586	2.673	ต่ำ	4.781	2.254	ต่ำ
$A_{B3}$	9.083	8.178	ปานกลาง	7.593	5.429	ปานกลาง	7.014	4.058	ปานกลาง	7.209	2.962	ปานกลาง
$A_{B4}$	14.868	12.539	สูง	11.302	9.337	สูง	11.007	6.497	สูง	9.855	5.085	ปานกลาง
$\Phi$	16.447	13.456	สูง	11.859	9.431	สูง	9.811	6.954	ปานกลาง	7.920	5.718	ปานกลาง
<b>H: M: L</b>	<b>5: 4: 0</b>			<b>3: 6: 0</b>			<b>2: 6: 1</b>			<b>0: 8: 1</b>		

หมายเหตุ: ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ H คือ สูง, M คือ ปานกลาง และ L คือ ต่ำ

ตารางที่ 4 – 10 ร้อยละของค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ  $ML_u$  ( $n = 200$  Replications)

Parameter	$n = 80$			$n = 160$			$n = 370$			$n = 623$		
	Relative Bias $\bar{X}$	Relative Bias $SD$	ระดับ ระดับ	Relative Bias $\bar{X}$	Relative Bias $SD$	ระดับ ระดับ	Relative Bias $\bar{X}$	Relative Bias $SD$	ระดับ ระดับ	Relative Bias $\bar{X}$	Relative Bias $SD$	ระดับ ระดับ
$A_{A1}$	10.851	8.604	สูง	10.380	7.145	สูง	9.867	4.753	ปานกลาง	9.349	3.650	ปานกลาง
$A_{A2}$	7.233	6.499	ปานกลาง	6.098	4.747	ปานกลาง	6.162	3.437	ปานกลาง	5.613	2.417	ปานกลาง
$A_{A3}$	7.945	6.591	ปานกลาง	7.560	4.636	ปานกลาง	7.555	3.289	ปานกลาง	7.723	2.408	ปานกลาง
$A_{A4}$	8.976	6.867	ปานกลาง	7.521	5.399	ปานกลาง	6.383	4.640	ปานกลาง	6.353	3.287	ปานกลาง
$A_{B1}$	9.425	7.979	ปานกลาง	9.333	6.263	ปานกลาง	8.193	4.174	ปานกลาง	8.552	3.083	ปานกลาง
$A_{B2}$	6.542	5.540	ปานกลาง	5.252	3.952	ปานกลาง	4.515	2.572	ต่ำ	4.761	2.196	ต่ำ
$A_{B3}$	8.535	7.327	ปานกลาง	7.284	5.134	ปานกลาง	6.939	3.776	ปานกลาง	7.124	2.677	ปานกลาง
$A_{B4}$	13.670	11.497	สูง	10.752	8.948	สูง	10.375	6.098	สูง	9.381	4.824	ปานกลาง
$\Phi$	15.654	12.215	สูง	11.241	8.837	สูง	9.171	6.587	ปานกลาง	7.224	5.535	ปานกลาง
<b>H: M: L</b>	<b>3: 6: 0</b>	<b>3: 6: 0</b>	<b>3: 6: 0</b>	<b>3: 6: 0</b>	<b>3: 6: 0</b>	<b>1: 7: 1</b>	<b>1: 7: 1</b>	<b>0: 8: 1</b>	<b>0: 8: 1</b>	<b>0: 8: 1</b>	<b>0: 8: 1</b>	<b>0: 8: 1</b>

หมายเหตุ: ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ H คือ สูง, M คือ ปานกลาง และ L คือ ต่ำ

ตารางที่ 4 – 11 ร้อยละของค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนหนึ่งของความคลาดเคลื่อน ( $SD$ ) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์

จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV ( $n = 200$  Replications)

Parameter	$n = 80$			$n = 160$			$n = 370$			$n = 623$		
	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ
	$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$	
$A_{A1}$	8.086	6.471	ปานกลาง	6.239	4.829	ปานกลาง	3.775	2.949	ต่ำ	2.890	2.165	ต่ำ
$A_{A2}$	6.253	4.779	ปานกลาง	4.194	3.193	ต่ำ	2.858	2.227	ต่ำ	1.940	1.447	ต่ำ
$A_{A3}$	5.489	4.573	ปานกลาง	3.995	2.938	ต่ำ	2.533	1.995	ต่ำ	1.850	1.330	ต่ำ
$A_{A4}$	8.928	6.257	ปานกลาง	6.231	4.475	ปานกลาง	4.408	3.011	ต่ำ	2.948	2.238	ต่ำ
$A_{B1}$	7.408	5.561	ปานกลาง	4.684	4.085	ต่ำ	3.071	2.426	ต่ำ	2.317	1.890	ต่ำ
$A_{B2}$	5.462	4.428	ปานกลาง	3.569	2.774	ต่ำ	2.324	1.732	ต่ำ	1.776	1.372	ต่ำ
$A_{B3}$	6.772	5.199	ปานกลาง	4.190	3.357	ต่ำ	2.849	2.063	ต่ำ	1.982	1.435	ต่ำ
$A_{B4}$	12.441	8.927	สูง	9.102	6.476	ปานกลาง	5.275	4.258	ปานกลาง	4.126	3.040	ต่ำ
$\Phi$	14.927	10.700	สูง	10.929	8.095	สูง	6.890	5.303	ปานกลาง	5.626	4.451	ปานกลาง
<b>H:M:L</b>	<b>2:7:0</b>			<b>1:3:5</b>			<b>0:2:7</b>			<b>0:1:8</b>		

หมายเหตุ: ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ H คือ สูง, M คือ ปานกลาง และ L คือ ต่ำ

ตารางที่ 4 – 12 ร้อยละของค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian ( $n = 200$  Replications)

Parameter	$n = 80$			$n = 160$			$n = 370$			$n = 623$		
	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ	Relative Bias		ระดับ
	$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$	
$A_{A1}$	10.609	8.671	สูง	7.724	5.831	ปานกลาง	4.627	3.959	ต่ำ	3.656	2.945	ต่ำ
$A_{A2}$	7.282	5.943	ปานกลาง	5.159	3.871	ปานกลาง	3.196	2.503	ต่ำ	2.293	1.710	ต่ำ
$A_{A3}$	6.348	5.237	ปานกลาง	4.286	3.460	ต่ำ	2.976	2.335	ต่ำ	2.217	1.555	ต่ำ
$A_{A4}$	9.698	7.198	ปานกลาง	7.356	5.297	ปานกลาง	5.036	3.502	ปานกลาง	3.299	2.580	ต่ำ
$A_{B1}$	9.713	7.985	ปานกลาง	6.365	5.702	ปานกลาง	4.060	3.039	ต่ำ	3.047	2.271	ต่ำ
$A_{B2}$	5.433	4.650	ปานกลาง	3.606	2.681	ต่ำ	2.505	1.947	ต่ำ	1.993	1.485	ต่ำ
$A_{B3}$	7.871	6.579	ปานกลาง	5.144	4.182	ปานกลาง	3.659	2.612	ต่ำ	2.602	1.911	ต่ำ
$A_{B4}$	14.242	10.606	สูง	10.146	7.350	สูง	6.078	4.789	ปานกลาง	4.653	3.472	ต่ำ
$\Phi$	17.399	12.272	สูง	12.164	9.426	สูง	7.798	5.983	ปานกลาง	6.241	5.013	ปานกลาง
<b>H: M: L</b>	<b>3: 6: 0</b>			<b>2: 5: 2</b>			<b>0: 3: 6</b>			<b>0: 1: 8</b>		

หมายเหตุ: ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ H คือ สูง, M คือ ปานกลาง และ L คือ ต่ำ

จากตารางที่ 4 – 9 ถึง 4 – 12 สามารถสรุปค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

### 1. วิธีการ ML

1.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 80 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 11.010 – 15.598 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 5: 4: 0

1.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.310 – 11.859 ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 3: 6: 0

1.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 370 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.586 – 11.007 ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 2: 6: 1

1.4 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.781 – 9.855 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับปานกลางทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ยกเว้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{B2}$  ที่มีค่าอยู่ในระดับต่ำ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 8: 1

สรุป ในวิธีการ ML ส่วนใหญ่ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ยกเว้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{A3}$   $A_{A4}$  และ  $A_{B1}$  ที่ขนาดตัวอย่าง 370 ที่ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าขนาดตัวอย่าง 623

### 2. วิธีการ $ML_{\mu}$

2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 80 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 6.542 – 15.654 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 3: 6: 0

2.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.252 – 11.241 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 3: 6: 0

2.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 370 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.515 – 10.375 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 7: 1

2.4 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.761 – 9.381 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับปานกลางทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ยกเว้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{B2}$  ที่มีค่าอยู่ในระดับต่ำ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 8: 1

สรุป ในวิธีการ  $ML_{\mu}$  ส่วนใหญ่ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ยกเว้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{A3}$   $A_{A4}$  และ  $A_{B1}$  ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 370 ที่ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623

### 3. วิธีการ WLSMV

3.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 80 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.462 – 14.927 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง ยกเว้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{B4}$  และ  $\Phi$  ที่มีค่าอยู่ในระดับสูง อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 2: 7: 0

3.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 3.569 – 10.929 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 3: 5

3.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 370 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.324 – 6.890 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 2: 7

3.4 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.776 – 5.626 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 8

สรุป ในวิธีการ WLSMV ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

### 4. วิธีการ Bayesian

4.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 80 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.433 – 17.399 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง ยกเว้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{A1}$ ,  $A_{B4}$  และ  $\Phi$  ที่มีค่าอยู่ในระดับสูง อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 2: 7: 0

4.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 160 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 3.606 – 12.164 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 3: 5

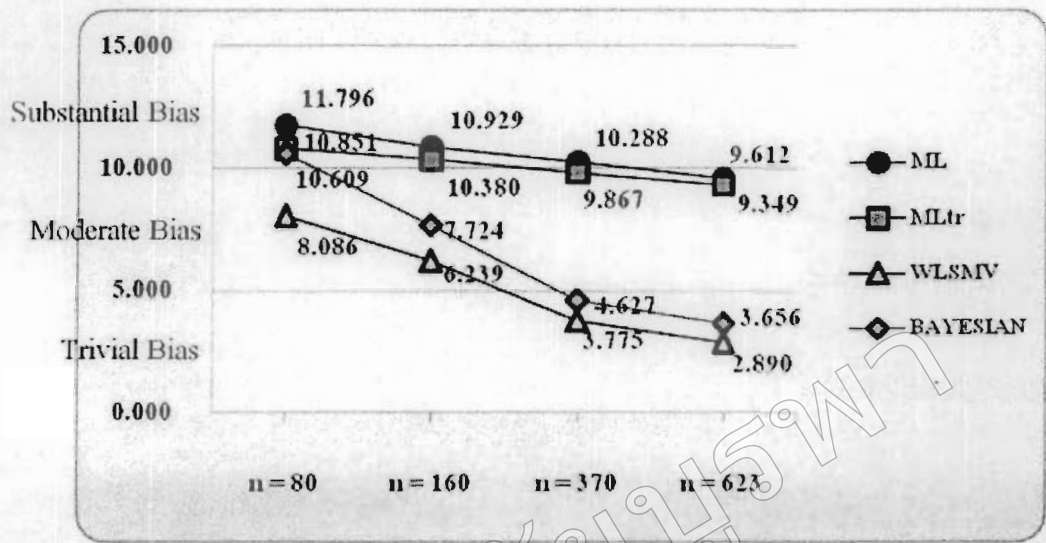
4.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 370 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.505 – 7.798 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 2: 7

4.4 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.993 – 6.241 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ยกเว้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ  $\Phi$  อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 8

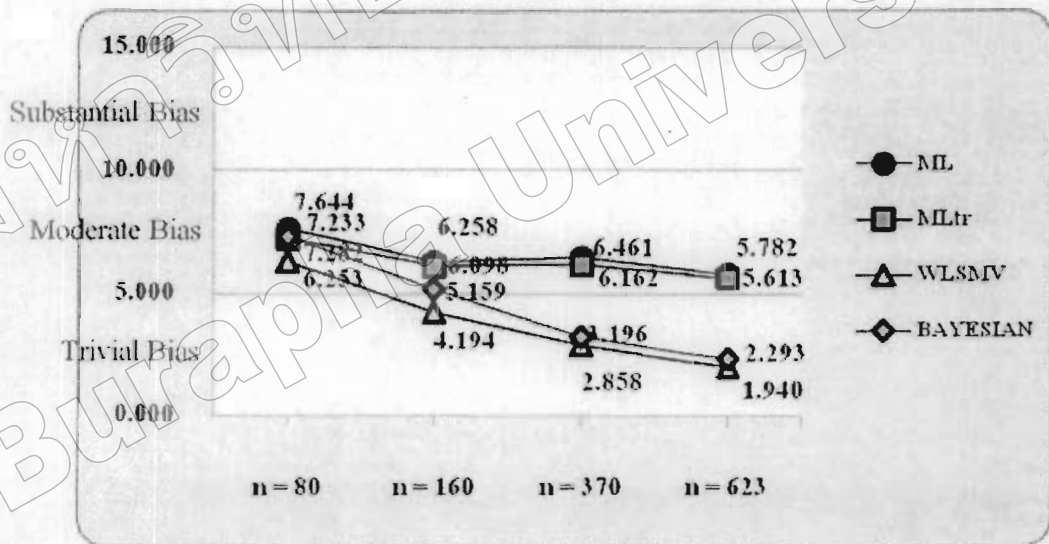
สรุป ในวิธีการ Bayesian ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

เพื่อแสดงการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ ในแต่ละค่าน้ำหนักองค์ประกอบของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4 – 10 ถึงภาพที่ 4 – 18

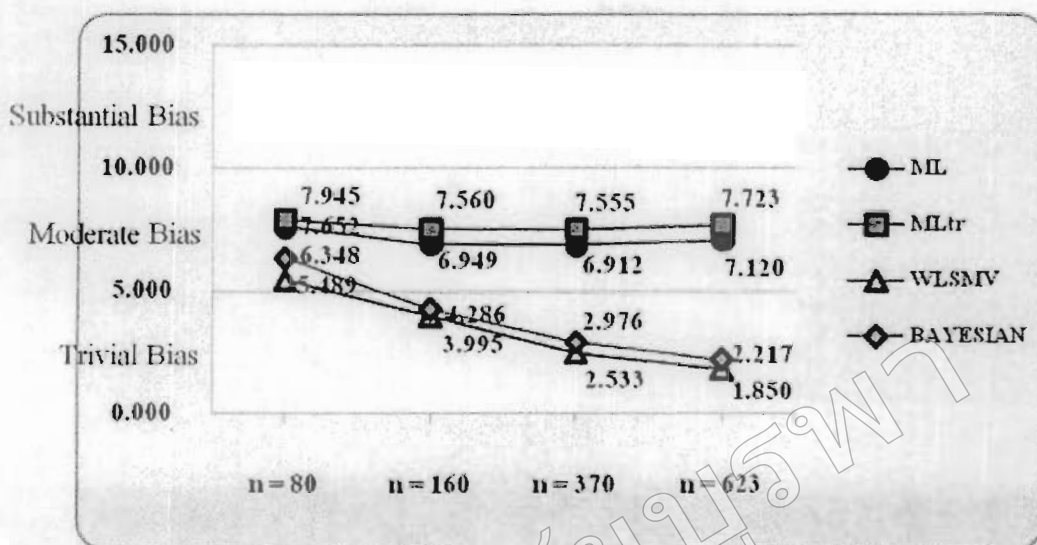




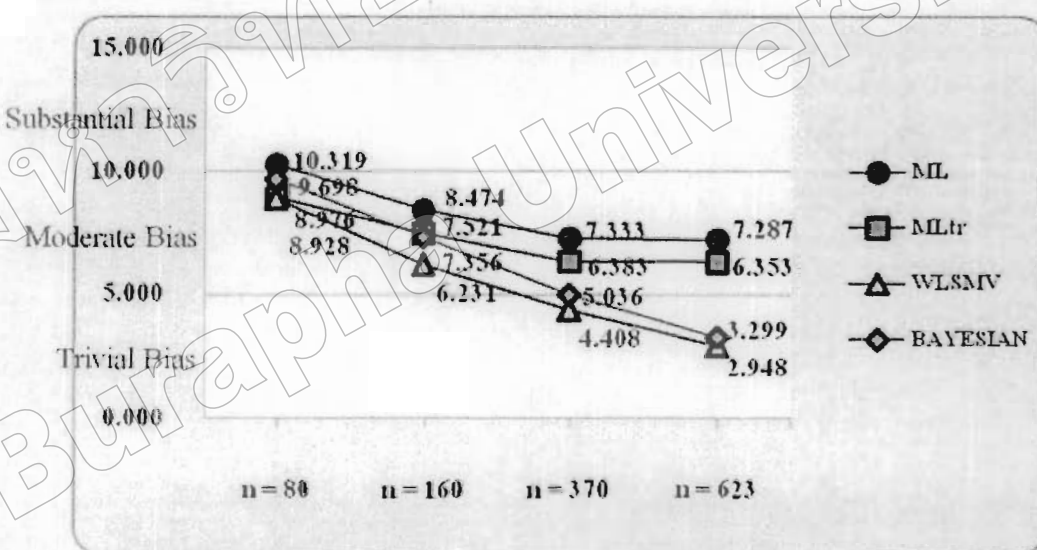
ภาพที่ 4-10 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{A1}$



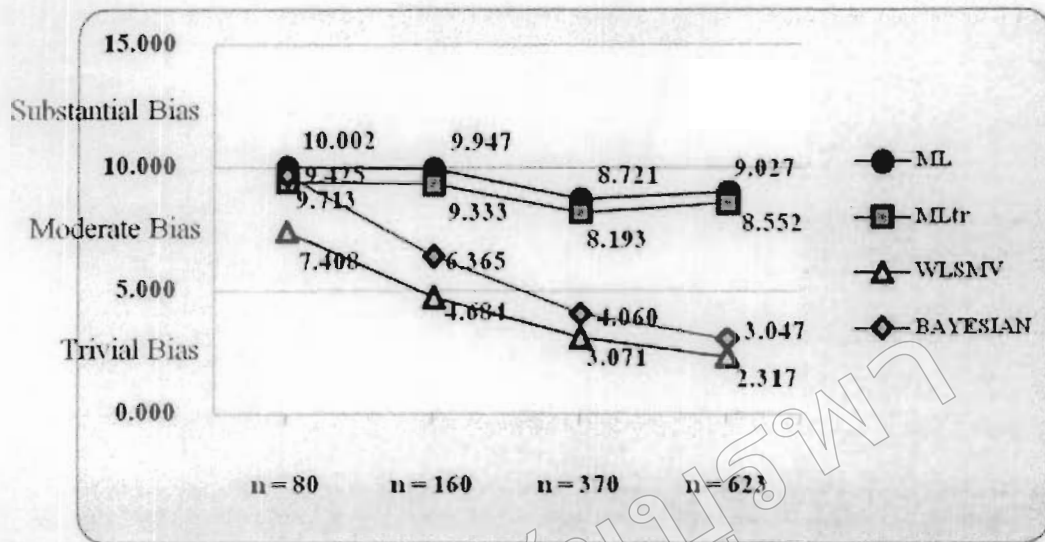
ภาพที่ 4-11 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{A2}$



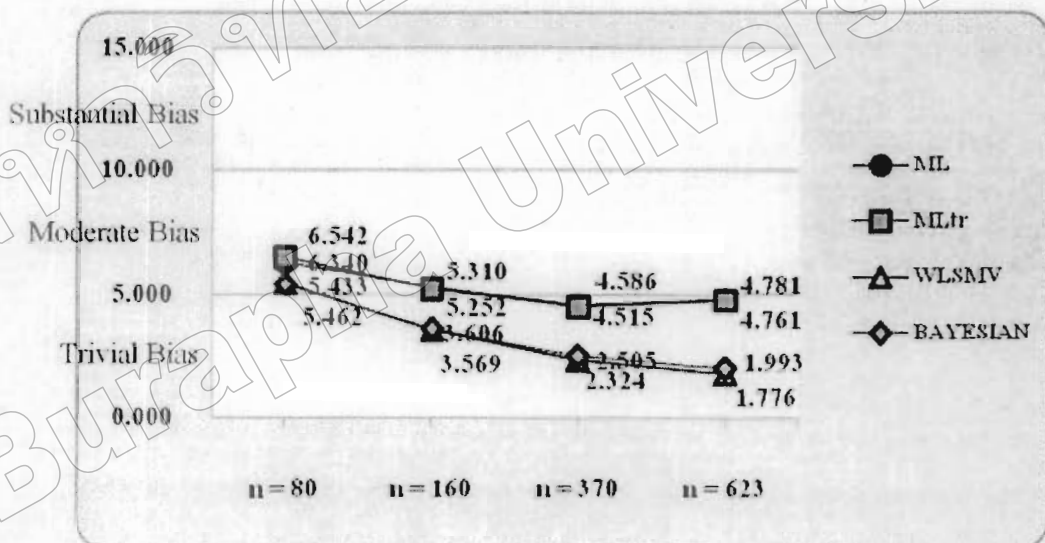
ภาพที่ 4 - 12 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าทำนายองค์ประกอบ  $A_{33}$



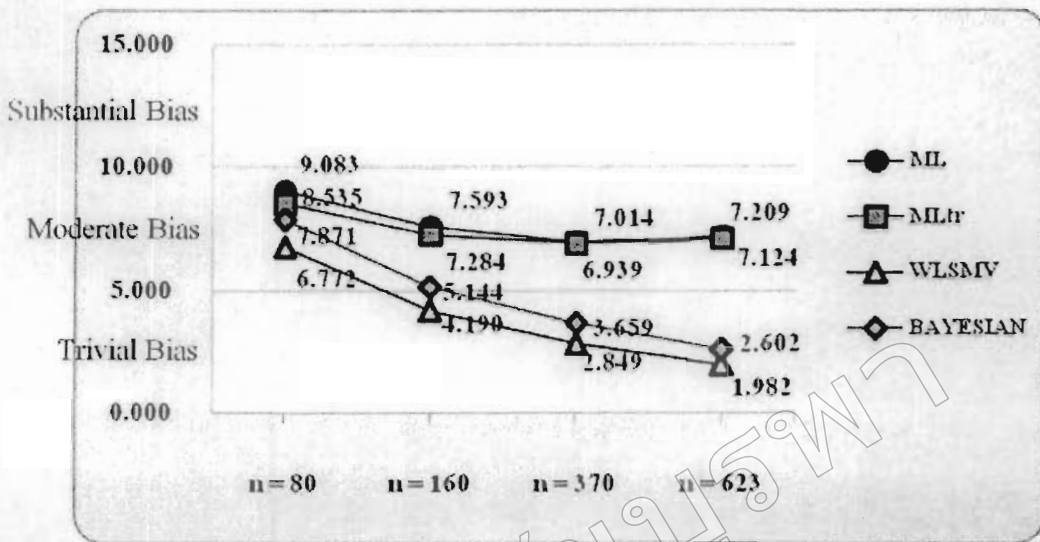
ภาพที่ 4 - 13 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าทำนายองค์ประกอบ  $A_{44}$



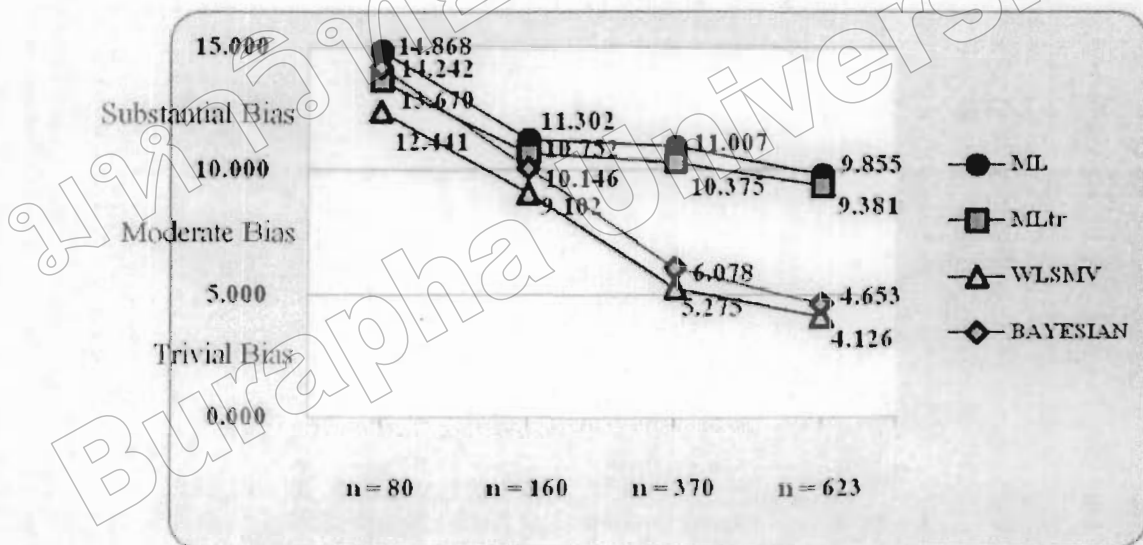
ภาพที่ 4 - 14 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่านำหนักองค์ประกอบ  $A_{B1}$



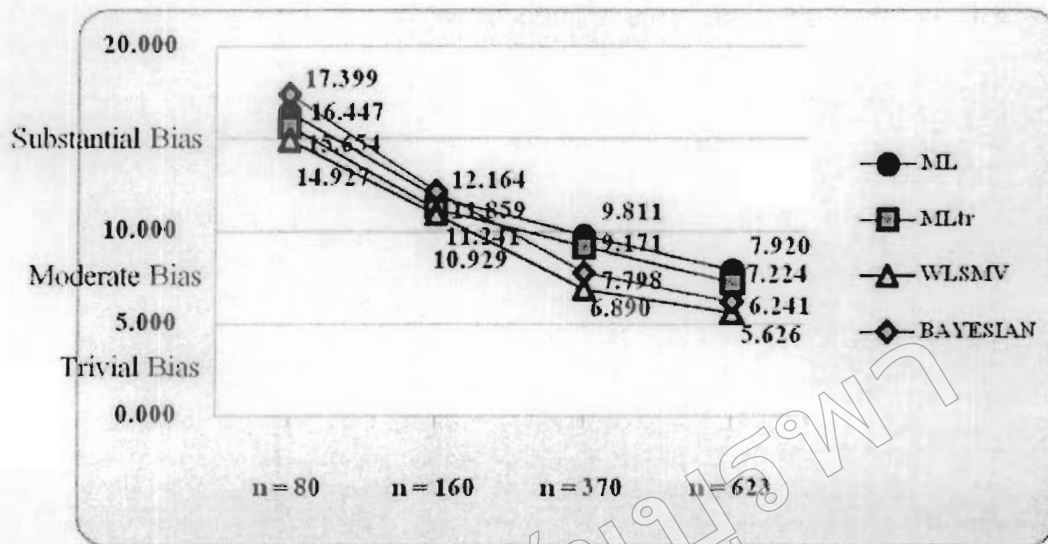
ภาพที่ 4 - 15 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่านำหนักองค์ประกอบ  $A_{B2}$



ภาพที่ 4 - 16 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{B3}$



ภาพที่ 4 - 17 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{B4}$



ภาพที่ 4 – 18 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ  $\Phi$

ตอนที่ 4 ปรวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ แบบ ML, MLtr, WLSMV และ Bayesian และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง) ( $n = 200$  Replications)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ ซึ่งหมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของค่าประมาณพารามิเตอร์จากกลุ่มตัวอย่างเทียบกับค่าจริงของพารามิเตอร์ และคำนวณหาค่าเฉลี่ยในจำนวน 200 ครั้งการทำซ้ำ (Replications) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4 – 13 ถึง ตารางที่ 4 – 16

ตารางที่ 4 – 13 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML ( $n = 200$  Replications)

Parameter	$n = 80$			$n = 160$			$n = 370$			$n = 623$		
	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ
	$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$	
$A_{A1}$	14.601	3.954	สูง	10.276	2.055	สูง	6.489	.820	ปานกลาง	4.690	.489	ต่ำ
$A_{A2}$	11.860	4.027	สูง	8.005	1.656	ปานกลาง	5.095	.703	ปานกลาง	3.616	.399	ต่ำ
$A_{A3}$	15.598	5.025	สูง	10.728	2.111	สูง	6.827	.918	ปานกลาง	5.040	.534	ปานกลาง
$A_{A4}$	11.010	3.511	สูง	7.527	1.626	ปานกลาง	4.711	.711	ต่ำ	3.411	.390	ต่ำ
$A_{B1}$	13.968	3.629	สูง	9.960	1.817	ปานกลาง	6.078	.760	ปานกลาง	4.503	.472	ต่ำ
$A_{B2}$	15.420	4.477	สูง	10.652	1.828	สูง	6.538	.812	ปานกลาง	4.897	.511	ต่ำ
$A_{B3}$	13.239	3.635	สูง	8.978	1.661	ปานกลาง	5.539	.713	ปานกลาง	4.095	.416	ต่ำ
$A_{B4}$	12.181	2.506	สูง	8.229	1.264	ปานกลาง	5.181	.525	ปานกลาง	3.735	.303	ต่ำ
$\Phi$	11.266	1.707	สูง	7.718	.867	ปานกลาง	4.870	.359	ต่ำ	3.490	.238	ต่ำ
<b>H: M: L</b>	<b>9: 0: 0</b>			<b>3: 6: 0</b>			<b>0: 7: 2</b>			<b>0: 1: 8</b>		

หมายเหตุ: ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน H คือ สูง, M คือ ปานกลาง และ L คือ ต่ำ

ตารางที่ 4 – 14 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ  $ML_{\tau}$  ( $n = 200$  Replications)

Parameter	$n = 80$			$n = 160$			$n = 370$			$n = 623$		
	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ
	$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD	
$A_{A1}$	14.543	3.464	สูง	10.224	1.819	สูง	6.423	.741	ปานกลาง	4.664	.444	ต่ำ
$A_{A2}$	11.670	3.181	สูง	8.016	1.501	ปานกลาง	5.053	.656	ปานกลาง	3.594	.365	ต่ำ
$A_{A3}$	15.653	4.224	สูง	10.938	1.966	สูง	6.922	.851	ปานกลาง	5.105	.497	ปานกลาง
$A_{A4}$	10.713	2.839	สูง	7.418	1.436	ปานกลาง	4.614	.621	ต่ำ	3.339	.341	ต่ำ
$A_{B1}$	13.989	3.278	สูง	9.828	1.673	ปานกลาง	5.988	.705	ปานกลาง	4.453	.408	ต่ำ
$A_{B2}$	15.395	3.883	สูง	10.608	1.738	สูง	6.480	.766	ปานกลาง	4.863	.477	ต่ำ
$A_{B3}$	13.050	3.180	สูง	8.923	1.522	ปานกลาง	5.515	.684	ปานกลาง	4.073	.372	ต่ำ
$A_{B4}$	12.005	2.290	สูง	8.167	1.219	ปานกลาง	5.132	.501	ปานกลาง	3.699	.293	ต่ำ
$\Phi$	11.163	1.650	สูง	7.639	.841	ปานกลาง	4.815	.358	ต่ำ	3.457	.234	ต่ำ
<b>H:M:L</b>	<b>9:0:0</b>			<b>3:6:0</b>			<b>0:7:2</b>			<b>0:1:8</b>		

หมายเหตุ: ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน H คือ สูง, M คือ ปานกลาง และ L คือ ต่ำ

ตารางที่ 4 – 15 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่ากลางเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV ( $n = 200$  Replications)

Parameter	$n = 80$			$n = 160$			$n = 370$			$n = 623$		
	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ
	$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$		$\bar{X}$	$SD$	
$A_{A1}$	10.948	2.821	สูง	7.469	1.525	ปานกลาง	4.675	.757	ต่ำ	3.323	.466	ต่ำ
$A_{A2}$	9.079	2.727	ปานกลาง	6.008	1.423	ปานกลาง	3.763	.738	ต่ำ	2.626	.434	ต่ำ
$A_{A3}$	12.530	3.940	สูง	8.217	1.927	ปานกลาง	4.967	.986	ต่ำ	3.523	.595	ต่ำ
$A_{A4}$	8.089	2.250	ปานกลาง	5.637	1.166	ปานกลาง	3.606	.553	ต่ำ	2.635	.342	ต่ำ
$A_{B1}$	11.053	2.680	สูง	7.595	1.307	ปานกลาง	4.544	.621	ต่ำ	3.364	.393	ต่ำ
$A_{B2}$	12.290	3.845	สูง	8.242	1.675	ปานกลาง	4.988	.800	ต่ำ	3.678	.485	ต่ำ
$A_{B3}$	9.740	2.600	ปานกลาง	6.420	1.355	ปานกลาง	3.898	.654	ต่ำ	2.836	.349	ต่ำ
$A_{B4}$	9.483	2.284	ปานกลาง	6.478	1.234	ปานกลาง	4.061	.528	ต่ำ	3.000	.319	ต่ำ
$\Phi$	8.226	1.619	ปานกลาง	5.786	.871	ปานกลาง	3.802	.401	ต่ำ	2.808	.259	ต่ำ
<b>H: M: L</b>	<b>4: 5: 0</b>			<b>0: 9: 0</b>			<b>0: 0: 9</b>			<b>0: 0: 9</b>		

หมายเหตุ: ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่ากลางเคลื่อนมาตรฐาน H คือ สูง, M คือ ปานกลาง และ L คือ ต่ำ



ตารางที่ 4 – 16 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับความแม่นยำสัมพัทธ์ของค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian ( $n = 200$  Replications)

Parameter	$n = 80$			$n = 160$			$n = 370$			$n = 623$		
	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ	Relative SE Bias		ระดับ
	$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD	
$A_{A1}$	9.304	2.279	ปานกลาง	5.994	1.251	ปานกลาง	3.951	.755	ต่ำ	2.950	.519	ต่ำ
$A_{A2}$	12.100	3.479	สูง	7.983	1.681	ปานกลาง	5.000	.771	ต่ำ	3.516	.469	ต่ำ
$A_{A3}$	8.918	2.810	ปานกลาง	6.239	1.325	ปานกลาง	3.600	.578	ต่ำ	2.422	.414	ต่ำ
$A_{A4}$	8.950	2.636	ปานกลาง	6.268	1.340	ปานกลาง	3.850	.645	ต่ำ	2.745	.353	ต่ำ
$A_{B1}$	11.760	3.042	สูง	7.921	1.819	ปานกลาง	4.490	.642	ต่ำ	3.215	.428	ต่ำ
$A_{B2}$	12.056	3.460	สูง	7.676	1.508	ปานกลาง	4.566	.667	ต่ำ	3.493	.475	ต่ำ
$A_{B3}$	8.667	2.395	ปานกลาง	5.895	1.199	ปานกลาง	3.336	.491	ต่ำ	2.269	.314	ต่ำ
$A_{B4}$	10.998	2.138	สูง	6.996	1.112	ปานกลาง	4.162	.468	ต่ำ	2.934	.316	ต่ำ
$\Phi$	11.657	1.743	สูง	7.629	.900	ปานกลาง	4.899	.407	ต่ำ	3.483	.281	ต่ำ
<b>H: M: L</b>	<b>5: 4: 0</b>			<b>0: 9: 0</b>			<b>0: 0: 9</b>			<b>0: 0: 9</b>		

หมายเหตุ: ระดับความแม่นยำสัมพัทธ์ของค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน H คือ สูง, M คือ ปานกลาง และ L คือ ต่ำ

จากตารางที่ 4 – 13 ถึง ตารางที่ 4 – 16 สามารถสรุปค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

### 1. วิธีการ ML

1.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 80 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 11.010 – 15.598 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูงทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 9: 0: 0

1.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.527 – 10.728 ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 3: 6: 0

1.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 370 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.711 – 6.827 ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 7: 2

1.4 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.411 – 5.040 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับต่ำทุกค่า ยกเว้น น้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{43}$  มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 8

สรุป ในวิธีการ ML พบว่า ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 80 จะให้ค่าที่ไม่เหมาะสม

### 2. วิธีการ $ML_{\Phi}$

2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 80 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 10.713 – 15.653 มีค่าอยู่ในระดับสูงทุกค่า อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 9: 0: 0

2.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.418 – 10.938 ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 3: 6: 0

2.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 370 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.614 – 6.922 มีค่าอยู่ในระดับปานกลางทุกค่า ยกเว้น น้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{44}$  และ  $\Phi$  มีค่าอยู่ในระดับต่ำ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 7: 2

2.4 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 3.339 – 5.105 มีค่าอยู่ในระดับต่ำทุกค่า ยกเว้น น้ำหนักองค์ประกอบ  $A_{43}$  มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 8

สรุป ในวิธีการ  $ML_{\Phi}$  พบว่า ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 80 จะให้ค่าที่ไม่เหมาะสม

### 3. วิธีการ WLSMV

3.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 80 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 8.089 – 12.530 ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง – สูง อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 4: 5: 0

3.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.637 – 8.242 มีค่าอยู่ในระดับปานกลางทุกค่า อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 9: 0

3.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 370 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 3.606 – 4.988 มีค่าอยู่ในระดับต่ำทุกน้ำหนักองค์ประกอบ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 9

3.4 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.626 – 3.678 มีค่าอยู่ในระดับต่ำทุกน้ำหนักองค์ประกอบ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 9

สรุป ในวิธีการ WLSMV พบว่า ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นทุกน้ำหนักองค์ประกอบ

### 4. วิธีการ Bayesian

4.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 80 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 8.667 – 12.100 ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง – สูง อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 5: 4: 0

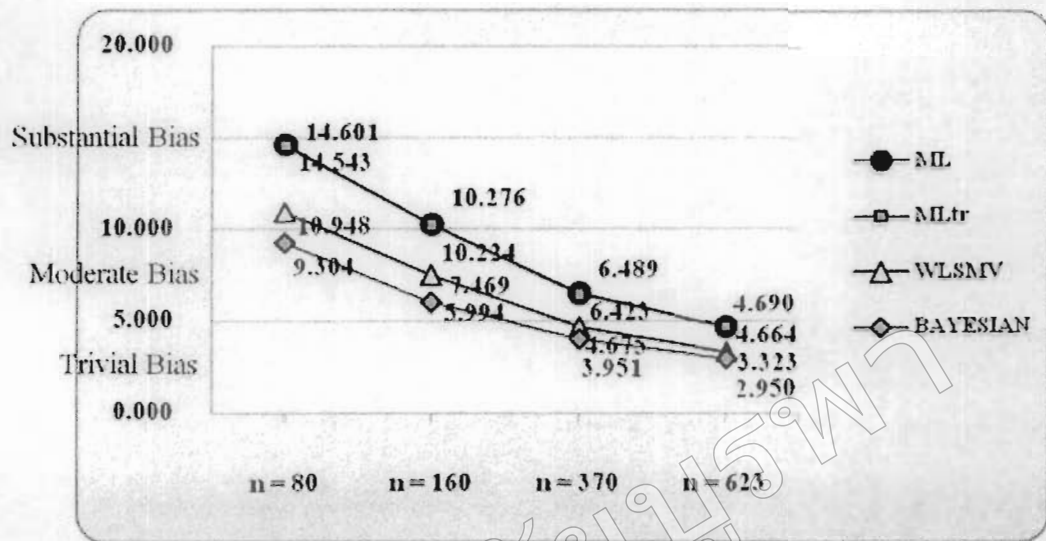
4.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.895 – 7.983 มีค่าอยู่ในระดับปานกลางทุกน้ำหนักองค์ประกอบ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 9: 0

4.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 370 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 3.336 – 5.080 มีค่าอยู่ในระดับต่ำทุกน้ำหนักองค์ประกอบ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 9

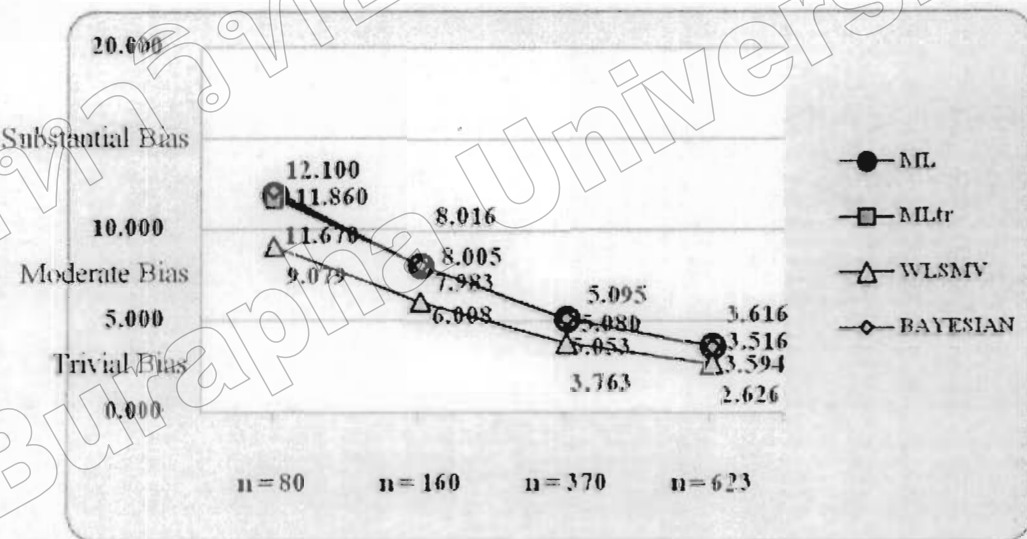
4.4 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 623 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.422 – 3.516 มีค่าอยู่ในระดับต่ำทุกน้ำหนักองค์ประกอบ อัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 9

สรุป ในวิธีการ Bayesian พบว่า ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นทุกน้ำหนักองค์ประกอบ และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 80 จะให้ค่าที่ไม่เหมาะสม

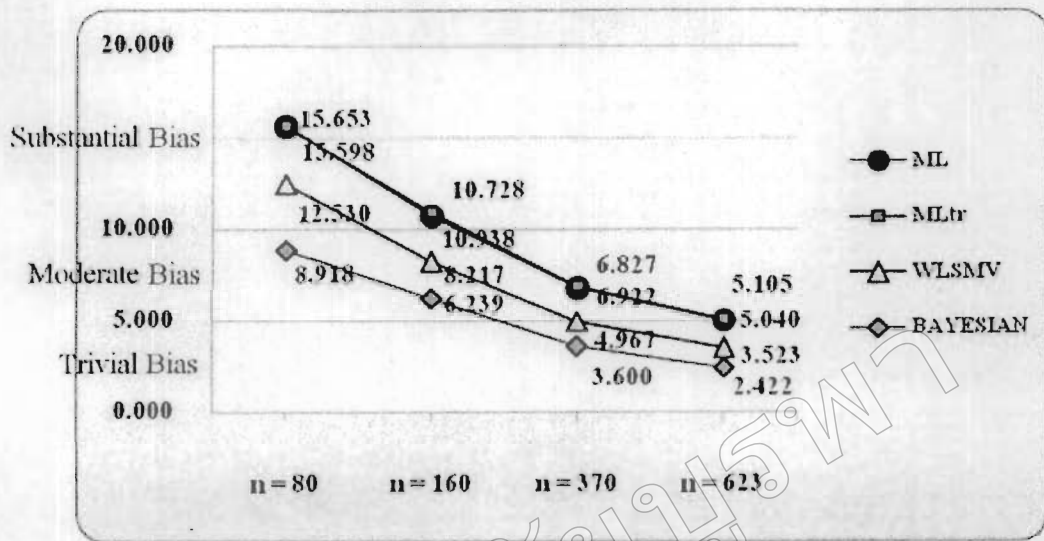
เพื่อแสดงการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative Standard Error Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ ในแต่ละน้ำหนักองค์ประกอบของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4 – 19 ถึงภาพที่ 4 – 27



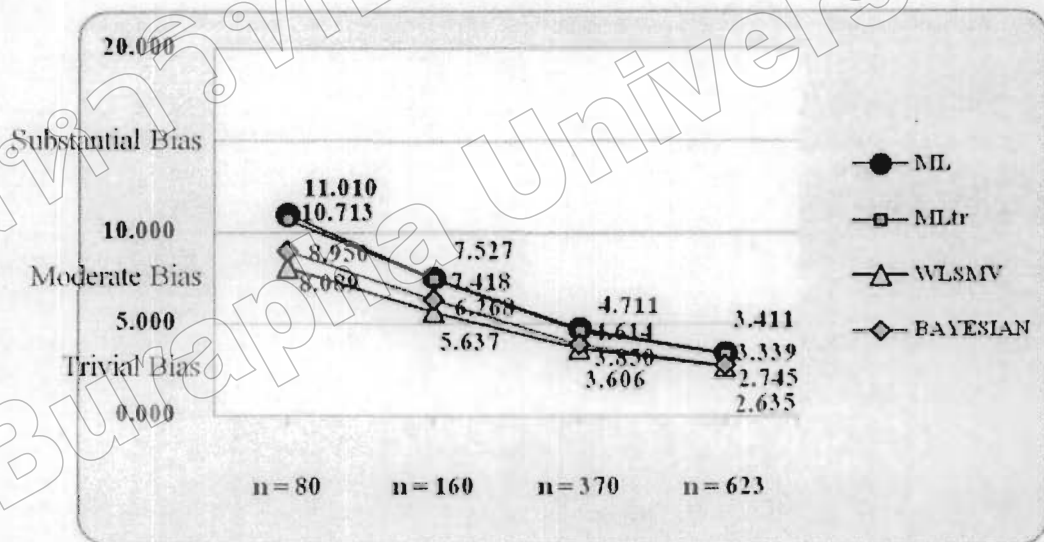
ภาพที่ 4-19 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $A_1$



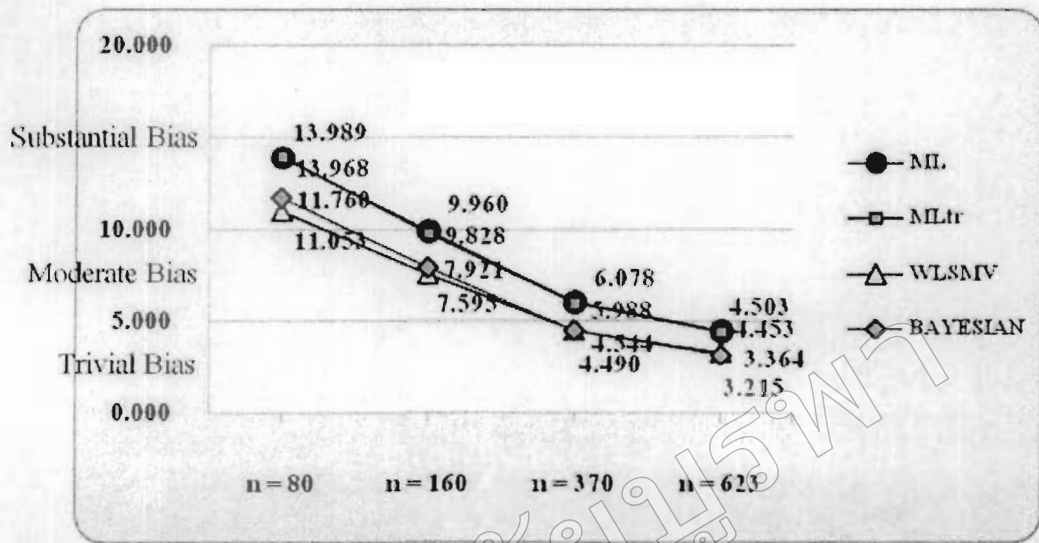
ภาพที่ 4-20 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $A_2$



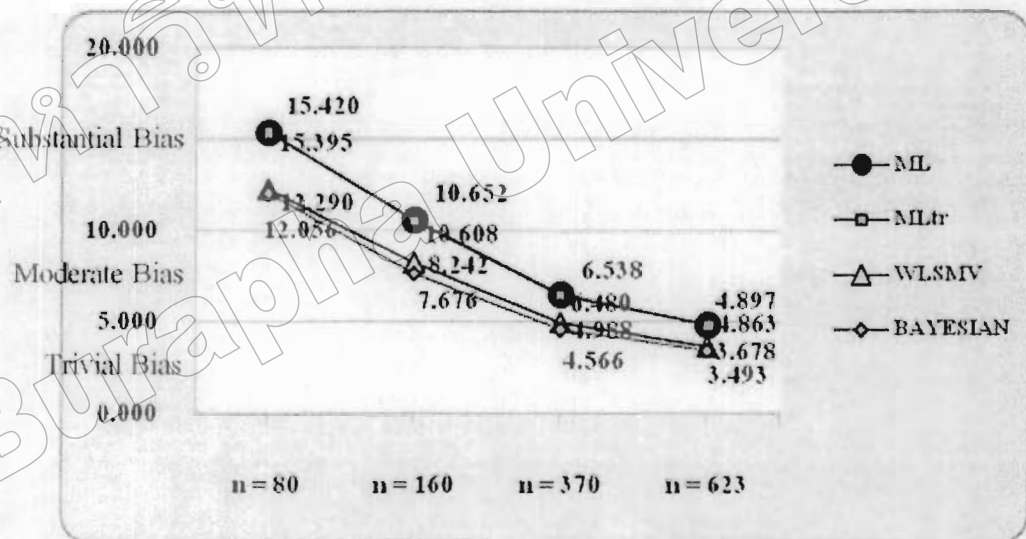
ภาพที่ 4-21 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $\lambda_{A3}$



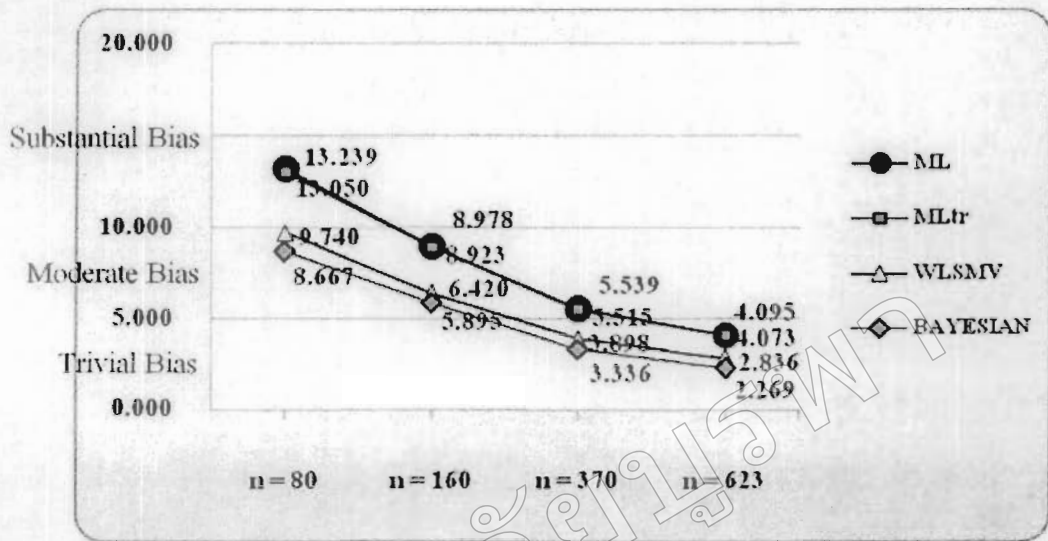
ภาพที่ 4-22 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $\lambda_{A4}$



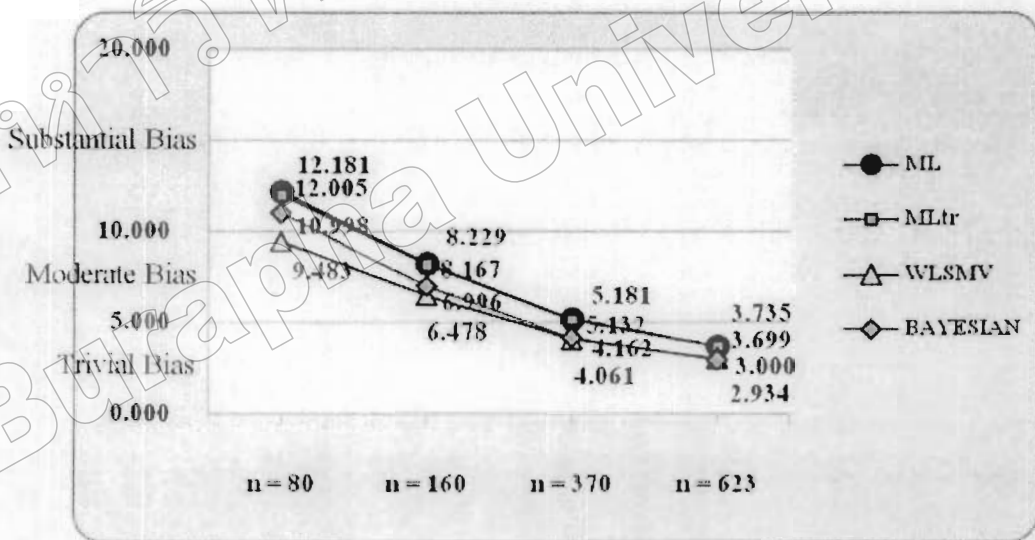
ภาพที่ 4 - 23 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $A_{B1}$



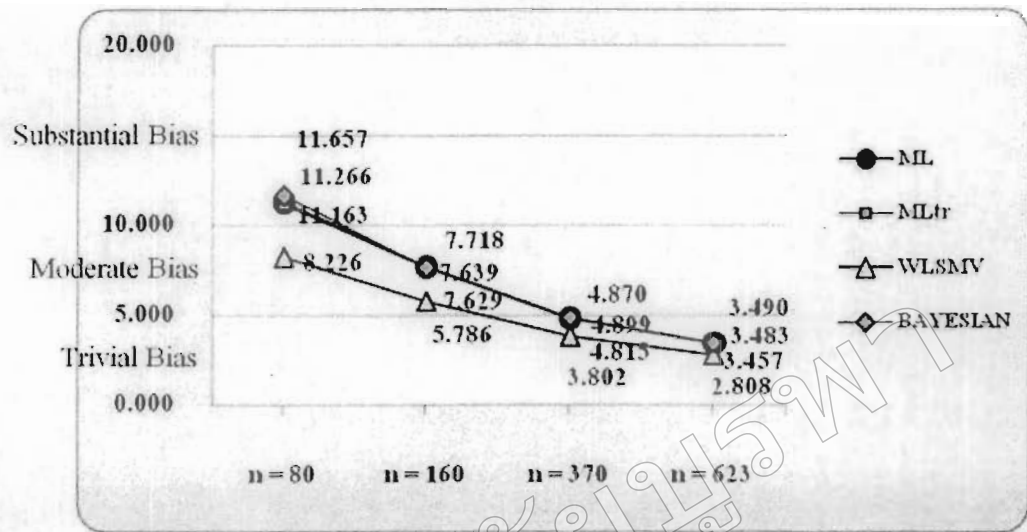
ภาพที่ 4 - 24 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $A_{B2}$



ภาพที่ 4 – 25 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $A_{B3}$



ภาพที่ 4 – 26 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $A_{B4}$



ภาพที่ 4 – 27 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน นำหนักองค์ประกอบ  $\Phi$

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของโมเดลการวัด จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML, MLtr, WLSMV และ Bayesian และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ขนาด (80, 160, 370 และ 623 หน่วยตัวอย่าง) ( $n = 200$  Replications)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง (Construct Reliability:  $\rho_c$ ) และค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average Variance Extracted:  $\rho_v$ ) ของโมเดลการวัด จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน โดยนำเสนอค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ตามตารางที่ 4 – 17 และ ตารางที่ 4 – 19 จากนั้นดำเนินการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ โดยนำค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter Estimates) ลบด้วยค่าจริงของพารามิเตอร์ (True Parameters) ในแต่ละเงื่อนไข แล้วทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติ One Sample  $t$ -test เทียบกับค่าอ้างอิงเท่ากับศูนย์ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4 – 18 ถึง ตารางที่ 4 – 20



ตารางที่ 4 – 17 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง (Construct Reliability:  $\rho_C$ ) ของโมเดลการวัด ในแต่ละเงื่อนไข

Sample Size	Estimation Methods	True Parameter	Parameter Estimate			95% CI	
			$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up
$n = 80$	ML	.945	.919	.015	.001	.917	.921
	ML <sub>tr</sub>	.945	.920	.013	.001	.918	.922
	WLSMV	.945	.950	.011	.001	.948	.951
	Bayesian	.918	.918	.016	.001	.916	.920
$n = 160$	ML	.945	.919	.011	.001	.917	.920
	ML <sub>tr</sub>	.945	.919	.010	.001	.918	.921
	WLSMV	.945	.947	.008	.001	.946	.948
	Bayesian	.918	.919	.011	.001	.917	.920
$n = 370$	ML	.945	.918	.007	.001	.917	.919
	ML <sub>tr</sub>	.945	.919	.007	.000	.918	.920
	WLSMV	.945	.945	.006	.000	.945	.946
	Bayesian	.918	.918	.007	.001	.917	.919
$n = 623$	ML	.945	.918	.005	.000	.918	.919
	ML <sub>tr</sub>	.945	.919	.005	.000	.919	.920
	WLSMV	.945	.945	.004	.000	.945	.946
	Bayesian	.918	.918	.005	.000	.918	.919

จากตารางที่ 4 – 17 ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง (Construct Reliability:  $\rho_C$ ) ของโมเดลการวัดในแต่ละเงื่อนไข มีค่าพิสัยในช่วง .918 – .950 ซึ่งพบว่ามีค่ามากกว่า .60 ตามเกณฑ์ทุกโมเดล (Diamantopoulos & Sigew, 2000, p.91)

ตารางที่ 4-18 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าสถิติทดสอบที ( $t$ ) และความน่าจะเป็น ( $p$ ) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง (Construct Reliability:  $\rho_C$ ) ของโมเดลการวัดในแต่ละเงื่อนไข

Sample Size	Estimation Methods	Difference		$t$	$p$
		$\bar{X}$	$SD$		
$n = 80$	ML	-.026	.015	-23.638*	.000
	ML <sub>tr</sub>	-.025	.013	-26.519*	.000
	WLSMV	.005	.011	5.787*	.000
	Bayesian	.000	.016	.210	.834
$n = 160$	ML	-.026	.011	-33.689*	.000
	ML <sub>tr</sub>	-.026	.010	-36.271*	.000
	WLSMV	.002	.008	3.196	.002
	Bayesian	.001	.011	.977	.330
$n = 370$	ML	-.027	.007	-52.650*	.000
	ML <sub>tr</sub>	-.026	.007	-55.287*	.000
	WLSMV	.000	.006	.858	.392
	Bayesian	.000	.007	.951	.343
$n = 623$	ML	-.027	.005	-74.048*	.000
	ML <sub>tr</sub>	-.026	.005	-78.081*	.000
	WLSMV	.000	.004	.514	.608
	Bayesian	.000	.005	.876	.382

\* $p < .001$

จากตารางที่ 4-18 พบว่า ในขนาดกลุ่มตัวอย่าง 80 มีเพียงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian เท่านั้น ที่ให้ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง ( $\rho_C$ ) ไม่แตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ส่วนวิธีการ ML และ ML<sub>tr</sub> พบว่า มีค่า Underestimate และวิธี WLSMV มีค่า Overestimate ซึ่งมีค่าแตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160, 370 และ 623 พบว่า วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML และ ML<sub>tr</sub> มีค่า Underestimate ซึ่งแตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .001 ส่วนวิธีการ WLSMV และ Bayesian พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง ( $\rho_c$ ) ไม่แตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4 – 28



ภาพที่ 4 – 28 ค่าความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์

ของค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง ( $\rho_c$ ) ของโมเดลการวัดในเงื่อนไขที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4 – 19 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $SE_{\bar{X}}$ ) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average Variance Extracted:  $\rho_V$ ) ของโมเดลการวัด ในแต่ละเงื่อนไข

Sample Size	Estimation Methods	True Parameter	Parameter Estimate			95% CI	
			$\bar{X}$	$SD$	$SE_{\bar{X}}$	Low	Up
$n = 80$	ML	.683	.596	.051	.004	.589	.603
	ML <sub>tr</sub>	.683	.596	.042	.003	.590	.602
	WLSMV	.683	.707	.047	.003	.701	.714
	Bayesian	.586	.592	.048	.003	.586	.599
$n = 160$	ML	.683	.590	.034	.002	.585	.595
	ML <sub>tr</sub>	.683	.592	.031	.002	.587	.596
	WLSMV	.683	.694	.035	.002	.689	.699
	Bayesian	.586	.591	.035	.002	.586	.596
$n = 370$	ML	.683	.587	.022	.002	.584	.590
	ML <sub>tr</sub>	.683	.590	.021	.001	.587	.593
	WLSMV	.683	.686	.023	.002	.683	.689
	Bayesian	.586	.588	.023	.002	.585	.591
$n = 623$	ML	.683	.587	.016	.001	.585	.589
	ML <sub>tr</sub>	.683	.589	.015	.001	.587	.591
	WLSMV	.683	.685	.016	.001	.682	.687
	Bayesian	.586	.587	.016	.001	.584	.589

จากตารางที่ 4 – 19 ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average Variance Extracted:  $\rho_V$ ) ของโมเดลการวัดในแต่ละเงื่อนไข มีค่าพิสัยในช่วง .587 – .707 ซึ่งพบว่า มีค่ามากกว่า .50 ตามเกณฑ์ ทุกโมเดล (Diamantopoulos & Sigew, 2000, p.91)

ตารางที่ 4–20 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ค่าสถิติทดสอบที ( $t$ ) และความน่าจะเป็น ( $p$ ) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average Variance Extracted:  $\rho_V$ ) ของโมเดลการวัด ในแต่ละเงื่อนไข

Sample Size	Estimation Methods	Difference		$t$	$p$
		$\bar{X}$	$SD$		
$n = 80$	ML	-.087	.051	-24.172*	.000
	ML <sub>tr</sub>	-.087	.042	-29.466*	.000
	WLSMV	.024	.047	7.328*	.000
	Bayesian	.006	.048	1.844	.067
$n = 160$	ML	-.093	.034	-38.334*	.000
	ML <sub>tr</sub>	-.091	.031	-41.209*	.000
	WLSMV	.011	.035	4.321	.002
	Bayesian	.005	.035	1.925	.056
$n = 370$	ML	-.096	.022	-60.422*	.000
	ML <sub>tr</sub>	-.093	.021	-63.025*	.000
	WLSMV	.003	.023	1.829	.069
	Bayesian	.002	.023	1.236	.218
$n = 623$	ML	-.096	.016	-83.426*	.000
	ML <sub>tr</sub>	-.094	.015	-87.968*	.000
	WLSMV	.002	.016	1.512	.132
	Bayesian	.001	.016	.496	.620

\* $p < .001$

จากตารางที่ 4–20 พบว่า ในขนาดกลุ่มตัวอย่าง 80 มีเพียงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian เท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ ( $\rho_V$ ) ไม่แตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ส่วนวิธีการ ML และ ML<sub>tr</sub> พบว่า มีค่า

Underestimate และวิธี WLSMV มีค่า Overestimate ซึ่งมีความแตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 160, 370 และ 623 พบว่า วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML และ ML<sub>r</sub> มีค่า Underestimate ซึ่งแตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .001 ส่วนวิธีการ WLSMV และ Bayesian พบว่า ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ ( $\rho_V$ ) ไม่แตกต่างกับค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่าง อย่างชัดเจน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4 – 29



ภาพที่ 4 – 29 ค่าความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ ของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ ( $\rho_V$ ) ของโมเดลการวัด ในเงื่อนไขที่ต่างกัน

ตอนที่ 6 การเปรียบเทียบร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit) โดยพิจารณาจากดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล (Model Fit Indices)

ผลการทดสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล ที่ได้จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML,  $ML_{tr}$  และ WLSMV คือ ค่าดัชนี CFI (Comparative Fit Index) และ ค่าดัชนี TLI (Tucker -- Lewis Index) หรือค่า NNFI (Non -- normed Fit Index) ส่วนดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดล จากวิธีการ Bayesian คือ ค่า Posterior Predictive  $p$  - value โดยยึดเกณฑ์ความสอดคล้อง ดังนี้ (Schemelleh, Moosbrugger & Müller, 2003, pp. 23 -- 27)

CFI > .95 และ TLI > .95 หมายถึง โมเดลมีความสอดคล้อง

Posterior Predictive  $p$  - value > .05 หมายถึง โมเดลมีความสอดคล้อง

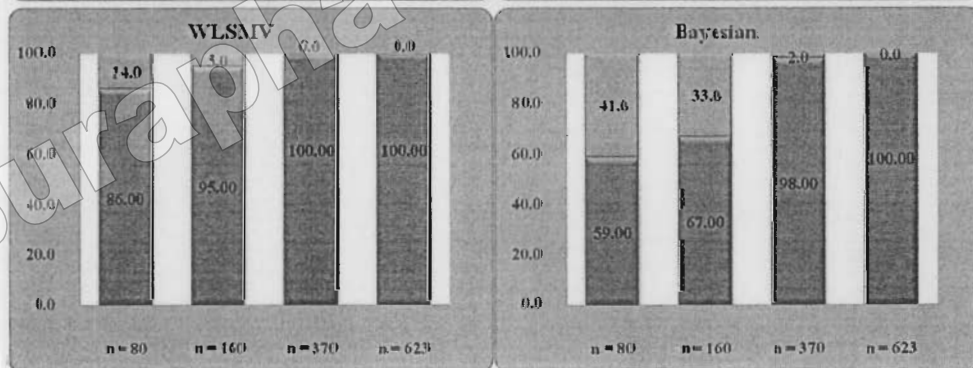
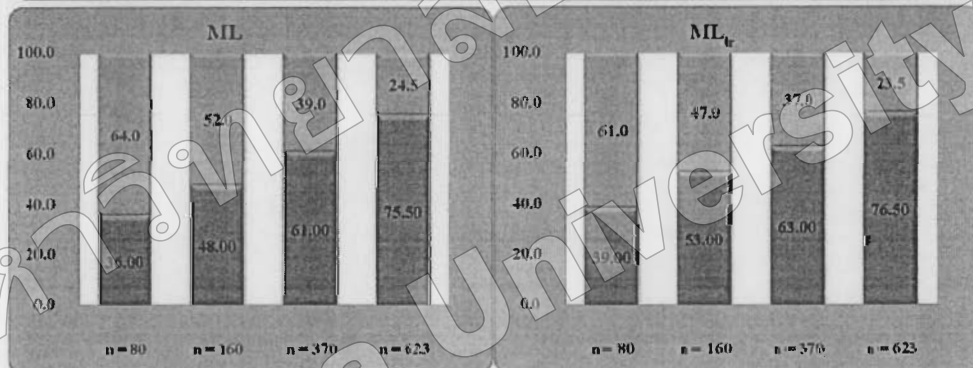
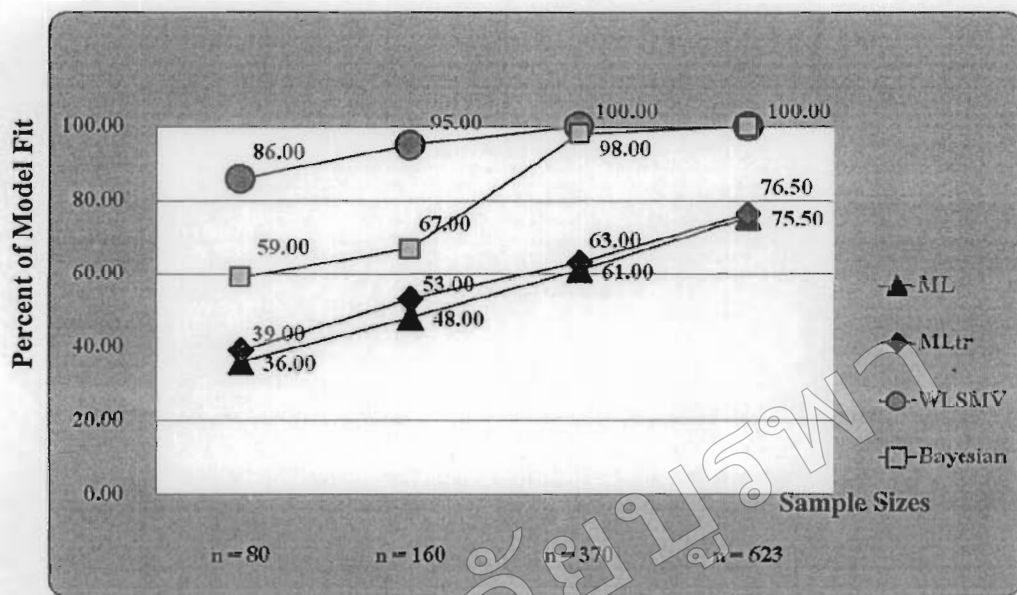
สามารถแสดงร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้ดังตารางที่ 4 - 21

ตารางที่ 4 - 21 ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit)

ในแต่ละเงื่อนไข ( $n = 200$  Replications)

Estimation Methods	Sample Size 80		Sample Size 160		Sample Size 370		Sample Size 623	
	CFI	TLI	CFI	TLI	CFI	TLI	CFI	TLI
ML	36.0%	48.0%	48.0%	60.5%	61.0%	73.0%	75.5%	81.0%
$ML_{tr}$	39.0%	49.5%	53.0%	62.0%	63.0%	76.0%	76.5%	83.0%
WLSMV	86.0%	90.0%	95.0%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
<b>Posterior Predictive <math>p</math> - value &gt; .05</b>								
Bayesian	59.00%		67.00%		98.00%		100.00%	

จากตารางที่ 4 - 21 แสดงร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit) และร้อยละของโมเดลที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี CFI (Comparative Fit Index) และค่า Posterior Predictive  $p$  - value สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4 - 30



- หมายถึง ร้อยละของ โมเดลที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Rejection)
- หมายถึง ร้อยละของ โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit)

ภาพที่ 4 – 30 ร้อยละของ โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit)

เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี CFI และ Posterior Predictive *p*-value



จากตารางที่ 4 – 21 และ ภาพที่ 4 – 30 แสดงผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลที่แตกต่างกันเมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบต่าง ๆ ภายใต้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน โดยผลการทดสอบร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี CFI และ Posterior Predictive  $p$  – value > .05 จากการทดลองซ้ำเงื่อนไขละ 200 ครั้ง พบว่า

1. เมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 ผลการวิเคราะห์จะบ่งชี้ว่ามีโมเดลที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง ร้อยละ 36 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 48 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 61 และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 623 โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 75.5 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น แต่ในภาพรวมแล้ว พบว่า ร้อยละของโมเดลที่ไม่สอดคล้องก็ยังคงมีอยู่เป็นจำนวนมาก

2. เมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML<sub>r</sub> พบว่า ภายหลังจากการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้เป็น โค้งปกติแล้ว ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ ML ก็ยังคงมีร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน นั่นคือ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 ผลการวิเคราะห์จะบ่งชี้ว่ามีโมเดลที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง ร้อยละ 39 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 53 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 63 และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 623 โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 76.5 ตามลำดับ

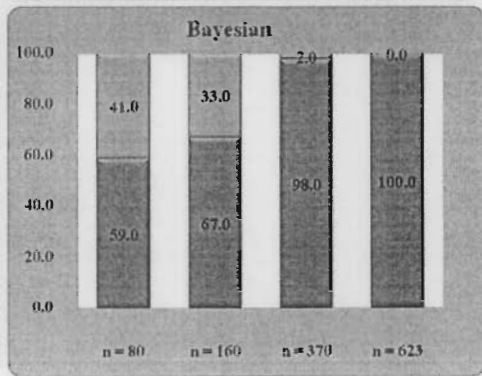
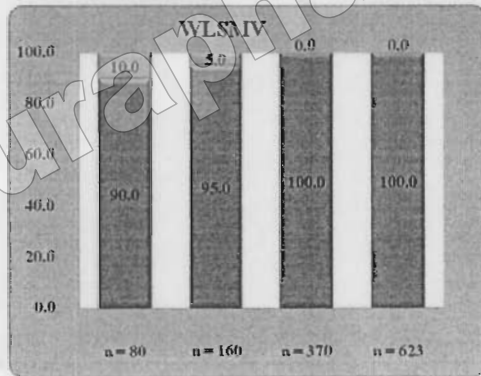
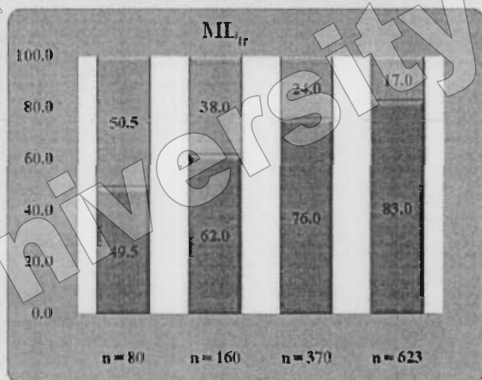
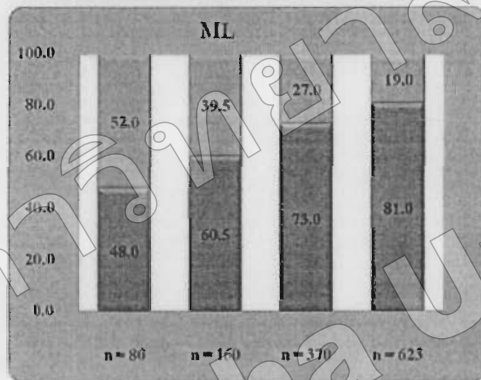
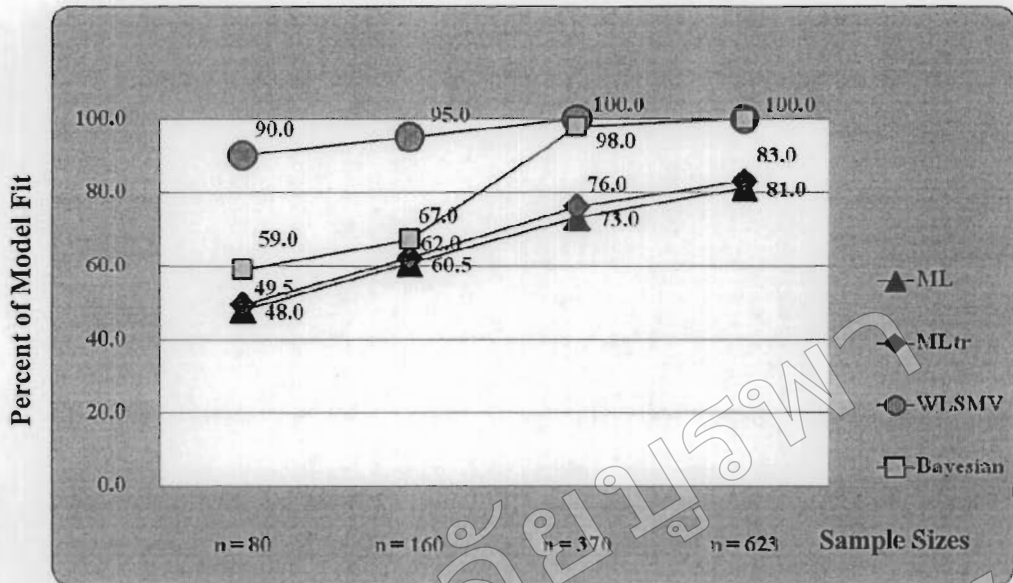
อย่างไรก็ตาม แม้ว่าร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น แต่ในภาพรวมแล้วพบว่าร้อยละของโมเดลที่ไม่สอดคล้องก็ยังคงมีอยู่เป็นจำนวนมาก เช่นเดียวกับการใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML ที่ไม่มีการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้เป็น โค้งปกติ

3. เมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 ผลการวิเคราะห์จะ บ่งชี้ว่ามีโมเดลที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง ร้อยละ 86 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 95 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 100 และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 623 โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 100 เช่นเดียวกัน

4. เมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 ผลการวิเคราะห์จะ บ่งชี้ว่ามี โมเดลที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง ร้อยละ 59 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของ โมเดล ร้อยละ 67 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของ โมเดล ร้อยละ 98 และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 623 โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของ โมเดล ร้อยละ 100

สรุปได้ว่า เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี CFI และ Posterior Predictive  $p$  – value พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างในทุกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ แต่วิธีการ ML และ  $ML_{\mu}$  จะมีโอกาสผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องน้อยกว่าวิธีการ WLSMV และวิธีการ Bayesian และในภาพรวมแล้ว วิธีการ WLSMV จะให้ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลที่ดีที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง ในขณะที่วิธีการ Bayesian ให้ผลการทดสอบความสอดคล้องของ โมเดลที่ดีที่สุดเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดตั้งแต่ 370 ขึ้นไป

ส่วนร้อยละของ โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit) และ ร้อยละของ โมเดลที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี TLI (Tucker – Lewis Index) หรือค่า NNFI (Non – normed Fit Index) และค่า Posterior Predictive  $p$  – value สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4–31



- หมายถึง ร้อยละของ โมเดลที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Rejection)
- หมายถึง ร้อยละของ โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit)

ภาพที่ 4 – 31 ร้อยละของ โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Percent of Model Fit)

เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี TLI และ Posterior Predictive *p* – value

จากตารางที่ 4 – 21 และ ภาพที่ 4 – 31 แสดงผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลที่แตกต่างกันเมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบต่าง ๆ ภายใต้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน โดยผลการทดสอบร้อยละของ โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี TLI และ Posterior Predictive  $p$  – value > .05 จากการทดลองซ้ำเงื่อนไข ไชละ 200 ครั้ง พบว่า

1. เมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 ผลการวิเคราะห์จะบ่งชี้ว่ามีโมเดลที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง ร้อยละ 48 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 60.5 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 73 และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 623 โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 81 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น แต่ในภาพรวมแล้ว พบว่า ร้อยละของโมเดลที่ไม่สอดคล้องก็ยังคงมีอยู่เป็นจำนวนมาก

2. เมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML<sub>u</sub> พบว่า ภายหลังจากการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้เป็นโค้งปกติแล้ว ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ ML ก็ยังคงมีร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน นั่นคือ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 ผลการวิเคราะห์จะบ่งชี้ว่ามีโมเดลที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง ร้อยละ 49.5 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 62 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 76 และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 623 โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 83 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น แต่ในภาพรวมแล้วพบว่าร้อยละของโมเดลที่ไม่สอดคล้องก็ยังคงมีอยู่เป็นจำนวนมาก เช่นเดียวกับการใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ ML ที่ไม่มีการเปลี่ยนรูปข้อมูลให้เป็นโค้งปกติ

3. เมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ WLSMV พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 ผลการวิเคราะห์จะ บ่งชี้ว่ามีโมเดลที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง ร้อยละ 90 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 95 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 100 และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 623 โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 100 เช่นเดียวกัน

4. เมื่อใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 ผลการวิเคราะห์จะ บ่งชี้ว่ามีโมเดลที่ผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง ร้อยละ 59 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 160 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของ โมเดล ร้อยละ 67 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 370 พบว่า โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 98 และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 623 โมเดลจะผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล ร้อยละ 100

สรุปได้ว่า เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนี TLI และ Posterior Predictive  $p$ -value พบว่า ร้อยละของโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างในทุกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ แต่วิธีการ ML และ  $ML_p$  จะมีโอกาสผ่านเกณฑ์ความสอดคล้องน้อยกว่าวิธีการ WLSMV และวิธีการ Bayesian และในภาพรวมแล้ว วิธีการ WLSMV จะให้ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลที่ดีที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง ในขณะที่วิธีการ Bayesian ให้ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลที่ดีที่สุดเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดตั้งแต่ 370 ขึ้นไป