ผลของความไม่สอดคล้องระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์: กรณีศึกษา ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด

อภิวัฒน์ มานะดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ อภิวัฒน์ มานะดี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(ดร.รณิดา เชยชุ่ม)

..... กรรมการ

(ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง)

..... กรรมการ

(ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 4 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่ผู้ศึกษาใคร่ขอกราบพระคุณคือ อ.ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ให้ความรู้แก่ลูกศิษย์คนนี้อย่างมากมาย คอยตรวจทาน ชี้แนะ ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณน้อง ๆ ทุกคน ที่อาจกล่าวนามได้ไม่หมด ทั้ง เพื่อน ๆ และรุ่นน้อง มหาวิทยาลัยบูรพา รุ่นน้องโรงเรียนพิมายวิทยา ที่ช่วยเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลา 4 เดือน หากไม่มีพวกเค้าเหล่านี้เป็นกำลังสำคัญ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่มีทางสำเร็จแน่นอน

ขอขอบพระคุณคุณพ่อวิชา คุณแม่อมรา พี่น้องตระกูลมานะดีทุก ๆ คน และ จิราพร โนใหม่ ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

อภิวัฒน์ มานะดี

54910254: สาขาวิชา: วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา; วท.ม. (วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา)
คำสำคัญ: การสุ่มตัวอย่าง/ การสุ่มอย่างง่าย/ การสุ่มแบบแบ่งชั้น/ การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม/ ข้อมูลแบบซับซ้อน/ ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด

อภิวัฒน์ มานะดี: ผลของความไม่สอดคล้องระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์: กรณีศึกษา ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด (THE EFFECT OF INCONGRUENCE AMONG SAMPLE SIZE DETERMINATION, SAMPLING METHODS AND STATISTICAL ANALYSIS ON ACCURACY AND PRECISION OF PARAMETER ESTIMATION: A CASE STUDY OF AN INVARIANCE MEASUREMENT MODEL) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เสกสรรค์ ทองคำบรรจง, วท.ด., สมพงษ์ ปั้นหุ่น, ค.ด. 373 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความไม่สอดคล้องระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ โดยโมเดลที่ใช้ในการศึกษา คือ โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับแรก (First-order confirmatory factor analysis) และข้อมูลที่นำมาใช้เป็นประชากรเทียม คือ คะแนนผลการสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 37,386 คน ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้องของ การกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธี คือวิธีการใช้ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของทาโร่ ยามาเน่ ที่ความเชื่อมั่น 95% (n = 400) และวิธีการคำนวณด้วยสูตรของเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (n = 1340) ร่วมกับเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง 3 เทคนิค คือ การสุ่มอย่างง่าย, การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม และการสุ่มแบบแบ่งชั้น และการออกแบบการวิเคราะห์ทางสถิติ 2 แนวทาง คือ แนวทางการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย (Simple random analysis) และแนวทางการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey data analysis) รวมทั้งสิ้น จำนวน 10 เงื่อนไข และทำการสุ่มตัวอย่างซ้ำเพื่อทดสอบ เงื่อนไขละ 200 ครั้ง ตัวแปรตามที่ศึกษา ได้แก่ 1) ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative parameter estimation bias: $RB(\hat{\theta})$) 2) ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias: $RB(SE(\theta_i))$) 3) ค่า Design effect (*Deff*) และ Design Factor (*Defi*) แล้วทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้การวิเคราะห์ *One sample t-test* และการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) ผลการวิจัย พบว่า

1. เมื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ ที่สอดคล้องกันและที่ไม่สอดคล้องกัน โดยการแยกวิเคราะห์ตามปีการศึกษา 2554 ปีการศึกษา 2555 และโมเดลความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ระหว่างสองปีการศึกษา พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน มีความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์และค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน *ต่ำกว่า* ค่าประมาณเพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

2. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบโมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และโมเดลความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ระหว่างสองปีการศึกษาในแต่ละเงื่อนไข พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่ายที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และการสุ่มแบบแบ่งชั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับปานกลาง (5%-10%) ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย และมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับต่ำ (1%-5%) ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย โดยค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มทั้ง 3 วิธีมีช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่ครอบคลุมค่าจริงทุกค่าภายในโมเดล และมีค่าใกล้เคียงพารามิเตอร์จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) ในขณะที่การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง (10% ขึ้นไป) ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย และมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับปานกลาง (5%-10%) ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมค่าจริงเพียงบางค่าในกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย และครอบคลุมมากขึ้นในกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้ง 5 เงื่อนไข มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (5%-10%) เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย และมีค่าอยู่ในระดับต่ำ (1%-5%) เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย และเมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างการสุ่มแบบแบ่งชั้นกับการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ค่า Design factor (*Deft*) พบว่า ความแปรปรวนของ การสุ่มแบบแบ่งชั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย ค่า *Deft* มีค่าใกล้เคียงกับ 1 ในขณะที่การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย ค่า *Deft* ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 และมีค่า *Deft* บางค่ามีค่าน้อยกว่า 1

54910254: MAJOR: EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS;
MS.C. (EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS)
KEYWORD: SAMPLING METHODS/SIMPLE RANDOM/ STRATIFIED/ CLUSTER/
COMPLEX SURVEY DATA/INVARIANCE MEASUREMENT MODEL

APIWAT MANADEE: THE EFFECT OF INCONGRUENCE AMONG SAMPLE SIZE DETERMINATION, SAMPLING METHODS AND STATISTICAL ANALYSIS ON ACCURACY AND PRECISION OF PARAMETER ESTIMATION: A CASE STUDY OF AN INVARIANCE MEASUREMENT MODEL. ADVISORY COMMITTEE: SAKESAN TONGKHAMBANCHONG, Ph. D., SOMPONG PANHOON, Ph. D. 373 P. 2015.

The objective of this research was to examine and compare the effect of incongruence among the sample size determination, sampling methods and statistical analysis on accuracy and precision of parameter estimation. The model for this study is the first-order confirmatory factor analysis and the data used as pseudo population were scores of 37,386 sixth-grade students of 2011-2012 academic year. The conditions of the incongruent analysis were the method of sample size determination and sampling methods. The sample size determination methods are Yamane's method at the confident level 95% (n = 400) and the method of calculation by employing formula of stratified random sampling (n = 1340).Three sampling techniques consisted of simple random sampling, clustering random sampling and stratified random sampling. The statistical analyses were simple random based analysis and complex survey data based analysis. The comparisons were done involving 10 conditions. Each condition was replicated 200 times. The dependent variables consisted of; 1) An accuracy of parameter estimation (Relative parameter estimation bias: $RB(\hat{\theta})$), 2) Parameter precision (Relative standard error bias ($RBSE(\hat{\theta})$), and 3) Design effect (*Deff*) and Design factor (*Defi*). The *T-test* and MANOVA were employed to test research hypothesis.

The research findings revealed that:

1. The comparison of parameter estimation between two academic years of found that the parameter estimation of congruent methods based on the condition of sample size determination, sampling methods and statistical analysis, $RB(\hat{\theta})$and $RBSE(\hat{\theta})$ are lower than

estimate parameter of incongruent methods based on the sample size determination, sampling methods and statistical analysis.

2. The comparison of parameter estimation between of 2011 and 2012 academic year and invariant model found the moderate biased parameter estimates for sample size 400 (5%-10%) and found to be low biased (1%-5%) parameter estimates for sample size 1340. These three methods of parameter estimates became closer to parameters when sample size increased (n = 1340). While cluster random sampling analyzed on complex data analysis and cluster random sampling analyzed on simple random analysis found high relative bias (more than 10%) for smaller sample size (n = 400) and moderate bias (5%-10%) for larger sample size (n = 1340). In addition, the parameter estimation at 95% confident level of parameter estimates of these method were congruence some parameters at smaller sample and became closer to parameters when the sample increased (n = 1,340)

3. All five conditions of relative standard error bias were at moderate level (5%-10%) for smaller sample size (400) and it was in low level (1%-5%) with larger sample size (n = 1,340).

4. The comparison of variance between stratified random sampling based on complex data analysis and based on simple random analysis and simple random found design factor be increased to 1.While comparison of variance between cluster random sampling based on complex data analysis and simple random analysis found be more than 1 and the rest were less than 1.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ซ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... น

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

คำถามของการวิจัย..... 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

สมมติฐานของการวิจัย..... 5

ขอบเขตของการวิจัย..... 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 7

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 7

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 10

สถิติอนุมานในการสำรวจ..... 11

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 12

การสุ่มตัวอย่าง..... 14

การกำหนดขนาดตัวอย่าง..... 17

การสุ่มแบบซับซ้อน..... 24

รูปแบบการสุ่มแบบซับซ้อน..... 28

การนำการสุ่มแบบซับซ้อนไปใช้ในการวิเคราะห์..... 36

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน..... 39

ความไม่แปรเปลี่ยนของการวัด..... 41

ประสิทธิภาพของพารามิเตอร์..... 48

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 49

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	55
	ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	55
	เงื่อนไขการทดลอง	58
	การกำหนดโมเดลในการวิเคราะห์	60
	ขั้นตอนการวิจัย	64
	การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	64
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	67
	สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์และแปลผล	67
	การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	69
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	326
	สรุปผลการวิจัย	326
	อภิปรายผลการวิจัย	358
	ข้อเสนอแนะ	365
บรรณานุกรม		368
ประวัติย่อของผู้วิจัย		373

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	วิธีการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง	20
2	สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ของวิธีการสุ่มอย่างง่าย	23
3	วิธีการประมาณค่า ยอดรวม ค่าเฉลี่ย และสัดส่วน ของวิธีการสุ่มอย่างง่าย	24
4	สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น	29
5	วิธีการประมาณค่า ยอดรวม ค่าเฉลี่ย และสัดส่วน ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น	30
6	สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม	33
7	วิธีการประมาณค่า ยอดรวม ค่าเฉลี่ย และสัดส่วน ของวิธีการสุ่ม แบบแบ่งกลุ่ม	34
8	จำนวนโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษา เขต 1, เขต 2, เขต 3 และ เขต 4	55
9	จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่การศึกษา เขต 1, เขต 2, เขต 3 และ เขต 4	56
10	การทดสอบการแจกแจงของคะแนนการสอบ o-net รายวิชา เมื่อแบ่งตามปีการศึกษา	57
11	เงื่อนไขการสุ่ม	59
12	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ปีการศึกษา 2554-2555	60
13	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และความคลาดเคลื่อนจากการวัด ในรูปคะแนนมาตรฐานของโมเดลพารามิเตอร์ (N = 37,386)	62
14	ความแตกต่างระหว่างค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และความคลาดเคลื่อนจากการวัดในรูปคะแนนมาตรฐานของโมเดลพารามิเตอร์	63
15	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555	70
16	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554 และ 2555	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

17 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554 และ 2555..... 74

18 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554 และ 2555..... 76

19 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554 และ 2555. 78

20 จำนวนค่าที่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ความเชื่อมั่น 95%..... 80

21 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555 81

22 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554 และ 2555..... 83

23 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554 และ 2555..... 85

24 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554 และ 2555..... 87

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

25 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนปีการศึกษา 2554 และ 2555 89

26 จำนวนค่าองค์ประกอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 108

27 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555 109

28 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554 และ 2555 110

29 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554 และ 2555 111

30 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554 และ 2555 112

31 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนปีการศึกษา 2554 และ 2555 113

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

32 ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ของแต่ละวิธีการสุ่ม 114

33 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555 118

34 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของ การสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554 และ 2555 119

35 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554 และ 2555 120

36 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554 และ 2555 121

37 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554 และ 2555 122

38 ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ของแต่ละวิธีการสุ่ม 123

39 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555 127

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

40 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555 128

41 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555 129

42 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555 130

43 *Deff* และ *Deft* ของแต่ละ วิธีการสุ่ม 131

44 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่างวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 133

45 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่างวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 134

46 ผลการทดสอบภาพรวมระหว่างความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่างวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 135

47 ผลการทดสอบภาพรวมระหว่างความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 136

48 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 137

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

49 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน..... 138

50 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ... 142

51 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ... 145

52 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ..... 149

53 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ..... 153

54 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ..... 156

55 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ..... 160

56 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ..... 164

57 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ..... 167

58 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 171

59 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 174

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

60 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 178

61 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 182

62 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณ พารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ..... 187

63 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณ พารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ..... 191

64 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนด ขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 194

65 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนด ขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 198

66 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 202

67 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 205

68 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS.... 210

69 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย..... 211

70 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน..... 212

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

71 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย..... 213

72 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน..... 214

73 จำนวนค่าที่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ความเชื่อมั่น 95%..... 215

74 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS..... 216

75 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย..... 217

76 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน..... 218

77 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย..... 219

78 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน..... 220

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

79 จำนวนค่าองค์ประกอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 228

80 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มแบบ SRS 229

81 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย 230

82 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน 231

83 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย 232

84 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน 233

85 ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ของแต่ละวิธีการสุ่ม 234

86 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS 236

87 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของ การสุ่มอย่างง่าย 237

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

88 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน..... 238

89 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย..... 239

90 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน..... 240

91 ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ของแต่ละวิธีการสุ่ม..... 241

92 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบ SRS..... 243

93 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ SRS..... 244

94 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบ SRS..... 245

95 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ SRS..... 246

96 *Deff* และ *Defi* ของแต่ละวิธีการสุ่ม..... 247

97 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน..... 249

98 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน..... 250

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

99 ผลการทดสอบภาพรวมระหว่างความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 251

100 ผลการทดสอบภาพรวมระหว่างความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 252

101 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 253

102 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน 254

103 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ... 257

104 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ... 261

105 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 265

106 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 268

107 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 272

108 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 276

109 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 280

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

110 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 284

111 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 287

112 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 291

113 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 294

114 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ 298

115 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 303

116 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 307

117 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 311

118 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 314

119 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 318

120 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ 321

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย (Research conceptual framework)	7
2	ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรทั่วไป ตัวอย่าง ข้อมูล และค่าสถิติ	11
3	ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรทั่วไป ประชากรตามสมมติฐาน ประชากรเฉพาะและกลุ่มตัวอย่าง	13
4	รูปแบบการสุ่มแบบแบ่งชั้น	29
5	รูปแบบการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม	32
6	โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA model)	40
7	โมเดลพารามิเตอร์ 1 ค่าพารามิเตอร์ของปีการศึกษา 2554	62
8	โมเดลพารามิเตอร์ 1 ค่าพารามิเตอร์ของปีการศึกษา 2555	63
9	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ ϕ	91
10	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A1}	92
11	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A2}	93
12	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A3}	94
13	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A4}	95
14	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A5}	96
15	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A6}	97
16	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A7}	98
17	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A8}	99
18	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A1}	100
19	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A2}	101
20	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A3}	102
21	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A4}	103
22	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A5}	104
23	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A6}	105
24	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณเพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A7}	106
25	ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A8}	107

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

26 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ 140
27 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ 140
28 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 141
29 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ 145
30 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ 149
31 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ 152
32 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ 156
33 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ 159
34 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ 163
35 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 166
36 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 170
37 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 174
38 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 178
39 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 182

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

40 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่..... 186

41 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่..... 190

42 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่..... 194

43 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่..... 198

44 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่..... 201

45 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่..... 205

46 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่..... 209

47 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A1}..... 222

48 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A2}..... 222

49 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A3}..... 223

50 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A4}..... 223

51 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A5}..... 223

52 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A6}..... 224

53 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A7}..... 224

54 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A8}..... 224

55 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A1}..... 225

56 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A2}..... 225

57 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A3}..... 225

58 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A4}..... 226

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

59 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A5}..... 226

60 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A6}..... 226

61 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A7}..... 227

62 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A8}..... 227

63 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์..... 256

64 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์..... 256

65 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน..... 256

66 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่..... 260

67 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่..... 264

68 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่..... 268

69 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่..... 271

70 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่..... 275

71 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่..... 280

72 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่..... 283

73 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่..... 286

74 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่..... 290

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

75 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 294

76 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 298

77 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 302

78 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่ 306

79 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่ 310

80 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่ 314

81 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่ 317

82 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่ 321

83 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่ 325

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและปัญหา

การสุ่มตัวอย่างเป็นกระบวนการสำคัญของการวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการนำไปศึกษาแต่ไม่สามารถเก็บจากประชากรทั้งหมดได้อันเนื่องมาจากงบประมาณและเวลาในการเก็บข้อมูลอันจำกัด จุดมุ่งหมายที่ผู้วิจัยทำการสุ่มตัวอย่างโดยส่วนใหญ่มุ่งหวังให้ผลการวิจัยออกมาถูกต้องและแม่นยำสามารถอ้างอิงผลการวิจัยต่าง ๆ ไปยังประชากรทั้งหมดที่ตนศึกษาได้ ดังนั้น เพื่อให้ผลการวิจัยได้ผลลัพท์ที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรการออกแบบการสุ่มตัวอย่างจึงต้องทำการออกแบบด้วยความรอบคอบและรัดกุมเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่สามารถเป็นตัวแทนของประชากร โดยปัจจัยสำคัญที่จะทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความเป็นตัวแทนที่ดี (Truly representativeness) คือ ให้กลุ่มตัวอย่างมีลักษณะเป็นตัวอย่างสุ่ม (Random sample) หมายถึง เป็นตัวอย่างที่ได้มาอย่างสุ่มบนพื้นฐานของความน่าจะเป็น (Probability sampling) เพื่อลดความเอนเอียงจากการเลือกหน่วยตัวอย่าง (Selection bias) (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554, หน้า 8) โดยกระบวนการเลือกกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้สถิติวิเคราะห์และการเลือกใช้สถิติทดสอบ (Test statistics) 2) การกำหนดลักษณะประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 3) การกำหนดระดับนัยสำคัญ (Significance level) และอำนาจการทดสอบ (Power of test) 4) การกำหนดขนาดตัวอย่าง 5) ออกแบบการเลือกตัวอย่าง (Sampling design) และ 6) การดำเนินการเลือกตัวอย่างตามที่ออกแบบ (Cochran, 1977, p. 245) แต่อย่างไรก็ตามก่อนที่ผู้วิจัยจะทำการออกแบบการสุ่ม (Sampling design) สิ่งที่ผู้วิจัยควรพิจารณาเป็นอันดับแรกก่อนทำการสุ่มตัวอย่าง คือ ธรรมชาติของประชากร (Population) ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการออกแบบการสุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยควรพิจารณาลักษณะประชากรที่ผู้วิจัยกำลังทำการศึกษาอยู่นั้น มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) หรือเป็นลักษณะวิวิธพันธ์ (Heterogeneity) (องอาจ นัยพัฒน์, 2548, หน้า 103) คำว่า มีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) หมายความว่า ทุกหน่วยภายใต้ประชากรมีลักษณะคล้ายคลึงกันหมดไม่ว่าจะหยิบหน่วยใดหรือบริเวณใดก็สามารถที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้ โดยการวิเคราะห์เชิงสำรวจ (Survey analysis) ลักษณะเช่นนี้ผลการวิเคราะห์จะถูกต้องเที่ยงตรงเมื่อใช้เทคนิคการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) หรือให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความน่าจะเป็นที่เท่ากันหมดทุกหน่วย (Eun Sul Lee, 2006, p. 1) แต่ในทางปฏิบัติธรรมชาติของประชากรที่ศึกษาและกระบวนการสุ่มตัวอย่างโดยทั่วไปจะมีความซับซ้อน (Complex)

มากกว่าการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) หรือเรียกว่า Complex survey data หน่วยตัวอย่างบางหน่วยอาจมีความน่าจะเป็นในการถูกเลือกมากกว่าตัวอื่น ๆ หรืออาจจะมีลักษณะรวมเป็นกลุ่ม ๆ มากกว่าที่จะอยู่แยกกันอย่างอิสระโดยทั่วไปลักษณะของประชากรส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบ่งเป็นชั้นหรือแบ่งกลุ่มตามลักษณะตัวแปรที่เราสนใจ ซึ่งผู้วิจัยควรตระหนักถึงจุดนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างจำนวนผู้ตอบในแต่ละประเภทของตัวแปร ตัวอย่างเช่น การสำรวจประชากรในประเทศสหรัฐอเมริกาจะพบว่าลักษณะประชากรจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มชนพื้นเมืองและกลุ่มในเมืองหรือในกรณีการสุ่มนักเรียนจากโรงเรียนต่าง ๆ ที่มีลักษณะแบบแบ่งกลุ่มจะสามารถทำการสุ่มตัวอย่างโดยสุ่มโรงเรียนขึ้นมาก่อนในขั้นต้นจากนั้นจึงทำการสุ่มนักเรียนออกมาจากโรงเรียนในกรณีนี้โรงเรียนจะเป็นหน่วยการสุ่มเริ่มต้น เป็นต้น (Rafferty, 2011, p. 1) และจากลักษณะความซับซ้อนของประชากรเหล่านี้เทคนิคการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) จึงไม่ใช่วิธีการที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่าง

ด้วยเหตุนี้ ความสอดคล้องในกระบวนการสุ่มจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งความสอดคล้องของกระบวนการนั้น เริ่มตั้งแต่การเลือกวิธีการสุ่มที่สอดคล้องกับลักษณะประชากรการกำหนดขนาดตัวอย่างที่เพียงพอและเหมาะสมสำหรับการวิจัยการเลือกใช้แบบแผนการสุ่มที่เหมาะสมและการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ดังคำกล่าวของ สุชาดา กีรนันท์ (2538) ที่กล่าวไว้ว่า เนื่องด้วยลักษณะประชากรที่มีขนาดใหญ่การวางแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจัดเป็นกระบวนการที่สำคัญอีกกระบวนการหนึ่งเพื่อให้ได้ตัวแทนของประชากรที่จะใช้ในการศึกษา (Truly representativeness) โดยหลักการแล้วในการสุ่มตัวอย่างนักวิจัยจะมุ่งเน้นไปที่การประมาณค่าของประชากรวิจัยที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการออกแบบการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมแต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าในทางปฏิบัตินักวิจัยจะใช้การสุ่มตัวอย่างในการวิจัย แต่มีเพียงบางคนเท่านั้นที่สามารถอธิบายเหตุผลสำคัญที่รองรับการสุ่มตัวอย่างได้อย่างถูกต้องในความเป็นจริงนักวิจัยต้องพิจารณาถึงหลักการและเหตุผลของการสุ่มตัวอย่างที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในการวิจัยให้รอบคอบก่อนที่จะออกแบบการสุ่มตัวอย่างและกำหนดขั้นตอนของการวิจัยอื่น ๆ ต่อไป (สุชาดา กีรนันทน์, 2538, หน้า 2; อนันต์ ศรีโสภา, 2524 อ้างอิงใน พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว, 2545, หน้า 137) ซึ่งความสอดคล้องในด้านของการคำนวณขนาดตัวอย่าง ผู้วิจัยควรพิจารณาลักษณะต่าง ๆ ของประชากรและนำลักษณะเหล่านั้นมาใช้ในการคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม ได้แก่ ก) ระดับนัยสำคัญ (α) และอำนาจการทดสอบ ($1-\beta$) ข) ระดับความถูกต้องในการทดสอบหรือความแตกต่างระหว่างค่าสถิติกับพารามิเตอร์ที่ต้องการทดสอบ ($X\mathbf{i} - \mu$) และ ค) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรจากประชากร (σ) ดังนั้นโดยหลักการ การกำหนด/ การประมาณค่าขนาดตัวอย่าง ต้องใช้สูตรซึ่งแตกต่างกันตามประเภทของ

สถิติทดสอบ จากนั้นจึงกำหนดค่าอื่น ๆ ได้แก่ α, (1-β), $X_i - \mu$, σ เพื่อแทนค่าลงในสูตรให้เหลือตัวไม่ทราบค่า คือ n เพียงตัวเดียวเพื่อแก้สมการหาค่าขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม (พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว, 2545, หน้า 46) หลังจากได้ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมกระบวนการที่สำคัญต่อมา คือ การเลือกแบบแผนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling plan) โดยควรพิจารณาจากลักษณะธรรมชาติของประชากรและเลือกใช้วิธีการเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมซึ่งผลจากการละเลยความสำคัญในจุดนี้อาจส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณค่าขึ้นได้ ดังคำกล่าวของ Lumley (2004) ที่ได้มีการอธิบายเกี่ยวกับการนำรูปแบบการสุ่มไปใช้ในทางที่ไม่เหมาะสมไว้ โดยกล่าวว่าหากทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sample) กับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะแบ่งชั้น (Stratified sample) จะส่งผลให้เกิดการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) เกินไปกว่าความเป็นจริงหรือวิเคราะห์โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายกับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะแบบแบ่งกลุ่ม (Clustering sample) จะส่งผลให้ประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าความเป็นจริง (Lumley, 2004, p. 1) และกระบวนการสุดท้ายต่อจากแผนการสุ่ม คือ วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับกระบวนการนี้ผู้วิจัยโดยส่วนใหญ่ยังไม่เห็นถึงความสำคัญมากนัก แต่จากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า ในการสุ่มตัวอย่างเพื่อให้เกิดการประมาณค่าที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับประชากรที่เราศึกษาหากผู้วิจัยทำการสุ่มโดยใช้เทคนิคการสุ่มรูปแบบใดการวิเคราะห์ทางสถิติควรจะคำนวณโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสุ่มรูปแบบนั้นไม่ว่าจะเป็นการคำนวณ ผลรวม ค่าเฉลี่ย สัดส่วน หรือ อัตราส่วน หากผู้วิจัยใช้คำสั่งมาตรฐานของโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติต่าง ๆ โดยไม่มีการใช้รูปแบบของการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey sampling) ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่าง ๆ เหล่านี้โปรแกรมจะทำการคำนวณออกมาอยู่บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ซึ่งในกระบวนการทางสถิติหลายกระบวนการจะตั้งสมมุติฐานไว้ว่าแต่ละหน่วยเป็นอิสระต่อกันและมีการแจกแจงเหมือนกันแต่มีการสุ่มหลาย ๆ รูปแบบที่ไม่ได้อยู่ในกรณีดังกล่าว เช่น การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified) แบ่งกลุ่ม (Cluster) หรือ การสุ่มแบบความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน (Unequal probability) ส่งผลทำให้เกิดการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ที่คลาดเคลื่อนและนำไปสู่การทดสอบนัยสำคัญที่ผิดพลาด (Rafferty, 2011, p. 6) แต่อย่างไรก็ตามยังมีผู้วิจัยและบทความด้านการวิจัยจำนวนมากที่ไม่ตระหนักถึงความสำคัญในจุดนี้และไม่ได้ใช้รูปแบบการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey sampling) เข้าไปประยุกต์กับการวิจัยถึงแม้ว่าผลงานวิจัยนั้นเป็นถึงงานวิจัยที่ถูกตีพิมพ์ในวารสารที่ได้รับการยอมรับในระดับสูงแล้วก็ตาม (Johnson & Elliott, 1998, p. 1)

ความสอดคล้องกันของกระบวนการสุ่มตัวอย่างนอกจากจะมีผลต่อการประมาณค่าผลรวม ค่าเฉลี่ย สัดส่วน แล้ว ยังส่งผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้อีกด้วย โดยเฉพาะ

การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงของคะแนนข้ามกลุ่ม (Cross-groups) ข้ามวัฒนธรรม (Cross-cultures) หรือข้ามประเทศ (Cross-Nation) ของโมเดลการวัดต่าง ๆ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่นำมาประยุกต์ในหลาย ๆ ด้านทั้งด้านการวิจัยทางจิตวิทยาและการศึกษาโดยหลักฐานสำคัญของความเที่ยงตรงในการเปรียบเทียบตัวแปรแฝงข้ามกลุ่มประเทศ (Cross-country) คือ Construct comparability ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทดสอบคะแนนข้ามประเทศ (หรือวัฒนธรรม) ทำการวัดโดยใช้ตัวแปรหรือภาวะสันนิษฐานที่สนใจเหมือนกันเพียงเพื่อให้ความแตกต่างระหว่างคะแนนข้ามประเทศนั้นเป็นตัวแทนที่ดี (True representation) และในการวิเคราะห์ตัวแปรหรือภาวะสันนิษฐานที่แตกต่างนั้นได้มีหลากหลายเทคนิคทางสถิติที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการทดสอบความเท่าเทียมกันของการวัดซึ่ง Multiple-group confirmatory factor analysis (MG CFA) (Joreskog, 1971) หรือ การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของการวัด ซึ่งจัดเป็นเทคนิคที่นิยมอย่างมากเทคนิคหนึ่งในการทดสอบความเท่าเทียมกันของการวัด (Rensvold & Cheung, 1998; Steenkamp, 1998) โดยเป็นกระบวนที่ขยายมาจาก CFA ซึ่งโมเดลจะมีรูปแบบ คือ คะแนนที่สังเกตได้ (Observed score) จะเป็นสิ่งที่ตัดสินและบ่งชี้ถึงคะแนนที่สังเกตไม่ได้ (Unobserved score) หรือ ตัวแปรแฝง (Latent variable) แต่ตัวบ่งชี้เหล่านี้ ยังไม่สมบูรณ์ (Imperfect) โดยยังมีผลกระทบที่เกิดจาก ความคลาดเคลื่อนในการวัด (Measurement error) รวมอยู่ สำหรับการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลนั้นจะต้องบังคับให้ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าของโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรที่ทำการทดสอบมีค่าเท่ากันเป็นลำดับขั้น แล้วจึงพิจารณาค่า Chi-square ที่เพิ่มขึ้นจากโมเดลตั้งต้น (Initial model) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ค่า Chi-square ที่เพิ่มขึ้นนั้นต้องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลนั้นมีทั้งการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลแบบเต็มรูป (Full invariance) และการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลบางส่วน (Partial invariance) (Hair & Other, 2005, p. 761-762)

ด้วยความสำคัญของความสอดคล้องกันในออกแบบกระบวนการสุ่มตั้งแต่การกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่ม จนถึงวิธีการวิเคราะห์ ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ ของการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบซับซ้อน (Complex survey sampling) โดยโมเดลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับแรก (First-order confirmatory factor analysis) และข้อมูลที่นำมาใช้เป็นประชากรเทียม คือ คะแนนการสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและเลือกใช้การสุ่มตัวอย่างที่ถูกต้องเหมาะสมสำหรับผู้ที่จะทำวิจัยต่อไปในอนาคต

คำถามการวิจัย

1. ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่างวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกันจะมีผลต่อความถูกต้อง (Accuracy) และความแม่นยำ (Precision) ของค่าประมาณพารามิเตอร์หรือไม่มากน้อยเพียงใด

2. ความไม่สอดคล้องในเงื่อนไขใดที่ส่งผลให้ค่าประมาณพารามิเตอร์มีความถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด และน้อยที่สุดตามลำดับ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของความสอดคล้องและความไม่สอดคล้องกันในการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อ ความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ของโมเดล

2. เพื่อเปรียบเทียบระดับความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

1. ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

2. ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน นั้น

- *เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่* ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

- *เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่* ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาตตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

- *เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่* ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตทางด้านประชากร

ประชากรที่ใช้เป็นกรอบการสุ่มในการวิจัยครั้งนี้ คือ จำนวนคะแนนดิบ (Raw data) ที่ได้จากการจัดสอบ 8 รายวิชา ในปีการศึกษา 2554-2555 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัด A จำนวน 4 เขต จำนวน 503 โรงเรียน รวมจำนวนประชากรทั้งสิ้น 37,386 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ คือ เงื่อนไขของความสอดคล้องของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน รวมจำนวน 10 เงื่อนไขและทำการสุ่มตัวอย่างมาทดสอบเงื่อนไขละ 200 ครั้ง

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variable) มี 3 ตัว คือ การกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน

2.1.1 วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง

- การเปิดตาราง Yamane
- คำนวณโดยใช้สูตรของ Cochran

2.1.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี คือ

- การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)
- การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Clustering sampling)
- การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling)

2.1.3 วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ 2 แนวทาง คือ

- แนวทางการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)
- แนวทางการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey data)

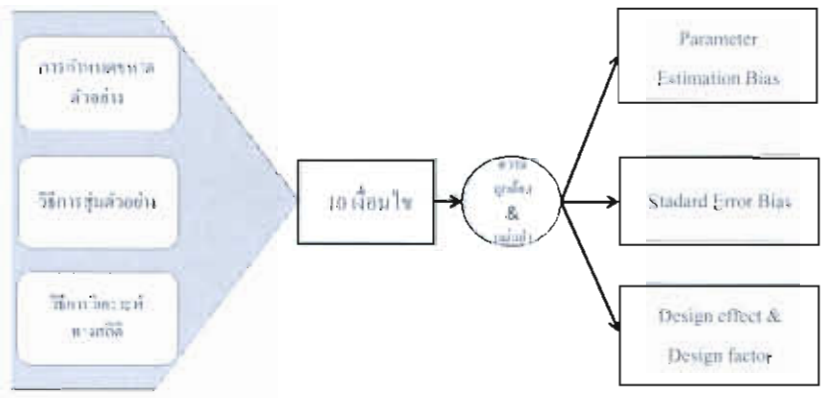
2.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ประกอบไปด้วยผลการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

2.2.1 ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimation bias)

2.2.2 ค่าความเอนเอียงของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error bias)

2.2.3 ค่า Design effect และ Design factor (*Deff* and *Defi*)

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย (Research conceptual framework)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความไม่สอดคล้องกันในการออกแบบการสุ่มตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติที่มีต่อความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ สำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบการวิจัยให้มีความสอดคล้องกันอย่างเหมาะสมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณพารามิเตอร์

2. ทำให้ทราบถึงระดับความถูกต้องและความแม่นยำของความค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันในแต่ละเงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับเป็นทางเลือกของการออกแบบการวิจัยให้มีความเป็นไปได้ที่เหมาะสมที่สุดในเชิงปฏิบัติอย่างมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในเชิงทฤษฎี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความเป็นเอกพันธ์ของประชากร (Homogeneous) หมายถึง ประชากรในทุก ๆ หน่วยมีคุณลักษณะโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน

2. ความเป็นวิวิธพันธ์ของประชากร (Heterogeneous) หมายถึง ประชากรในแต่ละหน่วยมีคุณลักษณะและโครงสร้างที่แตกต่างกัน

3. การออกแบบการสุ่มตัวอย่าง (Sampling design) หมายถึง การออกแบบเพื่อให้ได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง โดยจะประกอบไปด้วยขนาดตัวอย่าง (Sample size) แผนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling plan) และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation process)

4. ความสอดคล้องของกระบวนการสุ่ม หมายถึง มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องจากวิธีหนึ่งสู่อีกวิธีหนึ่งระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

5. ขนาดตัวอย่าง (Sample size) หมายถึง จำนวนหน่วยของประชากรที่ถูกเลือกขึ้นมาให้เป็นตัวแทนของประชากรที่ศึกษา

6. เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง (Sampling techniques) หมายถึง กระบวนการเลือกตัวอย่างจากประชากรเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของประชากรในการให้ข้อมูล

- การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) หมายถึง การสุ่มโดยอาศัยว่าตัวแปรทุกหน่วยของประชากร มีความน่าจะเป็นในการถูกเลือกเท่ากันหมดทุกหน่วย

- การสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey sampling) หมายถึง การสุ่มที่ตัวแปรทุกหน่วยมีความน่าจะเป็นในการถูกเลือกไม่เท่ากัน มีหลายรูปแบบ ประกอบด้วย

1) การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling)

2) การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

7. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวิเคราะห์ (Standard error) หมายถึง จำนวนความแตกต่างระหว่างค่าสถิติและค่าพารามิเตอร์ ซึ่งเกิดจากข้อเท็จจริงที่ว่าเราสามารถวัดค่าจากตัวอย่างงานวิจัยได้เท่านั้น แต่ไม่สามารถวัดค่าของประชากรวิจัยได้

8. ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates relative bias) ความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias: *RB*) หรือ ค่าร้อยละของความเอนเอียง (Percentage bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ คือ ค่าร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างและค่าจริงของพารามิเตอร์จากโมเดลประชากรเป็นตัวแปรที่ใช้ในการบ่งบอกถึงความถูกต้อง (Accuracy) ของค่าประมาณพารามิเตอร์

9. ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias) หมายถึง การหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่างและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากโมเดลประชากร เป็นตัวแปรที่ใช้ในการแบ่งบอกถึงความแม่นยำ (Precision) ของค่าประมาณพารามิเตอร์

10. ค่า Design effect หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนในการประมาณค่า

ของการสุ่มแบบซับซ้อน ต่ออัตราส่วนของความแปรปรวนในการประมาณค่าของการสุ่มอย่างง่าย ในขนาดตัวอย่างที่เท่ากัน

11. ค่า Design factor หมายถึง รากที่สองของ Design effect โดยการสุ่มอย่างง่าย ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% จะอยู่ในช่วง +- 1.96 ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับรูปแบบของการสุ่มแบบซับซ้อนนั้น จำเป็นต้องคูณด้วย *Defi* เพื่อใช้ในการอธิบายถึงผลกระทบของค่าความผิดพลาดในการสุ่มของการสุ่มแบบซับซ้อน

12. ความไม่แปรเปลี่ยนของการโมเดล (Invariance measurement model) หมายถึง เทคนิคทางสถิติที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการทดสอบความเท่าเทียมกันของการวัด เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของการวัดการทดสอบคะแนนข้ามกลุ่มประชากร

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา ผู้ศึกษาได้นำทฤษฎี แนวคิด ตลอดจนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมาศึกษา เพื่อประโยชน์ในการประมวลแนวคิดและกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ โดยแบ่งหัวข้อตามลำดับต่อไปนี้

1. สถิติอนุมานในการสำรวจ
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสุ่มตัวอย่าง
4.การกำหนดขนาดตัวอย่าง
5. การสุ่มแบบซับซ้อน (Complex sampling)
    5.1 การสุ่มอย่างง่าย (Simple random)
    5.2 ความซับซ้อนในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจ
6. รูปแบบการสุ่มแบบซับซ้อน
    6.1 การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified sampling)
    6.2 การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling)
    6.3 การสุ่มแบบหลายชั้น (Multi-stage sampling)
    6.4 การสุ่มแบบความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน (Unequal selection probabilities)
7. การนำการสุ่มแบบซับซ้อนไปใช้ในการวิเคราะห์
    7.1 การปรับแก้โดยใช้ design effect
    7.2 Design-base
    7.3 Model-base
    7.4 เปรียบเทียบกระบวนการทั้ง 2 แบบ
    7.5 การละเลยการสุ่มแบบซับซ้อน
8. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน
9. ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

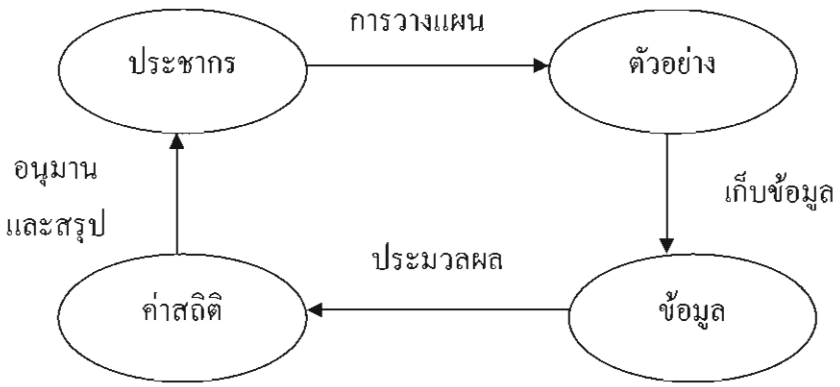
สถิติอนุมานในการสำรวจ (ประชุม สุวัตถี, 2527, หน้า 1)

สถิติ หมายถึง กระบวนการการจัดระเบียบและการประมวลผลข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยทำการจำแนกกระบวนการทางสถิติเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ สถิติพรรณนา (Descriptive statistics) และสถิติอนุมาน (Inferential statistics)

1. สถิติบรรยาย หมายถึง กระบวนการทางสถิติที่ใช้ในการบรรยายลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่กำลังศึกษา โดยประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างค่าสถิติและนำเสนอข้อมูลในรูปของกราฟ ตาราง แผนภาพ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ไม่สามารถอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรได้

2. สถิติอนุมาน หมายถึง กระบวนการทางสถิติที่ใช้ในการทำนายและนำผลที่ได้อ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรทั้งหมด เรียกว่า การอนุมานเชิงสถิติ (Statistical inference) ซึ่งประกอบไปด้วย การประมาณ (Estimation) และการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing) โดยสถิติลักษณะนี้ใช้ในการสรุปลักษณะโดยรวมของประชากรสามารถสรุปได้จากส่วนใหญ่ไปหาส่วนย่อย เรียกว่า การอนุมานแบบนิรนัย (Deductive inference) หรือส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ เรียกว่า การอนุมานแบบอุปนัย (Inductive inference)

การวิเคราะห์เชิงสถิติ อาศัยข้อมูล (Data) หรือ ค่าของตัวแปรเป็นวัตถุดิบสำคัญการเก็บรวบรวมข้อมูลไม่ว่าจะโดยทำการสำรวจ (Survey) หรือการทดลอง (Experiment) เป็นสิ่งสำคัญ สถิติศาสตร์จึงมีระเบียบวิธีในการสำรวจอย่างมีแบบแผนเพื่อให้ได้ตัวแทนของประชากรที่เรียกว่าตัวอย่างสุ่ม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างและนำไปสร้างสารสนเทศหรือค่าสถิติและทำการอนุมานสรุปผลเกี่ยวกับประชากรที่เราสนใจ ขั้นตอนสำคัญในการดำเนินการทางสถิติ ได้แก่ การกำหนดประชากร วางแผนเกี่ยวกับตัวอย่าง เก็บรวบรวมข้อมูล ประมวลผลเพื่อสร้างค่าสถิติ รวมทั้งอนุมานและสรุปผลเกี่ยวกับประชากร



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรทั่วไป ตัวอย่าง ข้อมูล และค่าสถิติ

สถิติพาราเมตริกแบ่งตามระเบียบวิธีการได้ 2 แบบ คือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter estimation) และการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ (Hypothesis testing) เมื่อแบ่งตามลักษณะคำถามวิจัยได้เป็น 2 แบบ คือ สถิติวิเคราะห์สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบ และสถิติวิเคราะห์สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์แต่ละแบบยังแบ่งตามระดับการวัดตัวแปรและลักษณะของตัวอย่างอีกหลายแบบ และแบ่งตามข้อกำหนดเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ได้เป็น 2 แบบ คือ สถิติพาราเมตริก (Parametric statistics) ที่มีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะประชากรและสถิตินันพารามิเตอร์ (Non-Parameter statistics) ที่มีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับประชากรน้อย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ความหมายของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร หมายถึง จำนวนทั้งหมดของหน่วยซึ่งมีคุณสมบัติบางอย่างที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาและมีปรากฏอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ (Sedlack & Stanley, 1992, p. 104)

ประชากร หมายถึง จำนวนหน่วยทั้งหมดที่ต้องการศึกษาข้อมูล ซึ่งต้องกำหนดให้ชัดเจนในการศึกษา (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554, หน้า 6)

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง สมาชิกกลุ่มย่อย ๆ ของประชากรที่ต้องการศึกษาที่นำมาเป็นตัวแทนเพื่อศึกษาคุณลักษณะของประชากรแล้วนำผลจากการศึกษาคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง (Statistic) ไปใช้อ้างอิงคุณลักษณะของประชากรได้ (Parameter) (ปาริชาต สถาปิตานนท์, 2546, หน้า 130)

กลุ่มตัวอย่าง เป็นกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของประชากรที่ศึกษา เพื่อนำข้อสรุปไปอ้างอิงสู่ประชากรทั้งหมด โดยที่กลุ่มตัวอย่างจะมีคุณลักษณะหรือสะท้อนภาพของประชากรทั้งหมดได้ (บุญธรรม จิตอนันต์, 2540, หน้า 64)

จากทั้งหมด สรุปได้ว่า ประชากร หมายถึง จำนวนหน่วยทั้งหมดที่มีคุณสมบัติที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง หมายถึง กลุ่มย่อยที่เป็นส่วนหนึ่งของประชากรที่เราศึกษา โดยต้องเป็นตัวแทนที่ดีเพื่อสรุปผลอ้างอิงไปยังประชากรได้

2. ประเภทของประชากร

2.1 จำแนกตามขอบเขตของประชากร มีดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544, หน้า 118)

2.1.1 ประชากรแบบจำกัด (Finite population) หมายถึง ทุก ๆ หน่วยของสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา โดยสามารถระบุขอบเขตหรือนับจำนวนทั้งหมดได้อย่างครบถ้วน

2.2.2 ประชากรแบบไม่จำกัด (Infinite population) หมายถึง ทุก ๆ หน่วยของสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาแต่ไม่สามารถที่จะระบุขอบเขตหรือจำนวนได้อย่างครบถ้วน

2.2 จำแนกตามลักษณะของประชากร มีดังนี้

2.2.1 มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) หมายถึง ประชากรในทุก ๆ หน่วย มีคุณลักษณะโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน

2.2.2 มีลักษณะเป็นวิวิธพันธ์ (Heterogeneity) หมายถึง ประชากรในแต่ละหน่วย มีคุณลักษณะและโครงสร้างที่แตกต่างกัน

3. ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างและประชากร

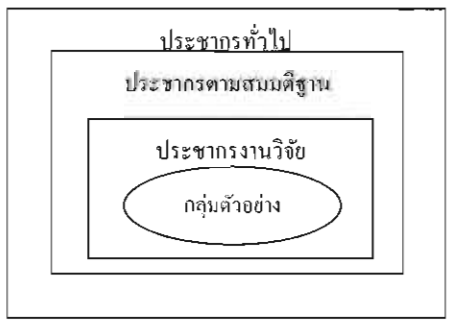
นงลักษณ์ วิรัชชัย (2543, หน้า 127-128) ได้นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างและประชากร ดังนี้

ประชากรทั่วไป (General or real populations) หมายถึง ประชากรทั้งหมดที่มีขนาดใหญ่จำนวนสมาชิกมีมากจนกระทั่งนับไม่ได้

ประชากรตามสมมติฐาน (Hypothesis populations) หมายถึง กลุ่มย่อยของประชากรทั่วไปที่จำกัดขอบเขตตามแนวคิดทฤษฎีที่นำมากำหนดเป็นสมมติฐานหรือตามความสนใจของผู้วิจัย

ประชากรเฉพาะการวิจัย (Incumbent populations) หมายถึง กลุ่มประชากรขนาดเล็กที่เป็นส่วนหนึ่งของประชากรตามสมมติฐานที่เป็นประชากรในการวิจัยที่ได้มาเนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับกำลังคนและทรัพยากรที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง กลุ่มย่อยของประชากรเฉพาะการวิจัยที่มีความเป็นตัวแทนที่ดี หรือมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับประชากรและมีปริมาณที่มากเพียงพอเพื่อประโยชน์ในการอ้างอิงข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างสู่ประชากรดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประชากรทั่วไป ประชากรตามสมมติฐานประชากรเฉพาะการวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543, หน้า 127)



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรทั่วไป ประชากรตามสมมติฐานประชากรเฉพาะการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่าง

1. ความหมายของการสุ่มตัวอย่าง

กรอบตัวอย่าง (Sampling frame) หมายถึง บัญชีรายชื่อที่แสดงหน่วยทุกหน่วยที่ประกอบกันเป็นประชากรที่ต้องการศึกษาและดำเนินการเลือกหน่วยตัวอย่างในบัญชีนี้ตามวิธีและขนาดตัวอย่างที่กำหนดไว้ (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554, หน้า 6)

การสุ่ม (Sampling) หมายถึง กระบวนการเลือก "ตัวอย่าง" จาก "ประชากร" เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของประชากรในการให้ข้อมูลและสามารถใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลอ้างอิงสู่ประชากรได้อย่างสมเหตุสมผลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงภายนอกที่สูงขึ้น (ปาริชาต สถาปิตานนท์, 2546, หน้า 131)

สรุปได้ว่าการสุ่มตัวอย่าง หมายถึง วิธีการได้มาของกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีความเป็นตัวแทนที่ดีโดยในการดาเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจะมีวิธีการสุ่มที่หลากหลายที่นำมาใช้สอดคล้องกับคุณลักษณะของประชากร

2. ประเภทของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ในการสุ่มตัวอย่าง จำแนกประเภทของการสุ่ม ดังนี้

2.1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็น (Probability sampling) เป็นการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่สมาชิกทุก ๆ หน่วยของประชากรมีโอกาสอย่างเท่าเทียมกันที่จะเป็นตัวแทนที่ดีที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยโดยข้อมูลที่รวบรวมแล้วนำมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ใช้สถิติเชิงอ้างอิงแล้วผลการวิจัยสามารถอ้างอิงไปสู่ประชากรของการวิจัยได้ (Nachmias, 1993, p. 177-185)

2.2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) เป็นการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช้หลักการของความน่าจะเป็นที่อาจจะเกิดเนื่องจากเป็นการวิจัยที่ศึกษาจากกลุ่มที่เฉพาะเจาะจงหรือมีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับประเด็นหรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ หรือเนื่องจากสถานการณ์ที่แตกต่างกันไปจึงจำเป็นต้องมีการสุ่มด้วยวิธีการนี้ในบางครั้งเรียกการสุ่มประเภทนี้ว่า "การคัดเลือก (Selection)"

3. ความสำคัญของการสุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยแบบใดแบบหนึ่ง โดยเฉพาะแบบสำรวจ นักวิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลจากทุกหน่วย แต่เก็บเพียงบางหน่วยเท่านั้น หน่วยของข้อมูลที่นำไปใช้ลักษณะนี้เรียกว่า "ตัวอย่าง" (Sample) โดยหลักการแล้ว นักวิจัยมุ่งที่จะประมาณค่าของประชากรวิจัยที่ใช้ในการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษานั้น อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในทางปฏิบัตินักวิจัยจะใช้การสุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั่วไป แต่มีเพียงบางคนเท่านั้นที่สามารถอธิบายเหตุผลสำคัญที่รองรับการสุ่มตัวอย่างได้ในความเป็นจริง นักวิจัยต้องพิจารณาถึงหลักการและเหตุผลของการสุ่มตัวอย่าง ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในการวิจัย

ให้รอบคอบก่อนที่จะออกแบบการสุ่มตัวอย่าง และกำหนดขั้นตอนของการวิจัยอื่น ๆ ต่อไป (สุชาดา กีรนันทน์, 2538, อนันต์ ศรีโสภา, 2524 อ้างอิงใน พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว, 2545, หน้า 68)

ประโยชน์ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง (Cochran, 1977, p. 3-5)

1. ช่วยลดค่าใช้จ่าย หากการสุ่มตัวอย่างมีความแม่นยำเพียงพอตัวอย่างเหล่านั้นก็สามารถที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลกับประชากรทั้งหมด

2. เพิ่มความรวดเร็ว เมื่อข้อมูลในการเก็บมีขนาดเล็กลง ความรวดเร็วในการเก็บรวบรวมจึงมีความรวดเร็วมากขึ้น

3. ครอบคลุมเนื้อหาได้มากกว่า 1 เรื่องในเวลาเดียวกัน

4. มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น โดยเนื่องจากข้อมูลที่จะทำการเก็บนั้นมีน้อย การคัดสรรพนักงาน การอบรมข้อคำถามและการฝึกพนักงานเก็บข้อมูล จึงมีความง่ายมากยิ่งขึ้นทำให้ผู้เก็บข้อมูลเข้าใจข้อคำถามและสามารถเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การสุ่มตัวอย่าง เป็นการทำการสำรวจหรือเก็บค่าจากบางหน่วยของประชากรจึงไม่จำเป็นต้องใช้คนมากค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างน้อยและเสียเวลาในการเก็บข้อมูลประชากรค่อนข้างน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเก็บข้อมูลกับประชากรทั้งหมดแต่การสำรวจด้วยหน่วยตัวอย่างอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้หากผู้วิจัยเลือกหน่วยตัวอย่างน้อยเกินไปหรือเลือกตัวอย่างที่ไม่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร (สุรินทร์ นิยมางกูร, 2541, หน้า 3)

สิ่งที่เราต้องการได้จากการสุ่มตัวอย่าง คือ ความเป็นเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรแต่เราไม่สามารถที่จะทราบได้เลยว่าตัวอย่างเหล่านั้นเป็นตัวแทนที่ดีหรือไม่ด้วยเหตุนี้กลุ่มตัวอย่างควรมีลักษณะเป็นตัวอย่างสุ่ม (Random sample) คือ เป็นตัวอย่างที่เลือกมาอย่างสุ่ม โดยใช้ความน่าจะเป็นเพื่อลดความเอนเอียงจากการเลือกหน่วยตัวอย่าง (Selection bias)

4. ค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม

ค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง เราเรียกว่า ค่าสถิติ ซึ่งค่าดังกล่าวจะนำไปใช้ในการอ้างอิงถึงค่าพารามิเตอร์หรือค่าที่ได้จากประชากร โดยค่าความแตกต่างระหว่างค่าสถิติกับค่าพารามิเตอร์เราเรียกว่า ความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม ซึ่งเกิดจากปัจจัย 2 ประการคือ ความลำเอียงของการสุ่ม และความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม (พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว, 2545, หน้า 78)

- **ความลำเอียงของการสุ่ม** เป็นความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็นหรือเรียกอีกอย่างว่าเป็นความคลาดเคลื่อนจากระบบการสุ่ม เช่น การเลือกสำรวจหน่วยงานเพียงบางแห่งแบบเจาะจง ซึ่งลักษณะนี้จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นเนื่องจากค่าสถิติและค่าพารามิเตอร์ขององค์กรทั้งหลายนั้นอาจแตกต่างกันออกไป เราเรียกค่าที่แตกต่างกันนี้ว่า

ความลำเอียงการสุ่ม (Cochran, 1977, p. 126)

- ความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม คือ จำนวนความแตกต่างระหว่างค่าสถิติและค่าพารามิเตอร์ ซึ่งเกิดจากข้อเท็จจริงที่ว่า เราสามารถวัดค่าจากตัวอย่างงานวิจัยได้เท่านั้นแต่ไม่สามารถวัดค่าของประชากรวิจัยได้ จำนวนความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนการสุ่ม

การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มสามารถคำนวณได้จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ซึ่งนิยมกำหนดไว้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95จากสูตรต่อไปนี้ (Mcgaw & Watson, 1975 อ้างถึงใน พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว, 2545, หน้า 98)

การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนการสุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ย

$$SE = 1.96\ [SD/\ SQRT(n)]$$

การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนการสุ่มโดยใช้สัดส่วน

$$SE = 1.96\ [SQRT\ (p(1-p)/\ (n)]$$

การควบคุมความคลาดเคลื่อน มีวิธีการดังนี้ (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554, หน้า 46)

1. กรอบตัวอย่างต้องเป็นกรอบที่สมบูรณ์
2. เลือกหน่วยตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น
3. ไม่ควรให้พนักงานสนามเลือกหน่วยตัวอย่างเอง
4. ไม่ให้มีการเปลี่ยนหน่วยตัวอย่าง
5. ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด

5. กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี

การเป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มตัวอย่าง ได้มีนักวิจัยหลายคนได้นิยามไว้หลากหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

Kerlinger (1986) ได้กล่าวว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี คือ กลุ่มตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกับลักษณะของประชากรที่ได้จากการกำหนดขนาดตัวอย่างที่เพียงพอและการสุ่มตัวอย่างที่ปราศจากอคติสามารถอ้างอิงไปสู่ประชากรได้อย่างน่าเชื่อถือ (Kerlinger, 1986, p. 110-112)

นิภา ศรีไพโรจน์ (2531) ได้กล่าวว่า กลุ่มตัวอย่างที่ดีจะประกอบด้วยลักษณะต่าง ๆ ได้แก่

1) มีขนาดที่เหมาะสมเพียงพอ 2) มีลักษณะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัย 3) มีลักษณะโดยรวมคล้ายคลึงกับประชากร 4) ได้มาจากวิธีการสุ่มที่เหมาะสม (นิภา ศรีไพโรจน์, 2531, หน้า 71-72)

Neuman (1991) ได้กล่าวว่า ถ้าต้องการให้การวิจัยออกมามีความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนน้อยต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ หากประชากรมีความหลากหลายต้องใช้ประชากรที่มีขนาดใหญ่หรือการวิจัยที่มีตัวแปรหลายตัวจะต้องใช้ขนาดตัวอย่างที่มีจำนวนตัวแปรน้อยกว่า (Neuman, 199, p. 221)

จากทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกับลักษณะของประชากรได้มาจากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเพียงพอและวิธีการสุ่มที่ถูกต้องเหมาะสม

การกำหนดขนาดตัวอย่าง

ขนาดตัวอย่าง หมายถึง จำนวนหน่วยของประชากรที่ถูกเลือกขึ้นมาให้เป็นตัวแทนของประชากรที่ต้องการศึกษา โดยหน่วยที่ถูกเลือกเป็นตัวแทนเรียกว่า หน่วยตัวอย่าง (Sampling unit) (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554, หน้า 6) ซึ่งการกำหนดหรือการประมาณค่าขนาดตัวอย่าง (Sample size setting or estimation) ถือว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยกระบวนการสุ่มประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้สถิติวิเคราะห์และการเลือกใช้สถิติทดสอบ (Test statistics) 2) การกำหนดลักษณะประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 3) การกำหนดระดับนัยสำคัญ (Significance level) และอำนาจการทดสอบ (Power of test) 4) การกำหนดขนาดตัวอย่าง 5) ออกแบบการเลือกตัวอย่าง (Sampling design) และ 6) การดำเนินการเลือกตัวอย่างตามที่ออกแบบ (Kerlinger & Lee, 2000, p. 35) และนอกจากนี้ ขนาดตัวอย่าง (n) มีความสัมพันธ์กับ 1) ระดับนัยสำคัญ (α) และอำนาจการทดสอบ ($1-\beta$) 2) ระดับความถูกต้องในการทดสอบหรือความแตกต่างระหว่างค่าสถิติกับพารามิเตอร์ที่ต้องการทดสอบ ($x_i-\mu$) และ 3) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรจากประชากร (σ) (Gall, brog and Gall, 1996, p. 206-207) ดังนั้นโดยหลักการ การกำหนดการประมาณค่าขนาดตัวอย่าง ต้องใช้สูตรซึ่งแตกต่างกันตามประเภทของสถิติทดสอบ จากนั้นจึงกำหนดค่าอื่น ๆ ได้แก่ α, $(1-\beta)$, $X_i-\mu$, σ เพื่อแทนค่าลงในสูตร เพื่อแก้สมการหาค่าขนาดตัวอย่าง (n) ที่เหมาะสมได้ โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณขนาดตัวอย่างมีด้วยกันหลากหลายสูตรจากนักสถิติหลายท่าน เช่น Yamane; Cochran; Krejcie & Morgan; ศิริชัย กาญจนวาสี; Smith และ Cohen ได้ มีทั้งสูตรที่ง่ายและซับซ้อนและพัฒนาเป็นตารางสำเร็จ แยกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว, 2545, หน้า 46)

การคำนวณขนาดตัวอย่าง มีวิธีการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1. การใช้สูตรเมื่อทราบจำนวนประชากร (Cochran, 1997, p. 76)

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{NE^2 + z^2\sigma^2}$$

n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดประชากร

E = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

σ^2 = ความแปรปรวนของประชากร

Z = ค่า z จากตาราง ที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด

สูตรของ Cochran ข้างต้น สามารถใช้กับจำนวนค่าเท่าใดก็ได้ไม่จำกัดจำนวนไม่จำเป็นต้องมีแค่ 2 ค่า แต่จะต้องเป็นมาตรวัดแบบช่วง (Interval scale) และเป็นมาตรวัดแบบสัดส่วน (Ratio scale) ที่มาของสูตรนี้มาจาก Central limit theorem และ Normal distribution โดยจากการสุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว หากขนาดตัวอย่างมีค่ามากกว่า 30 หน่วยขึ้นไป ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างไม่ควรอยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยของประชากร เกินกว่าค่า $z = \pm 1.96$ คูณด้วยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเฉลี่ย (σ_x) ด้วยระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น หากระบุ Z_α สัมพันธ์กับระดับความเชื่อมั่น (1- α) จะได้

$$\mu - z_\alpha\sigma_x \leq x \leq \mu + z_\alpha\sigma_x$$

แทน $\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$$\mu - z_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq x \leq \mu + z_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$-z_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq x - \mu \leq +z_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$(x-\mu)^2 = \frac{{z_\alpha}^2\sigma^2}{n}$$

$$n = \frac{{z_\alpha}^2\sigma^2}{(x-\mu)^2}$$

และเมื่อประชากรมีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 500000 หน่วย) ความแปรปรวนจะเล็กลงด้วย โดยคำนวณจากประชากรขนาดเล็ก (Finite population correction factor: FPC) ซึ่งได้แก่ $\frac{N-n}{N-1}$ เมื่อ N คือ ขนาดของประชากรและ n คือ ขนาดตัวอย่าง ซึ่งความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่าง คือ ${\sigma_x}^2 = \frac{\sigma^2}{\sqrt{n}} \cdot \frac{N-n}{N-1}$ ค่ากำลังสองของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสุ่มตัวอย่างจะเป็น

$$(x-\mu)^2 = e^2 = \frac{{z_\alpha}^2\sigma^2}{n} \cdot \frac{N-n}{N-1}$$

$$n(N-1)e^2 = {z_\alpha}^2\sigma^2N - {z_\alpha}^2\sigma^2n$$

$$n[(N-1)e^2 + {z_\alpha}^2\sigma^2] = {z_\alpha}^2\sigma^2N$$

ดังนั้น สูตรที่ได้จะเป็น

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{NE^2 + z^2\sigma^2}$$

2. สูตร Yamane (Yamane, 1973, p. 1080)

$$n = \frac{N}{Ne^2 + 1}$$

n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า

โดยที่มาของสูตร Yamane มีที่มาจาก $e^2 = \frac{z_\alpha^2 \pi(1-\pi)}{n}$ ในกรณีของสัดส่วนเมื่อประชากรมีขนาดใหญ่ ถ้าประชากรมีขนาดเล็ก (Finite population) ค่าความแปรปรวนของสัดส่วนของตัวอย่างจะปรับด้วยตัวปรับค่าประชากรขนาดเล็ก (Finite population correction factor; FPC) สมการข้างต้นควรจะเป็น (อัจฉราวรรณ งามญาณ, 2554, หน้า 55-56)

$$n = \frac{z_\alpha^2 \pi(1-\pi)N}{e^2 + z_\alpha^2 \pi(1-\pi)}$$

โดย Yamane ใช้ FCP เท่ากับ $\frac{N-n}{N}$ แทน ซึ่งก่อนหน้านี้ Yamane ใช้ $\frac{N-n}{N-1}$ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในกรณีที่ประชากรมีขนาดใหญ่มาก สัดส่วนทั้ง 2 ไม่ต่างกัน จึงทำให้ Yamane ได้สมการนี้แทน

$$e^2 = \frac{z_\alpha^2 \pi(1-\pi)}{n} \cdot \frac{N-n}{n}$$
$$ne^2 = z_\alpha^2 \pi(1-\pi)N - z_\alpha^2 \pi(1-\pi)n$$
$$n[e^2 + z_\alpha^2 \pi(1-\pi)] = z_\alpha^2 \pi(1-\pi)N$$
$$n = \frac{z_\alpha^2 \pi(1-\pi)N}{Ne^2 + z_\alpha^2 \pi(1-\pi)}$$

และในกรณีของสัดส่วนค่า σ_p^2 จะสูงสุดเมื่อ $\pi = 5$ และ $1 - \pi = 0.5$ ซึ่งจะทำให้ค่า n สูงสุดเช่นกัน

$$n = \frac{(1.96^2)(0.5^2)N}{Ne^2 + (1.96^2)(0.5^2)}$$

และ Yamane ได้ปรับจาก 1.96 เป็น 2 แทน ทำให้ได้สมการออกมาเป็น

$$n = \frac{N}{Ne^2 + 1}$$

จากสมมติฐานข้างต้น จะพบว่า สูตรของ Yamane ตั้งอยู่บนสมมติฐาน 2 ประการ คือ

1) ค่าสัดส่วน (Proportion) เท่ากับ 0.5 ทำให้ σ_p^2 มีค่าสูงสุดที่ 0.25

2) ขนาดตัวอย่างมีค่าสูงสุด

ซึ่งสูตร Yamane จะใช้กับมาตรวัดที่มีเพียง 2 ค่าเท่านั้น แต่โดยทั่วไปผู้วิจัยมักจะวัดตัวแปรโดยใช้มาตรของ Likert แบบ 5 ตัวเลือกหรือใช้มาตรวัดที่เป็นตัวแปรแบบตัวเลือกที่มีค่ามากกว่า 2 ค่า

ในการกำหนดขนาดตัวอย่าง การทราบค่าความแปรปรวนของประชากรวิจัยย่อมช่วยให้กำหนดขนาดตัวอย่างได้ถูกต้องยิ่งขึ้น แต่ในทางปฏิบัติเรามักจะไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรวิจัย วิธีการที่น่าคำนึงถึงในการกำหนดขนาดตัวอย่างควรมีดังต่อไปนี้ (Molser & Kalton, 1971 อ้างถึงใน พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว, 2545, หน้า 67)

1. โดยการสุ่มตัวอย่าง 2 ขั้นตอน คือ ตอนแรกสุ่มตัวอย่างแบบธรรมดา ให้มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ n ก่อน แล้วนำมาคำนวณค่า S^2

2. โดยอาศัยจากผลการศึกษาเบื้องต้น (Pilot study)

3. โดยอาศัยจากการสุ่มในประชากรวิจัยประเภทเดียวกัน

4. โดยอาศัยการเดาเกี่ยวกับโครงสร้างการวิจัย ซึ่งอาจใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์เข้าช่วยในการประมาณค่า

นอกจากนี้สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่าง ยังมีอีกหลากหลายสูตร ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้กับลักษณะของข้อมูลที่หลากหลาย เช่น

ตารางที่ 1 วิธีการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	ชื่อ	สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่าง
1.	การกำหนดขนาดตัวอย่าง กรณีทราบความแปรปรวนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของประชากร (Courtney, 1991, pp. 19-20)	$n = \frac{S^2}{S_x^2} + 1$ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง S^2 = ความแปรปรวน S_x^2 = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
2.	การกำหนดขนาดตัวอย่างกรณีไม่ทราบจำนวนประชากร (เพ็ญแข แสงแก้ว, 2541, หน้า 54)	$n = \frac{z^2 PQ}{e^2}$ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง z^2 = คะแนนมาตรฐานตามระดับความเชื่อมั่น P= สัดส่วนของลักษณะประชากรที่สนใจ Q = สัดส่วนของลักษณะประชากรที่ไม่สนใจ e = ความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า

ตารางที่ 1 (ต่อ)

3.	สูตรการกำหนดขนาดตัวอย่างกรณีมี 2 กลุ่ม (Fleiss, 1981)	$n = \frac{z^2_{\alpha/2}[pq + pq]}{(p-q)^2}$
4.	สูตรการกำหนดขนาดตัวอย่างกรณีมี 2 กลุ่ม (Fleiss, 1981)	$n = \frac{z^2_{\alpha/2}[2\sigma^2]}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$
5.	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งชั้น	$n = \frac{z^2_{\alpha/2}\sum N_h^2 \frac{\pi_h(1-\pi_h)}{w_h}}{N^2 d^2}$

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง นอกจากการใช้สูตรในการคำนวณ ยังมีวิธีอื่น ๆ ในการกำหนดขนาด โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

3. การกำหนดขนาดโดยใช้ร้อยละของประชากร

เป็นการกำหนดขนาดโดยมีเกณฑ์เป็นจำนวนร้อยละของประชากรที่ต้องการศึกษา ดังต่อไปนี้

จำนวนประชากรหลักร้อย ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 25

จำนวนประชากรหลักพัน ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 10

จำนวนประชากรหลักหมื่น ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 5

จำนวนประชากรหลักแสน ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 1

4. การกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูป

เป็นการกำหนดขนาดในรูปแบบของตารางสำเร็จรูป ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสะดวกและประหยัดเวลา โดยตารางที่นิยมใช้กันจะประกอบด้วย

4.1 ตารางเครซี่ มอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970, p. 607-610)

4.2 ตาราง Yamane (Yamane, 1973)

การสุ่มแบบซับซ้อน (Complex sampling)

ในการวิเคราะห์เชิงสำรวจ (Survey analysis) มักจะถูกวิเคราะห์อยู่บนพื้นฐานที่ว่าทุกหน่วยมีความน่าจะเป็นในการถูกเลือกเท่ากันและการวิเคราะห์ลักษณะนี้จะถูกต้องเมื่อเราเลือกใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) แต่ในความเป็นจริงแล้วกลุ่มประชากรมีลักษณะซับซ้อนมากกว่าการสุ่มอย่างง่าย โดยกลุ่มตัวอย่างบางส่วนอาจจะมีโอกาสถูกเลือกมากกว่าส่วนอื่น ๆ หรืออาจจะมีลักษณะรวมเป็นกลุ่ม ๆ มากกว่าที่จะอยู่แยกกันอย่างอิสระ (Eun sul lee, 2006, p. 1)

โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะการแบ่งเป็นชั้นตามลักษณะตัวแปรที่เราสนใจเพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างจำนวนผู้ตอบในแต่ละประเภทของตัวแปร ตัวอย่างเช่น การสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริกา จะพบว่าแบ่งได้เป็น 2 ชั้น คือ กลุ่มชนพื้นเมือง และ กลุ่มในเมือง หรือมีการแบ่งออกเป็นกลุ่ม ตัวอย่าง เช่น โรงเรียนถูกสุ่มขึ้นมาก่อน จากนั้นจึงทำการสุ่มนักเรียนออกมาจากโรงเรียน ในกรณีนี้ โรงเรียนจะเป็นหน่วยการสุ่มเริ่มต้น

จากการสุ่มตัวอย่างทั้ง 2 แบบ อาจทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ของผลการวิเคราะห์มีความเปลี่ยนแปลง เพราะค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานนั้นมีผลต่อการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหากไม่มีการนำการสุ่มตัวอย่างแบบซับซ้อนเข้าไปวิเคราะห์ก็อาจให้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาดออกมาได้ โดยอาจมีการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าความเป็นจริง (Underestimate) หรือ ในบางกรณีอาจประมาณสูงกว่าความเป็นจริง (Overestimate) (Rafferty, 2011, p. 1)

การถ่วงน้ำหนัก เป็นอีกเรื่องที่พบบ่อยในการสุ่มตัวอย่างในหลาย ๆ ครั้งที่มีกลุ่มตัวอย่างมากเกิน (Over-sampling) ในกลุ่มประชากรย่อย โดยในกลุ่มมีประชากรมากพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ เช่น กลุ่ม Cuban ในอเมริกาที่มีกลุ่มประชากรมากพอที่จะสามารถวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งในกรณีนี้ หากนำไปใช้ในการวิเคราะห์จะไม่สามารถนำไปอ้างอิงถึงประชากรกลุ่มอื่น ๆ ได้ จนกว่าจะมีการนำการถ่วงน้ำหนักไปใช้ การถ่วงน้ำหนักจะช่วยในการอธิบายความน่าจะเป็นในการรวมกลุ่มตัวอย่างเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งมีความสำคัญมาก หากต้องการอ้างอิงผลไปยังกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ ในการวิจัยเชิงสำรวจเรามักจะมีประชากรที่เราสนใจและใช้ในการสร้างข้อมูลเพื่ออ้างอิงถึง ซึ่งการเก็บข้อมูลจากทุกหน่วยนั้น จะใช้ค่าใช้จ่ายเป็นอย่างสูง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจากประชากร โดยสัญลักษณ์พื้นฐานที่เราใช้เป็นตัวแทนของประชากร คือ N ส่วนกลุ่มตัวอย่างจะใช้สัญลักษณ์ n Simple fraction หมายถึง อัตราส่วนระหว่างขนาดกลุ่มตัวอย่างกับขนาดของประชากร

$$\text{Simple fraction (f)} = n/N$$

1. การสุ่มอย่างง่าย: ใส่คืน และ ไม่ใส่คืน (Simple random)

ในการวิจัยเชิงสำรวจมักจะใช้กระบวนการการสุ่มอย่างง่ายในการประมาณค่าตัวอย่าง สาเหตุที่ต้องทำการสุ่มนั้น เนื่องจากให้แน่ใจว่าตัวอย่างที่ได้มาจะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ไม่เกิดอคติจากวิธีการเลือกตัวอย่าง ในการกระบวนการสุ่มอย่างง่ายแบบใส่คืน: SRSWR หน่วยตัวอย่างจะถูกสุ่มขึ้นมาจากประชากร และทำการใส่คืน ซึ่งจะทำให้หน่วยนั้นอาจถูกสุ่มซ้ำในการสุ่มครั้งต่อไป ส่วนกระบวนการสุ่มอย่างง่ายแบบไม่ใส่คืน: SRSWOR เป็นกระบวนการสุ่มที่หลีกเลี่ยงการถูกสุ่มซ้ำ (Rafferty, 2011, p. 6)

การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) เป็นการสุ่มโดยอาศัยความน่าจะเป็นโดยทุกหน่วยของประชากรมีโอกาสที่จะถูกเลือกอย่างเท่า ๆ กันเป็นวิธีการเลือกหน่วยตัวอย่างที่นักวิจัยนิยมทำเนื่องจากสะดวกและง่ายในการใช้งาน แต่ในความเป็นจริงแล้วการใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายนั้นไม่ใช่วิธีการที่เหมาะสมกับประชากรทุกกรณี โดยเฉพาะกับประชากรที่มีลักษณะซับซ้อนและมีความแตกต่างกันสูง

ลักษณะของการสุ่มอย่างง่าย เป็นการสุ่มภายใต้กรอบที่ว่า หน่วยตัวอย่างภายในกรอบการสุ่มนั้นมีความเป็นเอกพันธุ์ (Homogeneity) หรือมีความคล้ายคลึงกันสูง (องอาจ นัยพัฒน์, 2548, หน้า 103) ซึ่งหมายความว่า ไม่ว่าจะหยิบบริเวณไหนหรือส่วนใดของกรอบการสุ่ม ก็สามารถที่จะเป็นตัวแทนของประชากรชุดนั้นได้ทั้งหมด แต่ถ้าหากประชากรกลุ่มนั้นมีลักษณะที่มีความแตกต่างกันสูง หรือ วิวิธพันธุ์ (Heterogeneity) นั่นหมายความว่า ประชากรในกรอบการสุ่มมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยประกอบไปด้วยลักษณะหลากหลายรูปแบบ ทำให้ในการสุ่มแต่ละครั้งอาจจะได้ลักษณะที่ไม่เป็นตัวแทนของประชากร

การสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย เป็นวิธีการเลือกหน่วยตัวอย่าง n หน่วย จากประชากร N หน่วย โดยกำหนดให้ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างที่เป็นไปได้ทั้งหมด มีโอกาสถูกเลือกเท่า ๆ กันซึ่งแรกเริ่มควรมีการกำหนดตัวเลขให้แก่ประชากรตั้งแต่ 1 ถึง N เสียก่อน จากนั้นจึงทำการสุ่มจากตัวเลขดังกล่าว ขณะที่ทำการสุ่ม หากสุ่มเลขตัวใดได้แล้ว จากนั้นทำการลบเลขนั้นออกลักษณะนี้จะเรียกว่า "การสุ่มแบบไม่ใส่คืน" หากเป็น "การสุ่มแบบใส่กลับคืน" คือ การเลขที่สุ่มไปแล้วนำมาสุ่มซ้ำอีกครั้ง (Cochran, 1977, p. 223)

2. การประมาณค่าโดยการสุ่มอย่างง่าย (Cochran, 1977, p. 235)

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ของวิธีการสุ่มอย่างง่าย

สัญลักษณ์		ความหมาย
N	คือ	จำนวนหน่วยทั้งหมดของประชากร
n	คือ	จำนวนหน่วยในตัวอย่าง
x_i	คือ	ข้อมูลของหน่วยที่ i
$f = \frac{n}{N}$	คือ	อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling fraction)
$X = \frac{1}{N}\sum Xi$	คือ	ค่าเฉลี่ยประชากร
$x = \frac{1}{N}\sum xi$	คือ	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
$\sigma^2 = \frac{1}{N}\sum(xi - x)^2$	คือ	ค่าความแปรปรวนของประชากร
$S^2 = \frac{1}{N-1}\sum(xi - x)^2$	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของประชากร

ตารางที่ 3 วิธีการประมาณค่า ยอดรวม ค่าเฉลี่ย และสัดส่วน ของวิธีการสุ่มอย่างง่าย

	การประมาณค่า	สูตร	หมายเหตุ
1	ยอดรวม	$X = \frac{N}{n}\sum xi = Nx$	$w_h = N/n$
2	ความแปรปรวนของค่าประมาณยอดรวม	$V(X) = \frac{N^2S^2}{n}(\frac{N-n}{N})$	$SE(X) = \sqrt{v(X)}$ $CV(X) = \frac{SE\ (X)}{X}x100$
3	ค่าเฉลี่ย	$X = \frac{1}{N}\sum Xi$	-
4	ความแปรปรวนของค่าประมาณ	$v(X) = \frac{S^2}{n}(\frac{N-n}{N})$	$SE(X) = \sqrt{v(X)}$ $CV(X) = \frac{SE\ (X)}{X}x100$
5	สัดส่วน	$P = \frac{1}{n}\sum xi$	xi = 1 ถ้าหน่วย i มีลักษณะที่ต้องการศึกษา xi = 0 ถ้าหน่วย i ไม่มีลักษณะที่ต้องการศึกษา
6	ความแปรปรวนของค่าประมาณสัดส่วน	$V(X) = \frac{P(1-P)}{n-1}(\frac{N-n}{N})$	$SE(P) = \sqrt{V(P)}$ $CV(P) = \frac{SE\ (P)}{P}x100$
7	การประมาณค่าสัดส่วน	$R = \frac{Y}{X} = \frac{y}{x} = \frac{\sum yi}{\sum xi}$	-

ข้อดีของการสุ่มอย่างง่าย (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554, หน้า 14)

1. ง่ายสะดวกต่อการนำไปใช้

2. ไม่ต้องการข้อมูลสนับสนุนในกรอบตัวอย่าง โดยต้องการแค่ข้อมูลครบทุกหน่วยประชากรพร้อมกับที่อยู่ที่ติดต่อหน่วยนั้น ๆ ได้

3. ไม่จำเป็นต้องมีการพัฒนาในเชิงเทคนิคให้ซับซ้อน

ข้อเสียของการสุ่มอย่างง่าย

1. ถ้ากรอบตัวอย่างมีข้อมูลสนับสนุนอื่น ๆ การเลือกใช้การสุ่มอย่างง่าย จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ

2. ค่าใช้จ่ายสูงหากข้อมูลมีการกระจายอยู่ทั่วพื้นที่

3. เป็นไปได้ที่จะได้ตัวแทนที่ไม่ดีของประชากร

การสุ่มอย่างง่าย เป็นแบบแผนที่ง่ายและสะดวกต่อการใช้ โดยทุกหน่วยของประชากรมีโอกาสถูกเลือกอย่างเท่า ๆ กัน ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งกับลักษณะของประชากรที่มีความเป็นเอกพันธุ์หรือมีความคล้ายคลึงกันสูงเพราะจะทำให้ทุกหน่วยที่สุ่มมาสามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้แต่หากประชากรมีลักษณะวิวิธพันธุ์หรือมีความแตกต่างกันสูง วิธีนี้อาจไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการสุ่มตัวอย่าง

3. ความซับซ้อนในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจ

หลักการสำคัญ 2 ประการ ในการวิเคราะห์เชิงสำรวจ คือ การปรับแก้ความเป็นตัวแทนที่แตกต่างกันของตัวอย่างที่สังเกตได้และการประเมินการสูญเสียหรือการได้มาซึ่งความแม่นยำของการเลือกรูปแบบการสุ่ม (Eul sul lee, 2006, pp. 11-18)

3.1 การปรับแก้ความแตกต่างในการเป็นตัวแทน: การถ่วงน้ำหนัก

ค่าถ่วงน้ำหนัก หมายถึง ค่าที่ระบุว่าหน่วยตัวอย่าง 1 หน่วย เป็นตัวแทนของประชากรที่ทำการศึกษาเป็นจำนวนเท่าไหร่ เช่น ประชาชนตัวอย่าง 1 คนเป็นตัวแทนของประชากรที่ต้องการศึกษาจำนวน 1,050 คน นั่นคือ หน่วยตัวอย่างหน่วยนี้มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1,050 หน่วย เป็นต้น (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554 หน้า 60) การถ่วงน้ำหนัก 2 แบบ ที่จะพบในการวิจัยเชิงสำรวจ (Eul sul lee, 2006, p. 60) คือ

- Expansion weight คือ ส่วนกลับของความน่าจะเป็นในการเลือก
- Relative weight คือ เป็นการปรับ Expansion weight เพื่อให้สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่าง

จากรายชื่อของประชากร 4000 ทำการเขียนหมายเลข 1-4000 กำหนดตัวอย่าง $n = 200$ และเป็นการสุ่มแบบไม่ใส่คืน ความน่าจะเป็นในการเลือกจะเท่ากับ $f = n/N = .05$ ซึ่ง Expansion weight จะเท่ากับส่วนกลับของความน่าจะเป็นในการเลือก $w = 1/f = N/n = 20$ ซึ่งบ่งบอกถึงจำนวนที่เป็นตัวแทนของประชากรกลุ่มนี้ ซึ่งสามารถหายอดรวมของประชากรได้จาก $Y = wy$

จากสูตรจะพบว่า เราจะใช้ Expansion weight ในการหายอดรวมประชากร เนื่องจากค่าน้ำหนักในแต่ละหน่วยของ SRS นั้นจะมีค่าเท่ากัน ซึ่งทำให้ตัวประมาณค่าสามารถหาได้จากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในจำนวน N ครั้งและในขณะเดียวกัน ค่าเฉลี่ยของประชากร $Y=wy/w$ ซึ่งจากตรงนี้ แสดงให้เห็นว่าตัวประมาณค่าของกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวประมาณค่าของประชากรด้วย

แต่อย่างไรก็ตาม แม้ค่าถ่วงน้ำหนักจะไม่เท่ากัน ตัวประมาณค่าก็ยังคงเป็นสูตรเดิม

แม้ว่า Expansion weight จะเป็นตัวประมาณค่าที่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่ายอดรวม แต่อย่างไรก็ตาม อาจสามารถสร้างความเสียหายให้กับค่าเฉลี่ยของประชากรและการวัดสถิติอื่น ๆ เช่น การใช้ Expansion weight กับการถ่วงน้ำหนักที่มีความเกี่ยวข้องกับขนาดกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งอาจก่อให้เกิดช่วงความเชื่อมั่นที่มีขนาดใหญ่เกินไป ด้วยเหตุนี้ Expansion weight จึงควรปรับให้เป็น Relative weight ซึ่งจะได้ $\omega/\mathrm{m}\omega$ และ $m\omega = \omega/n$

จากสูตร จะพบว่า Relative weight คือ ผลรวมของค่าเฉลี่ยของ Expansion weight ซึ่งลักษณะสูตรจะคล้ายกับ Expansion weight ซึ่งในการหายอดรวมของประชากร Expansion weight จะถูกนำไปใช้มากกว่า Relative weight แต่ Relative weight จะเหมาะสมกว่าในกรณี Analytic study

ลองมาพิจารณา Expansion weight ในกรณีของ Stratified random บ้าง ลักษณะของประชากรเราได้ทำการแบ่งประชากรออกเป็นชั้น แบ่งออกเป็น L ชั้น ตามตัวแปรและทำการเลือกตัวอย่าง n หน่วยมาจากแต่ละ L ชั้น โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น จะทำการรักษาคุณภาพของการถ่วงน้ำหนักไว้ ถ้าความน่าจะเป็นในการเลือกตัวอย่างในแต่ละชั้นนั้นเท่ากัน เช่น ทำการสุ่ม $n = 200$ จากประชากร $N1 = 600$ และ $N2 = 3400$ ซึ่ง $f = 200/ 4000 = .05$ หากเลือกมา 5% ในแต่ละชั้น $n1 = 30$, $n2 = 170$ จะได้ $f1 = 30/ 600 = .05$ และ $f2 = 170/ 3400 = .05$จะพบว่าการถ่วงน้ำหนักจะคล้ายกับ SRS แต่หากการสุ่มแบบแบ่งชั้นไม่ได้ใช้วิธีการแบ่งแบบสัดส่วน เช่น $n = 200$ แต่ใช้การแบ่งในแต่ละชั้นแบบเท่าๆกัน $f1 = 100/ 600$ และ $f2 = 100/ 3400$ ซึ่งค่าที่ออกมาจะแตกต่างกัน และค่า Expansion weight จะออกมาแตกต่างกันในแต่ละชั้น $w1 = 6$ และ $w2 = 34$

จากข้างต้น สรุปได้ว่า วิธีการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ทั้งใน SRS และการสุ่มแบบแบ่งชั้นเป็นการเริ่มต้นเพื่อแนะนำให้รู้จักการถ่วงน้ำหนักขั้นพื้นฐาน เพื่อที่จะขยายไปสู่วิธีการถ่วงน้ำหนักในการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey data) ต่อไป นอกจากนี้ โดยส่วนใหญ่ ค่าถ่วงน้ำหนักจะคำนวณโดยใช้สูตร $w = 1/ \pi$ หรือ เรียกว่า ค่าถ่วงน้ำหนักพื้นฐาน (Based weight) ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักจะถูกปรับแก้ให้เหมาะสมในรูปแบบต่าง ๆ

และ รูปแบบของการถ่วงน้ำหนัก จะไม่ปรากฏในการการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter)และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ยกเว้น การประมาณค่ายอดรวม และค่า Finite populations corrections

3.2 Design effect และ Design factor

ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของ SRSWOR คือ จำนวนครั้งของความแปรปรวน SRSWR ของ finite population factor (1-*f*) สัดส่วนของความแปรปรวนของ SRSWOR ต่อ SRSWR คือ (1-*f*) สะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบของ SRSWOR เมื่อเปรียบเทียบกับ SRSWR อัตราส่วนของ

การเปรียบเทียบความแปรปรวนของการสุ่มเมื่อเทียบกับความแปรปรวนของ SRSWR เราเรียกว่า design effect เป็นการประเมินประสิทธิภาพของตัวประมาณค่า เมื่อเปรียบเทียบกับ SRSWR ถ้า Design effect มีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่า ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงเล็กน้อยเพื่อให้ได้ความแม่นยำเทียบเท่ากับ SRSWR แต่ถ้ามากกว่า 1 หมายความว่าต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ในกรณีของ SRSWOR ค่า design effect จะน้อยกว่า 1 แต่จะเข้าใกล้ 1 ถ้า Sampling fraction มีขนาดเล็ก

ในโปรแกรมทางสถิติพื้นฐานส่วนใหญ่ จะตั้งสมมติฐานไว้ว่าข้อมูลนั้นถูกสร้างมาจากกระบวนการการสุ่มอย่างง่าย แต่อย่างไรก็ตาม ในหลายกรณี ข้อมูลมักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน (Complex survey data) เช่น การแบ่งชั้น และ การแบ่งกลุ่ม ซึ่งหมายความว่า เพื่อให้การประมาณความแปรปรวนและค่าความคลาดเคลื่อนออกมาถูกต้อง จึงควรใช้วิธีการแบบอื่นในการคำนวณ Design effect ของกลุ่มตัวอย่างที่ซับซ้อน

3.3 Design effect

คือ อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนในการประมาณค่าของการสุ่มแบบซับซ้อนต่ออัตราส่วนของความแปรปรวนในการประมาณค่าของการสุ่มอย่างง่ายในขนาดตัวอย่างที่เท่ากัน (Rafferty, 2011, p. 6) Design effect = Var(*Design*)/ Var(*SRS*)

รากที่สองของ Design effect คือ Design factor (*Defi*) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

การสุ่มอย่างง่ายที่ค่าความเชื่อมั่น 95% จะอยู่ในช่วง +- 1.96 ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับรูปแบบของการสุ่มแบบซับซ้อนนั้น จำเป็นต้องคูณด้วย Design factor (*Defi*) เพื่อใช้ในการอธิบายถึงผลกระทบของค่าความผิดพลาดในการสุ่มของการสุ่มแบบซับซ้อน

Defi = 1 ไม่มีผลกระทบของรูปแบบการสุ่มในค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

Defi > 1 รูปแบบการสุ่มเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

Defi < 1 รูปแบบการสุ่มเพิ่มประสิทธิภาพในการสุ่ม

3.4 การละเลยการสุ่มแบบซับซ้อน

อาจเกิดความผิดพลาดในการประมาณค่าขึ้น หากผู้วิจัยละเลยรูปแบบการสุ่มแบบซับซ้อนโดยใช้คำสั่งมาตรฐานและไม่มีการปรับการคำนวณให้เหมาะสมกับการสุ่มแบบซับซ้อน โปรแกรมจะทำการคำนวณออกมาอยู่บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งในกระบวนการทางสถิติหลายกระบวนการ จะตั้งสมมติฐานไว้ว่า แต่ละหน่วยเป็นอิสระต่อกัน และมีการแจกแจงเหมือนกัน แต่ผลของการสุ่มแบบแบ่งชั้น แบ่งกลุ่ม หรือ การสุ่มแบบความน่าจะเป็นไม่เท่ากันไม่ได้อยู่ในกรณีที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เกิดการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) และนำไปสู่การประมาณค่าที่ผิดพลาดด้วย เช่น หากเราละเลยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม สิ่งที่เกิดขึ้น คือ ทำให้เกิด

การประมาณค่าที่ต่ำกว่าค่าจริง (Under-estimate) และนำไปสู่การทดสอบนัยสำคัญที่ผิดพลาด (Rafferty, 2011, p. 50)

รูปแบบของการสุ่มแบบซับซ้อน

ด้วยการที่ลักษณะประชากรในสังคมส่วนใหญ่นั้นมีด้วยกันหลายรูปแบบ ในการทำวิจัยแต่ละครั้ง หากเลือกใช้แต่เพียงการสุ่มอย่างง่ายในการเลือกกลุ่มตัวอย่างเพียงอย่างเดียวอาจไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมนัก เพราะสามารถทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ซึ่ง Johnson และ Elliot กล่าวว่า ยังมีผู้วิจัยหลายคนที่ยังจัดการกับข้อมูลได้ไม่เหมาะสมและเกิดประโยชน์และยังพบว่าข้อมูลนั้นไม่ได้มีการนำรูปแบบการสุ่มแบบซับซ้อนมาร่วมคำนวณในโมเดล แม้ว่างานนั้นเป็นถึงงานที่ถูกตีพิมพ์ในวารสารที่ได้รับการยอมรับในวงกว้างแล้วก็ตาม (Johnson & Elliott, 1998, p. 1)

ลักษณะของการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey sampling) จะประกอบด้วย (Lumley, 2004, p. 1)

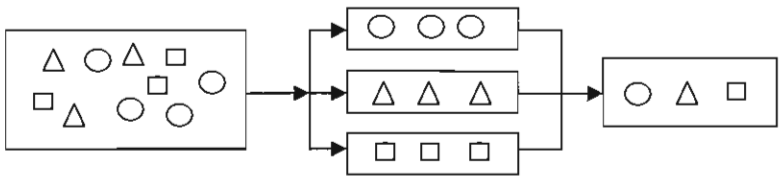
1. การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratification)

การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratification) เป็นการแบ่งประชากรออกเป็นชั้น ๆ โดยภายในชั้นเดียวกันจะมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดและต่างชั้นกันจะมีความแตกต่างกันจากนั้นจึงทำการสุ่มตัวอย่างจากในแต่ละชั้น ซึ่งการแบ่งชั้น โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 6 ชั้นเนื่องจากไม่มีผลทำให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้รับมีความแม่นยำสูงมากนัก (Cochran, 1977, p. 133-134) เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความครบถ้วนและครอบคลุมจะต้องดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากชั้นภูมิมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาลักษณะของประชากรที่ว่ามีคุณลักษณะใด ๆ ที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อย อาทิ เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ เป็นต้น

2. จำแนกประชากรออกเป็นชั้นภูมิตามคุณลักษณะของกลุ่มย่อยโดยกำหนดให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มย่อยมีความคล้ายคลึงกันให้มากที่สุด และให้มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มให้มากที่สุดเช่นเดียวกัน

3. การกำหนดขนาดในแต่ละชั้นจะมี 2 วิธี คือ 1) แบ่งตามสัดส่วน (Proportional allocation) กล่าวคือ นำตัวอย่างในแต่ละชั้นในจำนวนเท่า ๆ กัน 2) ไม่แบ่งตามสัดส่วน (Disproportional allocation) กล่าวคือ จำนวนตัวอย่างที่นำมาใช้จะขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรในแต่ละชั้น หากประชากรมีจำนวนมาก ขนาดตัวอย่างก็จะมีจำนวนมาก หากประชากรมีจำนวนน้อย ขนาดตัวอย่างจะมีจำนวนน้อย (อาธง สุทธาศาสน์, 2527, หน้า 120-121)



ภาพที่ 4 รูปแบบการสุ่มแบบแบ่งชั้น

2. การประมาณค่าโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ h (Cochran, 1977, p. 255)

ตารางที่ 4 สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น

สัญลักษณ์		ความหมาย
N_h	คือ	จำนวนหน่วยทั้งหมดของประชากร
n_h	คือ	จำนวนหน่วยในตัวอย่าง
x_{hi}	คือ	ข้อมูลของหน่วยที่ i
$W_h = \frac{N_h}{N}$	คือ	ค่าถ่วงน้ำหนัก
$f_h = \frac{n_h}{N_h}$	คือ	อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling fraction)
$x_h = \frac{1}{N}\sum x_{hi}$	คือ	ค่าเฉลี่ยประชากร
$x_h = \frac{1}{N}\sum x_h$	คือ	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
$S_h^2 = \frac{1}{N-1}\sum(x_{hi} - x_h)^2$	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของประชากร
$\sigma_h^2 = \frac{1}{N}\sum(x_{hi} - x_h)^2$	คือ	ค่าความแปรปรวนของประชากร

ตารางที่ 5 วิธีการประมาณค่า ยอดรวม ค่าเฉลี่ย และสัดส่วน ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น

	การประมาณค่า	สูตร	หมายเหตุ
1	ยอดรวม	$X_{st} = \sum \frac{N_h}{n_h} \sum x_{hi} = \sum N_h x_h$	$w_b = N/n$
2	ความแปรปรวนของค่าประมาณยอดรวม	$V(X_{st}) = \frac{N_h^2 S_h^2}{n_h} (\frac{N_h - n_h}{N_h})$	$SE(X) = \sqrt{v(X)}$ $CV(X) = \frac{SE(X)}{X} x100$
3	ค่าเฉลี่ย	$X_{st} = \sum W_h X_h$	.
4	ความแปรปรวนของค่าประมาณ	$v(X_{st}) = \frac{W_h^2 S_h^2}{n_h} (\frac{N_h - n_h}{N_h})$	$SE(X) = \sqrt{v(X)}$
5	สัดส่วน	$P_{st} = \frac{1}{n} \sum W_h P_h$	$CV(X) = \frac{SE(X)}{X} x100$
6	ความแปรปรวนของค่าประมาณสัดส่วน	$V(P_{st}) = \sum \frac{w_h^2 P_h (1 - P_h)}{n_h - 1} (\frac{N_h - n_h}{N_h})$	$SE(P) = \sqrt{V(P)}$ $CV(P) = \frac{SE(P)}{P} x100$
7	การประมาณค่าสัดส่วน	$R_{st} = \frac{Y_{st}}{X_{st}} = \frac{y_{st}}{x_{st}} = \frac{\sum N_h y_h}{\sum N_h x_h}$	.

ข้อดีของการเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (องอาจ นัยพัฒน์, 2548, หน้า 105)

1. ให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีความแม่นยำสูง เมื่อเทียบกับการสุ่มอย่างง่าย (ด้วยขนาดตัวอย่างเท่ากัน) เนื่องจากการมีคุณสมบัติการเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ซึ่งสะท้อนจากความครอบคลุมลักษณะสำคัญของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย ๆ หรือชั้นต่าง ๆ ที่อยู่ภายในกรอบการเลือกตัวอย่างเดียวกัน

2. สามารถใช้กรอบตัวอย่างที่แตกต่างกันในแต่ละชั้นได้

3. ในแต่ละส่วนสามารถใช้วิธีการเลือกที่แตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการ

4. สามารถประมาณค่าข้อมูลในระดับย่อยได้

5. สะดวกในการบริหารจัดเก็บข้อมูล

ข้อเสียของการเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้น

1. การสิ้นเปลืองงบประมาณ เวลา และแรงงาน

2. บางครั้งการกำหนดกรอบการเลือกตัวอย่างย่อยที่มีคุณภาพอาจไม่สามารถดำเนินการได้ในทางปฏิบัติ

3. Design effect ของการสุ่มแบบแบ่งชั้น

ผลกระทบของรูปแบบการสุ่มมีผลอย่างไร? การสุ่มแบบแบ่งชั้นนั้นจะช่วยลดค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ซึ่งทำให้เรามั่นใจได้ว่าในแต่ละชั้นที่ทำการแบ่งจะมีลักษณะที่เราต้องการศึกษาที่เป็นตัวแทนของประชากรในกลุ่มตัวอย่าง

ในการแบ่งชั้นนั้น อาจจะมีความ "ชัดเจน (Explicit)" และ "ไม่ชัดเจน (Implicit)" โดยการแบ่งชั้นที่มีลักษณะชัดเจน (Explicit stratified sampling) นั้นจะมีลักษณะการแบ่งตามตัวแปร เช่น ศาสนาและทำการเลือกโดยใช้การสุ่มอย่างง่ายหรือการสุ่มแบบมีระบบในแต่ละชั้น ข้อมูลดั้งเดิมนั้น จะเป็นตัวช่วยในการกำหนดและควบคุมหน่วยตัวอย่างในแต่ละชั้น เช่น เรารู้ว่าลักษณะประชากรถูกแบ่งโดยศาสนาที่ต่างกัน เราจึงทำการแบ่งชั้นโดยใช้ศาสนาเป็นตัวแบ่งและทำการสร้างกลุ่มตัวอย่างโดยการกำหนดสัดส่วนในแต่ละชั้น

ลักษณะการแบ่งชั้นที่ไม่ชัดเจน (Implicit stratified sampling) ที่ซึ่งลักษณะของกลุ่มตัวอย่างมีการจัดลำดับด้วยลักษณะบางอย่าง และกลุ่มตัวอย่างจะถูกเลือกออกมาโดยใช้ช่วงการเรียงลำดับ ซึ่งการสุ่มลักษณะนี้จะทำให้ได้ตัวอย่างที่ครอบคลุมกว่าในแต่ละชั้น ในการสำรวจที่มีขนาดใหญ่ มักจะใช้กระบวนการทั้ง 2 แบบผสมผสานกัน ความแตกต่างอีกอย่างหนึ่ง คือ การเป็นสัดส่วน (Proportionate) และไม่เป็นสัดส่วน (Disproportionate) หรือเรียกอีกอย่าง คือ สัดส่วนระหว่างกลุ่มตัวอย่าง *n* ตามลักษณะของประชากร N ในแต่ละชั้น หากสัดส่วนเหมือนกันในแต่ละชั้น เราจะเรียกว่า Proportionate stratification แต่ถ้าใช้ไม่เหมือนกันเราจะเรียกว่า Disproportionate stratification (Rafferty, 2011 , p. 8)

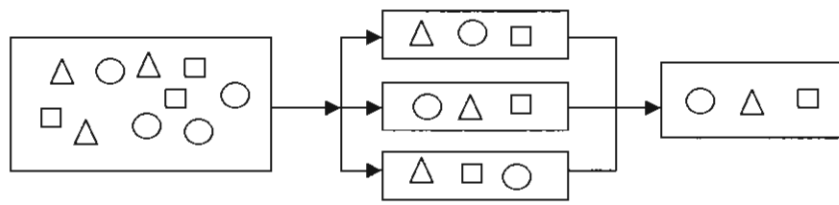
Proportionate stratification นั้นจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการประมาณค่า เนื่องจากมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ที่น้อย เมื่อเทียบกับการสุ่มที่ไม่ได้แบ่งชั้น แต่ Disproportionate stratification จะให้ผลลัพธ์ที่ตรงข้าม โดยอาจเป็นได้ทั้งเพิ่มและลดความแม่นยำขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของลักษณะประชากรในแต่ละชั้น Disproportionate stratification นั้นจำเป็นต้องใช้การถ่วงน้ำหนักในการประมาณค่าข้ามชั้นซึ่งหากไม่มีการถ่วงน้ำหนัก ก็อาจส่งผลต่อการประมาณค่าประชากรทั้งหมดได้

4. การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Clustering)

การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Clustering) จะทำการแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่ม ๆ จำนวน *m* แล้วทำการสุ่มจากกลุ่มประชากรที่ทำการแบ่ง โดยปัจจัยสำคัญที่จะทำให้กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเลือกด้วยวิธีการเลือกแบบแบ่งกลุ่มเป็นตัวแทนที่ดี คือ หน่วยการเลือกตัวอย่างต่างๆที่อยู่ภายในกลุ่มเดียวกันจะต้องมีคุณสมบัติหรือลักษณะตามตัวแปรที่ศึกษาแตกต่างกัน หรือ อยู่ในภาวะวิวิธพันธุ์ แต่หน่วยการเลือกตัวอย่างระหว่างกลุ่มควรมีลักษณะทั่วไปคล้ายคลึงกัน หรืออยู่ในภาวะเอกพันธุ์ (องอาจ นัยพัฒน์, 2548, หน้า 107) โดยจะช่วยให้เกิดความสะดวกในกรณีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่กระจัดกระจายก่อให้เกิดความยุ่งยากในการจัดทำกรอบของประชากร หรือเป็นประชากรที่มีการรวมกลุ่มอยู่แล้วตามธรรมชาติ (Gall, brog & gall, 1996, p. 227) ซึ่งการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ลักษณะในภาพรวมของแต่ละกลุ่มที่คล้ายคลึงกัน แต่ภายในกลุ่มจะมีความแตกต่างหรือความหลากหลายอย่างครบถ้วน เพื่อให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากรลดลง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาลักษณะเบื้องต้นของประชากรแล้วจำแนกประชากรออกเป็นกลุ่มย่อย โดยที่เน้นความแตกต่างภายในกลุ่มที่แตกต่างกันคล้ายประชากร แต่จะมีความคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

2. สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มโดยการจับฉลากที่ระบุชื่อกลุ่มตัวอย่างแล้วระบุจำนวนกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 5 รูปแบบการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

5 การประมาณค่าโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ M (Cochran, 1977, p. 268)

ตารางที่ 6 สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

สัญลักษณ์		ความหมาย
N_h	คือ	จำนวนหน่วยทั้งหมดของประชากร
n_h	คือ	จำนวนหน่วยในตัวอย่าง
M_i	คือ	จำนวนหน่วยตัวอย่างในกลุ่มที่ i
x_{ij}	คือ	ข้อมูลของหน่วยที่ I ในกลุ่มที่ j ของประชากร
$X.. = \sum^N \sum^M X_{ij}$	คือ	ยอดรวมประชากร
$x.. = \sum^N \sum^M x_{ij}$	คือ	ยอดรวมกลุ่มตัวอย่าง
$X = \frac{X}{M_0}$	คือ	ค่าเฉลี่ยต่อหน่วยตัวอย่างของประชากร
$x = \frac{x}{M_0}$	คือ	ค่าเฉลี่ยต่อหน่วยตัวอย่างของตัวอย่าง
$X = \sum^M X_{ij}$	คือ	ยอดรวมของกลุ่มที่ i ของประชากร
$x = \sum^M x_{ij}$	คือ	ยอดรวมของกลุ่มที่ i ของกลุ่มตัวอย่าง
$X_i = \frac{X_i}{M_i}$	คือ	ค่าเฉลี่ยต่อหน่วยตัวอย่างของหน่วยที่ I ของประชากร
$x_i = \frac{x_i}{M_i}$	คือ	ค่าเฉลี่ยต่อหน่วยตัวอย่างของหน่วยที่ I ของกลุ่มตัวอย่าง
$x = \frac{X}{N}$	คือ	ค่าเฉลี่ยต่อกลุ่มของประชากร
$x = \frac{x}{N}$	คือ	ค่าเฉลี่ยต่อกลุ่มของกลุ่มตัวอย่าง
$x_N = \frac{1}{N}\sum x_i$	คือ	ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยต่อหน่วยตัวอย่างของประชากร
$x_n = \frac{1}{n}\sum x_i$	คือ	ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยต่อหน่วยตัวอย่างของตัวอย่าง
$S_{lb}^2 = \frac{1}{N-1}\sum(x_i - x)^2$	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของประชากร
$s_{lb}^2 = \frac{1}{N-1}\sum(x_i - x)^2$	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวอย่าง
$S_b^2 = \frac{1}{N-1}\sum(x_i - x_N)^2$	คือ	ค่าความแปรปรวนของประชากร
$s_b^2 = \frac{1}{n-1}\sum(x_i - x_n)^2$	คือ	ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง

ตารางที่ 7 วิธีการประมาณค่า ยอดรวม ค่าเฉลี่ย และสัดส่วน ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

	การประมาณค่า	สูตร	หมายเหตุ
1	ยอดรวม	$X_{..} = N\frac{\sum\sum X_{ij}}{n}$	$w_b = N/n$
2	ความแปรปรวนของค่าประมาณยอดรวม	$V(X_{..}) = \frac{N^2 S_{lb}^2}{n}(\frac{N-n}{N})$	$SE(X) = \sqrt{v(X)}$ $CV(X) = \frac{SE\ (X)}{X}x100$
3	ค่าเฉลี่ย	$X_n = \frac{1}{n}\sum X_i$	
4	ความแปรปรวนของค่าประมาณ	$v(X_{st}) = \frac{S_b^2}{n}(\frac{N-n}{N})$	$SE(X) = \sqrt{v(X)}$ $CV(X) = \frac{SE\ (X)}{X}x100$

ข้อดีของการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554, หน้า 49)

1. การเตรียมกรอบตัวอย่างทำได้รวดเร็วและสะดวก เนื่องจากเป็นการจัดเตรียมกรอบตัวอย่างของกลุ่มที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่างเท่านั้น

2. มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลในสนามไม่มีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากเก็บรวบรวมจากหน่วยที่มีพื้นที่ใกล้กัน

ข้อเสียของการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม

1. หน่วยตัวอย่างอาจมีความคล้ายคลึงกันเพราะอยู่ในพื้นที่เดียวกัน อาจไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมด

2. ใช้งบประมาณสูงถ้าตัวอย่างกระจายทั่วทุกพื้นที่

3. ประสิทธิภาพของกลุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่แบ่งกลุ่มยังมีความเป็นเอกพันธ์ค่อนข้างสูงจะทำให้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าสูงมากขึ้น และจะต้องใช้สูตรการปรับแก้ที่จะทำให้ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สูงขึ้นและการทดสอบสมมติฐานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. Design effect ของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

สาเหตุที่การแบ่งกลุ่มถูกนำมาใช้นั้น เนื่องจากประสิทธิภาพในการควบคุมเรื่องค่าใช้จ่ายมากกว่าการสุ่มอย่างง่าย การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มจะทำการแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มตามลักษณะทำการเลือกโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย และให้หน่วยในแต่ละกลุ่มนั้นเป็นกลุ่มตัวอย่าง

ในกระบวนการนั้น อาจจะมีมากกว่า 1 กระบวนการ One-cluster sampling เป็นการสุ่มอย่างง่ายจากประชากรย่อยเพียงครั้งเดียว แต่ถ้ามีการสุ่มมากกว่า 1 กลุ่ม เราจะเรียกว่า Multi-stage cluster sampling (Rafferty, 2011, p. 10)

การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มนั้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) เมื่อเทียบกับการสุ่มอย่างง่ายในขนาดตัวอย่างเดียวกัน โดยค่า Design effect จะมีค่ามากกว่า 1 เพราะโดยเฉลี่ยภายในกลุ่มกันเองจะมีลักษณะเหมือนกันมากกว่าต่างกลุ่ม

ขนาดที่จะช่วยเพิ่มค่า Design effect นั้น ขึ้นอยู่กับ 1) ขนาดกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม 2) ความเหมือนกันภายในกลุ่ม (Lohr, 1999, pp. 138-141) เมื่อขนาดของกลุ่มเพิ่มขึ้นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ความเหมือนกันภายในกลุ่มนั้นจะวัดได้จาก Intra-cluster correlation coefficient (ICC, rho) ถ้าหน่วยตัวอย่างภายในกลุ่มมีลักษณะเหมือนกันมาก ค่า ρ จะมีค่ามากกว่า 1 ซึ่งถ้าค่า ρ เพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย (Rafferty, 2011, p. 11)

7. การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage sampling)

การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่มีกระบวนการมากกว่า 1 ขั้นตอน ซึ่งหน่วยตัวอย่างแต่ละขั้นตอนก็จะแตกต่างกันออกไปในการเลือกตัวอย่างแต่ละขั้นตอนอาจใช้การสุ่มตัวอย่างแบบใดก็ได้ การเก็บรวบรวมจะเก็บจากหน่วยตัวอย่างที่สุ่มเลือกได้ในขั้นสุดท้าย ยกตัวอย่างเช่น การสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน เป็นการสุ่มตัวอย่างที่มีการเลือกจากประชากร 2 ขั้น โดยเลือกจากหน่วยใหญ่ก่อน แล้วจึงทำการเลือกหน่วยย่อยจากหน่วยใหญ่ ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตามแผนที่วางไว้ (PASW Complex sample 18, 2007, p. 3)

- **หน่วยตัวอย่างขั้นแรก (Primary sampling unit: PSU)** เป็นการเลือกกลุ่มของหน่วยตัวอย่างในขั้นแรก

- **หน่วยตัวอย่างขั้นที่สอง (Secondary sampling unit: SSU)** เป็นการเลือกหน่วยตัวอย่างจำนวนหนึ่งจากการเลือกในขั้นแรก จากนั้นจึงทำการเก็บข้อมูลจากหน่วยดังกล่าว

ข้อดีของการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (หทัยชนก พรรคเจริญ, 2554, หน้า 55)

1. การสร้างกรอบตัวอย่างที่สมบูรณ์และทันสมัย สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว

2. เป็นแบบแผนการสุ่มตัวอย่างที่ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

3. สามารถควบคุมงานสนามให้มีประสิทธิภาพสูงได้ เนื่องจากการเก็บข้อมูลจะเก็บจากหน่วยสุดท้ายที่ได้รับการสุ่มเท่านั้น

ข้อเสียของการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน

1. ความยุ่งยากซับซ้อนในการประมาณค่า ซึ่งต้องคำนวณทุกขั้นตอนการสุ่ม

2. ความแปรปรวนของค่าประมาณจะมีหลายส่วน คือ เท่ากับจำนวนขั้นของการเลือกตัวอย่าง

3. มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการเลือกตัวอย่างแบบขั้นตอนเดียว

8. การสุ่มแบบความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน (Unequal selection probabilities)

การสุ่มแบบความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน (Unequal selection probabilities) เป็นการสุ่มที่หน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยมีโอกาสที่จะถูกเลือกไม่เท่ากัน ซึ่งแต่ละหน่วยจะมี Probabilities-proportional-to-size (PPS) โดยหน่วยนี้จะถูกนำไปใช้ในการประกอบการเลือกตัวอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ (PASW Complex sample 18, 2007, p. 3)

กระบวนการนำการสุ่มแบบซับซ้อนไปใช้ในการวิเคราะห์

การนำการสุ่มแบบซับซ้อนไปใช้ในการวิเคราะห์นั้น จะมีอยู่ 2 กระบวนการหลัก คือ Design-baseและ Model-base (Rafferty, 2011, p. 48)

Design-base เป็นกระบวนการที่ปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) เพื่อส่งผลต่อ Design effect กระบวนการนี้สามารถทำได้ในโปรแกรม Strata หรืออาจใช้ตารางการปรับแก้ก็ได้

Model-base เป็นอีกกระบวนการที่ขัดแย้งกับแบบแรก ซึ่งจะทำการอธิบายการสุ่มแบบซับซ้อนผ่าน Model ของประชากร

1. การปรับแก้โดยใช้ Design effect

ในหนังสือของ ESDS นั้นจะมีการรายงายงาน Design effect ไว้ เพื่อใช้ในการปรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลคูณด้วยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เพื่อสร้างคำสั่งในโปรแกรมขึ้นมาโดยอยู่บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

รูปแบบของค่าสถิติ (Design statistics) สามารถรายงานได้หลากหลายรูปแบบโดยอาจอยู่ในรูปค่าเฉลี่ย หรือ การอ้างถึง (Generalize) ในรายงานของ Design effect

2. กระบวนการ Design-base

Thompson (1992) กล่าวว่า การประมาณค่าโดยวิธีการ Design base นั้น เป็นวิธีประมาณค่าในลักษณะประชากรคงที่ (Fixed population) โดยจะอยู่บนพื้นฐานของ Central limited theorem ซึ่งประยุกต์มาจาก การสุ่มอย่างง่ายโดยไม่ใส่คืนจากประชากรที่แจงนับได้

Chamber and Skinner (2003) ได้กล่าวว่า Design-based หรือ ในกรณีที่เราสนใจค่าเฉลี่ยของประชากรที่แจงนับได้ เราจะตั้งสมมุติฐานว่าค่า n สร้างมาจากการสุ่มแบบใช้ความน่าจะเป็นและไม่มีการอ้างอิงไปยังประชากรกลุ่มอื่น ๆ กระบวนการในการสุ่มนั้นจะขึ้นอยู่กับการออกแบบการสุ่มตัวอย่าง รวมทั้งการสุ่มแบบความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน, การสุ่มแบบแบ่งชั้น, การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มและอื่น ๆ ในมุมมองของ Design-based จะถือว่าค่าเฉลี่ยของประชากรที่แจงนับได้เป็นพารามิเตอร์ในการประมาณค่า

เพื่อความสะดวกยิ่งกว่าการใช้หนังสือสถิติในการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ถ้าข้อมูลอยู่ในรูป การแบ่งชั้นหรือการแบ่งกลุ่ม ผู้วิจัยจะสามารถคำนวณปรับแก้ให้เหมาะสมกับรูปแบบการสุ่มได้ โดยกระบวนการ Design-base จะรองรับการปรับแก้ค่า Design effect ของการสุ่มแบบซับซ้อน ซึ่งเทคนิคที่นิยมใช้กัน คือ Linearization (Taylor series) และ Repicated method

Linearization (Taylor series) เป็นการปรับแก้โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์โดยการประยุกต์การประมาณค่าเชิงเส้น (Linear estimators) กับข้อมูล ซึ่งการประมาณค่าเชิงเส้น (Linear estimators) หมายถึง ฟังก์ชั่นเชิงเส้นของกลุ่มตัวอย่างที่สังเกตได้ ในกรณีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random) ตัวประมาณค่าหลาย ๆ ตัวนั้น เป็นตัวประมาณค่าเชิงเส้น โดยขนาดกลุ่มตัวอย่าง n มีขนาดคงที่ ในการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ที่แต่ละกลุ่มมีขนาด n ไม่คงที่นั้น Taylor series linearization จะทำการประมาณค่าโดยใช้ ตัวประมาณค่าแบบ Non-linear ซึ่งสูตรในการประมาณค่าของเชิงเส้นในการประมาณความแปรปรวนนั้นจะถูกประยุกต์ใหม่

Repicated method ใช้ข้อมูลความแปรปรวนระหว่างค่าประมาณที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ กลุ่ม เพื่อใช้อ้างถึงประชากรขนาดใหญ่ Repicated method จะทำการกำหนดจำนวนของ Subset ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ถูกเลือกและทำการคำนวณความแปรปรวน ซึ่งค่าสถิติที่เราสนใจนั้นจะได้มาจาก Subset ของกลุ่มตัวอย่างเหล่านั้น จากนั้นนำความแปรปรวนใน Set ย่อย ๆ เหล่านั้นมาทำการคำนวณความแปรปรวนทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง (Lohr, 1999, pp. 298-315)

3. กระบวนการ Model-base

Robert M. Dolazio (1997) ได้กล่าวว่า การประมาณค่าของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า คือ วัตถุประสงค์ขั้นพื้นฐานของ Model-based โดยการทำให้โมเดลนั้น Fit ค่าประมาณของ θ นั้นใช้ในการประมาณค่าของประชากรทั้งหมด ของค่า y รวมถึงที่ไม่ได้รวมอยู่ในกลุ่มตัวอย่าง ใน Model-based นั้น จะประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยใช้ Maximum likelihood (Mood, 1974) โดยจุดสำคัญที่ทำให้ Model-based และ Design-base มีความแตกต่างกัน คือ การประมาณค่า โดย Design-base นั้น การประมาณค่าจะมีการเชื่อมโยงกับการออกแบบการสุ่ม ส่วน Model-based นั้น การประมาณค่าจะอยู่บนพื้นฐานของ Likelihood function โดยการออกแบบการสุ่มนั้นจะไม่มีผลต่อการประมาณค่าลักษณะนี้

การวิเคราะห์โมเดลโดยข้อมูลที่มีลักษณะซับซ้อน (Modeling with complex survey data)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจที่ซับซ้อน (Complex survey data) จะมีกระบวนการทั้งสิ้น 2 รูปแบบ ได้แก่ กระบวนการที่ 1 คือ คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) และทดสอบค่าความ Fit ของ Model โดยใช้การทดสอบ Chi-square ซึ่งทั้งหมดคำนวณอยู่บนพื้นฐานของ การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratification), การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster) หรือการสุ่มโดยใช้ความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน (Unequal probality) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์กลุ่มประชากรย่อย (Subpopulation analysis), Replicate weight ค่าพารามิเตอร์จะถูกประมาณค่าโดยค่าสูงสุดของค่าถ่วงน้ำหนักของ Loglikelihood function (Maximizing a weighted loglikelihood function) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) คำนวณโดยใช้วิธี Sandwich estimator

กระบวนการที่ 2 คือ ทำการสร้างโมเดลขึ้นมาในแต่ละชั้นของข้อมูล (Multilevel data) โดยจะใช้การถ่วงน้ำหนักการสุ่ม (Sampling weight) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) และการทดสอบ Chi-square และในแต่ละชั้นของข้อมูลค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ก็จะถูกใช้ด้วยเช่นกันสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์กลุ่มประชากรย่อย (Subpopulation analysis), Replicate weight ค่าพารามิเตอร์จะถูกประมาณค่าโดยค่าสูงสุดของค่าถ่วงน้ำหนักของ Loglikelihood function (Maximizing a weighted loglikelihood function) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) คำนวณโดยใช้วิธี Sandwich estimator

การขยายระดับของโมเดล Multilevel จะทำให้เกิดค่า Random intercept และค่า Random slope ที่หลากหลายระหว่างกลุ่มซึ่งผลกระทบอย่างสุ่ม (Random effect) เหล่านี้สามารถช่วยเจาะจงความสัมพันธ์ของโมเดลทั้งในตัวแปรอิสระและไม่เป็นอิสระและตัวแปรแฝงค่าผลกระทบอย่างสุ่ม (Random effect) เป็นตัวแทนของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มหรือความแตกต่างของในการเจริญเติบโตของแต่ละกลุ่มสามารถที่จะนำมาประยุกต์ด้วยการวัดองค์ประกอบ (Factor) โดยตัวบ่งชี้หลายตัวในแต่ละชั้น เช่น SEM, Regression เป็นต้น

จาก 2 กระบวนการข้างต้น สามารถที่จะนำมาประยุกต์ร่วมกันได้ในกรณี เช่น ทำการเจาะจงโมเดลในแต่ละชั้นในรูปแบบของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) และค่า Chi-square ทำการวิเคราะห์โดยใช้พื้นฐานของการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratification), การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster) หรือการสุ่มโดยใช้ความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน (Unequal probability) หรือเมื่อมีการใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและการทดสอบความ Fit ของโมเดลโดยค่า Chi-square จะถูกคำนวณบนพื้นฐานของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster) (Rafferty, 2011, p. 148)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) เป็นวิธีการที่ใช้ในการกำหนดจำนวนของมิติอ้างอิง โดยสังเกตจากตัวแปรที่สังเกตได้ (Observed variable) และระบุชุดย่อย (Subset) ของตัวแปรที่สำคัญในแต่ละมิติ มิติอ้างอิงนั้นจะถูกเรียกว่า ตัวแปรแฝง (Latent variable) ส่วนตัวแปรที่สังเกตได้ (Observed variable) จะถูกเรียกว่าตัวแปรบ่งชี้ (Factor indicators) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- Exploratory factor analysis (EFA)
- Confirmatory factor analysis (CFA)

CFA เป็นกระบวนการที่เหมาะสมในกรณีที่ผู้วิจัยทราบเกี่ยวกับมิติของเซตของตัวแปรมาก่อนแล้วจากงานวิจัยที่ผ่านมาวิธีการนั้นไม่ใช่การกำหนดทิศทางของตัวแปรหรือหารูปแบบของค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) แต่กลับกัน CFA จะถูกใช้ในการสำรวจเพื่อดูว่ามิติที่สร้างขึ้นและรูปแบบของค่าถ่วงน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading)นั้นเหมาะกับกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ทั้งจากประชากรเดิมและประชากรใหม่หรือไม่ นอกจากนี้โมเดลองค์ประกอบ (Factor model) สามารถใช้ในการศึกษาลักษณะของตัวแปรโดยดูจากความแปรปรวน (Variance) และความแปรปรวนร่วม (Covariance) ความสัมพันธ์ (Correlations) ความแปรปรวนขององค์ประกอบจะแสดงให้เห็นถึงระดับความเป็นวิวิธพันธ์ (Heterogeneity) ขององค์ประกอบ

ตัวอย่าง เช่น ผู้ชายช่วงอายุ 20 กลาง ๆ จะมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) น้อยเมื่อเกี่ยวข้องกับตัวแปรที่เกี่ยวเนื่องกับการดื่มแอลกอฮอล์มากกว่าผู้หญิง ซึ่งส่งผลให้มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (Factor variance) ที่ใหญ่กว่าและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ (Factor correlation) จะแสดงให้เห็นถึงความแข็งแกร่งของความเกี่ยวเนื่องกันระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ตัว

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Schumacker & Lomax, 2010, pp. 163-174)

1. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้ (Review literatures)

2. กำหนดโมเดลเชิงทฤษฎี (Model conceptualization)

3. กำหนดภาพโครงสร้างองค์ประกอบ (Factor diagram construction)

4. กำหนดลักษณะเฉพาะของโมเดล (Model specification)

5. ระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล (Model identification)

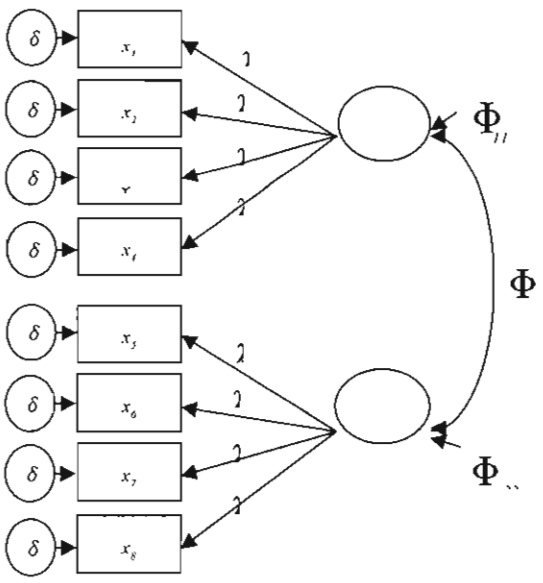
6. ประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter estimate)

7. ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Assessment of model fit)

8. ปรับโมเดล (Model modification)

2. การกำหนดประเภทของพารามิเตอร์และเมตริกซ์ที่ใช้ในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การกำหนดประเภทของพารามิเตอร์ในโมเดล CFA ตามโมเดลดังนี้



ภาพที่ 6 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA Model) (Brown, 2006, p. 55)

x_i แทน ตัวแปรสังเกตได้

λ_{ij} แทน น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ i บนตัวแปรแฝง

ξ_j แทน เวกเตอร์ตัวแปรแฝง

δ_i แทน เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้

Φ_{ij} แทน เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝง

ความไม่แปรเปลี่ยนของการวัด (Multiple group CFA)

ความเที่ยงตรงของการเปรียบเทียบคะแนนข้ามประเทศ (Cross-country) เป็นกระบวนการสำคัญในการประยุกต์ทางด้านการวิจัย จิตวิทยาและการศึกษาหลักฐานสำคัญของความเที่ยงตรงในการเปรียบเทียบคะแนนข้ามประเทศ (Cross-country) คือ Construct Comparability ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทดสอบคะแนนข้ามประเทศ (หรือวัฒนธรรม) ทำการวัดโดยใช้โครงสร้างที่สนใจเหมือนกันเพียงเพื่อให้ความแตกต่างระหว่างคะแนนข้ามประเทศนั้น เป็นตัวแทนที่ดี (True representation) แต่ในความเป็นจริงแล้วอย่างไรก็ตามความแตกต่างของคะแนนอาจถูกเบี่ยงเบนโดยตัวแปรที่ซับซ้อนตัวอื่น ๆ เช่น การประยุกต์การสอน (เช่น การแปลภาษา), ความแตกต่างระหว่างหลักสูตร, ความคุ้นเคยกับข้อสอบและตัวแปรทางด้านสังคมอื่น ๆ เป็นต้น

มีหลากหลายเทคนิคทางสถิติที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการทดสอบความเท่าเทียมกันของการวัด Multiple group confirmatory factor analysis (MG CFA) (Joreskog, 1971)จัดเป็นเทคนิคที่นิยมอย่างมากเทคนิคหนึ่งในการทดสอบความเท่าเทียมกันของการวัด (Billiet, 2003; Rensvold, 1998; Steenkamp, 1998) MGCFA เป็นกระบวนที่ขยายมาจาก CFA โดยใน CFA นั้น คะแนนที่สังเกตได้ (Observed score) จะเป็นสิ่งที่ตัดสินและบ่งชี้ถึงคะแนนที่สังเกตไม่ได้ (Unobserved score) หรือตัวแปรแฝง (Latent variable) แต่ตัวบ่งชี้เหล่านี้ยังไม่สมบูรณ์ (Imperfect) โดยยังมีผลกระทบที่เกิดจาก ความคลาดเคลื่อนในการวัด (Measurement error) ระบบของสมการที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่สังเกตได้ (Observed score) และตัวแปรแฝง (Latent variable) สิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวสนับสนุนในการวัด เช่น ผู้วิจัยมีตัวแปรที่สังเกตได้ 3 ตัว เพื่อใช้ในการวัดตัวแปรแฝง 1 ตัว โดยทั่วไปจะสมมุติว่าผู้วิจัยมีตัวแปรที่สังเกตได้ p ตัว ในการวัดตัวแปรแฝง m และคะแนนที่สังเกตได้ คือ x (I = 1, ..., p) สามารถเขียนสมการเชิงเส้น (Linear function) ของตัวแปรแฝงได้ ξ (j = 1, ..., m) ดังนี้

$$x = \tau + \Lambda\xi + \delta \quad (1)$$

X หมายถึง เวคเตอร์ p*1 ของคะแนนที่สังเกตได้ (Observe item scores) เวคเตอร์จะสร้างโมเดลขึ้นมาจาก 3 ส่วน ได้แก่ $\Lambda\xi$ เป็นผลิตผลเนื่องมาจาก p*m เมตทริกซ์จะทำการบรรจุ ค่าถ่วงน้ำหนัก (Factor loading) และ เวคเตอร์ m*1 จะเป็นคะแนนตัวแปรแฝงภายใน (Latent variable score) ค่าถ่วงน้ำหนัก (Factor loading) สามารถดูได้จากความชันของสมการถดถอยของ x บน ξ τ คือ เวคเตอร์ p*1 โดยตัวกรองเหล่านี้ หมายถึง ค่าความคาดหวังของคะแนนที่สังเกตได้ เมื่อคะแนนของตัวแปรแฝงมีค่าเท่ากับ 0 ตัวสุดท้าย คือ δ คือ เวคเตอร์ p*1 ของค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อทำการระบุโมเดลได้ถูกต้องแล้ว ผลลัพธ์ของโมเดลนี้ จะเป็นไปตามค่าเฉลี่ย (Mean) μ และโครงสร้างความแปรปรวนร่วม(Covariance) Σ :

$$\mu = \tau + \Lambda\kappa \qquad (2)$$

$$\Sigma = \Lambda\Phi\Lambda + \Theta \quad (3)$$

เมื่อ μ เทียบเท่ากับ เวคเตอร์ p*1 ของค่าเฉลี่ยที่สังเกตได้ และ K คือ เวคเตอร์ m*1 ของค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝง ξ; Σ คือ เวคเตอร์ p*p เมทริคซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวบ่งชี้ที่สังเกตได้ Φ คือ m*m เมทริคซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรแฝงและ Θ คือ p*p เมทริคซ์ของความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวนร่วม (Steenkamp & Baumgartner, 1998) ทำการเปรียบเทียบโครงสร้างค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนร่วมของตัวแปรที่สังเกตได้และตรวจสอบความฟิตของโมเดล วิธีการประเมินความฟิตของโมเดลที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ การทดสอบ ไค-สแคว์ (Chi-square test) แต่อย่างไรก็ตาม การทดสอบ ไค-สแคว์ นั้น เป็นที่รู้กันดีว่าจะตอบสนองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ ด้วยเหตุนี้ การบ่งชี้ความฟิตของโมเดลจึงได้มีการพัฒนา เช่น Root mean square error of approximation (RMSEA) หรือ The comparative fit Index (CFI) เป็นต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการทดสอบความเท่าเทียมกัน โมเดล CFA ได้ทำการขยายไปสู่รูปแบบ Multi-group (Jöreskog, 1971) ซึ่งเป็นรูปแบบการประมาณค่าแบบแยกเป็นกลุ่ม ๆ ที่แตกต่างกัน

$$x^g = \tau^g + \Lambda^g\xi + \delta^g$$

1. รูปแบบของการวัด Invariance

Configural invariance เป็นกระบวนการที่อยู่บนพื้นฐานของ Thurstone's principle of simple structure เป็นโมเดลการวัดของตัวแปรแฝงมีโครงสร้างของตัวประกอบระหว่างกลุ่มเหมือนกันหรืออีกนัยหนึ่ง คือ หากมีค่าถ่วงน้ำหนัก (Loads) ที่แข็งแกร่งบนองค์ประกอบแฝงในกลุ่มหนึ่งก็จะสามารถปรากฏในกลุ่มอื่น ๆ ได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามความแข็งแกร่งของค่าถ่วงน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) จะมีความแตกต่างกันในระหว่างประเทศและช่วงเวลา (Steenkamp & Baumgartner, 1998) โดยทั่วไป ระดับพื้นฐานของการวัดความเท่าเทียมกันนั้นสามารถ

เข้าถึงได้โดยง่ายแต่อีกด้านหนึ่งนั้น Configural invariance ไม่สามารถที่จะการันตรีการเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มได้ ซึ่ง Configural invariance นั้นใช้ในการอธิบายเพียงว่ารูปแบบของตัวแปรแฝงมีความสำคัญอย่างมากในทุกกลุ่ม แต่ถึงอย่างนั้น Configural invariance ก็มักจะนิยมถูกใช้เป็นพื้นฐานในการวัด (Vandenberg & Lance, 2000, pp. 145-146)

Metric invariance เนื่องด้วย Configural invariance ไม่สามารถที่จะบ่งชี้ถึงการตอบสนองของกลุ่มคนในประเทศที่แตกต่างกันได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการสร้างคะแนนที่สามารถเปรียบเทียบข้ามประเทศได้ Metric invariance เป็นวิธีการสำหรับการทดสอบ Invariance โดยการใช้รูปแบบของความเท่ากันของเมตริค (Equal metric) หากตัวเลือกมีความเหมาะสมกับความต้องการ ของ Metric invariance ความแตกต่างของคะแนนระหว่างประเทศจะสามารถนำมาเปรียบเทียบได้และความแตกต่างของตัวแปรที่สังเกตได้เหล่านี้จะเป็นตัวที่บ่งชี้ถึงความคล้ายคลึงของความแตกต่างข้ามวัฒนธรรม (Cross-national differences) โดยค่าถ่วงน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) จะเป็นตัวที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของคะแนนตัวแปรแฝง (Latent scores) ที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของคะแนนที่สังเกตได้ (Observe scores) Metric invariance จะทำการทดสอบโดยจำกัดการถ่วงน้ำหนัก (Loading) ให้เท่ากันในระหว่างประเทศ

$$\Lambda^1 = \Lambda^2 = \Lambda^3 \ldots\ldots \Lambda^g$$

Scalar invariance configural และ Metric invariance ต้องการเพียงข้อมูลของความแปรปรวนร่วม (Covariance) ของตัวเลือกในประเทศที่แตกต่างกันแต่อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประเทศ จัดเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับงานวิจัยหลาย ๆ งาน เพื่อให้การเปรียบเทียบมีความสำคัญมากขึ้น Scalar invariance จึงได้ถูกนำมาใช้ Scalar invariance เป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่สังเกตได้ (Observe scores) ที่สัมพันธ์กับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของโครงสร้างภายใน (Underlying construct) โดยจะตั้งอยู่บนคำถามเกี่ยวกับความคงเส้นคงวา (Consistency) ระหว่างความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแฝง (Latent means) ข้ามวัฒนธรรม (Cross-national) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่สังเกตได้ (Observed means) ข้ามวัฒนธรรม (Cross-national) ซึ่งถ้าหากทำการวัดตัวแปรแฝงด้วยใช้ความเท่าเทียมกันของเมตริกซ์ (Equivalent metric) ในประเทศที่แตกต่างกัน (Metric invariance) คะแนนที่ได้ออกมาจะเกิดความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบขึ้น ซึ่งเรียกว่า Addictively biased โดยลักษณะการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประเทศจะอยู่บนพื้นฐานของ Addictively biased ซึ่งความคลาดเคลื่อนลักษณะนี้ควรกำจัดออกจากข้อมูลเนื่องจากไม่มีประโยชน์ (Meredith, 1993)

$$\tau^1 = \tau^2 = \tau^3 \ldots\ldots \tau^g$$

นอกจากนี้รูปแบบของ Invariance ยังมีอีกหลายรูปแบบทั้ง Factor covariance invariance, factor variance invariance และ Error variance invariance

2 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนแบบเต็มรูป VS การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนแบบบางส่วน (Full vs Patial equivalence)

เมื่อค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดของโมเดลการวัด (Measurement model) มีค่าเท่ากันระหว่างกลุ่มเราจะเรียกว่า ความไม่แปรเปลี่ยนแบบเต็มรูป (Full measurement equivalence) แต่อย่างไรก็ตาม Byrne (1989) ได้โต้แย้งว่า ความไม่แปรเปลี่ยนเต็มรูป (Full equivalence) นั้น ไม่ใช่รูปแบบที่จะนำไปใช้ในการเปรียบเทียบทั้งหมด เพียงแค่มี Item อย่างน้อย 2 ตัวต่อตัวแปรแฝงเท่าเทียมกันก็เพียงพอสำหรับการเปรียบเทียบอย่างแม่นยำในระหว่างประเทศหรือช่วงเวลา เรียกว่า การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วน (Patial equivalence) โดยการทดสอบลักษณะนี้ไม่ได้ต้องการค่า Invariance ของค่าถ่วงน้ำหนัก (Loading) ทั้งหมดซึ่งความคิดนี้ได้รับการสนับสนุนโดย Steenkamp and Baumgartner (1998) (Steenkamp & Baumgartner, 1998)

ในทางปฏิบัติระดับที่แตกต่างกันของความเท่าเทียมกันของการวัด (Measurement equivalence) สามารถทำการทดสอบได้โดยการทดสอบค่า Fit ต่าง ๆ การเพิ่มขึ้นของ Multi-group model โดยใน Model แรกจะมีโครงสร้างของตัวแปรเหมือนกันระหว่างกลุ่มแต่ไม่มีการบังคับค่าพารามิเตอร์ให้เท่ากัน ค่า Factor loading จะมีความหลากหลายระหว่างประเทศ (= Configural equivalence) ต่อมาใน Model ที่ 2 จะทำการบังคับให้ค่า Factor loading เท่ากันระหว่างกลุ่ม (= Metric equivalence) Dodel ที่ 3 จะทำการบังคับค่า Intercept ให้เท่ากันระหว่างกลุ่ม (= Scalar equivalence) ระดับของความเท่าเทียมของการวัด (Measuremcnt equivalence) สามารถตัดสินได้โดยค่า Fit ของโมเดลต่าง ๆ

3. ขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบว่ากลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีรูปแบบของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นแบบเดียวกันโดยยังไม่บังคับค่าพารามิเตอร์ให้เท่ากัน (Configural invariance) การวิเคราะห์ขั้นนี้จะพิจารณาค่าสถิติไค-แสควร์ (Chi-square goodness of-fit index) การวิเคราะห์ในขั้นนี้ต้องได้ค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญ จึงจะแสดงว่ามีความสอดคล้องระหว่างโมเดลสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 2 บังคับให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในแต่ละกลุ่มประชากรที่ทำการวิเคราะห์เท่ากัน (Metric invariance) การวิเคราะห์ขั้นนี้จะพิจารณาความแตกต่างของค่าสถิติไค-แสควร์ (Chi-square goodness of-fit index) โดยความแตกต่างของค่าสถิติไค-แสควร์ ต้องไม่มีนัยสำคัญ

ทางสถิติ จึงจะดำเนินการวิเคราะห์ขั้นต่อไป แต่หากการทดสอบแล้วปฏิเสธสมมติฐานนี้แสดงว่าโมเดลที่สร้างขึ้นระหว่างประชากร 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันจึงทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วน (Partial Invariance) ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบโดยการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ LX และ LY บางตัวมีค่าไม่เท่ากันได้โดยพิจารณาจากดัชนีการปรับแก้โมเดล (Modification Indices) ในส่วนของเมทริกซ์ LX และ LY ที่มีค่ามากสุดทีละค่า จนค่าสถิติไค-แสควร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงหยุดการทดสอบ

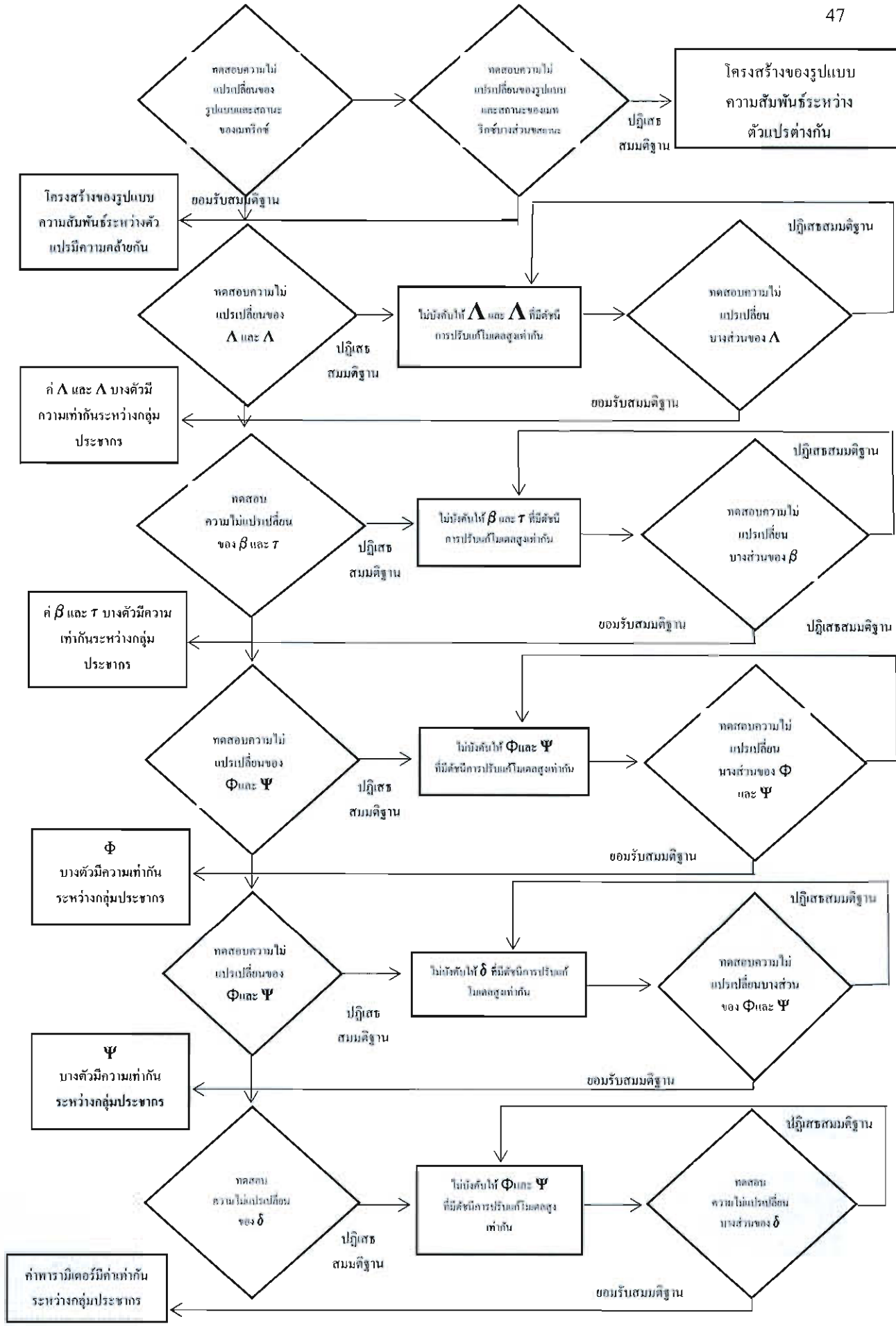
ขั้นตอนที่ 3 บังคับให้ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงในแต่ละกลุ่มเท่ากัน (Scalar invariance) การวิเคราะห์ขั้นนี้จะบังคับให้ทั้งน้ำหนักองค์ประกอบและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงแต่ละกลุ่มเท่ากัน โดยความแตกต่างของค่าสถิติไค-แสควร์จากการทดสอบในขั้นก่อนหน้านี้ต้องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงจะดำเนินการวิเคราะห์ขั้นต่อไปแต่หากการทดสอบแล้วปฏิเสธสมมติฐานนี้แสดงว่าโมเดลที่สร้างขึ้นระหว่างประชากร 2 กลุ่มมีความแตกต่างกัน จึงทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วน (Partial invariance) ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบโดยการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ GA และ BE บางตัวไม่เท่ากันได้ โดยพิจารณาจากดัชนีการปรับแก้โมเดล (Modification indices) ในส่วนของเมทริกซ์ GA และ BE ที่มีค่ามากสุดทีละค่า จนค่าสถิติไค-แสควร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงหยุดการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 4 บังคับให้ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงในแต่ละกลุ่มเท่ากัน (Factor covariance invariance) การวิเคราะห์ขั้นนี้จะบังคับให้ทั้งน้ำหนักองค์ประกอบค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงและความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงของแต่ละกลุ่มเท่ากัน โดยค่าสถิติไค-แสควร์ที่เพิ่มขึ้นของการทดสอบในขั้นนี้กับในขั้นก่อนหน้านี้ต้องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงจะดำเนินการวิเคราะห์ขั้นต่อไปแต่หากการทดสอบแล้วปฏิเสธสมมติฐานนี้แสดงว่าโมเดลที่สร้างขึ้นระหว่างประชากร 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันจึงทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วน (Partial invariance) ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบโดยการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ PH บางตัวไม่เท่ากันได้ โดยพิจารณาจากดัชนีการปรับแก้โมเดล (Modification indices) ในส่วนของเมทริกซ์ PH ที่มีค่ามากสุดทีละค่าจนค่าสถิติไค-แสควร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงหยุดการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 5 บังคับให้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงในแต่ละกลุ่มเท่ากัน (Factor covariance invariance) การวิเคราะห์ขั้นนี้จะบังคับให้ทั้งน้ำหนักองค์ประกอบค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝง ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก และความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงของแต่ละกลุ่มเท่ากันโดย

ค่าสถิติไค-แสควร์ที่เพิ่มขึ้นของการทดสอบในขั้นนี้กับในขั้นก่อนหน้านี้ต้องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงจะดำเนินการวิเคราะห์ขั้นต่อไป แต่หากการทดสอบแล้วปฏิเสธสมมติฐานนี้แสดงว่าโมเดลที่สร้างขึ้นระหว่างประชากร 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันจึงทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วน (Partial invariance) ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบโดยการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ PS บางตัวไม่เท่ากันได้ โดยพิจารณาจากดัชนีการปรับแก้โมเดล (Modification indices) ในส่วนของเมทริกซ์ PS ที่มีค่ามากสุดทีละค่าจนค่าสถิติไค-แสควร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงหยุดการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 6 บังคับให้ความแปรปรวนระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ของแต่ละกลุ่มเท่ากัน (Error variance invariance) การวิเคราะห์ขั้นนี้จะบังคับให้ทั้งน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝง ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงภายนอกและความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ของแต่ละกลุ่มเท่ากัน โดยค่าสถิติไค-แสควร์ที่เพิ่มขึ้นของการทดสอบในขั้นนี้กับในขั้นก่อนหน้านี้ต้องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงจะดำเนินการวิเคราะห์ขั้นต่อไปแต่หากการทดสอบแล้วปฏิเสธสมมติฐานนี้แสดงว่าโมเดลที่สร้างขึ้นระหว่างประชากร 2 กลุ่มมีความแตกต่างกัน จึงทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วน (Partial invariance) ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบโดยการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ TD และ TE บางตัว ไม่เท่ากันได้ โดยพิจารณาจากดัชนีการปรับแก้โมเดล (Modification indices) ในส่วนของเมทริกซ์ TD และ TE ที่มีค่ามากสุดทีละค่า จนค่าสถิติไค-แสควร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงหยุดการทดสอบในการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วนของโมเดลนั้น ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ที่ทำการวิเคราะห์ต้องมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มอย่างน้อย 2 ตัว ขึ้นไปจึงจะกล่าวได้ว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วน ขั้นตอนการตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (Multi-group analysis)


ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบและสถานะของเมทริกซ์
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบและสถานะของเมทริกซ์บางส่วนของสถานะ
ปฏิเสธสมมติฐาน
โครงสร้างของรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างกัน
ยอมรับสมมติฐาน
โครงสร้างของรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีความคล้ายกัน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของ Λ และ Λ
ปฏิเสธสมมติฐาน
ไม่บังคับให้ Λ และ Λ ที่มีดัชนีการปรับแก้โมเดลสูงเท่ากัน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วนของ Λ
ปฏิเสธสมมติฐาน
ค่ Λ และ Λ บางตัวมีความเท่ากันระหว่างกลุ่มประชากร
ยอมรับสมมติฐาน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของ β และ τ
ปฏิเสธสมมติฐาน
ไม่บังคับให้ β และ τ ที่มีดัชนีการปรับแก้โมเดลสูงเท่ากัน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วนของ β
ปฏิเสธสมมติฐาน
ค่ β และ τ บางตัวมีความเท่ากันระหว่างกลุ่มประชากร
ยอมรับสมมติฐาน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของ Φและ Ψ
ปฏิเสธสมมติฐาน
ไม่บังคับให้ Φและ Ψ ที่มีดัชนีการปรับแก้โมเดลสูงเท่ากัน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วนของ Φ และ Ψ
ปฏิเสธสมมติฐาน
Φ บางตัวมีความเท่ากันระหว่างกลุ่มประชากร
ยอมรับสมมติฐาน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของ Φและ Ψ
ปฏิเสธสมมติฐาน
ไม่บังคับให้ δ ที่มีดัชนีการปรับแก้โมเดลสูงเท่ากัน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วนของ Φและ Ψ
ปฏิเสธสมมติฐาน
Ψ บางตัวมีความเท่ากันระหว่างกลุ่มประชากร
ยอมรับสมมติฐาน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของ δ
ปฏิเสธสมมติฐาน
ไม่บังคับให้ Φและ Ψ ที่มีดัชนีการปรับแก้โมเดลสูงเท่ากัน
ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนบางส่วนของ δ
ปฏิเสธสมมติฐาน
ค่าพารามิเตอร์มีค่าเท่ากันระหว่างกลุ่มประชากร
ยอมรับสมมติฐาน

ประสิทธิภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Efficiency of parameter estimates)

1. ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates relative bias)

ความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias: *RB*) หรือค่าร้อยละของความเอนเอียง (Percentage bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ คือ ค่าร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างและค่าจริงของพารามิเตอร์จากโมเดลประชากร (Bandalos, 2006, p. 401; Flora & Curran, 2004, p. 473; Trierweiler, 2009, p. 75; Chumney, 2012, p. 31) ซึ่งสามารถคำนวณเป็นค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ได้จากสูตร

$$RB(\hat{\theta}) = \left| \frac{\hat{\theta}_{ij} - \theta_i}{\theta_i} \right| \times 100\%$$

$\hat{\theta}_{ij}$ คือ ค่าประมาณจากกลุ่มตัวอย่างที่ j และค่าพารามิเตอร์ที่ i

θ_i คือ ค่าพารามิเตอร์จากประชากร

การคำนวณความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่เป็นค่ามาตรฐานในโมเดล CFA ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ค่าปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบ (Factor correlation) จะคำนวณโดยการหาค่าเฉลี่ยจากการทดลองซ้ำ (Replication) ทั้งหมดที่ทำการศึกษาในบางครั้งหากผลต่างค่าประมาณพารามิเตอร์จากกลุ่มตัวอย่างและจากประชากรมีค่าเป็นลบหรือเป็นบวกที่ต่างกันมาก ๆ แต่เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้ว พบว่ามีค่าความเอนเอียงเป็นศูนย์หรือไม่มีความเอนเอียง การแปลความหมายอาจผิดพลาดได้ ดังนั้นหากผู้วิจัยไม่สนใจทิศทางของความเอนเอียง ควรใส่ค่าสัมบูรณ์สำหรับตัวเศษในสูตร คือ $\left|\hat{\theta}_{ij} - \theta_i\right|$

เกณฑ์การพิจารณาความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีเกณฑ์ดังต่อไปนี้ (Curran, West, & Finch, 1996; Bandalos, 2006, p. 402; Flora & Curran, 2004, p. 473; Kaplan, 1989 cited in Trierweiler, 2009, p. 75)

ไม่เกิน 5.00%	หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับต่ำ (Trivial bias)
5.01%-10.00%	หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับปานกลาง (Moderate bias)
มากกว่า 10.00%	หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับสูง (Substantial bias)

2 ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน คำนวณจากการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่างและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากโมเดลประชากรจากจำนวนชุดข้อมูล (Replication) ทั้งหมดที่ศึกษาเช่นเดียวกับค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ โดยคำนวณได้จากสูตร

$$RB(SE(\theta_i)) = \frac{SE(\hat{\theta}_i)_j - SE(\hat{\theta}_i)}{SE(\hat{\theta}_i)} \times 100\%$$

$SE(\hat{\theta}_i)$ คือ ค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์จากประชากร

$SE(\hat{\theta}_i)_j$ คือ ค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับจำนวนชุดข้อมูล (Replication) ที่ j เกณฑ์สำหรับค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Curran, West & Finch, 1996; Bandalos, 2006, p.403; Flora & Curran, 2004, p. 473; Kaplan, 1989 cited in Trierweiler, 2009, p. 77) คือ

ไม่เกิน 5.00%	หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับต่ำ (Trivial bias)
5.01%-10.00%	หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับปานกลาง (Moderate bias)
มากกว่า 10.00%	หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับสูง (Substantial bias)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bozick, Lauff & Wirt (2007) ได้ทำการประมาณนักเรียนจำนวน 20,000 คน จาก 752 โรงเรียน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Clusters sampling) มีการประมาณค่าที่ใกล้เคียงประชากรมากกว่าการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

Lumley (2004) ได้มีการอธิบายเกี่ยวกับการนำการสุ่มอย่างง่ายไปใช้แทนที่การสุ่มแบบซับซ้อนไว้ โดยกล่าวว่า หากทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sample) กับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะแบ่งชั้น (Stratified sample) จะส่งผลให้เกิดการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) เกินไปกว่าความเป็นจริง หรือ วิเคราะห์โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายกับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะแบบแบ่งกลุ่ม (Clustering sample) จะส่งผลให้ประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าความเป็นจริง

DuMouchel and Duncan (1983) ได้นำเสนอเกี่ยวกับวิธีการกำลังสองถ่วงน้ำหนักสำหรับวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยพหุของการสุ่มแบบแบ่งชั้น โดยวิธีการกำลังสองถ่วงน้ำหนักสามารถที่จะลดค่าความลำเอียง แต่ทำให้การประมาณค่าความแปรปรวนมีขนาดใหญ่

Esher Hsu (2011) ได้ทำการเปรียบเทียบการประมาณค่าของสัมประสิทธิ์ความถดถอยภายใต้การสุ่มแบบแบ่งชั้นด้วยความน่าจะเป็นที่ไม่เท่ากัน โดยการวิเคราะห์ความถดถอยพหุในครั้งนี้ได้นำเสนอ 4 วิธีการ คือ Ordinary least square (OLS), weighted least square (WLS), Probability least square (PLS) และ Quasi-Aitken probability weighted least square (QA-PWLS) โดยผลการเปรียบเทียบทั้ง 4 วิธี ได้ข้อสรุปว่า PWLS และ QA-PWLS ประมาณค่าได้ดีกว่าวิธี OLS และ WLS ในส่วนของความลำเอียง แต่การประมาณค่า PWLS จะมีความแปรปรวนขนาดใหญ่สำหรับการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยภายใต้ Complex survey การประมาณค่า QA-PWLS ให้ผลดีกว่าวิธีอื่น ๆ ในเทอมของความลำเอียง และ MSE พอ ๆ กับเทอมของความคลาดเคลื่อนและตัวแปรอิสระมีความแปรปรวนไม่เป็นเอกพันธ์ระหว่างชั้น ผลของการจำลองพบว่าวิธีการประมาณค่า QA-PWLS มีความแปรปรวนเชิงเส้นเล็กกว่า LSE ในกลุ่มที่มีตัวอย่างขนาดใหญ่ และจากการศึกษาค่าของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงประจักษ์ RMSE และ R^2 พบว่าไม่มีความแตกต่างขนาดใหญ่ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากทั้ง 3 วิธีการ

Jason W. Osborne (2011) ได้ทำการเปรียบเทียบโมเดลการสุ่มทั้ง 4 แบบ ได้แก่ Unweighted, weighted, Scale weighted และ PSU strata model โดยทำการเปรียบเทียบกับสถิติ คือ OLS regression, Logistic regression, ANOVA และ Null effect ใน OLS regression จากผลการทดสอบพบว่า ANOVA และ Null effect เสี่ยงต่อการที่จะเกิด Type-I errors มากที่สุด หากใช้โมเดลแบบ Unweight และ weight ซึ่งการใช้ PSU strata จะให้ค่าที่ออกมาแม่นยำมากกว่า ส่วน Logistic regression นั้น ถึงแม้ผลที่ออกมาจะไม่ชัดเจนเท่าสถิติข้างต้นแต่ก็เสี่ยงที่จะเกิด Type-I errors ได้สูงเช่นเดียวกัน

Robert M. Dorazio (1997) ได้ทำการศึกษาโดยใช้กระบวนการ กระบวนการ Model-base และ Design base ในการประมาณจำนวน Mollusks ในน้ำ โดยผลการทดลอง พบว่า การประมาณจำนวนของ Mollusks ในน้ำนั้นจะมีความแม่นยำสูงเมื่อใช้การประมาณค่าแบบ Model-base หรือ ใช้ Design base แบบ Cluster ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถตัดสินใจในการเลือกวิธีการสุ่มและวิธีการอ้างอิงทางสถิติได้

Laura M. Stapleton (2008) ได้ทำการศึกษาการประมาณค่าความแปรปรวนโดยกระบวนการทำซ้ำ (Replication methods) ของข้อมูล Complex survey โดยใช้ SEMโดยได้

ทำการเปรียบเทียบเทคนิคในการประมาณค่าความแปรปรวน ได้แก่ Jackknife repeated replication, balanced repeated replication และ Bootstrapping ผลการทดลองที่ได้พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าใกล้เคียงกันทุกกระบวนการยกเว้นการวิเคราะห์แบบ Conventional ที่มี Bias ในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนสูงถึง 70% กระบวนการทำซ้ำ (Replication method) มีค่า Bias ทางบวกเล็กน้อยตั้งแต่ 4% จนถึง 10% ค่า Chi-square มีอัตราการปฏิเสธใกล้เคียง .05 สำหรับกระบวนการทำซ้ำ (Replication method) เมื่อเทียบกับอัตราการปฏิเสธใกล้เคียง 75% ของกระบวนการวิเคราะห์แบบ Conventional การประมาณค่าต่ำเพียงเล็กน้อย ของสถิติ Chi-square อาจส่งผลให้เกิดการประมาณค่าที่สูงเกินไปของค่าความแปรปรวน และมีความเป็นไปได้ที่จะละเมิดข้อตกลงของ Design effect และค่าความแปรปรวนร่วมของพารามิเตอร์

Patrick sturgis (2004) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสุ่มแบบซับซ้อนโดยเป็นข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมที่ชาวเมืองชอบทำในแต่ละวัน ผู้วิจัยทำการสุ่มโดยใช้วิธีการแบบ Multi-stage เริ่มจากใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นตามรหัสไปรษณีย์ จากนั้นทำการสุ่มเลือกโดยใช้วิธีการแบบแบ่งกลุ่ม และทำการถ่วงน้ำหนักให้กับตัวแปร จากผลการทดลองพบว่า ค่า Deft (การประมาณค่าสัดส่วนระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่แท้จริงกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย) ซึ่งลักษณะที่พบจะคล้ายกับที่เจอในประชากรขนาดใหญ่ โดยมีค่า Deft สูงกว่า 1.2 บ่งบอกถึงความแปรปรวนขนาดใหญ่เมื่อทำการแยกวิธีการวิเคราะห์ออกเป็นส่วน ๆ จะพบว่า การถ่วงน้ำหนักให้ค่าความแม่นยำน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการแบ่งชั้นและการแบ่งกลุ่มแต่เมื่อเปรียบเทียบค่า MSE จะพบว่า การถ่วงน้ำหนักจะให้ความแม่นยำในการประมาณค่ามากกว่า

ดวงใจ ปวีณเอภิชาต (2539) ได้เปรียบเทียบค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น ที่มีตัวแปรจำแนกชั้นภูมิที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ คือ ประเภทโรงเรียน ขนาดโรงเรียนและเขตอำเภอโดยใช้วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ วิธีกำหนดแบบนีย์แมนและวิธีกำหนดแบบสัดส่วนรวมแผนการสุ่มทั้งหมด 6 วิธี แต่ละแผนการสุ่มใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นต่างกัน 3 ระดับ คือ 90%, 95% และ 99% ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 5 กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการปีการศึกษา 2534 จำนวน 9,227 คน ดำเนินการสุ่มตัวอย่างในแต่ละวิธีขนาดและระดับความเชื่อมั่น โดยใช้คอมพิวเตอร์กระทำการสุ่มซ้ำ 1,000 ครั้ง เปรียบเทียบค่าประมาณของคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของประชากร โดยใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบความมีประสิทธิภาพ 4 เกณฑ์ คือ ความใกล้เคียง ความแปรปรวน ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองและค่าประสิทธิภาพสัมพันธ์ของค่าประมาณมัชฌิมาเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากรผลการวิจัยที่สำคัญ มีดังนี้

1. ขนาดโรงเรียน เป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการประมาณค่ามัชฌิมเลข คณิตทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง และประมาณค่าความแปรปรวนเมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่เขตอำเภอ เป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการประมาณค่าความแปรปรวนเมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 90% และ 99%

2. วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมนมีประสิทธิภาพในการประมาณค่ามัชฌิมเลขคณิตมากกว่าวิธีกำหนดแบบสัดส่วนเมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และมีประสิทธิภาพน้อยกว่าเมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 90% หรือ 95% โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิสำหรับการประมาณค่าความแปรปรวนโดยส่วนใหญ่ของวิธีการสุ่มทั้งหมดวิธีกำหนดแบบนีย์แมนมีประประสิทธิภาพในการประมาณค่ามากกว่าวิธีกำหนดแบบสัดส่วน

3. วิธีการสุ่มที่ใช้ขนาดโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิและกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมนมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการประมาณค่ามัชฌิมเลขคณิตและประมาณค่าความแปรปรวนเมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และ 95% ตามลำดับ

สุกัญญรัตน์ คงงาม (2539) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวประมาณค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสุ่มแบบหลายขั้นตอนระหว่างวิธีสุ่มแบบง่ายกับแบบมีระบบผลการทดลองสรุปได้ว่า

1. ทุกวิธีการสุ่มตัวอย่าง ให้ค่าประมาณที่มีคุณสมบัติด้านความไม่ลำเอียง ยกเว้นวิธีแบบตาม กลุ่มทั้งที่สุ่มตัวอย่างย่อยแบบง่ายและแบบมีระบบ ที่ขนาดตัวอย่าง 789 คนให้ค่าประมาณที่เอนเอียง

2. ทุกวิธีการสุ่มตัวอย่าง ให้ค่าประมาณที่มีคุณสมบัติด้านความคงเส้นคงวา

3. วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นและสุ่มตัวอย่างย่อยแบบมีระบบ ให้ค่าประมาณที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นและสุ่มตัวอย่างย่อยแบบง่ายวิ ธีสุ่มแบบแบ่งชั้น 2 ระยะ และสุ่มตัวอย่างย่อยแบบมีระบบ วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น 2 ระยะและสุ่มตัวอย่างย่อยแบบง่าย วิธีสุ่มแบบตามกลุ่มและสุ่มตัวอย่างย่อยแบบง่ายและวิธีสุ่มแบบตามกลุ่มและสุ่มตัวอย่างย่อยแบบมีระบบ ให้ค่าประมาณที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4. วิธีสุ่มตัวอย่างย่อยแบบมีระบบ ให้การประมาณที่มีคุณสมบัติในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งสามด้านสูงกว่าค่าประมาณจากวิธีสุ่มตัวอย่างย่อยแบบง่ายเมื่อใช้วิธีสุ่มตัวอย่างในหน่วยใหญ่แบบแบ่งชั้น และแบบแบ่งชั้น 2 ระยะ แต่เมื่อสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบตามกลุ่ม พบว่าวิธีสุ่มตัวอย่างย่อยแบบง่ายจะให้ค่าประมาณที่มีคุณสมบัติในการประมาณค่าพารามิเตอร์สูงกว่าค่าประมาณจากวิธีสุ่มตัวอย่างย่อยแบบมีระบบ

นิเวศน์ คำรัตน์ (2534) พบว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นให้ค่าประมาณที่มัชฌิมเลขคณิตของประชากร ที่มีความเอนเอียงที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1,095 คน วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นให้ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรมีประสิทธิภาพ มากที่สุด

สิริกานต์ คมวิลาศ (2555) ทำการศึกษาตัวประมาณค่าเฉลี่ยประชากรที่ไม่เอนเอียงและแบบใช้อัตราส่วน 2 แบบ ตัวประมาณแบบอัตราส่วนแยกกันและตัวประมาณแบบอัตราส่วนรวมกันในอัตราการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น การศึกษาใช้การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของตัวประมาณค่าทั้ง 3 แบบ โดยการจำลอง 9 ประชากร ผลการทดลองสรุปได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของค่าประมาณลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างหรือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาและตัวแปรช่วยเพิ่มขึ้นและการประมาณแบบอัตราส่วนรวมกัน มีความแม่นยำสูงกว่าการประมาณค่าส่วนแยกกันเสมอ แต่การประมาณค่าแบบอัตราส่วนรวมกันมีความแม่นยำกว่าการประมาณค่าไม่เอนเอียง เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาและตัวแปรช่วยเพิ่มขึ้น อัตราการลดลงของสัมประสิทธิ์การแปรผันของตัวประมาณเมื่อเพิ่มจำนวนชั้นภูมิและอัตราการลดลงจะน้อยมากภายหลังที่มีการแบ่งประชากรมากกว่า 6 ชั้นภูมิ

ประชา สุวัฒนพันธุ์กุล (2534) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเลือกตัวอย่างแบบโควต้ากับการสุ่ม ตัวอย่างแบบขั้นภูมิโดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ อัตราส่วนของผลต่างของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง Ratio difference average mean (RDAM) ผลของการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบขั้นภูมิจะมีประสิทธิภาพดีกว่า วิธีการเลือกตัวอย่างแบบโควต้าในทุกกรณีที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการเลือกตัวอย่างทั้ง 2 วิธี มีดังนี้ ขนาดตัวอย่าง: ค่า RDAM จะลดลง ถ้าขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จำนวนกลุ่ม: ค่า RDAM จะลดลง ถ้าจำนวนกลุ่มเพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน: ค่า RDAM จะลดลง ถ้าสัมประสิทธิ์ความแปรผันลดลง ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจศึกษากับปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดค่า RDAM จะลดลง ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจศึกษา กับปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดกลุ่มเพิ่มขึ้นในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันต่ำ และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจศึกษากับปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดกลุ่มสูงอาจใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบโควตาได้ ทั้งนี้เพราะสะดวกในการเก็บข้อมูลมากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบขั้นภูมิ

นิภาพร โพธิ์ชัย (2544) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบสองชั้นและแผนแบบ การสุ่มตัวอย่างแบบง่ายสำหรับข้อมูลทวินาม โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาตรไม้ยูคาลิปตัส 2 แบบ คือ การวัดค่าจริงและการวัดค่าโดยประมาณ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบสองชั้นได้นำการวัดค่าจริงและการวัดค่าโดยประมาณของปริมาตรไม้ยูคาลิปตัสมาศึกษา ส่วนแผนแบบ

การสุ่มตัวอย่างแบบง่ายนั้น อาศัยเพียงการวัดค่า จริงของปริมาตรไม้ยูคาลิปตัส ปริมาตรไม้ยูคาลิปตัสที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม กำหนดเป็น 3 กรณี คือ 0.020, 0.030 และ 0.040 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งในแต่ละกรณีจะทำการสุ่มซ้ำ 30 รอบ สำหรับแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบสองชั้น ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) การหาขนาด ตัวอย่างที่เหมาะสม (n และ m) 2) การสุ่มตัวอย่างและการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในการศึกษา เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบสองชั้น และ การแผนแบบการสุ่ม ตัวอย่างแบบง่ายสำหรับข้อมูลทวินามนั้น จะพิจารณาค่า Relative efficiency (R.E.) จากผลการวิจัยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบสองชั้นและแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายสำหรับข้อมูลทวินาม ผลการศึกษาทั้ง 3 กรณีแสดงว่า แผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบสองชั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลของความไม่สอดคล้องระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ กรณีศึกษา ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ฐานข้อมูลที่ใช้เป็นประชากรเทียมสำหรับการวิจัย
2. กลุ่มตัวอย่างและการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง
3. เงื่อนไขในการทดลอง
4. การกำหนดโมเดลการวัด
5. การวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลพารามิเตอร์
6. ขั้นตอนการวิจัย
7. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ฐานข้อมูลที่ใช้เป็นประชากรเทียมสำหรับการวิจัย

ประชากรเทียม (Pseudo-population)

ประชากรเทียมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มาจากคะแนนดิบ(Raw data) จำนวน 8 วิชา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2554-2555 จำนวนทั้งสิ้น 4 เขต ประกอบด้วย 503 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 37,386 คน ซึ่งรายละเอียดของจำนวนโรงเรียนและจำนวนนักเรียนจำแนกตามตาราง ต่อไปนี้

ตารางที่ 8 จำนวนโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษา เขต 1, เขต 2, เขต 3 และ เขต 4

เขตพื้นที่การศึกษา	จำนวนอำเภอ	โรงเรียนขนาดเล็ก	โรงเรียนขนาดกลาง	โรงเรียนขนาดใหญ่
เขต 1	2	58	73	13
เขต 2	5	83	89	5
เขต 3	6	108	74	1
เขต 4	6	110	109	9
รวม	19	359	345	28

ตารางที่ 9 จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่การศึกษา เขต 1, เขต 2, เขต 3 และ เขต 4

เขตพื้นที่การศึกษา	โรงเรียนขนาดเล็ก		โรงเรียนขนาดกลาง		โรงเรียนขนาดใหญ่	
	ปี 54	ปี 55	ปี 54	ปี 55	ปี 54	ปี 55
เขต 1	549	561	3,046	2,805	4,006	3,884
เขต 2	1,919	1,959	1,354	1,345	158	168
เขต 3	1,097	1,165	1,730	1,681	275	264
เขต 4	2,536	2,492	1,908	1,916	288	280
รวม	6,101	6,177	8,038	7,747	4,727	4,596

ข้อมูลคะแนนพื้นฐาน

ข้อมูลประชากรเทียมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลคะแนนดิบ (Raw data) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 วิชา ประกอบด้วย A1-A8 คะแนนเต็มในแต่ละกลุ่ม คือ 100 คะแนน ซึ่งลักษณะธรรมชาติของข้อมูลจะมีลักษณะแบ่งชั้น (Stratified) โดยแบ่งออกเป็นลักษณะ ดังต่อไปนี้

- เขตพื้นที่การศึกษา แบ่งออกเป็น 4 เขต ได้แก่ เขต 1, เขต 2, เขต 3 และเขต 4
- ขนาดโรงเรียน โดยแยกโรงเรียนตามขนาดของโรงเรียน จะสามารถแยกได้ 3 ขนาด คือ
  - โรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 1-120 คน
  - โรงเรียนขนาดกลาง มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 121-449 คน
  - โรงเรียนขนาดใหญ่ มีนักเรียนตั้งแต่ 500 คนขึ้นไป

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบลักษณะของข้อมูล เมื่อแบ่งออกเป็นชั้นตามที่กำหนด โดยทำการตรวจสอบแยกตามปีการศึกษาและเป็นรายวิชา พบว่า มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละกลุ่มและลักษณะการกระจายของคะแนน โดยส่วนใหญ่ไม่ได้มีลักษณะเป็นโค้งปกติ แต่จะมีลักษณะเบ้ทางบวก (Positive skewness) ซึ่งหมายความว่า คะแนนของนักเรียนส่วนใหญ่น้อยกว่าค่าเฉลี่ย และ เบ้ทางลบ (Negative skewness) ซึ่งแปลว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนมากกว่า ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 10 การทดสอบการแจกแจงของคะแนนการสอบ o-net รายวิชา เมื่อแบ่งตามปีการศึกษา

Variable	Mean	SD	Test of univariate normality 2554				
			Skewness		Kurtosis		
			Value	SE	Value	SE	p-value
A1	47.42	15.07	-.032	.018	-.283	.036	.000
A2	49.62	19.87	.245	.018	-.438	.036	.000
A3	38.55	13.38	.608	.018	.348	.036	.000
A4	49.39	15.49	-.129	.018	-.554	.036	.000
A5	33.92	15.98	1.4	.018	2.04	.036	.000
A6	44.85	15.88	.052	.018	-.266	.036	.000
A7	52.79	17.86	1.4	.018	2.04	.036	.000
A8	56.71	15.80	-.67	.018	.15	.036	.000
Test of univariate normality 2555							
A1	44.09	14.75	.269	.018	-.132	.036	.000
A2	33.77	16.42	.785	.018	.867	.036	.000
A3	36.07	12.42	.466	.018	.185	.036	.000
A4	42.85	12.89	.083	.018	-.245	.036	.000
A5	34.79	16.46	1.631	.018	2.955	.036	.000
A6	50.61	13.99	-.002	.018	-.412	.036	.000
A7	53.05	17.16	-.383	.018	-.505	.036	.000
A8	53.32	15.99	-.478	.018	-.183	.036	.000

กลุ่มตัวอย่างและการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากสุ่มแบบใส่คืนจากประชากร ($N = 37,386$) ด้วยขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 2 ขนาด คือ 1340 หน่วยตัวอย่าง (คำนวณโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น) และ 400 หน่วยตัวอย่าง (เปิดตาราง Yamane) โดยทำการศึกษาในแต่ละเงื่อนไขจำนวน 200 การทดลองซ้ำ (Replications)

เงื่อนไขในการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองภายใต้เงื่อนไข วิธีการสุ่ม 3 วิธี, วิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี และ การกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธี ได้แก่

3.1 ขนาดตัวอย่าง

- การเปิดตาราง Yamane (Yamane, 1973)
- คำนวณโดยใช้สูตรของ Cochran (Cochran, 1997, p. 76)

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{NE^2 + z^2\sigma^2}$$

3.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี คือ

- การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)
- การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Clustering sampling)
- การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling)

3.3 วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ 2 แนวทาง คือ

-แนวทางการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย (Simple random analysis)

- แนวทางการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey data)

จากกระบวนการของการสุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กระบวนการ ได้แก่ วิธีการสุ่ม, วิธีการวิเคราะห์ และวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง นำมาเขียนเป็นเงื่อนไขในการทดลอง โดยทุกเงื่อนไขจะถูกทำการทดลองซ้ำเงื่อนไขละ 200 การทดลองซ้ำ สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 11 เงื่อนไขการสุ่ม

วิธีการ	Sample calculation			
	Based on SRS (n =400)		Based on Complex (n = 1340)	
	วิเคราะห์ SRS	วิเคราะห์ Complex	วิเคราะห์ SRS	วิเคราะห์ Complex
Simple random	✓	-	Δ	-
Cluster random	Δ	Δ	Δ	✓
Stratified random	Δ	Δ	Δ	✓

จากตาราง เงื่อนไขที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีทั้งหมด 10 เงื่อนไข โดยแต่ละเงื่อนไขมีสัญลักษณ์ ดังต่อไปนี้

Δ หมายถึง เงื่อนไขที่ไม่มีความสอดคล้องกันระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่ม และวิธีการวิเคราะห์ ได้แก่

- sample 1340 + SRS + วิเคราะห์ SRS
- sample 400 + Stratified + วิเคราะห์ SRS
- sample 1340 + Stratified + วิเคราะห์ SRS
- sample 400 + Stratified + วิเคราะห์ Complex
- sample 400 + Cluster + วิเคราะห์ SRS
- sample 400 + Cluster + วิเคราะห์ Complex
- sample 1340 + Cluster + วิเคราะห์ SRS

✓ หมายถึง เงื่อนไขที่มีความสอดคล้องกันระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่ม และวิธีการวิเคราะห์ ได้แก่

- sample 400 + SRS + วิเคราะห์ SRS
- sample 1340 + Stratified + วิเคราะห์ Complex
- sample 1340 + Cluster + วิเคราะห์ Complex

จากรูป การเปรียบเทียบในการทดลองครั้งนี้ จะประกอบไปด้วย

1. ทำการเปรียบเทียบภายในรูปแบบการสุ่ม โดยนำรูปแบบการสุ่มที่มีความสอดคล้องกันเปรียบเทียบกับรูปแบบการสุ่มที่ไม่สอดคล้องกันเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์

2. เปรียบเทียบรูปแบบการสุ่มที่มีความสอดคล้องกัน ในแต่ละวิธีภายใต้เงื่อนไข

- ขนาดกลุ่มตัวอย่างคงที่
- วิธีการสุ่มคงที่
- วิธีการวิเคราะห์คงที่

การกำหนดโมเดลการวัด

โมเดลที่ใช้เป็นต้นแบบในการศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการสร้างโมเดลการวัด หรือโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับแรก (First-order confirmatory factor analysis) ที่ประกอบด้วย 1องค์ประกอบ รวมทั้งสิ้น 8 ตัวแปรสังเกตได้ และแบ่งเป็น 2 ปีการศึกษา โดยดำเนินการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis: EFA) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ปีการศึกษา 2554-2555

Observed variables	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading)	
	ปีการศึกษา 2554	ปีการศึกษา 2555
A1	0.806	0.828
A2	0.802	0.782
A3	0.783	0.789
A4	0.864	0.860
A5	0.620	0.703
A6	0.761	0.788
A7	0.755	0.791
A8	0.817	0.805
Eigen Values of 1st Component	4.854	5.048
Percent of Variance Explained	60.676%	63.106%
KMO Measure of Sampling Adequacy	0.931	0.938
(p-value)	*(p-value < .000)*	*(p-value < .000)*

จากตารางที่ 12 พบว่า ตัวแปรสังเกตได้สามารถระบุจำนวนองค์ประกอบได้เป็น 1 องค์ประกอบ ในโมเดลของปีการศึกษา 2554 และ 2555 เพราะค่า Eigen values ที่มากกว่า 1.000 มีเพียง 1 องค์ประกอบ ค่า Percent of variance criterion หรือค่าร้อยละของความแปรปรวนทั้งหมดที่อธิบายได้ (Total variance explained) มีค่าเท่ากับ 60.676% และ 63.106% ซึ่งในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์จะถือเกณฑ์การสกัดองค์ประกอบเมื่อร้อยละความแปรปรวนสะสมไม่ต่ำกว่า 60% ดังนั้น แสดงให้เห็นว่า โมเดลการวัดทั้งสองโมเดลนี้มีความเป็นมิติเดียวของการวัด (Unidimensionality) และการที่ค่าดัชนี Kaiser Meyer Olkin (KMO) มีค่าเท่ากับ .931 และ .938 เข้าใกล้ 1.000 ถือว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรมากพอ (Measure of sampling adequacy) ที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ส่วนค่าสถิติ Bartlett's test of sphericity มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .000$) แสดงว่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของประชากรไม่เป็นเมตริกซ์เอกลักษณ์ เมตริกซ์สหสัมพันธ์นั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้วิเคราะห์องค์ประกอบต่อไป (Bollen, 1989)

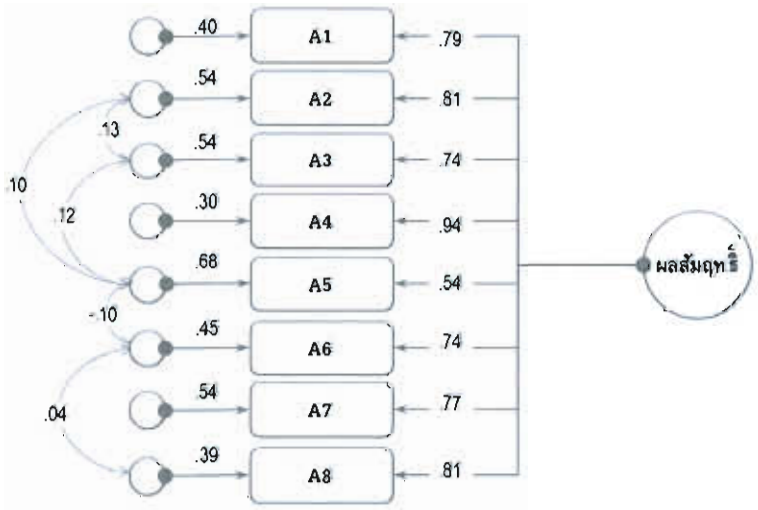
การวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลพารามิเตอร์

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้วยวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ในโมเดลประชากรเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการเปรียบเทียบค่าประมาณของพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 2 โมเดล ตามปีการศึกษา 2554-2555 โมเดลที่ใช้เป็นต้นแบบในการศึกษา ได้แก่ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับแรก (First-order confirmatory factor analysis) และโมเดลความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด (Invariance model) ที่ประกอบด้วย 1 องค์ประกอบ 8 ตัวแปรสังเกตได้และมีพารามิเดอร์หลักที่ต้องประมาณค่าจำนวน 17 ค่า (PH 1 ค่า, LX 8 ค่า และ TD 8 ค่า) แสดงได้ดังต่อไปนี้

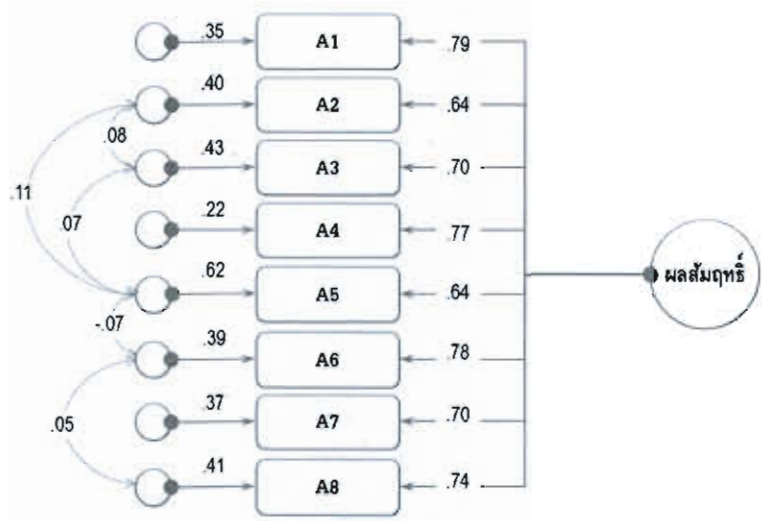
ตารางที่ 13 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และความคลาดเคลื่อนจากการวัด ในรูปคะแนนมาตรฐาน ของโมเดลพารามิเตอร์ (N = 37,386)

Parameters	Parameter model (2554)		Parameter model (2554)		Difference	
	Loading	Measurement error	Loading	Measurement error		
Λ_{A1}	0.79	0.40	0.79	0.35	0.00	0.05
Λ_{A2}	0.81	0.54	0.64	0.40	0.17	0.14
Λ_{A3}	0.74	0.54	0.70	0.43	0.04	0.11
Λ_{A4}	0.94	0.30	0.77	0.22	0.17	0.08
Λ_{A5}	0.54	0.68	0.64	0.62	-0.1	0.06
Λ_{A6}	0.74	0.45	0.78	0.39	-0.04	0.06
Λ_{A7}	0.77	0.54	0.70	0.37	0.07	0.17
Λ_{A8}	0.81	0.39	0.74	0.41	0.07	-0.02

จากตารางที่ 13 สามารถแสดงรายละเอียดค่าพารามิเตอร์ในโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝงได้ดังภาพที่ 3-2 และ ภาพที่ 3-3



ภาพที่ 7 โมเดลพารามิเตอร์ 1 ค่าพารามิเตอร์ของปีการศึกษา 2554



ภาพที่ 8 โมเดลพารามิเตอร์ 1 ค่าพารามิเตอร์ของปีการศึกษา 2555

และจากโมเดลพารามิตอร์ข้างต้น นำมาตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าพารามิเตอร์ของทั้ง 2 ปีการศึกษา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของการวัด โดยสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 14 ความแตกต่างระหว่างค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และความคลาดเคลื่อนจากการวัด ในรูปคะแนนมาตรฐานของโมเดลพารามิเตอร์

		Factor loading differents							
Observed variable		**0**	**-0.17**	**-0.04**	**-0.17**	**0.1**	**0.04**	**-0.07**	**-0.07**
		A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**A6**	**A7**	**A8**
Measurement error differents	A1	-0.05	0	0	0	0	0	0	0
	A2	0	-0.14	0	0	0	0	0	0
	A3	0	-0.05	-0.11	0	0	0	0	0
	A4	0	0	0	-0.08	0	0	0	0
	A5	0	-0.01	-0.05	0	-0.06	0.03	0	0
	A6	0	0	0	0	0	-0.06	0	0
	A7	0	0	0	0	0	0	-0.17	0
	A8	0	0	0	0	0	0.01	0	0.02

ขั้นตอนการวิจัย

1. ทดสอบลักษณะของประชากรที่ใช้ในการทดสอบว่ามีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) หรือ วิวิธพันธ์ (Heterogeneous) ซึ่งพบว่า ลักษณะของประชากรที่จะใช้ทดสอบมีความเป็นวิวิธพันธ์สูง

2. ทำการคำนวณค่าพารามิเตอร์ของประชากรเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

3. ทำการสุ่มข้อมูลจากประชากร (N = 37,386) ภายใต้เงื่อนไข วิธีการสุ่ม 3 วิธี, วิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีและการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธี

4. ดำเนินการทดลองในแต่ละเงื่อนไขโดยการกำหนดโมเดล และการปรับโมเดล โดยดำเนินการเหมือนโมเดลพารามิเตอร์ทุกประการ

5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามเงื่อนไขที่แตกต่างกัน โดยนำผลลัพธ์จาก 200 ชุดทดลองซ้ำ (Replications) ในแต่ละเงื่อนไขมาหาค่าเฉลี่ยดังนี้

5.1 ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates bias)

5.2 ค่าความเอนเอียงของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error bias)

5.3 ค่า Design effect และ ค่า Design factor

6. เปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน โดยใช้สถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน พหุคูณ (MANOVA)

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ด้วยการนำเสนอค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย และช่วงความเชื่อมั่น 95%

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์เชิงบรรยาย โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข โดยใช้สถิติ One-sample t-test

2. การวิเคราะห์ค่าร้อยละเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข จากสูตร

$$RB(\theta) = \left| \frac{\hat{\theta}_{ij} - \theta_i}{\theta_i} \right| \times 100\%$$

เกณฑ์สำหรับค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ คือ

ไม่เกิน 5.00% หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับต่ำ (Trivial bias)

5.01%-10.00% หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับปานกลาง (Moderate bias)

มากกว่า 10.00% หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับสูง (Substantial bias)

3. การวิเคราะห์ร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข จากสูตร

$$RB(SE(\theta) = \left| \frac{SE(\theta)_{ij} - SE(\theta)_i}{SE(\theta_i)} \right| \times 100\%$$

เกณฑ์สำหรับค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ คือ

ไม่เกิน 5.00% หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับต่ำ (Trivial bias)

5.01%-10.00% หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับปานกลาง (Moderate bias)

มากกว่า 10.00% หมายถึง มีค่าความเอนเอียงในระดับสูง (Substantial bias)

4. การวิเคราะห์ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Defi*) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข จากสูตร

$$Deff = \frac{\mathrm{Var}(\theta_{complex})}{\mathrm{Var}(\theta_{SRS})}$$

$$Deft = \sqrt{\frac{\mathrm{Var}(\theta_{complex})}{\mathrm{Var}(\theta_{SRS})}}$$

Deft = 1 ไม่มีผลกระทบของรูปแบบการสุ่มในค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

Deft > 1 รูปแบบการสุ่มเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

Deft < 1 รูปแบบการสุ่มเพิ่มประสิทธิภาพในการสุ่ม

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามเงื่อนไขของสมมุติฐาน ดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้เงื่อนไข ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่างวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน โดยใช้สถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน พหุคูณ (MANOVA)

2. เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไข โดยใช้สถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) ดังต่อไปนี้

- เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่
- เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่
- เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

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)
Λ	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) หรือค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (Lambda) ในรูปคะแนนมาตรฐาน
Φ	แทน	ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝง (Phi)
t	แทน	ค่าสถิติที (T-test)
df	แทน	องศาแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นในการทดสอบสมมติฐาน (Probability)
$Diff$	แทน	ค่าความแตกต่างระหว่างพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์
$RB(\hat{\theta})$	แทน	ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative bias)
$RB(SE\theta_i)$	แทน	ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias)
SRS	แทน	วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)
STR	แทน	วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling)
CR	แทน	วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling)
$Deff$	แทน	Design effect
$Deft$	แทน	Design factor

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ด้วยการนำเสนอค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่น 95%

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์เชิงบรรยาย โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

2.1 เปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข โดยใช้สถิติ One-sample t-test

2.2 การวิเคราะห์ค่าร้อยละเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข

2.3 การวิเคราะห์ร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข

2.4 การวิเคราะห์ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Defi*) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามเงื่อนไขของสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

3.1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้เงื่อนไข ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

3.2 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไข ดังต่อไปนี้

- เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่
- เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่
- เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ด้วยการนำเสนอค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่น 95% แล้วทำการเปรียบเทียบว่าค่าที่ได้ ครอบคลุมพารามิเตอร์จริงหรือไม่ ด้วยการนำเสนอค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% (n = 200 Replications) สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 15 ถึง ตารางที่ 19

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter		ปีการศึกษา 2554										True parameter	ปีการศึกษา 2555									
		Sample size = 400					Sample size = 1340						Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI			Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*		*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Meon*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
ϕ	*0.990*	0.986	0.075	0.005	*0.975*	*0 996*	0.999	0.092	0.006	*0.987*	*1.012*	*1.011*	1.012	0.074	0.005	*1 002*	*1.023*	1.000	0.092	0.006	*0.987*	*1.013*
λ_{A1}	*0.788*	0.789	0.016	0.001	*0 786*	*0.791*	0.787	0.009	0.001	*0.786*	*0.788*	*0.788*	0.789	0.016	0 001	*0.786*	*0.791*	0.787	0.009	0.001	*0.786*	*0.788*
λ_{A2}	*0.807*	0.812	0.045	0.003	*0 806*	*0.818*	0.804	0.029	0.002	*0 800*	*0.808*	*0.632*	0.634	0.037	0.003	*0 629*	*0.639*	0.641	0.085	0.006	*0.630*	*0.653*
λ_{A3}	*0.734*	0.741	0.043	0.003	*0.735*	*0 747*	0.733	0.030	0.002	*0.729*	*0.737*	*0.694*	0.692	0.039	0.003	*0 687*	*0.698*	0.702	0.098	0.007	*0.688*	*0.715*
λ_{A4}	*0.939*	0.944	0.038	0.003	*0.938*	*0 949*	0.937	0.032	0.002	*0.932*	*0.941*	*0.766*	0.766	0.030	0.002	*0 761*	*0.770*	0.777	0.105	0.007	*0.762*	*0.791*
λ_{A5}	*0.741*	0.744	0.043	0.003	*0.738*	*0.750*	0.741	0.028	0.002	*0.737*	*0 745*	*0.795*	0.798	0.040	0.003	*0 793*	*0.804*	0.805	0.111	0.008	*0.790*	*0.821*
λ_{A6}	*0.766*	0.765	0.044	0.003	*0.759*	*0.771*	0.763	0.029	0.002	*0.759*	*0.767*	*0.705*	0.705	0.035	0.002	*0 700*	*0.710*	0.716	0.097	0.007	*0.702*	*0 729*
λ_{A7}	*0.817*	0.822	0.040	0.003	*0.816*	*0.827*	0.813	0.029	0.002	*0.809*	*0 817*	*0.75*	0.751	0.039	0.003	*0.745*	*0.756*	0.760	0.105	0.007	*0.745*	*0.774*
λ_{A8}	*0.541*	0.547	0.051	0.004	*0.540*	*0.554*	0.541	0.028	0.002	*0.537*	*0.544*	*0.643*	0.642	0.048	0.003	*0 635*	*0.648*	0.652	0.089	0.006	*0.640*	*0.665*
δ_{A1}	*0.406*	0.407	0.039	0.003	*0.402*	*0.413*	0.410	0.036	0.003	*0.405*	*0.415*	*0.351*	0.348	0.032	0.002	*0 344*	*0.353*	0.350	0.034	0.002	*0.345*	*0.355*
δ_{A2}	*0.543*	0.540	0.042	0.003	*0.534*	*0.546*	0.539	0.029	0.002	*0 535*	*0.543*	*0.407*	0.406	0.037	0.003	*0 401*	*0.411*	0.408	0.021	0.002	*0.405*	*0 411*
δ_{A3}	*0.541*	0.536	0.041	0.003	*0.530*	*0 542*	0.541	0.025	0.002	*0.537*	*0.544*	*0.438*	0.439	0.034	0.002	*0 434*	*0.444*	0.438	0.024	0.002	*0 434*	*0 441*
δ_{A4}	*0.308*	0.309	0.036	0.003	*0.304*	*0.313*	0.305	0 021	0.001	*0 302*	*0.307*	*0.224*	0.224	0.022	0.002	*0 221*	*0 227*	0.224	0.014	0.001	*0.222*	*0.226*
δ_{A5}	*0.445*	0.440	0.041	0.003	*0 434*	*0.446*	0.443	0.022	0.002	*0.440*	*0.446*	*0.374*	0.371	0.032	0.002	*0 367*	*0.376*	0.375	0.019	0.001	*0.372*	*0.377*
δ_{A6}	*0.544*	0.546	0.069	0.005	*0 536*	*0.555*	0 544	0.026	0.002	*0.541*	*0 548*	*0.371*	0.373	0.032	0.002	*0 368*	*0 377*	0.369	0.019	0.001	*0.367*	*0.372*
δ_{A7}	*0.380*	0.378	0.036	0.003	*0.373*	*0 383*	0.381	0.020	0.001	*0.378*	*0.384*	*0.391*	0.389	0.029	0.002	*0.385*	*0 393*	0.393	0.017	0.001	*0 391*	*0.395*
δ_{A8}	*0.680*	0.676	0.055	0.004	*0.668*	*0.683*	0.681	0.032	0.002	*0.677*	*0.685*	*0.613*	0.609	0.051	0.004	*0.602*	*0.616*	0.609	0.028	0.002	*0.605*	*0.613*

จากตารางที่ 15 พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มด้วยวิธีแบบสุ่มแบบ SRS ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างทุกขนาด ช่วงความเชื่อมั่น 95% สามารถสรุปได้ดังนี้

ปีการศึกษา 2554 ที่ความเชื่อมั่น 95% ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ครบทั้ง 17 ค่า และที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้น ค่า Φ ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้นเล็กน้อย (0.001) และค่า Λ_{AI} และ δ_{AI} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ปีการศึกษา 2555 ที่ความเชื่อมั่น 95% ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าน้ำหนักองค์ประกอบครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ครบทั้ง 17 ค่า และที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่า δ ทุกค่ามีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001-0.005) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ค่า Φ และ Λ ส่วนใหญ่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.001-0.005) เมื่อกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้นและค่า Λ_{AI} และ δ_{AI} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter		ปีการศึกษา 2554										True parameter	ปีการศึกษา 2555									
		Sample size = 400					Sample size = 1340						Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI			Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*		*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
ϕ	*0.990*	0.991	0 077	0 005	*0.981*	*1 002*	0.995	0.035	0.002	*0 990*	*0.999*	*1.011*	1.008	0.077	0.005	*0.997*	*1.019*	1.005	0.035	0.003	1.000	1.011
λ_{A1}	*0.788*	0.789	0.018	0.001	*0.786*	*0.791*	0.789	0.008	0.001	*0.788*	*0.790*	*0.788*	0.789	0.018	0.001	*0.786*	*0.791*	0.789	0.008	0.001	*0.788*	*0.790*
λ_{A2}	*0.807*	0.804	0.043	0.003	*0.798*	*0.810*	0.807	0.020	0.001	*0.804*	*0.809*	*0.632*	0.634	0.036	0.003	*0 629*	*0.639*	0.635	0.019	0.001	*0 632*	*0.637*
λ_{A3}	*0.734*	0 731	0.041	0.003	*0 726*	*0 737*	0.732	0.020	0.001	*0.729*	*0.735*	*0.694*	0.695	0.037	0.003	*0.690*	*0.700*	0.695	0.019	0.001	*0.693*	*0.698*
λ_{A4}	*0.939*	0.939	0.038	0.003	*0.934*	*0.944*	0.939	0.019	0.001	*0.937*	*0.942*	*0.766*	0.771	0.031	0.002	*0.767*	*0.776*	0.768	0.016	0.001	*0.765*	*0.770*
λ_{A5}	*0.741*	0.744	0.044	0.003	*0.737*	*0.750*	0.743	0.019	0.001	*0.741*	*0.746*	*0.795*	0.798	0.038	0.003	*0 793*	*0.804*	0.796	0.019	0.001	*0 794*	*0.799*
λ_{A6}	*0.766*	0.767	0.042	0.003	*0.761*	*0.772*	0.766	0.021	0.002	*0.763*	*0.769*	*0.705*	0.705	0.034	0.002	*0.701*	*0.710*	0.707	0.018	0.001	*0.705*	*0.709*
λ_{A7}	*0.817*	0.815	0.034	0.002	*0.810*	*0.819*	0.815	0.018	0.001	*0.813*	*0.818*	*0.75*	0.753	0.036	0.003	*0.748*	*0.758*	0.752	0.019	0.001	*0.750*	*.0 755*
λ_{A8}	*0.541*	0.541	0.048	0.003	*0.534*	*0.548*	0.539	0.024	0.002	*0.535*	*0.542*	*0.643*	0.647	0.045	0.003	*0.641*	*0.653*	0.646	0.023	0.002	*0.643*	*0.650*
δ_{A1}	*0.406*	0.406	0.040	0.003	*0.400*	*0 411*	0.404	0.021	0.001	*0.401*	*0.407*	*0.351*	0.350	0.035	0.002	*0.345*	*0.355*	0.351	0.017	0.001	*0.348*	*0.353*
δ_{A2}	*0.543*	0.544	0.048	0.003	*0.537*	*0 550*	0.541	0.024	0.002	*0.538*	*0.545*	*0.407*	0.410	0.033	0.002	*0.406*	*0 415*	0.407	0.016	0.001	*0 404*	*0.409*
δ_{A3}	*0.541*	0.542	0.043	0.003	*0 536*	*0.548*	0.541	0.022	0.002	*0.538*	*0.544*	*0.438*	0.442	0.034	0.002	*0.437*	*0.447*	0.440	0.021	0.001	*0.437*	*0.443*
δ_{A4}	*0.308*	0.306	0.036	0.003	*0.302*	*0 311*	0.306	0.021	0.001	*0.303*	*0.309*	*0.224*	0.223	0.024	0.002	*0.220*	*0.226*	0.224	0.012	0.001	*0.223*	*0.226*
δ_{A5}	*0.445*	0.442	0.044	0.003	*0.436*	*0 449*	0.443	0.022	0.002	*0.440*	*0.446*	*0.374*	0.368	0.031	0.002	*0.364*	*0.373*	0.370	0.017	0.001	*0.368*	*0.373*
δ_{A6}	*0.544*	0.547	0.045	0.003	*0.541*	*0.553*	0.543	0.025	0.002	*0.539*	*0.546*	*0.371*	0.371	0.031	0.002	*0.366*	*0 375*	0.372	0 016	0.001	*0.369*	*0.374*
δ_{A7}	*0.380*	0.380	0.034	0.002	*0.375*	*0.385*	0.380	0.018	0.001	*0.377*	*0.382*	*0.391*	0.393	0.032	0.002	*0.388*	*0 397*	0.391	0.019	0.001	*0.389*	*0 394*
δ_{A8}	*0.680*	0.670	0.051	0.004	*0.663*	*0.677*	0.674	0.028	0.002	*0.670*	*0.678*	*0.613*	0.615	0.048	0.003	*0.608*	*0.621*	0.617	0 026	0.002	*0.613*	*0.620*

จากตารางที่ 16 พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถูกสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% สามารถสรุปได้ดังนี้

ปีการศึกษา 2554 ที่ความเชื่อมั่น 95% ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ทั้งหมด 16 ค่า มีเพียงค่าประมาณพารามิเตอร์ δ_{A8} ที่ไม่ครอบคลุมทั้ง 2 ขนาดตัวอย่างและที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่มีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001-0.003) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้น ค่า Λ_{A1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ปีการศึกษา 2555 ที่ความเชื่อมั่น 95% ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ทั้งหมด 16 ค่า มีเพียงค่าประมาณพารามิเตอร์ δ_{A5} ที่ไม่ครอบคลุมและที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ทั้งหมด 16 ค่า โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบ δ_{A5} ไม่ครอบคลุม และค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001-0.002) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นค่า Λ_{A1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter		ปีการศึกษา 2554										True parameter	ปีการศึกษา 2555									
		Sample size = 400					Sample size = 1340						Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI			Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*		*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
ϕ	*0.990*	0.991	0.079	0.006	*0.980*	*1.002*	0.992	0.066	0.005	*0 983*	*1.001*	*1.011*	1.009	0.079	0.006	*0.998*	*1 020*	1.008	0.066	0.005	*0.999*	*1.017*
Λ_{A1}	*0.788*	0.789	0.017	0.001	*0 786*	*0.791*	0.789	0.008	0.001	*0.788*	*0.790*	*0.788*	0.789	0.017	0.001	*0.786*	*0.791*	0.789	0.008	0.001	*0 788*	*0.790*
Λ_{A2}	*0.807*	0.806	0.042	0.003	*0 800*	*0.811*	0.812	0.064	0.005	*0 803*	*0.821*	*0.632*	0.632	0.035	0.002	*0.628*	*0.637*	0.633	0.021	0.002	*0.630*	*0.636*
Λ_{A3}	*0.734*	0.732	0.041	0.003	*0.726*	*0 737*	0.737	0.063	0.004	*0.728*	*0.746*	*0.694*	0.694	0.037	0.003	*0.689*	*0.699*	0.694	**0.024**	**0.002**	***0.690***	*0.697*
Λ_{A4}	*0.939*	0.941	0.039	0.003	*0.936*	*0.946*	0.945	0.076	0.005	*0.934*	*0.955*	*0.766*	0.770	0.032	0.002	*0.766*	*0.775*	0.766	**0.022**	**0.002**	***0.763***	*0.769*
Λ_{A5}	*0.741*	0.744	0.045	0.003	*0.738*	*0.750*	0.747	0.065	0.005	*0.738*	*0.756*	*0.795*	0.798	0.039	0.003	*0.792*	*0.803*	0.796	**0.024**	**0.002**	***0.792***	*0.799*
Λ_{A6}	*0.766*	0.767	0.043	0.003	*0.761*	*0.773*	0.770	0.065	0.005	*0.761*	*0.779*	*0.705*	0.705	0.030	0.002	*0.701*	*0.709*	0.706	**0.021**	**0.002**	***0.703***	*0.709*
Λ_{A7}	*0.817*	0 816	0.036	0.003	*0.811*	*0.821*	0.819	0.066	0.005	*0.810*	*0.829*	*0.75*	0.753	0.036	0.003	*0.748*	*0.758*	0.751	**0.022**	**0.002**	***0.748***	*0.755*
Λ_{A8}	*0.541*	0.541	0.047	0.003	*0.534*	*0.547*	0.543	0.052	0.004	*0.536*	*0.550*	*0.643*	0.644	0.046	0.003	*0.638*	*0.651*	0.643	0.026	0.002	*0.639*	*0.647*
δ_{A1}	*0.406*	0.406	0.038	0.003	*0.401*	*0 412*	0.403	0.031	0.002	*0.399*	*0.407*	*0.351*	0.350	0.032	0.002	*0 345*	*0.354*	0.352	0.029	0.002	*0 348*	*0.357*
δ_{A2}	*0.543*	0.545	0.049	0.003	*0.538*	*0.552*	0.541	0.024	0.002	*0.538*	*0.544*	*0.407*	0 409	0.033	0.002	*0.405*	*0.414*	0.407	0.016	0.001	*0.404*	*0.409*
δ_{A3}	*0.541*	0 542	0.041	0.003	*0.537*	*0 548*	0.541	0.022	0.002	*0.538*	*0.544*	*0.438*	0.442	0.034	0.002	*0.438*	*0.447*	0.441	0.021	0.001	*0 438*	*0.444*
δ_{A4}	*0.308*	0.305	0.035	0.002	*0.300*	*0 310*	0.306	0.021	0.002	*0.303*	*0.309*	*0.224*	0.222	0.023	0.002	*0.219*	*0.225*	0.224	0.012	0.001	*0.223*	*0.226*
δ_{A5}	*0.445*	0.443	0 042	0.003	*0 437*	*0 449*	0.443	0.021	0.001	*0.440*	*0.446*	*0.374*	0.367	0.033	0.002	*0.363*	*0.372*	0.370	0.017	0.001	*0.368*	*0.373*
δ_{A6}	*0.544*	0.546	0.043	0.003	*0.540*	*0 552*	0.543	0 025	0.002	*0.539*	*0.546*	*0.371*	0.371	0.031	0.002	*0.366*	*0.375*	0.372	0.015	0.001	*0 369*	*0.374*
δ_{A7}	*0.380*	0.380	0.034	0.002	*0 375*	*0 384*	0.380	0.018	0.001	*0.378*	*0.383*	*0.391*	0.391	0.033	0.002	*0.387*	*0.396*	0.390	0.019	0.001	*0 388*	*0 393*
δ_{A8}	*0.680*	0.673	0.053	0.004	*0.666*	*0.681*	0.677	0.028	0.002	*0.673*	*0.681*	*0.613*	0.615	0.049	0.003	*0.608*	*0.621*	0.616	0.026	0.002	*0.613*	*0.620*

จากตารางที่ 17 พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถูกสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% สามารถสรุปได้ดังนี้

ปีการศึกษา 2554 ที่ความเชื่อมั่น 95% ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ครบทั้ง 17 ค่า และที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่า Φ และ δ ทุกค่าจะมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001-0.002) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น และ Λ ส่วนใหญ่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.002) ยกเว้น ค่า Λ_{A1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ปีการศึกษา 2555 ที่ความเชื่อมั่น 95% ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ทั้งหมด 16 ค่า มีเพียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ δ_{A8} ที่ไม่ครอบคลุมทั้ง 2 ขนาดกลุ่มตัวอย่างและที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานโดยส่วนใหญ่มีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้น ค่า Λ_{A1}, Λ_{A4}, Λ_{A6} และ δ_{A1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter		ปีการศึกษา 2554										True parameter	ปีการศึกษา 2555									
		Sample size = 400					Sample size = 1340						Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI			Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*		*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
ϕ	*0.990*	1.054	0.122	0.009	1.037	1.070	0.992	0.102	0.007	*0.978*	*1.006*	*1.011*	0.947	0.122	0.009	0.930	0.963	1.006	0.101	0.007	*0.992*	*1.020*
Λ_{A1}	*0.788*	0.752	0.029	0.002	0.748	0.756	0.782	0.019	0.001	0.780	0.785	*0.788*	0.752	0.029	0.002	0.748	0.756	0.783	0.019	0.001	0.780	0.785
Λ_{A2}	*0.807*	0.791	0.055	0.004	0.783	0.798	0.775	0.050	0.004	0.768	0.781	*0.632*	0.569	0.050	0.004	0.562	0.575	0.662	0.069	0.005	0.652	0.672
Λ_{A3}	*0.734*	0.673	0.074	0.005	0.663	0.684	0.722	0.058	0.004	0.714	0.730	*0.694*	0.668	0.056	0.004	0.660	0.676	0.695	0.046	0.003	*0.688*	*0.701*
Λ_{A4}	*0.939*	0.903	0.054	0.004	0.896	0.911	0.912	0.052	0.004	0.905	0.919	*0.766*	0.757	0.052	0.004	0.750	0.764	0.792	0.056	0.004	0.785	0.800
Λ_{A5}	*0.741*	0.736	0.059	0.004	*0.727*	*0.744*	0.726	0.099	0.007	0.713	0.740	*0.795*	0.837	0.059	0.004	0.828	0.845	0.771	0.070	0.005	0.761	0.780
Λ_{A6}	*0.766*	0.744	0.070	0.005	0.734	0.754	0.753	0.052	0.004	0.746	0.760	*0.705*	0.705	0.060	0.004	0.697	0.713	0.715	0.040	0.003	0.710	0.721
Λ_{A7}	*0.817*	0.771	0.063	0.004	0.762	0.780	0.812	0.047	0.003	*0.806*	*0.819*	*0.75*	0.778	0.067	0.005	0.769	0.787	0.764	0.049	0.003	0.757	0.771
Λ_{A8}	*0.541*	0.431	0.129	0.009	0.413	0.448	0.550	0.115	0.008	*0.535*	*0.566*	*0.643*	0.492	0.104	0.007	0.477	0.506	0.594	0.118	0.008	0.578	0.611
δ_{A1}	*0.406*	0.467	0.066	0.005	0.457	0.476	0.407	0.040	0.003	*0.402*	*0.413*	*0.351*	0.399	0.058	0.004	0.391	0.407	0.367	0.037	0.003	0.362	0.373
δ_{A2}	*0.543*	0.620	0.071	0.005	0.610	0.630	0.526	0.066	0.005	0.517	0.535	*0.407*	0.417	0.051	0.004	0.410	0.425	0.430	0.043	0.003	0.424	0.436
δ_{A3}	*0.541*	0.592	0.097	0.007	0.579	0.606	0.528	0.071	0.005	0.518	0.538	*0.438*	0.506	0.057	0.004	0.498	0.514	0.462	0.058	0.004	0.454	0.470
δ_{A4}	*0.308*	0.356	0.050	0.004	0.349	0.363	0.299	0.036	0.003	0.294	0.304	*0.224*	0.253	0.044	0.003	0.247	0.259	0.241	0.028	0.002	0.237	0.245
δ_{A5}	*0.445*	0.400	0.047	0.003	0.395	0.406	0.477	0.170	0.012	0.453	0.500	*0.374*	0.375	0.045	0.003	*0.369*	*0.381*	0.397	0.096	0.007	0.384	0.410
δ_{A6}	*0.544*	0.556	0.096	0.007	*0.542*	*0.569*	0.519	0.075	0.005	0.508	0.529	*0.371*	0.393	0.046	0.003	0.387	0.400	0.405	0.065	0.005	0.396	0.414
δ_{A7}	*0.380*	0.403	0.058	0.004	0.395	0.411	0.377	0.030	0.002	*0.373*	*0.381*	*0.391*	0.404	0.066	0.005	0.395	0.413	0.383	0.031	0.002	0.379	0.388
δ_{A8}	*0.680*	0.858	0.186	0.013	0.832	0.884	0.695	0.155	0.011	*0.673*	*0.716*	*0.613*	0.686	0.173	0.012	0.662	0.710	0.611	0.129	0.009	*0.593*	*0.629*

จากตารางที่ 18 พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถูกสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย สามารถสรุปได้ดังนี้

ในปีการศึกษา 2554 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมพารามิเตอร์เพียง 2 ค่า คือ Λ_{A5} และ δ_{A6} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ ค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ ทุกค่า มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ และ δ ทุกค่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย พบว่าช่วงความเชื่อมั่น 95% มีความครอบคลุมค่าพารามิเตอร์มากขึ้น โดยครอบคลุมทั้งหมด 4 ค่า ได้แก่ ค่า Φ, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1}, δ_{A7} และ δ_{A8} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์อื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยโดยส่วนใหญ่มีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001-0.003) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ยกเว้น ค่า Λ_{A2}, Λ_{A6} และ δ_{A2} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น และ ค่า Λ_{A5} และ δ_{A5} ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.001-0.003)เมื่อกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้น

ในปีการศึกษา 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมพารามิเตอร์เพียง 1 ค่า คือ δ_{A5} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ ค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ, $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, Λ_{A6}และΛ_{A8}จะมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ_{A5} และ δ ทุกค่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย พบว่าช่วงความเชื่อมั่น 95% มีความครอบคลุมค่าพารามิเตอร์มากขึ้น โดยครอบคลุมทั้งหมด 3 ค่า ได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ Φ, Λ_{A3} และ δ_{A8} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$ และ $\delta_{A1\text{-}A6}$ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ_{A1}, Λ_{A5}, Λ_{A8} และ δ_{A7} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001-0.003) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ยกเว้น ค่า Λ_{A4} และ δ_{A3} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น และ ค่า Λ_{A2}, Λ_{A5} และ Λ_{A8} ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.001) เมื่อกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter		ปีการศึกษา 2554										True parameter	ปีการศึกษา 2555									
		Sample size = 400					Sample size = 1340						Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI			Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*		*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
ϕ	*0.990*	1.052	0.118	0.008	1.036	1.069	0.995	0 103	0.007	*0.981*	*1.009*	*1.011*	0.948	0.119	0.008	0.931	0.964	1.006	0.102	0.007	*0.992*	*1.020*
Λ_{A1}	*0.788*	0.751	0.029	0.002	0.747	0.755	0.782	0.020	0.001	0.779	0.785	*0.788*	0.751	0.029	0.002	0.747	0.755	0.782	0.020	0.001	0.779	0.785
Λ_{A2}	*0.807*	0.791	0.055	0.004	0.783	0.798	0 776	0.049	0.003	0.769	0.783	*0.632*	0.573	0.057	0.004	0.565	0.581	0.658	0.069	0.005	0.649	0.668
Λ_{A3}	*0.734*	0.676	0.070	0.005	0.666	0.685	0.721	0.059	0.004	*0.713*	*0.729*	*0.694*	0.669	0.058	0.004	0.661	0.677	0.693	0.045	0.003	*0.687*	*0.699*
Λ_{A4}	*0.939*	0.901	0.053	0.004	0.893	0.908	0.914	0.051	0.004	0.907	0.921	*0.766*	0.761	0.049	0.003	*0.754*	*0.768*	0.791	0.056	0.004	0.783	0.799
Λ_{A5}	*0.741*	0.735	0.054	0.004	*0.728*	*0.743*	0.730	0.099	0.007	*0.717*	*0.744*	*0.795*	0.833	0.058	0.004	0.825	0.841	0.772	0.067	0.005	0.763	0.782
Λ_{A6}	*0.766*	0.743	0.068	0.005	0.734	0.753	0.755	0.055	0.004	0.747	0.762	*0.705*	0.704	0.051	0.004	*0.697*	*0.711*	0.714	0.040	0.003	0.708	0.719
Λ_{A7}	*0.817*	0.770	0.059	0.004	0.762	0.778	0.815	0.045	0.003	*0.808*	*0.821*	*0.75*	0.777	0.064	0.005	0.768	0.785	0.763	0.049	0.003	0.757	0.770
Λ_{A8}	*0.541*	0.436	0.132	0.009	0.417	0.454	0 546	0.114	0.008	*0.530*	*0.562*	*0.643*	0.492	0.102	0.007	0.478	0.506	0.590	0.128	0.009	0.573	0.608
δ_{A1}	*0.406*	0.472	0.070	0.005	0.463	0.482	0.407	0.042	0.003	*0.401*	*0.413*	*0.351*	0.401	0.061	0.004	0.393	0.410	0.368	0.039	0.003	0.363	0.374
δ_{A2}	*0.543*	0.618	0.073	0.005	0.608	0.628	0 529	0.070	0.005	0.519	0.538	*0.407*	0.418	0.054	0.004	0.411	0.426	0.430	0.045	0.003	0.424	0.436
δ_{A3}	*0.541*	0.588	0.089	0.006	0.575	0.600	0.529	0.071	0.005	0.519	0.539	*0.438*	0.506	0.061	0.004	0.497	0.514	0.463	0.060	0.004	0.454	0.471
δ_{A4}	*0.308*	0.356	0.063	0.004	0.347	0.365	0.301	0.039	0.003	0.295	0.306	*0.224*	0.254	0.056	0.004	0.246	0.261	0.242	0.029	0.002	0.238	0.246
δ_{A5}	*0.445*	0.403	0.054	0.004	0.395	0.410	0.470	0.163	0.012	0.447	0.493	*0.374*	0.379	0.052	0.004	*0.372*	*0.386*	0.395	0.091	0.006	0.382	0.407
δ_{A6}	*0.544*	0.563	0.108	0.008	0.548	0.578	0 522	0.077	0.005	0.511	0.533	*0.371*	0.394	0.052	0.004	0.387	0.401	0.405	0.062	0.004	0.397	0.414
δ_{A7}	*0.380*	0.405	0.061	0.004	0.397	0.414	0.378	0.029	0.002	*0.374*	*0.382*	*0.391*	0.406	0.069	0.005	0.397	0.416	0.384	0.031	0.002	0.380	0.388
δ_{A8}	*0.990*	1.052	0.118	0.008	1.036	1.069	0.995	0.103	0.007	*0.981*	*1.009*	*1.011*	0.948	0.119	0.008	0.931	0.964	1.006	0.102	0.007	*0.992*	*1.020*

จากตารางที่ 19 พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถูกสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน สามารถสรุปได้ดังนี้

ในปีการศึกษา 2554 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมพารามิเตอร์เพียง 1 ค่า คือ Λ_{A5} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ ค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ ทุกค่ามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ และ δ ทุกค่า มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย พบว่าช่วงความเชื่อมั่น 95% มีความครอบคลุมค่าพารามิเตอร์มากขึ้น โดยครอบคลุมทั้งหมด 7 ค่า ได้แก่ค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ, Λ_{A5}, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1}และ δ_{A7} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์อื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจะมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ยกเว้น ค่า Λ_{A5} ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.001) เมื่อกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้น

ในปีการศึกษา 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมพารามิเตอร์ 3 ค่า คือ Λ_{A4}, Λ_{A6}และ δ_{A5} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ ค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ, $\Lambda_{A1\text{-}A3}$และΛ_{A8}มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ_{A7} และ δ ทุกค่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 1340 หน่วย พบว่าช่วงความเชื่อมั่น 95% มีความครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 3 ค่า ได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ Φ, Λ_{A3}และ δ_{A8} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$และ $\delta_{A1\text{-}A6}$ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{A1}, Λ_{A5}, Λ_{A8}และ δ_{A7} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจะมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ยกเว้น ค่า Λ_{A2}, Λ_{A4}, Λ_{A5}, Λ_{A8}และ δ_{A5} ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.001) เมื่อกลุ่มตัวอย่างใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 20 จำนวนค่าที่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ความเชื่อมั่น 95%

Method	จำนวนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงในแต่ละเงื่อนไข			
	ปีการศึกษา 2554		ปีการศึกษา 2555	
	Sample size = 400	Sample size = 1340	Sample size = 400	Sample size = 1340
SRS	17	17	17	17
STR	16	16	16	16
STR & Complex	17	17	16	16
CR	2	4	1	3
CR & Complex	1	7	3	3

จาก ตารางสรุปจำนวนค่าที่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ความเชื่อมั่น 95% พบว่า วิธีการสุ่มที่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ครบทั้ง 17 ค่า ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS ทั้ง 2 ปีการศึกษา และ การสุ่มแบบ STR วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ในปีการศึกษา 2554 รองลงมา คือ การสุ่มแบบ STR ทั้ง 2 ปีการศึกษา และการสุ่มแบบ STR วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2555 โดยครอบคลุมทั้งหมด 16 ค่า ทั้ง 2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสุ่มที่มีจำนวนค่าครอบคลุมที่รองลงมา คือ การสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน โดยครอบคลุมจำนวน 1 ค่า ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และเพิ่มเป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย ในปีการศึกษา 2554 และครอบคลุมจำนวน 3 ค่า ทั้ง 2 ขนาดในปีการศึกษา 2555 และวิธีการสุ่มที่มีจำนวนค่าครอบคลุมน้อยท่สุด คือ CR โดยครอบคลุมจำนวน 2 ค่า ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และเพิ่มเป็น 4 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย ในปีการศึกษา 2554 และ ครอบคลุมจำนวน 1 ค่า ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และเพิ่มเป็น 3 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย ในปีการศึกษา 2555

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์เชิงบรรยาย โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

2.1 เปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข โดยใช้สถิติ One-sample t-test สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 21 ถึง ตารางที่ 25

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	Sample size = 400				Sample size = 1340				Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*		
ϕ	0.004	0.075	0.786	*0.433*	0.009	0.092	1.45	*0.150*	-0.001	0.074	-0.284	*0.777*	-0.011	0.092	-1.73	*0.086*
λ_{A1}	-0.001	0.016	-0.611	*0.542*	-0.001	0.009	-1.36	*0.175*	-0.001	0.016	-0.619	*0.536*	-0.001	0.009	-1.57	*0.120*
λ_{A2}	-0.005	0.045	-1.520	*0.130*	-0.003	0.029	-1.56	*0.120*	-0.002	0.037	-0.856	*0.393*	0.009	0.085	1.55	*0.122*
λ_{A3}	-0.007	0.043	-2.197	*0.029*	-0.001	0.030	-0.51	*0.613*	0.002	0.039	0.654	*0.514*	0.008	0.098	1.14	*0.254*
λ_{A4}	-0.005	0.038	-1.724	*0.086*	-0.002	0.032	-1.01	*0.313*	0.000	0.030	0.161	*0.872*	0.011	0.105	1.41	*0.159*
λ_{A5}	-0.003	0.043	-0.861	*0.390*	0.000	0.028	-0.17	*0.866*	-0.003	0.040	-1.103	*0.271*	0.010	0.111	1.29	*0.199*
λ_{A6}	0.001	0.044	0.309	*0.758*	-0.003	0.029	-1.65	*0.100*	0.000	0.035	0.107	*0.915*	0.011	0.097	1.57	*0.118*
λ_{A7}	-0.005	0.040	-1.605	*0.110*	-0.004	0.029	-1.77	*0.079*	-0.001	0.039	-0.325	*0.746*	0.010	0.105	1.30	*0.196*
λ_{A8}	-0.006	0.051	-1.584	*0.115*	0.000	0.028	-0.21	*0.832*	0.001	0.048	0.381	*0.703*	0.009	0.089	1.50	*0.135*
δ_{A1}	-0.001	0.039	-0.456	*0.649*	0.004	0.036	1.44	*0.152*	0.003	0.032	1.092	*0.276*	-0.001	0.034	-0.44	*0.663*
δ_{A2}	0.003	0.042	1.031	*0.304*	-0.004	0.029	-2.02	*0.045*	0.001	0.037	0.462	*0.645*	0.001	0.021	0.44	*0.663*
δ_{A3}	0.005	0.041	1.727	*0.086*	0.000	0.025	-0.14	*0.888*	-0.001	0.034	-0.317	*0.752*	0.000	0.024	-0.28	*0.784*
δ_{A4}	-0.001	0.036	-0.209	*0.835*	-0.003	0.021	-2.35	*0.835*	0.000	0.022	-0.086	*0.931*	0.000	0.014	0.36	*0.720*
δ_{A5}	0.005	0.041	1.653	*0.100*	-0.002	0.022	-1.32	*0.188*	0.003	0.032	1.152	*0.251*	0.001	0.019	0.50	*0.621*
δ_{A6}	-0.002	0.069	-0.376	*0.707*	0.000	0.026	0.10	*0.919*	-0.002	0.032	-0.735	*0.463*	-0.002	0.019	-1.29	*0.199*
δ_{A7}	-0.003	0.057	-0.803	*0.423*	0.001	0.020	0.47	*0.959*	-0.004	0.055	-1.084	*0.280*	0.002	0.017	1.80	*0.998*
δ_{A8}	0.004	0.055	1.134	*0.258*	0.001	0.032	0.44	*0.656*	0.004	0.051	1.073	*0.285*	-0.004	0.028	-1.83	*0.069*

จากตารางที่ 21 พบว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS สามารถสรุปได้ดังนี้

ปีการศึกษา 2554 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ครบทุกค่า

ปีการศึกษา 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ครบทุกค่า

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	Sample size = 400				Sample size = 1340				Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*		
ϕ	0.001	0.077	0.257	*0.797*	0.005	0.035	1.851	*0.066*	-0.003	0.077	-0.590	*0.556*	-0.006	0.035	-2.349	*0.194*
Λ_{A1}	0.001	0.018	0.523	*0.602*	0.001	0.008	1.639	*0.105*	0.001	0.018	0.565	*0.576*	0.001	0.008	1.765	*0.080*
Λ_{A2}	-0.003	0.043	-0.918	*0.359*	0.000	0.020	-0.235	*0.815*	0.002	0.036	0.841	*0.401*	0.002	0.019	1.899	*0.059*
Λ_{A3}	-0.003	0.041	-0.873	*0.384*	-0.002	0.020	-1.222	*0.225*	0.001	0.037	0.431	*0.668*	0.001	0.019	0.867	*0.389*
Λ_{A4}	0.000	0.038	-0.064	*0.951*	0.000	0.019	0.316	*0.752*	0.005	0.031	2.482	*0.014*	0.001	0.016	1.304	*0.194*
Λ_{A5}	0.003	0.044	0.813	*0.418*	0.002	0.019	1.794	*0.075*	0.003	0.038	1.270	*0.206*	0.001	0.019	0.996	*0.320*
Λ_{A6}	0.001	0.042	0.189	*0.852*	0.000	0.021	-0.211	*0.833*	0.000	0.031	0.132	*0.893*	0.002	0.018	1.607	*0.111*
Λ_{A7}	-0.002	0.034	-0.946	*0.344*	-0.002	0.018	-1.549	*0.124*	0.003	0.036	1.107	*0.270*	0.002	0.019	1.647	*0.102*
Λ_{A8}	0.000	0.048	-0.032	*0.974*	-0.002	0.024	-1.380	*0.170*	0.004	0.045	1.287	*0.200*	0.003	0.023	2.047	0.042
δ_{A1}	0.000	0.040	-0.131	*0.896*	-0.002	0.021	-1.157	*0.250*	-0.001	0.035	-0.456	*0.648*	0.000	0.017	-0.288	*0.770*
δ_{A2}	0.001	0.048	0.150	*0.881*	-0.002	0.024	-0.913	*0.362*	0.003	0.033	1.436	*0.152*	0.000	0.016	-0.217	*0.828*
δ_{A3}	0.001	0.043	0.239	*0.811*	0.000	0.022	-0.172	*0.861*	0.004	0.034	1.639	*0.102*	0.002	0.021	1.493	*0.137*
δ_{A4}	-0.002	0.036	-0.599	*0.551*	-0.002	0.021	-1.118	*0.265*	-0.001	0.024	-0.595	*0.553*	0.000	0.012	0.477	*0.630*
δ_{A5}	-0.003	0.044	-0.815	*0.415*	-0.002	0.022	-1.236	*0.218*	-0.006	0.031	-2.625	*0.009*	-0.004	0.017	-3.137	*0.002*
δ_{A6}	0.003	0.045	0.884	*0.378*	-0.001	0.025	-0.701	*0.484*	0.000	0.031	-0.128	*0.900*	0.001	0.016	0.570	*0.572*
δ_{A7}	0.000	0.034	0.042	*0.986*	0.000	0.018	-0.109	*0.985*	0.002	0.032	0.708	*0.969*	0.000	0.019	0.301	*0.990*
δ_{A8}	-0.010	0.051	-2.754	*0.006*	-0.006	0.028	-3.048	*0.003*	0.002	0.048	0.547	*0.586*	0.004	0.026	2.122	*0.320*

จากตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบพารามิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่าง สามารถสรุปตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

ปีการศึกษา 2554 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 จำนวน 16 ค่า มีเพียง δ_{AS} มีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate)

ปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 จำนวน 16 ค่า มีเพียง δ_{AS} มีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate)

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	Sample size = 400				Sample size = 1340				Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*		
ϕ	-0 001	0.079	-0.249	*0.804*	-0.002	0.066	-0.356	*0 722*	0.002	0.079	0.427	*0.670*	0.003	0.066	0.571	*0 569*
λ_{A1}	-0.001	0 017	-0.457	*0.649*	-0.001	0.008	-1.342	*0.181*	-0.001	0.017	-0.457	*0.649*	-0.001	0.008	-1.342	*0 181*
λ_{A2}	0.001	0.042	0.484	*0.629*	-0.005	0.064	-1.010	*0.314*	0.000	0.035	-0.141	*0.888*	-0.001	0.021	-0.821	*0.413*
λ_{A3}	0.002	0.041	0.857	*0 392*	-0.003	0.063	-0.649	*0.517*	0.000	0.037	-0.004	*0.997*	0.000	0.024	0.289	*0.773*
λ_{A4}	-0.002	0 039	-0.747	*0.456*	-0.006	0.076	-1.073	*0.285*	-0.004	0.032	-1.891	*0.060*	0.000	0.022	-0.184	*0.854*
λ_{A5}	-0.003	0.045	-0.941	*0 348*	-0.006	0.065	-1.371	*0.172*	-0.003	0.039	-0.986	*0 325*	-0.001	0.024	-0.442	*0.659*
λ_{A6}	-0.001	0.043	-0.449	*0.654*	-0 004	0.065	-0.949	*0.344*	0.000	0.030	-0.094	*0.925*	-0.001	0.021	-0.634	*0.527*
λ_{A7}	0 001	0.036	0.339	*0.735*	-0.002	0.066	-0.507	*0.613*	-0.003	0.036	-1.023	*0.307*	-0.001	0.022	-0.965	*0.336*
λ_{A8}	0.000	0.047	0.095	*0.924*	-0.002	0 052	-0.494	*0.622*	-0 001	0.046	-0.394	*0.694*	0.000	0.026	-0.054	*0.957*
δ_{A1}	0.000	0 038	-0.126	*0 900*	0.003	0 031	1.296	*0.196*	0.001	0.032	0.646	*0.519*	-0 001	0.029	-0 711	*0.478*
δ_{A2}	-0.002	0.049	-0.500	*0 618*	0.002	0.024	1.222	*0.223*	-0.002	0.033	-0.911	*0.363*	0 000	0.016	0 307	*0.759*
δ_{A3}	-0.001	0.041	-0.468	*0.640*	0.000	0.022	0.258	*0 797*	-0.004	0 034	-1.799	*0.074*	-0.003	0.021	-1.808	*0.072*
δ_{A4}	0.003	0.035	1.111	*0 268*	0.002	0.021	1.150	*0 251*	0 002	0 023	1.198	*0 233*	0.000	0.012	-0.560	*0.576*
δ_{A5}	0.002	0.042	0.700	*0 485*	0.002	0.021	1.456	*0.147*	0.007	0.033	2 823	*0.005*	0.004	0.017	3.130	*0.002*
δ_{A6}	-0.002	0.043	-0.536	*0 593*	0.001	0.025	0.796	*0.427*	0.001	0.031	0.229	*0 819*	-0.001	0 015	-0.489	*0 625*
δ_{A7}	-0.006	0.068	-1.240	*0.217*	-0.002	0.038	-0.692	*0.490*	-0.006	0.064	-1.334	*0.184*	-0.002	0.037	-0.758	*0 449*
δ_{A8}	0.007	0.053	1.736	*0.084*	0.003	0.028	1.645	*0.102*	-0.002	0 049	-0.428	*0.669*	-0 003	0.026	-1.743	*0.083*

ตารางที่ 23 พบว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบพารามิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน สามารถสรุปได้ดังนี้

ปีการศึกษา 2554 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ครบทุกค่า

ปีการศึกษา 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ครบทุกค่า

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	Sample size = 400				Sample size = 1340				Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*		
ϕ	0.064	0.122	7.340	0.000	0.002	0.102	0.282	*0.489*	-0.064	0.122	-7.468	0.000	-0.005	0.101	-0.645	*0.478*
Λ_{A1}	-0.036	0.029	-17.497	0.000	-0.006	0.019	-4.366	0.000	-0.036	0.029	-17.998	0.000	-0.005	0.019	-3.952	0.000
Λ_{A2}	-0.016	0.055	-4.178	0.000	-0.033	0.050	-9.166	0.000	-0.063	0.050	-18.122	0.000	0.030	0.069	6.101	0.000
Λ_{A3}	-0.061	0.074	-11.565	0.000	-0.012	0.058	-2.935	0.002	-0.026	0.056	-6.544	0.000	0.001	0.046	0.200	*0.742*
Λ_{A4}	-0.036	0.054	-9.341	0.000	-0.027	0.052	-7.255	0.000	-0.009	0.052	-2.513	0.013	0.026	0.056	6.605	0.000
Λ_{A5}	-0.005	0.059	-1.288	*0.199*	-0.015	0.099	-2.110	*0.133*	0.042	0.059	9.946	0.000	-0.024	0.070	-4.928	0.000
Λ_{A6}	-0.022	0.070	-4.419	0.000	-0.013	0.052	-3.468	0.004	0.000	0.060	0.005	*0.996*	0.010	0.040	3.748	0.002
Λ_{A7}	-0.046	0.063	-10.403	0.000	-0.005	0.047	-1.467	*0.436*	0.028	0.067	5.903	0.000	0.014	0.049	4.082	0.000
Λ_{A8}	-0.110	0.129	-12.142	0.000	0.009	0.115	1.163	*0.538*	-0.151	0.104	-20.627	0.000	-0.049	0.118	-5.839	0.000
δ_{A1}	0.061	0.066	12.891	0.000	0.001	0.040	0.385	*0.663*	0.048	0.058	11.625	0.000	0.016	0.037	6.326	0.000
δ_{A2}	0.077	0.071	15.367	0.000	-0.017	0.066	-3.666	0.004	0.010	0.051	2.886	0.004	0.023	0.043	7.525	0.000
δ_{A3}	0.051	0.097	7.414	0.000	-0.013	0.071	-2.595	0.019	0.068	0.057	16.876	0.000	0.024	0.058	5.838	0.000
δ_{A4}	0.048	0.050	13.539	0.000	-0.009	0.036	-3.609	0.008	0.029	0.044	9.332	0.000	0.017	0.028	8.677	0.000
δ_{A5}	-0.045	0.047	-13.541	0.000	0.032	0.170	2.643	0.032	0.001	0.045	0.251	*0.803*	0.023	0.096	3.391	0.001
δ_{A6}	0.012	0.096	1.725	*0.086*	-0.025	0.075	-4.759	0.000	0.022	0.046	6.850	0.000	0.034	0.065	7.438	0.000
δ_{A7}	0.023	0.058	5.672	*0.979*	-0.003	0.030	-1.464	*0.981*	0.013	0.066	2.730	*0.990*	-0.008	0.031	-3.513	*0.984*
δ_{A8}	0.150	0.186	13.487	0.000	0.015	0.155	1.338	0.045	0.073	0.173	5.974	0.000	-0.002	0.129	-0.222	*0.314*

จากตารางที่ 24 สามารถสรุปตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์ของปีการศึกษา 2554 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 3 ค่า ได้แก่ Λ_{A5}, δ_{A6} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Φ และ δ ที่เหลือ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 6 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A5}, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, Λ_{A6}, $\delta_{A2\text{-}A4}$ และ δ_{A6} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A8} และ δ ที่เหลือ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์ของปีการศึกษา 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 3 ค่า ได้แก่ Φ, $\Lambda_{A1\text{-}A4}$ และ Λ_{A8} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ และ δ ที่เหลือ มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 4 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A3} และ $\delta_{A7\text{-}A8}$ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A1}, Λ_{A4} และ Λ_{A8} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ และ δ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	Sample size = 400				Sample size = 1340				Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*			*Mean*	*SD*		
ϕ	0.062	0.118	7.43	0.000	0.005	0.103	0.693	*0.489*	-0.063	0.119	-7.56	0.000	-0.005	0.102	-0.712	*0.478*
Λ_{A1}	-0.037	0.029	-18.27	0.000	-0.006	0.020	-4.073	0.000	-0.037	0.029	-18.07	0.000	-0.006	0.020	-4.073	0.000
Λ_{A2}	-0.016	0.055	-4.24	0.000	-0.031	0.049	-8.854	0.000	-0.059	0.057	-14.61	0.000	0.026	0.069	5.457	0.000
Λ_{A3}	-0.058	0.070	-11.81	0.000	-0.013	0.059	-3.061	0.002	-0.025	0.058	-6.24	0.000	-0.001	0.045	-0.330	*0.742*
Λ_{A4}	-0.038	0.053	-10.31	0.000	-0.025	0.051	-6.895	0.000	-0.005	0.049	-1.37	*0.171*	0.025	0.056	6.375	0.000
Λ_{A5}	-0.006	0.054	-1.54	*0.126*	-0.011	0.099	-1.508	*0.133*	0.038	0.058	9.41	0.000	-0.023	0.067	-4.727	0.000
Λ_{A6}	-0.023	0.068	-4.75	0.000	-0.011	0.055	-2.893	0.004	-0.001	0.051	-0.35	*0.722*	0.009	0.040	3.119	0.002
Λ_{A7}	-0.047	0.059	-11.15	0.000	-0.002	0.045	-0.782	*0.436*	0.027	0.064	5.83	0.000	0.013	0.049	3.841	0.000
Λ_{A8}	-0.105	0.132	-11.30	0.000	0.005	0.114	0.618	*0.538*	-0.151	0.102	-20.86	0.000	-0.053	0.128	-5.810	0.000
δ_{A1}	0.066	0.070	13.32	0.000	0.001	0.042	0.438	*0.663*	0.050	0.061	11.69	0.000	0.017	0.039	6.386	0.000
δ_{A2}	0.075	0.073	14.54	0.000	-0.014	0.070	-2.905	0.004	0.011	0.054	2.93	0.004	0.023	0.045	7.308	0.000
δ_{A3}	0.047	0.089	7.44	0.000	-0.012	0.071	-2.374	0.019	0.068	0.061	15.82	0.000	0.025	0.060	5.807	0.000
δ_{A4}	0.048	0.063	10.83	0.000	-0.007	0.039	-2.673	0.008	0.030	0.056	7.55	0.000	0.018	0.029	8.903	0.000
δ_{A5}	-0.042	0.054	-11.09	0.000	0.025	0.163	2.162	0.032	0.005	0.052	1.37	*0.173*	0.021	0.091	3.254	0.001
δ_{A6}	0.019	0.108	2.44	0.016	-0.022	0.077	-4.070	0.000	0.023	0.052	6.40	0.000	0.034	0.062	7.807	0.000
δ_{A7}	0.025	0.061	5.79	*0.971*	-0.002	0.029	-1.060	*0.981*	0.015	0.069	3.18	*0.994*	-0.007	0.031	-3.306	*0.984*
δ_{A8}	0.150	0.156	16.26	0.000	0.027	0.186	2.017	0.045	0.069	0.152	6.41	0.000	-0.010	0.141	-1.010	*0.314*

จากตารางที่ 25 สามารถสรุปตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

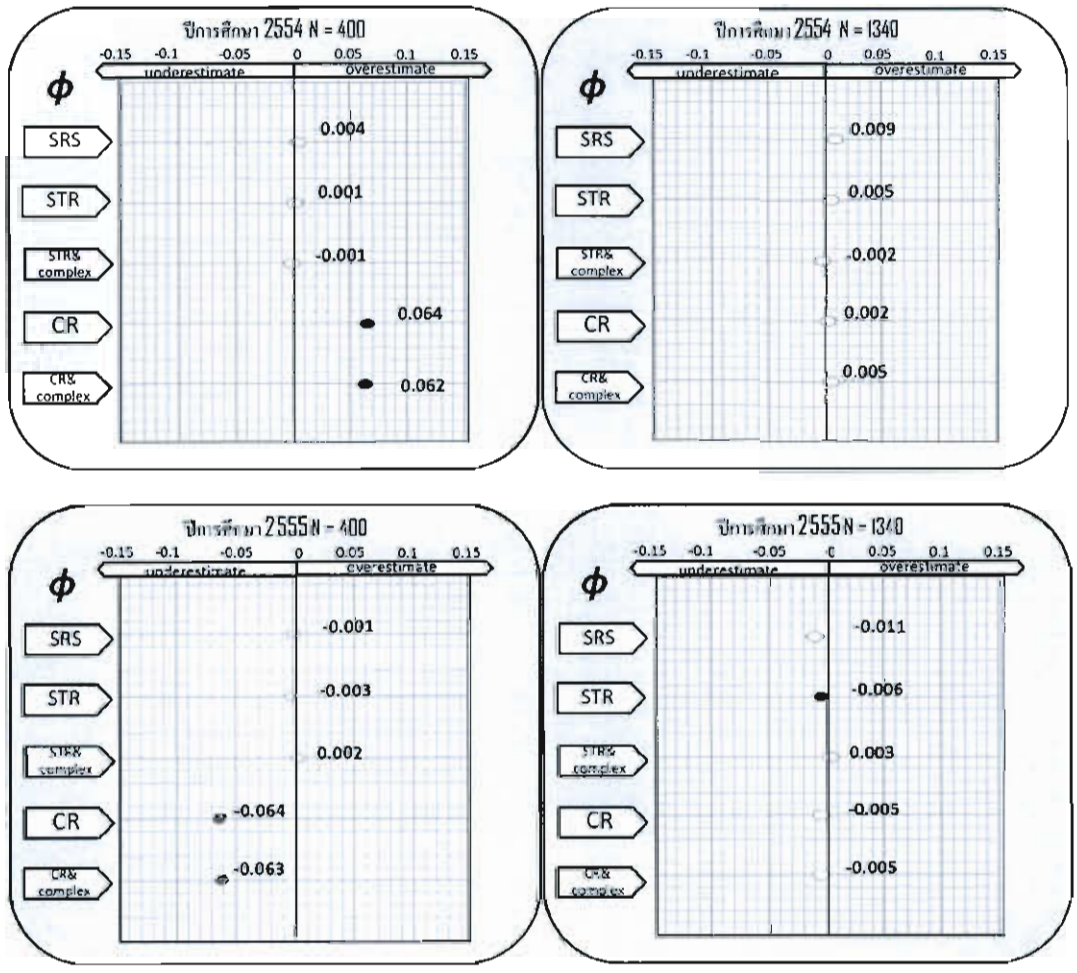
ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 2 ค่า ได้แก่ Λ_{A5} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Φ กับ δ ที่เหลือมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 6 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A5}, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, Λ_{A6}, $\delta_{A2\text{-}A4}$ และ δ_{A6} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A8} และ δ ที่เหลือมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 2 ค่า ได้แก่ Λ_{A5} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Φ และ δ ที่เหลือมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 6 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A5}, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, Λ_{A6}, $\delta_{A2\text{-}A4}$ และ δ_{A6} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A8} และ δ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

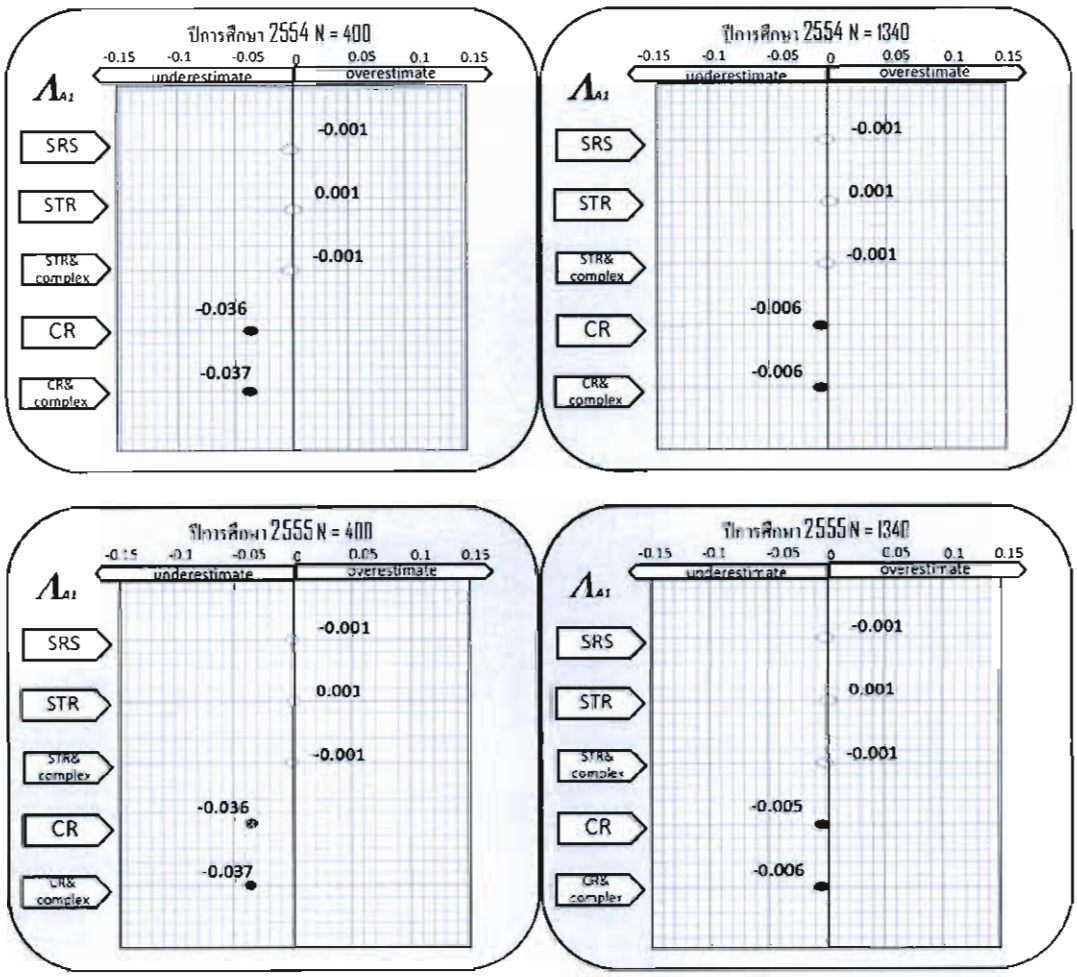
เพื่อแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ ในแต่ละค่าน้ำหนักองค์ประกอบของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 9 ถึง ภาพที่ 25

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

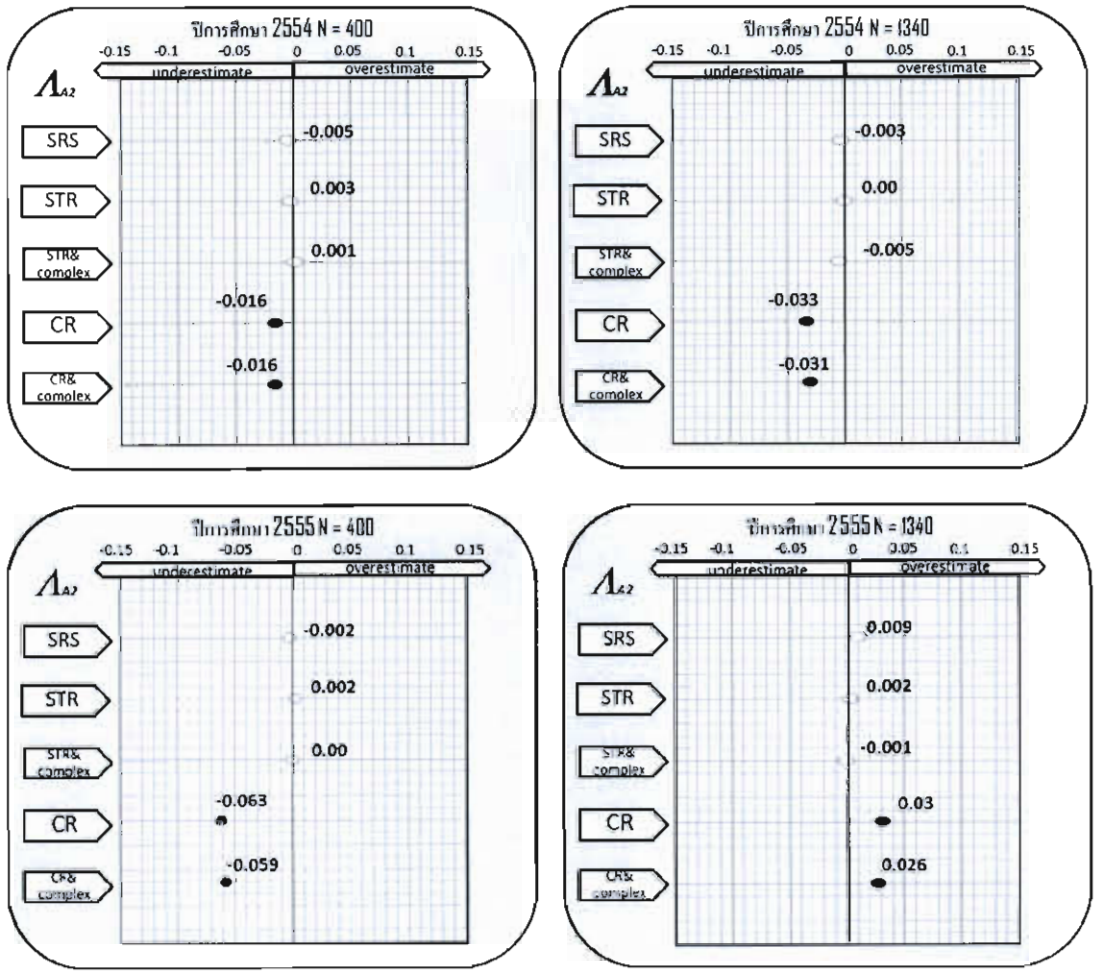
○ หมายถึง ค่าประมาณของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างจากค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001



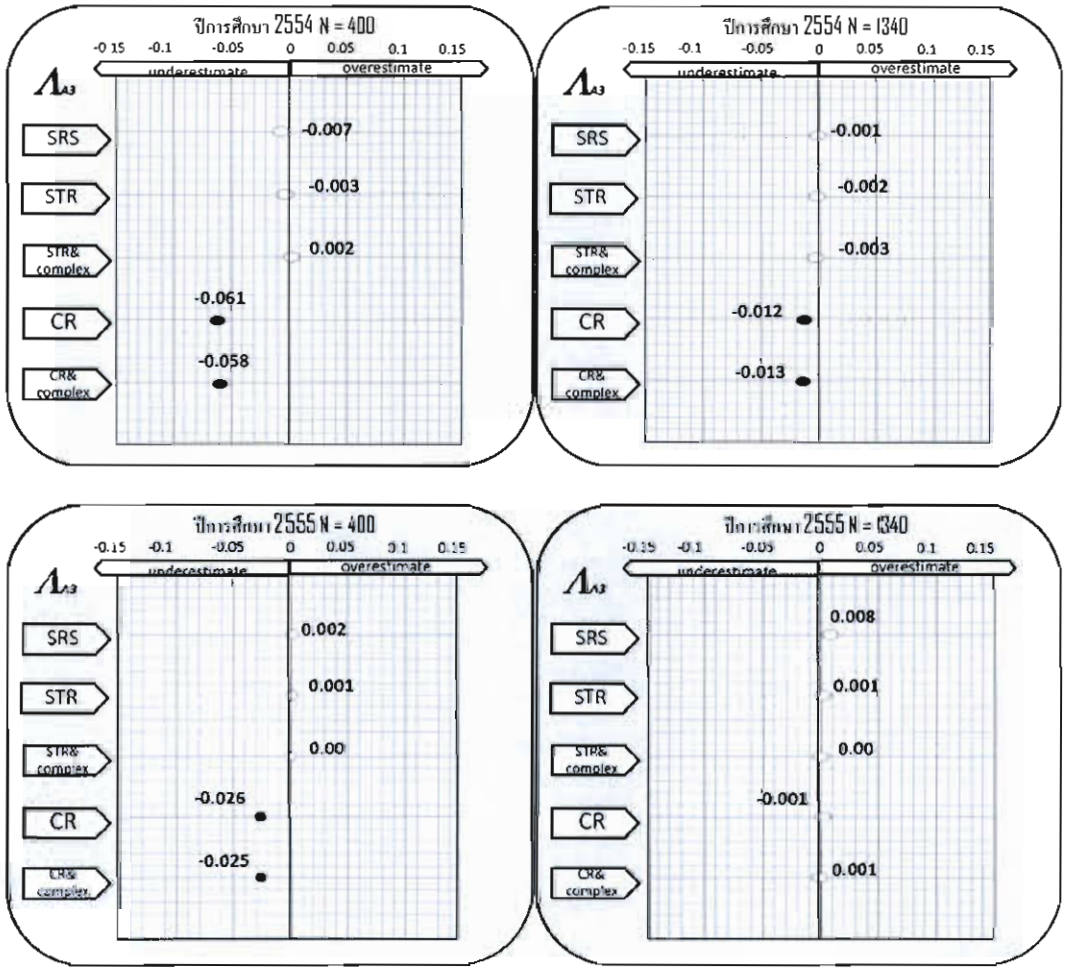
ภาพที่ 9 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Φ



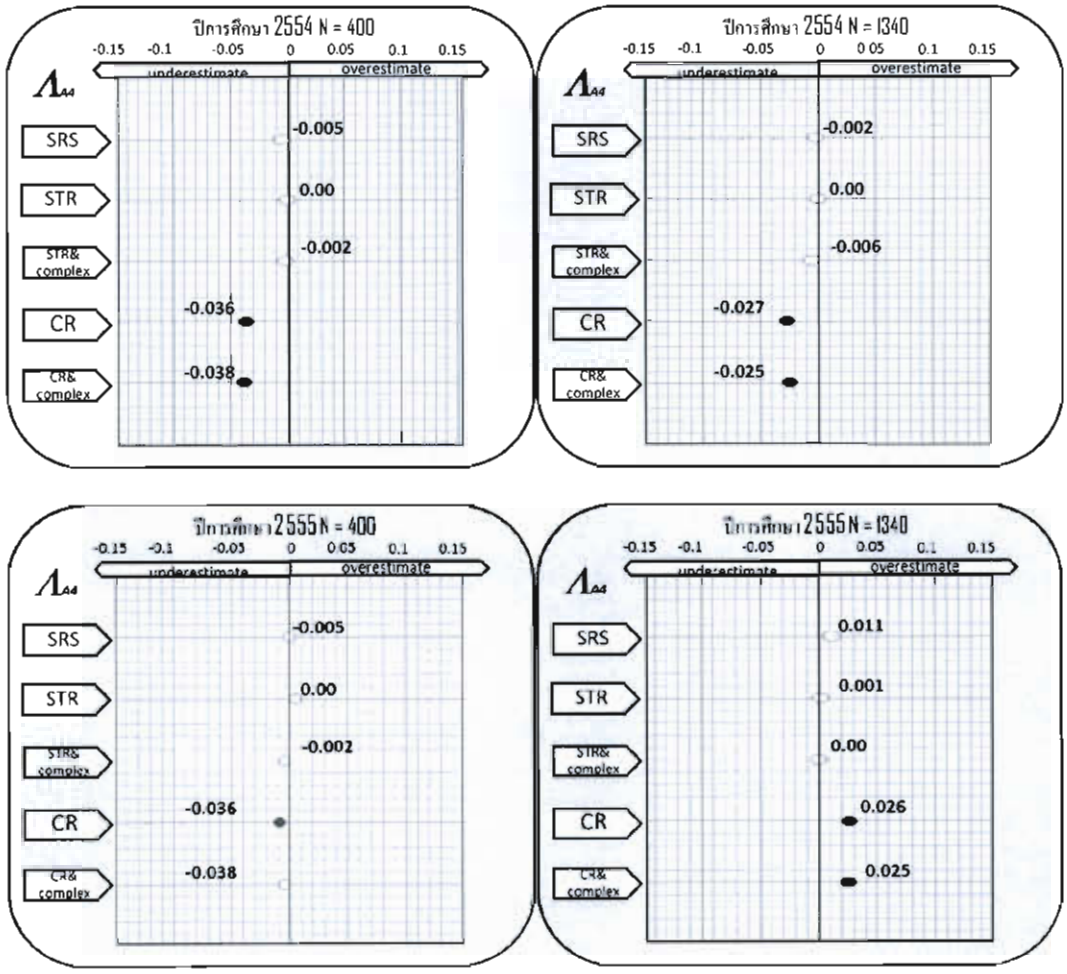
ภาพที่ 10 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A1}



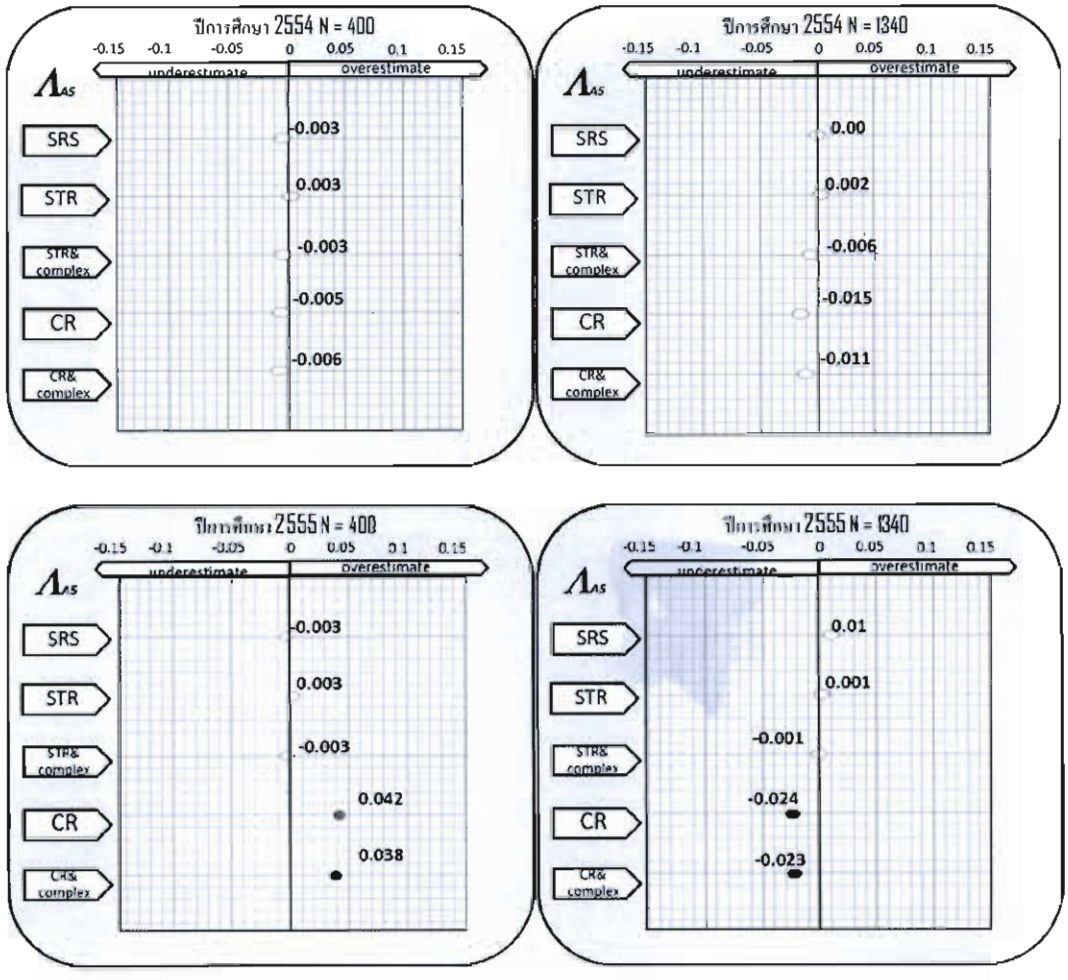
ภาพที่ 11 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A2}



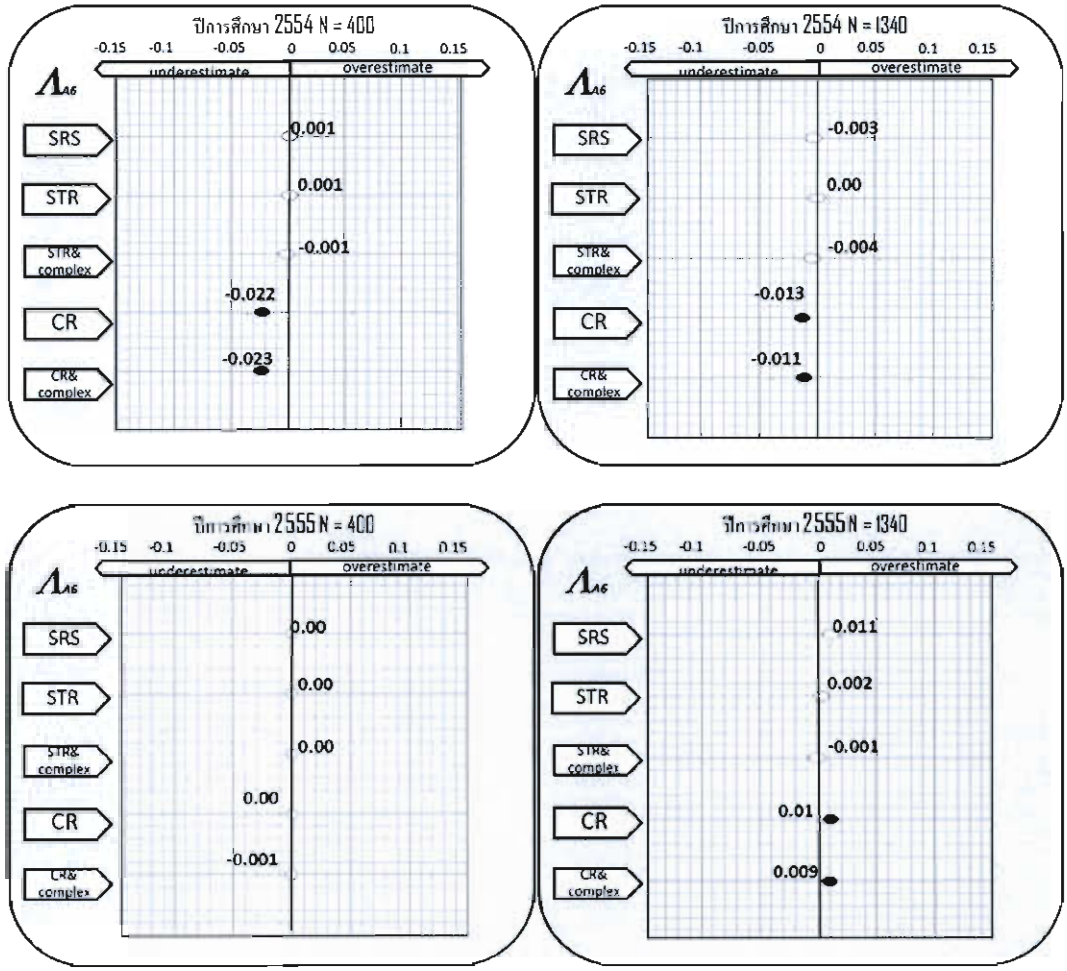
ภาพที่ 12 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A3}



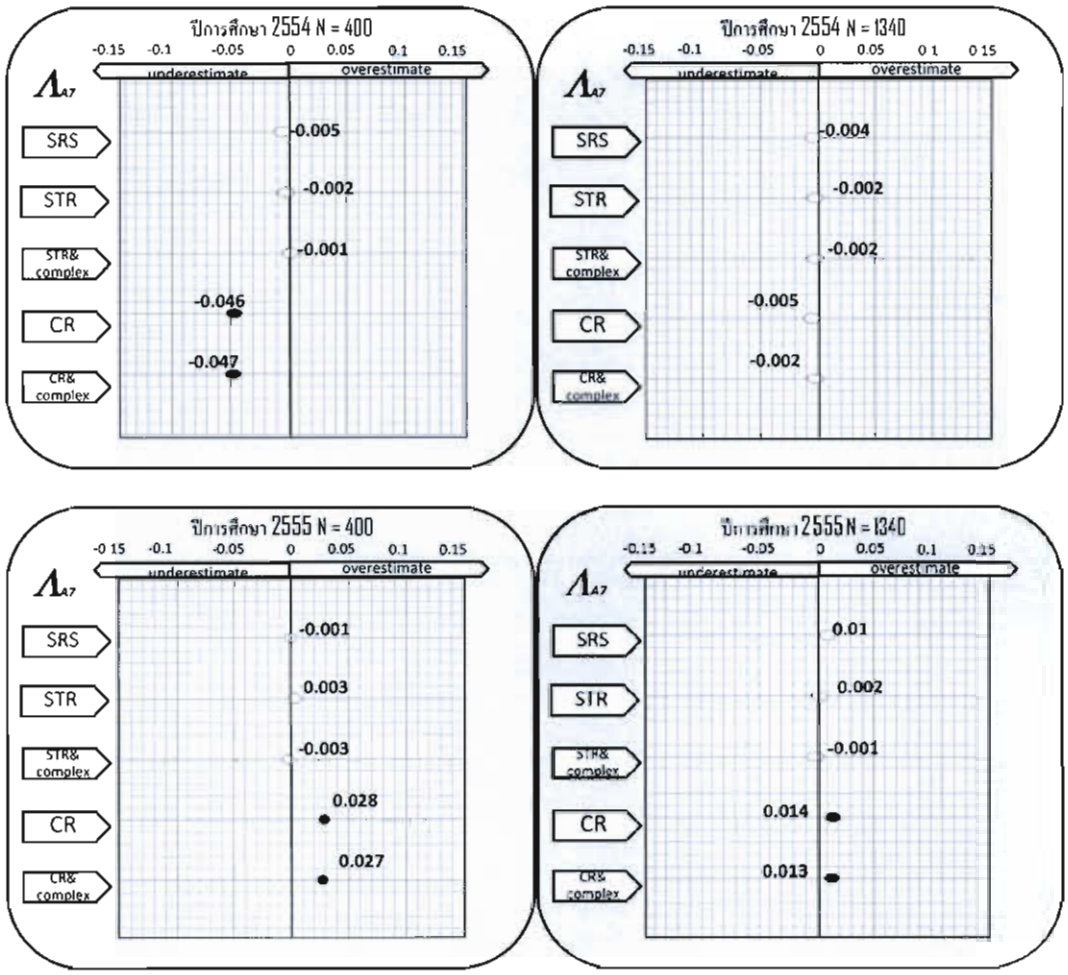
ภาพที่ 13 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A4}



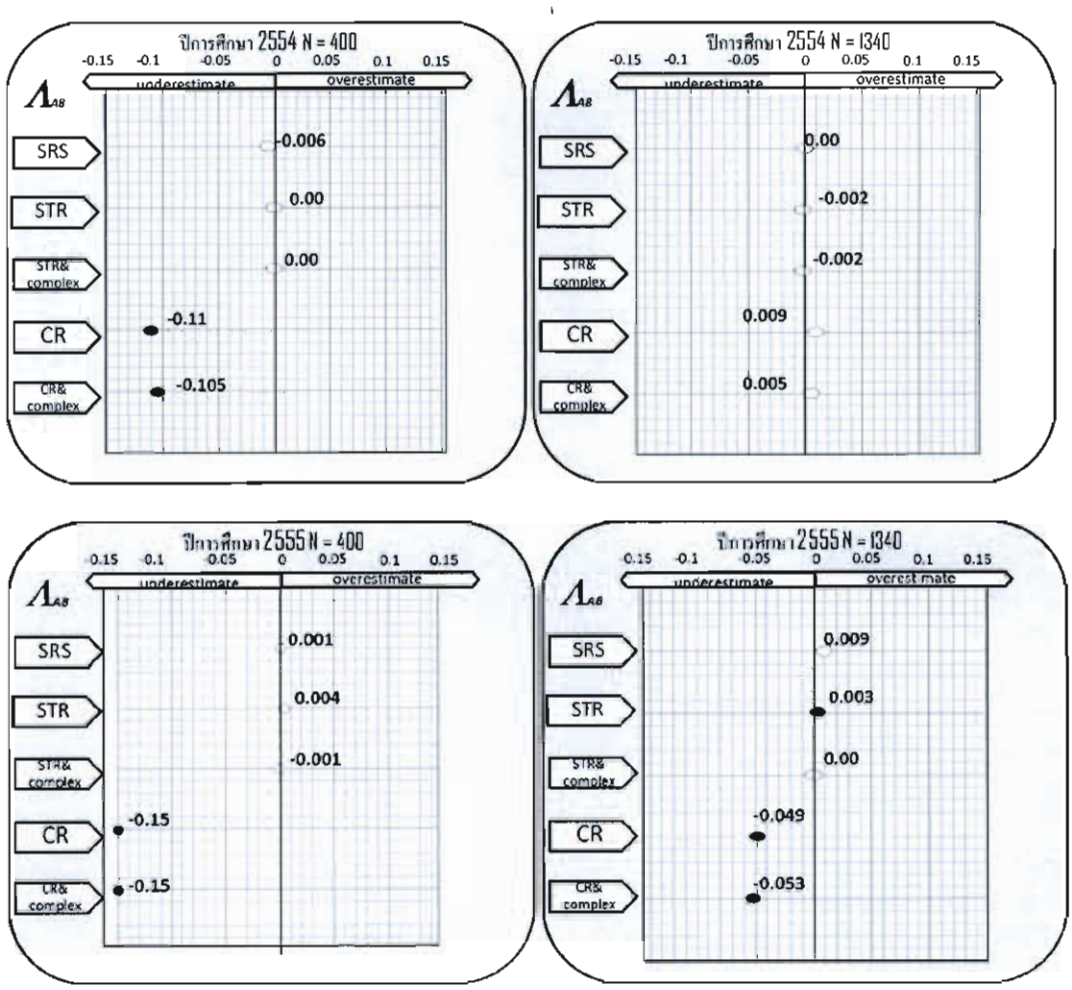
ภาพที่ 14 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{AS}



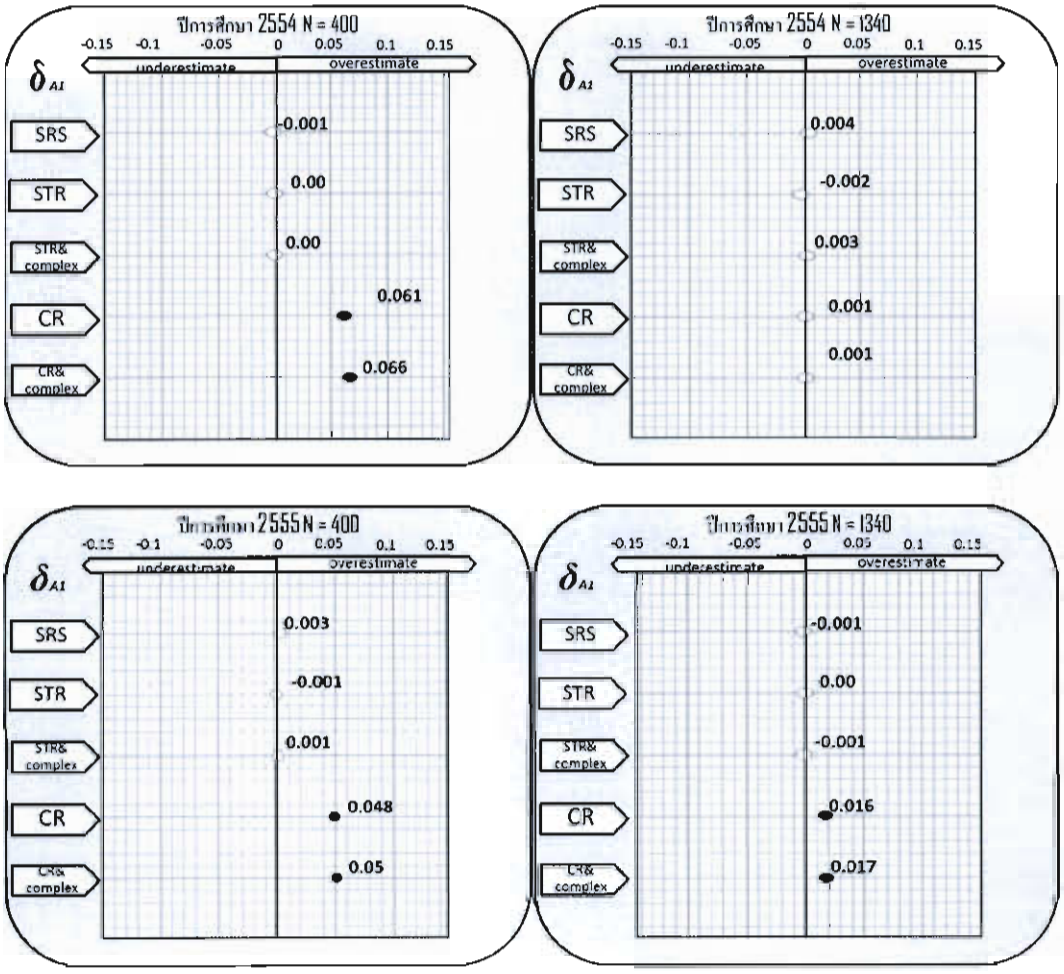
ภาพที่ 15 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A6}



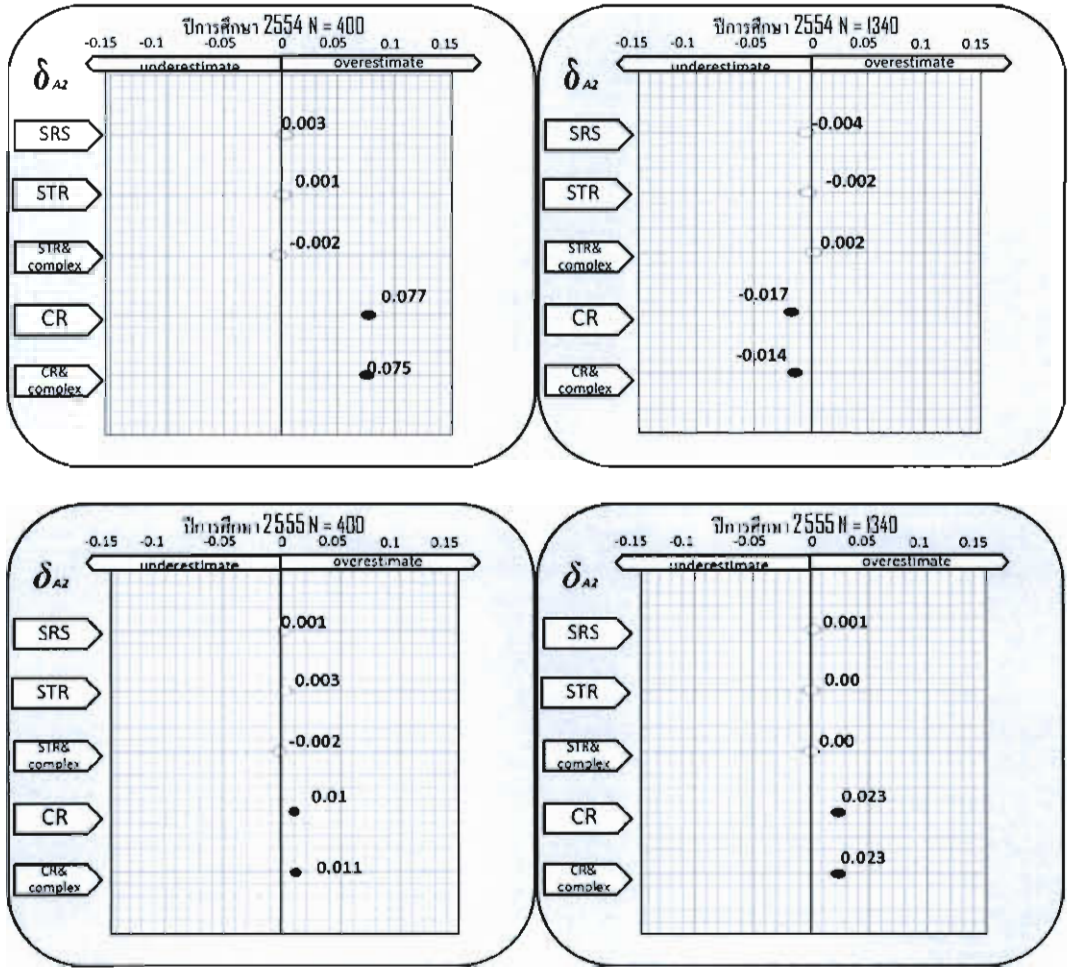
ภาพที่ 16 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A7}



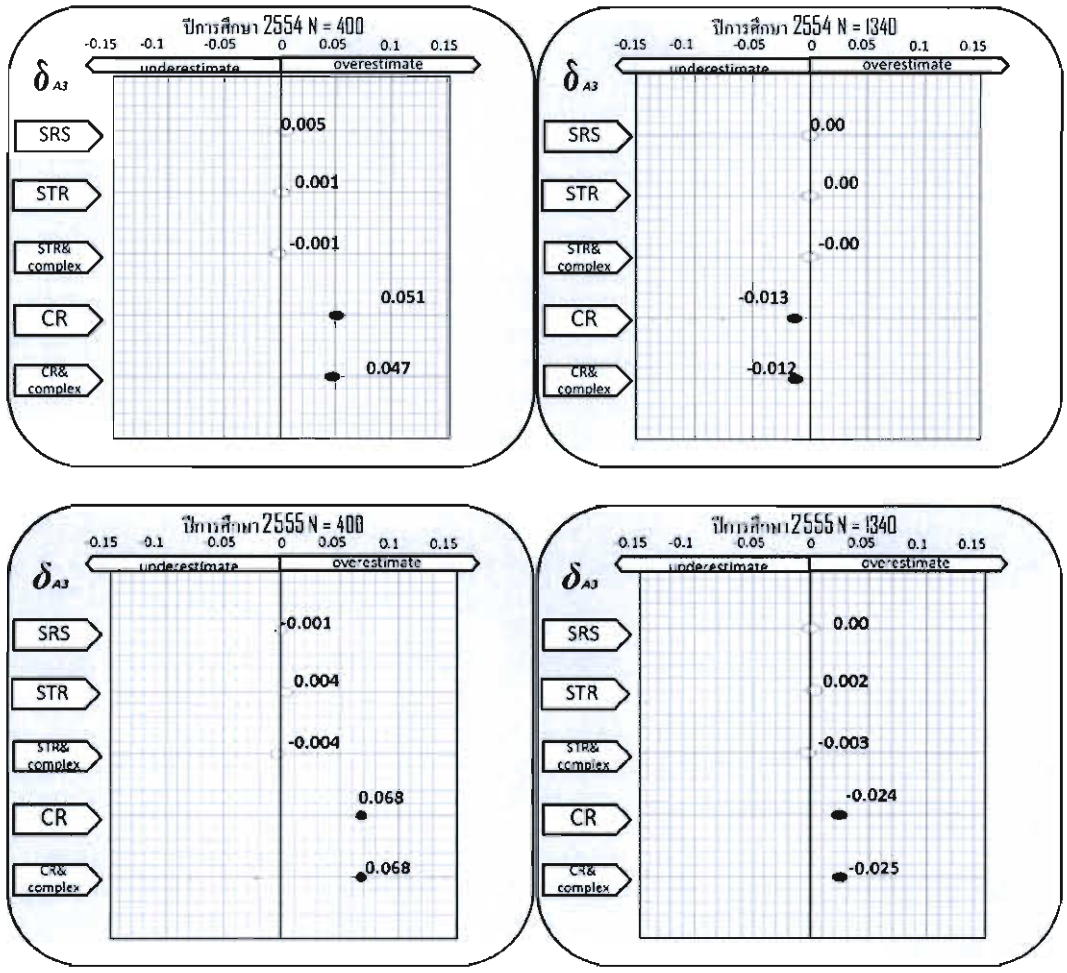
ภาพที่ 17 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{AB}



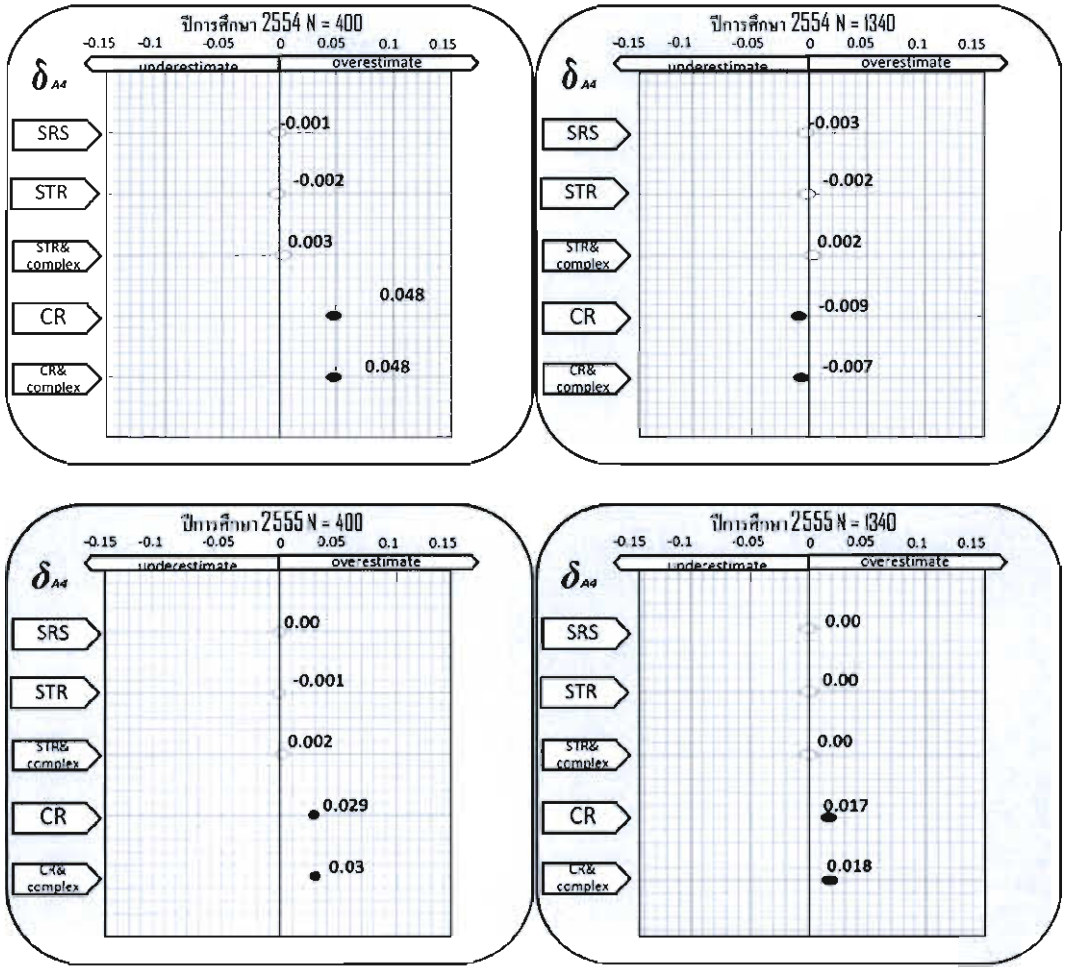
ภาพที่ 18 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A1}



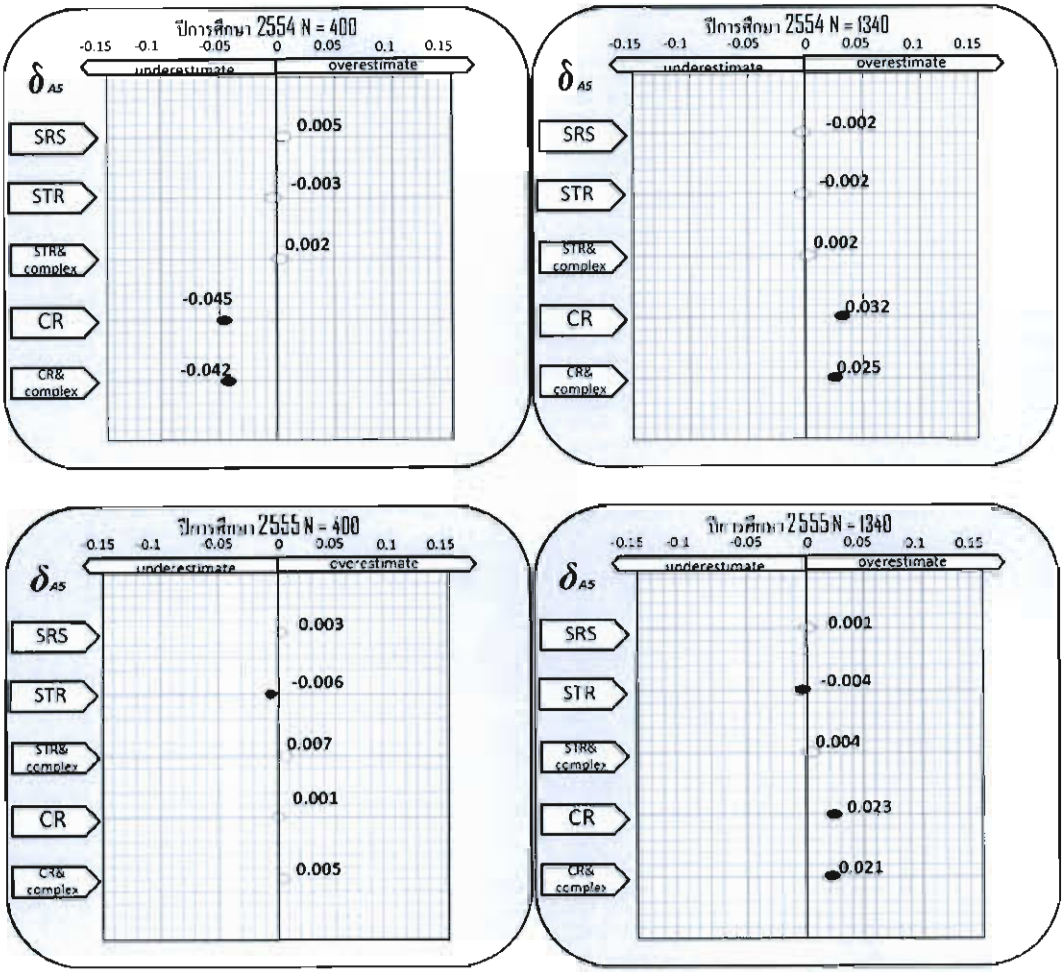
ภาพที่ 19 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A2}



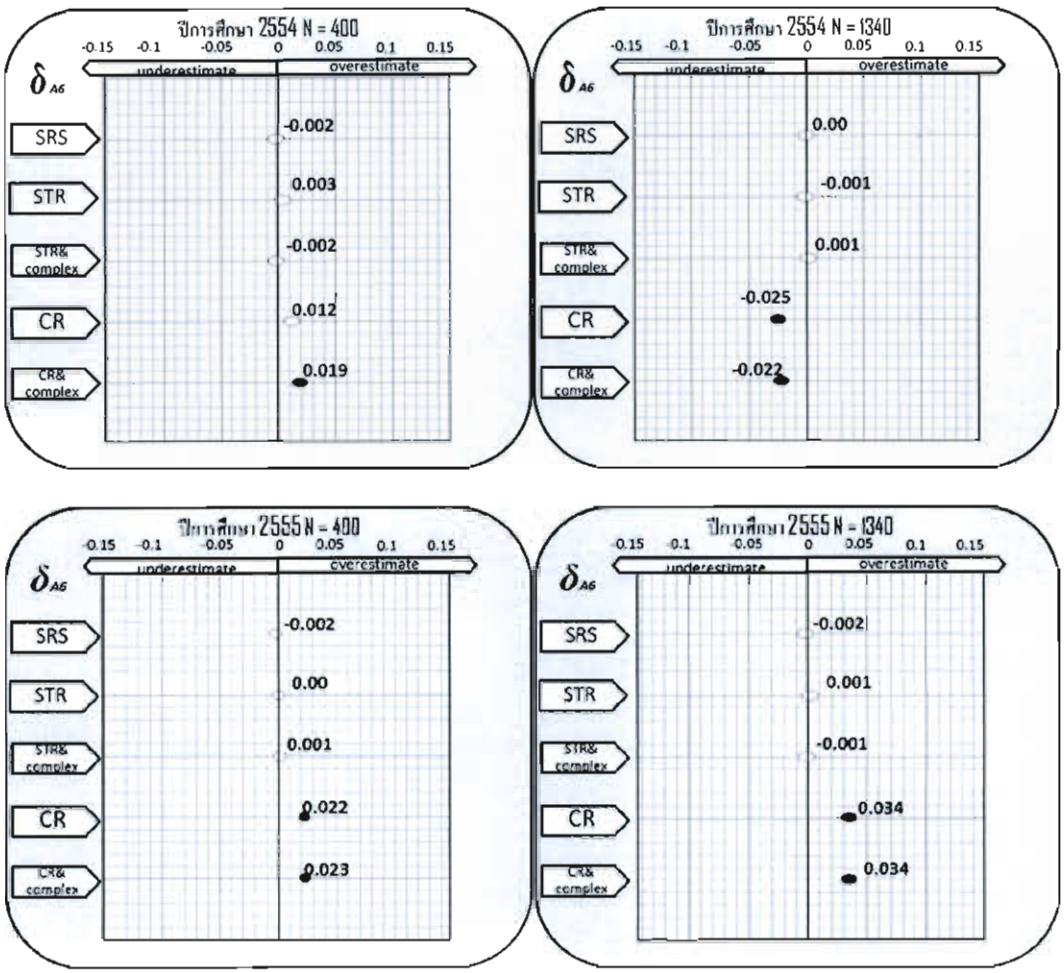
ภาพที่ 20 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A3}



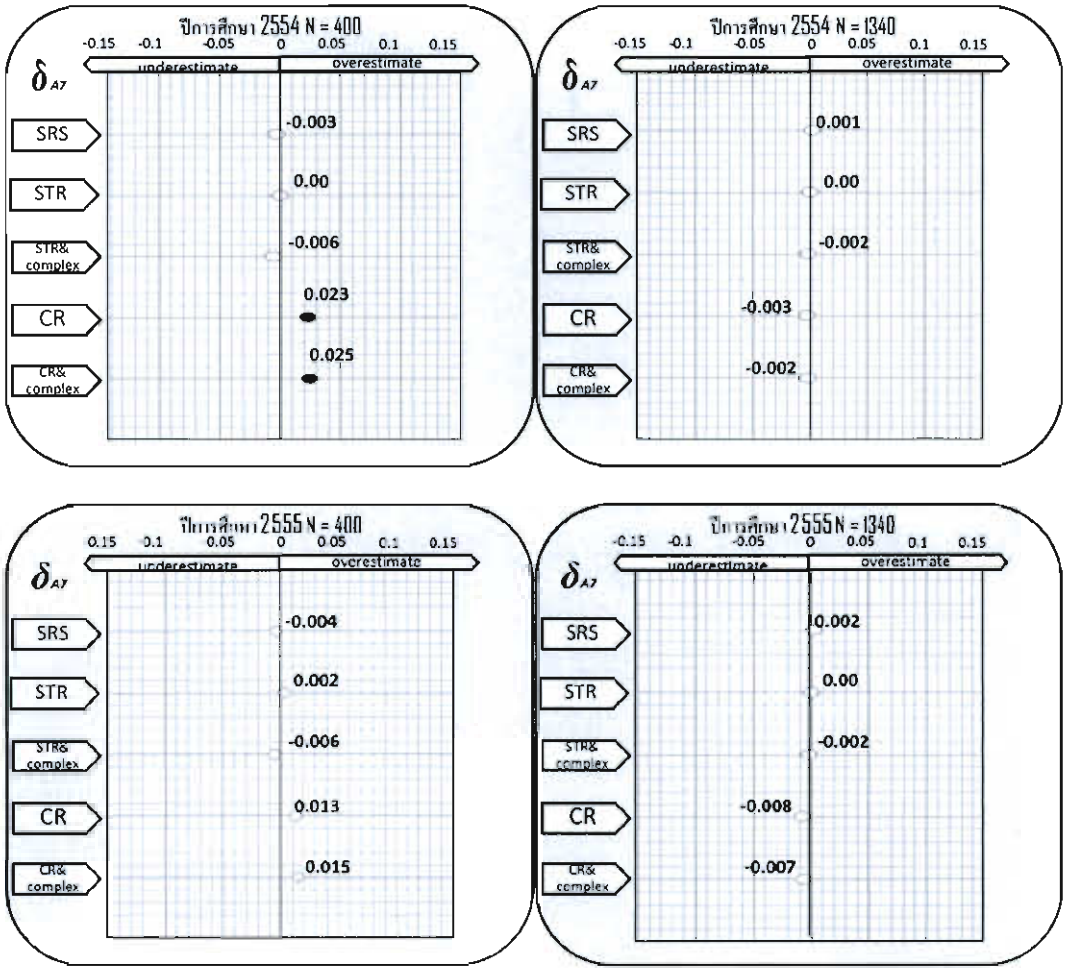
ภาพที่ 21 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A4}



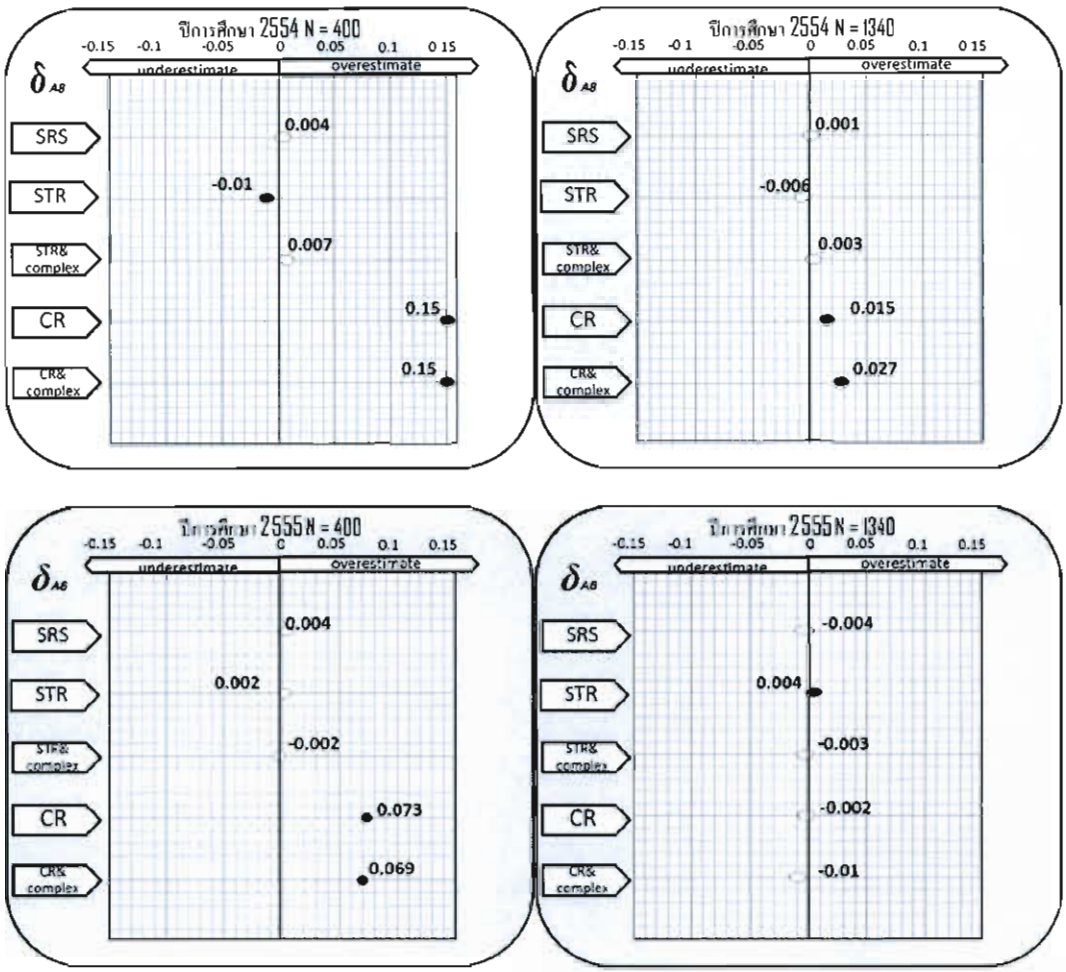
ภาพที่ 22 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{AS}



ภาพที่ 23 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A6}



ภาพที่ 24 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A7}



ภาพที่ 25 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{AB}

ตารางที่ 26 จำนวนค่าองค์ประกอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

Method	จำนวนค่าองค์ประกอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001			
	ปีการศึกษา 2554		ปีการศึกษา 2555	
	Sample size = 400	Sample size =1340	Sample size = 400	Sample size =1340
SRS	17	17	17	17
STR	16	16	16	16
STR & Complex	17	17	17	17
CR	3	6	3	4
CR & Complex	2	6	4	4

จาก ตารางสรุปจำนวนค่าองค์ประกอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 พบว่า วิธีการสุ่มที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันครบทั้ง 17 ค่า ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS และ การสุ่มแบบ STR วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ทั้ง 2 ปีการศึกษา รองลงมา คือ การสุ่มแบบ STR ทั้ง 2 ปีการศึกษา โดยมีจำนวนทั้งหมด 16 ค่า ในทั้ง 2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสุ่มที่มีจำนวนรองลงมา คือ การสุ่มแบบ CR วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีจำนวน 2 ค่า ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และเพิ่มเป็น 6 ค่า ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย ในปีการศึกษา 2554 และมีจำนวน 4 ค่า ทั้ง 2 ขนาด ในปีการศึกษา 2555 และวิธีการสุ่ม CR โดยมีจำนวน 2 ค่า ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยและเพิ่มเป็น 6 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยในปีการศึกษา 2554 และ มีจำนวน 3 ค่า ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยและเพิ่มเป็น 4 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยในปีการศึกษา 2555

2.2 การวิเคราะห์ค่าร้อยละเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) หมายถึง ค่าร้อยละของความเอนเอียงที่ค่าประมาณพารามิเตอร์จากกลุ่มตัวอย่างเทียบกับค่าจริงของพารามิเตอร์ สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 27 ถึงตารางที่ 31

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample size = 1340			Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*	
ϕ	5.925	4.588	ปานกลาง	3.182	2.432	ต่ำ	5.722	4.450	ต่ำ	3.190	2.372	ต่ำ
Λ_{A1}	1.648	1.205	ต่ำ	0.814	0.703	ต่ำ	1.647	1.206	ต่ำ	0.818	0.705	ต่ำ
Λ_{A2}	4.284	3.507	ต่ำ	2.094	1.827	ต่ำ	4.589	3.678	ต่ำ	2.366	2.037	ต่ำ
Λ_{A3}	4.534	3.697	ต่ำ	2.186	2.202	ต่ำ	4.473	3.279	ต่ำ	2.393	2.311	ต่ำ
Λ_{A4}	3.237	2.399	ต่ำ	1.786	1.416	ต่ำ	3.112	2.433	ต่ำ	1.873	1.652	ต่ำ
Λ_{A5}	4.525	3.533	ต่ำ	2.311	1.846	ต่ำ	4.019	2.996	ต่ำ	2.035	1.515	ต่ำ
Λ_{A6}	4.529	3.513	ต่ำ	2.170	1.763	ต่ำ	3.991	2.916	ต่ำ	2.195	1.745	ต่ำ
Λ_{A7}	3.748	3.165	ต่ำ	2.002	1.488	ต่ำ	4.071	3.265	ต่ำ	2.150	1.534	ต่ำ
Λ_{A8}	7.193	5.962	ปานกลาง	3.466	2.580	ต่ำ	5.995	4.348	ต่ำ	3.237	2.426	ต่ำ
δ_{A1}	7.473	5.817	ปานกลาง	3.813	3.073	ต่ำ	7.255	5.689	ปานกลาง	4.011	3.298	ต่ำ
δ_{A2}	6.159	4.620	ปานกลาง	4.203	3.356	ต่ำ	6.950	5.922	ปานกลาง	3.842	3.477	ต่ำ
δ_{A3}	6.014	4.603	ปานกลาง	3.380	3.119	ต่ำ	6.108	4.830	ต่ำ	3.821	3.851	ต่ำ
δ_{A4}	9.054	7.124	ปานกลาง	5.427	4.198	ปานกลาง	8.007	5.730	ปานกลาง	4.817	3.668	ต่ำ
δ_{A5}	7.411	5.547	ปานกลาง	3.948	3.033	ต่ำ	6.726	5.303	ปานกลาง	3.984	3.074	ต่ำ
δ_{A6}	7.687	9.990	ปานกลาง	3.657	2.904	ต่ำ	6.840	5.175	ปานกลาง	3.977	2.981	ต่ำ
δ_{A7}	10.404	10.812	สูง	5.896	4.785	ปานกลาง	8.820	10.824	สูง	4.926	3.739	ต่ำ
δ_{A8}	6.416	4.981	ปานกลาง	3.783	2.844	ต่ำ	6.412	5.305	ปานกลาง	3.231	3.364	ต่ำ

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample size = 1340			Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*	
ϕ	6.162	4.737	ปานกลาง	2.864	2.088	ต่ำ	6.088	4.639	ปานกลาง	2.800	2.063	ต่ำ
Λ_{A1}	1.722	1.416	ต่ำ	0.843	0.618	ต่ำ	1.716	1.413	ต่ำ	0.841	0.618	ต่ำ
Λ_{A2}	4.454	2.996	ต่ำ	2.088	1.437	ต่ำ	4.562	3.318	ต่ำ	2.421	1.716	ต่ำ
Λ_{A3}	4.386	3.531	ต่ำ	2.190	1.636	ต่ำ	4.236	3.316	ต่ำ	2.149	1.679	ต่ำ
Λ_{A4}	3.159	2.476	ต่ำ	1.677	1.174	ต่ำ	3.151	2.531	ต่ำ	1.688	1.297	ต่ำ
Λ_{A5}	4.681	3.691	ต่ำ	2.022	1.514	ต่ำ	3.853	2.843	ต่ำ	1.943	1.460	ต่ำ
Λ_{A6}	4.442	3.200	ต่ำ	2.175	1.757	ต่ำ	3.545	2.589	ต่ำ	2.040	1.482	ต่ำ
Λ_{A7}	3.254	2.677	ต่ำ	1.763	1.315	ต่ำ	3.906	2.894	ต่ำ	2.031	1.550	ต่ำ
Λ_{A8}	7.142	5.205	ปานกลาง	3.559	2.819	ต่ำ	5.628	4.207	ปานกลาง	2.943	2.163	ต่ำ
δ_{A1}	7.690	6.173	ปานกลาง	4.206	2.932	ต่ำ	7.836	6.043	ปานกลาง	3.677	2.995	ต่ำ
δ_{A2}	7.125	5.260	ปานกลาง	3.613	2.646	ต่ำ	6.274	5.104	ปานกลาง	3.152	2.456	ต่ำ
δ_{A3}	6.124	4.921	ปานกลาง	3.226	2.523	ต่ำ	6.186	4.886	ปานกลาง	3.906	2.787	ต่ำ
δ_{A4}	9.252	7.081	ปานกลาง	5.555	4.040	ปานกลาง	8.804	6.468	ปานกลาง	4.257	3.359	ต่ำ
δ_{A5}	7.781	6.011	ปานกลาง	3.935	2.822	ต่ำ	6.884	4.933	ปานกลาง	3.608	2.833	ต่ำ
δ_{A6}	6.689	5.010	ปานกลาง	3.667	2.648	ต่ำ	6.826	4.728	ปานกลาง	3.371	2.523	ต่ำ
δ_{A7}	9.708	7.626	ปานกลาง	5.464	4.053	ปานกลาง	8.384	7.219	ปานกลาง	5.341	4.362	ปานกลาง
δ_{A8}	5.967	4.666	ปานกลาง	3.385	2.515	ต่ำ	6.396	4.383	ปานกลาง	3.450	2.401	ต่ำ

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการ สุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample size = 1340			Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*	
ϕ	6.222	4.852	ปานกลาง	2.894	2.045	ต่ำ	6.091	4.757	ปานกลาง	2.838	2.028	ต่ำ
Λ_{A1}	1.632	1.292	ต่ำ	0.808	0.620	ต่ำ	1.632	1.292	ต่ำ	0.808	0.620	ต่ำ
Λ_{A2}	4.280	2.974	ต่ำ	2.012	1.433	ต่ำ	4.352	3.317	ต่ำ	2.304	1.707	ต่ำ
Λ_{A3}	4.236	3.538	ต่ำ	2.208	1.602	ต่ำ	4.137	3.399	ต่ำ	2.158	1.726	ต่ำ
Λ_{A4}	3.217	2.530	ต่ำ	1.630	1.183	ต่ำ	3.219	2.604	ต่ำ	1.638	1.266	ต่ำ
Λ_{A5}	4.711	3.790	ต่ำ	1.993	1.544	ต่ำ	3.906	2.963	ต่ำ	1.868	1.446	ต่ำ
Λ_{A6}	4.490	3.292	ต่ำ	2.113	1.734	ต่ำ	3.321	2.655	ต่ำ	2.047	1.484	ต่ำ
Λ_{A7}	3.383	2.753	ต่ำ	1.706	1.296	ต่ำ	3.879	2.866	ต่ำ	1.925	1.466	ต่ำ
Λ_{A8}	6.695	5.268	ปานกลาง	3.571	2.826	ต่ำ	5.712	4.272	ปานกลาง	2.898	2.203	ต่ำ
δ_{A1}	7.430	5.495	ปานกลาง	4.084	2.977	ต่ำ	7.170	5.565	ปานกลาง	3.682	3.001	ต่ำ
δ_{A2}	7.135	5.453	ปานกลาง	3.503	2.610	ต่ำ	6.345	5.045	ปานกลาง	3.100	2.455	ต่ำ
δ_{A3}	5.795	4.725	ปานกลาง	3.218	2.515	ต่ำ	6.218	4.580	ปานกลาง	3.765	2.851	ต่ำ
δ_{A4}	8.847	6.892	ปานกลาง	5.567	4.069	ปานกลาง	8.196	5.883	ปานกลาง	4.107	3.306	ต่ำ
δ_{A5}	7.448	5.845	ปานกลาง	3.793	2.860	ต่ำ	6.743	6.010	ปานกลาง	3.525	2.817	ต่ำ
δ_{A6}	6.324	4.732	ปานกลาง	3.616	2.716	ต่ำ	6.501	4.932	ปานกลาง	3.264	2.501	ต่ำ
δ_{A7}	11.109	13.839	สูง	5.742	8.017	ปานกลาง	9.625	13.175	ปานกลาง	6.042	9.964	ปานกลาง
δ_{A8}	6.158	4.774	ปานกลาง	3.335	2.528	ต่ำ	6.392	4.752	ปานกลาง	3.346	2.523	ต่ำ

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample size = 1340			Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*	
ϕ	11.231	8.207	สูง	8.308	6.129	ปานกลาง	11.022	8.016	สูง	8.092	5.891	ปานกลาง
λ_{A1}	4.651	3.536	ต่ำ	2.039	1.446	ต่ำ	4.704	3.486	ต่ำ	2.011	1.437	ต่ำ
λ_{A2}	5.540	4.506	ปานกลาง	5.831	4.555	ปานกลาง	10.717	6.874	สูง	9.942	6.624	ปานกลาง
λ_{A3}	10.595	7.634	สูง	6.439	4.903	ปานกลาง	7.053	5.465	ปานกลาง	5.411	3.778	ปานกลาง
λ_{A4}	5.791	3.817	ปานกลาง	4.826	3.953	ปานกลาง	5.574	4.025	ปานกลาง	6.180	5.255	ปานกลาง
λ_{A5}	6.311	4.876	ปานกลาง	9.158	9.897	ปานกลาง	7.013	5.791	ปานกลาง	6.374	6.704	ปานกลาง
λ_{A6}	7.220	6.283	ปานกลาง	5.584	4.194	ปานกลาง	6.611	5.283	ปานกลาง	4.470	3.688	ต่ำ
λ_{A7}	7.837	5.366	ปานกลาง	4.423	3.702	ปานกลาง	7.661	5.866	ปานกลาง	5.661	3.814	ปานกลาง
λ_{A8}	25.763	17.752	สูง	16.416	13.446	สูง	24.630	14.445	สูง	16.538	10.979	สูง
δ_{A1}	16.862	14.368	สูง	8.065	5.808	ปานกลาง	15.511	14.754	สูง	9.145	6.912	ปานกลาง
δ_{A2}	15.421	11.528	สูง	10.447	7.048	สูง	10.139	7.848	สูง	9.092	7.790	ปานกลาง
δ_{A3}	13.470	15.224	สูง	10.243	8.446	สูง	17.142	10.903	สูง	9.933	10.197	ปานกลาง
δ_{A4}	18.433	13.163	สูง	9.722	6.848	ปานกลาง	16.018	16.866	สูง	11.268	9.031	สูง
δ_{A5}	12.384	8.006	สูง	24.115	30.523	สูง	9.295	7.621	ปานกลาง	12.060	23.545	สูง
δ_{A6}	10.777	14.232	สูง	11.107	9.493	สูง	10.823	8.376	สูง	13.384	16.257	สูง
δ_{A7}	16.716	13.517	สูง	8.292	6.791	ปานกลาง	16.063	18.561	สูง	8.560	6.387	ปานกลาง
δ_{A8}	30.590	22.305	สูง	18.904	12.751	สูง	23.069	19.979	สูง	16.697	12.736	สูง

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample size = 1340			Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*	
ϕ	11.179	7.551	สูง	8.585	5.882	ปานกลาง	11.045	7.407	สูง	8.319	5.715	ปานกลาง
Λ_{A1}	4.919	3.299	ต่ำ	2.128	1.589	ต่ำ	4.925	3.318	ต่ำ	2.128	1.589	ต่ำ
Λ_{A2}	5.465	4.470	ปานกลาง	5.707	4.370	ปานกลาง	10.873	7.109	สูง	9.766	6.285	ปานกลาง
Λ_{A3}	10.129	7.179	สูง	6.482	5.053	ปานกลาง	7.356	5.271	ปานกลาง	5.287	3.840	ปานกลาง
Λ_{A4}	5.617	4.094	ปานกลาง	4.852	3.665	ปานกลาง	5.011	3.975	ต่ำ	6.135	5.089	ปานกลาง
Λ_{A5}	5.522	4.902	ปานกลาง	9.304	9.682	ปานกลาง	7.044	5.131	ปานกลาง	6.101	6.523	ปานกลาง
Λ_{A6}	7.123	5.993	ปานกลาง	5.851	4.426	ปานกลาง	5.660	4.511	ปานกลาง	4.426	3.666	ต่ำ
Λ_{A7}	7.357	5.595	ปานกลาง	4.478	3.131	ปานกลาง	7.212	5.837	ปานกลาง	5.665	3.763	ปานกลาง
Λ_{A8}	25.796	17.446	สูง	17.067	12.387	สูง	24.729	13.857	สูง	17.686	12.194	สูง
δ_{A1}	17.780	15.878	สูง	8.326	6.229	ปานกลาง	16.561	15.092	สูง	9.321	7.597	ปานกลาง
δ_{A2}	15.379	11.535	สูง	10.843	7.388	สูง	10.111	9.042	สูง	9.402	8.132	ปานกลาง
δ_{A3}	12.845	13.338	สูง	10.359	8.381	สูง	17.395	11.267	สูง	10.639	10.169	สูง
δ_{A4}	18.305	17.850	สูง	10.214	7.650	สูง	17.458	22.069	สูง	11.973	9.440	สูง
δ_{A5}	12.525	9.025	สูง	22.843	29.235	สูง	9.655	10.052	ปานกลาง	11.611	22.037	สูง
δ_{A6}	11.859	16.254	สูง	10.951	9.743	สูง	11.593	9.877	สูง	12.559	14.289	สูง
δ_{A7}	17.126	16.198	สูง	8.489	6.446	ปานกลาง	16.430	19.314	สูง	8.465	6.485	ปานกลาง
δ_{A8}	29.918	17.866	สูง	21.701	17.062	สูง	21.868	16.206	สูง	18.399	13.946	สูง

ตารางที่ 32 ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ของแต่ละวิธีการสุ่ม

Method	จำนวนระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ในแต่ละเงื่อนไข											
	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample size = 1340			Sample size = 400			Sample size = 1340		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
SRS	1	9	7	0	2	15	1	6	10	0	0	17
STR	0	10	7	0	2	15	0	10	7	0	1	16
STR & Complex	1	9	7	0	2	15	0	10	7	0	1	16
CR	11	5	1	10	6	1	10	6	1	5	10	2
CR & Complex	11	5	1	7	9	1	10	5	2	6	9	2

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

จากตารางที่ 32 สามารถสรุปค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

1. วิธีการสุ่มแบบ SRS

1.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.648-10.404 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 9: 7

1.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.814-5.427 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 2: 15

1.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.647-8.820 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 6: 10

1.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.818-4.926 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 17

สรุป วิธีการสุ่มแบบ SRS ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

2. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

2.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.722-9.708 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 10: 7

2.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.843-5.555 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 2: 15

2.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.716-8.384 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 10: 7

2.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.841 – 5.341 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

3. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

3.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.632-11.109 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 9: 7

3.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.808-5.742 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 2: 15

3.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.632-9.625 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 10: 7

3.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.808-6.042 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

4. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

4.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.651-30.590 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 11: 5: 1

4.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.039-24.115 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 7: 9: 1

4.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.704-24.630 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 10: 6: 1

4.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.011-16.697 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 5: 10: 2

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ยกเว้น องค์ประกอบ Λ_{A2}, Λ_{A5}, δ_{A5} และ δ_{A6} ในปี 2554 และ Λ_{A4}, δ_{A5} และ δ_{A6} ในปี 2555

5. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างแบบซับซ้อน

5.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.919-29.918 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 11: 5: 1

5.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.128-22.843 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 7: 9: 1

5.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.925-24.729 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 10: 5: 2

5.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.128-18.399 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 6: 9 : 2

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ยกเว้น องค์ประกอบ Λ_{A2}, Λ_{A5} และ δ_{A5} ในปี 2554 และ Λ_{A4}, δ_{A5} และ δ_{A6} ในปี 2555

2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ ซึ่งหมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์จากกลุ่มตัวอย่างเทียบกับค่าจริงของพารามิเตอร์ และคำนวณหาค่าเฉลี่ยในจำนวน 200 ครั้งการทำซ้ำ (Replications) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 33 ถึง ตารางที่ 37

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample Size = 1340			Sample Size = 400			Sample Size = 1340		
	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*	
ϕ	5.694	1.149	ปานกลาง	2.748	0.153	ต่ำ	5.514	1.562	ปานกลาง	2.705	0.166	ต่ำ
Λ_{A1}	5.644	1.149	ปานกลาง	2.725	0.185	ต่ำ	5.183	1.475	ปานกลาง	2.570	0.139	ต่ำ
Λ_{A2}	5.783	1.202	ปานกลาง	2.848	0.351	ต่ำ	5.552	1.560	ปานกลาง	2.843	0.148	ต่ำ
Λ_{A3}	5.711	1.209	ปานกลาง	2.747	0.194	ต่ำ	5.410	1.539	ปานกลาง	2.766	0.195	ต่ำ
Λ_{A4}	5.403	1.097	ปานกลาง	2.554	0.170	ต่ำ	5.470	1.539	ปานกลาง	2.774	0.185	ต่ำ
Λ_{A5}	5.467	1.129	ปานกลาง	2.594	0.174	ต่ำ	5.446	1.542	ปานกลาง	2.778	0.160	ต่ำ
Λ_{A6}	5.445	1.138	ปานกลาง	2.589	0.194	ต่ำ	5.187	1.464	ปานกลาง	2.638	0.176	ต่ำ
Λ_{A7}	5.907	1.211	ปานกลาง	2.806	0.165	ต่ำ	5.423	1.540	ปานกลาง	2.744	0.128	ต่ำ
Λ_{A8}	5.742	1.151	ปานกลาง	2.738	0.135	ต่ำ	5.445	1.578	ปานกลาง	2.722	0.146	ต่ำ
δ_{A1}	5.547	1.088	ปานกลาง	2.738	0.170	ต่ำ	5.504	1.536	ปานกลาง	2.712	0.148	ต่ำ
δ_{A2}	5.536	1.166	ปานกลาง	2.874	0.669	ต่ำ	5.412	1.512	ปานกลาง	2.729	0.153	ต่ำ
δ_{A3}	5.481	1.163	ปานกลาง	2.702	0.134	ต่ำ	5.352	1.511	ปานกลาง	2.730	0.162	ต่ำ
δ_{A4}	5.662	1.219	ปานกลาง	2.697	0.138	ต่ำ	5.485	1.543	ปานกลาง	2.725	0.149	ต่ำ
δ_{A5}	5.674	1.144	ปานกลาง	2.742	0.146	ต่ำ	5.472	1.559	ปานกลาง	2.716	0.131	ต่ำ
δ_{A6}	5.554	1.174	ปานกลาง	2.722	0.157	ต่ำ	5.336	1.477	ปานกลาง	2.721	0.142	ต่ำ
δ_{A7}	5.694	1.124	ปานกลาง	2.722	0.169	ต่ำ	5.402	1.556	ปานกลาง	2.673	0.172	ต่ำ
δ_{A8}	29.918	17.866	สูง	21.701	17.062	สูง	21.868	16.206	สูง	18.399	13.946	สูง

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการ สุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของ การสุ่มอย่างง่าย ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample Size = 1340			Sample Size = 400			Sample Size = 1340		
	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*	
ϕ	5.896	0.377	ปานกลาง	2.767	0.114	ต่ำ	5.553	0.605	ปานกลาง	2.687	0.113	ต่ำ
Λ_{A1}	5.889	0.483	ปานกลาง	2.697	0.136	ต่ำ	5.713	0.606	ปานกลาง	2.570	0.129	ต่ำ
Λ_{A2}	5.933	0.398	ปานกลาง	2.754	0.156	ต่ำ	6.257	0.656	ปานกลาง	2.862	0.152	ต่ำ
Λ_{A3}	5.796	0.503	ปานกลาง	2.682	0.174	ต่ำ	6.129	0.687	ปานกลาง	2.786	0.187	ต่ำ
Λ_{A4}	5.537	0.448	ปานกลาง	2.513	0.141	ต่ำ	6.126	0.650	ปานกลาง	2.797	0.168	ต่ำ
Λ_{A5}	5.657	0.438	ปานกลาง	2.553	0.161	ต่ำ	6.117	0.626	ปานกลาง	2.796	0.162	ต่ำ
Λ_{A6}	5.509	0.456	ปานกลาง	2.533	0.171	ต่ำ	5.947	0.706	ปานกลาง	2.653	0.163	ต่ำ
Λ_{A7}	5.990	0.358	ปานกลาง	2.767	0.145	ต่ำ	6.053	0.553	ปานกลาง	2.790	0.124	ต่ำ
Λ_{A8}	5.835	0.486	ปานกลาง	2.692	0.140	ต่ำ	5.690	0.549	ปานกลาง	2.723	0.147	ต่ำ
δ_{A1}	6.008	0.521	ปานกลาง	2.768	0.139	ต่ำ	5.682	0.467	ปานกลาง	2.673	0.165	ต่ำ
δ_{A2}	5.951	0.466	ปานกลาง	2.747	0.176	ต่ำ	5.881	0.395	ปานกลาง	2.704	0.141	ต่ำ
δ_{A3}	5.810	0.438	ปานกลาง	2.750	0.156	ต่ำ	5.834	0.455	ปานกลาง	2.705	0.147	ต่ำ
δ_{A4}	5.889	0.569	ปานกลาง	2.739	0.159	ต่ำ	5.775	0.470	ปานกลาง	2.695	0.132	ต่ำ
δ_{A5}	6.101	0.507	ปานกลาง	2.722	0.175	ต่ำ	5.832	0.461	ปานกลาง	2.727	0.138	ต่ำ
δ_{A6}	5.689	0.552	ปานกลาง	2.748	0.183	ต่ำ	5.986	0.535	ปานกลาง	2.699	0.124	ต่ำ
δ_{A7}	5.940	0.481	ปานกลาง	2.700	0.171	ต่ำ	5.752	0.567	ปานกลาง	2.776	0.108	ต่ำ
δ_{A8}	29.918	17.866	สูง	21.701	17.062	สูง	21.868	16.206	สูง	18.399	13.946	สูง

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ปีการศึกษา 2554-2555

True parameter	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample Size = 1340			Sample Size = 400			Sample Size = 1340		
	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*		*Mean*	*SD*	
ϕ	5.710	0.965	ปานกลาง	2.764	0 114	ต่ำ	5.342	0.997	ปานกลาง	3.624	0.143	ต่ำ
Λ_{A1}	5.722	1.010	ปานกลาง	2.697	0.136	ต่ำ	5.570	1 038	ปานกลาง	2.487	0 451	ต่ำ
Λ_{A2}	5.779	0.985	ปานกลาง	2.754	0.156	ต่ำ	6.100	1.156	ปานกลาง	2 767	0.496	ต่ำ
Λ_{A3}	5.630	1.008	ปานกลาง	2.685	0.170	ต่ำ	5.967	1.154	ปานกลาง	2.695	0.490	ต่ำ
Λ_{A4}	5.373	0 940	ปานกลาง	2.513	0.141	ต่ำ	5.956	1.138	ปานกลาง	2.722	0.482	ต่ำ
Λ_{A5}	5.503	0.953	ปานกลาง	2.553	0.161	ต่ำ	5.979	1.131	ปานกลาง	2.713	0.471	ต่ำ
Λ_{A6}	5.351	0.941	ปานกลาง	2.533	0.171	ต่ำ	5.797	1.141	ปานกลาง	2 570	0.457	ต่ำ
Λ_{A7}	5.833	0.980	ปานกลาง	2.767	0.145	ต่ำ	5.900	1.068	ปานกลาง	2.697	0 468	ต่ำ
Λ_{A8}	5 636	0.992	ปานกลาง	2.689	0.141	ต่ำ	5.467	0.972	ปานกลาง	3.725	0.503	ต่ำ
δ_{A1}	5.816	1.047	ปานกลาง	2.766	0.139	ต่ำ	5.526	0.973	ปานกลาง	2.667	0.166	ต่ำ
δ_{A2}	5.776	1.013	ปานกลาง	2.744	0.176	ต่ำ	5.710	0.973	ปานกลาง	2 700	0.142	ต่ำ
δ_{A3}	5.607	0.963	ปานกลาง	2.747	0.156	ต่ำ	5 632	0.977	ปานกลาง	2.697	0.145	ต่ำ
δ_{A4}	5.694	1.049	ปานกลาง	2 736	0.159	ต่ำ	5.587	0.980	ปานกลาง	2.699	0 133	ต่ำ
δ_{A5}	5.940	1.049	ปานกลาง	2.719	0.175	ต่ำ	5.667	0.993	ปานกลาง	2.726	0.139	ต่ำ
δ_{A6}	5.515	1.015	ปานกลาง	2.745	0.182	ต่ำ	5.795	1.050	ปานกลาง	2.688	0.123	ต่ำ
δ_{A7}	5.769	1.021	ปานกลาง	2.697	0.171	ต่ำ	5.546	1.024	ปานกลาง	2.752	0.106	ต่ำ
δ_{A8}	29.918	17.866	สูง	21.701	17.062	สูง	21.868	16.206	สูง	18.399	13.946	สูง

ตารางที่ 38 ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ของแต่ละวิธีการสุ่ม

Method	จำนวนระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในแต่ละเงื่อนไข											
	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample size = 1340			Sample size = 400			Sample size = 1340		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
SRS	0	16	0	0	0	16	0	16	0	0	0	16
STR	0	16	0	0	0	16	0	16	0	0	0	16
STR & Complex	0	16	0	0	0	16	0	16	0	0	0	16
CR	0	15	1	0	0	16	0	12	4	0	0	16
CR & Complex	0	15	1	0	0	16	0	12	4	0	0	16

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

จากตารางที่ 38 สามารถสรุปค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ได้ดังนี้

1. วิธีการสุ่มแบบ SRS

1.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.403-5.783 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

1.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.554-2.874 ส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

1.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.183-5.504 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

1.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.638-2.843 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุป วิธีการสุ่มแบบ SRS ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

2. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

2.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.509-6.101 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

2.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.533-2.768 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

2.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.713-6.257 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

2.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.653-2.862 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

3. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

3.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.351-5.940 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

3.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.513-2.764 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

3.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.342-6.100 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

3.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.725-3.487 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

4. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

4.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 3.827-6.495 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 15

4.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.639-2.824 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

4.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.856-7.821 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 14: 2

4.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.528-3.736 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่าง ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

5. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างแบบซับซ้อน

5.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.104-6.952 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 15: 1

5.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.602-2.844 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

5.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.973–5.933 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 12: 4

5.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.482-3.606 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Deft*) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Deft*) ด้วยการนำเสนอค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และคำนวณหาค่าเฉลี่ยในจำนวน 200 ครั้งการทำซ้ำ (Replications) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 39 ถึง ตารางที่ 42

ตารางที่ 39 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555

Parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	N = 400				N = 1340				N = 400				N = 1340			
	Design effect		Design factor		Design effect		Design factor		Design effect		Design factor		Design effect		Design factor	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*
ϕ	1.007	0.084	1.003	0.042	1.009	0.059	1.004	0.029	0.962	0.122	0.979	0.063	0.996	0.046	0.998	0.023
Λ_{A2}	1.017	0.109	1.007	0.054	0.994	0.069	0.996	0.035	1.024	0.134	1.010	0.066	1.000	0.041	1.000	0.021
Λ_{A3}	1.001	0.088	1.000	0.045	0.974	0.092	0.986	0.049	1.044	0.131	1.020	0.063	1.005	0.043	1.002	0.021
Λ_{A4}	0.994	0.115	0.996	0.059	0.982	0.074	0.991	0.037	1.051	0.154	1.022	0.076	1.010	0.061	1.005	0.030
Λ_{A5}	0.997	0.103	0.997	0.052	0.987	0.060	0.993	0.030	1.039	0.132	1.017	0.065	1.011	0.049	1.005	0.024
Λ_{A6}	1.006	0.101	1.002	0.050	0.988	0.069	0.994	0.035	1.041	0.126	1.019	0.063	1.009	0.056	1.004	0.028
Λ_{A7}	0.990	0.111	0.994	0.056	0.984	0.079	0.991	0.040	1.056	0.146	1.025	0.071	1.007	0.051	1.003	0.026
Λ_{A8}	0.991	0.091	0.995	0.046	0.990	0.069	0.994	0.035	1.041	0.135	1.018	0.066	1.015	0.042	1.007	0.021
δ_{A1}	0.994	0.084	0.996	0.042	0.987	0.046	0.993	0.023	0.988	0.128	0.992	0.064	1.005	0.053	1.002	0.026
δ_{A2}	1.047	0.087	1.022	0.043	1.013	0.065	1.006	0.032	0.971	0.095	0.984	0.048	0.985	0.062	0.992	0.031
δ_{A3}	1.041	0.103	1.019	0.050	0.971	0.114	0.983	0.065	1.016	0.087	1.007	0.043	0.989	0.058	0.994	0.029
δ_{A4}	1.030	0.108	1.014	0.052	1.014	0.054	1.007	0.027	1.022	0.107	1.009	0.053	0.998	0.053	0.999	0.026
δ_{A5}	1.007	0.128	1.002	0.063	1.011	0.052	1.005	0.026	0.993	0.101	0.995	0.051	0.990	0.040	0.995	0.020
δ_{A6}	1.035	0.098	1.016	0.047	1.000	0.055	0.999	0.028	0.999	0.097	0.998	0.049	1.001	0.051	1.000	0.025
δ_{A7}	0.996	0.123	0.996	0.060	1.007	0.071	1.003	0.036	1.037	0.108	1.017	0.054	0.990	0.049	0.995	0.024
δ_{A8}	1.014	0.102	1.006	0.049	0.994	0.071	0.997	0.035	1.004	0.104	1.001	0.053	1.032	0.054	1.016	0.026

ตารางที่ 40 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555

Parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	N = 400				N = 1340				N = 400				N = 1340			
	Design effect		Design factor		Design effect		Design factor		Design effect		Design factor		Design effect		Design factor	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*
ϕ	1.001	0.087	0.999	0.044	1.008	0.054	1.004	0.027	0.951	0.108	0.974	0.055	0.997	0.052	0.998	0.026
Λ_{A2}	1.013	0.101	1.004	0.051	0.993	0.061	0.996	0.031	1.025	0.107	1.011	0.053	1.000	0.053	1.000	0.026
Λ_{A3}	1.002	0.106	1.000	0.054	0.974	0.089	0.985	0.048	1.047	0.115	1.022	0.057	1.002	0.053	1.001	0.027
Λ_{A4}	0.992	0.124	0.994	0.062	0.983	0.067	0.990	0.035	1.052	0.130	1.024	0.064	1.009	0.072	1.004	0.036
Λ_{A5}	0.996	0.104	0.998	0.055	0.987	0.055	0.993	0.027	1.039	0.117	1.018	0.058	1.013	0.062	1.006	0.031
Λ_{A6}	1.008	0.110	1.003	0.055	0.988	0.064	0.992	0.034	1.045	0.113	1.021	0.055	1.009	0.057	1.004	0.028
Λ_{A7}	0.989	0.115	0.993	0.060	0.984	0.072	0.991	0.036	1.059	0.126	1.027	0.062	1.006	0.062	1.003	0.031
Λ_{A8}	0.992	0.097	0.994	0.050	0.990	0.064	0.993	0.035	1.042	0.117	1.019	0.057	1.012	0.042	1.006	0.021
δ_{A1}	0.984	0.094	0.990	0.049	0.986	0.047	0.993	0.024	0.977	0.091	0.987	0.047	1.006	0.062	1.003	0.031
δ_{A2}	1.039	0.088	1.017	0.044	1.012	0.061	1.005	0.031	0.969	0.074	0.984	0.037	0.988	0.065	0.993	0.033
δ_{A3}	1.037	0.095	1.019	0.050	0.970	0.115	0.982	0.066	1.015	0.088	1.006	0.045	0.988	0.050	0.994	0.025
δ_{A4}	1.022	0.111	1.009	0.055	1.013	0.054	1.006	0.027	1.016	0.104	1.007	0.052	0.997	0.055	0.998	0.028
δ_{A5}	1.009	0.130	1.008	0.082	1.010	0.047	1.005	0.023	0.989	0.085	0.993	0.043	0.994	0.048	0.997	0.024
δ_{A6}	1.039	0.104	1.021	0.057	0.999	0.056	0.998	0.029	0.999	0.102	0.998	0.051	1.002	0.051	1.001	0.026
δ_{A7}	0.999	0.146	1.002	0.085	1.006	0.069	1.003	0.034	1.035	0.095	1.017	0.047	0.988	0.055	0.994	0.028
δ_{A8}	1.010	0.091	1.003	0.047	0.993	0.067	0.994	0.040	0.998	0.113	0.997	0.057	1.027	0.049	1.013	0.024

ตารางที่ 41 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555

Parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	N = 400				N = 1340				N = 400				N = 1340			
	Design effect		Design factor		Design effect		Design factor		Design effect		Design factor		Design effect		Design factor	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*
ϕ	0.919	0.129	0.956	0.067	0.983	0.075	0.991	0.038	0.806	0.115	0.895	0.065	0.986	0.096	0.992	0.048
Λ_{A2}	1.089	0.172	1.041	0.080	1.019	0.096	1.009	0.048	1.095	0.165	1.043	0.078	1.228	0.147	1.106	0.066
Λ_{A3}	1.029	0.193	1.010	0.092	1.006	0.117	1.001	0.061	1.200	0.211	1.091	0.095	1.130	0.121	1.062	0.056
Λ_{A4}	1.093	0.198	1.041	0.091	1.022	0.101	1.009	0.051	1.270	0.235	1.122	0.103	1.278	0.187	1.128	0.082
Λ_{A5}	1.095	0.199	1.042	0.091	1.009	0.108	1.003	0.054	1.305	0.219	1.139	0.095	1.081	0.112	1.039	0.053
Λ_{A6}	1.100	0.188	1.045	0.087	1.022	0.104	1.009	0.052	1.280	0.218	1.128	0.095	1.211	0.150	1.099	0.068
Λ_{A7}	1.120	0.207	1.054	0.093	1.021	0.101	1.009	0.050	1.304	0.247	1.137	0.107	1.120	0.121	1.057	0.057
Λ_{A8}	0.862	0.161	0.924	0.085	1.006	0.126	1.000	0.064	0.848	0.130	0.918	0.069	0.979	0.131	0.987	0.066
δ_{A1}	1.000	0.165	0.997	0.080	1.003	0.098	1.000	0.048	0.994	0.101	0.995	0.050	1.099	0.098	1.047	0.047
δ_{A2}	0.994	0.103	0.995	0.052	0.990	0.069	0.994	0.035	0.824	0.079	0.906	0.043	1.260	0.188	1.119	0.089
δ_{A3}	0.899	0.136	0.945	0.070	0.940	0.131	0.966	0.075	0.963	0.135	0.979	0.066	1.173	0.205	1.079	0.092
δ_{A4}	1.023	0.130	1.010	0.064	1.009	0.060	1.004	0.030	1.006	0.123	1.001	0.061	1.354	0.195	1.160	0.088
δ_{A5}	0.915	0.144	0.954	0.075	0.964	0.252	0.976	0.111	1.004	0.088	1.001	0.044	1.076	0.274	1.031	0.114
δ_{A6}	0.958	0.122	0.977	0.062	0.990	0.161	0.992	0.074	1.016	0.126	1.006	0.061	1.344	0.323	1.152	0.131
δ_{A7}	1.061	0.167	1.027	0.081	1.007	0.059	1.003	0.029	1.029	0.197	1.010	0.091	1.002	0.082	1.000	0.041
δ_{A8}	0.693	0.205	0.822	0.125	0.974	0.220	0.979	0.114	0.525	0.084	0.722	0.058	0.953	0.275	0.967	0.134

ตารางที่ 42 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ SRS ปีการศึกษา 2554 และ 2555

Parameter	ปีการศึกษา 2554								ปีการศึกษา 2555							
	N = 400				N = 1340				N = 400				N = 1340			
	Design effect		Design factor		Design effect		Design factor		Design effect		Design factor		Design effect		Design factor	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*
ϕ	0.888	0.174	0.940	0.093	0.980	0.075	0.988	0.039	0.839	0.127	0.913	0.067	0.977	0.182	0.982	0.111
Λ_{A2}	1.149	0.197	1.066	0.094	1.022	0.093	1.011	0.048	1.089	0.172	1.040	0.081	1.194	0.233	1.085	0.127
Λ_{A3}	1.099	0.181	1.046	0.087	1.012	0.120	1.007	0.066	1.178	0.209	1.082	0.093	1.105	0.206	1.045	0.116
Λ_{A4}	1.168	0.209	1.077	0.096	1.024	0.101	1.012	0.052	1.253	0.271	1.113	0.116	1.236	0.275	1.103	0.141
Λ_{A5}	1.166	0.200	1.075	0.093	1.009	0.105	1.004	0.053	1.311	0.285	1.139	0.122	1.051	0.192	1.020	0.110
Λ_{A6}	1.166	0.186	1.077	0.086	1.025	0.103	1.012	0.051	1.272	0.255	1.123	0.109	1.167	0.230	1.074	0.125
Λ_{A7}	1.194	0.217	1.091	0.098	1.023	0.100	1.011	0.050	1.303	0.280	1.136	0.119	1.081	0.204	1.034	0.116
Λ_{A8}	0.898	0.156	0.943	0.081	1.011	0.127	1.005	0.067	0.883	0.124	0.937	0.066	0.970	0.206	0.978	0.123
δ_{A1}	1.004	0.172	1.002	0 088	1.003	0.097	1.000	0.048	1.055	0.225	1.022	0.101	1.087	0.190	1.037	0.112
δ_{A2}	0.991	0.124	0.992	0.062	0.989	0.065	0.994	0.033	0.814	0.087	0.901	0.048	1.230	0.250	1.101	0.139
δ_{A3}	0.936	0.168	0.969	0.098	0.944	0.135	0.970	0.078	0.951	0.114	0.973	0.058	1.166	0.255	1.071	0.139
δ_{A4}	1.032	0.121	1.019	0.073	1.011	0.061	1.006	0.032	1.032	0.177	1.012	0.084	1.309	0.279	1.135	0.149
δ_{A5}	0.916	0.104	0.956	0.056	0.958	0.253	0.970	0.113	1.025	0.107	1.011	0.052	1.085	0.370	1.028	0.169
δ_{A6}	0.987	0.123	0.994	0.066	0.991	0.159	0.993	0.073	1.013	0.098	1.005	0.048	1.300	0.320	1.129	0.159
δ_{A7}	1.058	0.177	1.035	0.115	1.004	0.058	1.001	0.031	1.051	0.160	1.022	0.075	0.979	0.163	0.984	0.104
δ_{A8}	0.690	0.219	0.817	0.129	0.978	0.220	0.983	0.115	0.599	0.242	0.764	0.127	0.985	0.382	0.973	0.196

ตารางที่ 43 *Deff* และค่า *Deft* ของแต่ละ วิธีการสุ่ม

Method	จำนวนค่า Design Factor (*Deft*) ในแต่ละเงื่อนไข											
	ปีการศึกษา 2554						ปีการศึกษา 2555					
	Sample size = 400			Sample size = 1340			Sample size = 400			Sample size = 1340		
	<1	=1	>1	<1	=1	>1	<1	=1	>1	<1	=1	>1
STR	0	16	0	0	16	0	0	16	0	0	16	0
STR & Complex	0	16	0	0	16	0	0	16	0	0	16	0
CR	1	14	1	0	16	0	3	8	5	0	6	10
CR & Complex	2	8	6	0	16	0	3	8	5	0	9	7

จากตาราง ตารางที่ 43 สามารถสรุป *Deff* และค่า *Deft* ของแต่ละวิธีการสุ่ม ได้ดังต่อไปนี้

1. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

1.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.994-1.022 ค่า Design factor เท่ากับ 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

1.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.983-1.007 ค่า Design factor น้อยกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

1.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.979-1.025 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

1.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.992-1.016 ส่วนใหญ่มีค่า Design factor เท่ากับ 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่า *Deft* โดยส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1

2. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

2.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.99-1.021 ค่า Design factor เท่ากับ 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

2.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.982-1.006 ค่า Design factor น้อยกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

2.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.974-1.027 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

2.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.993-1.013 ค่า Design factor เท่ากับ 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่า *Deft* มีค่าเท่ากับ 1

3. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

3.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.822-1.054 มีค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 1: 14: 1

3.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.966-1.009 มีค่า Design factor น้อยกว่าและเท่ากับ 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

3.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.722-1.139 ส่วนใหญ่มีค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 3: 8: 5

3.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.967-1.160 มีค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 6: 10

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่า *Deft* มีค่าเท่ากับ 1 และมีพารามิเตอร์บางค่าที่มีค่ามากกว่า 1 และมากกกว่า 1

4. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างแบบซับซ้อน

4.1 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.817-1.091 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 2: 8: 6

4.2 ปีการศึกษา 2554 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.970-1.012 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

4.3 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.764-1.139 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 3: 8: 5

4.4 ปีการศึกษา 2555 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.973-1.135 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 9: 7

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนค่า *Deft* มีค่าเท่ากับ 1 และมีพารามิเตอร์บางค่าที่มีค่ามากกว่า 1 และมากกกว่า 1

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามเงื่อนไขของสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

3.1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ระหว่าง ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 44 ถึง ตารางที่ 49

ตารางที่ 44 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Bias from true parameter (Diff LX)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
Diff LX A1	0.00145	0.01109	0.951	25.380	0.000	144.534	0.000
Diff LX A2	-0.00142	0.01096				43.734	0.000
Diff LX A3	0.00111	0.01303				39.868	0.000
Diff LX A4	-0.00173	0.00478				13.191	0.000
Diff LX A5	0.00342	-0.00435				13.433	0.000
Diff LX A6	-0.00025	0.00265				2.799	0.094
Diff LX A7	-0.00338	0.00134				6.589	0.010
Diff LX A8	0.00692	0.03941				91.371	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.951; Multivariate F-statistic = 25.380, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้อง และไม่สอดคล้องกันในภาพรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และตัวแปรที่เหลือค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตารางที่ 45 การทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Bias from true parameter (Diff TD)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
Diff TD A1	-0.00269	-0.01728	0.961	20.384	0.000	79.206	0.000
Diff TD A2	-0.00037	-0.01322				51.652	0.000
Diff TD A3	-0.00177	-0.01845				72.777	0.000
Diff TD A4	-0.00173	-0.01102				50.399	0.000
Diff TD A5	-0.00547	0.00431				16.630	0.000
Diff TD A6	-0.00246	-0.00641				4.111	0.043
Diff TD A7	-0.00186	-0.00081				0.283	0.595
Diff TD A8	-0.00134	-0.03558				65.546	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.961; Multivariate F-statistic = 20.384, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 6 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และตัวแปรที่เหลือค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตารางที่ 46 ผลการทดสอบภาพรวมระหว่างความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Relative bias (RB LX)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
RB LX A1	1.52795	2.37625	0.966	17.746	0.000	114.735	0.000
RB LX A2	4.77688	5.35595				11.140	0.001
RB LX A3	4.19019	5.20685				38.205	0.000
RB LX A4	3.43390	3.76931				7.683	0.006
RB LX A5	4.63512	4.77754				0.597	0.440
RB LX A6	3.82614	4.36046				15.197	0.000
RB LX A7	3.59878	4.46574				39.114	0.000
RB LX A8	9.06840	12.30382				55.064	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไข

การกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001(Λ = *0.966; Multivariate F-statistic = 17.746, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และตัวแปรที่เหลือค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตารางที่ 47 ผลการทดสอบภาพรวมระหว่างความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Relative bias (RB TD)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
RB TD A1	6.69016	9.26835	0.972	14.577	0.000	65.279	0.000
RB TD A2	6.65940	8.01991				28.100	0.000
RB TD A3	6.68385	8.54883				37.415	0.000
RB TD A4	8.15356	10.45421				39.423	0.000
RB TD A5	9.31823	8.88327				0.795	0.373
RB TD A6	7.48615	7.89685				1.590	0.207
RB TD A7	7.99381	10.26005				33.822	0.000
RB TD A8	9.93492	12.84341				34.200	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.972; Multivariate F-statistic = 14.577, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกันในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 6 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และตัวแปรที่เหลือค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตารางที่ 48 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Relative standard error of bias (RS LX)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
RS LX A2	3.71287	4.59357				229.486	0.000
RS LX A3	3.85189	4.83785				255.430	0.000
RS LX A4	3.85672	4.89613				262.044	0.000
RS LX A5	3.62962	4.77405	0.914	53.684	0.000	296.428	0.000
RS LX A6	3.73692	4.82575				286.424	0.000
RS LX A7	3.57671	4.68469				298.634	0.000
RS LX A8	3.73367	4.29779				107.798	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0. 0.914; Multivariate F-statistic = 53.684, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาตตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

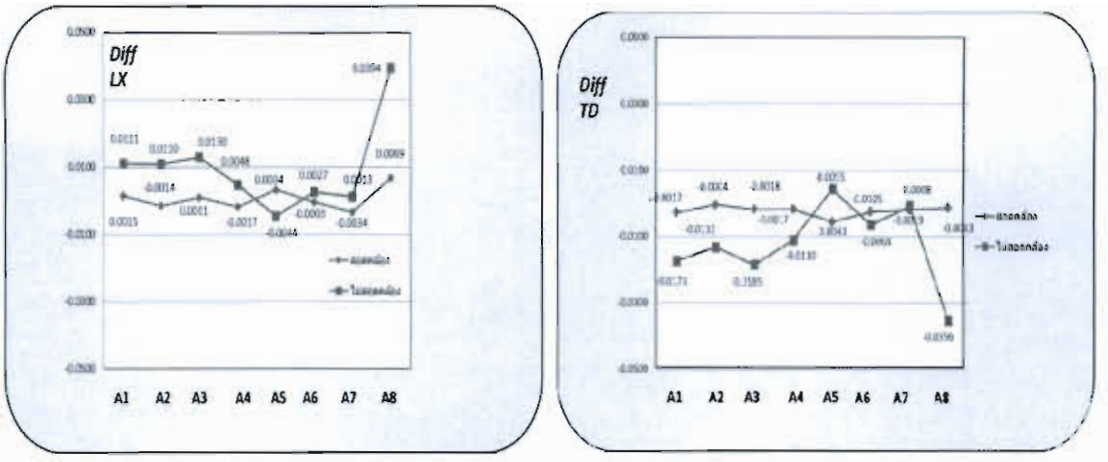
ตารางที่ 49 ผลการทดสอบภาพรวมระหว่างความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Relative standard error of bias (RS TD)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
RS TD A2	3.8658	4.34362				87.997	0.000
RS TD A3	3.76109	4.38491				141.725	0.000
RS TD A4	3.86975	4.50784				150.609	0.000
RS TD A5	3.72331	4.39048	0.918	44.362	0.000	141.179	0.000
RS TD A6	3.90662	4.58862				146.031	0.000
RS TD A7	3.65696	4.48459				213.953	0.000
RS TD A8	3.67297	3.75687				2.160	0.142

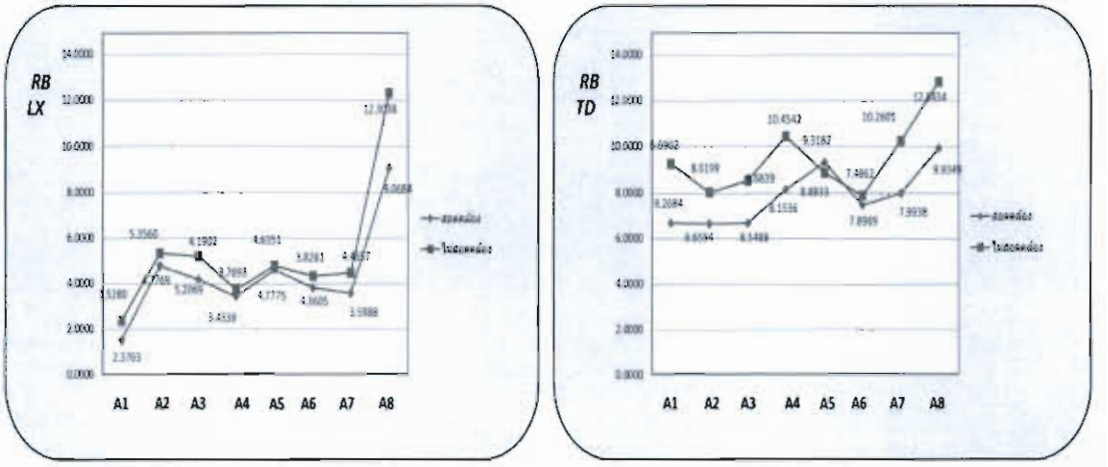
จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.918; Multivariate F-statistic = 44.362, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกันในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 6 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และตัวแปรที่เหลือค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

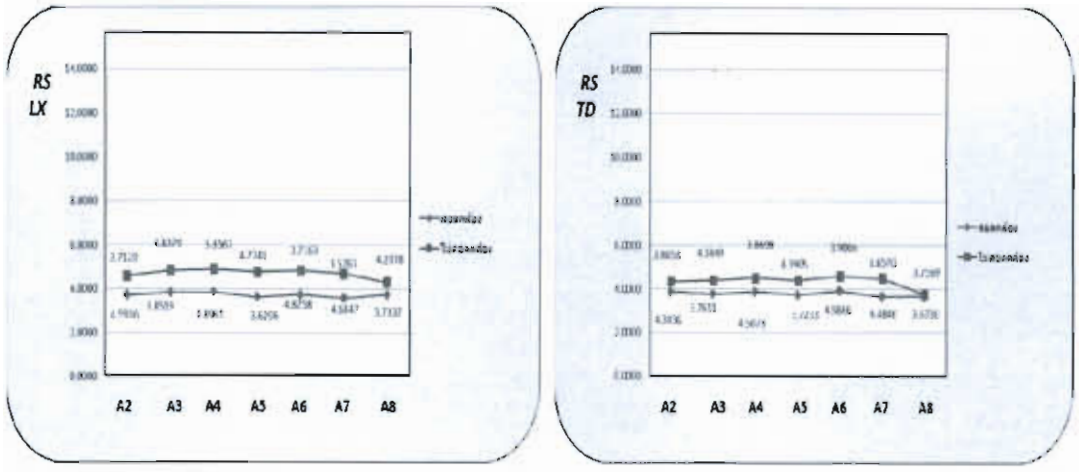
เพื่อแสดงการเปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 26 ถึงภาพที่ 28



ภาพที่ 26 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์



ภาพที่ 27 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์



ภาพที่ 28 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

3.2 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

3.2.1 สมมติฐานข้อที่ 2.1 เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 50 ถึง ตารางที่ 55

ตารางที่ 50 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Bias from true parameter (Diff LX)								
		Descriptive statistics					Multivariate test			Univariate test
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	Diff LX A1	-0.00071	-0.00054	-0.00067	0.03689	0.03604	0.445	55.926	0.000	330.364	0.000
	Diff LX A2	-0.00355	0.00056	0.00035	0.03770	0.03990				81.212	0.000
	Diff LX A3	-0.00243	0.00124	0.00071	0.04191	0.04338				79.789	0.000
	Diff LX A4	-0.00214	-0.00317	-0.00260	0.02162	0.02258				38.561	0.000
	Diff LX A5	-0.00288	-0.00289	-0.00297	-0.01625	-0.01813				9.530	0.000
	Diff LX A6	0.00062	-0.00079	-0.00043	0.01200	0.01094				6.627	0.000
	Diff LX A7	-0.00274	-0.00089	-0.00027	0.01011	0.00905				4.877	0.001
	Diff LX A8	-0.0022	-0.00049	-0.00199	0.12809	0.13089				291.115	0.000
Sample size = 1340	Diff LX A1	0.00088	-0.00076	-0.00098	0.00580	0.00580	0.902	6.467	0.000	22.936	0.000
	Diff LX A2	-0.00305	-0.00292	-0.00108	0.00217	0.00217				0.870	0.481
	Diff LX A3	-0.00342	-0.00122	0.00028	0.00692	0.00692				3.370	0.009
	Diff LX A4	-0.00412	-0.00302	-0.00097	-0.00003	-0.00003				0.414	0.799
	Diff LX A5	-0.00491	-0.00352	-0.00186	0.01655	0.01655				10.177	0.000
	Diff LX A6	-0.00364	-0.00266	-0.00084	0.00127	0.00127				0.793	0.530
	Diff LX A7	-0.00303	-0.00193	-0.00013	-0.00546	-0.00546				0.801	0.525
	Diff LX A8	-0.00453	-0.00097	-0.00049	0.02379	0.02379				10.706	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
Diff LX A1	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
Diff LX A2	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A3	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A4	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A5	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
Diff LX A6	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A7	1 < 4	2 < 4								
Diff LX A8	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้อง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของ

กลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.445; Multivariate F-statistic = 55.926, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 7 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของ

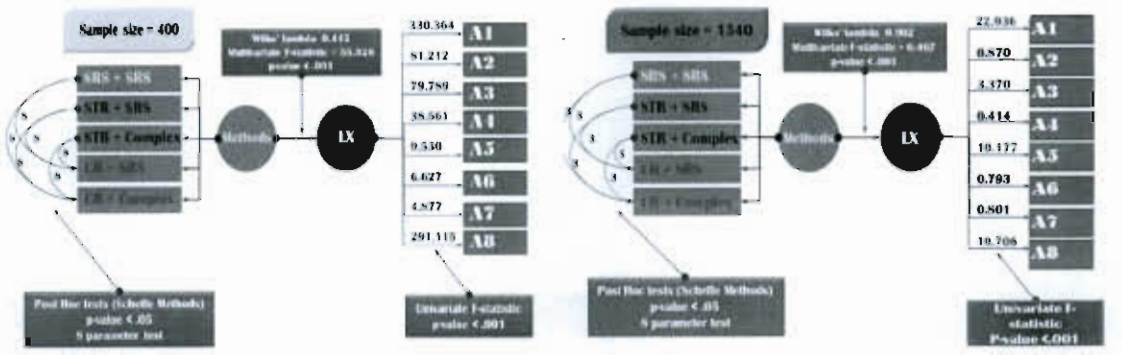
ความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.902; Multivariate F-statistic = 6.467, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001จำนวน 4 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มอย่างแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 29 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 51 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Bias from true parameter (TD)								
		Descriptive statistics					Multivariate test			Univariate test	
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-Statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	Diff TD A1	0.00063	0.00057	0.00075	-0.05825	-0.05417	0.552	39.894	0.000	158.202	0.000
	Diff TD A2	0.00215	-0.00195	-0.00192	-0.04304	-0.04370				72.888	0.000
	Diff TD A3	0.00213	-0.00285	-0.00235	-0.05719	-0.05965				118.616	0.000
	Diff TD A4	-0.00033	0.00235	0.00127	-0.03880	-0.03849				110.124	0.000
	Diff TD A5	0.00373	0.00442	0.00416	0.01870	0.02231				15.914	0.000
	Diff TD A6	-0.00176	-0.00058	-0.00128	-0.02097	-0.01696				10.320	0.000
	Diff TD A7	-0.00374	-0.00604	0.00009	0.00009	0.00012				0.610	0.656
	Diff TD A8	0.00418	0.00253	0.00401	-0.12394	-0.12530				140.969	0.000
Sample size = 1340	Diff TD A1	-0.00129	0.00069	0.00102	-0.00935	-0.00935	0.958	2.667	0.000	9.442	0.000
	Diff TD A2	0.00175	0.00121	0.00091	-0.00444	-0.00444				2.185	0.068
	Diff TD A3	0.00036	-0.00112	-0.00097	-0.00628	-0.00628				1.866	0.114
	Diff TD A4	0.00157	0.00063	0.00063	-0.00545	-0.00545				6.950	0.000
	Diff TD A5	0.00071	0.00293	0.00280	-0.02294	-0.02294				10.508	0.000
	Diff TD A6	0.00076	0.00043	0.00030	-0.00602	-0.00602				2.019	0.089
	Diff TD A7	-0.00005	-0.00191	-0.00001	0.00007	0.00007				0.240	0.916
	Diff TD A8	0.00133	0.00007	0.00111	-0.00822	-0.00822				0.862	0.486

ตารางที่ 51 (ต่อ)

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
Diff TD A1	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5			1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5		
Diff TD A2	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5							
Diff TD A3	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5							
Diff TD A4	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5			1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5		
Diff TD A5	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5		
Diff TD A6	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5							
Diff TD A7										
Diff TD A8	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้อง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.552$; *Multivariate F-statistic = 39.894, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ค่า และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 จำนวน 1 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

และวิธีการสุ่มแบบ CRที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปรและมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่นๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปรและมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปรและมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.958; Multivariate F-statistic = 2.667, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 4 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

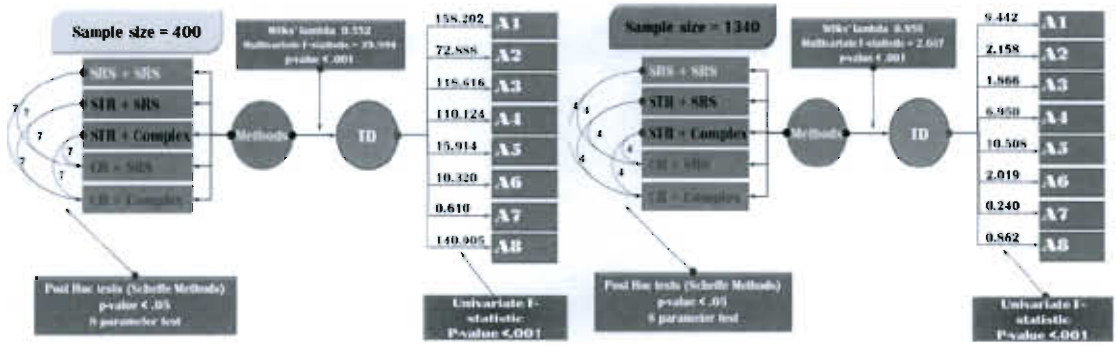
1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ไต้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CRที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร และมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเดอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ไต้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร และมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์

บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 30 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 52 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative bias (LX)								
			Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	RB LX A1	5.82313	6.15634	6.12484	11.11191	11.12628	0.412	55.203	0.000	208.604	0.000
	RB LX A2	1.64727	1.63200	1.71926	4.92227	4.67737				72.181	0.000
	RB LX A3	4.43619	4.31606	4.50793	8.16866	8.12821				95.654	0.000
	RB LX A4	4.50331	4.18663	4.31056	8.74267	8.82395				64.609	0.000
	RB LX A5	3.17421	3.21823	3.15501	5.31410	5.68248				33.165	0.000
	RB LX A6	4.27222	4.30876	4.26684	6.28317	6.66215				45.882	0.000
	RB LX A7	4.25976	3.90541	3.99365	6.39151	6.91567				97.425	0.000
	RB LX A8	3.90956	3.63093	3.57999	7.28472	7.74925				365.168	0.000
Sample size = 1340	RB LX A1	6.59386	6.20365	6.38494	25.26217	25.19664	0.324	72.581	0.000	161.946	0.000
	RB LX A2	3.18630	2.86607	2.83185	8.45193	8.20003				239.243	0.000
	RB LX A3	0.81574	0.80841	0.84204	2.12818	2.02508				162.189	0.000
	RB LX A4	2.22984	2.15808	2.25444	7.73637	7.88653				181.202	0.000
	RB LX A5	2.28962	2.18308	2.16954	5.88416	5.92500				129.407	0.000
	RB LX A6	1.82984	1.63399	1.68255	5.49349	5.50298				127.809	0.000
	RB LX A7	2.17288	1.93065	1.98288	7.70249	7.76608				178.011	0.000
	RB LX A8	2.18272	2.07990	2.10771	5.13875	5.02656				349.610	0.000

ตารางที่ 52 (ต่อ)

Scheffe' method	Multiple comparisons (ผลการปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
RB LX A1	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A2	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A3	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A4	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A5	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A6	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A7	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A8	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.412; Multivariate F-statistic = 55.203, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่ม

แบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

<u>ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.324; Multivariate F-statistic = 72.581, p-value = .000)* แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

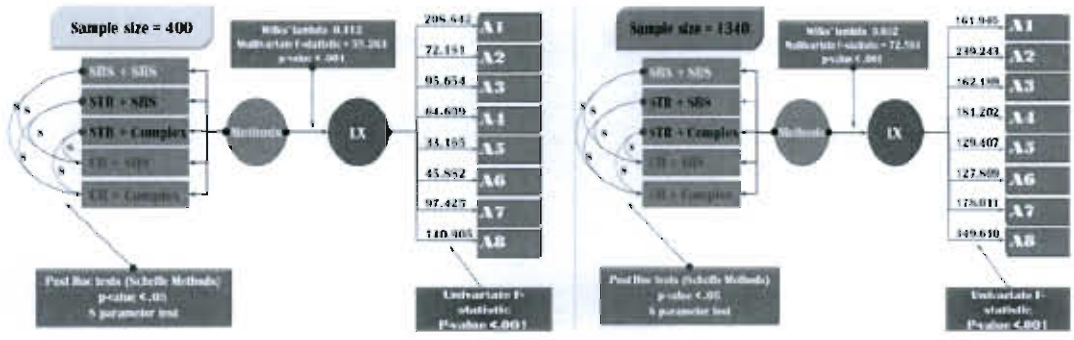
1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ

CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 31 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 53 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative bias (TD)								
			Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	RB TD A1	7.36396	7.29968	7.76295	17.17046	16.18677	0.497	47.880	0.000	92.534	0.000
	RB TD A2	6.55448	6.74027	6.69960	12.74497	12.77983				74.138	0.000
	RB TD A3	6.06115	6.00642	6.15495	15.11987	15.30599				124.279	0.000
	RB TD A4	8.53012	8.52190	9.02760	17.88139	17.22562				62.172	0.000
	RB TD A5	7.06855	7.09579	7.33228	11.08992	10.83985				34.592	0.000
	RB TD A6	7.26312	6.41245	6.75775	11.72620	10.80006				28.800	0.000
	RB TD A7	9.61183	10.36729	9.04578	16.77798	16.38924				31.122	0.000
	RB TD A8	6.41404	6.27480	6.18127	25.89314	26.82987				288.950	0.000
Sample size = 1340	RB TD A1	3.91212	3.88307	3.94120	8.82345	8.60531	0.435	57.974	0.000	118.112	0.000
	RB TD A2	4.02206	3.30114	3.38278	10.12259	9.76983				174.514	0.000
	RB TD A3	3.60032	3.49147	3.56643	10.49894	10.08785				135.973	0.000
	RB TD A4	5.12191	4.83684	4.90594	11.09373	10.49511				112.355	0.000
	RB TD A5	3.96614	3.65933	3.77155	17.22682	18.08739				76.804	0.000
	RB TD A6	3.81717	3.44002	3.51898	11.75533	12.24538				121.462	0.000
	RB TD A7	5.41097	5.89215	5.40297	8.47746	8.42610				24.962	0.000
	RB TD A8	3.50694	3.34056	3.41739	20.05015	17.80049				338.125	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (กฎที่การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
RB TD A1	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A2	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A3	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A4	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A5	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A6	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A7	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A8	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.497; Multivariate F-statistic = 47.880, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.435; Multivariate F-statistic = 57.794, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบ

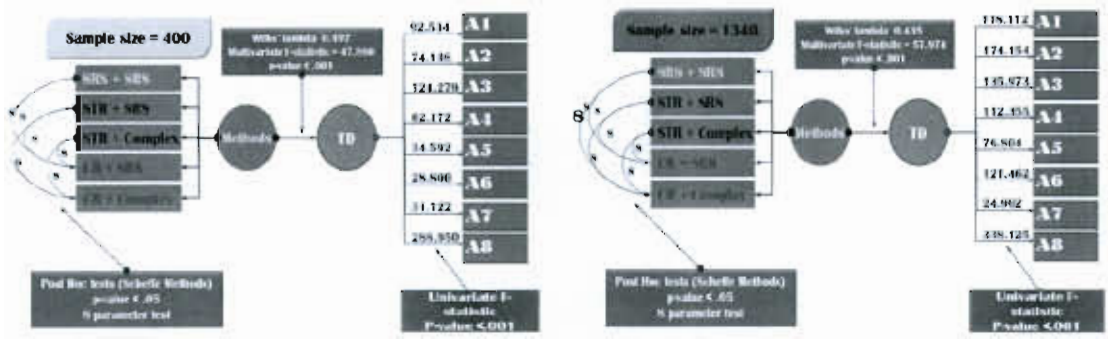
ในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 32 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 54 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานค่าประมาณ พารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Samples size	Variables	Relative standard error of bias (LX)									
			Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-Statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	RS LX A2	5.49616	5.52625	5.75418	6.36588	6.14351				92.689	0.000
	RS LX A3	5.75598	5.81208	6.04555	6.70758	6.55481				58.325	0.000
	RS LX A4	5.64867	5.66940	5.91942	7.08300	6.83853				65.022	0.000
	RS LX A5	5.52878	5.54228	5.79003	7.08998	6.87612	0.350	75.460	0.000	145.370	0.000
	RS LX A6	5.54450	5.64625	5.87062	6.98563	6.83475				170.429	0.000
	RS LX A7	5.40252	5.43700	5.66518	6.94290	6.71630				155.106	0.000
	RS LX A8	5.74950	5.77750	6.01500	5.06750	4.90500				180.800	0.000
Sample size = 1340	RS LX A2	2.64751	2.57248	2.63748	3.06998	3.08019				95.926	0.000
	RS LX A3	2.84510	2.75375	2.79412	3.07696	3.10570				10.843	0.000
	RS LX A4	2.75620	2.65640	2.72145	3.26510	3.28492				165.247	0.000
	RS LX A5	2.66376	2.58675	2.65065	2.77334	2.80556	0.624	31.214	0.000	86.664	0.000
	RS LX A6	2.68575	2.59625	2.65875	3.07000	3.09850				164.429	0.000
	RS LX A7	2.61354	2.52507	2.59007	2.80253	2.82786				23.144	0.000
	RS LX A8	2.77500	2.72000	2.78750	2.73150	2.75700				113.859	0.056

ตารางที่ 54 (ต่อ)

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
RS LX A2	1<4&5	2<4&5	3<4&5			1<4&5	2<4&5	3<4&5		
RS LX A3	1<3&4&5	2<3&4&5	3<4&5			1<2&4&5	2<4&5	3<4&5		
RS LX A4	1<3&4&5	2<3&4&5	3<4&5			1<4&5	2<4&5	3<4&5		
RS LX A5	1<3&4&5	2<4&5	3<4&5			1<4&5	2<4&5	3<4&5		
RS LX A6	1<3&4&5	2<3&4&5	3<4&5			1<4&5	2<4&5	3<4&5		
RS LX A7	1<3&4&5	2<3&4&5	3<4&5			1<2&4&5	2<4&5	3<4&5		
RS LX A8	1<3&4&5	2<3&4&5	3<4&5							

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้อง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.450$; *Multivariate F-statistic = 45.760, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่ม

แบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 5 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

<u>ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.624; Multivariate F-statistic = 31.214, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 6 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

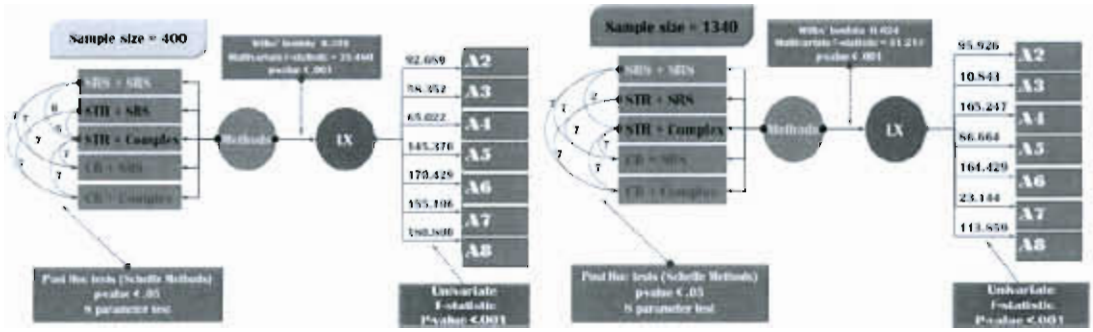
1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS

มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน จำนวน 2 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 33 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 55 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative standard error of bias (TD)									
			Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	RS TD A2	5.69025	5.54337	5.84895	5.76702	5.79787				6.460	0.000
	RS TD A3	5.61217	5.57637	5.82788	5.13443	5.13379				42.750	0.000
	RS TD A4	5.55947	5.68280	5.93187	5.27515	5.23297				40.090	0.000
	RS TD A5	5.50438	5.53552	5.82922	5.70577	5.63504	0.371	70.748	0.000	9.090	0.000
	RS TD A6	5.66650	5.53258	5.81353	5.56947	5.52500				6.920	0.000
	RS TD A7	5.66120	5.74405	5.98100	5.73173	5.82206				5.950	0.000
	RS TD A8	5.53406	5.58215	5.83930	5.95188	5.83917				12.970	0.000
Sample size = 1340	RS TD A2	5.63295	5.65668	5.92473	3.32500	3.27130				488.570	0.000
	RS TD A3	2.72992	3.45507	2.70385	2.89710	2.90546				8.160	0.000
	RS TD A4	2.72498	2.72598	2.73022	3.25927	3.27764				140.570	0.000
	RS TD A5	2.80143	2.68910	2.69310	3.03470	3.07703	0.666	26.657	0.000	54.720	0.002
	RS TD A6	2.71573	2.70385	2.70922	3.40101	3.42433				196.610	0.000
	RS TD A7	2.71095	2.70852	2.70812	2.79491	2.87368				4.190	0.315
	RS TD A8	2.72890	2.70245	2.70395	3.35620	3.40866				112.090	0.022

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
RS TD A2	1 < 3 & 4 & 5	2 < 3 & 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A3	1 < 3 & 4 & 5	2 < 3 & 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 2 & 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A4	1 < 3 & 4 & 5	2 < 3 & 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A5	1 < 3 & 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A6	1 < 3 & 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A7	1 < 3 & 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A8	1 < 3 & 4 & 5	2 < 3 & 4 & 5	3 < 4 & 5							

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้อง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.371$; *Multivariate F-statistic = 70.748, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน, วิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 4 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = 0.666; *Multivariate F-statistic = 26.657, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 6 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

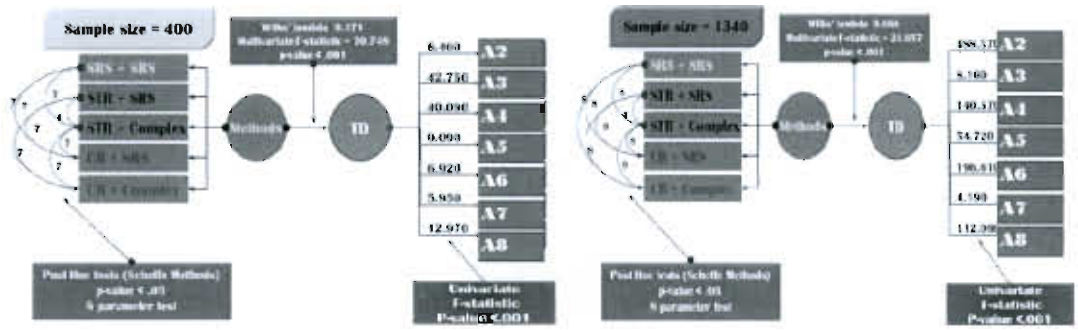
1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการแบบ SRS และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของ

การสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 34 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

3.2.2 สมมุติฐานข้อที่ 2.2 เมื่อกำหนดวิธีการสุ่มให้คงที่ ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 56 ถึง ตารางที่ 61

ตารางที่ 56 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Bias from true parameter (LX)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	Diff LX A1		-0.00071		0.00088	0.990	0 966	0.461	3.022	0.083
	Diff LX A2		-0 00355		-0.00305				0.018	0.895
	Diff LX A3		-0.00243		-0.00342				0.056	0 812
	Diff LX A4		-0.00214		-0 00412				0.213	0 645
	Diff LX A5		-0.00288		-0.00491				0.197	0.657
	Diff LX A6		0.00062		-0.00364				1.074	0.300
	Diff LX A7		-0.00274		-0.00303				0 004	0.947
	Diff LX A8		-0.00220		-0.00453				0.318	0.573
Stratified	Diff LX A1	-0.00054	-0.00067	-0.00076	-0.00098	0.994	0.401	0 996	0 077	0 972
	Diff LX A2	0.00056	0 00035	-0.00292	-0.00108				0.711	0.545
	Diff LX A3	0.00124	0.00071	-0.00122	0.00028				0.308	0.819
	Diff LX A4	-0.00317	-0.00260	-0.00302	-0.00097				0.279	0.841
	Diff LX A5	-0.00289	-0.00297	-0 00352	-0.00186				0 124	0.946
	Diff LX A6	-0.00079	-0.00043	-0.00266	-0.00084				0.294	0.830
	Diff LX A7	-0.00089	-0.00027	-0.00193	-0.00013				0.202	0 895
	Diff LX A8	-0.00049	-0.00199	-0.00097	-0.00049				0.121	0.948
Cluster	Diff LX A1	0.03689	0.03604	0.00580	0.00580	0.616	34 926	0.000	204.411	0.000
	Diff LX A2	0 03770	0.03990	0.00217	0 00217				45.856	0.000
	Diff LX A3	0.04191	0.04338	0.00692	0.00692				46.642	0.000
	Diff LX A4	0.02161	0.02258	-0.00003	-0.00003				20.334	0.000
	Diff LX A5	-0 01625	-0.01812	0.01655	0.01655				27.553	0.000
	Diff LX A6	0.01200	0.01094	0.00127	0.00127				4.337	0.005
	Diff LX A7	0.01011	0.00905	-0.00546	-0.00546				7.926	0.000
	Diff LX A8	0.12808	0.13089	0.02379	0.02379				100.321	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (ผลที่การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)			
	N = 400		N = 1340	
	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
Diff LX A1	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A2	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A3	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A4	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A5	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A6				
Diff LX A7	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A8	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.990; Multivariate F-statistic = 0.996, p-value = .461*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.994; Multivariate F-statistic = 0.401, p-value = 0.996*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า

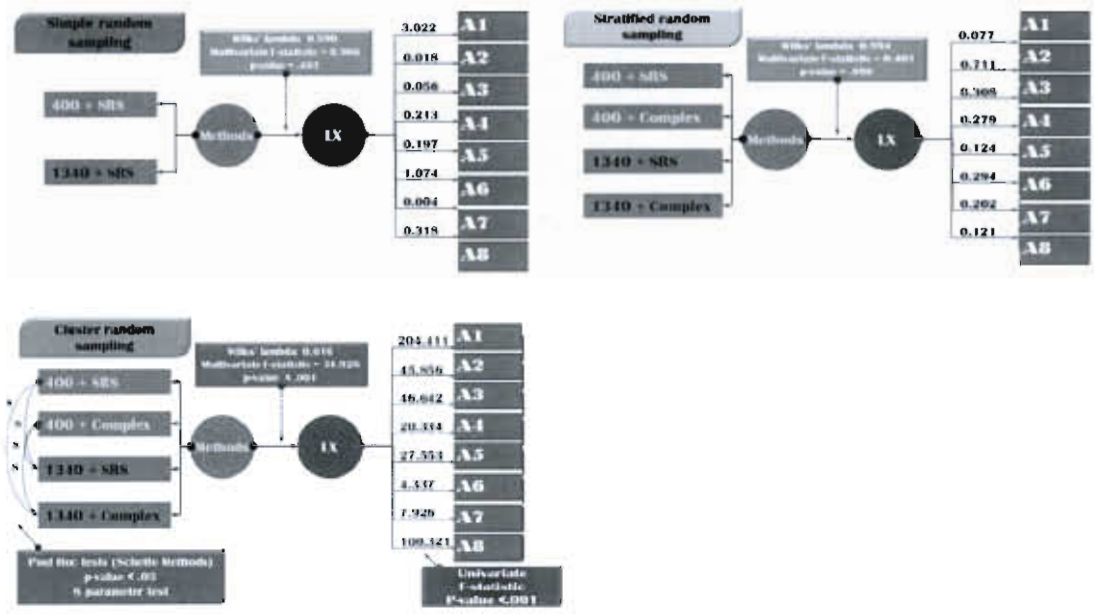
ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.616; Multivariate F-statistic = 34.916, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 35 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 57 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

		Bias from true parameter (TD)								
Sampling method	Variables	Descriptive Statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	Diff TD A1		0.00063		-0.00129				0.591	0.442
	Diff TD A2		0.00215		0.00175				0.028	0.866
	Diff TD A3		0.00213		0.00036				0.615	0.433
	Diff TD A4		-0.00033		0.00157	0.990	1.017	0.422	1.205	0.273
	Diff TD A5		0.00373		0.00071				2.041	0.154
	Diff TD A6		-0.00176		0.00076				0.745	0.388
	Diff TD A7		-0.00374		-0.00005				1.415	0.235
	Diff TD A8		0.00418		0.00133				0.862	0.354

ตารางที่ 57 (ต่อ)

Sampling method	Variables	Bias from true parameter (TD)								
		Deseriptive Statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
\Stratified	Diff TD A1	0.00057	0.00075	0 00069	0.00102				0 015	0 998
	Diff TD A2	-0.00195	-0.00192	0.00121	0.00091				1.119	0.340
	Diff TD A3	-0.00285	-0.00235	-0.00112	-0.00097				0 355	0.786
	Diff TD A4	0.00235	0.00127	0.00063	0.00063	0.990	0.650	0.901	0.432	0.730
	Diff TD A5	0.00442	0.00416	0.00293	0.00280				0.301	0.824
	Diff TD A6	-0.00058	-0.00128	0.00043	0.00030				0 274	0.844
	Diff TD A7	-0.00604	0.00009	-0.00191	-0.00001				1.546	0 201
	Diff TD A8	0.00253	0.00401	0.00007	0.00111				0.717	0.542
Cluster	Diff TD A1	-0.05825	-0.05417	-0.00935	-0.00935				680.522	0.000
	Diff TD A2	-0 04304	-0.04370	-0.00444	-0.00444				45.819	0.000
	Diff TD A3	-0 05719	-0.05965	-0.00628	-0 00628				67.267	0.000
	Diff TD A4	-0 03880	-0.03849	-0.00545	-0.00545	0.694	25.827	0.000	68.821	0.000
	Diff TD A5	0.01870	0.02231	-0.02294	-0.02294				24.701	0.000
	Diff TD A6	-0.02097	-0.01696	-0.00602	-0.00602				3.852	0.009
	Diff TD A7	0.00009	0.00012	0.00007	0.00007				0.000	1.000
	Diff TD A8	-0.12394	-0.12530	-0.00822	-0.00822				61.907	0.000

Scheffe' method	Variables	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)			
		Cluster			
		N=400		N=1340	
		(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
	Diff TD A1	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A2	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A3	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A4	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A5	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A6				
	Diff TD A7				
	Diff TD A8	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.990; Multivariate F-statistic = 1.017, p-value = .422*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.990; Multivariate F-statistic = 0.650, p-value = 0.901*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า

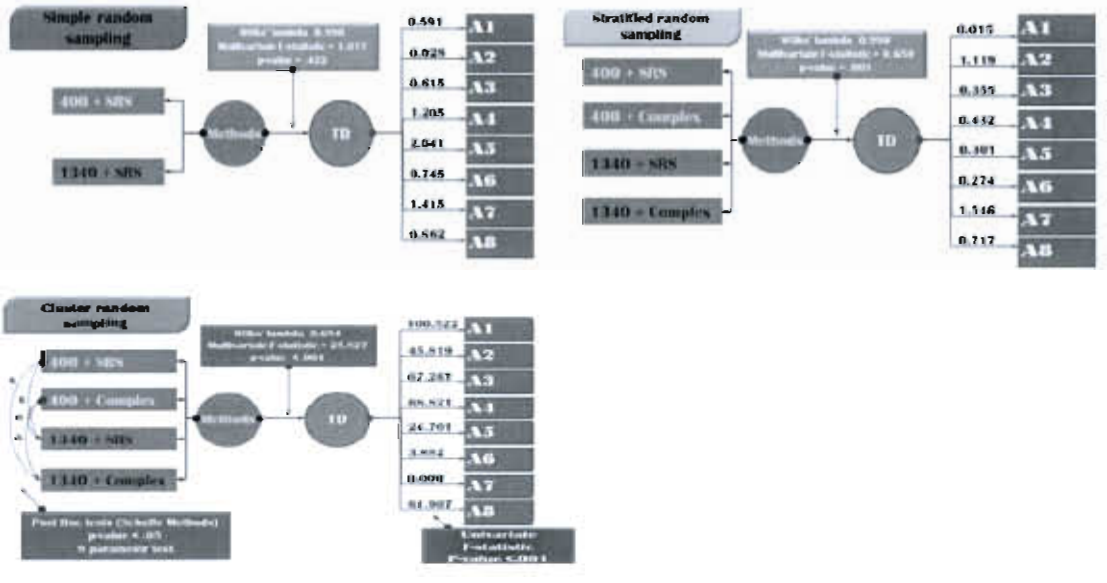
ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.694; Multivariate F-statistic = 25.827, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 7 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และ

วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 36 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 58 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Relative bias (LX)										
Sampling method	Variables	Descriptive Statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	RB LX A1		1.64727		0.81574	0.595	59.863	0.000	142.208	0.000
	RB LX A2		4 43619		2.22984				116.900	0.000
	RB LX A3		4.50331		2.28962				113.493	0.000
	RB LX A4		3 17421		1.82984				88.258	0.000
	RB LX A5		4.27222		2.17288				129.340	0.000
	RB LX A6		4 25976		2.18272				127.473	0.000
	RB LX A7		3.90956		2.07592				106.558	0.000
	RB LX A8		6.59386		3.35152				124.481	0.000
Stratified	RB LX A1	1.63200	0.80841	1.71926	0.84204	0.563	37 380	0 000	87.699	0.000
	RB LX A2	4.31606	2 15808	4.50793	2.25444				104.728	0.000
	RB LX A3	4.18663	2 18308	4.31056	2.16954				78.513	0.000
	RB LX A4	3.21823	1 63399	3.15501	1.68255				78.694	0.000
	RB LX A5	4 30876	1 93065	4.26684	1.98288				106.804	0.000
	RB LX A6	3 90541	2 07990	3.99365	2 10771				79.426	0.000
	RB LX A7	3.63093	1 81544	3.57999	1 89725				82.547	0.000
	RB LX A8	6.20365	3.23468	6.38494	3.25083				84 311	0.000
Cluster	RB LX A1	4 92227	2.12818	4.67737	2 02508	0.684	23.841	0 000	142.912	0.000
	RB LX A2	8.16866	7.73637	8.12821	7.88653				0.439	0.725
	RB LX A3	8 74267	5.88416	8.82395	5 92500				34.438	0.000
	RB LX A4	5.31410	5.49349	5.68248	5.50298				0 491	0.689
	RB LX A5	6.28317	7.70249	6.66215	7.76608				4 483	0.004
	RB LX A6	6.39151	5 13875	6.91567	5.02656				14.638	0.000
	RB LX A7	7 28472	5.07134	7 74925	5.04211				36.138	0.000
	RB LX A8	25.26217	17.37665	25.19664	16.47700				45.629	0.000

Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
Scheffe' method	SRS		Str R				Cls R				
	N = 400	N = 1340	N = 400		N = 1340		N = 400		N = 1340		
	(1)Simple	(2)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	
RB LX A1	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			
RB LX A2	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4							
RB LX A3	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			
RB LX A4	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4							
RB LX A5	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			
RB LX A6	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			
RB LX A7	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			
RB LX A8	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนด

ขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.595; Multivariate F-statistic = 59.863, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.563; Multivariate F-statistic = 37.380, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ

วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

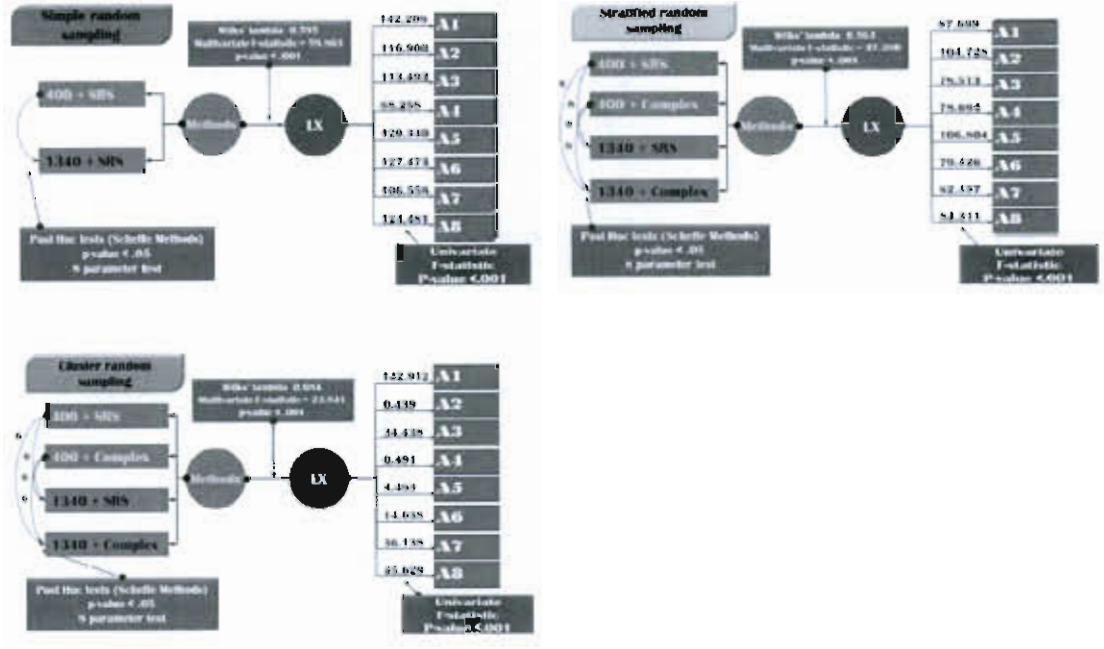
2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.684; Multivariate F-statistic = 23.841, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 6 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่นๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเดอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่นๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 37 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 59 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Relative bias (TD)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	RB TD A1		7.36396		3.91212	0.630	57.983	0.000	110.392	0.000
	RB TD A2		6.55448		4.02206				64.174	0.000
	RB TD A3		6.06115		3.60032				70.211	0.000
	RB TD A4		8.53012		5.12191				89.725	0.000
	RB TD A5		7.06855		3.96614				99.254	0.000
	RB TD A6		7.26312		3.81717				65.991	0.000
	RB TD A7		9.61183		5.41097				51.940	0.000
	RB TD A8		6.41404		3.50694				96.480	0.000

ตารางที่ 59 (ต่อ)

Sampling method	Variables	Relative bias (TD)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Stratified	RB TD A1	7.29968	7.76295	3.88307	3.94120	0.536	46.139	0.000	82.356	0.000
	RB TD A2	6.74027	6.69960	3.30114	3.38278				89.986	0.000
	RB TD A3	6.00642	6.15495	3.49147	3.56643				57.931	0.000
	RB TD A4	8.52190	9.02760	4.83684	4.90594				71.011	0.000
	RB TD A5	7.09579	7.33228	3.65933	3.77155				80.231	0.000
	RB TD A6	6.41245	6.75775	3.44002	3.51898				85.571	0.000
	RB TD A7	10.36729	9.04578	5.89215	5.40297				27.615	0.000
	RB TD A8	6.27480	6.18127	3.34056	3.41739				78.042	0.000
Cluster	RB TD A1	17.17046	16.18677	8.82345	8.60531	0.752	19.848	0.000	63.027	0.000
	RB TD A2	12.74497	12.77983	10.12259	9.76983				12.752	0.000
	RB TD A3	15.11987	15.30599	10.49894	10.08785				25.437	0.000
	RB TD A4	17.88139	17.22562	11.09373	10.49511				31.882	0.000
	RB TD A5	11.08992	10.83985	17.22682	18.08739				14.748	0.000
	RB TD A6	11.72620	10.80006	11.75533	12.24538				0.904	0.438
	RB TD A7	16.77798	16.38924	8.47746	8.42610				53.085	0.000
	RB TD A8	25.89314	26.82987	20.05015	17.80049				26.426	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	SRS		Str R				Cls R			
	N = 400	N = 1340	N = 400		N = 1340		N = 400		N = 1340	
	(1)Simple	(2)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
RB TD A1	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A2	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A3	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A4	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A5	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A6	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A7	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A8	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.630; Multivariate F-statistic = 57.983, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.536; Multivariate F-statistic = 46.139, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่าและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณ

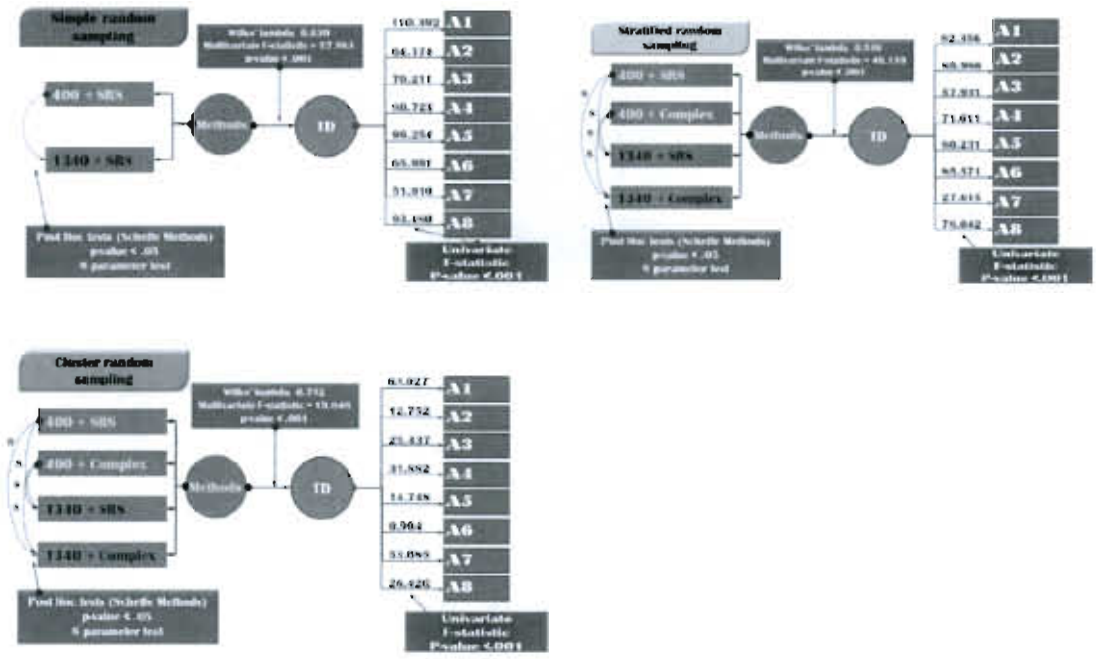
พารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่าค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.792; Multivariate F-statistic = 19.848, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 7 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 38 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 60 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Relative standard error of bias (LX)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	RS LX A2		5.49616		2.64751				2425.302	0.000
	RS LX A3		5.75598		2.84510				2289.945	0.000
	RS LX A4		5.64867		2.75620				2302.553	0.000
	RS LX A5		5.52878		2.66376	0.229	381.910	0.000	2469.234	0.000
	RS LX A6		5.54450		2.68575				2403.096	0.000
	RS LX A7		5.40252		2.61354				2406.173	0.000
	RS LX A8		5.74950		2.77500				2431.151	0.000

ตารางที่ 60 (ต่อ)

Sampling method	Variables	Relative standard error of bias (LX)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Stratified	RS LX A2	5.52625	5.75418	2.57248	2.63748				2650.605	0.000
	RS LX A3	5.81208	6.04555	2.72273	2.79412				2572.276	0.000
	RS LX A4	5.66940	5.91942	2.65640	2.72145				2346.843	0.000
	RS LX A5	5.54228	5.79003	2.58675	2.65065	0.155	199.217	0.000	2207.838	0.000
	RS LX A6	5.64625	5.87062	2.59625	2.65875				2478.455	0.000
	RS LX A7	5.43700	5.66518	2.52507	2.59007				2348.771	0.000
	RS LX A8	5.77750	6.01500	2.72000	2.78750				2814.787	0.000
Cluster	RS LX A2	6.36588	6.14351	3.06998	3.08019				2050.848	0.000
	RS LX A3	6.70758	6.55481	3.07696	3.10570				2308.533	0.000
	RS LX A4	7.08300	6.83853	3.26510	3.28492				1874.280	0.000
	RS LX A5	7.08998	6.87612	2.77334	2.80556	0.128	228.023	0.000	2430.817	0.000
	RS LX A6	6.98563	6.83475	3.07000	3.09850				2197.584	0.000
	RS LX A7	6.94290	6.71630	2.80253	2.82786				2626.272	0.000
	RS LX A8	5.06750	4.90500	2.73150	2.75700				1169.876	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ α = 0.05)									
	SRS		Str R				Cls R			
	N = 400	N = 1340	N = 400		N = 1340		N = 400		N = 1340	
	(1)Simple	(2)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
RS LX A2	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS LX A3	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS LX A4	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS LX A5	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS LX A6	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS LX A7	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS LX A8	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์

ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.229; Multivariate F-statistic = 381.910, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' Jambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.155; Multivariate F-statistic = 199.217, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และมีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้งหมด 7 ตัวแปร

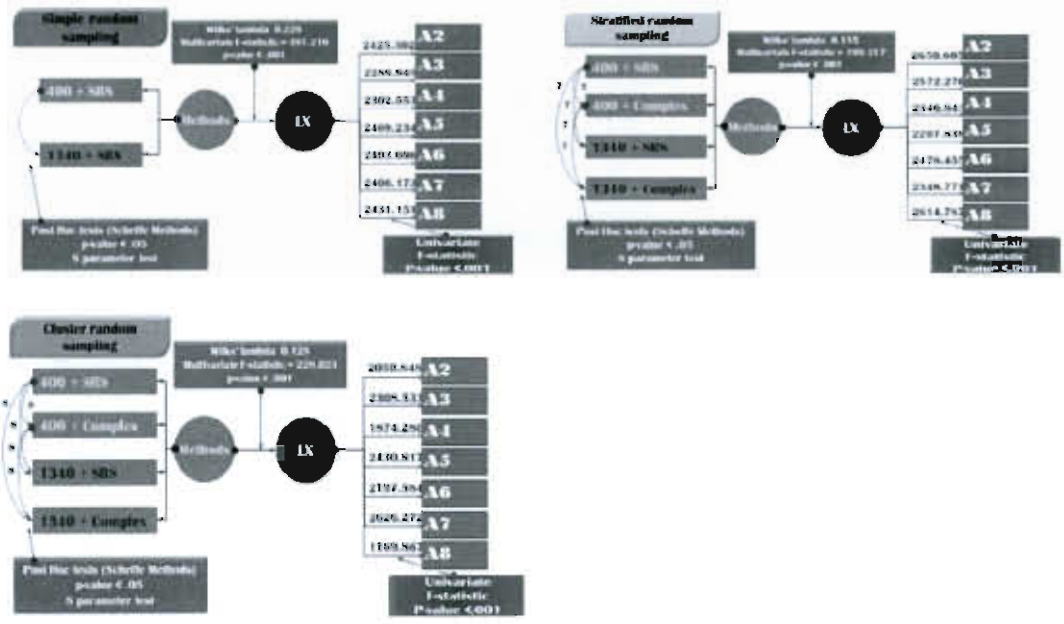
2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.128$; *Multivariate F-statistic = 228.023, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน, ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 39 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 61 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Relative standard error of bias (TD)								
		Descriptive Statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	RS TD A2		5.61217		2.72498				2577.333	0.000
	RS TD A3		5.55947		2.80143				1945.825	0.000
	RS TD A4		5.50438		2.71573				2305.326	0.000
	RS TD A5		5.66650		2.71095	0.215	361.414	0.000	2433.228	0.000
	RS TD A6		5.66120		2.72890				2497.389	0.000
	RS TD A7		5.53406		2.72183				2394.675	0.000
	RS TD A8		5.63295		2.69734				2507.148	0.000

ตารางที่ 61 (ต่อ)

Sampling method	Variables	Relative standard error of bias (TD)								
		Descriptive Statistics				Multivariate test			Univariate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Stratified	RS TD A2	5.57637	5.82788	2.72598	2.73022				2735.488	0.000
	RS TD A3	5.68280	5.93187	2.68910	2.69310				3346.272	0.000
	RS TD A4	5.53552	5.82922	2.70385	2.70922				3092.141	0.000
	RS TD A5	5.53258	5.81353	2.70852	2.70812	0.112	215.968	0.000	3133.832	0.000
	RS TD A6	5.74405	5.98100	2.70245	2.70395				3000.748	0.000
	RS TD A7	5.58215	5.83930	2.70980	2.71662				2811.764	0.000
	RS TD A8	5.65668	5.92473	2.75115	2.76415				2840.584	0.000
Cluster	RS TD A2	5.13443	5.13379	3.25927	3.27764				681.566	0.000
	RS TD A3	5.27515	5.23297	3.03470	3.07703				1087.760	0.000
	RS TD A4	5.70577	5.63504	3.40101	3.42433				1111.656	0.000
	RS TD A5	5.56947	5.52500	2.79491	2.87368	0.111	217.826	0.000	1001.233	0.000
	RS TD A6	5.73173	5.82206	3.35620	3.40866				717.170	0.000
	RS TD A7	5.95188	5.83917	2.72701	2.74116				2344.433	0.000
	RS TD A8	3.32500	3.27130	2.63480	2.65892				35.132	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	SRS		Str R				Cls R			
	N = 400	N = 1340	N = 400		N = 1340		N = 400		N = 1340	
	(1)Simple	(2)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
RS TD A2	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A3	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A4	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A5	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A6	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A7	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A8	1 > 2		1 < 2 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

(Λ = *0.215; Multivariate F-statistic = 361.414, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.112; Multivariate F-statistic = 265.918, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และมีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้งหมด 7 ตัวแปร

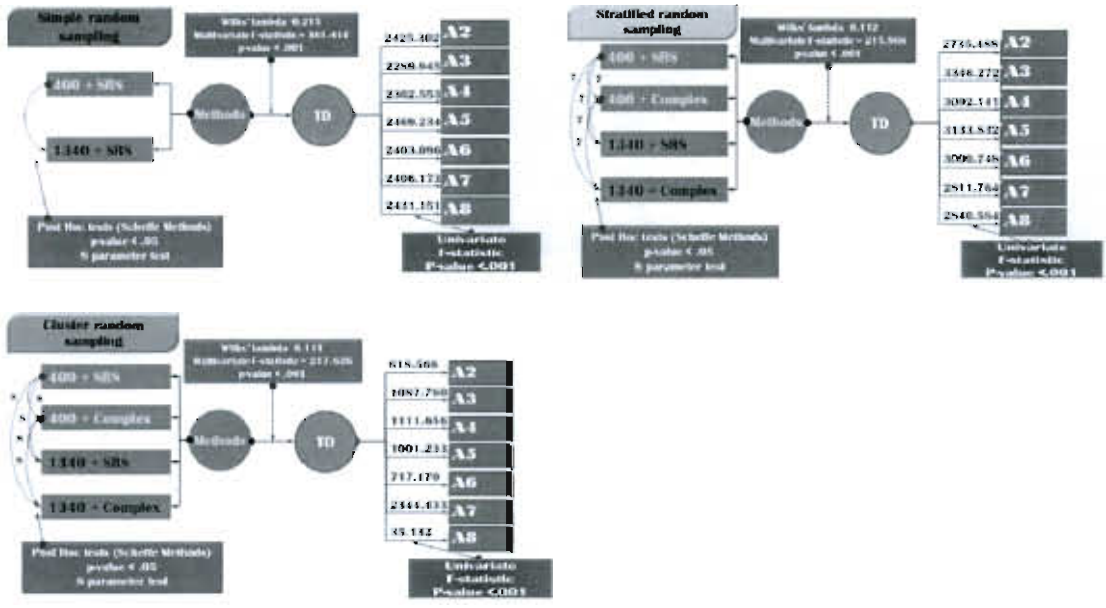
2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.111; Multivariate F-statistic = 217.826, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน, ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 40 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่

3.2.3 สมมติฐานข้อที่ 2.3 เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไข วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 62 ถึง ตารางที่ 67

ตารางที่ 62 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Bias from true parameter (LX)										
		Descriptives statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	Diff LX A1	-0.00071	0.00088	-0.00067	-0.00098	0.03604	0.00580	0.515	42.734	0.000	263.567	0.000
	Diff LX A2	-0.00355	-0.00305	0.00035	-0.00108	0.03990	0.00217				44.222	0.000
	Diff LX A3	-0.00243	-0.00342	0.00071	0.00028	0.04338	0.00692				47.229	0.000
	Diff LX A4	-0.00214	-0.00412	-0.00260	-0.00097	0.02258	-0.00003				16.070	0.000
	Diff LX A5	-0.00288	-0.00491	-0.00297	-0.00186	-0.01812	0.01655				13.628	0.000
	Diff LX A6	0.00062	-0.00364	-0.00043	-0.00084	0.01094	0.00127				3.953	0.001
	Diff LX A7	-0.00274	-0.00303	-0.00027	-0.00013	0.00905	-0.00546				3.596	0.003
	Diff LX A8	-0.00220	-0.00453	-0.00199	-0.00049	0.13089	0.02379				174.086	0.000
Complex	Diff LX A1			-0.00054	-0.00076	0.03689	0.00580	0.503	51.142	0.000	328.227	0.000
	Diff LX A2			0.00056	-0.00292	0.03770	0.00217				49.009	0.000
	Diff LX A3			0.00124	-0.00122	0.04191	0.00692				58.485	0.000
	Diff LX A4			-0.00317	-0.00302	0.02161	-0.00003				21.195	0.000
	Diff LX A5			-0.00289	-0.00352	-0.01625	0.01655				19.485	0.000
	Diff LX A6			-0.00079	-0.00266	0.01200	0.00127				6.999	0.000
	Diff LX A7			-0.00089	-0.00193	0.01011	-0.00546				6.471	0.000
	Diff LX A8			-0.00049	-0.00097	0.12808	0.02379				177.737	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
Diff LX A1	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5&6	4 < 5&6		
Diff LX A2	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff LX A3	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff LX A4	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5	4 < 5		
Diff LX A5	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5&6	4 < 5&6		
Diff LX A6									3 < 5	4 < 5		
Diff LX A7									3 < 5	4 < 5		
Diff LX A8	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5&6	4 < 5&6		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วน

ตามการวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.515; Multivariate F-statistic = 42.734, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่าและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่า

ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

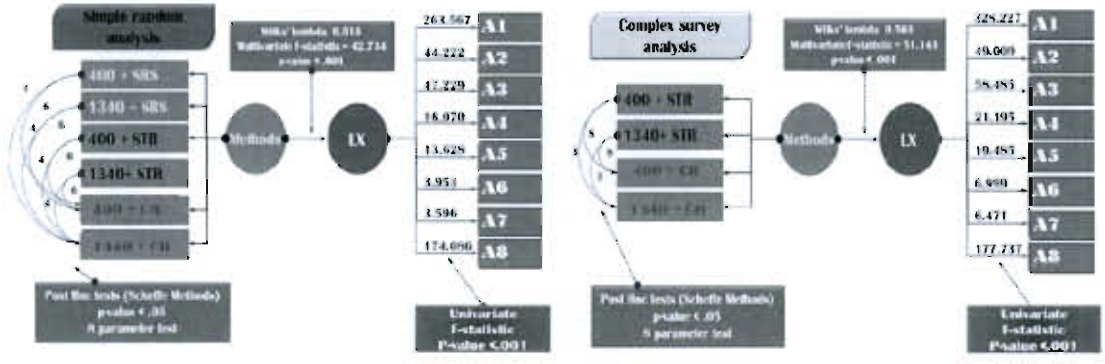
<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.503$; *Multivariate F-statistic = 51.142, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับUnivariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจาก

วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 41 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 63 ตารางผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Bias from true parameter (TD)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	Diff TD A1	0.00063	-0.00129	0.00075	0.00102	-0.05417	-0.00935	0.612	30.993	0.000	115.392	0.000
	Diff TD A2	0.00215	0.00175	-0.00192	0.00091	-0.0437	-0.00444				58.700	0.000
	Diff TD A3	0.00213	0.00036	-0.00235	-0.00097	-0.05965	-0.00628				91.172	0.000
	Diff TD A4	-0.00033	0.00157	0.00127	0.00063	-0.03849	-0.00545				97.849	0.000
	Diff TD A5	0.00373	0.00071	0.00416	0.0028	0.02231	-0.02294				21.121	0.000
	Diff TD A6	-0.00176	0.00076	-0.00128	0.0003	-0.01696	-0.00602				6.490	0.000
	Diff TD A7	-0.00374	-0.00005	0.00009	-0.00001	0.00012	0.00007				0.351	0.882
	Diff TD A8	0.00418	0.00133	0.00401	0.00111	-0.1253	-0.00822				91.672	0.000
Complex	Diff TD A1			0.00057	0.00069	-0.05825	-0.00935	0.612	35.204	0.000	153.835	0.000
	Diff TD A2			-0.00195	0.00121	-0.04304	-0.00444				62.018	0.000
	Diff TD A3			-0.00285	-0.00112	-0.05719	-0.00628				93.645	0.000
	Diff TD A4			0.00235	0.00063	-0.0388	-0.00545				97.526	0.000
	Diff TD A5			0.00442	0.00293	0.0187	-0.02294				21.170	0.000
	Diff TD A6			-0.00058	0.00043	-0.02097	-0.00602				10.610	0.000
	Diff TD A7			-0.00604	-0.00191	0.00009	0.00007				0.805	0.491
	Diff TD A8			0.00253	0.00007	-0.12394	-0.00822				103.401	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
Diff TD A1	1 < 5&6	2 < 5	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5&6	4 < 5&6		
Diff TD A2	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff TD A3	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff TD A4	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff TD A5	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 6	4 < 5&6		
Diff TD A6	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff TD A7												
Diff TD A8	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วน

ตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001(Λ = *0.612; Multivariate F-statistic = 30.993, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ไต้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ไต้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่า

ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

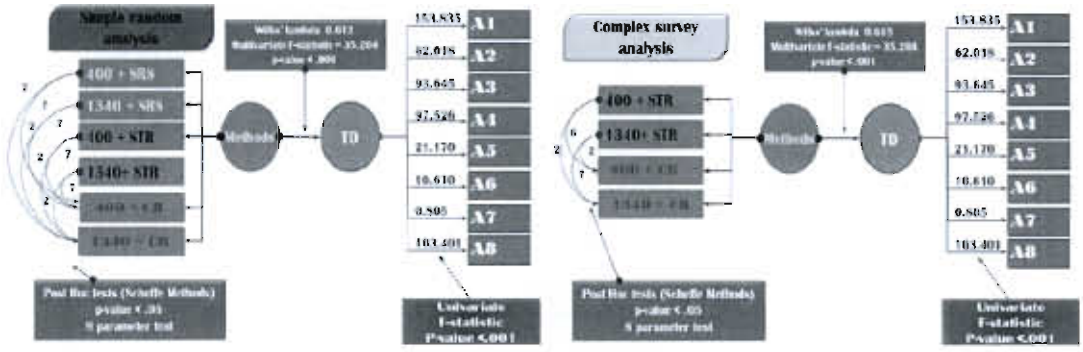
4. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่ม CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.612; Multivariate F-statistic = 30.204, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 42 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 64 ตารางผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative bias (LX)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	RB LX A1	1.64727	0.81574	1.71926	0.84204	4.67737	2.02508	0.515	42.734	0 000	259.435	0.000
	RB LX A2	4 43619	2 22984	4.50793	2.25444	8.12821	7 88653				153.177	0.000
	RB LX A3	4.50331	2.28962	4.31056	2 16954	8.82395	5 92500				151 069	0.000
	RB LX A4	3 17421	1.82984	3 15501	1.68255	5.68248	5 50298				135.790	0.000
	RB LX A5	4.27222	2 17288	4.26684	1 98288	6.66215	7 76608				101.395	0.000
	RB LX A6	4 25976	2.18272	3 99365	2 10771	6.91567	5.02656				106.237	0.000
	RB LX A7	3.90956	2.07592	3.57999	1 89725	7 74925	5 04211				164 098	0.000
	RB LX A8	6.59386	3.35152	6.38494	3.25083	25 19664	16.47700				391.169	0.000

ตารางที่ 64 (ต่อ)

Sample size	Variables	Relative bias (LX)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Complex	RB LX A1			1.63200	0.80841	4.92227	2 12818	0.503	51 142	0.000	329 147	0.000
	RB LX A2			4.31606	2 15808	8.16866	7 73637				149 004	0.000
	RB LX A3			4 18663	2.18308	8.74267	5.88416				160.883	0.000
	RB LX A4			3 21823	1.63399	5.31410	5.49349				121 681	0.000
	RB LX A5			4 30876	1 93065	6.28317	7.70249				91 173	0.000
	RB LX A6			3 90541	2.07990	6.39151	5.13875				94 124	0.000
	RB LX A7			3.63093	1.81544	7.28472	5.07134				156.098	0.000
	RB LX A8			6.20365	3.23468	25 26217	17.37665				387 328	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เทคนิคการปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
RB LX A1	1 >2&4 <5	2 < 3&5&6	3 <5 >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A2	1 >2&4 .<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A3	1 >2&4 .<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A4	1 >2&4 .<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A5	1 >2&4 .<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A6	1 >2&4 <5	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A7	1 >2&4 .<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A8	1 >2&4 .<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย</u> ผลการทดสอบภาพรวม

ของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.515; Multivariate F-statistic = 42.734, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 และวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

4. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR

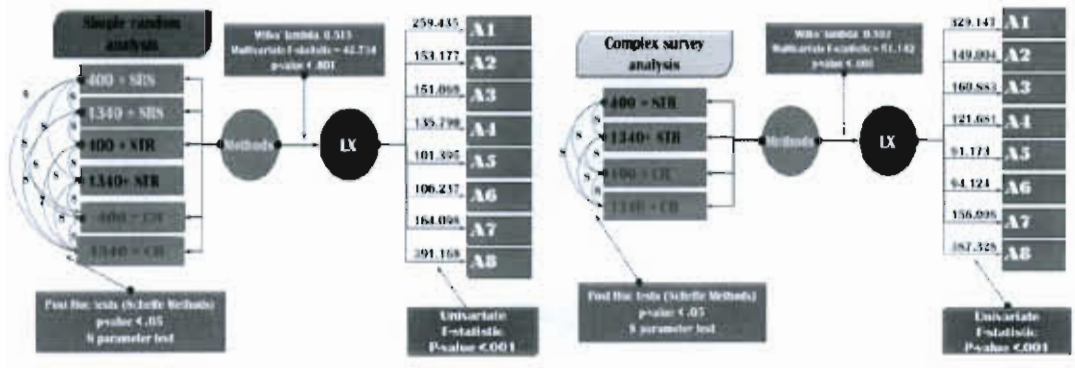
ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.503; Multivariate F-statistic = 51.142, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาต และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 43 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 65 ตารางผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative bias (TD)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	RB TD A1	7.36396	3.91212	7.76295	3.94120	16.18677	8.60531	0.351	70.628	0.000	141.725	0.000
	RB TD A2	6.55448	4.02206	6.69960	3.38278	12.77983	9.76983				129.945	0.000
	RB TD A3	6.06115	3.60032	6.15495	3.56643	15.30599	10.08785				148.014	0.000
	RB TD A4	8.53012	5.12191	9.02760	4.90594	17.22562	10.49511				118.382	0.000
	RB TD A5	7.06855	3.96614	7.33228	3.77155	10.83985	18.08739				75.142	0.000
	RB TD A6	7.26312	3.81717	6.75775	3.51898	10.80006	12.24538				73.047	0.000
	RB TD A7	9.61183	5.41097	9.04578	5.40297	16.38924	8.42610				75.525	0.000
	RB TD A8	6.41404	3.50694	6.18127	3.41739	26.82987	17.80049				317.181	0.000
Complex	RB TD A1			7.29968	3.88307	17.17046	8.82345	0.411	68.873	0.000	155.510	0.000
	RB TD A2			6.74027	3.30114	12.74497	10.12259				128.845	0.000
	RB TD A3			6.00642	3.49147	15.11987	10.49894				154.088	0.000
	RB TD A4			8.52190	4.83684	17.88139	11.09373				91.073	0.000
	RB TD A5			7.09579	3.65933	11.08992	17.22682				64.938	0.000
	RB TD A6			6.41245	3.44002	11.72620	11.75533				75.259	0.000
	RB TD A7			10.36729	5.89215	16.77798	8.47746				55.387	0.000
	RB TD A8			6.27480	3.34056	25.89314	20.05015				322.845	0.000

ตารางที่ 65 (ต่อ)

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
RB TD A1	1 >2&4 <5	2 < 3&5&6	3 <4&5	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A2	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A3	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A4	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A5	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A6	1 >2&4 <5	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A7	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A8	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.351$; *Multivariate F-statistic = 70.268, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

4. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

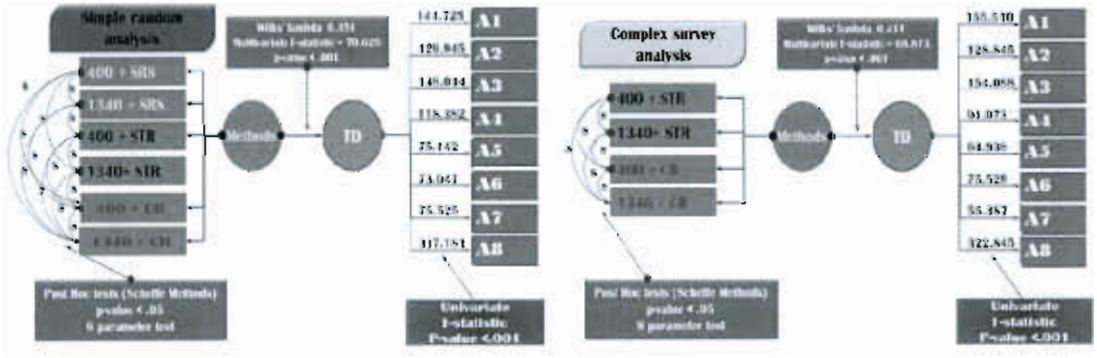
<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.411$; *Multivariate F-statistic = 68.873, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียง

ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 44 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 66 ตารางผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative standard error of bias (LX)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	RS LX A2	5.49616	2.64751	5.75418	2.63748	6.14351	3.08019				2124.343	0.000
	RS LX A3	5.75598	2.84510	6.04555	2.79412	6.55481	3.10570				1995.419	0.000
	RS LX A4	5.64867	2.75620	5.91942	2.72145	6.83853	3.28492				1815.515	0.000
	RS LX A5	5.52878	2.66376	5.79003	2.65065	6.87612	2.80556	0.051	295.788	0.000	1904.186	0.000
	RS LX A6	5.54450	2.68575	5.87062	2.65875	6.83475	3.09850				1983.095	0.000
	RS LX A7	5.40252	2.61354	5.66518	2.59007	6.71630	2.82786				2042.025	0.000
	RS LX A8	5.74950	2.77500	6.01500	2.78750	4.90500	2.75700				1910.806	0.000
Complex	RS LX A2			5.52625	2.57248	6.36588	3.06998				2032.970	0.000
	RS LX A3			5.81208	2.72273	6.70758	3.07696				2345.752	0.000
	RS LX A4			5.66940	2.65640	7.08300	3.26510				2161.838	0.000
	RS LX A5			5.54228	2.58675	7.08998	2.77334	0.060	361.329	0.000	2637.605	0.000
	RS LX A6			5.64625	2.59625	6.98563	3.07000				2413.213	0.000
	RS LX A7			5.43700	2.52507	6.94290	2.80253				2737.560	0.000
	RS LX A8			5.77750	2.72000	5.06750	2.73150				1578.502	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
RS LX A2	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A3	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A4	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A5	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5	3 <5&6, >4	4 < 5	5 > 6				3 < 5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A6	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A7	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A8	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5	3 <5&6, >4	4 < 5	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5	5 > 6	

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและ

วิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วน ตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.051$; *Multivariate F-statistic = 295.788, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ SRSขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย, วิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาด 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรและวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 5 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340หน่วย วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาตดัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดดัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 5 ตัวแปร

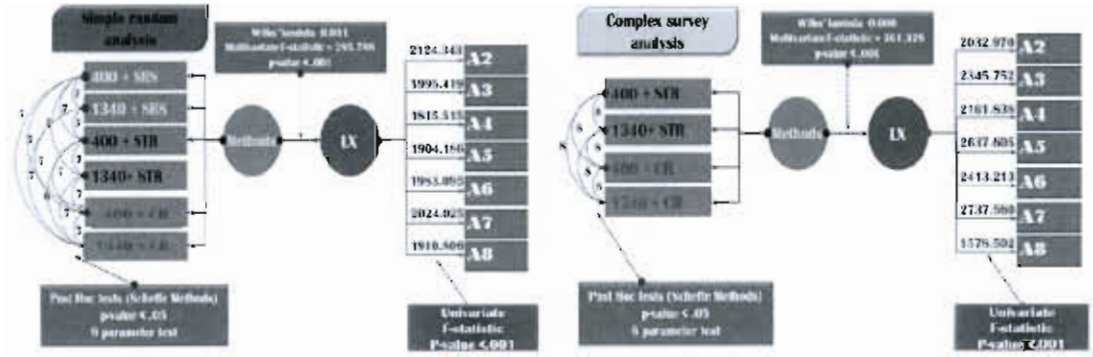
ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.060; Multivariate F-statistic = 361.329. p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR

ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรและวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่าง จำนวน 6 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 45 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 67 ตารางผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative bias of standard error (SD)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	RS TD A2	5.61217	2 72498	5.82788	2 73022	5 13379	3 27764				1675.365	0.000
	RS TD A3	5 55947	2.80143	5.93187	2 69310	5 23297	3.07703				1745.804	0.000
	RS TD A4	5.50438	2 71573	5 82922	2 70922	5.63504	3.42433				1856.266	0.000
	RS TD A5	5.66650	2 71095	5 81353	2 70812	5.52500	2.87368	0 046	267 695	0 000	1564.282	0.000
	RS TD A6	5 66120	2 72890	5.98100	2 70395	5 82206	3.40866				1350 051	0.000
	RS TD A7	5.53406	2 72183	5 83930	2.71662	5 83917	2 74116				2195.313	0.000
	RS TD A8	5 63295	2.69734	5.92473	2.76415	3.27130	2.65892				1208.773	0.000

ตารางที่ 67 (ต่อ)

Sample size	Variables	Relative bias of standard error (TD)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Complex	RS TD A2			5.57637	2.72598	5.13443	3.25927				1157.741	0.000
	RS TD A3			5.68280	2.68910	5.27515	3.03470				1585.564	0.000
	RS TD A4			5.53552	2.70385	5.70577	3.40101				1530.130	0.000
	RS TD A5			5.53258	2.70852	5.56947	2.79491	0.076	274.252	0.000	1412.154	0.000
	RS TD A6			5.74405	2.70245	5.73173	3.35620				1395.132	0.000
	RS TD A7			5.58215	2.70980	5.95188	2.72701				2152.553	0.000
	RS TD A8			5.65668	2.75115	3.32500	2.63480				646.801	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
RS TD A2	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A3	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A4	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A5	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5	3 <5&6, >4	4 < 5	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A6	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A7	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A8	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5	3 <5&6, >4	4 < 5	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5	5 > 6	

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนด

ขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.046; Multivariate F-statistic = 267.695, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRSขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ SRSขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย, วิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาด 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRSขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรและวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 5 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 5 ตัวแปร

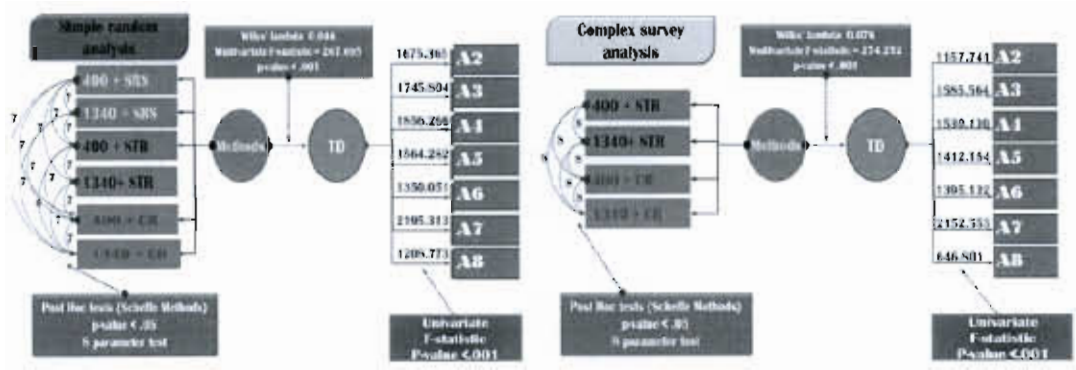
ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.076; Multivariate F-statistic = 274.252, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรและวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 6 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 46 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

โมเดลความไม่แปรเปลี่ยนของการวัด (Invariance model)

ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดปีการศึกษา 2554 และ 2555 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ด้วยการนำเสนอค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย และช่วงความเชื่อมั่น 95% สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 68 ถึง ตารางที่ 72

ตารางที่ 68 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS

True parameter		Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
Λ_{A1}	***0.78***	0.788	0.016	0.001	*0.786*	*0.790*	0.786	0.011	0.001	*0.785*	*0.78*
Λ_{A2}	***0.72***	0.723	0.019	0.001	*0.720*	*0.726*	0.723	0.011	0.001	*0.721*	*0.72*
Λ_{A3}	***0.71***	0.715	0.020	0.001	*0.712*	*0.718*	0.714	0.010	0.001	*0.712*	*0.71*
Λ_{A4}	***0.85***	0.854	0.012	0.001	*0.852*	*0.856*	0.855	0.008	0.001	*0.854*	*0.85*
Λ_{A5}	***0.76***	0.767	0.018	0.001	*0.765*	*0.769*	0.765	0.010	0.001	*0.764*	*0.76*
Λ_{A6}	***0.73***	0.734	0.022	0.002	*0.731*	*0.737*	0.736	0.010	0.001	*0.734*	*0.73*
Λ_{A7}	***0.78***	0.785	0.015	0.001	*0.783*	*0.787*	0.784	0.009	0.001	*0.782*	*0.78*
Λ_{A8}	***0.58***	0.590	0.025	0.002	*0.587*	*0.594*	0.588	0.014	0.001	*0.586*	*0.59*
δ_{A1}	***0.37***	0.385	0.067	0.005	*0.376*	*0.394*	0.388	0.064	0.005	*0.379*	*0.39*
δ_{A2}	***0.47***	0.482	0.059	0.004	*0.474*	*0.490*	0.483	0.054	0.004	*0.476*	*0.49*
δ_{A3}	***0.49***	0.493	0.058	0.004	*0.485*	*0.501*	0.496	0.053	0.004	*0.488*	*0.50*
δ_{A4}	***0.27***	0.278	0.076	0.005	*0.268*	*0.289*	0.276	0.074	0.005	*0.266*	*0.28*
δ_{A5}	***0.41***	0.417	0.065	0.005	*0.408*	*0.426*	0.420	0.060	0.004	*0.412*	*0.42*
δ_{A6}	***0.45***	0.466	0.062	0.004	*0.458*	*0.475*	0.464	0.056	0.004	*0.456*	*0.47*
δ_{A7}	***0.38***	0.389	0.066	0.005	*0.380*	*0.398*	0.392	0.063	0.004	*0.383*	*0.40*
δ_{A8}	***0.65***	0.655	0.046	0.003	*0.648*	*0.661*	0.658	0.038	0.003	*0.653*	*0.66*

จากตารางที่ 68 ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถูกสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ทั้งหมด 16 ค่า และค่าประมาณมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้นและค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยโดยส่วนใหญ่มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 69 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

True parameter		Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
Λ_{A1}	*0.78*	0.788	0.018	0.001	*0.786*	*0.791*	0.789	0.008	0.001	*0.788*	*0.790*
Λ_{A2}	*0.72*	0.720	0.020	0.001	*0.717*	*0.723*	0.723	0.010	0.001	*0.721*	*0.724*
Λ_{A3}	*0.71*	0.712	0.019	0.001	*0.709*	*0.714*	0.714	0.011	0.001	*0.712*	*0.715*
Λ_{A4}	*0.85*	0.855	0.013	0.001	*0.853*	*0.856*	0.854	0.007	0.001	*0.853*	*0.855*
Λ_{A5}	*0.76*	0.768	0.019	0.001	*0.765*	*0.770*	0.767	0.009	0.001	*0.766*	*0.768*
Λ_{A6}	*0.73*	0.736	0.019	0.001	*0.733*	*0.738*	0.737	0.010	0.001	*0.735*	*0.738*
Λ_{A7}	*0.78*	0.784	0.015	0.001	*0.781*	*0.786*	0.784	0.008	0.001	*0.783*	*0.785*
Λ_{A8}	*0.58*	0.589	0.027	0.002	*0.586*	*0.593*	0.588	0.013	0.001	*0.586*	*0.590*
δ_{A1}	*0.37*	0.378	0.028	0.002	*0.374*	*0.382*	0.378	0.013	0.001	*0.376*	*0.379*
δ_{A2}	*0.47*	0.481	0.028	0.002	*0.477*	*0.485*	0.477	0.014	0.001	*0.475*	*0.479*
δ_{A3}	*0.49*	0.493	0.028	0.002	*0.489*	*0.497*	0.491	0.015	0.001	*0.489*	*0.493*
δ_{A4}	*0.27*	0.269	0.022	0.002	*0.266*	*0.272*	0.270	0.012	0.001	*0.268*	*0.272*
δ_{A5}	*0.41*	0.410	0.029	0.002	*0.406*	*0.414*	0.411	0.014	0.001	*0.410*	*0.413*
δ_{A6}	*0.45*	0.458	0.028	0.002	*0.454*	*0.462*	0.457	0.015	0.001	*0.455*	*0.459*
δ_{A7}	*0.38*	0.386	0.023	0.002	*0.383*	*0.389*	0.385	0.013	0.001	*0.383*	*0.387*
δ_{A8}	*0.65*	0.652	0.032	0.002	*0.647*	*0.656*	0.654	0.016	0.001	*0.652*	*0.656*

จากตารางที่ 69 ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถูกสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ทั้งหมด 16 ค่า และค่าประมาณมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์มากขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ส่วนค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจะมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001) และไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 70 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

True parameter		Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
Λ_{A1}	*0.78*	0.788	0.016	0.001	*0.786*	*0.790*	0.788	0.010	0.001	*0.787*	*0.790*
Λ_{A2}	*0.72*	0.720	0.020	0.001	*0.717*	*0.723*	0.722	0.015	0.001	*0.720*	*0.724*
Λ_{A3}	*0.71*	0.711	0.019	0.001	*0.709*	*0.714*	0.713	0.011	0.001	*0.711*	*0.715*
Λ_{A4}	*0.85*	0.855	0.013	0.001	*0.853*	*0.857*	0.853	0.012	0.001	*0.852*	*0.855*
Λ_{A5}	*0.76*	0.767	0.018	0.001	*0.765*	*0.770*	0.767	0.009	0.001	*0.766*	*0.769*
Λ_{A6}	*0.73*	0.736	0.019	0.001	*0.733*	*0.738*	0.736	0.011	0.001	*0.735*	*0.738*
Λ_{A7}	*0.78*	0.784	0.014	0.001	*0.782*	*0.786*	0.784	0.009	0.001	*0.783*	*0.785*
Λ_{A8}	*0.58*	0.588	0.027	0.002	*0.584*	*0.592*	0.588	0.014	0.001	*0.586*	*0.590*
δ_{A1}	*0.37*	0.385	0.067	0.005	*0.376*	*0.394*	0.379	0.016	0.001	*0.377*	*0.381*
δ_{A2}	*0.47*	0.486	0.059	0.004	*0.478*	*0.494*	0.479	0.021	0.001	*0.476*	*0.482*
δ_{A3}	*0.49*	0.499	0.057	0.004	*0.491*	*0.507*	0.491	0.016	0.001	*0.489*	*0.494*
δ_{A4}	*0.27*	0.276	0.076	0.005	*0.265*	*0.286*	0.272	0.020	0.001	*0.269*	*0.274*
δ_{A5}	*0.41*	0.417	0.065	0.005	*0.408*	*0.426*	0.411	0.013	0.001	*0.409*	*0.413*
δ_{A6}	*0.45*	0.464	0.061	0.004	*0.455*	*0.472*	0.458	0.016	0.001	*0.455*	*0.460*
δ_{A7}	*0.38*	0.391	0.065	0.005	*0.382*	*0.400*	0.385	0.015	0.001	*0.383*	*0.387*
δ_{A8}	*0.65*	0.657	0.047	0.003	*0.650*	*0.663*	0.654	0.017	0.001	*0.652*	*0.656*

จากตารางที่ 70 ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถูกสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน พบว่า ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ค่าประมาณพารามิเตอร์ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ทั้งหมด 16 ค่า และค่าประมาณมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเดอร์มากขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ส่วนค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจะมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.004) และไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 71 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และ วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

True parameter		Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
Λ_{A1}	*0.78*	0.751	0.028	0.002	0.747	0.755	0.782	0.019	0.001	0.780	0.78
Λ_{A2}	*0.72*	0.686	0.030	0.002	0.681	0.690	0.720	0.024	0.002	*0.717*	*0.72*
Λ_{A3}	*0.71*	0.670	0.037	0.003	0.665	0.676	0.709	0.033	0.002	0.704	0.71
Λ_{A4}	*0.85*	0.831	0.020	0.001	0.828	0.834	0.852	0.013	0.001	*0.850*	*0.85*
Λ_{A5}	*0.76*	0.777	0.024	0.002	0.774	0.780	0.745	0.063	0.004	0.736	0.75
Λ_{A6}	*0.73*	0.721	0.040	0.003	0.715	0.727	0.732	0.026	0.002	*0.729*	*0.73*
Λ_{A7}	*0.78*	0.770	0.031	0.002	0.766	0.775	0.787	0.014	0.001	*0.784*	*0.78*
Λ_{A8}	*0.58*	0.459	0.070	0.005	0.449	0.469	0.575	0.057	0.004	0.567	0.58
δ_{A1}	*0.37*	0.435	0.042	0.003	0.429	0.441	0.388	0.029	0.002	0.384	0.39
δ_{A2}	*0.47*	0.529	0.041	0.003	0.523	0.535	0.481	0.034	0.002	*0.476*	*0.48*
δ_{A3}	*0.49*	0.549	0.049	0.003	0.542	0.556	0.497	0.047	0.003	*0.490*	*0.50*
δ_{A4}	*0.27*	0.309	0.034	0.002	0.304	0.314	0.273	0.023	0.002	*0.270*	*0.27*
δ_{A5}	*0.41*	0.396	0.037	0.003	0.391	0.401	0.442	0.088	0.006	0.429	0.45
δ_{A6}	*0.45*	0.478	0.055	0.004	0.471	0.486	0.463	0.037	0.003	*0.458*	*0.46*
δ_{A7}	*0.38*	0.406	0.046	0.003	0.399	0.412	0.381	0.023	0.002	0.378	0.38
δ_{A8}	*0.65*	0.785	0.061	0.004	0.776	0.793	0.666	0.066	0.005	0.657	0.67

จากตารางที่ 71 ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถูกสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ ทุกค่า และ δ_{A5} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และ δ ทุกค่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่าช่วงความเชื่อมั่น 95% มีความครอบคลุมค่าพารามิเตอร์มากขึ้น ได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$, $\delta_{A2\text{-}A3}$, δ_{A4} และ δ_{A6}

ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A1}, Λ_{A3}, Λ_{A5}, Λ_{A8} และ δ_{A7} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ δ_{A1}, δ_{A5} และ δ_{A8} มีค่าเฉลี่ยค่าสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate)และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยมีค่าลดลงเล็กน้อย (0.001) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 72 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($SE_{\bar{X}}$) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

True parameter		Sample size = 400					Sample size = 1340				
		Parameter estimate			95%CI		Parameter estimate			95%CI	
		Mean	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*	*Mean*	*SD*	*SE*	*Low*	*Up*
Λ_{A1}	***0.78***	0.751	0.028	0.002	0.747	0.755	0.782	0.020	0.001	0.779	0.78
Λ_{A2}	***0.72***	0.687	0.029	0.002	0.683	0.691	0.719	0.025	0.002	*0.715*	*0.72*
Λ_{A3}	***0.71***	0.671	0.036	0.003	0.666	0.676	0.708	0.033	0.002	0.703	0.71
Λ_{A4}	***0.85***	0.832	0.019	0.001	0.829	0.835	0.852	0.014	0.001	*0.850*	*0.85*
Λ_{A5}	***0.76***	0.776	0.023	0.002	0.773	0.779	0.747	0.062	0.004	0.738	0.75
Λ_{A6}	***0.73***	0.722	0.035	0.003	0.717	0.727	0.732	0.026	0.002	*0.728*	*0.73*
Λ_{A7}	***0.78***	0.771	0.029	0.002	0.767	0.775	0.786	0.015	0.001	*0.784*	*0.78*
Λ_{A8}	***0.58***	0.463	0.065	0.005	0.454	0.472	0.573	0.061	0.004	0.564	0.58
δ_{A1}	***0.37***	0.446	0.090	0.006	0.434	0.459	0.388	0.031	0.002	0.384	0.39
δ_{A2}	***0.47***	0.537	0.077	0.005	0.526	0.547	0.483	0.035	0.002	*0.478*	*0.48*
δ_{A3}	***0.49***	0.557	0.079	0.006	0.546	0.568	0.498	0.047	0.003	0.492	0.50
δ_{A4}	***0.27***	0.322	0.102	0.007	0.307	0.336	0.274	0.024	0.002	*0.271*	*0.27*
δ_{A5}	***0.41***	0.409	0.091	0.006	0.396	0.422	0.439	0.087	0.006	0.427	0.45
δ_{A6}	***0.45***	0.488	0.088	0.006	0.475	0.500	0.464	0.037	0.003	*0.458*	*0.46*
δ_{A7}	***0.38***	0.417	0.094	0.007	0.404	0.430	0.381	0.023	0.002	0.378	0.38
δ_{A8}	***0.65***	0.786	0.067	0.005	0.777	0.795	0.668	0.069	0.005	0.659	0.67

จากตารางที่ 72 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากการประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400

หน่วย ช่วงความเชื่อมั่น 95% ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ Λ ทุกค่า และ δ_{A5} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และ δ ทุกค่าจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย พบว่าช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์มากขึ้น ได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$, δ_{A2}, δ_{A4} และ δ_{A6} ส่วนค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A1}, Λ_{A3}, Λ_{A5}, Λ_{A8} และ δ_{A7} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ δ_{A1}, δ_{A5} และ δ_{A8} มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Overestimate) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยมีค่าลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 73 สรุปจำนวนค่าที่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ความเชื่อมั่น 95%

Method	จำนวนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงในแต่ละเงื่อนไข	
	Sample size = 400	Sample size =1340
SRS	17	17
STR	17	17
STR & Complex	17	17
CR	0	8
CR & Complex	0	7

จาก ตารางสรุปจำนวนค่าที่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ความเชื่อมั่น 95% พบว่าวิธีการสุ่มที่ครอบคลุมค่าจริงของพารามิเตอร์ครบทั้ง 17 ค่า ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS การสุ่มแบบ STR และการสุ่มแบบ STR วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน วิธีการสุ่มที่มีจำนวนค่าครอบคลุมที่รองลงมา คือ การสุ่มแบบ CR โดยไม่มีจำนวนค่าที่ครอบคลุม ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และเพิ่มเป็น 8 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิธีการสุ่มที่มีจำนวนค่าครอบคลุมน้อยที่สุด คือ CR วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน โดยไม่มีจำนวนค่าที่ครอบคลุม ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และเพิ่มเป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์เชิงบรรยาย โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

2.1 เปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข โดยใช้สถิติ One-sample t-testสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 74 ถึงตารางที่ 78

ตารางที่ 74 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS

Parameter	Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*		
Λ_{A1}	0.000	0.016	-0.111	*0.912*	0.002	0.011	1.024	*0.307*
Λ_{A2}	-0.001	0.019	-0.826	*0.410*	-0.001	0.011	-0.662	*0.509*
Λ_{A3}	-0.001	0.020	-0.839	*0.402*	0.000	0.010	0.595	*0.553*
Λ_{A4}	0.000	0.012	0.219	*0.827*	-0.001	0.008	-1.635	*0.104*
Λ_{A5}	-0.002	0.018	-1.587	*0.114*	0.000	0.010	-0.220	*0.826*
Λ_{A6}	0.002	0.022	1.461	*0.146*	0.000	0.010	0.504	*0.615*
Λ_{A7}	-0.001	0.015	-1.159	*0.248*	0.000	0.009	0.651	*0.516*
Λ_{A8}	-0.002	0.025	-1.124	*0.263*	0.000	0.014	0.451	*0.652*
δ_{A1}	0.000	0.025	0.268	*0.789*	-0.003	0.017	-2.328	*0.021*
δ_{A2}	0.002	0.027	1.024	*0.307*	0.001	0.016	0.783	*0.435*
δ_{A3}	0.002	0.028	0.999	*0.319*	-0.001	0.014	-0.492	*0.623*
δ_{A4}	0.000	0.021	-0.142	*0.887*	0.002	0.013	1.686	*0.093*
δ_{A5}	0.003	0.027	1.730	*0.085*	0.000	0.015	0.287	*0.775*
δ_{A6}	-0.003	0.031	-1.290	*0.199*	0.000	0.015	-0.457	*0.648*
δ_{A7}	0.006	0.072	1.246	*0.214*	0.006	0.063	1.377	*0.170*
δ_{A8}	0.003	0.030	1.426	*0.155*	0.000	0.017	-0.292	*0.771*

จากตารางที่ 74 ในการทดสอบพารามิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย SRS พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

ตารางที่ 75 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริง ของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

Parameter	Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*		
Λ_{A1}	0.000	0.018	-0.266	*0.791*	-0.001	0.008	-1.352	*0.178*
Λ_{A2}	0.002	0.020	1.367	*0.173*	-0.001	0.010	-1.112	*0.267*
Λ_{A3}	0.002	0.019	1.772	*0.078*	0.000	0.011	0.580	*0.562*
Λ_{A4}	-0.001	0.013	-0.710	*0.478*	0.000	0.007	-0.917	*0.360*
Λ_{A5}	-0.003	0.019	-1.943	*0.053*	-0.002	0.009	-1.174	*0.242*
Λ_{A6}	0.000	0.019	0.201	*0.841*	-0.001	0.010	-1.020	*0.309*
Λ_{A7}	0.000	0.015	0.417	*0.677*	0.000	0.008	-0.535	*0.593*
Λ_{A8}	-0.001	0.027	-0.760	*0.448*	0.000	0.013	-0.316	*0.752*
δ_{A1}	0.001	0.028	0.427	*0.670*	0.001	0.013	1.416	*0.158*
δ_{A2}	-0.002	0.028	-1.174	*0.242*	0.001	0.014	1.260	*0.209*
δ_{A3}	-0.003	0.028	-1.598	*0.112*	-0.001	0.015	-0.496	*0.621*
δ_{A4}	0.001	0.022	0.817	*0.415*	0.001	0.013	0.936	*0.350*
δ_{A5}	0.004	0.029	2.091	*0.038*	0.003	0.014	1.730	*0.085*
δ_{A6}	0.000	0.028	-0.041	*0.968*	0.001	0.015	1.106	*0.270*
δ_{A7}	0.000	0.032	0.042	*0.966*	0.000	0.018	0.012	*0.991*
δ_{A8}	0.002	0.032	1.066	*0.288*	0.000	0.015	0.448	*0.655*

จากตารางที่ 75 ในการทดสอบพารามิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STRและวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

ตารางที่ 76 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์ และ ค่าจริงของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

Parameter	Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*		
Λ_{A1}	0.000	0.016	-0.039	*0.969*	0.000	0.010	-0.170	*0.866*
Λ_{A2}	0.002	0.020	1.385	*0.168*	0.000	0.015	0.176	*0.861*
Λ_{A3}	0.003	0.019	1.901	*0.059*	0.001	0.011	1.191	*0.235*
Λ_{A4}	-0.001	0.013	-1.361	*0.175*	0.001	0.012	0.707	*0.480*
Λ_{A5}	-0.002	0.018	-1.729	*0.085*	-0.002	0.009	-1.174	*0.242*
Λ_{A6}	0.000	0.019	0.294	*0.769*	0.000	0.011	-0.311	*0.757*
Λ_{A7}	0.000	0.014	-0.044	*0.965*	0.000	0.009	-0.266	*0.791*
Λ_{A8}	0.000	0.027	-0.126	*0.900*	0.000	0.014	-0.095	*0.925*
δ_{A1}	0.000	0.026	0.156	*0.876*	0.000	0.016	0.233	*0.816*
δ_{A2}	-0.002	0.028	-1.198	*0.232*	0.000	0.020	-0.024	*0.981*
δ_{A3}	-0.003	0.027	-1.743	*0.083*	-0.001	0.016	-1.105	*0.271*
δ_{A4}	0.002	0.021	1.463	*0.145*	-0.001	0.020	-0.654	*0.514*
δ_{A5}	0.004	0.028	1.895	*0.060*	0.004	0.014	0.029	*0.091*
δ_{A6}	0.000	0.028	-0.127	*0.899*	0.000	0.016	0.394	*0.694*
δ_{A7}	0.006	0.067	1.339	*0.182*	0.000	0.020	-0.004	*0.997*
δ_{A8}	0.001	0.032	0.434	*0.665*	0.000	0.017	0.224	*0.823*

จากตารางที่ 76 ในการทดสอบพารามิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STRและวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

ตารางที่ 77 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริง ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

Parameter	Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*		
Λ_{A1}	0.037	0.028	18.402	0.000	0.006	0.019	4.299	0.000
Λ_{A2}	0.036	0.030	17.135	0.000	0.002	0.024	1.246	*0.214*
Λ_{A3}	0.044	0.037	16.715	0.000	0.005	0.033	2.223	0.027
Λ_{A4}	0.023	0.020	15.868	0.000	0.002	0.013	1.870	*0.063*
Λ_{A5}	-0.012	0.024	-7.032	0.000	0.020	0.063	4.589	0.000
Λ_{A6}	0.015	0.040	5.265	0.000	0.004	0.026	1.977	0.049
Λ_{A7}	0.014	0.031	6.282	0.000	-0.002	0.014	-2.438	0.016
Λ_{A8}	0.129	0.070	26.207	0.000	0.013	0.057	3.297	0.001
δ_{A1}	-0.056	0.042	-18.885	0.000	-0.009	0.029	-4.139	0.000
δ_{A2}	-0.050	0.041	-17.342	0.000	-0.002	0.034	-1.018	*0.310*
δ_{A3}	-0.059	0.049	-17.164	0.000	-0.006	0.047	-1.927	*0.055*
δ_{A4}	-0.038	0.034	-16.013	0.000	-0.003	0.023	-1.761	*0.080*
δ_{A5}	0.019	0.037	7.270	0.000	-0.027	0.088	-4.309	0.000
δ_{A6}	-0.020	0.055	-5.173	0.000	-0.005	0.037	-1.788	*0.075*
δ_{A7}	0.000	0.063	-0.032	*0.975*	0.000	0.030	0.026	*0.979*
δ_{A8}	-0.130	0.061	-29.982	0.000	-0.012	0.066	-2.615	0.010

จากตารางที่ 77 ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริง ของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดภายในโมเดลเท่ากัน ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 1 ค่าได้แก่ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ δ ทุกค่า มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A6\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 7 ค่า ได้แก่ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\delta_{A2\text{-}A4}$ และ δ_{A6A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A7}, δ_{A1}, δ_{A5} และ δ_{A8} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ และ δ ที่เหลือมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

ตารางที่ 78 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าสถิติทดสอบที (*t*) และค่าความน่าจะเป็น (*p*) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริง ของค่าประมาณ พารามิเตอร์ด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

Parameter	Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Difference		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*		
Λ_{A1}	0.052	0.028	6.717	0.000	0.006	0.020	4.250	0.000
Λ_{A2}	0.049	0.029	6.850	0.000	0.003	0.025	1.829	*0.069*
Λ_{A3}	0.056	0.036	7.857	0.000	0.006	0.033	2.704	0.007
Λ_{A4}	0.039	0.019	4.638	0.000	0.002	0.014	2.031	0.044
Λ_{A5}	0.004	0.023	0.544	*0.587*	0.018	0.062	4.162	0.000
Λ_{A6}	0.028	0.035	3.716	0.000	0.004	0.026	2.202	0.029
Λ_{A7}	0.029	0.029	3.599	0.000	-0.002	0.015	-2.235	0.027

ตารางที่ 78 (ต่อ)

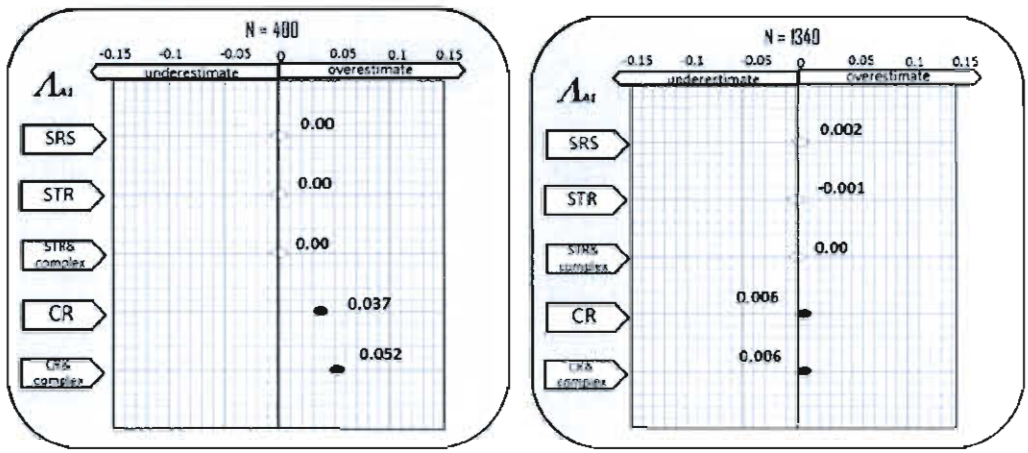
Parameter	Sample size = 400				Sample size = 1340			
	Difference		*t-ratio*	*p-value*	Differenee		*t-ratio*	*p-value*
	Mean	*SD*			*Mean*	*SD*		
Λ_{A8}	0.134	0.065	20.850	0.000	0.015	0.061	3.492	0.001
δ_{A1}	-0.067	0.042	-10.585	0.000	-0.009	0.031	-4.094	0.000
δ_{A2}	-0.058	0.039	-10.657	0.000	-0.004	0.035	-1.604	*0.110*
δ_{A3}	-0.067	0.048	-11.896	0.000	-0.008	0.047	-2.416	0.017
δ_{A4}	-0.051	0.032	-7.039	0.000	-0.003	0.024	-1.902	*0.059*
δ_{A5}	0.006	0.035	0.897	*0.371*	-0.024	0.087	-3.873	0.000
δ_{A6}	-0.029	0.049	-4.697	0.000	-0.005	0.037	-2.017	0.045
δ_{A7}	0.000	0.096	0.009	*0.992*	0.000	0.031	0.032	*0.974*
δ_{A8}	-0.132	0.061	-27.679	0.000	-0.014	0.069	-2.841	0.005

จากตารางที่ 78 การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดภายในโมเดลเท่ากัน ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 3 ค่าได้แก่ Λ_{A5}, δ_{A5} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ δ ทุกค่า มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$ กับ $\Lambda_{A5\text{-}A8}$ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 4 ค่า ได้แก่ Λ_{A2}, δ_{A2}, δ_{A4} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A7}, δ_{A1}, δ_{A3}, δ_{A5}, δ_{A6} และ δ_{A8} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ และ δ ที่เหลือ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

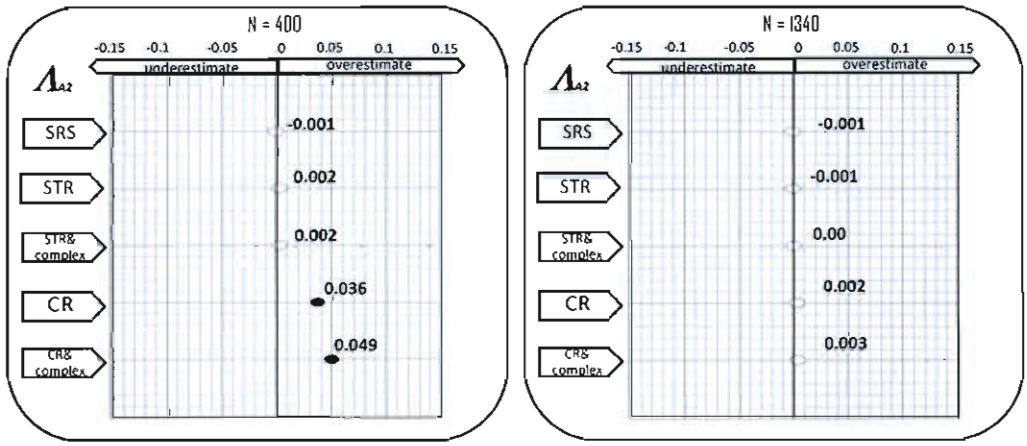
เพื่อแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ ในแต่ละค่าน้ำหนักองค์ประกอบของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 47 ถึง ภาพที่ 62

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

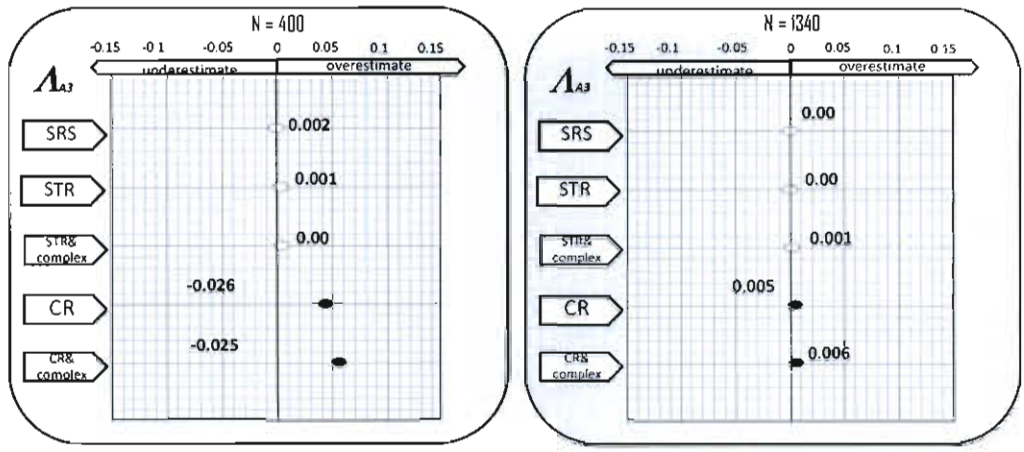
○ หมายถึง ค่าประมาณของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างจากค่าจริงของพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001



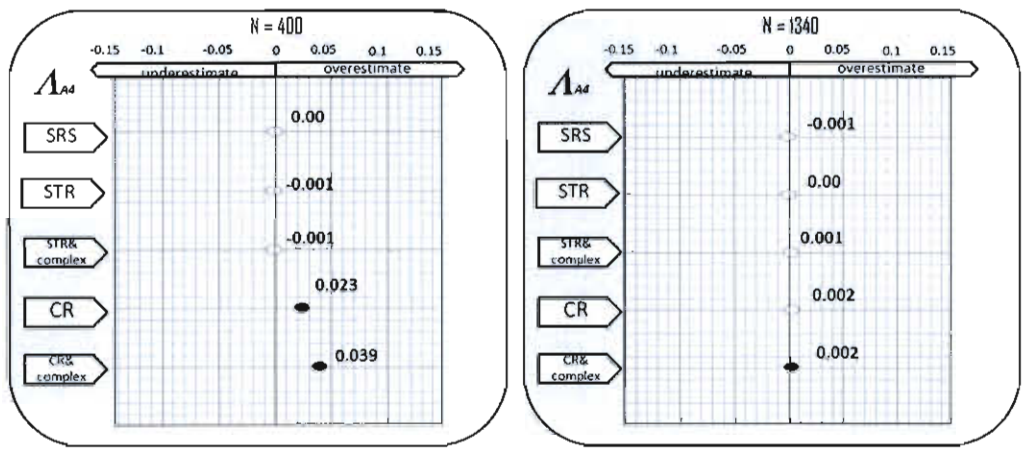
ภาพที่ 47 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A1}



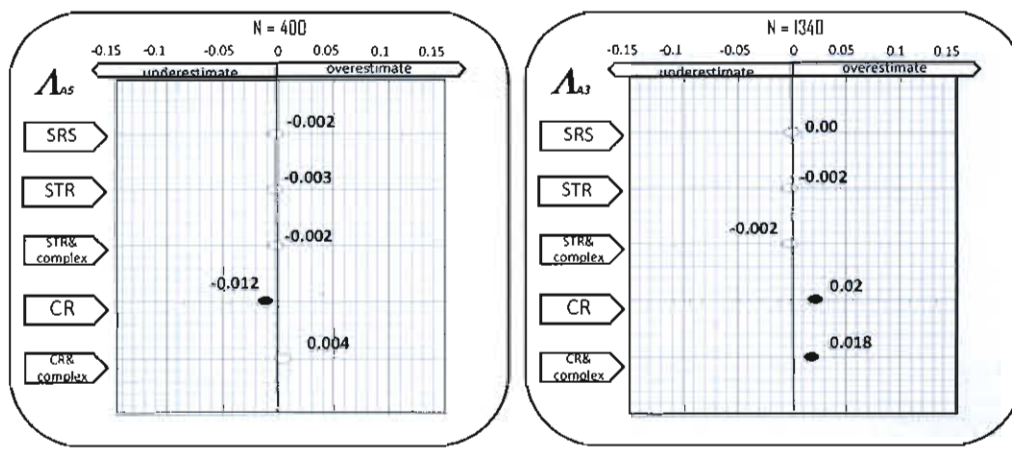
ภาพที่ 48 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A2}



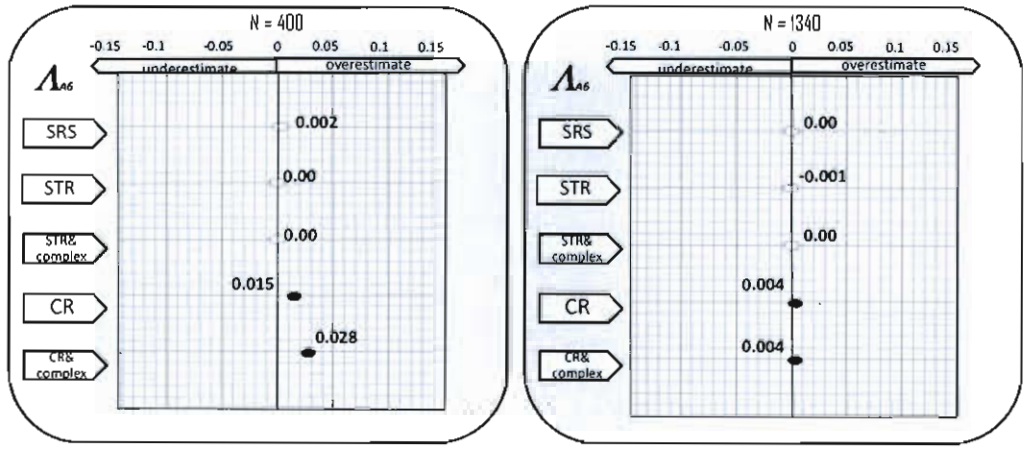
ภาพที่ 49 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A3}



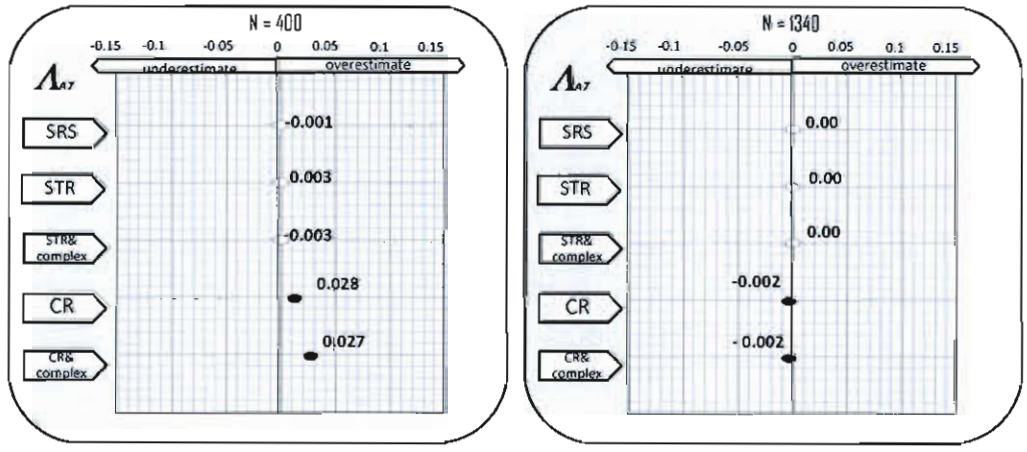
ภาพที่ 50 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A4}



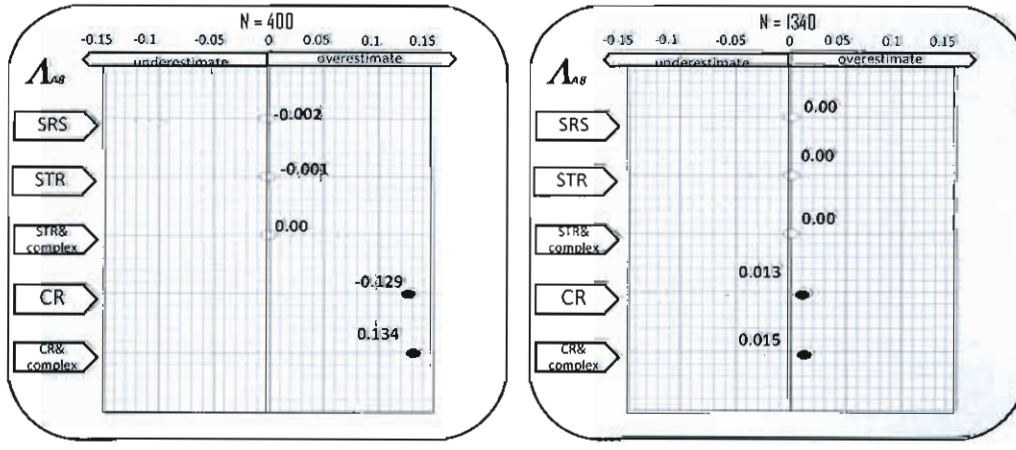
ภาพที่ 51 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A5}



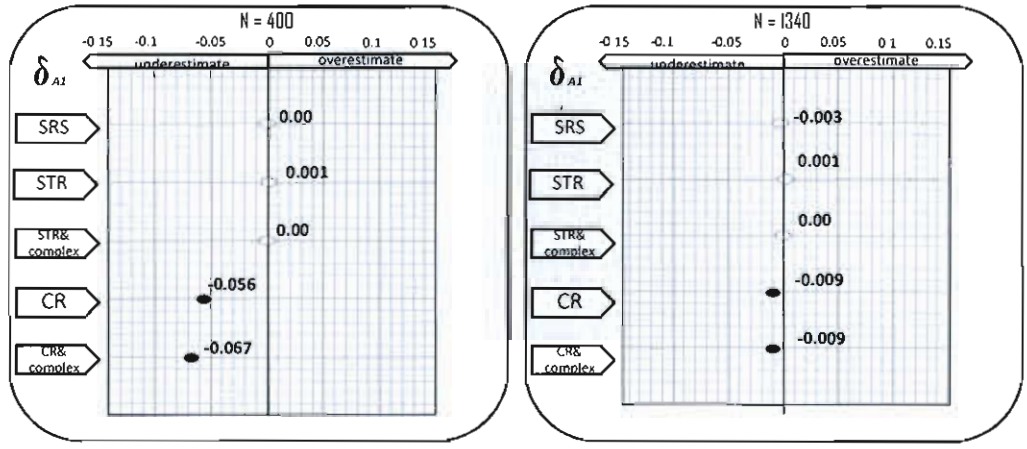
ภาพที่ 52 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A6}



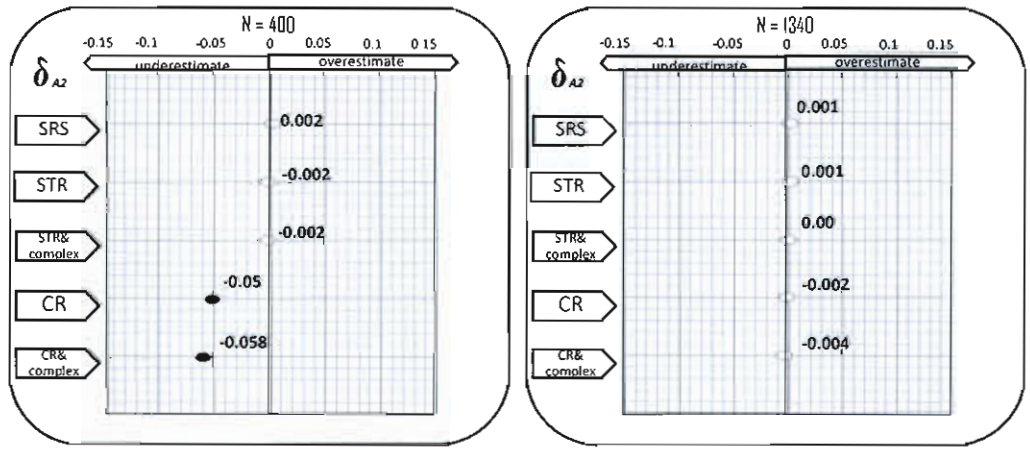
ภาพที่ 53 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A7}



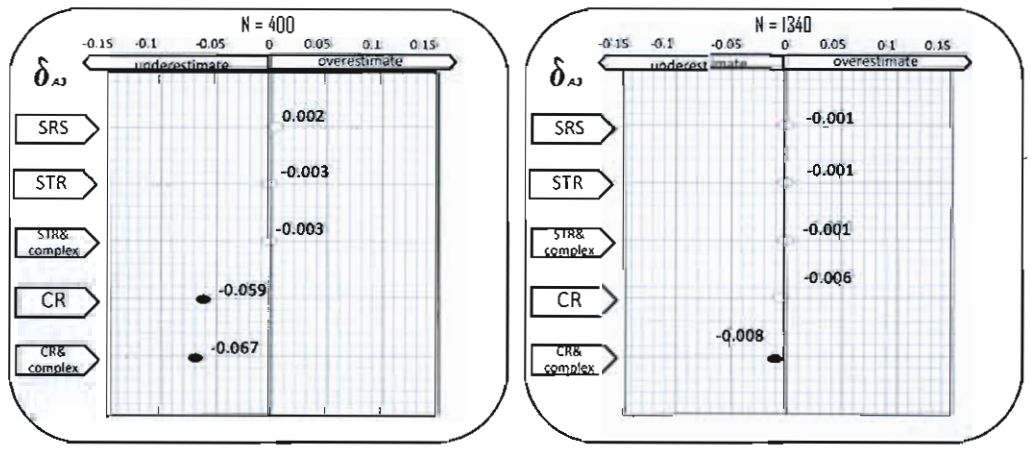
ภาพที่ 54 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ Λ_{A8}



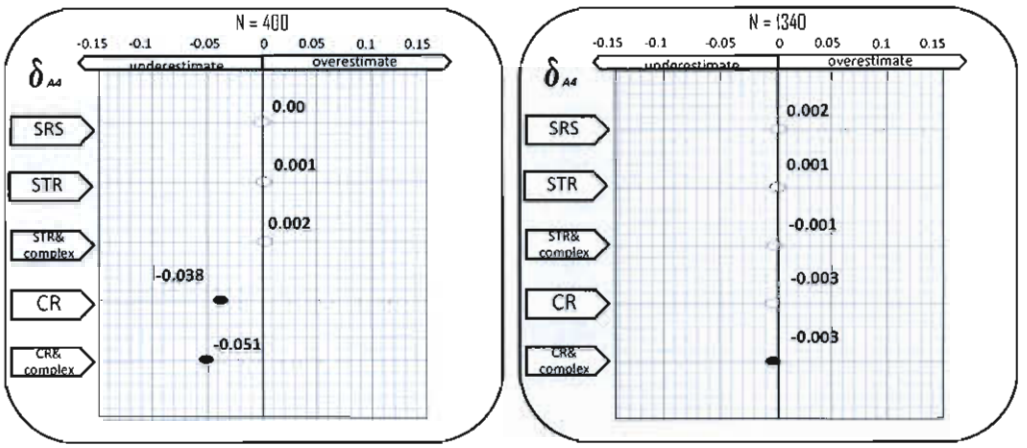
ภาพที่ 55 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A1}



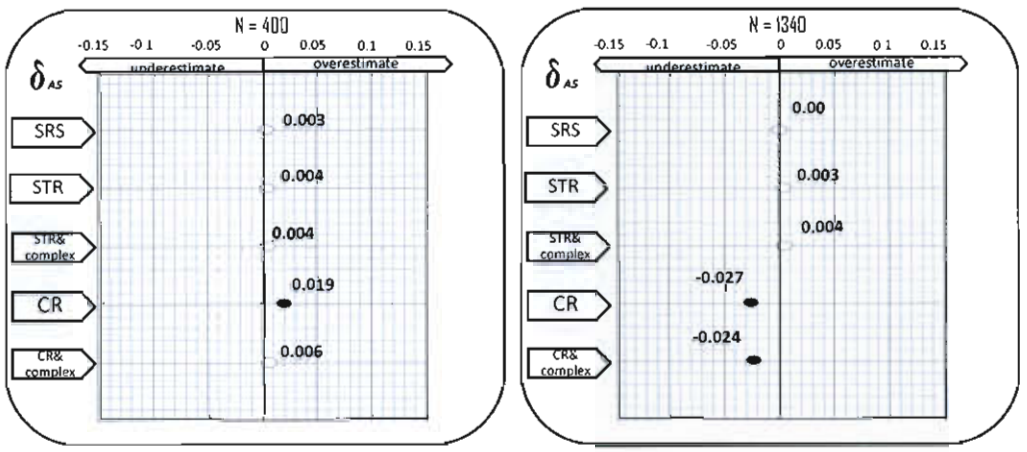
ภาพที่ 56 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A2}



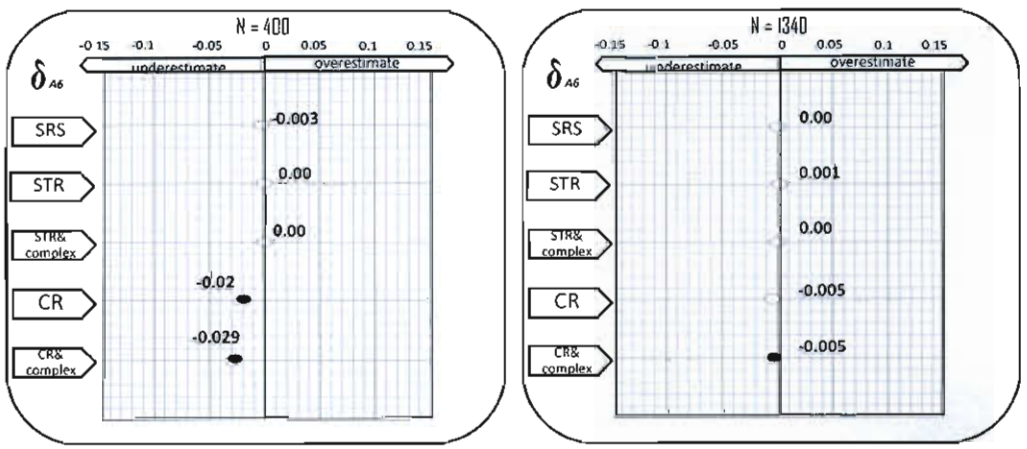
ภาพที่ 57 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A3}



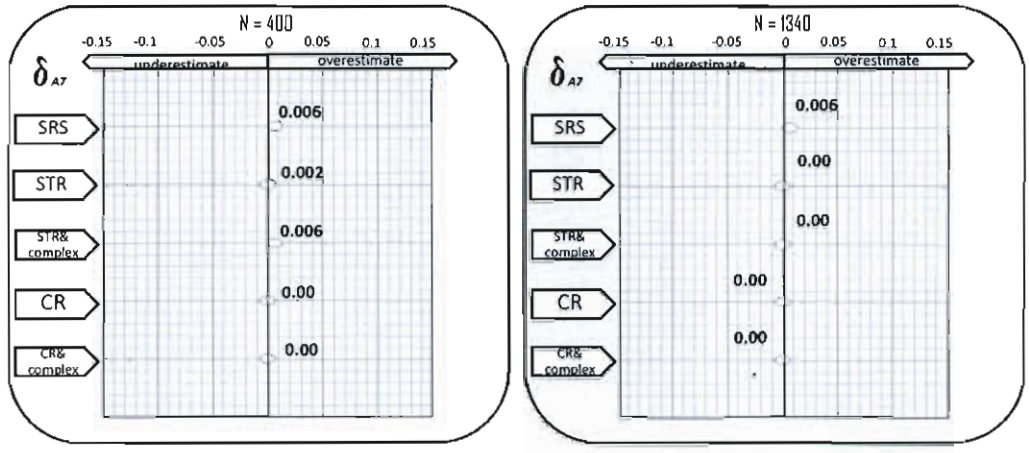
ภาพที่ 58 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A4}



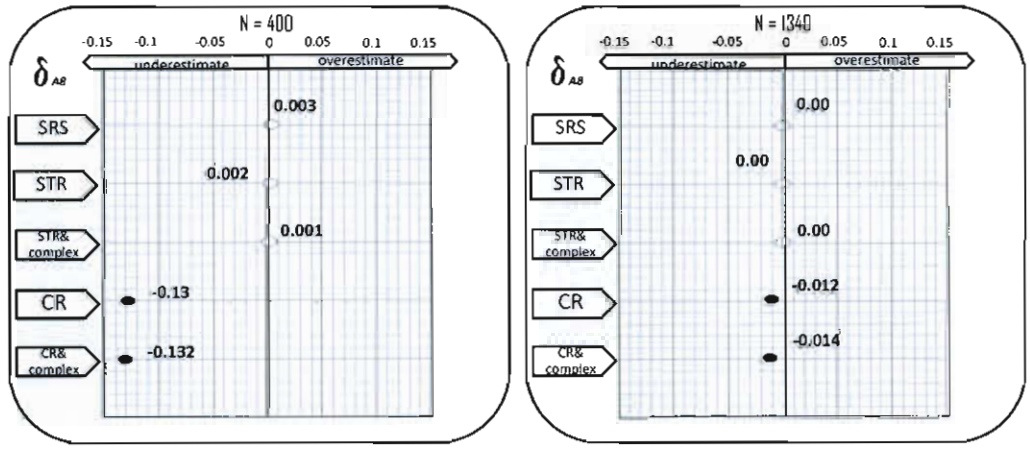
ภาพที่ 59 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A5}



ภาพที่ 60 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A6}



ภาพที่ 61 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A7}



ภาพที่ 62 ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ของ δ_{A8}

ตารางที่ 79 จำนวนค่าองค์ประกอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

Method	จำนวนค่าองค์ประกอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001	
	Sample size = 400	Sample size = 1340
SRS	17	17
STR	17	17
STR & Complex	17	17
CR	1	7
CR & Complex	3	4

จากตารางสรุปจำนวนค่าองค์ประกอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติมที่ .001 พบว่า วิธีการสุ่มที่ค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าจริงของพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันครบทั้ง 17 ค่า ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, การสุ่มแบบ STR และ การสุ่มแบบ STR วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน วิธีการสุ่มที่มีจำนวนรองลงมา คือ การสุ่มแบบ CR มีจำนวน 1 ค่า ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และเพิ่มเป็น 7 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิธีการสุ่ม CR วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน โดยมีจำนวน 3 ค่า ที่จำนวนขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และเพิ่มเป็น 4 ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย

2.2 การวิเคราะห์ค่าร้อยละเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ซึ่งหมายถึง ค่าร้อยละของความเอนเอียงที่ค่าประมาณพารามิเตอร์จากกลุ่มตัวอย่างเทียบกับค่าจริงของพารามิเตอร์ สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 80 ถึงตารางที่ 84

ตารางที่ 80 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
λ_{A1}	1.644	1.201	ต่ำ	0.913	1.136	ต่ำ
λ_{A2}	2.146	1.509	ต่ำ	1.210	0.889	ต่ำ
λ_{A3}	2.133	1.757	ต่ำ	1.142	0.846	ต่ำ
λ_{A4}	1.150	0.870	ต่ำ	0.686	0.568	ต่ำ
λ_{A5}	1.923	1.335	ต่ำ	1.016	0.824	ต่ำ
λ_{A6}	2.275	1.860	ต่ำ	1.138	0.809	ต่ำ
λ_{A7}	1.528	1.148	ต่ำ	0.869	0.674	ต่ำ
λ_{A8}	3.413	2.685	ต่ำ	1.910	1.551	ต่ำ
δ_{A1}	5.379	3.902	ปานกลาง	2.970	3.591	ต่ำ
δ_{A2}	4.671	3.261	ต่ำ	2.635	1.936	ต่ำ
δ_{A3}	4.437	3.636	ต่ำ	2.372	1.748	ต่ำ
δ_{A4}	6.189	4.667	ปานกลาง	3.699	3.060	ต่ำ
δ_{A5}	5.442	3.807	ปานกลาง	2.867	2.326	ต่ำ
δ_{A6}	5.356	4.334	ปานกลาง	2.689	1.905	ต่ำ
δ_{A7}	6.291	4.784	ปานกลาง	4.055	3.140	ต่ำ
δ_{A8}	3.616	2.860	ต่ำ	2.016	1.639	ต่ำ

ตารางที่ 81 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วย วิธีการสุ่มแบบ STR และ วิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
Λ_{A1}	1.706	1.428	ต่ำ	0.848	0.623	ต่ำ
Λ_{A2}	2.173	1.653	ต่ำ	1.075	0.859	ต่ำ
Λ_{A3}	2.188	1.621	ต่ำ	1.165	0.919	ต่ำ
Λ_{A4}	1.198	0.928	ต่ำ	0.707	0.486	ต่ำ
Λ_{A5}	2.037	1.486	ต่ำ	0.939	0.727	ต่ำ
Λ_{A6}	1.984	1.646	ต่ำ	1.151	0.822	ต่ำ
Λ_{A7}	1.546	1.106	ต่ำ	0.858	0.594	ต่ำ
Λ_{A8}	3.651	2.729	ต่ำ	1.751	1.402	ต่ำ
δ_{A1}	5.593	4.737	ปานกลาง	2.778	2.039	ต่ำ
δ_{A2}	4.710	3.537	ต่ำ	2.341	1.866	ต่ำ
δ_{A3}	4.537	3.356	ต่ำ	2.422	1.916	ต่ำ
δ_{A4}	6.454	4.982	ปานกลาง	3.810	2.622	ต่ำ
δ_{A5}	5.766	4.223	ปานกลาง	2.656	2.065	ต่ำ
δ_{A6}	4.682	3.870	ต่ำ	2.722	1.943	ต่ำ
δ_{A7}	6.568	4.977	ปานกลาง	3.736	2.753	ต่ำ
δ_{A8}	3.872	2.926	ต่ำ	1.850	1.479	ต่ำ

ตารางที่ 82 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
λ_{A1}	1.643	1.285	ต่ำ	0.888	0.979	ต่ำ
λ_{A2}	2.218	1.632	ต่ำ	1.168	1.695	ต่ำ
λ_{A3}	2.162	1.608	ต่ำ	1.249	1.014	ต่ำ
λ_{A4}	1.173	0.889	ต่ำ	0.820	1.170	ต่ำ
λ_{A5}	1.956	1.417	ต่ำ	0.930	0.733	ต่ำ
λ_{A6}	2.046	1.586	ต่ำ	1.181	0.947	ต่ำ
λ_{A7}	1.466	1.100	ต่ำ	0.913	0.759	ต่ำ
λ_{A8}	3.633	2.805	ต่ำ	1.848	1.540	ต่ำ
δ_{A1}	5.378	4.192	ปานกลาง	2.898	3.085	ต่ำ
δ_{A2}	4.806	3.489	ต่ำ	2.519	3.454	ต่ำ
δ_{A3}	4.482	3.323	ต่ำ	2.592	2.089	ต่ำ
δ_{A4}	6.324	4.776	ปานกลาง	4.383	5.993	ต่ำ
δ_{A5}	5.534	4.014	ปานกลาง	2.634	2.088	ต่ำ
δ_{A6}	4.829	3.731	ต่ำ	2.790	2.216	ต่ำ
δ_{A7}	6.430	4.615	ปานกลาง	3.894	3.317	ต่ำ
δ_{A8}	3.841	2.955	ต่ำ	1.955	1.646	ต่ำ

ตารางที่ 83 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
Λ_{A1}	4.771	3.468	ต่ำ	2.010	1.414	ต่ำ
Λ_{A2}	13.909	3.764	สูง	8.634	4.466	ปานกลาง
Λ_{A3}	4.711	4.190	ต่ำ	4.324	2.964	ต่ำ
Λ_{A4}	11.260	1.723	สูง	8.501	2.632	ปานกลาง
Λ_{A5}	6.447	7.861	ปานกลาง	2.820	2.500	ต่ำ
Λ_{A6}	4.650	4.002	ต่ำ	4.833	2.345	ต่ำ
Λ_{A7}	4.133	2.665	ต่ำ	4.889	1.872	ต่ำ
Λ_{A8}	28.628	10.833	สูง	11.705	7.308	ปานกลาง
δ_{A1}	6.543	4.560	ปานกลาง	15.064	10.613	สูง
δ_{A2}	12.108	6.468	สูง	19.881	5.656	สูง
δ_{A3}	8.448	7.195	ปานกลาง	8.163	5.647	ปานกลาง
δ_{A4}	33.819	5.454	สูง	25.265	8.084	สูง
δ_{A5}	20.377	3.734	สูง	9.460	8.185	ปานกลาง
δ_{A6}	9.260	7.643	ปานกลาง	9.772	4.760	ปานกลาง
δ_{A7}	10.631	9.495	สูง	5.596	4.120	ปานกลาง
δ_{A8}	33.759	10.482	สูง	15.209	8.970	สูง

ตารางที่ 84 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วย วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative bias		ระดับ	Relative bias		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
Λ_{A1}	4.901	3.279	ต่ำ	2.115	1.580	ต่ำ
Λ_{A2}	5.134	3.563	ปานกลาง	2.601	2.226	ต่ำ
Λ_{A3}	6.430	4.515	ปานกลาง	3.737	2.915	ต่ำ
Λ_{A4}	2.806	1.992	สูง	1.352	0.951	ต่ำ
Λ_{A5}	5.017	6.815	ปานกลาง	2.680	1.922	ต่ำ
Λ_{A6}	3.493	3.802	ต่ำ	2.457	2.574	ต่ำ
Λ_{A7}	2.683	3.103	ต่ำ	1.526	1.112	ต่ำ
Λ_{A8}	21.616	10.324	สูง	8.474	6.488	ปานกลาง
δ_{A1}	15.496	10.055	สูง	6.872	5.053	ปานกลาง
δ_{A2}	10.767	7.260	สูง	5.616	4.709	ปานกลาง
δ_{A3}	12.751	8.532	ปานกลาง	7.674	5.808	ปานกลาง
δ_{A4}	14.807	10.357	สูง	7.274	5.104	ปานกลาง
δ_{A5}	13.265	17.169	สูง	7.650	5.513	ปานกลาง
δ_{A6}	8.018	8.232	ปานกลาง	5.716	5.783	ปานกลาง
δ_{A7}	11.149	10.713	สูง	6.357	4.677	ต่ำ
δ_{A8}	19.828	8.455	สูง	8.706	6.214	ปานกลาง

ตารางที่ 85 ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ของแต่ละวิธีการสุ่ม

Method	จำนวนระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ในแต่ละเงื่อนไข					
	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	H	M	L	H	M	L
SRS	0	5	11	0	0	16
STR	0	12	4	0	0	16
STR & Complex	0	12	4	0	0	16
CR	8	4	4	0	8	8
CR & Complex	8	5	3	0	8	8

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

จากตารางที่ 85 สามารถสรุปค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

1. วิธีการสุ่มแบบ SRS

1.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.644-2.691 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 5: 11

1.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.686-4.055 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ SRS ส่วนใหญ่ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

2. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.198-6.568 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 12: 4

2.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.707-3.736 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

3. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

3.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.173-6.430

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 12: 4

3.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.820-4.383

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของสุ่มแบบซับซ้อน

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

4. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

4.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.133-33.759

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 8: 4: 4

4.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.010-25.265

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 8: 8

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

5. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างแบบซับซ้อน

5.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.683-21.616

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 8: 5: 3

5.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.526-8.706

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 8: 8

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

2.3 การวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ ซึ่งหมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของค่าประมาณพารามิเตอร์จากกลุ่มตัวอย่างเทียบกับค่าจริงของพารามิเตอร์ และคำนวณหาค่าเฉลี่ยในจำนวน 200 ครั้งการทำซ้ำ (Replications) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 86 ถึง ตารางที่ 90

ตารางที่ 86 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ SRS

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
Λ_{A1}	7.888	0.286	ปานกลาง	4.715	0.085	ต่ำ
Λ_{A2}	7.500	0.373	ปานกลาง	4.575	0.087	ต่ำ
Λ_{A3}	8.380	0.405	ปานกลาง	5.060	0.097	ปานกลาง
Λ_{A4}	7.484	0.419	ปานกลาง	4.567	0.086	ต่ำ
Λ_{A5}	7.429	0.330	ปานกลาง	4.557	0.081	ต่ำ
Λ_{A6}	8.133	0.443	ปานกลาง	4.917	0.088	ต่ำ
Λ_{A7}	7.943	0.411	ปานกลาง	4.857	0.067	ต่ำ
Λ_{A8}	8.086	0.382	ปานกลาง	4.814	0.097	ต่ำ
δ_{A1}	7.824	0.412	ปานกลาง	4.737	0.076	ต่ำ
δ_{A2}	7.821	0.222	ปานกลาง	4.731	0.063	ต่ำ
δ_{A3}	7.819	0.160	ปานกลาง	4.768	0.131	ต่ำ
δ_{A4}	7.890	0.355	ปานกลาง	4.676	0.098	ต่ำ
δ_{A5}	8.010	0.417	ปานกลาง	4.733	0.109	ต่ำ
δ_{A6}	7.984	0.271	ปานกลาง	4.739	0.111	ต่ำ
δ_{A7}	7.743	0.248	ปานกลาง	4.741	0.094	ต่ำ
δ_{A8}	7.902	0.374	ปานกลาง	4.706	0.140	ต่ำ

ตารางที่ 87 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
Λ_{A1}	7.830	0.370	ปานกลาง	4.697	0.112	ต่ำ
Λ_{A2}	7.550	0.313	ปานกลาง	4.575	0.087	ต่ำ
Λ_{A3}	8.400	0.400	ปานกลาง	5.060	0.097	ปานกลาง
Λ_{A4}	7.450	0.431	ปานกลาง	4.583	0.142	ต่ำ
Λ_{A5}	7.429	0.381	ปานกลาง	4.557	0.125	ต่ำ
Λ_{A6}	8.133	0.383	ปานกลาง	4.933	0.141	ต่ำ
Λ_{A7}	7.943	0.416	ปานกลาง	4.857	0.191	ต่ำ
Λ_{A8}	8.114	0.322	ปานกลาง	4.886	0.113	ต่ำ
δ_{A1}	7.745	0.420	ปานกลาง	4.698	0.075	ต่ำ
δ_{A2}	7.918	0.541	ปานกลาง	4.737	0.110	ต่ำ
δ_{A3}	8.008	0.237	ปานกลาง	4.709	0.086	ต่ำ
δ_{A4}	7.922	0.346	ปานกลาง	4.711	0.090	ต่ำ
δ_{A5}	7.795	0.261	ปานกลาง	4.714	0.052	ต่ำ
δ_{A6}	7.811	0.262	ปานกลาง	4.720	0.093	ต่ำ
δ_{A7}	7.807	0.354	ปานกลาง	4.737	0.129	ต่ำ
δ_{A8}	8.066	0.477	ปานกลาง	4.734	0.103	ต่ำ

ตารางที่ 88 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
Λ_{A1}	7.810	0.343	ปานกลาง	4.690	0.089	ต่ำ
Λ_{A2}	7.563	0.245	ปานกลาง	4.613	0.071	ต่ำ
Λ_{A3}	8.420	0.394	ปานกลาง	5.100	0.105	ปานกลาง
Λ_{A4}	7.417	0.317	ปานกลาง	4.617	0.113	ต่ำ
Λ_{A5}	7.414	0.281	ปานกลาง	4.557	0.125	ต่ำ
Λ_{A6}	8.100	0.274	ปานกลาง	4.933	0.117	ต่ำ
Λ_{A7}	7.943	0.263	ปานกลาง	4.871	0.157	ต่ำ
Λ_{A8}	8.086	0.376	ปานกลาง	4.871	0.106	ต่ำ
δ_{A1}	7.728	0.512	ปานกลาง	4.703	0.051	ต่ำ
δ_{A2}	7.904	0.435	ปานกลาง	4.750	0.126	ต่ำ
δ_{A3}	7.985	0.339	ปานกลาง	4.698	0.143	ต่ำ
δ_{A4}	7.909	0.418	ปานกลาง	4.688	0.079	ต่ำ
δ_{A5}	7.769	0.331	ปานกลาง	4.725	0.115	ต่ำ
δ_{A6}	7.790	0.442	ปานกลาง	4.707	0.117	ต่ำ
δ_{A7}	7.778	0.341	ปานกลาง	4.726	0.134	ต่ำ
δ_{A8}	8.029	0.383	ปานกลาง	4.748	0.076	ต่ำ

ตารางที่ 89 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
Λ_{A1}	6.924	0.482	ปานกลาง	4.641	0.215	ต่ำ
Λ_{A2}	8.250	0.559	ปานกลาง	4.888	0.171	ต่ำ
Λ_{A3}	9.380	1.022	ปานกลาง	5.260	0.190	ปานกลาง
Λ_{A4}	8.500	0.737	ปานกลาง	4.917	0.239	ต่ำ
Λ_{A5}	8.543	0.575	ปานกลาง	4.643	0.181	ต่ำ
Λ_{A6}	9.400	0.653	ปานกลาง	5.183	0.200	ปานกลาง
Λ_{A7}	9.328	0.774	ปานกลาง	5.057	0.204	ปานกลาง
Λ_{A8}	7.143	0.628	ปานกลาง	4.786	0.332	ต่ำ
δ_{A1}	7.859	0.403	ปานกลาง	4.853	0.173	ต่ำ
δ_{A2}	7.480	0.600	ปานกลาง	5.027	0.255	ปานกลาง
δ_{A3}	7.627	0.731	ปานกลาง	4.808	0.353	ต่ำ
δ_{A4}	7.812	0.422	ปานกลาง	5.044	0.318	ปานกลาง
δ_{A5}	7.225	0.317	ปานกลาง	4.670	0.587	ต่ำ
δ_{A6}	7.775	0.560	ปานกลาง	4.883	0.247	ต่ำ
δ_{A7}	7.905	0.614	ปานกลาง	4.669	0.091	ต่ำ
δ_{A8}	5.260	0.500	ปานกลาง	4.543	0.761	ต่ำ

ตารางที่ 90 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

Parameter	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	Relative standard error		ระดับ	Relative standard error		ระดับ
	Mean	*SD*		*Mean*	*SD*	
Λ_{A1}	6.904	0.601	ปานกลาง	4.662	0.220	ต่ำ
Λ_{A2}	8.238	0.491	ปานกลาง	4.875	0.195	ต่ำ
Λ_{A3}	9.080	0.648	ปานกลาง	5.240	0.227	ปานกลาง
Λ_{A4}	8.617	0.561	ปานกลาง	4.900	0.263	ต่ำ
Λ_{A5}	8.700	0.524	ปานกลาง	4.629	0.193	ต่ำ
Λ_{A6}	9.433	0.686	ปานกลาง	5.167	0.222	ปานกลาง
Λ_{A7}	9.343	0.607	ปานกลาง	5.029	0.232	ปานกลาง
Λ_{A8}	7.314	0.409	ปานกลาง	4.771	0.338	ต่ำ
δ_{A1}	7.905	0.684	ปานกลาง	4.855	0.169	ต่ำ
δ_{A2}	7.284	0.493	ปานกลาง	5.020	0.261	ปานกลาง
δ_{A3}	7.303	0.694	ปานกลาง	4.818	0.334	ต่ำ
δ_{A4}	7.734	0.389	ปานกลาง	5.037	0.322	ปานกลาง
δ_{A5}	7.606	0.418	ปานกลาง	4.656	0.591	ต่ำ
δ_{A6}	7.782	0.319	ปานกลาง	4.884	0.243	ต่ำ
δ_{A7}	7.694	0.343	ปานกลาง	4.662	0.092	ต่ำ
δ_{A8}	5.527	0.854	ปานกลาง	4.546	0.760	ต่ำ

ตารางที่ 91 ระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative standard error bias) ของค่าประมาณของพารามิเตอร์ของแต่ละวิธีการสุ่ม

Method	จำนวนระดับความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ในแต่ละเงื่อนไข					
	Sample Size = 400			Sample Size = 1340		
	H	M	L	H	M	L
SRS	0	16	0	0	1	15
STR	0	16	0	0	1	15
STR & Complex	0	16	0	0	1	15
CR	0	16	0	0	5	11
CR & Complex	0	16	0	0	5	11

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

จากตารางที่ 91 สามารถสรุปค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error bias) ตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

1. วิธีการสุ่มแบบ SRS

1.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.429-8.380 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

1.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.706-5.056 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 15

สรุป วิธีการสุ่มแบบ SRS ส่วนใหญ่ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

2. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.429-8.400 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

2.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.557-5.060 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 15

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

3. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

3.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.414-8.420 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

3.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.613-5.100 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 15

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

4. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

4.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.360-9.380 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

4.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.543-5.260 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 5: 11

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

5. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างแบบซับซ้อน

5.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.527-9.433 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0

5.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.546-5.240 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง มีอัตราส่วนของระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 5: 11

สรุป ในวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

2.4 การวิเคราะห์ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Defl*) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates) ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนทั้งสิ้น 10 เงื่อนไข ในขั้นนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Defl*) ด้วยการนำเสนอ

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และคำนวณหาค่าเฉลี่ยในจำนวน 200 ครั้งการทำซ้ำ (Replications) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 92 ถึง ตารางที่ 95

ตารางที่ 92 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและ วิธีการสุ่ม แบบ SRS

Parameter	N = 400				N = 1340			
	Design effect		Design factor		Design effect		Design factor	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*
Λ_{A1}	0.993	0.059	0.996	0.027	0.995	0.045	0.999	0.023
Λ_{A2}	1.010	0.071	1.004	0.035	1.003	0.036	1.000	0.021
Λ_{A3}	1.005	0.069	1.001	0.036	1.000	0.033	1.000	0.013
Λ_{A4}	1.000	0.092	0.998	0.044	1.005	0.044	1.003	0.020
Λ_{A5}	1.001	0.071	1.001	0.036	1.000	0.046	1.000	0.023
Λ_{A6}	1.003	0.063	0.999	0.031	1.004	0.044	1.002	0.022
Λ_{A7}	1.001	0.064	1.001	0.033	1.000	0.054	1.000	0.030
Λ_{A8}	1.005	0.063	1.003	0.033	1.020	0.051	1.010	0.025
δ_{A1}	0.993	0.101	0.995	0.050	0.991	0.028	0.995	0.014
δ_{A2}	1.016	0.085	1.009	0.041	1.002	0.038	1.000	0.020
δ_{A3}	1.027	0.043	1.014	0.022	0.985	0.032	0.992	0.016
δ_{A4}	1.005	0.054	1.003	0.026	1.009	0.027	1.005	0.014
δ_{A5}	0.972	0.055	0.986	0.028	0.995	0.033	1.000	0.014
δ_{A6}	0.975	0.049	0.987	0.024	0.996	0.035	0.998	0.016
δ_{A7}	1.010	0.054	1.005	0.026	0.999	0.046	0.999	0.023
δ_{A8}	1.027	0.089	1.013	0.044	1.008	0.056	1.005	0.028

ตารางที่ 93 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และ วิธีการสุ่ม แบบ SRS

Parameter	N = 400				N = 1340			
	Design effect		Design factor		Design effect		Design factor	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*
Λ_{A1}	0.991	0.080	0.995	0.041	0.994	0.036	0.997	0.020
Λ_{A2}	1.014	0.090	1.005	0.044	1.013	0.033	1.006	0.019
Λ_{A3}	1.009	0.089	1.004	0.044	1.010	0.039	1.004	0.016
Λ_{A4}	0.995	0.097	0.997	0.047	1.015	0.034	1.006	0.014
Λ_{A5}	1.002	0.074	1.001	0.035	1.000	0.042	1.000	0.021
Λ_{A6}	1.000	0.085	0.999	0.042	1.004	0.040	1.002	0.020
Λ_{A7}	1.002	0.079	1.001	0.039	1.004	0.044	1.002	0.024
Λ_{A8}	1.004	0.096	1.001	0.049	1.016	0.047	1.008	0.023
δ_{A1}	0.991	0.101	0.994	0.053	0.992	0.027	0.996	0.012
δ_{A2}	1.014	0.082	1.006	0.042	1.005	0.037	1.001	0.018
δ_{A3}	1.025	0.054	1.011	0.026	0.983	0.044	0.991	0.022
δ_{A4}	1.005	0.077	1.003	0.039	1.004	0.032	1.001	0.018
δ_{A5}	0.969	0.077	0.985	0.039	0.997	0.046	1.000	0.024
δ_{A6}	0.973	0.075	0.987	0.039	0.992	0.042	0.996	0.022
δ_{A7}	1.007	0.075	1.004	0.037	0.995	0.038	0.997	0.020
δ_{A8}	1.021	0.085	1.010	0.041	1.013	0.052	1.006	0.025

ตารางที่ 94 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และ วิธีการสุ่ม แบบ SRS

Parameter	N = 400				N = 1340			
	Design effect		Design factor		Design effect		Design factor	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*
Λ_{A1}	0.861	0.067	0.927	0.038	0.980	0.054	0.989	0.027
Λ_{A2}	1.121	0.124	1.057	0.059	1.087	0.038	1.044	0.018
Λ_{A3}	1.140	0.177	1.065	0.078	1.050	0.041	1.023	0.021
Λ_{A4}	1.163	0.137	1.077	0.064	1.100	0.063	1.048	0.032
Λ_{A5}	1.177	0.123	1.084	0.058	1.024	0.051	1.012	0.025
Λ_{A6}	1.183	0.117	1.086	0.055	1.067	0.042	1.032	0.019
Λ_{A7}	1.205	0.139	1.096	0.064	1.051	0.046	1.026	0.023
Λ_{A8}	0.870	0.111	0.931	0.059	0.994	0.098	0.996	0.049
δ_{A1}	1.007	0.081	1.002	0.040	1.032	0.047	1.016	0.023
δ_{A2}	0.951	0.100	0.974	0.051	1.079	0.072	1.039	0.034
δ_{A3}	0.973	0.119	0.984	0.059	1.010	0.084	1.005	0.043
δ_{A4}	0.991	0.072	0.993	0.038	1.100	0.084	1.048	0.041
δ_{A5}	0.892	0.079	0.942	0.041	0.985	0.169	0.989	0.079
δ_{A6}	0.972	0.088	0.986	0.046	1.039	0.070	1.020	0.035
δ_{A7}	1.026	0.097	1.012	0.046	0.981	0.038	0.991	0.018
δ_{A8}	0.618	0.082	0.783	0.052	0.955	0.186	0.973	0.091

ตารางที่ 95 ค่า Design effect และค่า Design factor ระหว่างวิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และ วิธีการสุ่ม แบบ SRS

Parameter	N = 400				N = 1340			
	Design effect		Design factor		Design effect		Design factor	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*	*SD*
Λ_{A1}	0.861	0.108	0.926	0.058	0.986	0.057	0.992	0.029
Λ_{A2}	1.119	0.110	1.056	0.050	1.083	0.045	1.042	0.022
Λ_{A3}	1.099	0.121	1.048	0.058	1.045	0.050	1.020	0.026
Λ_{A4}	1.180	0.119	1.086	0.054	1.095	0.073	1.046	0.036
Λ_{A5}	1.202	0.125	1.095	0.059	1.020	0.054	1.010	0.027
Λ_{A6}	1.190	0.142	1.089	0.065	1.063	0.047	1.030	0.022
Λ_{A7}	1.206	0.120	1.099	0.056	1.043	0.055	1.022	0.027
Λ_{A8}	0.893	0.071	0.945	0.037	0.991	0.100	0.994	0.050
δ_{A1}	1.016	0.124	1.007	0.061	1.032	0.046	1.015	0.022
δ_{A2}	0.922	0.080	0.961	0.041	1.077	0.073	1.038	0.032
δ_{A3}	0.926	0.110	0.959	0.057	1.014	0.081	1.007	0.041
δ_{A4}	0.978	0.067	0.989	0.034	1.097	0.087	1.047	0.042
δ_{A5}	0.943	0.044	0.972	0.022	0.981	0.170	0.987	0.080
δ_{A6}	0.972	0.054	0.987	0.026	1.040	0.069	1.020	0.035
δ_{A7}	0.995	0.078	0.995	0.040	0.980	0.039	0.989	0.020
δ_{A8}	0.660	0.147	0.807	0.088	0.957	0.185	0.974	0.090

ตารางที่ 96 ตารางสรุป *Deft* ของแต่ละ วิธีการสุ่ม (กำหนดช่วงไม่เกิน .05 มีค่า = 1)

Method	จำนวนค่า Design factor (Deft) ในแต่ละเงื่อนไข					
	Sample size = 400			Sample size = 1340		
	<1	=1	>1	<1	=1	>1
STR	0	16	0	0	16	0
STR & Complex	0	16	0	0	16	0
CR	4	6	6	0	13	3
CR & Complex	3	7	6	0	13	3

จากตาราง ตารางที่ 96 สามารถสรุป *Deff* และค่า *Deft* ของแต่ละวิธีการสุ่ม ได้ดังต่อไปนี้

1. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

1.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.986-1.014 ค่า Design factor เท่ากับ 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

1.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.992-1.010 ค่า Design factor น้อยกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่า *Deft* โดยมีค่าเท่ากับ 1

2. วิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน

2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.985-1.011 ค่า Design factor เท่ากับ 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

2.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.991-1.008 ค่า Design factor น้อยกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 16: 0

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่า *Deft* มีค่าเท่ากับ 1

3. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

3.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.783-1.096 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 4: 6: 6

3.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.973-1.048 ค่า Design factor น้อยกว่าและเท่ากับ 1 มีอัตราส่วน = 0: 13: 3

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่าง ค่า *Deft* มีค่าเท่ากับ 1 และมีพารามิเตอร์บางค่าที่มีค่ามากกว่า 1 และมากกกว่า 1

4. วิธีการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างแบบซับซ้อน

4.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.807-1.099 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 3: 7: 6

4.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.974-0.992 ค่า Design factor มากกว่า 1 มีอัตราส่วน = 0: 13: 3

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบ CR และวิเคราะห์ค่าสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มอย่างแบบซับซ้อน ค่า *Deft* มีค่าเท่ากับ 1 และมีพารามิเตอร์บางค่าที่มีค่ามากกว่า 1 และมากกกว่า 1

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามเงื่อนไขของสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

3.1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 97 ถึง ตารางที่ 102

ตารางที่ 97 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Bias from true parameter (LX)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
Diff LX A1	0.00192	0.01137	0.933	17.702	0.000	70.086	0.000
Diff LX A2	0.00076	0.01081				68.426	0.000
Diff LX A3	0.00206	0.01383				66.021	0.000
Diff LX A4	0.00094	0.00620				43.935	0.000
Diff LX A5	0.00468	-0.00139				13.798	0.000
Diff LX A6	0.00201	0.00465				4.875	0.027
Diff LX A7	-0.00124	0.00351				27.993	0.000
Diff LX A8	0.00433	0.03778				113.977	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.933; Multivariate F-statistic = 17.702, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง

วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตารางที่ 98 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Bias from true parameter (TD)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
Diff TD A1	-0.00276	-0.01713	0.939	16.239	0.000	69.681	0.000
Diff TD A2	-0.00068	-0.01476				68.506	0.000
Diff TD A3	-0.00242	-0.01856				66.261	0.000
Diff TD A4	-0.00145	-0.01026				43.660	0.000
Diff TD A5	-0.00563	0.00305				13.836	0.000
Diff TD A6	-0.00256	-0.00618				4.571	0.033
Diff TD A7	0.00212	0.00305				0.120	0.729
Diff TD A8	-0.00352	-0.03785				113.350	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.939$; *Multivariate F-statistic = 16.239, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเดอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง

และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และตัวแปรที่เหลือค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตารางที่ 99 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างระหว่างค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Relative bias (LX)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
RB LX A1	1.09569	2.16277	0.867	38.015	0.000	74.132	0.000
RB LX A2	1.24851	4.31119				188.960	0.000
RB LX A3	1.42189	3.01868				77.762	0.000
RB LX A4	0.73348	2.87748				167.542	0.000
RB LX A5	1.74721	1.17471				7.387	0.007
RB LX A6	1.33167	2.01181				19.152	0.000
RB LX A7	0.71242	1.65204				64.755	0.000
RB LX A8	2.60474	9.01019				178.067	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.867; Multivariate F-statistic = 38.015, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตารางที่ 100 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Relative bias (TD)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
RB TD A1	1.95476	-2.12688	0.912	23.882	0.000	72.120	0.000
RB TD A2	2.11149	1.67059				0.828	0.363
RB TD A3	1.79372	-1.16998				46.240	0.000
RB TD A4	3.11545	3.23333				0.026	0.871
RB TD A5	0.76299	4.04896				33.215	0.000
RB TD A6	2.32302	1.69461				2.620	0.106
RB TD A7	3.39069	3.24056				0.082	0.775
RB TD A8	1.14634	-2.8353				50.030	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์

ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.912; Multivariate F-statistic = 23.882, p-value = .000)* แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 4 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และตัวแปรที่เหลือค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตารางที่ 101 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Relative standard error of bias (LX)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
RS LX A2	5.66250	6.77589				242.683	0.000
RS LX A3	6.24000	7.50286				222.685	0.000
RS LX A4	5.66677	6.82736				243.163	0.000
RS LX A5	5.53803	6.76316	0.859	40.956	0.000	243.718	0.000
RS LX A6	6.07773	7.41787				250.226	0.000
RS LX A7	5.94760	7.29185				253.503	0.000
RS LX A8	5.90943	6.66629				104.688	0.000

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน

จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มดัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.859; Multivariate F-statistic = 40.956, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

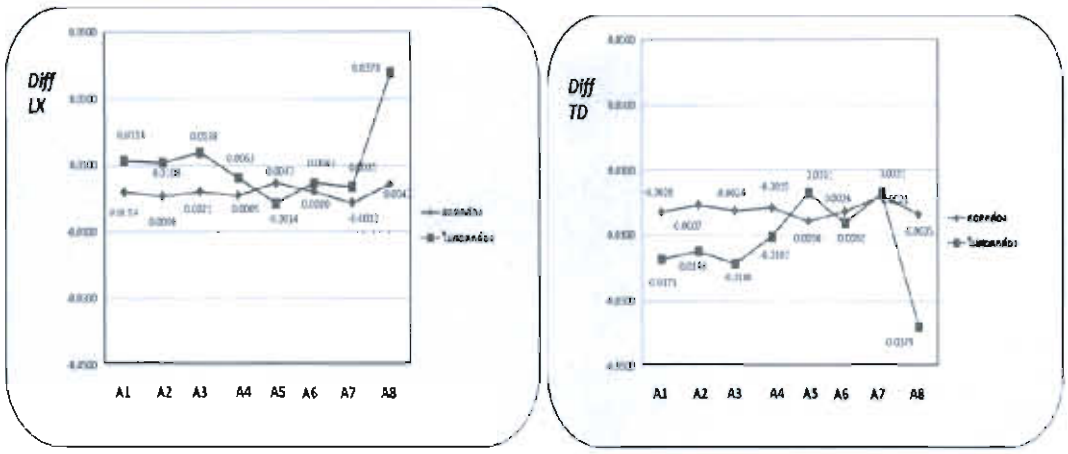
ตารางที่ 102 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน

Variables	Relative standard error of bias (TD)						
	กระบวนการ		Multivariate test			Univariate test	
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
RS TD A2	5.86353	6.70708				155.038	0.000
RS TD A3	5.77853	6.70366				162.280	0.000
RS TD A4	5.87163	6.82157				183.299	0.000
RS TD A5	5.79703	6.56751	0.857	41.621	0.000	108.121	0.000
RS TD A6	5.8585	6.74126				151.462	0.000
RS TD A7	5.7104	6.68222				175.232	0.000
RS TD A8	5.7319	6.0482				15.938	0.000

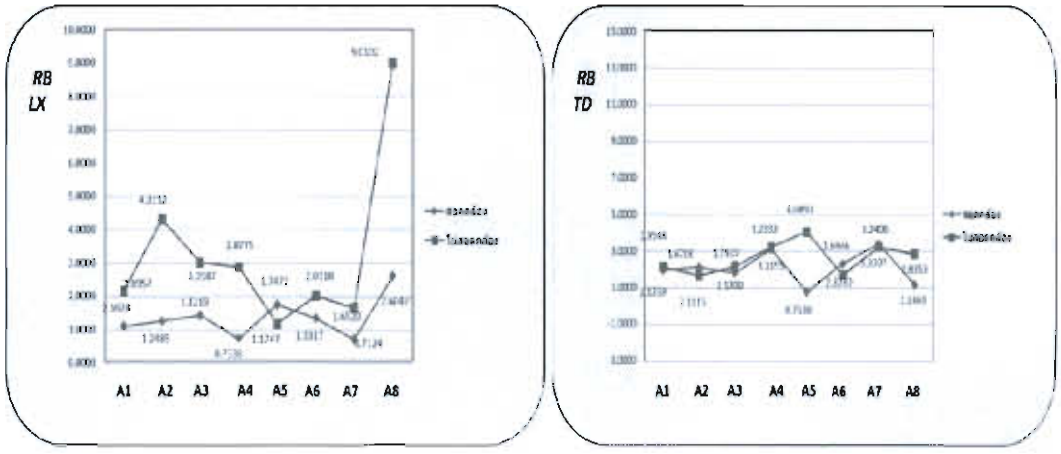
จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกันจะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน

ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.857; Multivariate F-statistic = 41.621, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 6 ตัวแปรแตกต่างกันตามค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และตัวแปรที่เหลือค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

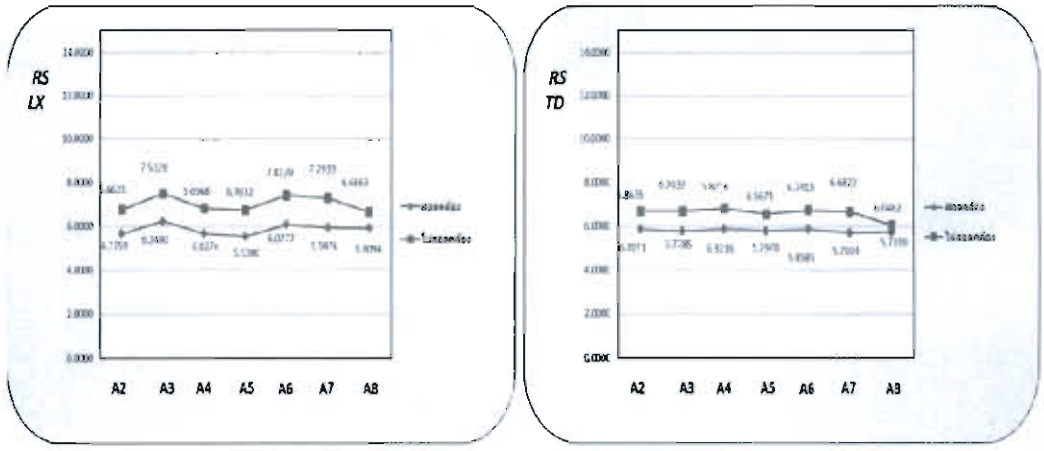
เพื่อแสดงการเปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้สมมติฐาน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 65 ถึงภาพที่ 67



ภาพที่ 63 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์



ภาพที่ 64 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์



ภาพที่ 65 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

3.2 เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

3.2.1 สมมติฐานข้อที่ 2.1 เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 103 ถึง ตารางที่ 108

ตารางที่ 103 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Bias from true parameter (LX)								
		SRS	Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
			Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	Diff LX A1	-0.00013	-0.00005	-0.00033	0.03680	0.03686	0.294	44 547	0.000	166.634	0.000
	Diff LX A2	-0 00111	0.00195	0.00190	0.03493	0 03642				126.488	0.000
	Diff LX A3	-0.00118	0.00258	0.00242	0.04264	0.04359				137.110	0.000
	Diff LX A4	0 00019	-0.00121	-0.00065	0.02216	0.02298				125.737	0.000
	Diff LX A5	-0.00201	-0 00226	-0.00263	-0.01125	-0.01187				12.176	0.000
	Diff LX A6	0.00224	0 00040	0.00027	0.01374	0.01497				13 329	0.000
	Diff LX A7	-0.00123	-0.00005	0 00044	0.01310	0.01370				22.720	0.000
	Diff LX A8	-0 00204	-0.00024	-0.00144	0.12516	0.12908				441.029	0.000
Sample size = 1340	Diff LX A1	0 00183	-0.00012	-0.00079	0.00600	0.00564	0 865	4.560	0.000	9.605	0.000
	Diff LX A2	-0.00047	0.00019	-0.00078	0.00318	0.00210				1.839	0.119
	Diff LX A3	0 00037	0.00096	0.00044	0.00636	0.00523				3.257	0.011
	Diff LX A4	-0.00087	0.00061	-0.00048	0.00201	0.00175				2.634	0.033
	Diff LX A5	-0.00030	-0.00231	-0.00208	0.01829	0.02048				16.391	0.000
	Diff LX A6	0.00042	-0.00025	-0.00075	0.00403	0.00367				3.000	0.018
	Diff LX A7	0.00036	-0.00018	-0.00031	-0.00232	-0.00250				2.678	0.031
	Diff LX A8	0.00036	-0.00009	-0.00030	0.01507	0.01324				8.053	0.000

ตารางที่ 103 (ต่อ)

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
Diff LX A1	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5				2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
Diff LX A2	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A3	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A4	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A5	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
Diff LX A6	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A7	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
Diff LX A8	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และ วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.294$; *Multivariate F-statistic = 44.547, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

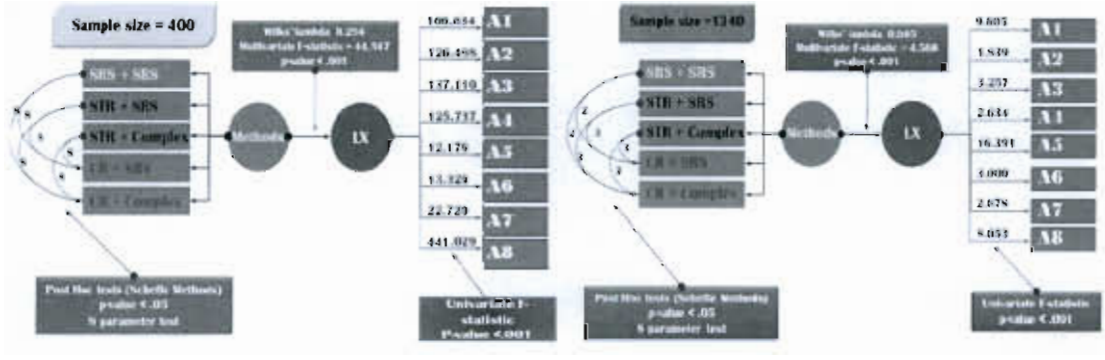
<u>ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.865; Multivariate F-statistic = 4.560, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 4 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มอย่างแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 66 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 104 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Bias from true parameter (TD)								
		Descriptive statistics					Multivariate test			Univariate test
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	Diff TD A1	0.00048	0.00029	0.00084	-0.05581	-0.0559	0.286	45.684	0.000	168.502	0.000
	Diff TD A2	0.00198	-0.00241	-0.00234	-0.04838	-0.05036				126.651	0.000
	Diff TD A3	0.00199	-0.00336	-0.00311	-0.05776	-0.05902				138.865	0.000
	Diff TD A4	-0.00021	0.00222	0.00128	-0.03701	-0.03831				126.066	0.000
	Diff TD A5	0.00337	0.00379	0.00435	0.01785	0.01881				12.647	0.000
	Diff TD A6	-0.00288	-0.00025	-0.00008	-0.01881	-0.02022				12.796	0.000
	Diff TD A7	0.00635	0.00638	0.0001	0.00897	-0.00014				0.710	0.585
	Diff TD A8	0.00305	0.00098	0.00239	-0.12742	-0.13035				493.243	0.000
Sample size = 1340	Diff TD A1	-0.00274	0.00027	0.0013	-0.009	-0.0085	0.906	3.090	0.000	9.132	0.000
	Diff TD A2	0.00082	-0.00003	0.00127	-0.00396	-0.00245				1.556	0.184
	Diff TD A3	-0.00043	-0.00127	-0.00053	-0.00795	-0.00635				2.529	0.039
	Diff TD A4	0.00154	-0.00093	0.00083	-0.00321	-0.0028				2.483	0.042
	Diff TD A5	0.00054	0.00363	0.00326	-0.02379	-0.02694				14.726	0.000
	Diff TD A6	-0.00056	0.00046	0.00119	-0.00526	-0.00472				2.591	0.035
	Diff TD A7	0.00615	-0.00001	0.00002	0.00007	0.00006				1.138	0.337
	Diff TD A8	-0.00023	0.00027	0.00049	-0.01381	-0.0122				5.308	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (ผลที่การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
Diff TD A1	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5				2 > 4 & 5	3 > 4 & 5		
Diff TD A2	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5							
Diff TD A3	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5							
Diff TD A4	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5							
Diff TD A5	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5		
Diff TD A6	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5							
Diff TD A7										
Diff TD A8	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5				2 < 4	3 < 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของ

กลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.256$; *Multivariate F-statistic = 45.684, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ค่า และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปรและมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปรและมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปรและมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.906; Multivariate F-statistic = 3.090, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 4 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

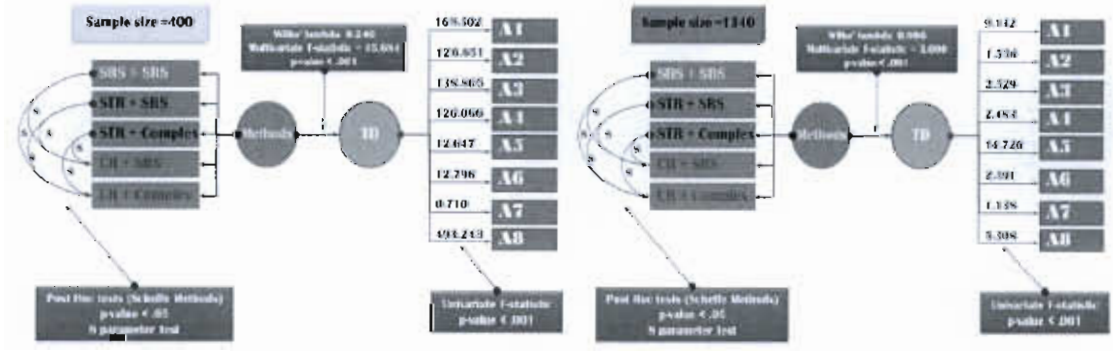
1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร และ

มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร และมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 67 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 105 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative bias (LX)									
		SRS	Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
			Str R		Cls R		Wilks' Lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	RB LX A1	1.64403	1.64272	1.70560	4.67018	4.67709	0.309	42.390	0.000	86.968	0.000
	RB LX A2	2.14629	2.21763	2.17330	4.83857	5.04369				56.046	0.000
	RB LX A3	2.13268	2.16236	2.18767	5.97164	6.10574				73.374	0.000
	RB LX A4	1.14963	1.17329	1.19783	2.59523	2.69081				48.573	0.000
	RB LX A5	1.92252	1.95616	2.03660	-1.47059	-1.55095				147.665	0.000
	RB LX A6	2.27482	2.04560	1.98370	1.86680	2.03465				0.353	0.842
	RB LX A7	1.52802	1.46560	1.54591	1.67048	1.74745				0.392	0.814
	RB LX A8	3.41250	3.63325	3.65131	21.28627	21.95241				342.424	0.000
Sample size = 1340	RB LX A1	0.91274	0.88774	0.84774	0.76079	0.71575	0.043	152.977	0.000	0.481	0.749
	RB LX A2	1.20967	1.16848	14.36391	0.43972	0.29015				1297.253	0.000
	RB LX A3	1.14234	1.24859	2.85953	0.89151	0.73325				15.389	0.000
	RB LX A4	0.68593	0.81960	11.55030	0.23538	0.20432				3191.334	0.000
	RB LX A5	1.01600	0.93005	3.51197	2.39082	2.67710				9.033	0.000
	RB LX A6	1.13840	1.18137	4.50356	0.54825	0.49868				96.320	0.000
	RB LX A7	0.86909	0.91268	4.57467	-0.29529	-0.31823				440.720	0.000
	RB LX A8	1.91021	1.84774	8.50776	2.56207	2.25087				38.902	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
RB LX A1	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5							
RB LX A2	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A3	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A4	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A5	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A6						1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A7						1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB LX A8	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนด

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจาก ตารางของ ทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.309: Multivariate F-statistic = 42.390, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และ

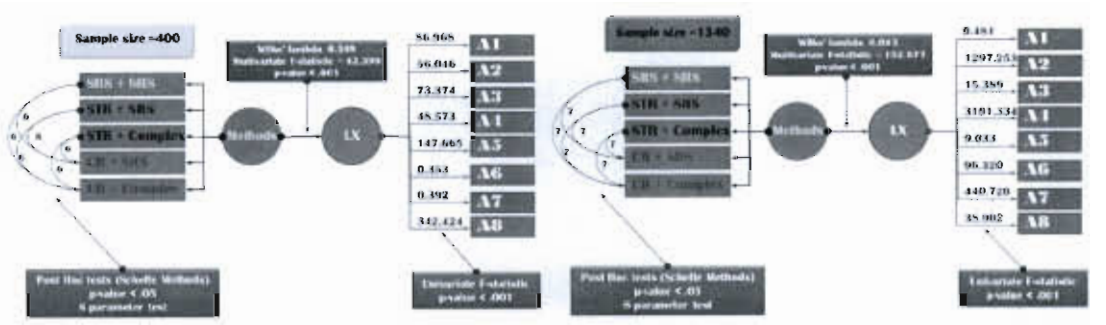
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.043; Multivariate F-statistic = 152.977, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 68 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 106 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative bias (TD)								
		SRS	Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
			Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	RB TD A1	5.37922	5.37764	5.59270	-14.73205	-14.75421	0.176	67.980	0.000	402.838	0.000
	RB TD A2	4.67144	4.80560	4.70963	-10.11285	-10.51944				384.623	0.000
	RB TD A3	4.43670	4.48164	4.53685	-11.77976	-12.03567				347.183	0.000
	RB TD A4	6.18890	6.32413	6.45370	-13.66647	-14.15101				333.108	0.000
	RB TD A5	5.44159	5.53426	5.76560	4.30306	4.54727				2.123	0.076
	RB TD A6	5.35627	4.82894	4.68213	-4.09887	-4.40951				82.012	0.000
	RB TD A7	6.29091	6.43014	6.56834	2.33141	-0.04610				9.558	0.000
	RB TD A8	3.61596	3.84071	3.87151	-19.46802	-19.91712				822.676	0.000
Sample size = 1340	RB TD A1	2.96955	2.89784	2.77830	-2.37852	-2.24615	0.094	102.348	0.000	52.934	0.000
	RB TD A2	2.63541	2.51907	20.49449	-0.83043	-0.51341				631.646	0.000
	RB TD A3	2.37227	2.59189	5.40894	-1.62100	-1.29437				44.258	0.000
	RB TD A4	3.69949	4.38305	34.70707	-1.19487	-1.03603				1127.884	0.000
	RB TD A5	2.86731	2.63362	11.83101	-5.73945	-6.49764				61.308	0.000
	RB TD A6	2.68885	2.78984	9.12237	-1.14673	-1.02623				116.594	0.000
	RB TD A7	4.05504	3.89380	3.35056	0.01637	0.01639				28.296	0.000
	RB TD A8	2.01644	1.95486	11.45416	-2.10708	-1.86214				134.283	0.000

ตารางที่ 106 (ต่อ)

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
RB TD A1	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A2	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A3	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A4	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A5						1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A6	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A7	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RB TD A8	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.176; Multivariate F-statistic = 67.980, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์

ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบCR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.094; Multivariate F-statistic = 102.348, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

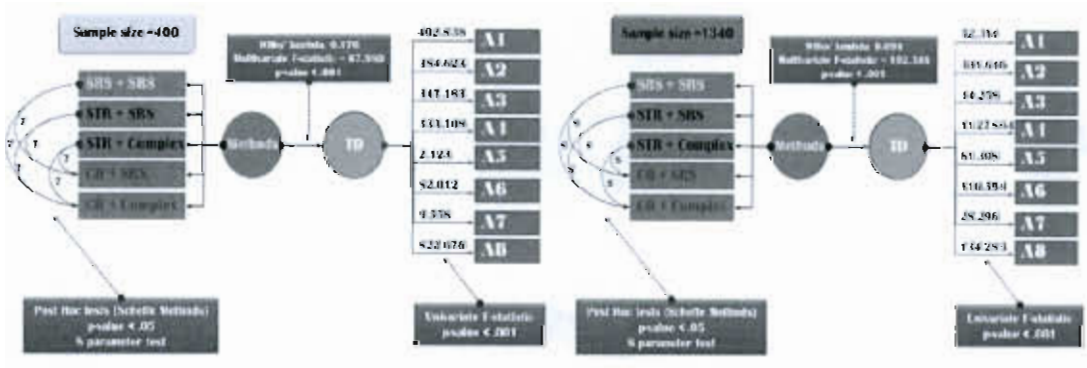
1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของ

ค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 69 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 107 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative standard error of bias (LX)									
			Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	RS LX A2	7.50000	7.56250	7.55000	4.87500	8.25000				2919.414	0.000
	RS LX A3	8.38000	8.42000	8.40000	5.24000	9.38000				1754.576	0.000
	RS LX A4	7.48350	7.41660	7.44990	4.90000	8.50000				1842.419	0.000
	RS LX A5	7.42850	7.41410	7.42850	4.62850	8.54270	0.001	701.794	0.000	3355.829	0.000
	RS LX A6	8.13330	8.10010	8.13340	5.16660	9.40010				3028.431	0.000
	RS LX A7	7.94290	7.94290	7.94300	5.02860	9.32840				2584.918	0.000
	RS LX A8	8.08570	8.08570	8.11430	4.77130	7.14280				2549.509	0.000
Sample size = 1340	RS LX A2	6.06875	4.61250	8.23750	4.87500	4.88750				888.975	0.000
	RS LX A3	6.74000	5.10000	9.08000	5.24000	5.26000				855.544	0.000
	RS LX A4	5.99170	4.61680	8.61660	4.90000	4.91670				1096.028	0.000
	RS LX A5	5.98550	4.55710	8.70010	4.62850	4.64270	0.052	139.645	0.000	1309.819	0.000
	RS LX A6	6.50830	4.93330	9.43330	5.16660	5.18330				1147.982	0.000
	RS LX A7	6.39995	4.87130	9.34290	5.02860	5.05720				1250.430	0.000
	RS LX A8	6.44990	4.87130	7.31440	4.77130	4.78560				443.295	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
RS LX A2	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 2 & 4 & 5 <3	2 < 3&4 & 5	3 > 4 & 5		
RS LX A3	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 2 & 4 & 5 <3	2 < 3&4 & 5	3 > 4 & 5		
RS LX A4	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 2 & 4 & 5 <3	2 < 3&4 & 5	3 > 4 & 5		
RS LX A5	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 2 & 4 & 5 <3	2 < 3	3 < 4 & 5		
RS LX A6	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 2 & 4 & 5 <3	2 < 3	3 < 4 & 5		
RS LX A7	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 2 & 4 & 5 <3	2 < 3	3 < 4 & 5		
RS LX A8	1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 > 2 & 4 & 5 <3	2 < 3	3 < 4 & 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

ที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตารางของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.001; Multivariate F-statistic = 701.794, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่าและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และ

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.052; Multivariate F-statistic = 139.645, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 6 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

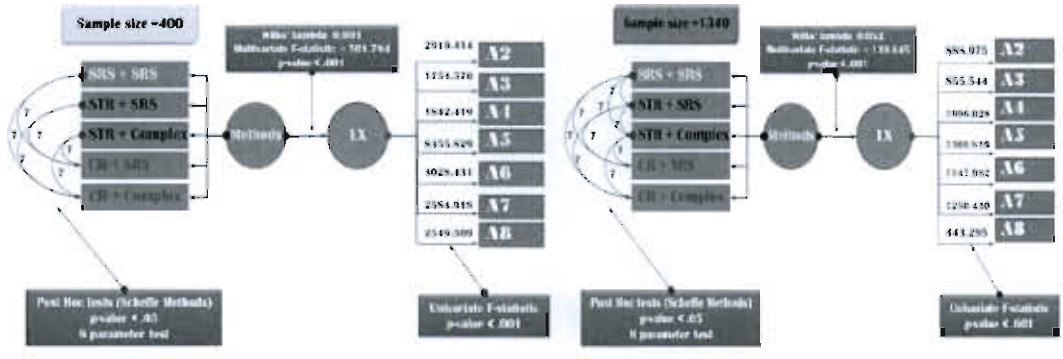
1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน, วิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดความความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าความความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร ต่ำกว่าความความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปร และต่ำกว่าความความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR

ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 70 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อมาตรฐาน LX เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

ตารางที่ 108 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative standard error of bias (TD)									
			Descriptive statistics				Multivariate test			Univariate test	
		SRS	Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
			Complex	Simple	Complex	Simple					
Sample size = 400	RS TD A2	7.82130	7.90420	7.91770	5.01970	7.48000				1794.003	0.000
	RS TD A3	7.81890	7.98460	8.00760	4.81840	7.62740				2454.515	0.000
	RS TD A4	7.89000	7.90910	7.92190	5.03710	7.81220				2552.284	0.000
	RS TD A5	8.01010	7.76910	7.79490	4.65620	7.22520	0.002	485.473	0.000	2672.243	0.000
	RS TD A6	7.98430	7.78990	7.81090	4.88430	7.77450				2731.077	0.000
	RS TD A7	7.74310	7.77840	7.80710	4.66240	7.90470				3181.785	0.000
	RS TD A8	7.90180	8.02860	8.06630	4.54560	5.26020				2426.180	0.000
Sample size = 1340	RS TD A2	6.31745	4.74960	7.28360	5.01970	5.02690				395.783	0.000
	RS TD A3	6.37640	4.69830	7.30290	4.81840	4.80830				417.338	0.000
	RS TD A4	6.29260	4.68780	7.73380	5.03710	5.04430				523.810	0.000
	RS TD A5	6.25120	4.72480	7.60610	4.65620	4.66990	0.060	130.768	0.000	550.017	0.000
	RS TD A6	6.26435	4.70690	7.78160	4.88430	4.88330				658.602	0.000
	RS TD A7	6.25985	4.72570	7.69380	4.66240	4.66930				729.442	0.000
	RS TD A8	6.36730	4.74830	5.52690	4.54560	4.54260				138.139	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (การทำการปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	Sample size = 400					Sample size = 1340				
	SRS	Str R		Cls R		SRS	Str R		Cls R	
	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple	(1)Simple	(2)Complex	(3)Simple	(4)Complex	(5)Simple
RS TD A2	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5			1 < 2 & 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A3	1 < 2 & 3 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5			1 < 2 & 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A4	1 > 4	2 > 4	3 > 4			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A5	1 > 2 & 3 & 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A6	1 > 2 & 3 & 4 & 5	2 < 4	3 < 4 & 5			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A7	1 > 4 < 5	2 > 4 < 5	3 > 4			1 < 4 & 5	2 < 4 & 5	3 < 4 & 5		
RS TD A8	1 > 4 & 5	2 > 4 & 5	3 > 4 & 5							

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาด

ของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ที่กำหนดโดยอ้างอิงจากตาราง ของ ทาโร่ ยามาเน่ (Yamane' table) และกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ที่ได้มาจากการคำนวณ ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ผลการทดสอบภาพรวมของ ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และ วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.002; Multivariate F-statistic = 485.473, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และ วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และ วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบ ซับซ้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร สูงกว่าวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 5 ตัวแปร สูงกว่าวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าคลาตเคลื่อนมาตรฐานที่ไต้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของ การสุ่มอย่างง่าย,วิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่ม แบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 1 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจาก วิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 ทั้งหมด 5 ตัวแปร สูงกว่าวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปรและค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 2 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 5 ตัวแปร สูงกว่าวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 3 ตัวแปรและค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 2 ตัวแปร

<u>ภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.030; Multivariate F-statistic = 130.768, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปร แตกต่างกันตามวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 6 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

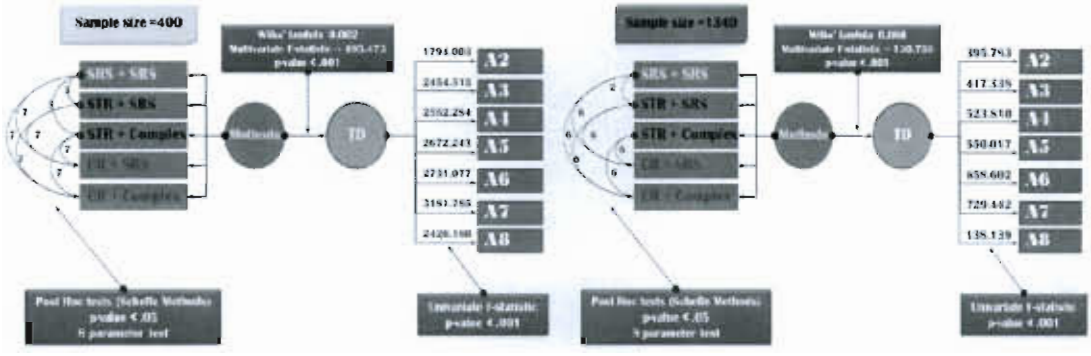
1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการแบบ SRS และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของ

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน จำนวน 2 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มแบบ CR ที่วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2 ขนาด สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 71 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อมาตรฐาน TD เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

3.2.2 สมมติฐานข้อที่ 2.2 เมื่อกำหนดวิธีการสุ่มให้คงที่ ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 109 ถึง ตารางที่ 114

ตารางที่ 109 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Bias from true parameter (LX)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	Diff LX A1		-0.00013		0.00183	0.974	1.309	0.237	1.964	0.162
	Diff LX A2		-0.00111		-0.00047				0.169	0.681
	Diff LX A3		-0.00118		0.00037				0.976	0.324
	Diff LX A4		0.00019		-0.00087				1.087	0.298
	Diff LX A5		-0.00201		-0.00030				1.392	0.239
	Diff LX A6		0.00224		0.00042				1.158	0.283
	Diff LX A7		-0.00123		0.00036				1.710	0.192
	Diff LX A8		-0.00204		0.00036				1.333	0.249

ตารางที่ 109 (ต่อ)

Sampling method	Variables	Bias from true parameter (LX)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Stratified	Diff LX A1	-0.00005	-0.00033	-0.00012	-0.00079	0.983	0.552	0.961	0.118	0.950
	Diff LX A2	0.00195	0.00190	0.00019	-0.00078				1.311	0.270
	Diff LX A3	0.00258	0.00242	0.00096	0.00044				0.921	0.430
	Diff LX A4	-0.00121	-0.00065	0.00061	-0.00048				0.880	0.451
	Diff LX A5	-0.00226	-0.00263	-0.00231	-0.00208				0.049	0.986
	Diff LX A6	0.00040	0.00027	-0.00025	-0.00075				0.230	0.875
	Diff LX A7	-0.00005	0.00044	-0.00018	-0.00031				0.147	0.932
	Diff LX A8	-0.00024	-0.00144	-0.00009	-0.00030				0.169	0.917
Cluster	Diff LX A1	0.03680	0.03686	0.00600	0.00564	0.449	30.203	0.000	108.800	0.000
	Diff LX A2	0.03493	0.03642	0.00318	0.00210				100.570	0.000
	Diff LX A3	0.04264	0.04359	0.00636	0.00523				75.389	0.000
	Diff LX A4	0.02216	0.02298	0.00201	0.00175				98.038	0.000
	Diff LX A5	-0.01125	-0.01187	0.01829	0.02048				28.427	0.000
	Diff LX A6	0.01374	0.01497	0.00403	0.00367				6.978	0.000
	Diff LX A7	0.01310	0.01370	-0.00232	-0.00250				29.704	0.000
	Diff LX A8	0.12516	0.12908	0.01507	0.01324				212.272	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)			
	N = 400		N = 1340	
	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
Diff LX A1	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A2	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A3	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A4	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A5	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A6				
Diff LX A7	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
Diff LX A8	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.974; Multivariate F-statistic = 1.309, p-value = .237*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.983; Multivariate F-statistic = 0.552, p-value = 0.961*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า

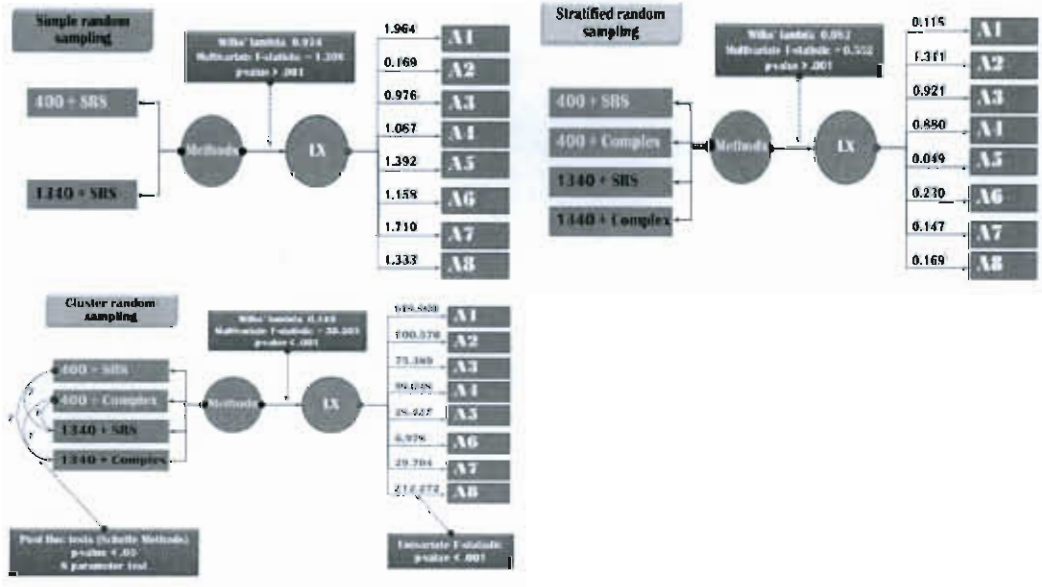
ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.449; Multivariate F-statistic = 30.203, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่า

ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่นๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายมีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 72 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มคงที่

ตารางที่ 110 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Bias from true parameter (TD)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	Diff TD A1		0.00048		-0.00274	0.978	1.118	0.350	2.209	0.138
	Diff TD A2		0.00198		0.00082				0.273	0.602
	Diff TD A3		0.00199		-0.00043				1.171	0.280
	Diff TD A4		-0.00021		0.00154				1.014	0.315
	Diff TD A5		0.00337		0.00054				1.619	0.204
	Diff TD A6		-0.00288		-0.00056				0.883	0.348
	Diff TD A7		0.00635		0.00615				0.001	0.977
	Diff TD A8		0.00305		-0.00023				1.802	0.180
Stratified	Diff TD A1	0.00029	0.00084	0.00027	0.00130	0.979	0.690	0.866	0.105	0.957
	Diff TD A2	-0.00241	-0.00234	-0.00003	0.00127				1.178	0.317
	Diff TD A3	-0.00336	-0.00311	-0.00127	-0.00053				0.772	0.510
	Diff TD A4	0.00222	0.00128	-0.00093	0.00083				0.922	0.429
	Diff TD A5	0.00379	0.00435	0.00363	0.00326				0.080	0.971
	Diff TD A6	-0.00025	-0.00008	0.00046	0.00119				0.164	0.920
	Diff TD A7	0.00638	0.00010	-0.00001	0.00002				1.291	0.276
	Diff TD A8	0.00098	0.00239	0.00027	0.00049				0.288	0.834
Cluster	Diff TD A1	-0.05581	-0.05590	-0.00900	-0.00850	0.464	28.758	0.000	110.305	0.000
	Diff TD A2	-0.04838	-0.05036	-0.00396	-0.00245				101.561	0.000
	Diff TD A3	-0.05776	-0.05902	-0.00795	-0.00635				77.186	0.000
	Diff TD A4	-0.03701	-0.03831	-0.00321	-0.00280				98.357	0.000
	Diff TD A5	0.01785	0.01881	-0.02379	-0.02694				28.256	0.000
	Diff TD A6	-0.01881	-0.02022	-0.00526	-0.00472				6.849	0.000
	Diff TD A7	0.00897	-0.00014	0.00007	0.00006				1.068	0.362
	Diff TD A8	-0.12742	-0.13035	-0.01381	-0.01220				215.649	0.000

Scheffe' method	Variables	Multiple comparisons (เปรียบเทียบรายคู่ของ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)			
		N = 400		N = 1340	
		(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
	Diff TD A1	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A2	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A3	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A4	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A5	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
	Diff TD A6				
	Diff TD A7				
	Diff TD A8	1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.978; Multivariate F-statistic = 1.118, p-value = .350*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.979; Multivariate F-statistic = 0.690, p-value = 0.866*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า

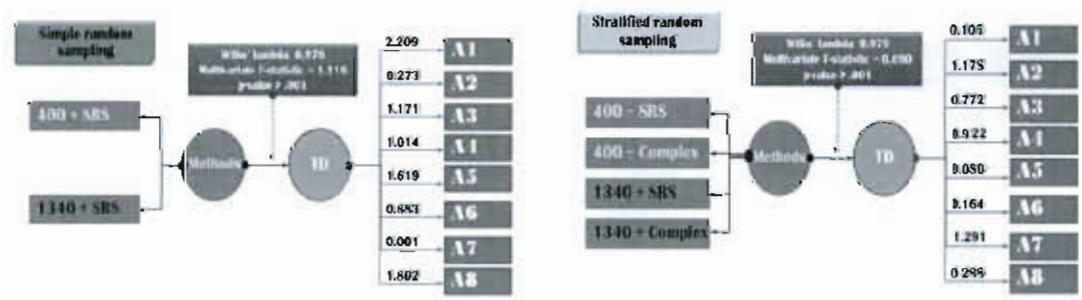
ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.464 ; Multivariate F-statistic = 28.758, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ

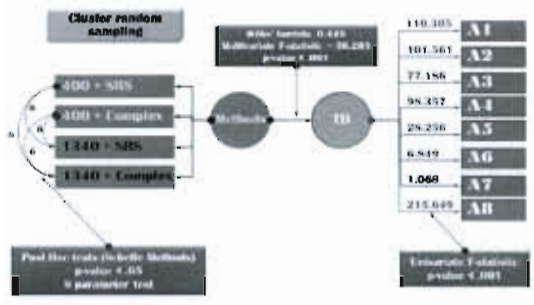
และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 7 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้งหมด 6 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้





ภาพที่ 73 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มคงที่

ตารางที่ 111 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Relative bias (LX)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	RB LX A1		1.64403		0.91274	0.576	35.582	0.000	38.751	0.000
	RB LX A2		2.14629		1.20967				56.652	0.000
	RB LX A3		2.13268		1.14234				51.047	0.000
	RB LX A4		1.14963		0.68593				39.444	0.000
	RB LX A5		1.92252		1.01600				66.101	0.000
	RB LX A6		2.27482		1.13840				62.123	0.000
	RB LX A7		1.52802		0.86909				48.489	0.000
	RB LX A8		3.41250		1.91021				46.472	0.000
Stratified	RB LX A1	1.64272	1.70560	0.88774	0.84774	0.024	251.169	0.000	34.518	0.000
	RB LX A2	2.21763	2.17330	1.16848	14.36391				2932.946	0.000
	RB LX A3	2.16236	2.18767	1.24859	2.85953				41.966	0.000
	RB LX A4	1.17329	1.19783	0.81960	11.55030				5589.510	0.000
	RB LX A5	1.95616	2.03660	0.93005	3.51197				150.766	0.000
	RB LX A6	2.04560	1.98370	1.18137	4.50356				199.537	0.000
	RB LX A7	1.46560	1.54591	0.91268	4.57467				522.800	0.000
	RB LX A8	3.63325	3.65131	1.84774	8.50776				299.010	0.000
Cluster	RB LX A1	4.67018	4.67709	0.76079	0.71575	0.449	30.203	0.000	108.802	0.000
	RB LX A2	4.83857	5.04369	0.43972	0.29015				100.574	0.000
	RB LX A3	5.97164	6.10574	0.89151	0.73325				75.387	0.000
	RB LX A4	2.59523	2.69081	0.23538	0.20432				98.036	0.000
	RB LX A5	-1.47059	-1.55095	2.39082	2.67710				28.427	0.000
	RB LX A6	1.86680	2.03465	0.54825	0.49868				6.978	0.000
	RB LX A7	1.67048	1.74745	-0.29529	-0.31823				29.703	0.000
	RB LX A8	21.28627	21.95241	2.56207	2.25087				212.273	0.000

ตารางที่ 111 (ต่อ)

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การเปรียบเทียบที่ $\alpha = 0.05$)									
	SRS		Str R				Cls R			
	N = 400	N = 1340	N = 400		N = 1340		N = 400		N = 1340	
	(1)Simple	(2)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
RB LX A1	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB LX A2	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB LX A3	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB LX A4	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB LX A5	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB LX A6	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB LX A7	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB LX A8	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.576$; *Multivariate F-statistic = 35.582, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่าและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.024; Multivariate F-statistic = 251.169, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

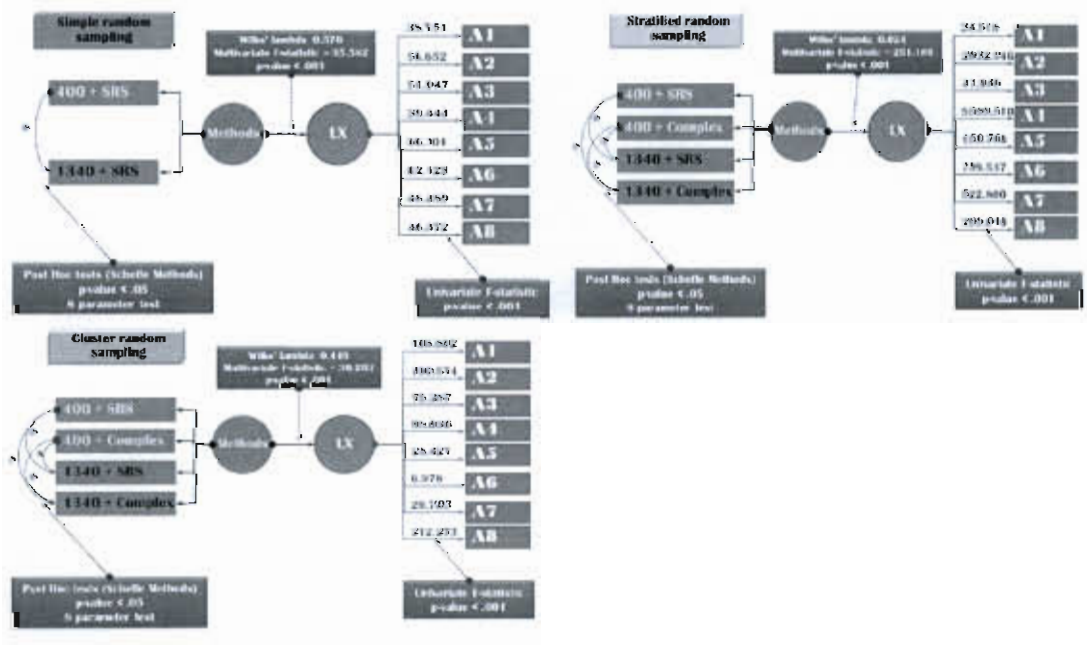
ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.449; Multivariate F-statistic = 30.203, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 6 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จำนวน 2 ตัวแปร และเมื่อทำกาเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร ส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 74 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มคงที่

ตารางที่ 112 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Relative bias (TD)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N=1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	RB TD A1		5.37922		2.96955	0.585	34.344	0.000	40.883	0.000
	RB TD A2		4.67144		2.63541				57.078	0.000
	RB TD A3		4.4367		2.37227				51.842	0.000
	RB TD A4		6.1889		3.69949				39.396	0.000
	RB TD A5		5.44159		2.86731				65.924	0.000
	RB TD A6		5.35627		2.68885				62.869	0.000
	RB TD A7		6.29091		4.05504				30.224	0.000
	RB TD A8		3.61596		2.01644				46.620	0.000
Stratified	RB TD A1	5.37764	5.5927	2.89784	2.7785	0.051	170.168	0.000	34.909	0.000
	RB TD A2	4.8056	4.70963	2.51907	20.49449				1306.009	0.000
	RB TD A3	4.48164	4.53685	2.59189	5.40894				32.786	0.000
	RB TD A4	6.32413	6.4537	4.38305	34.70707				1818.990	0.000
	RB TD A5	5.53426	5.7656	2.63362	11.83101				230.264	0.000
	RB TD A6	4.82894	4.68213	2.78984	9.12237				133.210	0.000
	RB TD A7	6.43014	6.56834	3.8938	3.35056				35.478	0.000
	RB TD A8	3.84071	3.87151	1.95486	11.45416				526.008	0.000
Cluster	RB TD A1	-14.7321	-14.7542	-2.37852	-2.24615	0.464	28.755	0.000	110.319	0.000
	RB TD A2	-10.1129	-10.5194	-0.83043	-0.51341				101.581	0.000
	RB TD A3	-11.7798	-12.0357	-1.621	-1.29437				77.157	0.000
	RB TD A4	-13.6665	-14.151	-1.19487	-1.03603				98.123	0.000
	RB TD A5	4.30306	4.54727	-5.73945	-6.49764				28.315	0.000
	RB TD A6	-4.09887	-4.40951	-1.14673	-1.02623				6.834	0.000
	RB TD A7	2.33141	-0.0461	0.01637	0.01639				1.074	0.359
	RB TD A8	-19.468	-19.9171	-2.10708	-1.86214				215.571	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (ผลที่การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	SRS		Str R				Cls R			
	N = 400	N = 1340	N = 400		N = 1340		N = 400		N = 1340	
	(1)Simple	(2)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
RB TD A1	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A2	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A3	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A4	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A5	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A6	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A7	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RB TD A8	1 > 2		1 > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .001 (Λ = *0.585; Multivariate F-statistic = 34.344, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่าและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001(Λ = *0.051; Multivariate F-statistic = 170.168, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่าและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

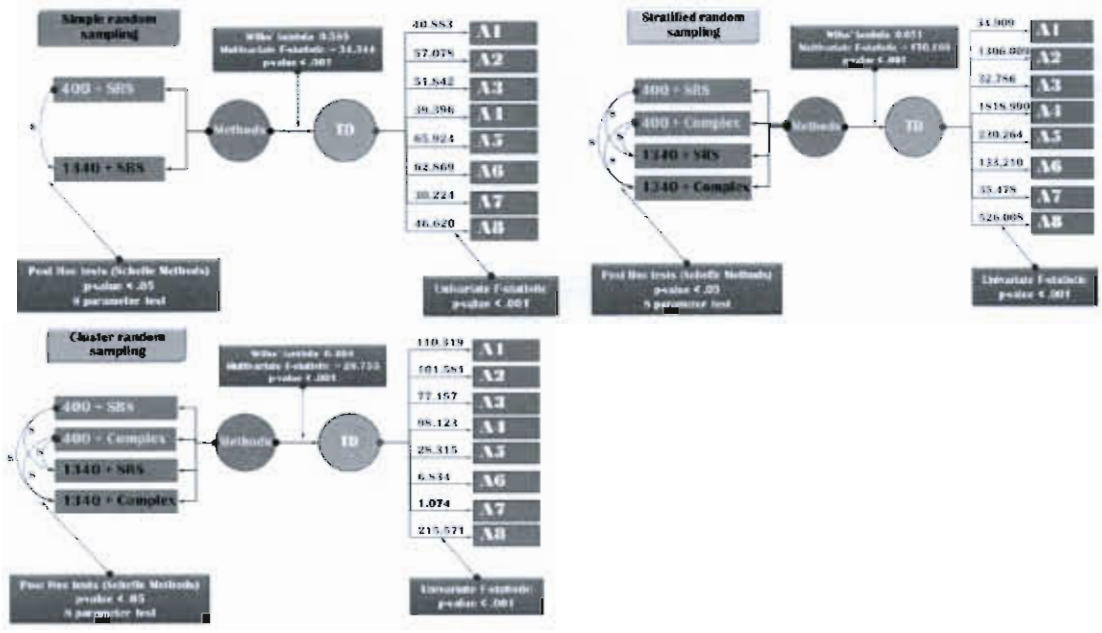
ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.464; Multivariate F-statistic = 28.755, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จำนวน 7 ตัวแปร และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 75 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มคงที่

ตารางที่ 113 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Relative standard error of bias (LX)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	RS LX A2		7.50000		6.06875				170.801	0.000
	RS LX A3		8.38000		6.74000				175.831	0.000
	RS LX A4		7.48350		5.99170				197.988	0.000
	RS LX A5		7.42850		5.98550	0.527	43.853	0.000	190.313	0.000
	RS LX A6		8.13330		6.50830				191.237	0.000
	RS LX A7		7.94290		6.39995				184.661	0.000
	RS LX A8		8.08570		6.44990				185.215	0.000

ตารางที่ 113 (ต่อ)

Sampling method	Variables	Relative standard error of bias (LX)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Stratified	RS LX A2	7.56250	7.55000	4.61250	8.23750				5728.640	0.000
	RS LX A3	8.42000	8.40000	5.10000	9.08000				3819.820	0.000
	RS LX A4	7.41660	7.44990	4.61680	8 61660				4164.467	0.000
	RS LX A5	7.41410	7.42850	4.55710	8.70010	0.001	1007 991	0.000	5283.809	0.000
	RS LX A6	8.10010	8.13340	4.93330	9.43330				4592.627	0.000
	RS LX A7	7 94290	7.94300	4.87130	9.34290				4963.755	0.000
	RS LX A8	8.08570	8.11430	4.87130	7 31440				4889.054	0.000
Cluster	RS LX A2	4.87500	8.25000	4.87500	4.88750				6007.256	0.000
	RS LX A3	5.24000	9.38000	5.24000	5.26000				3192 971	0.000
	RS LX A4	4.90000	8.50000	4.90000	4.91670				3868.120	0.000
	RS LX A5	4 62850	8.54270	4 62850	4.64270	0.003	637.136	0.000	7725.609	0.000
	RS LX A6	5.16660	9.40010	5.16660	5.18330				6987.662	0.000
	RS LX A7	5.02860	9 32840	5.02860	5.05720				5441.984	0.000
	RS LX A8	4.77130	7.14280	4.77130	4.78560				1688.914	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	SRS		Str R				Cls R			
	N = 400	N = 1340	N = 400		N = 1340		N = 400		N = 1340	
	(1)Simple	(2)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
RS TD A2	1 > 2		1 < 2 ,> 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A3	1 > 2		1 < 2 ,> 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A4	1 > 2		1 < 2 ,> 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A5	1 > 2		1 < 2 ,> 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A6	1 > 2		1 < 2 ,> 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A7	1 > 2		1 < 2 ,> 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A8	1 > 2		1 < 2 ,> 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 2 & 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง

2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.527; Multivariate F-statistic = 43.853, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.001; Multivariate F-statistic = 1007.991, p-value = .000*)แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และมีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้งหมด 7 ตัวแปร

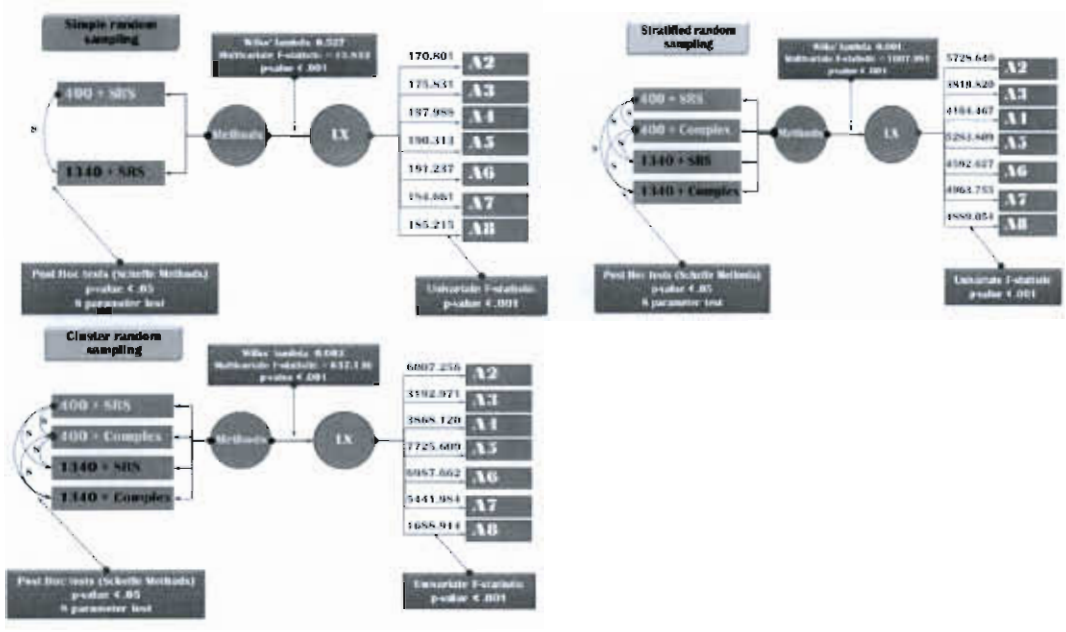
2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.003; Multivariate F-statistic = 637.136, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน, ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 76 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน LX เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มคงที่

ตารางที่ 114 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ

Sampling method	Variables	Relative standard error of bias (TD)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' Lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Simple random	RS TD A2		7.82130		6.31745				169.902	0.000
	RS TD A3		7 81890		6.37640				155.159	0.000
	RS TD A4		7 89000		6.29260				180.718	0.000
	RS TD A5		8.01010		6.25120	0.485	51.985	0 000	244.816	0.000
	RS TD A6		7 98430		6.26435				236.737	0.000
	RS TD A7		7.74310		6.25985				181.092	0.000
	RS TD A8		7.90180		6.36730				158.265	0.000

ตารางที่ 114 (ต่อ)

Sampling method	Variables	Relative standard error of bias (TD)								
		Descriptive statistics				Multivariate test			Univerate test	
		N = 400		N = 1340		Wilks' Lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	*p-value*
		Complex	Simple	Complex	Simple					
Stratified	RS TD A2	7.90420	7.91770	4.74960	7.28360				2706.084	0.000
	RS TD A3	7.98460	8.00760	4 69830	7.30290				3231 542	0.000
	RS TD A4	7.90910	7.92190	4.68780	7.73380				4917.490	0.000
	RS TD A5	7.76910	7.79490	4.72480	7.60610	0.001	877.603	0.000	5459.770	0.000
	RS TD A6	7.78990	7.81090	4.70690	7.78160				5555.110	0.000
	RS TD A7	7.77840	7.80710	4.72570	7.69380				5404.074	0.000
	RS TD A8	8.02860	8.06630	4.74830	5.52690				2331.968	0.000
Cluster	RS TD A2	5.01970	7.48000	5.01970	5.02690				2379.061	0.000
	RS TD A3	4.81840	7.62740	4.81840	4.80830				1979.523	0.000
	RS TD A4	5.03710	7.81220	5.03710	5.04430				3496.534	0.000
	RS TD A5	4.65620	7.22520	4.65620	4.66990	0.006	453.806	0.000	1271.583	0.000
	RS TD A6	4.88430	7.77450	4.88430	4.88330				3748.641	0.000
	RS TD A7	4.66240	7.90470	4.66240	4.66930				5762.619	0.000
	RS TD A8	4.54560	5.26020	4.54560	4.54260				57.090	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)									
	SRS		Str R				Cls R			
	N = 400	N = 1340	N = 400		N = 1340		N = 400		N = 1340	
	(1)Simple	(2)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple	(1)Complex	(2)Simple	(3)Complex	(4)Simple
RS TD A2	1 > 2		1 < 2 , > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A3	1 > 2		1 < 2 , > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A4	1 > 2		1 < 2 , > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A5	1 > 2		1 < 2 , > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A6	1 > 2		1 < 2 , > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A7	1 > 2		1 < 2 , > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		
RS TD A8	1 > 2		1 < 2 , > 3 & 4	2 > 3 & 4			1 > 3 & 4	2 > 3 & 4		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสามส่วนตามการกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มแบบ SRS, วิธีการสุ่มแบบ STR และวิธีการสุ่มแบบ CR ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของวิธีการสุ่มแบบ SRS ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง

2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001(Λ = *0.485; Multivariate F-statistic = 51.985, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ STR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.001; Multivariate F-statistic = 877.603, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และมีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้งหมด 7 ตัวแปร

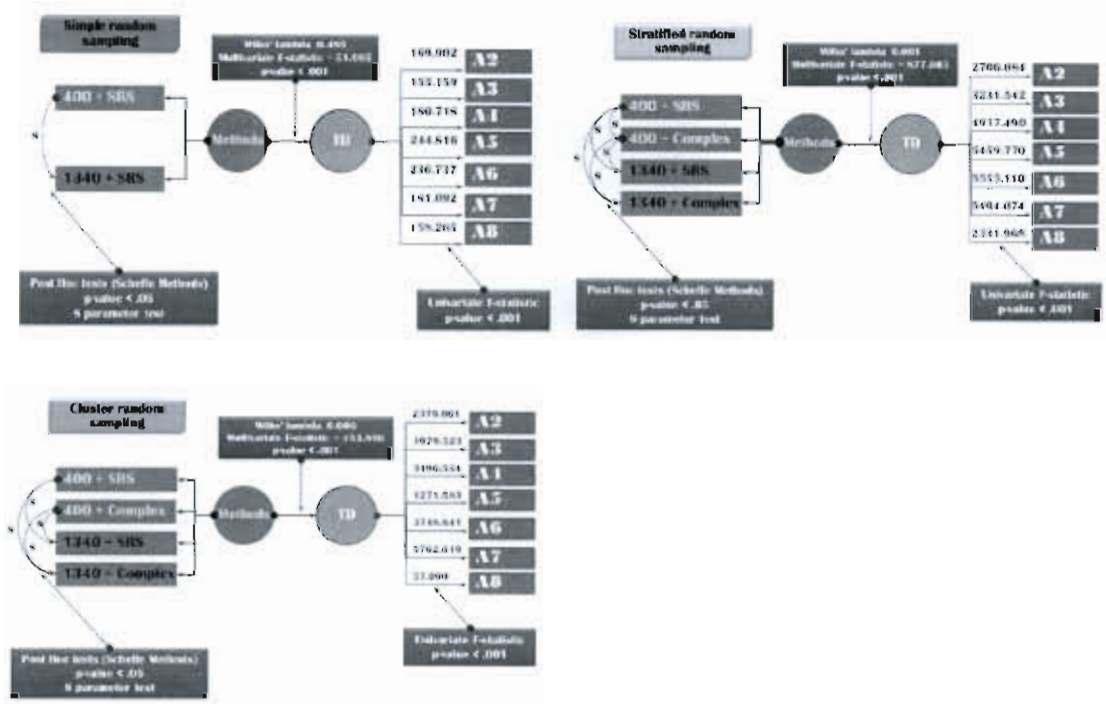
2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

ภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มแบบ CR ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001(Λ = *0.006; Multivariate F-statistic = 453.806, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธีการ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน, ที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย และขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีขนาดค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 7 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 77 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน TD เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มคงที่

3.2.3 สมมติฐานข้อที่ 2.3 เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามการวิธีวิเคราห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 115 ถึง ตารางที่ 120

ตารางที่ 115 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Bias from true parameter (LX)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	Diff LX A1	-0.00013	0.00183	-0.00033	-0.00079	0.03686	0.00564	0.327	37.710	0.000	136.270	0.000
	Diff LX A2	-0.00111	-0.00047	0.00190	-0.00078	0.03642	0.00210				108.044	0.000
	Diff LX A3	-0.00118	0.00037	0.00242	0.00044	0.04359	0.00523				104.583	0.000
	Diff LX A4	0.00019	-0.00087	-0.00065	-0.00048	0.02298	0.00175				104.304	0.000
	Diff LX A5	-0.00201	-0.00030	-0.00263	-0.00208	-0.01187	0.02048				25.451	0.000
	Diff LX A6	0.00224	0.00042	0.00027	-0.00075	0.01497	0.00367				12.281	0.001
	Diff LX A7	-0.00123	0.00036	0.00044	-0.00031	0.01370	-0.00250				24.360	0.000
	Diff LX A8	-0.00204	0.00036	-0.00144	-0.00030	0.12908	0.01324				332.367	0.000
Complex	Diff LX A1			-0.00005	-0.00012	0.03680	0.00600	0.350	41.336	0.000	155.876	0.000
	Diff LX A2			0.00195	0.00019	0.03493	0.00318				107.387	0.000
	Diff LX A3			0.00258	0.00096	0.04264	0.00636				105.439	0.000
	Diff LX A4			-0.00121	0.00061	0.02216	0.00201				107.769	0.000
	Diff LX A5			-0.00226	-0.00231	-0.01125	0.01829				25.887	0.000
	Diff LX A6			0.00040	-0.00025	0.01374	0.00403				13.633	0.000
	Diff LX A7			-0.00005	-0.00018	0.01310	-0.00232				28.702	0.000
	Diff LX A8			-0.00024	-0.00009	0.12516	0.01507				327.822	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
Diff LX A1	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5&6	4 < 5&6		
Diff LX A2	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff LX A3	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff LX A4	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5	4 < 5		
Diff LX A5	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5&6	4 < 5&6		
Diff LX A6									3 < 5	4 < 5		
Diff LX A7									3 < 5	4 < 5		
Diff LX A8	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5&6	4 < 5&6		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐาน

การสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.327; Multivariate F-statistic = 37.710, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง

400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

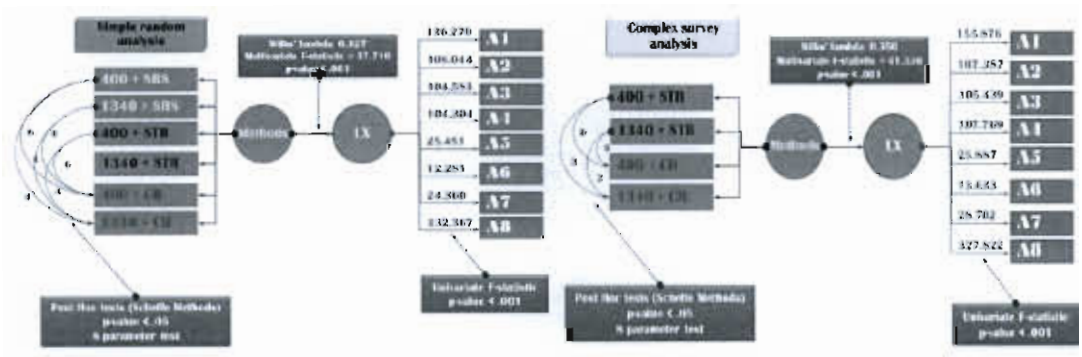
4. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0. 350; Multivariate F-statistic = 41.336, p-value =.000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกค่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเดอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 78 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียง LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 116 ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Bias from true parameter (TD)										
		Descriptive Statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	Diff TD A1	0.00048	-0.00274	0.00084	0.0013	-0.0559	-0.0085	0.352	34.930	0.000	134.647	0.000
	Diff TD A2	0.00198	0.00082	-0.00234	0.00127	-0.05036	-0.00245				105.443	0.000
	Diff TD A3	0.00199	-0.00043	-0.00311	-0.00053	-0.05902	-0.00635				102.112	0.000
	Diff TD A4	-0.00021	0.00154	0.00128	0.00083	-0.03831	-0.0028				102.743	0.000
	Diff TD A5	0.00337	0.00054	0.00435	0.00326	0.01881	-0.02694				23.959	0.000
	Diff TD A6	-0.00288	-0.00056	-0.00008	0.00119	-0.02022	-0.00472				11.403	0.000
	Diff TD A7	0.00635	0.00615	0.0001	0.00002	-0.00014	0.00006				0.813	0.540
	Diff TD A8	0.00305	-0.00023	0.00239	0.00049	-0.13035	-0.0122				318.087	0.000
Complex	Diff TD A1			0.00029	0.00027	-0.05581	-0.009	0.374	38.268	0.000	154.921	0.000
	Diff TD A2			-0.00241	-0.00003	-0.04838	-0.00396				106.997	0.000
	Diff TD A3			-0.00336	-0.00127	-0.05776	-0.00795				104.135	0.000
	Diff TD A4			0.00222	-0.00093	-0.03701	-0.00321				107.884	0.000
	Diff TD A5			0.00379	0.00363	0.01785	-0.02379				24.686	0.000
	Diff TD A6			-0.00025	0.00046	-0.01881	-0.00526				13.053	0.000
	Diff TD A7			0.00638	-0.00001	0.00897	0.00007				1.095	0.351
	Diff TD A8			0.00098	0.00027	-0.12742	-0.01381				312.961	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
Diff TD A1	1 < 5&6	2 < 5	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 5&6	4 < 5&6		
Diff TD A2	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff TD A3	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff TD A4	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff TD A5	1 < 5&6	2 < 5&6	3 < 5&6	4 < 5&6					3 < 6	4 < 5&6		
Diff TD A6	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		
Diff TD A7												
Diff TD A8	1 < 5	2 < 5	3 < 5	4 < 5					3 < 5	4 < 5		

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วน

ตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.352$; *Multivariate F-statistic = 34.930, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่า

ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่ม CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปรส่วนคู่เปรียบเทียบอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

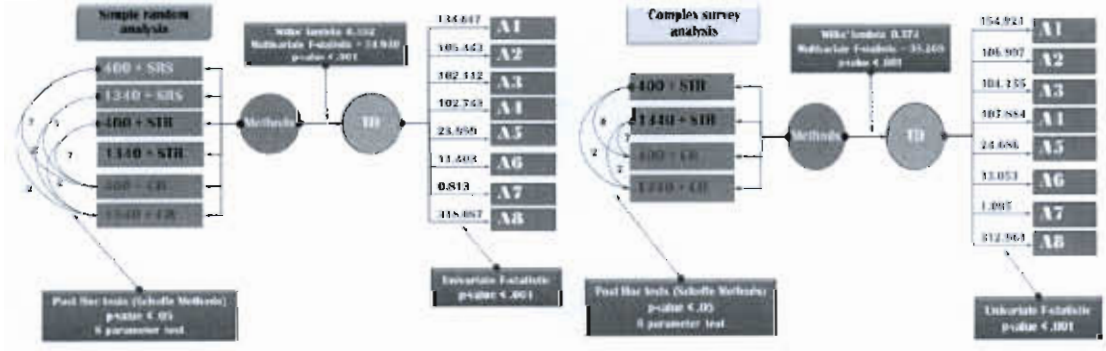
<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.374; Multivariate F-statistic = 38.268, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์

ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 79 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียง TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 117 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Samples size	Variables	Relative bias (LX)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' Lambda	Multivariate F-Statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	RB LX A1	1.64403	0.91274	1 70560	0.84774	4.67709	0 71575	0.025	171.943	0.000	113 113	0.000
	RB LX A2	2 14629	1.20967	2.17330	14.36391	5.04369	0.29015				896.237	0.000
	RB LX A3	2.13268	1 14234	2.18767	2.85953	6.10574	0.73325				76.898	0.000
	RB LX A4	1.14963	0 68593	1.19783	11 55030	2.69081	0.20432				2024 094	0.000
	RB LX A5	1.92252	1.01600	2.03660	3.51197	-1.55095	2.67710				43.943	0.000
	RB LX A6	2.27482	1.13840	1 98370	4.50356	2.03465	0.49868				43.150	0.000
	RB LX A7	1 52802	0.86909	1 54591	4.57467	1.74745	-0 31823				135.546	0.000
	RB LX A8	3 41250	1 91021	3.65131	8.50776	21 95241	2.25087				279 843	0.000
Complex	RB LX A1			1 64272	0.88774	4.67018	0.76079	0.356	40.529	0 000	120 491	0.000
	RB LX A2			2.21763	1 16848	4.83857	0.43972				89 655	0.000
	RB LX A3			2.16236	1.24859	5.97164	0.89151				83 532	0.000
	RB LX A4			1.17329	0.81960	2.59523	0.23538				80.203	0.000
	RB LX A5			1.95616	0.93005	-1 47059	2.39082				30.280	0.000
	RB LX A6			2.04560	1.18137	1.86680	0.54825				9.612	0.000
	RB LX A7			1.46560	0.91268	1.67048	-0.29529				32.283	0.000
	RB LX A8			3.63325	1 84774	21.28627	2.56207				288.172	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (กฎการปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
RB LX A1	1 >2&4 <5	2 < 3&5&6	3 <5 >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A2	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A3	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A4	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A5	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A6	1 >2&4 <5	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A7	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB LX A8	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.025; Multivariate F-statistic = 171.943, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย

มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

4. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

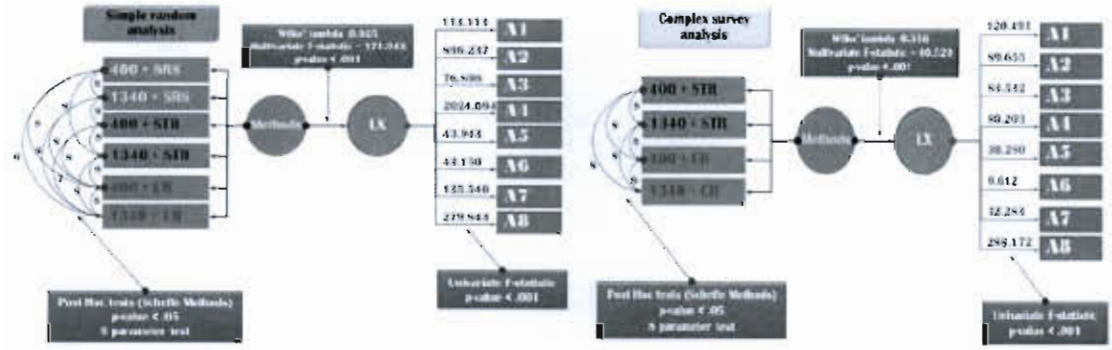
<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.356; Multivariate F-statistic = 40.529, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 80 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 118 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative bias (TD)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	RB TD A1	5.37922	2.96955	5.5927	2.7783	-14.7542	-2.24615	0.043	136.647	0.000	304.281	0.000
	RB TD A2	4.67144	2.63541	4.70963	2.049489	-10.5194	-0.51341				772.837	0.000
	RB TD A3	4.4367	2.37227	4.53685	5.40894	-12.0357	-1.29437				234.371	0.000
	RB TD A4	6.1889	3.69949	6.4537	3.707087	-14.151	-1.03603				1057.111	0.000
	RB TD A5	5.44159	2.86731	5.7656	11.83101	4.54727	-6.49764				73.122	0.000
	RB TD A6	5.35627	2.68885	4.68213	9.12237	-4.40951	-1.62623				107.917	0.000
	RB TD A7	6.29091	4.05504	6.56834	3.35056	-0.0461	0.01639				25.855	0.000
	RB TD A8	3.61598	2.01644	3.87151	11.45416	-19.9171	-1.86214				622.850	0.000
Complex	RB TD A1			5.37764	2.89784	-14.7321	-2.37852	0.254	57.134	0.000	290.048	0.000
	RB TD A2			4.8056	2.51907	-10.1129	-0.83043				236.436	0.000
	RB TD A3			4.48164	2.59189	-11.7798	-1.621				205.693	0.000
	RB TD A4			6.32413	4.38305	-13.6665	-1.19487				231.719	0.000
	RB TD A5			5.53426	2.63362	4.30306	-5.73945				38.798	0.000
	RB TD A6			4.82894	2.78984	-4.09887	-1.14673				63.453	0.000
	RB TD A7			6.43014	3.8938	2.33141	0.01637				8.170	0.002
	RB TD A8			3.84071	1.95486	-19.468	-2.10708				430.261	0.000

ตารางที่ 118 (ต่อ)

Scheffe' method	Multiple comparisons (เกณฑ์การปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
RB TD A1	1 >2&4 <5	2 < 3&5&6	3 <4&5	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A2	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A3	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A4	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A5	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A6	1 >2&4 <5	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A7	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RB TD A8	1 >2&4 ,<5&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.043$; *Multivariate F-statistic = 136.647, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 6 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

4. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

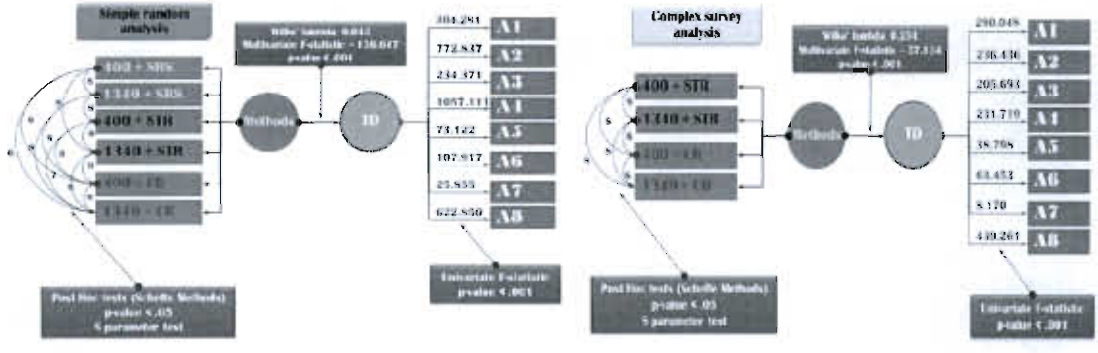
<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

(Λ = *0.254; Multivariate F-statistic = 57.134, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 8 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีขนาดความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปร

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 81 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของพารามิเตอร์ TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 119 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative standard error of bias (LX)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	RS LX A2	7.50000	6.06875	7.55000	8.23750	8.25000	4.88750				711.399	0.000
	RS LX A3	8.38000	6.74000	8.40000	9.08000	9.38000	5.26000				651.213	0.000
	RS LX A4	7.48350	5.99170	7.44990	8.61660	8.50000	4.91670				777.096	0.000
	RS LX A5	7.42850	5.98550	7.42850	8.70010	8.54270	4.64270	0.023	178.880	0.000	1005.669	0.000
	RS LX A6	8.13330	6.50830	8.13340	9.43330	9.40010	5.18330				895.699	0.000
	RS LX A7	7.94290	6.39995	7.94300	9.34290	9.32840	5.05720				930.163	0.000
	RS LX A8	8.08570	6.44990	8.11430	7.31440	7.14280	4.78560				517.642	0.000
Complex	RS LX A2			7.56250	4.61250	4.87500	4.87500				12144.378	0.000
	RS LX A3			8.42000	5.10000	5.24000	5.24000				8561.597	0.000
	RS LX A4			7.41660	4.61680	4.90000	4.90000				6063.779	0.000
	RS LX A5			7.41410	4.55710	4.62850	4.62850	0.002	727.990	0.000	10341.810	0.000
	RS LX A6			8.10010	4.93330	5.16660	5.16660				10745.073	0.000
	RS LX A7			7.94290	4.87130	5.02860	5.02860				9707.907	0.000
	RS LX A8			8.08570	4.87130	4.77130	4.77130				6247.346	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เทคนิคการปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
RS LX A2	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A3	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A4	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A5	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5	3 <5&6, >4	4 < 5	5 > 6				3 < 5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A6	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A7	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS LX A8	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5	3 <5&6, >4	4 < 5	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5	5 > 6	

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและ

วิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($\Lambda = 0.023$; *Multivariate F-statistic = 178.880, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ SRSขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย, วิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาด 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRSขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรและวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 5 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 5 ตัวแปร

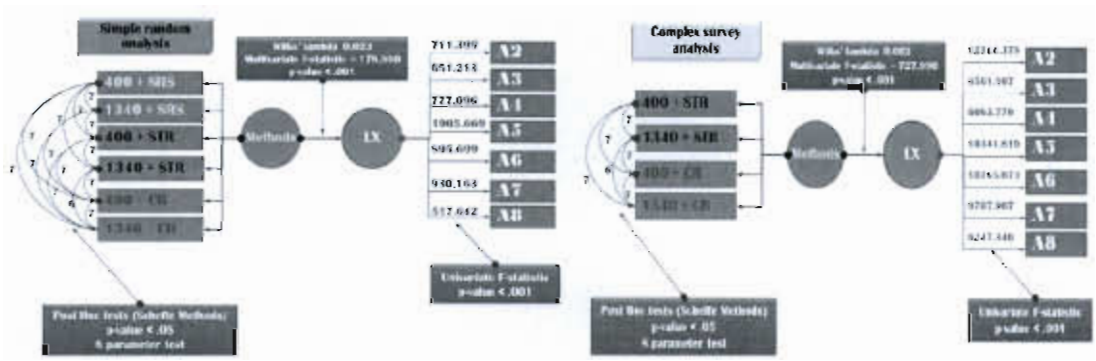
<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.002; Multivariate F-statistic = 727.990, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาดรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR

ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรและวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 6 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 82 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน LX เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

ตารางที่ 120 ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ

Sample size	Variables	Relative standard error of bias (TD)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univariate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Simple random	RS TD A2	7.82130	6.31745	7.91770	7.28360	7.48000	5.02690				420.116	0.000
	RS TD A3	7.81890	6.37640	8.00760	7 30290	7 62740	4.80830				469 358	0.000
	RS TD A4	7.89000	6.29260	7.92190	7.73380	7.81220	5 04430				511.946	0.000
	RS TD A5	8.01010	6.25120	7.79490	7.60610	7.22520	4.66990	0.031	158.571	0.000	611.741	0.000
	RS TD A6	7.98430	6.26435	7.81090	7.78160	7.77450	4.88330				627.006	0.000
	RS TD A7	7.74310	6.25985	7 80710	7 69380	7.90470	4.66930				678.955	0.000
	RS TD A8	7.90180	6.36730	8.06630	5.52690	5.26020	4.54260				546.560	0.000

ตารางที่ 120 (ต่อ)

Sample size	Variables	Relative standard error of bias (TD)										
		Descriptive statistics						Multivariate test			Univerate test	
		SRS		Str R		Cls R		Wilks' lambda	Multivariate F-statistic	p-value	Univariate F-statistic	p-value
		400	1340	400	1340	400	1340					
Complex	RS TD A2			7.90420	4.74960	5.01970	5.01970				5784.769	0.000
	RS TD A3			7.98460	4.69830	4.81840	4.81840				6338.072	0.000
	RS TD A4			7.90910	4.68780	5.03710	5.03710				5143.553	0.000
	RS TD A5			7.76910	4.72480	4.65620	4.65620	0.005	483.820	0.000	2572.266	0.000
	RS TD A6			7.78990	4.70690	4.88430	4.88430				5960.214	0.000
	RS TD A7			7.77840	4.72570	4.66240	4.66240				14018.825	0.000
	RS TD A8			8.02860	4.74830	4.54560	4.54560				1980.039	0.000

Scheffe' method	Multiple comparisons (เทคนิคการปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$)											
	Simple random analysis						Complex survey analysis					
	SRS		Str R		Cls R		SRS		Str R		Cls R	
	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340	(1) 400	(2)1340	(3)400	(4)1340	(5)400	(6)1340
RS TD A2	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A3	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A4	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A5	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5	3 <5&6, >4	4 < 5	5 > 6				3 < 4&5&6	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A6	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A7	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5&6	3 <5&6, >4	4 < 5&6	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5&6	5 > 6	
RS TD A8	1 <3&5 >2&4&6	2 < 3&5	3 <5&6, >4	4 < 5	5 > 6				3 <5&6 >4	4 < 5	5 > 6	

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกัน จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของวิธีวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 2 วิธีการ ได้แก่ วิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน ดังนี้

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มอย่างง่าย</u> ผลการทดสอบภาพรวมของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง

2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.031; Multivariate F-statistic = 158.571, p-value = .000*) แสดงว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกตัวแปร และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRSขนาดตัวอย่าง 400 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ SRSขนาดตัวอย่าง 1340, วิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 และวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาด 400 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 1340 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 จำนวน 7 ตัวแปรและวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 จำนวน 5 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 วิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 จำนวน 7 ตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่า

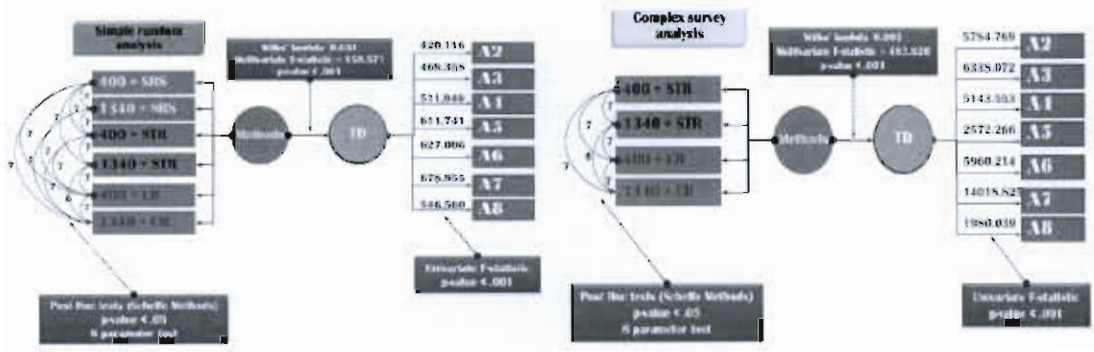
ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 8 ตัวแปรและค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 5 ตัวแปร

<u>ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์บนพื้นฐานการสุ่มแบบซับซ้อน</u> ผลการทดสอบภาพรวมของความแตกต่างของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการ พบว่า ค่า Wilks' lambda มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Λ = *0.005; Multivariate F-statistic = 483.420, p-value = .000*) แสดงว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาด และวิธีการสุ่ม 3 วิธีการในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และเมื่อทำการทดสอบในระดับ Univariate พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมดของ 7 ตัวแปรแตกต่างกันตามวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 ขนาดและวิธีการสุ่ม 3 วิธีการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งหมด 7 ตัวแปรและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของแต่ละวิธีการ พบว่า

1. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 400 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร และค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ SRS ขนาดตัวอย่าง 400 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 และวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 ตัวแปร

2. ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการสุ่มแบบ STR ขนาดตัวอย่าง 1340 มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 400 จำนวน 7 ตัวแปรและวิธีการสุ่มแบบ CR ขนาดตัวอย่าง 1340 อย่างจำนวน 6 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางแสดงการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนำเสนอเป็นสองส่วนตามวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีการ สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 83 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน TD เมื่อกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์คงที่

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของความไม่สอดคล้องระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์: กรณีศึกษา ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ผู้วิจัยนำเสนอสาระสำคัญตามลำดับ คือ วัตถุประสงค์ในการวิจัย สมมติฐานการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการทดสอบค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จาก *วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง* และ *รูปแบบการวิเคราะห์ทางสถิติ* ที่สอดคล้องกัน

1. วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

1.1 ผลการทดสอบความครอบคลุมของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

เมื่อพิจารณาโมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดครบทุกค่า โดยค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ ซึ่งมีขนาดของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (0.001) ในขณะที่ค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ_{x1} และ δ_{x1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ผลการศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลเท่ากัน ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดครบทุกค่า และค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น (n = 1340) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

โดยส่วนใหญ่มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

1.2 ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์: ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าพารามิเตอร์จริง

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อพิจารณาโมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่มีการกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

1.3 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์

1.3.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.648-10.404 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 9: 7 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.814-5.427 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 2: 15

1.3.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.647-8.820 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 6: 10 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.818-4.926 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 17

1.3.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.644-2.691 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 5: 11 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วยมีค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.686-4.055 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีขนาดค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าประมาณพารามิเตอร์

1.4 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative standard error bias)

1.4.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.403-5.783 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.554-2.874 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

1.4.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.183-5.504 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.638-2.843 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

1.4.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.429 -8.380 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.706-5.056 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 15

สรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีขนาดค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าประมาณพารามิเตอร์

2. วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey data analysis)

2.1 ผลการทดสอบความครอบคลุมของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

เมื่อพิจารณาโมเดล ปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดครบทุกค่า โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย (0.002) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ ส่วนใหญ่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.002) ในขณะที่ค่า Λ_{A1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

เมื่อพิจารณาโมเดล ปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดทั้งหมด 16 ค่า มีเพียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ δ_{A8} ที่ไม่ครอบคลุมทั้ง 2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง แต่มีค่าใกล้เคียงกับช่วงที่ครอบคลุม (0.002) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย (0.002) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้น ในขณะที่ค่า Λ_{A1}, Λ_{A4}, Λ_{A6} และ δ_{A1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ผลการศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลเท่ากัน ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดครบทุกค่า และค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น (n = 1340) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยโดยส่วนใหญ่มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

2.2 ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์: ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าพารามิเตอร์จริง

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อพิจารณาโมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่มีการกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

2.3 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์

2.3.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.632-11.109 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 1: 9: 7 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.808-5.742 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 2: 15

2.3.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.632-9.625 โดยมีอัตราส่วนของของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 10: 7 และขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.808-6.042 โดยมีอัตราส่วนของของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 16

2.3.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.173-6.430 โดยมีอัตราส่วนของของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 12: 4 และขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.820-4.383 โดยมีอัตราส่วนของของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน พบว่า ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีขนาดค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าประมาณพารามิเตอร์

2.4 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative standard error bias)

2.4.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.351-5.940 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.513-2.764 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

2.4.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.342-6.100 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.725-3.487 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 15

2.4.3 เมื่อทำการความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.414-8.420 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.613-5.100 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 15

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน พบว่า ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีขนาดค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าประมาณพารามิเตอร์

2.5 ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Deft*) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates)

2.5.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า Design factor ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.99-1.021 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณเพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.982-1.006 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1 : เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0

2.5.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.974-1.027 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.993-1.013 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0

2.5.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.985-1.011 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.991-1.008 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่า *Deft* โดยส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1

3. วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex sample analysis)

3.1 ผลการทดสอบความครอบคลุมของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

เมื่อพิจารณาโมเดล ปีการศึกษา 2554 พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดเพียง 1 ค่า คือ Λ_{A5} ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ มีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Φ และ δ มีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) โดยครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 7 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A5}, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1} และ δ_{A7} ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่เหลือมีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้น Λ_{A5} ซึ่งมีขนาดของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (0.001)

เมื่อพิจารณาโมเดล ปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดเพียง 3 ค่า ได้แก่ Λ_{A4}, Λ_{A6} และ δ_{A5} ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Φ, $\Lambda_{A1\text{-}A3}$ และ Λ_{A8} มีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A7} และ δ มีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 3 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A3} และ δ_{A8} ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A1}, Λ_{A5}, Λ_{A8} และ δ_{A7} มีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$ และ $\delta_{A1\text{-}A6}$ จะมีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้น Λ_{A2}, Λ_{A4}, Λ_{A5}, Λ_{A8} และ δ_{A5} ซึ่งมีขนาดของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (0.001)

ผลการศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดภายในโมเดลเท่ากัน ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีการครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัด โดยค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ และ δ_{A5} มีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ δ จะมีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น (n = 1340) ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 7 ค่า ได้แก่ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$, δ_{A2}, δ_{A4} และ δ_{A6} และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ δ_{A1}, δ_{A5} และ δ_{A8}

มีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ δ จะมีค่าเฉลี่ยของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยโดยส่วนใหญ่มีค่าลดลงเล็กน้อย (0.002) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

3.2 ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์: ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าพารามิเตอร์จริง

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 2 ค่า ได้แก่ Λ_{A5} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Φ กับ δ ที่เหลือมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 6 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A5}, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, Λ_{A6}, $\delta_{A2\text{-}A4}$ และ δ_{A6} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A8} และ δ ที่เหลือมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 2 ค่า ได้แก่ Λ_{A5} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Φ และ δ ที่เหลือมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 6 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A5}, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, Λ_{A6}, $\delta_{A2\text{-}A4}$ และ δ_{A6} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่า

ค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A8} และ δ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่มีการกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดภายในโมเดลเท่ากัน ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 3 ค่า ได้แก่ Λ_{A5}, δ_{A5} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ δ ทุกค่า มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$ กับ $\Lambda_{A5\text{-}A8}$ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเดอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 4 ค่า ได้แก่ Λ_{A2}, δ_{A2}, δ_{A4} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A7}, δ_{A1}, δ_{A3}, δ_{A5}, δ_{A6}และ δ_{A8} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ และ δ ที่เหลือ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

3.3 <u>ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์</u>

3.3.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 4.919-29.918 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 11: 5: 1 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 2.128-22.843 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 7: 9: 1

3.3.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 4.925-24.729 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 10: 5: 2 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 2.128-18.399 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 6: 9: 2

3.3.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา

2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.173-6.430 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 12: 4 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.820-4.383 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์โดยส่วนใหญ่มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น ยกเว้น Λ_{A2}, Λ_{A5} และ δ_{A5} ในปี 2554 และ Λ_{A4}, δ_{A5} และ δ_{A6} ในปี 2555

3.4 <u>ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative standard error bias)</u>

3.4.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.104-6.952 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 15: 1 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.602-2.844 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0 : 0: 16

3.4.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.973-5.933 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 12: 4 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.482-3.606 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

3.4.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของ

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.527-9.433 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.546-5.240 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 5: 11

สรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าประมาณพารามิเตอร์

3.5 ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Deft*) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates)

3.5.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.817-1.091 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 2: 8: 6 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.970-1.012 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0 : 16 : 0

3.5.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.764-1.139 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 3: 8: 5 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.973-1.135 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 9: 7

3.5.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.807-1.099 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 3: 7: 6 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.974-0.992 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 13: 3

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า Design factor ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน ค่า *Defi* โดยส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 และมีพารามิเตอร์บางค่าที่มีค่ามากกว่า 1 และมากกกว่า 1

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จาก *วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง* และ *รูปแบบการวิเคราะห์ทางสถิติ* ที่ไม่สอดคล้องกัน

4. วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน (Complex survey data analysis)

4.1 ผลการทดสอบความครอบคลุมของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดทั้งหมด 16 ค่า มีเพียงค่า δ_{A8} ที่ไม่ครอบคลุมทั้ง 2 ขนาดตัวอย่าง แต่มีค่าใกล้เคียงกับช่วงที่ครอบคลุม (0.002) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย (0.002) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ_{A1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่กลุ่มตัวอย่างขนาต 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเดอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดทั้งหมด 16 ค่า มีเพียงค่า δ_{A5} ที่ไม่ครอบคลุมทั้ง 2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง แต่มีค่าใกล้เคียงกับช่วงที่ครอบคลุม (0.002) โดยที่ค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย (0.002) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นในขณะที่ค่า Λ_{A1} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ผลการศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดภายในโมเดลเท่ากัน ที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดครบทุกค่า และค่าประมาณพารามิเดอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น (n = 1340) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยโดยส่วนใหญ่มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

4.2 ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์: ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าพารามิเตอร์จริง

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อพิจารณาโมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 จำนวน 16 ค่า มีเพียง δ_{AS} มีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริงของพารามิเตอร์ (Underestimate)

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่มีการกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แท้จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 และ 1340 หน่วย มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001

4.3 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์

4.3.1 เมื่อพิจารณาปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.722-9.708 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 10: 7 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.843-5.555 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 2: 15

4.3.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ1.716-8.384 โดยมีอัตราส่วนของของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 10: 7 และขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.841-5.341 โดยมีอัตราส่วนของของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 16

4.3.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 แล้ว พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.198-6.568 โดยมีอัตราส่วนของของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 12: 4 และขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.707-3.736 โดยมีอัตราส่วนของของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

สรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีขนาดค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าประมาณพารามิเตอร์

4.4 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative standard error bias)

4.4.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.509-6.101 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.533-2.768 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

4.4.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.713-6.257 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.653-2.862 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

4.4.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.429-8.400 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย พิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.557-5.060 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 1: 15

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของ

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีขนาดค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นในทุกค่าประมาณพารามิเตอร์

4.5 ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Deft*) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates)

4.5.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.994-1.022 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.983-1.007 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเดอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0

4.5.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.979-1.025 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเดอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเดอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.992-1.016 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0

4.5.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.986-1.014 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเดอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.992-1.010 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า Design factor ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่า *Deft* โดยส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1

5. วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย (Simple random analysis)

5.1 ผลการทดสอบความครอบคลุมของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีช่วงครอบคลุมค่าประมาณพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดเพียง 2 ค่า คือ Λ_{A5} และ δ_{A6} ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Φ กับ δ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) โดยครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 4 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A8}, δ_{A1} และ δ_{A7} ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่เหลือมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (0.002) ยกเว้น Λ_{A5} และ δ_{A5} ซึ่งมีขนาดของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (0.001) และค่าค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ_{A2}, Λ_{A6} และ δ_{A2} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัดจำนวน 1 ค่า ได้แก่ δ_{A5} ส่วนค่าพารามิเดอร์ที่เหลือ ได้แก่ Φ, $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, Λ_{A6} และ Λ_{A8} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A5} และ δ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าประมาณพารามิเดอร์เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (n = 1340) ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 3 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A3} และ δ_{A8} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$ และ $\delta_{A1\text{-}A6}$ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$ และ $\delta_{A1\text{-}A6}$ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นค่า Λ_{A2}, Λ_{A5} และ Λ_{A8} ซึ่งมีขนาดของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (0.001) และค่าค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ_{A4} และ δ_{A3} มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลง

ผลการศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดภายในโมเดลเท่ากัน ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีการครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ภายในโมเดลการวัด โดยค่าประมาณพารามิเดอร์ Λ และ δ_{A5} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ δ จะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงมากขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น (n = 1340)

โดยครอบคลุมค่าประมาณพารามิเตอร์ทั้งหมด 8 ค่า ได้แก่ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\Lambda_{A6\text{-}7}$, $\delta_{A2\text{-}A3}$, δ_{A4} และ δ_{A6} ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A1}, Λ_{A3}, Λ_{A5}, Λ_{A8} และ δ_{A7} มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ δ_{A8} จะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยโดยส่วนใหญ่มีค่าลดลงเล็กน้อย (0.002) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น

5.2 <u>ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์: ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าพารามิเตอร์จริง</u>

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์ของปีการศึกษา 2554 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 3 ค่า ได้แก่ Λ_{A5}, δ_{A6} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Φ และ δ ที่เหลือ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 6 ค่า ได้แก่ Φ, Λ_{A5}, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$, δ_{A1} และ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, Λ_{A6}, $\delta_{A2\text{-}A4}$ และ δ_{A6} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ_{A8} และ δ ที่เหลือ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์ของปีการศึกษา 2555 พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 3 ค่า ได้แก่ Φ, $\Lambda_{A1\text{-}A4}$ และ Λ_{A8} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A7\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และค่าประมาณพารามิเตอร์ Λ และ δ ที่เหลือมีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 4 ค่า

ได้แก่ Φ, Λ_{A3} และ $\delta_{A7\text{-}A8}$ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A1}, Λ_{A4} และ Λ_{A8} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ และ δ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดภายในโมเดลเท่ากัน ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 400 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 1 ค่าได้แก่ δ_{A7} ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ δ ทุกค่า มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ $\Lambda_{A1\text{-}A4}$, $\Lambda_{A6\text{-}A8}$ และ δ_{A5} มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate) และที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย พบว่า ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 1340 หน่วย ไม่แตกต่างจากศูนย์ จำนวน 7 ค่า ได้แก่ Λ_{A2}, Λ_{A4}, $\delta_{A2\text{-}A4}$ และ $\delta_{A6\text{-}A7}$ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 และความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์จริงและค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหลือ ได้แก่ Λ_{A7}, δ_{A1}, δ_{A5} และ δ_{A8} มีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 โดยมีค่าประมาณต่ำกว่าค่าจริง (Underestimate) และ Λ และ δ ที่เหลือ มีค่าประมาณสูงกว่าค่าจริง (Overestimate)

5.3 <u>ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative bias) ของค่าประมาณพารามิเตอร์</u>

5.3.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 4.651-30.590 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 11: 5: 1 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 2.039-24.115 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 7: 9: 1

5.3.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 4.704-24.630 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ

= 10: 6: 1 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 2.011-16.697 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 5: 10: 2

5.3.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 4.133-33.759 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 8: 4: 4 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ ของค่าประมาณพารามิเตอร์ มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 2.010-25.265 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 8: 8

สรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์โดยส่วนใหญ่มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น ยกเว้น Λ_{A2}, Λ_{A5} และ δ_{A5} ในปี 2554 และ Λ_{A4}, δ_{A5} และ δ_{A6} ในปี 2555

5.4 ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative standard error bias)

5.4.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 3.827-6.495 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 15: 1 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.639-2.824 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับสูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

5.4.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.973-5.933 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 12: 4 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.856-7.821 โดยมีอัตราส่วนของ

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 0: 16

5.4.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.360-9.380 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 16: 0 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.543-5.260 โดยมีอัตราส่วนของค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์อยู่ในระดับ สูง: ปานกลาง: ต่ำ = 0: 5: 11

สรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่าร้อยละของความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าลดลงเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น

5.5 ค่า Design effect (*Deff*) และค่า Design factor (*Defi*) ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimates)

5.5.1 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2554 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.822-1.054 โดยค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ: มากกว่า 1 = 1: 14: 1 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.966-1.009 โดยค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 16: 0

5.5.2 เมื่อพิจารณาโมเดลปีการศึกษา 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.722-1.139 โดยค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 3: 8: 5 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.967-1.160 โดยค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 6: 10

5.5.3 เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่าง ปีการศึกษา 2554 และ 2555 ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.783-1.096 โดยค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 4: 6: 6 และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่า *Defi* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีพิสัย

อยู่ในช่วง 0.973-1.048 โดยค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์มีอัตราส่วน น้อยกว่า 1: เท่ากับ 1: มากกว่า 1 = 0: 13: 3

สรุป ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ ค่า *Deft* ของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ค่า *Deft* โดยส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 และมีพารามิเตอร์บางค่าที่มีค่ามากกว่า 1 และมากกกว่า 1

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามเงื่อนไขของสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

1. อิทธิพลของความสอดคล้องและความไม่สอดคล้องกันในการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อ ความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ของโมเดล

ผลการศึกษาอิทธิพลของความสอดคล้องในการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ของโมเดล พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน และไม่สอดคล้องกัน พบว่า

1.1 เมื่อเปรียบเทียบความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ระหว่าง 2 เงื่อนไขของโมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ LX และ TD ของกลุ่มที่มีเงื่อนไขการสุ่มสอดคล้องกันมีค่าความเอนเอียงใกล้เคียงศูนย์ และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีเงื่อนไขการสุ่มไม่สอดคล้องกัน พบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ LX ของกลุ่มที่มีเงื่อนไขการสุ่มไม่สอดคล้องกันโดยส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงที่สูงกว่า ยกเว้น ค่าประมาณพารามิเตอร์ Heal ที่มีค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์ต่ำกว่า ในขณะที่ ค่าประมาณพารามิเตอร์ TD ของกลุ่มที่เงื่อนไขการสุ่มไม่สอดคล้องโดยส่วนใหญ่มีค่าความเอนเอียงที่ต่ำกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ TD ของกลุ่มที่มีเงื่อนไขการสุ่มที่สอดคล้องกัน ยกเว้น ค่าประมาณพารามิเตอร์ A5 ที่มีค่าความเอนเอียงของค่าประมาณพารามิเตอร์สูงกว่า

1.2 เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์โดยวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเดอร์ ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่สอดคล้องกัน โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่ไม่สอดคล้องกัน ทั้งตัวแปร LX และ TD ยกเว้น ค่าประมาณพารามิเตอร์ A5 ของตัวแปร TD ที่มีค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณ

พารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่สอดคล้องกันสูงกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่ไม่สอดคล้องกัน และเมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่สอดคล้องกัน โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่ไม่สอดคล้องกัน ทั้งตัวแปร LX และ TD ยกเว้นค่าประมาณพารามิเตอร์ A5 ของตัวแปร LX และค่าประมาณพารามิเตอร์ A2 และ A6 ของตัวแปร TD ที่มีค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่สอดคล้องกันสูงกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่ไม่สอดคล้องกัน

1.3 เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของโมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่สอดคล้องกัน มีค่าต่ำกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขการสุ่มที่ไม่สอดคล้องกัน ทั้งตัวแปร LX และ TD

2. เปรียบเทียบระดับความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน

2.1 *กำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่*

ที่ขนาดตัวออย่างคงที่ 400 หน่วย เมื่อเปรียบเทียบวิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน พบว่า

2.1.1 *เปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่าย, การสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าจริงทุกค่าภายในโมเดล และการสุ่มทั้ง 3 วิธี มีค่าความเอนเอียงต่ำกว่าการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX และมีค่าความเอนเอียงสูงกว่าการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร TD

2.1.2 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และ

กำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่าย, การสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ ในระดับปานกลาง (5%-10%) ในขณะที่การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ ในระดับสูง (5% ขึ้นไป) และเมื่อทำการเปรียบเทียบทุกเงื่อนไข พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่าย, การสุ่มแบบแบ่งชั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่า วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ทั้งตัวแปร LX และ TD

2.1.3 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ทุกเงื่อนไข มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในระดับปานกลาง (5%-10%) และเมื่อทำการเปรียบเทียบทุกเงื่อนไข พบว่า

วิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX จำนวน 6 ตัวแปร และตัวแปร TD จำนวน 7 ตัวแปร และต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX และ TD จำนวน 7 ตัวแปร

วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX จำนวน 5 ตัวแปร และตัวแปร TD จำนวน 4 ตัวแปรและต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX และ TD จำนวน 7 ตัวแปร

วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX และ TD จำนวน 7 ตัวแปร

เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า

วิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ต่ำกว่า วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX จำนวน 7 ตัวแปร และที่ตัวแปร TD วิธีการสุ่มอย่างง่ายมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มแบบซับซ้อน จำนวน 2 ตัวแปร สูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 7 ตัวแปร และต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 ตัวแปร

วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของุการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ต่ำกว่า วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายที่ตัวแปร LX จำนวน 7 ตัวแปร และที่ตัวแปร TD วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 5 ตัวแปร และต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 ตัวแปร

วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายที่ตัวแปร LX จำนวน 7 ตัวแปร และที่ตัวแปร TD วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 5 ตัวแปร และต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 ตัวแปร

ที่ขนาดตัวออย่างคงที่ 1340 หน่วย เมื่อเปรียบเทียบวิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน พบว่า

2.1.4 <u>*เปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของพารามิเตอร์*</u> เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่าย, การสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% มีช่วงครอบคลุมค่าจริงทุกค่าภายในโมเดล และการสุ่มทั้ง 3 วิธี มีค่าความเอนเอียงต่ำกว่าการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์

บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายที่ตัวแปร LX จำนวน 3 ตัวแปรและมีค่าความเอนเอียงสูงกว่าการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายที่ตัวแปร TD จำนวน 4 ตัวแปร

2.1.5 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่าย, การสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ ในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) ในขณะที่การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง (5%-10%) และเมื่อทำการเปรียบเทียบทุกเงื่อนไข พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่าย, การสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่า วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ทั้งตัวแปร LX และ TD

2.1.6 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 พบว่า ทุกเงื่อนไข มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) และเมื่อทำการเปรียบเทียบทุกเงื่อนไข พบว่า

วิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น-วิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มแบบซับซ้อน ที่ตัวแปร LX จำนวน 2 ตัวแปร และตัวแปร TD จำนวน 1 ตัวแปร และต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและ วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX และ TD จำนวน 6 ตัวแปร

วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX และ TD จำนวน 6 ตัวแปร

วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย

มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX และ TD จำนวน 6 ตัวแปร

เมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า

วิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่า วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มแบบซับซ้อน วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX จำนวน 7 ตัวแปร และมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการอย่างง่าย จำนวน 7 ตัวแปร และที่ตัวแปร TD วิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่า วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 6 ตัว

วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX จำนวน 3 ตัวแปร และต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร LX จำนวน 7 ตัวแปร และที่ดัวแปร TD วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม-วิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 6 ตัวแปร

วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายที่ตัวแปร LX จำนวน 7 ตัวแปร และที่ตัวแปร TD วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 6 ตัวแปร

2.2 *เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่*

กำหนดให้ *วิธีการสุ่มอย่างง่าย* คงที่ เมื่อเปรียบเทียบวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน พบว่า

2.2.1 *เปรียบเทียบความเอนเอียงของพารามิเตอร์* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงของค่าพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกัน และมีช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมค่าจริงทุกค่าภายในโมเดล

2.2.2 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย เมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย

2.2.3 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในระดับต่ำ (1%-5%) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย เมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย

กำหนดให้ *วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น* คงที่ เมื่อเปรียบเทียบวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน พบว่า

2.2.4 *เปรียบเทียบความเอนเอียงของพารามิเตอร์* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 เมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงของค่าพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกัน โดยค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มทั้ง 4 วิธีมีช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมค่าจริงทุกค่าภายในโมเดล

2.2.5 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนด

ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) เมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มอย่างง่าย และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่ากว่าขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มอย่างง่าย

2.2.6 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย เมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย เมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย และที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มอย่างง่าย

กำหนดให้ *วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม* คงที่ เมื่อเปรียบเทียบวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน พบว่า

2.2.7 *เปรียบเทียบความเอนเอียงของพารามิเตอร์* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงของค่าพารามิเตอร์สูงกว่าที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มอย่างง่าย และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มทั้ง 4 วิธีมีช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมค่าจริงบางค่าภายในโมเดล

2.2.8 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ มีค่าในระดับสูง (10% ขึ้นไป) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ สูงกว่าขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิธีการสุ่มอย่างง่าย

2.2.9 <u>*เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias)*</u> เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิธีการสุ่มอย่างง่าย ทั้งตัวแปร LX และ TD และที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยเมื่อวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่าย ที่ตัวแปร TD

2.3 <u>*เมื่อกำหนดวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติให้คงที่*</u>

กำหนดให้ *วิธีการวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย* คงที่ เมื่อเปรียบเทียบวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน พบว่า

2.3.1 <u>*เปรียบเทียบความเอนเอียงของพารามิเตอร์*</u> เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นและวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมค่าจริงทุกค่าภายในโมเดล ในขณะที่วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดเดียวกัน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มีจำนวนค่าที่ครอบคลุมค่าจริงเพียงบางค่า และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 ค่าความเอนเอียงของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิธีการสุ่มอย่างง่าย ของตัวแปร LX มีค่าความเอนเอียงต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ขนาด 400 หน่วย จำนวน 6 ตัว และ ขนาด 1340 หน่วย จำนวน 4 ตัว และที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 ค่าความเอนเอียงของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิธีการสุ่มอย่างง่าย ของตัวแปร TDมีค่าความเอนเอียงต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ขนาด 400 หน่วย จำนวน 7 ตัว และ ขนาด 1340 หน่วย จำนวน 2 ตัว

2.3.2 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิธีการสุ่มอย่างง่าย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น และวิธีการสุ่มอย่างง่าย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) ในขณะที่ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยของวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับสูง (สูงกว่า 10%) และที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วยของวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า

- วิธีการสุ่มอย่างง่ายที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์สูงกว่าวิธีการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 6 ตัวแปร

- วิธีการสุ่มอย่างง่ายที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย

- วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย จำนวน 8 ตัวแปรและต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 7 ตัวแปรและสูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 8 ตัวแปร

- วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย จำนวน 8 ตัวแปร

2.3.3 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ทุกเงื่อนไขการสุ่ม ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า

- วิธีการสุ่มอย่างง่ายที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของ

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่า วิธีการสุ่มอย่างง่าย วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นและวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย และมีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นและวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย

- วิธีการสุ่มอย่างง่ายที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่า วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย

- วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย

- วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย

กำหนดให้ *วิธีการวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มแบบซับซ้อน* คงที่ เมื่อเปรียบเทียบวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน พบว่า

2.3.4 *<u>เปรียบเทียบความเอนเอียงของพารามิเตอร์</u>* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น มีค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ครอบคลุมค่าจริงทุกค่าภายในโมเดล ในขณะที่วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ที่ขนาดเดียวกัน ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มีจำนวนค่าที่ครอบคลุมค่าจริงเพียงบางค่า และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 ค่าความเอนเอียงของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นของตัวแปร LX มีค่าความเอนเอียงต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ขนาด 400 หน่วย จำนวน 8 ตัว และ ขนาด 1340 หน่วย จำนวน 3 ตัว และที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 ค่าความเอนเอียงของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นของตัวแปร TD มีค่าความเอนเอียงต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ขนาต 400 หน่วย จำนวน 6 ตัว และ ขนาด 1340 หน่วย จำนวน 2 ตัว

2.3.5 *<u>เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Relative bias)</u>* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาตตัวอย่าง 1340 หน่วยของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) ในขณะที่ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วยของวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับสูง (สูงกว่า 10%) และที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์มีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า

- วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย และต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย จำนวน 2 ตัวแปร และสูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย

- วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย

2.3.6 *เปรียบเทียบค่าร้อยละความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Relative standard error of bias)* เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล พบว่า ที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 หน่วย ทุกเงื่อนไขการสุ่ม ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าในระดับปานกลาง (5%-10%) และที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1340 หน่วย ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 5%) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเงื่อนไข พบว่า

- วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 400 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย และสูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย

- วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่ขนาดตัวอย่าง 1340 หน่วย มีค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่ขนาดตัวอย่าง 400 และ 1340 หน่วย

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลของความไม่สอดคล้องภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้องของ การกำหนดขนาดตัวอย่าง 2 วิธี คือวิธีการใช้ตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของทาโร่ ยามาเน่ ที่ความเชื่อมั่น 95% (n = 400) และวิธีการคำนวณด้วยสูตรของเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (n = 1340) ร่วมกับเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง 3 เทคนิค คือ การสุ่มอย่างง่าย การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม และการสุ่มแบบแบ่งชั้น และการออกแบบการวิเคราะห์ทางสถิติ 2 แนวทาง คือ แนวทางการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายและแนวทางการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบที่มีต่อความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์: กรณีศึกษา ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด สามารถอภิปราย

ได้ตามประเด็นดังต่อไปนี้

1. อิทธิพลของความสอดคล้องและความไม่สอดคล้องกันในการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติ ที่มีต่อ ความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ของโมเดล

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่สอดคล้องกัน มีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากเงื่อนไขของวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่สอดคล้องกัน และเมื่อแยกพิจารณาในแต่ละเงื่อนไข พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นมีความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์สูงกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มไม่ว่าจะเป็นการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มที่มีความสอดคล้องกันภายในกระบวนการสุ่มหรือไม่ก็ตาม ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการสุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่

1) ลักษณะและธรรมชาติของประชากร (Characteristics of population) เนื่องด้วยลักษณะประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็นเขตพื้นที่การศึกษา 4 เขต ในแต่ละเขตถูกแบ่งตามอำเภอ และภายในแต่ละอำเภอจะมีโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนแตกต่างกัน โดยชั้นภูมิที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งตามขนาดโรงเรียน ซึ่งจำแนกตามจำนวนนักเรียนออกเป็น 3 ขนาด ได้แก่ โรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดใหญ่ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันภายในชั้น และมีความแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างชั้น ส่งผลให้การสุ่มแบบแบ่งชั้นมีความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์สูง สอดคล้องกับการทดลองของ ดวงใจ ปวีณอภิชาต (2539) ที่ศึกษาเปรียบเทียบค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต และค่าประมาณความแปรปรวน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น ที่มีตัวแปรจำแนกชั้นภูมิที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ คือ ประเภทโรงเรียน ขนาดโรงเรียน และเขตอำเภอ จากผลการทดลองพบว่า "ขนาดโรงเรียน" เป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการประมาณค่ามัชฌิมเลขคณิตทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง แต่ในขณะที่การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มเหมาะกับประชากรที่มีลักษณะความแตกต่างภายในกลุ่มสูง (Heterogeneity within clusters) และความแตกต่างระหว่างกลุ่มต่ำ (Homogeneity between clusters) เช่นเดียวกับ องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ที่กล่าวว่าปัจจัยสำคัญที่จะทำให้กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเลือกด้วยวิธีการเลือกแบบแบ่งกลุ่มเป็นตัวแทนที่ดี คือ หน่วยการเลือกตัวอย่างต่าง ๆ ที่อยู่ภายในกลุ่มเดียวกันจะต้องมีคุณสมบัติหรือลักษณะตามตัวแปรที่ศึกษาแตกต่างกัน หรือ อยู่ในภาวะวิวิธพันธุ์ (Heterogeneity)

แต่หน่วยการเลือกตัวอย่างระหว่างกลุ่มควรมีลักษณะทั่วไปคล้ายคลึงกันหรืออยู่ในภาวะเอกพันธุ์ (Homogeneity) ส่งผลให้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มในการทดลองครั้งนี้มีความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์อยู่ในระดับต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Rafferty (2011) ที่กล่าวว่า การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มนั้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อเทียบกับการสุ่มอย่างง่ายในขนาดตัวอย่างเดียวกัน โดยค่า *Deff* จะมีค่ามากกว่า 1 เพราะโดยเฉลี่ยภายในกลุ่มกันเองจะมีลักษณะเหมือนกันมากกว่าต่างกลุ่ม และยังสอดคล้องกับคำกล่าวของนงลักษณ์ วิรัชชัย (2543) ที่กล่าวว่า ประสิทธิภาพของกลุ่มตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพต่ำเนื่องมาจากภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่แบ่งกลุ่มยังมีความเป็นเอกพันธ์ค่อนข้างสูงจะส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าสูงมากขึ้น และจะต้องใช้สูตรการปรับแก้ที่จะทำให้ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สูงขึ้นและการทดสอบสมมุติฐานมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้วิธีการสุ่มที่ไม่เหมาะสมยังส่งผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน โดยค่าที่ใช้ในการอธิบาย คือ Design effect (*Deff*) และ Design factor (*Deft*) ซึ่ง Rafferty (2011) ได้กล่าวว่า *Deff* คือ อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนในการประมาณค่าของการสุ่มแบบซับซ้อนต่ออัตราส่วนของความแปรปรวนในการประมาณค่าของการสุ่มอย่างง่ายในขนาดตัวอย่างที่เท่ากัน และรากที่สองของ *Deff* คือ *Deft* ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน หาก 1) *Deft* = 1 หมายความว่า ไม่มีผลกระทบของรูปแบบการสุ่มในค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 2) *Deft* > 1 หมายความว่า รูปแบบการสุ่มเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และ 3) *Deft* < 1 หมายความว่า รูปแบบการสุ่มเพิ่มประสิทธิภาพในการสุ่ม ดังนั้น จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การสุ่มแบบแบ่งชั้นมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่า ไม่มีผลกระทบของรูปแบบการสุ่มในค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแต่ค่า *Deft* ของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มในบางค่ามีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า รูปแบบการสุ่มนั้นเพิ่มความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

2) หน่วยการสุ่ม (Sampling units) ของวิธีการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น คือ หน่วยระดับบุคคล (Individual) โดยผู้วิจัยได้ทำการนำรายชื่อของนักเรียนทุกคนมาเรียงอันดับ และทำการสุ่มโดยอิงความน่าจะเป็น (Probability sampling) ซึ่งการสุ่มด้วยวิธีนี้มีโอกาสที่จะทำให้ได้ตัวแทนที่แท้จริงของประชากร (Truly representativeness) ดังคำกล่าวของ Nachmias (1993) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็น (Probability sampling) เป็นการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่สมาชิกทุก ๆ หน่วยของประชากรมีโอกาสอย่างเท่าเทียมกันที่จะเป็นตัวแทนที่ดี และด้วยลักษณะประชากรที่เป็น โค้งปกติ (Normal curve) จึงส่งผลทำให้สอดคล้องกับทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Central limit theorem) โดย John Rice (1995) ได้กล่าวเกี่ยวกับทฤษฎีนี้ไว้ว่า เมื่อกลุ่มประชากรมีลักษณะการแจกแจงเป็น โค้งปกติ (Normal distribution) การที่กลุ่มตัวอย่าง

ถูกเลือกมาอย่างสุ่ม (Random sample) จากประชากรแล้ว ค่าเฉลี่ยที่ได้จากโค้งการแจกแจงของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (Sample mean distribution) จะเท่ากับค่าเฉลี่ยของประชากร และยิ่งเพิ่ม N มากขึ้น หรือจำนวนกลุ่มตัวอย่างยิ่งมีจำนวนมาก จะยิ่งทำให้การแจกแจงของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นแบบโค้งปกติเหมือนกับประชากร ทำให้ค่าประมาณจากกลุ่มตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงพารามิเตอร์มากที่สุด แต่ในขณะที่หน่วยการสุ่มที่ใช้ในการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม คือ "หน่วยโรงเรียน" ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันภายในกลุ่มค่อนข้างสูงและมีความแตกต่างกันระหว่างโรงเรียนในแต่ละขนาดค่อนข้างสูง จึงทำให้มีความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์น้อยกว่าวิธีอื่น ๆ สอดคล้องกับคำกล่าวของ หทัยชนก พรรคเจริญ (2554) ที่กล่าวเกี่ยวกับข้อเสียของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มไว้ว่า หน่วยตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มอาจมีความคล้ายคลึงกันเพราะอยู่ในพื้นที่เดียวกัน อาจไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติการใช้นักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จะมีข้อเสียในเรื่องของค่าใช้จ่าย และความยุ่งยากในการเก็บหากประชากรมีการกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ ดังนั้น การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มจะตอบโจทย์ในเรื่องค่าใช้จ่ายมากกว่าการสุ่มอย่างง่ายและการสุ่มแบบแบ่งชั้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ Rafferty (2011) ที่กล่าวว่า สาเหตุที่การแบ่งกลุ่มถูกนำมาใช้นั้น เนื่องจากประสิทธิภาพในการควบคุมเรื่องค่าใช้จ่ายมากกว่าการสุ่มอย่างง่าย โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มจะทำการแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มตามลักษณะและทำการเลือกโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย โดยให้หน่วยในแต่ละกลุ่มนั้นเป็นกลุ่มตัวอย่าง

3) ความสอดคล้องกันของกระบวนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling process) การสุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดีของประชากรนั้น ควรดำเนินการสุ่มให้มีความสอดคล้องกันตั้งแต่การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมกับประชากรจนถึงการเลือกตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Cochran (1977) ที่กล่าวว่า กระบวนการเลือกกลุ่มตัวอย่างมี 6 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้สถิติวิเคราะห์และการเลือกใช้สถิติทดสอบ (Test statistics) 2) การกำหนดลักษณะประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 3) การกำหนดระดับนัยสำคัญ (Significance level) และอำนาจการทดสอบ (Power of test) 4) การกำหนดขนาดตัวอย่าง 5) ออกแบบการเลือกตัวอย่าง (Sampling design) และ 6) การดำเนินการเลือกตัวอย่างตามที่ออกแบบ ผู้วิจัยควรทำการออกแบบขั้นตอนการสุ่มในแต่ละขั้นตอนอย่างระมัดระวังและเหมาะสมกับเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่ดีและเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด และสอดคล้องกับคำกล่าวของพรศักดิ์ ผ่องแผ้ว (2545) ทีกล่าวว่า ในการวิจัยแบบใดแบบหนึ่ง โดยเฉพาะแบบสำรวจนักวิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลจากทุกหน่วยแต่เก็บเพียงบางหน่วยเท่านั้น หน่วยของข้อมูลที่นำไปใช้ลักษณะนี้เรียกว่า "ตัวอย่าง" (Sample) โดยหลักการแล้ว นักวิจัยมุ่งที่จะประมาณค่าของ

ประชากรวิจัยที่ใช้ในการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษานั้น อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในทางปฏิบัติ นักวิจัยจะใช้การสุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั่วไป แต่มีเพียงบางคนเท่านั้นที่สามารถอธิบายเหตุผลสำคัญที่รองรับการสุ่มตัวอย่างได้ ในความเป็นจริง นักวิจัยต้องพิจารณาถึงหลักการและเหตุผลของการสุ่มตัวอย่าง ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในการวิจัยให้รอบคอบ ก่อนที่จะออกแบบการสุ่มตัวอย่าง และกำหนดขั้นตอนของการวิจัยอื่นๆต่อไป ซึ่งการวิจัยครั้งนี้นอกจากการกำหนดขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มที่สอดคล้องกันแล้ว เทคนิควิธีการวิเคราะห์ทางสถิติยังถือว่าเป็นอีกปัจจัยสำคัญสำหรับการวิเคราะห์โดย Rafferty (2011) ได้กล่าวว่า หากผู้วิจัยละเลยรูปแบบการสุ่มแบบซับซ้อนโดยใช้คำสั่งมาตรฐานและไม่มีการปรับการคำนวณให้เหมาะสมกับการสุ่มแบบซับซ้อน โปรแกรมจะทำการคำนวณออกมาอยู่บนพื้นฐานของการสุ่มอย่างง่ายซึ่งในกระบวนการทางสถิติหลายกระบวนการ จะตั้งสมมุติฐานไว้ว่า แต่ละหน่วยเป็นอิสระต่อกัน และมีการแจกแจงเหมือนกัน แต่ผลของการสุ่มแบบแบ่งชั้น แบ่งกลุ่ม หรือ การสุ่มแบบความน่าจะเป็นไม่เท่ากันไม่ได้อยู่ในกรณีที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เกิดการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ไม่เหมาะสม และนำไปสู่การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ผิดพลาดด้วย เช่น หากเราละเลยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม สิ่งที่เกิดขึ้น คือ จะทำให้เกิดการประมาณค่าที่ต่ำกว่าค่าจริง (Under-estimate) นำไปสู่การทดสอบนัยสำคัญที่ผิดพลาด และจากผลการวิจัยในต่างประเทศของ Bozick (2011), Hsu (2011) หรือ Sturgis (2004) เป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าวิธีการคำนวณค่าสถิติที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยไม่ควรละเลย

2. เปรียบเทียบระดับความถูกต้องและความแม่นยำของค่าประมาณพารามิเตอร์ภายใต้เงื่อนไขของความไม่สอดคล้องกันระหว่างการกำหนดขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน

2.1 กำหนดให้ขนาดตัวอย่างคงที่

เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่างให้คงที่ขนาด 400 และ 1340 หน่วย ของโมเดลการวิเคราะห์แยกตามปีการศึกษา 2554 และ 2555 และเมื่อกำหนดความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ในแต่ละวิธีการสุ่มและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างกัน พบว่า วิธีการสุ่มอย่างง่าย, การสุ่มแบบแบ่งชั้นวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน และวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่ายมีความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์สูงกว่า การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยปัจจัยที่มีผลต่อการความถูกต้องและแม่นยำในการสุ่มเมื่อขนาดตัวอย่างคงที่ คือ *วิธีการสุ่ม* หากเราเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการสุ่มจะส่งผลทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการสุ่มลดลง

โดย พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว (2545) ได้กล่าวว่า ความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม หมายถึง จำนวนความแตกต่างระหว่างค่าสถิติและค่าพารามิเตอร์ ซึ่งเกิดจากข้อเท็จจริงที่ว่า เราสามารถวัดค่าจากตัวอย่างงานวิจัยได้เท่านั้น แต่ไม่สามารถวัดค่าของประชากรวิจัยได้ และการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มสามารถคำนวณได้จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานซึ่งนิยมกำหนดไว้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเพื่อดูว่าวิธีการสุ่มนั้นมีแนวโน้มจะเพิ่มหรือลดความค่าความคลาดเคลื่อนหรือไม่ คือ ค่า *Deff* และ *Deft* โดย Rafferty (2011) ได้กล่าวว่า *Deff* คืออัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนในการประมาณค่าของการสุ่มแบบซับซ้อนต่ออัตราส่วนของความแปรปรวนในการประมาณค่าของการสุ่มอย่างง่ายในขนาดตัวอย่างที่เท่ากัน และรากที่สองของ *Deff* คือ *Deft* งเป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน หาก 1) *Deft* = 1 หมายความว่า ไม่มีผลกระทบของรูปแบบการสุ่มในค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 2) *Deft* > 1 หมายความว่า รูปแบบการสุ่มเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและ3) *Deft* < 1 หมายความว่า รูปแบบการสุ่มเพิ่มประสิทธิภาพในการสุ่ม ดังนั้น จากผลการทดลอง พบว่า การสุ่มแบบแบ่งชั้นมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่า ไม่มีผลกระทบของรูปแบบการสุ่มในค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน แต่ค่า *Deff* ของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มในบางค่ามีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า รูปแบบการสุ่มนั้น เพิ่มความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน สอดคล้องกับคำกล่าวของ Rafferty (2011) ที่กล่าวว่า การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มนั้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อเทียบกับการสุ่มอย่างง่ายในขนาดตัวอย่างเดียวกัน โดยค่า *Deff* จะมีค่ามากกว่า 1 เพราะโดยเฉลี่ยภายในกลุ่มกันเองจะมีลักษณะเหมือนกันมากกว่าต่างกลุ่ม

2.2 เมื่อกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่

จากการกำหนดให้วิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่มอย่างง่าย วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นและวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการประมาณค่าเมื่อวิธีการสุ่มตัวอย่างคงที่ คือ *ขนาดตัวอย่าง* โดยการกำหนดขนาดตัวอย่างเป็นกระบวนการสำคัญของการวิจัยกระบวนการหนึ่ง เนื่องจากการวิจัยแต่ละครั้งผู้วิจัยไม่สามารถที่จะเก็บข้อมูลกับประชากรทั้งหมดได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงควรกำหนดขนาตตัวอย่างให้เหมาะสมและเพียงพอที่จะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรเพื่อตอบปัญหาในการวิจัย โดย นงลักษณ์ วิรัชชัย (2543) ได้กล่าวเกี่ยวกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ดีไว้ว่า กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง กลุ่มย่อยของประชากรเฉพาะการวิจัยที่มีความเป็น ตัวแทนที่ดี หรือมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับประชากร และมีปริมาณที่มากเพียงพอเพื่อประโยชน์ใน การอ้างอิงข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างสู่ประชากร และ สอดคล้องกับคำกล่าวของธีระศักดิ์ อุรัจนานนท์ (2012) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ขนาดตัวอย่างเป็นเรื่องสำคัญมากในการอ้างอิงทางสถิติ ซึ่งขนาดตัวอย่างยิ่งมีมากเท่าใด ผลที่ออกมาใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

แต่ถ้ามีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายหรือเวลาหรือปัจจัยอื่น ๆ ในการได้มาซึ่งตัวอย่าง ก็พยายามให้ได้ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมกับงานนั้น ๆ นั่นคือ ให้ขนาดตัวอย่างมีจำนวนน้อยที่สุดแต่ในขณะเดียวกันให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งในทางปฏิบัติโดยทั่วไปการกำหนดขนาดตัวอย่างผู้วิจัยจะทำการกำหนดขนาดโดยใช้ตาราง Yamane และใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จากผลการทดลองจะพบว่า ที่ประชากร 10000 คนขึ้นไป ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 ขนาดตัวอย่างที่ตาราง Yamane กำหนด คือ 400 และเมื่อทำการสุ่มโดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม พบว่าการสุ่มลักษณะดังกล่าวมีความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ อันเนื่องมาจากลักษณะหน่วยตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มอาจมีความคล้ายคลึงกันเพราะอยู่ในพื้นที่เดียวกัน อาจไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมด ดังนั้นการกำหนดขนาดตัวอย่างควรคำนึงถึงลักษณะธรรมชาติของประชากร และนำมาคำนวณขนาดตัวอย่าง โดย พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว (2545) กล่าวว่าสิ่งที่ควรใช้ในการกำหนดขนาดตัวอย่าง ได้แก่ ก) ระดับนัยสำคัญ (α) และอำนาจการทดสอบ ($1-\beta$) ข) ระดับความถูกต้องในการทดสอบ หรือความแตกต่างระหว่างค่าสถิติกับพารามิเดอร์ที่ต้องการทดสอบ ($Xi - \mu$) และ ค) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรจากประชากร (σ) ดังนั้นโดยหลักการ การกำหนด การประมาณ ค่าขนาดตัวอย่าง ต้องใช้สูตรซึ่งแตกต่างกันตามประเภทของสถิติทดสอบ จากนั้นจึงกำหนดค่าอื่นๆ เพื่อแทนค่าลงในสูตรให้เหลือตัวไม่ทราบค่า คือ n เพียงตัวเดียว เพื่อ แก้สมการหาค่าขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมและเมื่อทำการคำนวณขนาดตัวอย่างโดยการใช้สูตรและคำนึงลักษณะพื้นฐานของประชากรทำให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 1340 เมื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์จะพบว่าการสุ่มอย่างง่ายและการสุ่มแบบแบ่งชั้น จะมีค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกับค่าพารามิเดอร์จริงมากขึ้น และความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าของการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มจะมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีขึ้นมากกว่าการกำหนดขนาดด้วยตาราง Yamane เนื่องมาจากขนาดตัวอย่างมีความเพียงพอและเมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้น จะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานลดลง จากสูตรของ McGaw and Watson (1975) คือ $SE = 1.96(SD/\sqrt{n})$

2.3 เมื่อกำหนดวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติให้คงที่

จากการกำหนดให้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคงที่ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์บนพื้นฐานของวิธีการสุ่มอย่างง่าย และวิธีการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อน สรุปได้ว่าการสุ่มแบบแบ่งชั้นและการสุ่มอย่างง่าย มีความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์มากกว่าวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม โดยให้ผลการทดลองสอดคล้องกับกรณีกำหนดให้ขนาดตัวอย่างและวิธีการสุ่มคงที่

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเอกแบบการสุ่มตัวอย่างที่สอดคล้องกันมีผลต่อความถูกต้องและความแม่นยำของการประมาณค่าพารามิเตอร์และผลการวิจัยมากกว่ากระบวนการออกแบบการสุ่มตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้น จากผลการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยขอเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1) ในการวิจัยเชิงสำรวจกับประชากรที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนสูงนั้น นักวิจัยควรออกแบบการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างให้มีคุณสมบัติของความเป็นตัวแทนที่แท้จริงของประชากรมากที่สุด โดยควรทำการออกแบบการสุ่มตัวอย่างให้มีความสอดคล้องกันทั้งระบบ เริ่มตั้งแต่การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอ (Sample size determinations) บนพื้นฐานของการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม (Sample size calculations) แล้วเลือกใช้เทคนิควิธีการสุ่มที่สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของประชากร (Sampling techniques) จากนั้นจึงพิจารณาเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะกับกระบวนการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง (Data analyzing designs) เพื่อทำให้ได้ผลการวิจัยที่มีความถูกต้องและแม่นยำ (High accuracy and precision)

2) ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ในการทำวิจัยเชิงสำรวจกับประชากรที่ซับซ้อนซึ่งต้องการศึกษาข้อมูลของตัวแปรจากหน่วยการวิเคราะห์ (Unit of analysis) ระดับบุคคล (Individual) นั้น การเลือกใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) ที่ใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling units) จะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่มีความถูกต้องและแม่นยำน้อยกว่าวิธีการสุ่มแบบง่ายและวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Simple and stratified sampling) ที่ใช้บุคคลเป็นหน่วยการสุ่ม ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีความถูกต้องและแม่นยำนั้น นักวิจัยควรตระหนักถึงความสอดคล้องกันระหว่างหน่วยการวิเคราะห์กับหน่วยการสุ่มเป็นสำคัญ และหากนักวิจัยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณในการเก็บข้อมูลแล้ว นักวิจัยควรเลือกใช้วิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรคำนวณของเทคนิควิธีการสุ่มตัวอย่างที่ใช้มากกว่าการเลือกกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปหรือควรเพิ่มระดับความเชื่อมั่นของการคำนวณขึ้นให้สูงกว่าร้อยละ 95 เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่าง (Sample error) ลดน้อยลง

3) ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติบนพื้นฐานของการสุ่มแบบซับซ้อนและการสุ่มอย่างง่ายให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด แสดงให้เห็นว่าหากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ได้มานั้นไม่มีคุณสมบัติของความเป็นตัวแทนที่แท้จริงของประชากรแล้ว

การใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงสถิติก็ไม่สามารถเพิ่มระดับความถูกต้องและความแม่นยำของผลการวิจัยได้ ดังนั้น เราจะพบว่าเงื่อนไขความสอดคล้องของการออกแบบการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างถือเป็นเงื่อนไขจำเป็น (Necessary condition) ของความถูกต้องและแม่นยำของผลการวิจัย ส่วนเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติจัดเป็นเงื่อนไขเพียงพอ (Sufficient condition) ของความถูกต้องและแม่นยำของผลการวิจัย ด้วยเหตุนี้ ในการทำวิจัยเชิงสำรวจกับกลุ่มประชากรที่ซับซ้อนนั้น นักวิจัยควรดำเนินการด้วยความระมัดระวังในการออกแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวแทนที่แท้จริงของประชากรให้ได้มากที่สุด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงเพื่อนำมากำหนดให้เป็นประชากรเทียม (Pseudo-population) สำหรับใช้เป็นกรอบการสุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงไม่สามารถควบคุมและกำหนดขนาดความแปรปรวนของประชากรให้เป็นไปตามที่หลักการและทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างได้ตามต้องการ ดังนั้น จึงควรทำการวิจัยโดยใช้การจำลองข้อมูล (Monte carlo simulation) สำหรับทดสอบแต่ละเงื่อนไขของการวิจัยในครั้งนี้ซ้ำเพื่อตรวจสอบและยืนยันความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของผลการวิจัย

2) เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเพียง 3 วิธีที่ใช้เพียงขั้นเดียว (Single-stage random sampling) ดังนั้น จึงควรทำการวิจัยเพื่อทดสอบแบบแผนการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของประชากรด้วย เช่น การใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling techniques) ที่มีรูปแบบผสมผสานจากหลาย ๆ วิธีร่วมกัน เพื่อให้ได้แบบแผนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling plan) ซึ่งทำให้ได้ข้อค้นพบที่มีความถูกต้องและแม่นยำ

3) โดยเหตุที่ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับแรก (First-order confirmatory factor analysis) ที่มีเพียง 1 องค์ประกอบ 8 ตัวแปรสังเกตได้ และ 17 พารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า และโดยเหตุที่การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติที่ใช้สำหรับโมเดลเชิงสาเหตุ (Causal modeling) จะมีความเกี่ยวข้องกันระหว่างจำนวนตัวแปรสังเกตได้ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า และขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้น จึงควรมีการกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมในด้านประเภทของโมเดล (Model type) ขนาดของโมเดล (Model size) และความซับซ้อนของโมเดล (Model complexity) ที่แตกต่างกันร่วมกับเงื่อนต่าง ๆ ของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อทดสอบความถูกต้องและแม่นยำของผลการวิจัยด้วย เช่น การกำหนดโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ

เชิงยืนยันที่มีจำนวนองค์ประกอบและตัวแปรสังเกตมากขึ้น หรือการเลือกใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองและอันดับสาม (Second-order and Third-order confirmatory factor analysis) หรือการนำโมเดลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุที่ซับซ้อนมาใช้เป็นกรณีศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันแบบพหุระดับ (Multilevel CFA) หรือโมเดลการวิเคราะห์ลักษณะหลาก-วิธีหลาย (Multi-traits multi-methods technique) หรือการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการ (Latent growth curve model) เป็นต้น

4) โดยเหตุที่การวิจัยในครั้งนี้ ไม่ได้นำตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการสุ่มตัวอย่างมาใช้อย่างครบถ้วนไม่ว่าจะเป็นด้านงบประมาณหรือค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Budget) การจัดการข้อมูลสูญหาย (Missing data) ฯลฯ ดังนั้นเพื่อเป็นการขยายองค์ความรู้ด้านการออกแบบการสุ่มตัวอย่างและการออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติให้กว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น ในการทำวิจัยครั้งต่อไปจึงควรขยายขอบเขตของการศึกษาให้ครอบคลุมตัวแปรเหล่านี้

บรรณานุกรม

ตวงใจ ปวีณอภิชาต. (2539). *ศึกษาเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบแผนการสุ่มแบบแบ่งชั้นที่มีตัวแปรจำแนกชั้นภูมิและวิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยที่แตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสถิติการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). *พรมแดนความรู้ด้านการวิจัยและสถิติ*. ชลบุรี: วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.

นิภา ศรีไพโรจน์. (2531). *หลักการวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บริษัท ศึกษาพร.

นิภาพร โพธิ์ชัย. (2544). *ศึกษาเปรียบเทียบแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบสองชั้นและแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายสำหรับข้อมูลทวินาม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิเวศน์ คำรัตน์. (2534). *การเปรียบเทียบค่าประมาณของมัชฌิมเลขคณิตของประชากรจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบต่าง ๆ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสถิติการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประชา สุวัฒนพันธุ์กุล. (2534). *เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเลือกตัวอย่างแบบโควตากับการสุ่ม ตัวอย่างแบบขั้นภูมิ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ อัตราส่วนของผลต่างของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง Ratio difference average mean (RDAM)*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสถิติการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประชุม สุวัตถี. (2527). *ทฤษฎีการอนุมานเชิงสถิติ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์

ปาริชาติ สถาปิตานนท์. (2546). *ระเบียบวิธีวิจัยการสื่อสาร* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรศักดิ์ ผ่องแผ้ว. (2545). *ศาสตร์แห่งการวิจัยทางการเมืองและสังคม*. กรุงเทพฯ: สมาคมรัฐศาสตร์แห่งประเทศไทย.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.

สุรินทร์ นิยมางกูร. (2548). *สถิติวิจัย*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชาดา กีรนันท์. (2538). *ทฤษฎีและวิธีการสำรวจตัวอย่าง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุกัญญรัตน์ คงงาม. (2539). *ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวประมาณค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสุ่มแบบหลายขั้นตอน ระหว่างวิธีสุ่มแบบง่ายกับแบบมีระบบ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสถิติการศึกษา, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรินทร์ นิยมางกูร. (2541). *เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิริกานต์ คมวิลาศ. (2555). *ศึกษาตัวประมาณค่าเฉลี่ยประชากรที่ไม่เอนเอียงและแบบใช้อัตราส่วน 2 แบบ ตัวประมาณแบบอัตราส่วนแยกกันและตัวประมาณแบบอัตราส่วนรวมกันในอัตราการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสถิติ, คณะสถิติประยุกต์, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

หทัยชนก พรรคเจริญ. (2554). *เทคนิคการสุ่มตัวอย่างและการประมาณค่า*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและวิชาการสถิติแห่งชาติ.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา.

อัจฉราวรรณ งามญาณ. (2554). อันเนื่องมาแต่สูตร Yamane. *วารสารบริหารธุรกิจ*, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, *131*, 46-60.

Bandalos, D. L. (2006). *The use of monte carlo study in structural equation modeling research Structural equation modeling: a second course*. Washington: information age.

Bethlehem, J. (2009). *The rise of survey sampling*. Netherland: Statistics Netherland.

Billiet, J. (2003). *Cross-cultural equivalence with structural equation modeling. In: Harkness, J., Van de Byrne, B. M., Shavelson, R. J. and Muthén, B. (1989). Testing for the equivalence of factor covariance and mean structures: the issue of partial measurement invariance.* Psychological bulletin, 105, 456-466.

Bozick, R., Lauff, E., & Wirt, J. (2007). *Education longitudinal study of 2002 (ELS: 2002): A first look at the initial postsecondary experiences of the sophomore class of 2002 (NCES 2008-308)*. Washington DC: National center for education statistics, institute of education.

Brown, T. A. (2006). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. New York: The Guilford press.

Chamber, R. L., & Skinner, C. J. (2003). *The Analysis of Surveys Data*. New York: Wiley.

Chumney, F. L. (2012). *Comparison of maximum likelihood, bayesian, partial least square and generalized structured component analysis methods for estimation of structural equation models with small sample: An exploratory study. Open Access Thesis and Dessertations from the College of Education and Human Sciences*. Lincoln: The College of CEHS.

Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, *1*(1), 16-29.

DuMouchel, W. H., & Duncan, G. J. (1983). Using sample survey weights in multiple regression analyses of stratified samples. *Journal of the American Statistical Association, 78, 383,* 535-543.

Flora, D. B., & Curran, P. J. (2004). *An empirical evaluation of alternative methods of estimation for confirmatory factor analysis with ordinal data.* Psychological Methods, 9, 466-491.

Gall M. D., Brog, W. R., & Gall. J. P. (1996). *Education Research: An Introduction*. (6thed). New york: Longman publisher.

Gersten, R., Baker, S., & Lloyd, J. W. (2000). Designing high-quality research in speacial education: Group experimental design, *Journal of Speacial education, 34*(1), 2-18.

Hair, J. F. J., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2005). *Multivariate data analysis* (7thed.), New Jursey: Pearson Prentice Hall.

Hinkins, S., Mulrow, E., Scheuren, F. (1980). Visualization of complex survey data: Regression diagnostics. *Journal of the Royal Statistical Society.*

Holt, D., Smith, T. M. F., & Winter, P. D. (1980). Regression analysis of data from complex surveys. *Journal of the Royal Statistical Society*. 474-487.

Hsu, E., Lee, C. H., Chien, F., & Chen, M. (2011). Multiple regression Analysis with complex survey. *Journal of the Royal Statistical Society.*

Johnson, D. R., & Elliott, L.A. (1998). Sampling design effects: do they affect the Analyses of data from the national survey of families and households?. *Journal of marriage and family, 60*(4), 993-1001.

Jöreskog, K. G. (1971). Simultaneous factor analysis in several populations. *Psychometrika, 36*(4), 408-426.

Kerlinger, N. F. (1986). *Foundations of behavioral research* (3rded). New York: Holt rinehard & winston.Inc.

Kish, L. (1965). *Survey sampling*, United state of america: Wiley and sons Inc.

Lee, E. S. (2006). *Analysis complex survey data* (2nded.). United state of america: Sage publication.

Lohr, S. (1999). *Sampling design and analysis*, Pacific grove: duxbury.

Lumley, T. (2004). *Analysis of complex survey sample*. University of Washington.

Nachmias, F. C., & Nachmias, D. (1993). *Research methods in social sciences* (4thed). London: St.martin press inc.

Neuman,W. L. (1991). *Social Research*. Methods: Qualitative and Quantitative Approaches. Boston: Allyn and Bacon.

Osborne, J. W. (2011). *Practical assessment research & evaluation*. In J. W. Osborne (Ed.), Best practices in quantitative methods. thousand oaks, CA: Sage

PASW. (2007). *PASW Complex sample 18*. Chicago: SPSS Inc.

Paul S., Lameshow, L. (1999). *Sampling of populations* (3rded). United state of America: Wiley interscience publication.

Rafferty, A. (2011). *Introduction to complex survey sample design*. United state of America: Economic and social data service.

Rensvold, R. B., & Cheung, G. W. (1998). Testing measurement models for factorial invariance: a systematic approach, *Educational and Psychological Measurement, 58*, 1017-1034.

Rice, J. (1995). *Mathematical Statistics and Data Analysis* (2nd ed.), Duxbury Press, ISBN 0-534-20934-3.

Robert, M. D. (1997). *Model based and design based inference in survey of freshwater.* United state of america: United state geological survey.

Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginner's guide to structural equation modeling* (3rd ed.). New york: Taylor and Francis group.

Sedlack, R. G., & Stanley, J. (1992). *Social research: Theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon.

Skinner, C. J. D. et al. (1989). *The analysis of complex surveys*. New York: Wiley.

Steenkamp, J. E. & Baumgartner, H. (1998). Assessing measurement invariance in cross-national consumer research. *Journal of consumer research, 25,* 78-90.

Sturgis, P. (2004). *Analysing complex survey data: clustering, stratification and weights.* University of surrey: social research update, Issue 43.

Thompson, S. K. (1992). *Sampling*, New York: Wiley.

Trierweiler, T. (2009). *An evaluation of estimation methods in confirmatory factor analytic model with ordered categorical data in LISREL.* Department of Psychology, Fordham University, New York.

Vijver, F., Mohler, P. (Eds.). (1977). *Cross-cultural survey methods*. John wiley and sons, Hoboken, NJ, 247-264.

Wei, R., & Parsons, V. (2009). *Model-based methods in analyzing complex survey data: a case study with national health interview survey data.* United state of America: national center for health statistics.

William, G. C. (1977). *Sampling techniques* (3rd ed). United state of America: John willy & sons Inc.