

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ 4 ตอน ดังนี้

1. การศึกษาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ยจากตัวอย่างที่สุ่มแบบง่าย และสุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ
2. การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่าย กับค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของประชากร
3. การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของประชากร
4. การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่าย กับค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ

การศึกษาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ยจากตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับสุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ

ตาราง 4 แสดงความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ยจากตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับสุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ

วิธีการสุ่ม ตัวอย่าง	แผนการสุ่ม		ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ย กรณีการแจกแจงประชากรข้อสอบ		
	แผน	จำนวนคน			
			แบบปกติ	แบบไ้ซ้าย	แบบไ้ขวา
แบบง่าย	1	600	3.2552	2.9219	2.9480
	2	300	5.6237	4.7912	4.7873
	3	200	7.3328	6.1311	6.1179
แบบเมตริกซ์ เชิงพหุคูณ	1	600	0.2419	0.2185	0.2196
	2	300	0.4191	0.3784	0.3805
	3	200	0.5411	0.4887	0.4911

จากตาราง 4 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ย จากตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายและสุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณทั้งสามแผน จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า วิธีการสุ่มแบบง่ายมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ย สูงกว่า วิธีการสุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ย เพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนตัวอย่างลดลง

การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของประชากร

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ (ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

สุ่มแบบง่าย		ช่วง ค่าคะแนนเฉลี่ย จาก 1,000 ครั้ง ($\bar{X}_{SRS}$)	ประชากร ค่าคะแนน เฉลี่ย (μ)	การทดสอบค่า ที่ (t-test)			
จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน	จำนวนคน			ช่วง ความแตกต่าง ของ คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}_{SRS} - \mu$)	ช่วงค่าสถิติ ที่ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
แผน	จำนวนคน					.01	.05
1	600	224.3550 ถึง 247.4250	235.9700	-11.6150 ถึง 11.4550	-2.5031 ถึง 2.4686	0	3
2	300	215.5767 ถึง 257.4500	235.9700	-20.3930 ถึง 21.4800	-3.1076 ถึง 3.2721	3	7
3	200	215.1750 ถึง 258.1900	235.9700	-20.7950 ถึง 22.2200	-2.5873 ถึง 2.7646	2	19

จากตาราง 5 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่าย กับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของ แผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 3 ครั้ง แผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 3 และ 7 ครั้ง ตามลำดับ และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 2 และ 19 ครั้ง ตามลำดับ

ตาราง 6 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย (ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

กลุ่มแบบง่าย		ประชากร	การทดสอบค่า ที่ (t-test)				
จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วง ค่าคะแนนเฉลี่ย จาก 1,000 ครั้ง ($\bar{X}_{SRS}$)	ค่าคะแนนเฉลี่ย (μ)	ช่วง ความแตกต่าง ของ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}_{SRS} - \mu$)	ช่วงค่าสถิติ ที่ คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
แผน	จำนวนคน					.01	.05
1	600	107.7483 ถึง 125.3083	117.1567	-9.4084 ถึง 8.1516	-2.3548 ถึง 2.0403	0	1
2	300	101.8567 ถึง 131.6667	117.1567	-15.3000 ถึง 14.5100	-2.7078 ถึง 2.5680	0	10
3	200	99.4700 ถึง 133.9050	117.1567	-17.6867 ถึง 16.7483	-2.5558 ถึง 2.4202	0	10

จากตาราง 6 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ย ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับ .01 ทั้งสามแผน และแผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 1 ครั้ง ส่วนแผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 10 ครั้ง เท่ากัน

ตาราง 7 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา (ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

สุ่มแบบง่าย		ประชากร	การทดสอบค่า ที่ (t-test)				
จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วง ค่าเฉลี่ยคะแนน จาก 1,000 ครั้ง ($\bar{X}_{SRS}$)	ค่าคะแนน เฉลี่ย (μ)	ช่วง ความแตกต่าง ของ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}_{SRS} - \mu$)	ช่วงค่าสถิติ ที่ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
แผน	จำนวนคน					.01	.05
1	600	341.8217 ถึง 360.5517	352.1092	-10.2875 ถึง 8.4425	-2.5944 ถึง 2.1291	0	1
2	300	337.1500 ถึง 365.7400	352.1092	-14.9522 ถึง 13.6308	-2.6675 ถึง 2.4307	0	10
3	200	334.2700 ถึง 370.1500	352.1092	-17.8392 ถึง 18.0408	-2.5974 ถึง 2.6267	1	13

จากตาราง 7 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของ แผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 1 ครั้ง แผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 10 ครั้ง และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 1 และ 13 ครั้ง ตามลำดับ

ตาราง 8 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ (ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

สุ่มแบบง่าย		ประชากร	การเปรียบเทียบ	การทดสอบค่าไค-แสควร์ (χ^2 -test)			
จำนวนตัวอย่างแต่ละแผน		ช่วงความแปรปรวนคะแนน จาก 1,000 ครั้ง (S^2_{SRS})	ความแปรปรวนคะแนน (σ^2)	คะแนนเป็นจำนวนเท่า (S^2_{SRS} / σ^2)	ช่วงค่าสถิติไค-แสควร์ที่คำนวณได้จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ	
แผน	จำนวนคน					.01	.05
1	600	11,584.7061 ถึง 14,215.7998	12,919.4717	0.8967 ถึง 1.1003	537.1148 ถึง 659.1031	0	1
2	300	10,655.3906 ถึง 15,056.5547	12,919.4717	0.8248 ถึง 1.16543	246.6016 ถึง 348.4593	0	9
3	200	9,991.2012 ถึง 16,008.0820	12,919.4717	0.7733 ถึง 1.2391	153.8955 ถึง 246.5742	0	9

จากตาราง 8 การเปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า ความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างทั้งสามแผน ไม่แตกต่างกันที่ระดับ .01 แผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน แผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 1 9 และ 9 ครั้ง ตามลำดับ

ตาราง 9 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย
(ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

กลุ่มแบบง่าย		ประชากร	การเปรียบเทียบ	การทดสอบค่าไค-สแควร์ (χ^2 -test)			
จำนวนตัวอย่างแต่ละแผน		ช่วงความแปรปรวนคะแนน จาก 1,000 ครั้ง (S^2_{SRS})	ความแปรปรวนคะแนน (σ^2)	ความแปรปรวนคะแนน เป็นจำนวนเท่า (S^2_{SRS} / σ^2)	ช่วงค่าสถิติไค-สแควร์ที่คำนวณได้จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ	
แผน	จำนวนคน					.01	.05
1	600	8,209.7539 ถึง 11,101.4775	9,577.6494	0.8572 ถึง 1.1597	513.4489 ถึง 694.6771	0	13
2	300	7,177.8359 ถึง 11,948.5098	9,577.6494	0.7494 ถึง 1.2475	224.0814 ถึง 373.0147	2	26
3	200	6,698.6089 ถึง 12,688.8984	9,577.6494	0.6994 ถึง 1.3248	139.1806 ถึง 263.6441	3	60

จากตาราง 9 การเปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า ความแปรปรวนคะแนนของ แผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 13 ครั้ง แผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 2 และ 26 ครั้ง ตามลำดับ และ แผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 3 และ 60 ครั้ง ตามลำดับ

ตาราง 10 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร
กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา
(ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

กลุ่มแบบง่าย		ช่วง ความแปรปรวน คะแนน จาก 1,000 ครั้ง (S_{SRs}^2)	ประชากร ความแปรปรวน คะแนน (σ^2)	การ เปรียบเทียบ ความแปรปรวน คะแนน เป็นจำนวนเท่า (S_{SRs}^2 / σ^2)	การทดสอบค่า ไค-สแควร์ (χ^2 - test)		
จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน	จำนวนคน				ช่วงค่าสถิติ ไค-สแควร์ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
						.01	.05
1	600	8,237.3330 ถึง 10,713.6182	9,434.4336	0.8731 ถึง 1.1356	522.9951 ถึง 680.2165	0	13
2	300	7,157.2183 ถึง 11,698.8818	9,434.4336	0.7586 ถึง 1.2391	226.8295 ถึง 370.4806	1	48
3	200	6,734.4961 ถึง 12,495.2861	9,434.4336	0.7128 ถึง 1.3244	141.8394 ถึง 263.5624	0	39

จากตาราง 10 การเปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า ความแปรปรวนคะแนนของแผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 13 ครั้ง แผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 1 และ 48 ครั้ง ตามลำดับ และ แผนสาม จำนวนตัวอย่าง 200 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 39 ครั้ง

การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กับค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของประชากร

ตาราง 11 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ (ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

กลุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ		ประชากร	ช่วงความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ย	การทดสอบค่า ที่ (t-test)			
จำนวนตัวอย่างแต่ละแผน		ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ยจาก 1,000 ครั้ง ($\bar{X}_{\text{MMS}}$)	ค่าคะแนนเฉลี่ย (μ)	($\bar{X}_{\text{MMS}} - \mu$)	ช่วงค่าสถิติที่ที่คำนวณได้จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ	
แผน	จำนวนคน					ที่ระดับ	
					.01	.05	
1	600	235.2200 ถึง 236.7883	235.9700	-0.7500 ถึง 0.8183	-0.1623 ถึง 0.1760	0	0
2	300	234.6200 ถึง 237.3833	235.9700	-1.3500 ถึง 1.4133	-0.2064 ถึง 0.2159	0	0
3	200	234.2500 ถึง 237.6400	235.9700	-1.7200 ถึง 1.6700	-0.2144 ถึง 0.2100	0	0

จากตาราง 11 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติจากการทดลอง 1,000 ครั้ง ทั้งสามแผน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 12 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับค่าคะแนนเฉลี่ย
ของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย
(ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

รูปแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ		ประชากร	ช่วง ความแตกต่าง ของค่า คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}_{MMS} - \mu$)	การทดสอบค่า ที่ (t-test)			
จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วง ค่าคะแนนเฉลี่ย จาก 1,000 ครั้ง ($\bar{X}_{MMS}$)	ค่า คะแนนเฉลี่ย (μ)	ช่วงค่าสถิติที่ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ		
แผน	จำนวนคน				.01	.05	
1	600	116.3100 ถึง		-0.2126 ถึง	-0.2126 ถึง		
		117.7900	117.1567	0.1581	0.1581	0	0
2	300	115.5933 ถึง		-1.5631 ถึง	-0.2788 ถึง		
		118.3100	117.1567	1.1533	0.2053	0	0
3	200	115.5350 ถึง		-1.6217 ถึง	-0.2367 ถึง		
		118.5000	117.1567	1.3433	0.1940	0	0

จากตาราง 12 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ
กับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบ
เบ้ซ้าย จากการทดลอง 1,000 ครั้ง ทั้งสามแผน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 13 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับค่าคะแนนเฉลี่ย
ของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา
(ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

รูปแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ		ประชากร	ช่วง ความแตกต่าง ของค่า คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}_{MMS} - \mu$)	การทดสอบค่า ที่ (t-test)			
จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วง ค่าคะแนนเฉลี่ย จาก 1,000 ครั้ง ($\bar{X}_{MMS}$)	ค่า คะแนนเฉลี่ย (μ)	ช่วงค่าสถิติที่ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ		
แผน	จำนวนคน					.01	.05
1	600	351.4783 ถึง 352.7800	352.1092	-0.6309 ถึง 0.6708	-0.1585 ถึง 0.1697	0	0
2	300	350.7367 ถึง 353.4467	352.1092	-1.3725 ถึง 1.3375	-0.2439 ถึง 0.2397	0	0
3	200	350.4850 ถึง 353.6050	352.1092	-1.6242 ถึง 1.6958	-0.2342 ถึง 0.2197	0	0

จากตาราง 13 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ
กับค่าคะแนนเฉลี่ยของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบ
เบ้ขวา จากการทดลอง 1,000 ครั้ง ทั้งสามแผน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 14 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับความแปรปรวน
คะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ
(ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

กลุ่มแบบง่าย		ประชากร	การ เปรียบเทียบ	การทดสอบค่า ไค-สแควร์ (χ^2 - test)			
จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน	ช่วง ความแปรปรวน คะแนน จาก 1,000 ครั้ง (S_{SRS}^2)	ความแปรปรวน คะแนน (σ^2)	ความแปรปรวน คะแนน เป็นจำนวนเท่า (S_{SRS}^2 / σ^2)	ช่วงค่าสถิติ ไค-สแควร์ที่ คำนวณได้จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ		
					.01	.05	
1	600	12,702.5879 ถึง 16,065.1729	12,919.4717	0.9832 ถึง 1.0113	588.9444 ถึง 605.7553	0	0
2	300	12,577.3125 ถึง 13,221.0810	12,919.4717	0.9753 ถึง 1.0232	291.0813 ถึง 305.9803	0	0
3	200	12,499.9824 ถึง 13,232.8945	12,919.4717	0.9675 ถึง 1.0243	192.5386 ถึง 203.8277	0	0

จากตาราง 14 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติจากการทดลอง 1,000 ครั้ง ทั้งสามแผน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 15 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับความแปรปรวน
คะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย
(ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

กลุ่มแบบง่าย		ประชากร	การ เปรียบเทียบ	การทดสอบค่า ไค-สแควร์ (χ^2 - test)			
จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน	ช่วง ความแปรปรวน คะแนน จาก 1,000 ครั้ง (S_{SRS}^2)	ความแปรปรวน คะแนน (σ^2)	ความแปรปรวน คะแนน เป็นจำนวนเท่า (S_{SRS}^2 / σ^2)	ช่วงค่าสถิติ ไค-สแควร์ที่ คำนวณได้จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ		ที่ระดับ
					.01	.05	
1	600	9,440.7900 ถึง 9,731.7715	9,577.6494	0.9857 ถึง 1.0161	291.1936 ถึง 306.8972	0	0
2	300	9,327.5918 ถึง 9,830.6152	9,577.64945	0.9739 ถึง 1.0264	590.4406 ถึง 608.6390	0	0
3	200	9,252.5749 ถึง 9,943.5986	9,577.6494	0.9661 ถึง 1.0382	192.2452 ถึง 206.6635	0	0

จากตาราง 15 การเปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย จากการทดลอง 1,000 ครั้ง ทั้งสามแผน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 16 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับความแปรปรวน
คะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา
(ประชากรผู้สอบจำนวน 1,200 คน และข้อสอบจำนวน 480 ข้อ)

กลุ่มแบบง่าย		ประชากร	การเปรียบเทียบ	การทดสอบค่า ไค-สแควร์ (χ^2 -test)			
จำนวนตัวอย่างแต่ละแผน		ช่วงความแปรปรวนคะแนน จาก 1,000 ครั้ง (S^2_{SRS})	ความแปรปรวนคะแนน (σ^2)	คะแนนเป็นจำนวนเท่า (S^2_{SRS} / σ^2)	ช่วงค่าสถิติไค-สแควร์ที่คำนวณได้จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ	
แผน	จำนวนคน					.01	.05
1	600	9,297.9980 ถึง 9,584.6543	9,434.4336	0.9855 ถึง 1.1059	590.3376 ถึง 608.5376	0	0
2	300	9,162.0498 ถึง 9,648.5215	9,434.4336	0.9711 ถึง 1.0227	290.3675 ถึง 305.7850	0	0
3	200	9,101.1748 ถึง 9,742.2881	9,434.4336	0.9647 ถึง 1.0326	191.9706 ถึง 205.4936	0	0

จากตาราง 16 การเปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณกับความแปรปรวนคะแนนของประชากร กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา จากการทดลอง 1,000 ครั้ง ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ

ตาราง 17 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะ การแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ

จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย จาก 1,000 ครั้ง		ช่วง ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย ที่ได้จาก แต่ละรอบ ($\bar{X}_{MMS}-\bar{X}_{SRS}$)	การทดสอบค่า ที่ (t-test)		
		สุ่มแบบง่าย ($\bar{X}_{SRS}$)	สุ่มแบบเมตริกซ์ เชิงพหุคูณ ($\bar{X}_{MMS}$)		ช่วงค่าสถิติที่ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
						.01	.05
แผน	จำนวนคน						
1	600	224.3550 ถึง 247.4250	235.2200 ถึง 236.7833	-10.0900 ถึง 11.8417	-1.7644 ถึง 1.7955	0	0
2	300	215.5767 ถึง 257.4500	234.6200 ถึง 237.3833	-18.4733 ถึง 15.4167	-2.3456 ถึง 2.1706	1	1
3	200	215.1750 ถึง 258.1900	234.2500 ถึง 237.6400	-23.2600 ถึง 21.0250	-1.9993 ถึง 1.8726	0	0

จากตาราง 17 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า แผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างกัน และแผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 1 ครั้ง

ตาราง 18 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย

จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย จาก 1,000 ครั้ง		ช่วง ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย ที่ได้จาก แต่ละรอบ $(\bar{X}_{MMS} - \bar{X}_{SRS})$	การทดสอบค่า ที่ (t-test)		
		สุ่มแบบง่าย $(\bar{X}_{SRS})$	สุ่มแบบเมตริกซ์ เชิงพหุคูณ $(\bar{X}_{MMS})$		ช่วงค่าสถิติที่ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่ มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
						.01	.05
แผน	จำนวนคน						
1	600	107.4330 ถึง 126.2583	116.3100 ถึง 117.7900	-2.8917 ถึง 8.6600	-1.5659 ถึง 1.8133	0	0
2	300	100.4800 ถึง 135.4767	115.5933 ถึง 118.3100	-14.7867 ถึง 15.2567	-2.1801 ถึง 2.1373	0	1
3	200	99.9600 ถึง 138.7600	115.5350 ถึง 118.5000	-16.1750 ถึง 17.2750	-2.1646 ถึง 1.8585	0	0

จากตาราง 18 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย จากการทดลอง 1,000 ครั้ง แผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างกัน ส่วนแผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 1 ครั้ง

ตาราง 19 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา

จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย จาก 1,000 ครั้ง		ช่วง ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย ที่ได้จาก แต่ละรอบ ($\bar{X}_{MMS}-\bar{X}_{SRS}$)	การทดสอบค่า ที่ (t-test)		
		สุ่มแบบง่าย ($\bar{X}_{SRS}$)	สุ่มแบบเมตริกซ์ เชิงพหุคูณ ($\bar{X}_{MMS}$)		ช่วงค่าสถิติที่ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่ ความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
						.01	.05
แผน	จำนวนคน						
1	600	346.8817 ถึง 361.4950	351.4783 ถึง 352.7800	-7.9800 ถึง 10.2250	-1.6653 ถึง 1.7893	0	0
2	300	335.8867 ถึง 368.5367	350.7367 ถึง 353.4467	-13.3400 ถึง 15.1233	-2.2276 ถึง 1.9014	0	0
3	200	335.8850 ถึง 371.9750	350.4850 ถึง 353.6050	-15.5500 ถึง 18.0450	-2.1037 ถึง 1.6219	0	0

จากตาราง 19 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่าย กับค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา จากการทดลอง 1,000 ครั้ง ทั้งสามแผน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 20 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ

จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วงความแปรปรวนคะแนน จาก 1,000 ครั้ง		การทดสอบค่า เอฟ (F-test)		
		สุ่มแบบง่าย (S_{SRS}^2)	สุ่มแบบเมตริกซ์ เชิงพหุคูณ (S_{MMS}^2)	ช่วงค่าสถิติเอฟ ที่คำนวณได้จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
					.01	.05
แผน	จำนวนคน					
1	600	11,584.7061 ถึง 14,215.7998	12,702.5879 ถึง 13,065.1729	-1.0000 ถึง 1.1099	0	0
2	300	10,655.3906 ถึง 15,056.5547	12,577.3125 ถึง 13,221.0810	-1.0001 ถึง 1.2179	0	1
3	200	9,991.2012 ถึง 16,008.0320	12,499.9824 ถึง 13,232.8945	-1.0000 ถึง 1.2972	0	0

จากตาราง 20 การเปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่าย กับความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบปกติ จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า แผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน ไม่พบจำนวนครั้งของความแตกต่าง ส่วนแผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 1 ครั้ง

ตาราง 21 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย

จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วงความแปรปรวนคะแนน จาก 1,000 ครั้ง		การทดสอบค่า เอฟ (F-test)		
		สุ่มแบบง่าย (S_{SRS}^2)	สุ่มแบบเมตริกซ์ เชิงพหุคูณ (S_{MMS}^2)	ช่วงค่าสถิติเอฟ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
					.01	.05
แผน	จำนวนคน					
1	600	7,748.6162 ถึง 11,343.6621	9,440.7900 ถึง 9,731.7715	1.0001 ถึง 1.2354	1	9
2	300	7,493.7495 ถึง 12,418.8418	9,327.5918 ถึง 9,830.6152	1.0001 ถึง 1.2970	0	18
3	200	6,556.0156 ถึง 13,571.1387	9,252.5749 ถึง 9,943.5986	1.0000 ถึง 1.4681	2	3

จากตาราง 21 การเปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ซ้าย จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า ความแปรปรวนของแผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 1 และ 9 ครั้ง ตามลำดับ แผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 18 ครั้ง และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 2 และ 3 ครั้ง ตามลำดับ

ตาราง 22 เปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา

จำนวน ตัวอย่าง แต่ละแผน		ช่วงความแปรปรวนคะแนน จาก 1,000 ครั้ง		การทดสอบค่า เอฟ (F-test)		
		สุ่มแบบง่าย (S_{SRS}^2)	สุ่มแบบเมตริกซ์ เชิงพหุคูณ (S_{MMS}^2)	ช่วงค่าสถิติเอฟ ที่คำนวณได้ จาก 1,000 ครั้ง	จำนวนครั้งที่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ	
					.01	.05
แผน	จำนวนคน					
1	600	8,232.6943 ถึง 10,755.1621	9,297.9980 ถึง 9,584.6543	1.0000 ถึง 1.1481	1	2
2	300	7,161.6479 ถึง 11,924.5283	9,162.0498 ถึง 9,648.5215	1.0002 ถึง 1.3255	1	28
3	200	6,103.0146 ถึง 13,110.0342	9,101.1748 ถึง 9,742.2881	1.0000 ถึง 1.5356	0	11

จากตาราง 22 การเปรียบเทียบความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบง่ายกับความแปรปรวนคะแนนของตัวอย่างที่สุ่มแบบเมตริกซ์เชิงพหุคูณ กรณีข้อสอบมีลักษณะการแจกแจงค่าความยากของข้อสอบแบบเบ้ขวา จากการทดลอง 1,000 ครั้ง พบว่า แผนหนึ่งจำนวนตัวอย่าง 600 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง ตามลำดับ แผนสองจำนวนตัวอย่าง 300 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 1 และ 28 ครั้ง ตามลำดับ และแผนสามจำนวนตัวอย่าง 200 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 11 ครั้ง