

บทที่ 4

ผลการวิจัย



การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีประมาณค่าเฉลี่ยที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณ Horvitz-Thompson ภายใต้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับด้วยวิธีประมาณค่าอย่างง่าย วิธีประมาณค่าแบบอัตราส่วน และวิธีประมาณค่าแบบอัตราส่วนที่ปรับปรุงโดยวิธีการ Rao-Blackwell เมื่อสุ่มหน่วยตัวอย่างอย่างง่าย โดยใช้ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ โดยวิธีประมาณค่าที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดจะเป็นวิธีประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ในงานวิจัยนี้กำหนดสัญลักษณ์แทนความหมายของค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

n แทน ขนาดพื้นที่ย่อย

SE แทน วิธีการประมาณค่าอย่างง่าย

RA แทน วิธีการประมาณค่าแบบอัตราส่วน

RB แทน วิธีการประมาณค่าแบบอัตราส่วนที่ปรับปรุงโดยวิธีการ Rao-Blackwell

โดยผลการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 1 กรณีหน่วยขอบแยกกัน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 2 กรณีหน่วยขอบร่วมกัน

ตอนที่ 3 สรุปจำนวนความถี่วิธีประมาณค่าเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ จำนวนหน่วยขอบ และสถานการณ์ที่หน่วยขอบแยกกัน และหน่วยขอบร่วมกัน

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ภายใต้ประชากร
สถานการณ์ที่ 1 กรณีหน่วยขอบแยกกัน แสดงดังตาราง 1, 2 และ 3

ตาราง 1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ และ
ขนาดพื้นที่ย่อย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 1 กรณีหน่วยขอบแยกกัน 2 กลุ่ม

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ต่ำ	3	1.1311	<u>0.6753</u>	0.6779
	4	0.8729	<u>0.7331</u>	0.7403
	5	<u>0.6639</u>	0.7078	0.7124
	6	<u>0.5791</u>	0.7179	0.7311
	7	<u>0.4821</u>	0.6945	0.7130
	8	<u>0.4339</u>	0.6979	0.7221
	9	<u>0.3966</u>	0.6689	0.7097
	10	<u>0.3657</u>	0.6492	0.6920
	11	<u>0.3545</u>	0.6111	0.6692
	12	<u>0.3017</u>	0.5742	0.6279
	16	<u>0.2600</u>	0.4761	0.5679
	20	<u>0.2348</u>	0.3920	0.5393
24	<u>0.2236</u>	0.3195	0.4999	
ปานกลาง	3	1.1877	0.2773	<u>0.2750</u>
	4	0.8425	0.2446	<u>0.2424</u>
	5	0.7569	0.2345	<u>0.2309</u>
	6	0.5982	0.2199	<u>0.2123</u>
	7	0.5203	0.2012	<u>0.1962</u>
	8	0.4894	0.1889	<u>0.1820</u>

ตาราง 1 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ปานกลาง	9	0.4070	0.1713	<u>0.1637</u>
	10	0.4115	0.1644	<u>0.1575</u>
	11	0.3588	0.1514	<u>0.1446</u>
	12	0.3296	0.1439	<u>0.1372</u>
	16	0.2589	0.1158	<u>0.1092</u>
	20	0.2318	0.0948	<u>0.0922</u>
	24	0.2226	<u>0.0793</u>	0.0818
สูง	3	1.1181	0.1914	<u>0.1910</u>
	4	0.8039	0.1668	<u>0.1662</u>
	5	0.7466	0.1424	<u>0.1413</u>
	6	0.6206	0.1279	<u>0.1267</u>
	7	0.5465	0.1002	<u>0.0987</u>
	8	0.4547	0.0926	<u>0.0907</u>
	9	0.4149	0.0891	<u>0.0872</u>
	10	0.3949	0.0712	<u>0.0689</u>
	11	0.3701	0.0621	<u>0.0600</u>
	12	0.3373	0.0566	<u>0.0541</u>
	16	0.2639	0.0284	<u>0.0259</u>
	20	0.2368	0.0185	<u>0.0158</u>
	24	0.2256	0.0138	<u>0.0115</u>

หมายเหตุ: ตัวหนา และขีดเส้นใต้ แทน ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดในแต่ละ
สถานการณ์

จากตาราง 1 แสดงความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่ระดับความสัมพันธ์ต่ำ เมื่อ $n=3$ และ 4 พบว่า วิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ SE ตามลำดับ แต่เมื่อ $n=5$ ขึ้นไป พบว่า วิธี SE มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ RB ตามลำดับ สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ ยกเว้น เมื่อ $n=24$ พบว่า วิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ SE ตามลำดับ และที่ระดับความสัมพันธ์สูง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อขนาดพื้นที่ย่อยเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีประมาณ ทั้งสามวิธีมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นกรณีระดับความสัมพันธ์ต่ำ ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 4, 6 และ 8 ของวิธีการประมาณ RA และ RB และระดับความสัมพันธ์ปานกลางขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 ของวิธีการประมาณ SE

ตาราง 2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ และขนาดพื้นที่ย่อย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 1 กรณีหน่วยขอบแยกกัน 3 กลุ่ม

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ต่ำ	3	1.3729	<u>1.0637</u>	1.0767
	4	<u>1.0061</u>	1.0495	1.0737
	5	<u>0.8904</u>	1.0553	1.0850
	6	<u>0.6921</u>	1.0958	1.1320
	7	<u>0.6295</u>	1.0617	1.1351
	8	<u>0.5238</u>	1.0337	1.1119
	9	<u>0.4859</u>	0.9675	1.0504
	10	<u>0.4610</u>	0.9149	1.0450
	11	<u>0.4426</u>	0.9225	1.0603

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ต่ำ	12	<u>0.4047</u>	0.8566	1.0087
	16	<u>0.3479</u>	0.7579	0.9980
	20	<u>0.2847</u>	0.6103	0.9059
	24	<u>0.2711</u>	0.5314	0.8660
ปานกลาง	3	1.2892	<u>0.4069</u>	0.4106
	4	1.0390	<u>0.4005</u>	0.4072
	5	0.9245	<u>0.3995</u>	0.4088
	6	0.7135	<u>0.3487</u>	0.3608
	7	0.6567	<u>0.3503</u>	0.3720
	8	0.5585	<u>0.3292</u>	0.3469
	9	0.4713	<u>0.3150</u>	0.3381
	10	0.4978	<u>0.2938</u>	0.3168
	11	0.4095	<u>0.2556</u>	0.2775
	12	0.3798	<u>0.2449</u>	0.2728
	16	0.3560	<u>0.1917</u>	0.2269
	20	0.2897	<u>0.1679</u>	0.2110
24	0.2715	<u>0.1438</u>	0.1878	
สูง	3	1.3479	0.2211	<u>0.2208</u>
	4	1.0736	0.1759	<u>0.1753</u>
	5	0.8536	0.1560	<u>0.1553</u>
	6	0.6793	0.1340	<u>0.1329</u>
	7	0.6127	0.1133	<u>0.1117</u>
	8	0.5400	0.0914	<u>0.0898</u>

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
สูง	9	0.5139	0.0726	<u>0.0708</u>
	10	0.4655	0.0678	<u>0.0655</u>
	11	0.4407	0.0564	<u>0.0542</u>
	12	0.4199	0.0509	<u>0.0487</u>
	16	0.3580	0.0249	<u>0.0222</u>
	20	0.2960	0.0158	<u>0.0132</u>
	24	0.2735	0.0094	<u>0.0070</u>

หมายเหตุ: ตัวหนา และขีดเส้นใต้ แทน ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดในแต่ละ
สถานการณ์

จากตาราง 2 แสดงความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่ระดับความสัมพันธ์ต่ำ เมื่อ $n=3$ พบว่าวิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ SE ตามลำดับ แต่เมื่อ $n=4$ ขึ้นไป พบว่า วิธี SE มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ RB ตามลำดับ สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ SE ตามลำดับ และที่ระดับความสัมพันธ์สูง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อขนาดพื้นที่ย่อยเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีประมาณ ทั้งสามวิธีมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นกรณีระดับความสัมพันธ์ต่ำ ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 5, 6 และ 11 ของวิธีการประมาณ RA ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 5, 6, 7 และ 11 ของวิธีการ RB สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 7 ของวิธีการประมาณ RA ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 5 และ 7 ของวิธีการประมาณ RB ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 10 ของวิธีการประมาณ SE

ตาราง 3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ และ ขนาดพื้นที่ย่อย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 1 กรณีหน่วยขอบแยกกัน 4 กลุ่ม

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ต่ำ	3	2.9174	2.5300	<u>2.4948</u>
	4	<u>2.1516</u>	2.3614	2.3268
	5	<u>1.7805</u>	2.1683	2.1027
	6	<u>1.5426</u>	2.0838	2.0069
	7	<u>1.2444</u>	1.6557	1.6067
	8	<u>1.1686</u>	1.3578	1.2987
	9	<u>1.0815</u>	1.2905	1.2327
	10	<u>1.0088</u>	1.2523	1.2035
	11	<u>0.9381</u>	0.9722	0.9671
	12	<u>0.8293</u>	0.9736	0.9715
	16	0.8028	<u>0.6827</u>	0.7523
	20	0.7727	<u>0.5041</u>	0.6447
24	0.8068	<u>0.4222</u>	0.5939	
ปานกลาง	3	2.9206	1.6676	<u>1.6643</u>
	4	2.2815	<u>1.7788</u>	1.8079
	5	1.8461	1.3520	<u>1.3303</u>
	6	1.5215	<u>1.2640</u>	1.3073
	7	1.3685	<u>0.8481</u>	0.8585
	8	1.2190	0.6322	<u>0.6321</u>
	9	1.0422	0.7120	<u>0.7069</u>



ตาราง 3 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ปานกลาง	10	1.0195	0.7426	<u>0.7392</u>
	11	0.9015	0.6329	<u>0.6119</u>
	12	0.8600	0.4355	<u>0.4065</u>
	16	0.8039	0.3095	<u>0.3066</u>
	20	0.7698	0.1806	<u>0.1629</u>
	24	0.8099	0.1320	<u>0.1260</u>
สูง	3	2.8950	0.6098	<u>0.6061</u>
	4	2.3074	0.4175	<u>0.4119</u>
	5	1.7689	0.3306	<u>0.3252</u>
	6	1.5649	0.2513	<u>0.2457</u>
	7	1.3257	0.2302	<u>0.2228</u>
	8	1.2238	0.1341	<u>0.1248</u>
	9	1.0721	0.1083	<u>0.1016</u>
	10	0.9865	0.0748	<u>0.0667</u>
	11	0.9710	0.0562	<u>0.0482</u>
	12	0.8664	0.0498	<u>0.0391</u>
	16	0.8058	0.0217	<u>0.0157</u>
	20	0.7763	0.0101	<u>0.0061</u>
24	0.8132	0.0056	<u>0.0024</u>	

หมายเหตุ: ตัวหนา และขีดเส้นใต้ แทน ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดในแต่ละ
สถานการณ์

จากตาราง 3 แสดงความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่ระดับความสัมพันธ์ต่ำ เมื่อ $n=3$ พบว่าวิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ แต่เมื่อ $n=4$ ขึ้นไป พบว่า วิธี SE มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ RA ตามลำดับ ยกเว้น เมื่อ $n=16, 20$ และ 24 พบว่าวิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ SE ตามลำดับ สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง โดยทั่วไปวิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ ยกเว้นเมื่อ $n=4, 6$ และ 7 วิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ SE ตามลำดับ และเมื่อขนาด $n=3$ และ 5 วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ และที่ระดับความสัมพันธ์สูง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อขนาดพื้นที่ย่อยเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีประมาณ ทั้งสามวิธีมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นกรณีระดับความสัมพันธ์ต่ำ ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 12 ของวิธีการ RA และ RB ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 24 ของวิธีการประมาณ SE สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 4 และ 9 ของวิธีการประมาณ RA และ RB ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 24 ของวิธีการประมาณ SE และที่ระดับความสัมพันธ์สูงขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 24 ของวิธีการประมาณ SE

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 2 กรณีหน่วยขอพร้อมกัน แสดงดังตาราง 4, 5 และ 6

ตาราง 4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ และขนาดพื้นที่ย่อย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 2 กรณีหน่วยขอพร้อมกัน 2 กลุ่ม

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ต่ำ	3	1.5563	1.0698	<u>1.0612</u>
	4	1.2628	1.0600	<u>1.0528</u>
	5	<u>0.9882</u>	1.0473	1.0300

ตาราง 4 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ต่ำ	6	<u>0.9196</u>	0.9612	0.9570
	7	<u>0.7327</u>	0.8802	0.8778
	8	<u>0.6961</u>	0.9084	0.8911
	9	<u>0.5943</u>	0.8228	0.8213
	10	<u>0.5807</u>	0.7306	0.7364
	11	<u>0.5502</u>	0.6815	0.7171
	12	<u>0.5057</u>	0.6479	0.6700
	16	<u>0.4579</u>	0.4975	0.5944
	20	0.4297	<u>0.3984</u>	0.5308
	24	0.4524	<u>0.3274</u>	0.5093
ปานกลาง	3	1.6053	0.3766	<u>0.3719</u>
	4	1.1925	0.3213	<u>0.3137</u>
	5	0.9919	0.2922	<u>0.2821</u>
	6	0.7823	0.2489	<u>0.2367</u>
	7	0.7472	0.2150	<u>0.1998</u>
	8	0.7011	0.1913	<u>0.1724</u>
	9	0.6156	0.1779	<u>0.1622</u>
	10	0.5634	0.1511	<u>0.1327</u>
	11	0.5010	0.1264	<u>0.1019</u>
	12	0.5254	0.1263	<u>0.1031</u>
	16	0.4512	0.0797	<u>0.0623</u>
	20	0.4209	0.0624	<u>0.0486</u>
	24	0.4461	0.0505	<u>0.0424</u>

ตาราง 4 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
สูง	3	1.5542	0.3212	<u>0.3205</u>
	4	1.2550	0.2588	<u>0.2572</u>
	5	0.9957	0.2126	<u>0.2108</u>
	6	0.8516	0.1821	<u>0.1794</u>
	7	0.7523	0.1455	<u>0.1427</u>
	8	0.6604	0.1154	<u>0.1122</u>
	9	0.6321	0.1061	<u>0.1032</u>
	10	0.5424	0.0796	<u>0.0758</u>
	11	0.5579	0.0703	<u>0.0670</u>
	12	0.4853	0.0556	<u>0.0513</u>
	16	0.4579	0.0261	<u>0.0225</u>
	20	0.4309	0.0159	<u>0.0129</u>
	24	0.4560	0.0091	<u>0.0071</u>

หมายเหตุ: ตัวหนา และขีดเส้นใต้ แทน ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดในแต่ละสถานการณ์

จากตาราง 4 แสดงความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่ระดับความสัมพันธ์ต่ำ เมื่อ $n=3$ และ 4 พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ แต่เมื่อ $n=5-9$ พบว่า วิธี SE มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ RA ตามลำดับ และเมื่อ $n=10-16$ วิธี SE มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด ได้แก่วิธี RA และ RB ตามลำดับ และเมื่อ $n=20$ และ 24 วิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี SE และ RB ตามลำดับ สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำ

ที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ และที่ระดับความสัมพันธ์สูง เมื่อ $n = 3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดรองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ

นอกจากนี้ขนาดพื้นที่ย่อยเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีประมาณทั้งสามวิธีมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นกรณีระดับความสัมพันธ์ต่ำ ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 8 ของวิธีการ RA และ RB ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 24 ของวิธีการประมาณ SE สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 12 และ 24 ของวิธีการประมาณ SE และที่ระดับความสัมพันธ์สูงขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 11 และ 24 ของวิธีการประมาณ SE

ตาราง 5 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ และขนาดพื้นที่ย่อย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 2 กรณีหน่วยขอพร้อมกัน 3 กลุ่ม

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ต่ำ	3	3.3890	<u>2.8484</u>	2.9046
	4	<u>2.6685</u>	2.8607	2.9017
	5	<u>1.9965</u>	2.7579	2.8678
	6	<u>1.7513</u>	2.4567	2.6355
	7	<u>1.5581</u>	2.3937	2.5752
	8	<u>1.4358</u>	1.8362	2.0680
	9	<u>1.2489</u>	1.8033	2.0390
	10	<u>1.1624</u>	1.7026	1.9859
	11	<u>1.0945</u>	1.5035	1.8607
	12	<u>1.0448</u>	1.2789	1.5233
	16	<u>0.8937</u>	0.8948	1.2039
	20	0.8311	<u>0.6821</u>	1.0262
24	0.8526	<u>0.5859</u>	0.9610	

ตาราง 5 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ปานกลาง	3	3.3600	1.0937	<u>1.0864</u>
	4	2.4496	0.9740	<u>0.9545</u>
	5	2.2052	0.8279	<u>0.8156</u>
	6	1.7037	0.7382	<u>0.7211</u>
	7	1.4750	0.6755	<u>0.6514</u>
	8	1.2825	0.6214	<u>0.6021</u>
	9	1.3439	0.5671	<u>0.5483</u>
	10	1.0566	0.5005	<u>0.4693</u>
	11	1.1164	0.4933	<u>0.4928</u>
	12	0.9739	<u>0.4517</u>	0.4523
	16	0.9256	<u>0.3543</u>	0.3788
	20	0.8232	<u>0.2821</u>	0.3278
24	0.8543	<u>0.2419</u>	0.3270	
สูง	3	3.4453	0.5238	<u>0.5226</u>
	4	2.5309	0.3831	<u>0.3816</u>
	5	2.0723	0.2689	<u>0.2663</u>
	6	1.8450	0.1830	<u>0.1796</u>
	7	1.4311	0.1614	<u>0.1578</u>
	8	1.2653	0.1108	<u>0.1066</u>
	9	1.2028	0.0786	<u>0.0741</u>
	10	1.1945	0.0506	<u>0.0459</u>
	11	1.0072	0.0389	<u>0.0343</u>
	12	1.0202	0.0394	<u>0.0350</u>

ตาราง 5 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
สูง	16	0.9289	0.0114	<u>0.0084</u>
	20	0.8332	0.0085	<u>0.0053</u>
	24	0.8573	0.0048	<u>0.0026</u>

หมายเหตุ: ตัวหนา และขีดเส้นใต้ แทน ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดในแต่ละ
สถานการณ์

จากตาราง 5 แสดงความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่ระดับความสัมพันธ์ต่ำ เมื่อ $n=3$ พบว่าวิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ SE ตามลำดับ แต่เมื่อ $n=4$ ขึ้นไป พบว่า วิธี SE มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ RB ตามลำดับ ยกเว้น เมื่อ $n=20$ และ 24 พบว่าวิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี SE และ RB ตามลำดับ สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง เมื่อ $n=3-11$ พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ และเมื่อ $n=12$ ขึ้นไป พบว่าวิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ SE ตามลำดับ และที่ระดับความสัมพันธ์สูง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อขนาดพื้นที่ย่อยเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีประมาณ ทั้งสามวิธีมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นกรณีระดับความสัมพันธ์ต่ำ ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 4 ของวิธีการ RA ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 24 ของวิธีการประมาณ SE สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 9, 11 และ 24 ของวิธีการประมาณ SE ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 11 ของวิธีการประมาณ RB และที่ระดับความสัมพันธ์สูงขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 12 ของวิธีการประมาณ SE, RA และ RB ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 24 ของวิธีการประมาณ SE

ตาราง 6 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ และขนาดพื้นที่ย่อย ภายใต้ประชากรสถานการณ์ที่ 2 กรณีหน่วยขอพร้อมกัน 4 กลุ่ม

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ต่ำ	3	2.2040	1.5613	<u>1.5418</u>
	4	1.6965	1.4844	<u>1.4624</u>
	5	1.4097	1.3695	<u>1.3438</u>
	6	<u>1.1550</u>	1.3065	1.2896
	7	<u>1.0033</u>	1.1369	1.1079
	8	<u>0.8606</u>	1.0194	0.9729
	9	<u>0.8139</u>	0.9720	0.9516
	10	<u>0.7597</u>	0.9138	0.9171
	11	<u>0.6933</u>	0.7970	0.8099
	12	<u>0.6568</u>	0.7606	0.7967
	16	<u>0.5467</u>	0.5774	0.6813
	20	0.5111	<u>0.4539</u>	0.5773
24	0.5276	<u>0.3788</u>	0.5659	
ปานกลาง	3	2.2237	0.6750	<u>0.6577</u>
	4	1.6565	0.5654	<u>0.5396</u>
	5	1.3409	0.4895	<u>0.4585</u>
	6	1.1398	0.4060	<u>0.3644</u>
	7	0.9526	0.3868	<u>0.3418</u>
	8	0.8503	0.3596	<u>0.3176</u>
	9	0.7742	0.2856	<u>0.2426</u>



ตาราง 6 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	n	วิธีประมาณค่าเฉลี่ย		
		SE	RA	RB
ปานกลาง	10	0.7102	0.2792	<u>0.2167</u>
	11	0.7242	0.2572	<u>0.2056</u>
	12	0.6503	0.2306	<u>0.1818</u>
	16	0.5536	0.1678	<u>0.1290</u>
	20	0.5141	0.1277	<u>0.0960</u>
	24	0.5278	0.1064	<u>0.0940</u>
สูง	3	2.1736	0.4286	<u>0.4268</u>
	4	1.6322	0.3395	<u>0.3362</u>
	5	1.4054	0.2504	<u>0.2473</u>
	6	1.1580	0.1821	<u>0.1786</u>
	7	0.9467	0.1680	<u>0.1630</u>
	8	0.8159	0.1071	<u>0.1026</u>
	9	0.7484	0.0853	<u>0.0789</u>
	10	0.7280	0.0753	<u>0.0700</u>
	11	0.6780	0.0559	<u>0.0506</u>
	12	0.6486	0.0482	<u>0.0425</u>
	16	0.5636	0.0164	<u>0.0115</u>
	20	0.5151	0.0073	<u>0.0027</u>
	24	0.5299	0.0047	<u>0.0013</u>

หมายเหตุ: ตัวหนา และขีดเส้นใต้ แทน ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดในแต่ละสถานการณ์

จากตาราง 6 แสดงความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ที่ระดับความสัมพันธ์ต่ำ เมื่อ $n=3-5$ พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ $n=6-10$ พบว่า วิธี SE มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RB และ RA ตามลำดับ $n=11-16$ พบว่า วิธี SE มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี ได้แก่วิธี RA และ RB ตามลำดับ และเมื่อ $n=20$ และ 24 พบว่าวิธี RA มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดรองลงมาได้แก่วิธี SE และ RB ตามลำดับ สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ และที่ระดับความสัมพันธ์สูง เมื่อ $n=3$ ขึ้นไป พบว่า วิธี RB มีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่วิธี RA และ SE ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อขนาดพื้นที่ย่อยเพิ่มขึ้น ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีประมาณ ทั้งสามวิธีมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นกรณีระดับความสัมพันธ์ต่ำ ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 24 ของวิธีการประมาณ SE สำหรับระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 11 และ 24 ของวิธีการประมาณ SE และที่ระดับความสัมพันธ์สูงขนาดพื้นที่ย่อยเท่ากับ 24 ของวิธีการประมาณ SE

ตอนที่ 3 สรุปจำนวนความถี่วิธีประมาณค่าเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ จำนวนหน่วยขอบ และสถานการณ์ที่หน่วยขอบแยกกัน และหน่วยขอบร่วมกัน

ตาราง 7 แสดงสรุปจำนวนความถี่วิธีประมาณค่าเฉลี่ย จำแนกตามระดับความสัมพันธ์ จำนวนหน่วยขอบ และสถานการณ์ที่หน่วยขอบแยกกัน และหน่วยขอบร่วมกัน

ระดับ ความสัมพันธ์	สถานการณ์	จำนวนกลุ่ม	วิธีการประมาณค่า		
			SE	RA	RB
ต่ำ	หน่วยขอบแยก	2	<u>11</u>	2	0
		3	<u>12</u>	1	0
		4	<u>9</u>	3	1
	หน่วยขอบร่วม	2	<u>9</u>	2	2
		3	<u>10</u>	3	0
		4	<u>8</u>	2	3

ตาราง 7 (ต่อ)

ระดับ ความสัมพันธ์	สถานการณ์	จำนวนกลุ่ม	วิธีการประมาณค่า		
			SE	RA	RB
ปานกลาง	หน่วยขอบแยก	2	0	1	<u>12</u>
		3	0	<u>13</u>	0
		4	0	3	<u>10</u>
	หน่วยขอบรวม	2	0	0	<u>13</u>
		3	0	4	<u>9</u>
		4	0	0	<u>13</u>
สูง	หน่วยขอบแยก	2	0	0	<u>13</u>
		3	0	0	<u>13</u>
		4	0	0	<u>13</u>
	หน่วยขอบรวม	2	0	0	<u>13</u>
		3	0	0	<u>13</u>
		4	0	0	<u>13</u>

หมายเหตุ: ตัวหนา และขีดเส้นใต้ แทน จำนวนความถี่ที่สูงที่สุดในแต่ละสถานการณ์

จากตาราง 7 แสดงจำนวนความถี่วิธีประมาณค่าเฉลี่ย ที่ระดับความสัมพันธ์ต่ำกรณีที หน่วยขอบแยกกัน และหน่วยขอบรวมกัน 2, 3 และ 4 กลุ่ม พบว่า วิธีการประมาณค่าอย่างง่าย มีความถี่สูงที่สุด สำหรับที่ระดับความสัมพันธ์ปานกลาง กรณีที่หน่วยขอบแยกกัน 2 และ 4 กลุ่ม และหน่วยขอบรวมกัน 2, 3 และ 4 กลุ่ม พบว่า วิธีการประมาณค่าแบบอัตราส่วนที่ปรับปรุงโดย วิธีการ Rao-Blackwell มีความถี่สูงที่สุด ยกเว้นกรณีที่หน่วยขอบแยกกัน 3 กลุ่ม พบว่าวิธีการ ประมาณค่าแบบอัตราส่วนมีความถี่สูงที่สุด และที่ระดับความสัมพันธ์สูง กรณีที่หน่วยขอบ แยกกัน และหน่วยขอบรวมกัน 2, 3 และ 4 กลุ่ม พบว่า วิธีการประมาณค่าแบบอัตราส่วนที่ ปรับปรุงโดยวิธีการ Rao-Blackwell มีความถี่สูงที่สุด