

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ซึ่งในที่นี้มี 3 วิธีคือ วิธีกำลังสองน้อยสุด (OLS) วิธีการถดถอยของค่าประกอบหลัก (PCR) และวิธีกำลังสองน้อยสุดแบ่งส่วน (PLS) โดยสถานการณ์ที่ศึกษามีดังนี้

1. การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติซึ่งมีพารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1.0, 3.0, 5.0, 7.0$ และ 10.0 ตามลำดับ
2. จำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้เท่ากับ 5, 8 และ 12 ตามลำดับ
3. ขนาดตัวอย่างที่ใช้เท่ากับ $40+p$ เมื่อ p เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ
4. ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมี 2 แบบ คือ ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเพียง 1 กลุ่ม มีค่าเป็น 0.60, 0.70, 0.80, 0.95, 0.975 และ 0.999 และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 2 กลุ่ม เป็น (0.60,0.60), (0.60,0.70), (0.60,0.80), (0.60,0.95), (0.60,0.975), (0.60,0.999), (0.70,0.60), (0.70,0.70), (0.70,0.80), (0.70,0.95), (0.70,0.975), (0.70, 0.999) (0.80,0.60), (0.80,0.70), (0.80,0.80), (0.80,0.95), (0.80,0.975), (0.80, 0.999), (0.95,0.60), (0.95,0.70), (0.95,0.80), (0.95,0.95), (0.95,0.975), (0.95, 0.999) (0.975,0.60), (0.975,0.70), (0.975,0.80), (0.975,0.95), (0.975,0.975), (0.975, 0.999), (0.999,0.60), (0.999,0.70), (0.999,0.80), (0.999,0.95), (0.999,0.975) และ (0.999, 0.999)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลโดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 กับเครื่อง AMDAHL 5860 เพื่อสร้างข้อมูลตามสถานการณ์ที่กำหนดโดยกระทำซ้ำ 500 ครั้งในแต่ละสถานการณ์

ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของ 2 กลุ่มตัวแปรโดยที่ตัวเลขตัวแรกหมายถึงระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรกลุ่มที่หนึ่ง และตัวเลขตัวที่สองหมายถึงระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระในกลุ่มที่สอง

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5

ผู้วิจัยศึกษาที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติเป็น 1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยมีดังนี้

ก. การเปลี่ยนแปลงค่า AMSEP มีลักษณะดังนี้

1. ค่า AMSEP ของทุกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแปรผันตามความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

2. ค่า AMSEP ของวิธี OLS มีค่าคงเดิมในทุกรูปแบบและระดับความสัมพันธ์

3. แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของค่า AMSEP ของวิธี PCR และ PLS เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของความสัมพันธ์ดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เช่นเดียวกัน ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.95, 0.975 และ 0.999 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 7.0 และ 10.0 ค่า AMSEP ของ PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

3.2 ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR เพิ่มขึ้นแปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

3.3 ตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR และวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

3.4 ตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ และค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ที่ค่าความแปรปรวนเป็น 7.0 และ 10.0

3.5 ตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันและ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ (ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.999 ค่า AMSEP ของวิธี PCR มีค่าสูงขึ้น) ส่วนค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเป็น 0.95, 0.975, 0.999 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 7.0 และ 10.0 ค่า AMSEP ของ PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

ข. การเปลี่ยนแปลงค่า DIFF

1. แปรผกผันกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (ขกเว้นของวิธี OLS แปรตามความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน)

2. การเปลี่ยนแปลงค่า DIFF ของแต่ละวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของความสัมพันธ์เช่นเดียวกันโดยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ขกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.95, 0.975 และ 0.999 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 7.0 และ 10.0 ค่า DIFF ของ PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

2.2 ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

2.3 ตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี PCR และวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

2.4 ตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี PCR ลดลงในทุกกรณี และค่า DIFF ของวิธี PLS มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยที่ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 1.0, 3.0 และ 5.0 และมีแนวโน้มลดลงมากขึ้นที่ค่าความแปรปรวนเป็น 7.0 และ 10.0

2.5 ตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันและ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ ขกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.999

ค. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของแต่ละวิธี

1. วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกรณีที่ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน ที่ทุกระดับความสัมพันธ์และทุกค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ส่วนในกรณีที่ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันและ 2 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ทุกระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเป็น 1.0 และ 3.0

2. วิธี PCR มีประสิทธิภาพดีที่สุดในกรณีที่ตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน กับตัวแปรอิสระ 2 และ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันที่ทุกระดับความสัมพันธ์และทุกค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

3. วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในกรณีที่ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.80, 0.95, 0.975 และ 0.999 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 5.0 และมีประสิทธิภาพดีที่สุ่มเช่นเดียวกันในทุกระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ และในกรณีที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน 2 ตัวแปร 2 กลุ่ม วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุ่มที่ทุกระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเป็น 5.0, 7.0 และ 10.0 ส่วนในกรณีที่ตัวแปรอิสระ 2 และ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน วิธี PLS ให้ค่าน้อยสุดที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.999 เมื่อความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเป็น 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

ผู้วิจัยสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพียง 1 กลุ่มไว้ในตารางที่ 5.1.1 และกราฟที่ 5.1.1 - 5.1.5 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดของตารางที่ 5.1.1

ตารางที่	จำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
5.1.1	3, 4 และ 5 ตัวแปร	0.60, 0.70, 0.80, 0.95, 0.975 และ 0.999	1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0

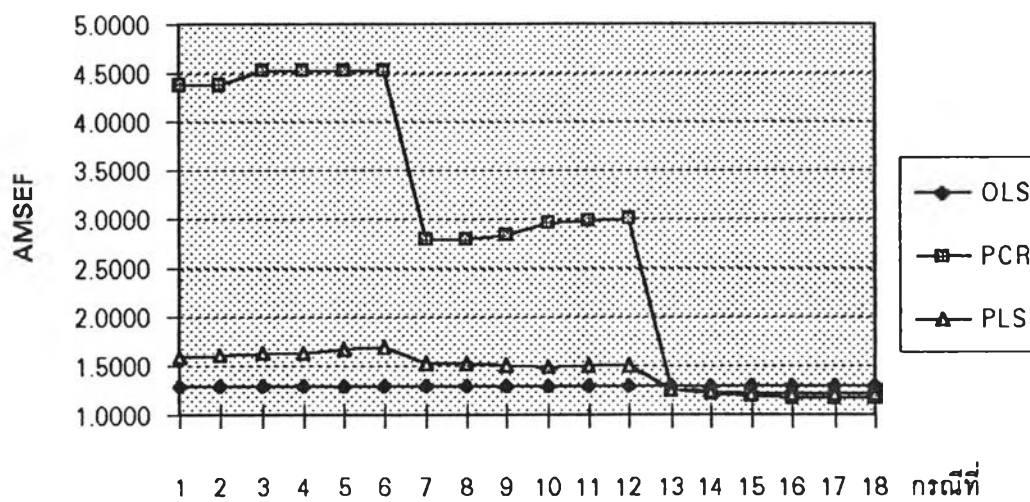
รายละเอียดของกราฟที่ 5.1.1 - 5.1.5

กราฟที่	จำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
5.1.1	3, 4 และ 5	1.0
5.1.2	3, 4 และ 5	3.0
5.1.3	3, 4 และ 5	5.0
5.1.4	3, 4 และ 5	7.0
5.1.5	3, 4 และ 5	10.0

ตารางที่ 5.1.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมี 1 กลุ่ม

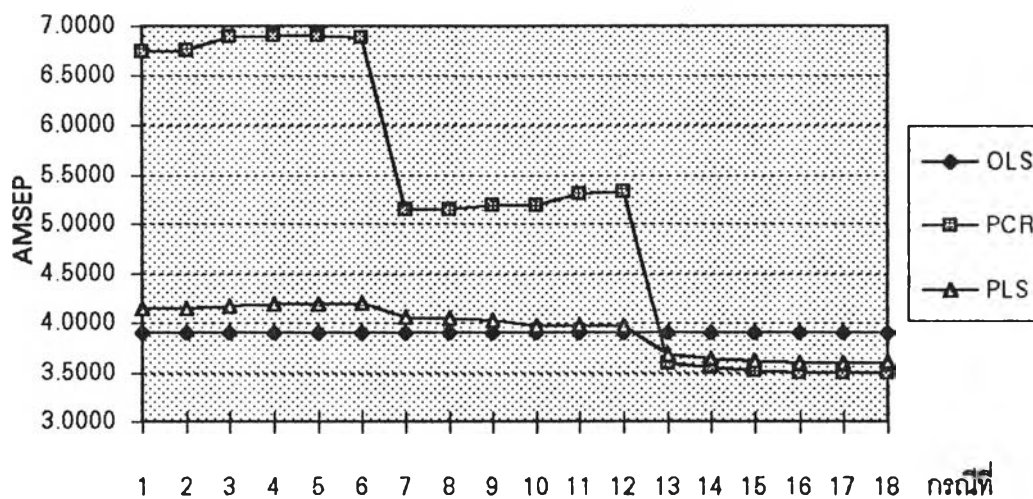
จ.น.ตัวแปรอิสระที่สัมพันธ์กัน		OLS					PCR					PLS				
		$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$
3	0.60	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	4.3703	6.7380	9.1059	11.4738	15.0257	1.5737	4.1465	6.7740	9.3633	13.1576
	0.70	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	4.3808	6.7431	9.1071	11.4719	15.0199	1.5952	4.1460	6.7709	9.3425	13.1718
	0.80	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	4.5213	6.8872	9.2534	11.6197	15.1692	1.6186	4.1638	6.7708	9.3703	13.1829
	0.95	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	4.5301	6.9045	9.2768	11.6482	15.2044	1.6352	4.1836	6.7825	9.3772	13.2225
	0.975	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	4.5225	6.8981	9.2691	11.6394	15.1940	1.6599	4.1919	6.7646	9.3303	13.1779
	0.999	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	4.5170	6.8824	9.2477	11.6130	15.1610	1.6793	4.1971	6.7505	9.3334	13.1715
4	0.60	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	2.7894	5.1457	7.5007	9.8555	13.3862	1.5202	4.0495	6.5658	9.0583	12.8208
	0.70	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	2.7851	5.1412	7.5465	9.8509	13.3825	1.5111	4.0395	6.5488	9.0501	12.7456
	0.80	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	2.8325	5.1903	7.5465	9.9021	13.4348	1.5034	4.0257	6.5219	9.0136	12.6882
	0.95	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	2.9508	5.1903	7.6602	8.9358	13.5441	1.4888	3.9719	6.4700	8.9358	12.5553
	0.975	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	2.9752	5.3061	7.6808	8.9124	13.5622	1.4955	3.9754	6.4520	8.9124	12.4955
	0.999	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	3.0038	5.3281	7.7104	8.8837	13.5934	1.5013	3.9667	6.4447	8.8837	12.5359
5	0.60	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	1.2601	3.5947	5.9284	8.2625	11.7630	1.2581	3.6782	6.0804	8.4814	12.0610
	0.70	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	1.2106	3.5440	5.8775	8.2102	11.7107	1.2361	3.6363	6.0324	8.4366	12.0219
	0.80	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	1.1830	3.5159	5.8487	8.1813	11.6803	1.2179	3.6133	5.9967	8.4037	11.9809
	0.95	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	1.1667	3.4982	5.8297	8.1611	11.6583	1.2020	3.5952	5.9865	8.3736	11.9531
	0.975	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	1.1650	3.4971	5.8283	8.1595	11.6563	1.2014	3.5921	5.9834	8.3750	11.9693
	0.999	1.3015	3.9045	6.5075	9.1105	13.0151	1.1654	3.4963	5.8271	8.1580	11.6543	1.2004	3.6012	6.0034	8.3850	11.9720

กราฟที่ 5.1.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEF ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 3, 4 และ 5 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0



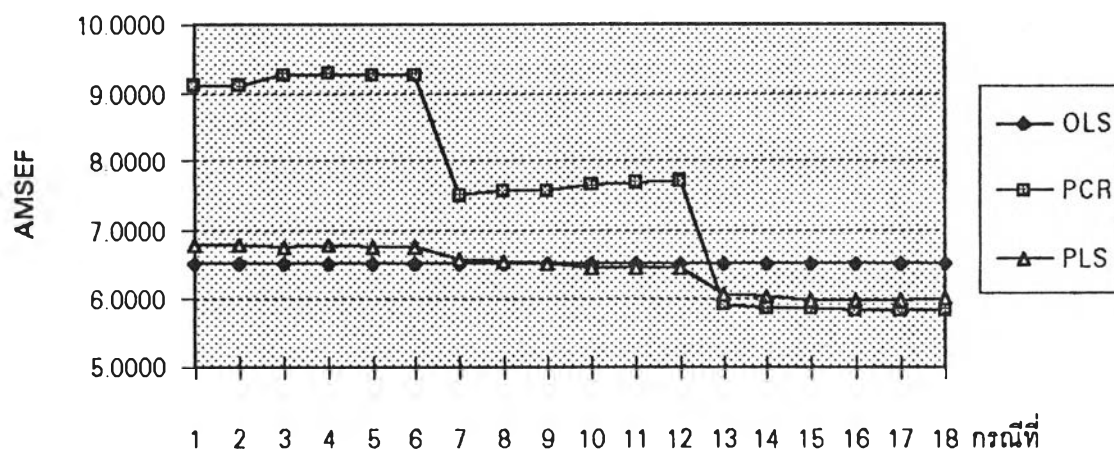
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	3	0.60	10	4	0.95
2	3	0.70	11	4	0.975
3	3	0.80	12	4	0.999
4	3	0.95	13	5	0.60
5	3	0.975	14	5	0.70
6	3	0.999	15	5	0.80
7	4	0.60	16	5	0.95
8	4	0.70	17	5	0.975
9	4	0.80	18	5	0.999

กราฟที่ 5.1.2 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 3,4 และ 5 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.0



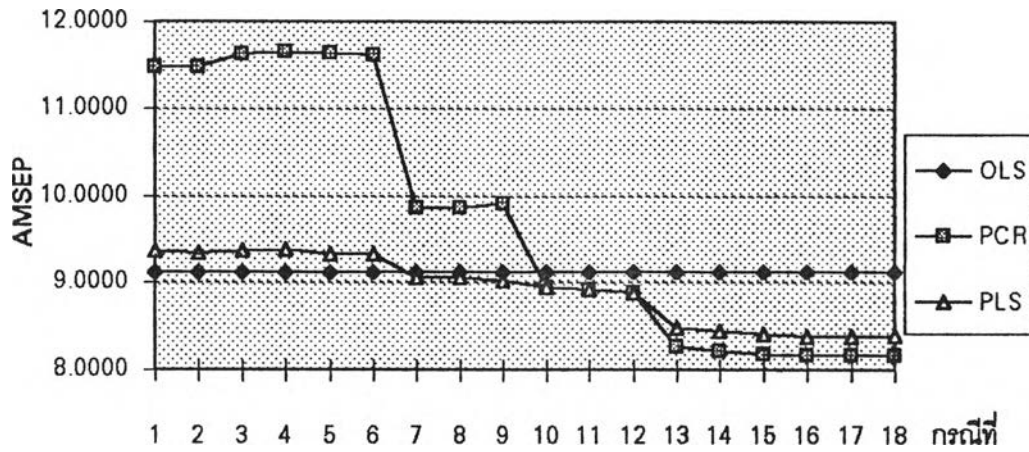
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	3	0.60	10	4	0.95
2	3	0.70	11	4	0.975
3	3	0.80	12	4	0.999
4	3	0.95	13	5	0.60
5	3	0.975	14	5	0.70
6	3	0.999	15	5	0.80
7	4	0.60	16	5	0.95
8	4	0.70	17	5	0.975
9	4	0.80	18	5	0.999

กราฟที่ 5.1.3 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 3, 4 และ 5 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.0



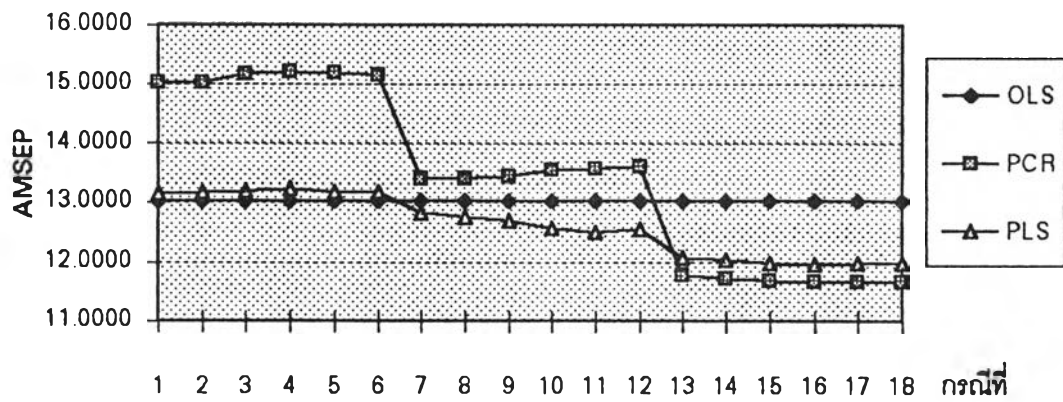
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	3	0.60	10	4	0.95
2	3	0.70	11	4	0.975
3	3	0.80	12	4	0.999
4	3	0.95	13	5	0.60
5	3	0.975	14	5	0.70
6	3	0.999	15	5	0.80
7	4	0.60	16	5	0.95
8	4	0.70	17	5	0.975
9	4	0.80	18	5	0.999

กราฟที่ 5.1.4 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 3,4 และ 5 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.0



กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	3	0.60	10	4	0.95
2	3	0.70	11	4	0.975
3	3	0.80	12	4	0.999
4	3	0.95	13	5	0.60
5	3	0.975	14	5	0.70
6	3	0.999	15	5	0.80
7	4	0.60	16	5	0.95
8	4	0.70	17	5	0.975
9	4	0.80	18	5	0.999

กราฟที่ 5.1.5 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 3, 4 และ 5 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10.0



กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	3	0.60	10	4	0.95
2	3	0.70	11	4	0.975
3	3	0.80	12	4	0.999
4	3	0.95	13	5	0.60
5	3	0.975	14	5	0.70
6	3	0.999	15	5	0.80
7	4	0.60	16	5	0.95
8	4	0.70	17	5	0.975
9	4	0.80	18	5	0.999

5.2.1 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 8

ผู้วิจัยศึกษาที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติเป็น 1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยมีดังนี้

ก. การเปลี่ยนแปลงค่า AMSEP มีลักษณะดังนี้

1. ค่า AMSEP ของทุกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแปรผันตามความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

2. ค่า AMSEP ของวิธี OLS มีค่าคงเดิมในทุกรูปแบบและระดับความสัมพันธ์

3. แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของค่า AMSEP ของวิธี PCR และ PLS เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของความสัมพันธ์ดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ 5, 6 และ 7 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เช่นเดียวกัน ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.95, 0.975 และ 0.999 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 7.0 และ 10.0 ค่า AMSEP ของ PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

3.2 ตัวแปรอิสระ 8 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR และวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

3.3 ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.80, 0.95, 0.975, 0.999 และค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ที่ค่าความแปรปรวนเป็น 7.0 และ 10.0 ที่ระดับความสัมพันธ์ 0.80, 0.95, 0.975 และ 0.999

3.4 ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันและ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ และค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเป็น 0.95, 0.975, 0.999 และความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเป็น 5.0, 7.0 และ 10.0 ค่า AMSEP แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

3.5 ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 และแปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

ข. การเปลี่ยนแปลงค่า DIFF

1. แปรผกผันกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (ยกเว้นของวิธี OLS แปรตามความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน)

2. การเปลี่ยนแปลงค่า DIFF ของแต่ละวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของความสัมพันธ์เช่นเดียวกันโดยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ 5, 6 และ 7 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 1.0

2.2 ตัวแปรอิสระ 8 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

2.3 ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 1.0, 3.0 และ 5.0 และแปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

2.4 ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน และ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 1.0, 3.0 และ 5.0 และแปรผกผันกับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

2.5 ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.999

ค. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของแต่ละวิธี

1. วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกรณีที่ตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน ที่ทุกระดับความสัมพันธ์และทุกค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ส่วนในการกรณีที่ตัวแปรอิสระ 6 และ 7 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดทุกระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเป็น 1.0 และ 3.0 และในการกรณีที่ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม

และ 3 ตัวแปรและ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันอย่างละ 1 กลุ่ม วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ทุกระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 1.0, 3.0 และ 5.0

2. วิธี PCR มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการณีที่ตัวแปรอิสระ 8 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันและในการณีที่ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ที่ทุกระดับความสัมพันธ์และทุกค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

3. วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการณีที่ตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์ทุกระดับความสัมพันธ์ (ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เท่ากับ 0.60) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 7.0 และ 10.0 และมีประสิทธิภาพดีที่สุดเช่นเดียวกันในการณีที่ตัวแปรอิสระ 7 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันทุกระดับความสัมพันธ์ (ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เท่ากับ 0.60) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ และในการณีที่ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม และในการณีที่ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร และ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.80, 0.95, 0.975 และ 0.999 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 7.0 และทุกระดับความสัมพันธ์ที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 10.0 ส่วนในการณีที่ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.999 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

ผู้วิจัยสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าในการณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพียง 1 กลุ่ม ไว้ในตารางที่ 5.2.1 และกราฟที่ 5.2.1 - 5.2.5 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดของตารางที่ 5.2.1

ตารางที่	จำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
5.2.1	5, 6, 7 และ 8 ตัวแปร	0.60, 0.70, 0.80, 0.95, 0.975 และ 0.999	1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0

รายละเอียดของกราฟที่ 5.2.1 - 5.2.5

กราฟที่	จำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
5.2.1	5, 6, 7 และ 8	1.0
5.2.2	5, 6, 7 และ 8	3.0
5.2.3	5, 6, 7 และ 8	5.0
5.2.4	5, 6, 7 และ 8	7.0
5.2.5	5, 6, 7 และ 8	10.0

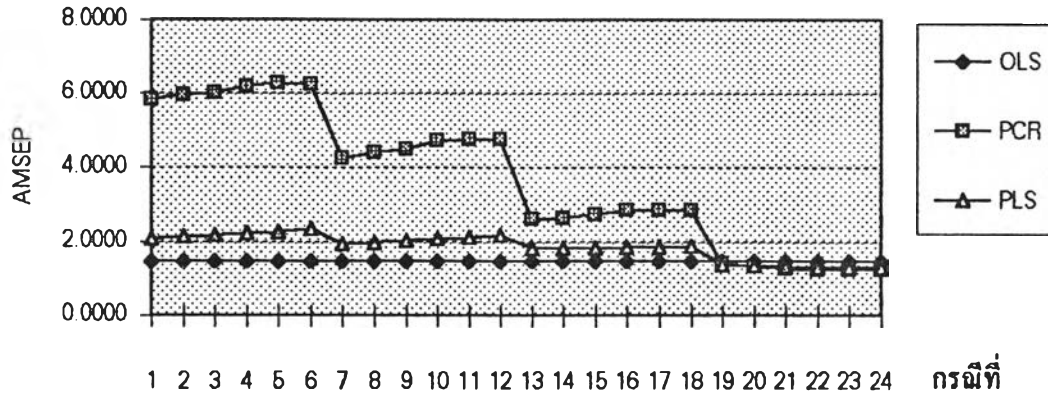
ตารางที่ 5.2.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 และความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระมี 1 กลุ่ม

จำนวนตัวแปร	Corr.	OLS					PCR					PLS				
		$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$
5	0.60	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	5.8138	8.3264	10.8521	13.3834	17.1858	2.0877	4.8898	7.7009	10.5817	14.8548
	0.70	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	5.9508	8.4608	10.9851	13.5152	17.3164	2.1405	4.9383	7.6793	10.5355	14.8523
	0.80	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	6.0088	8.5161	11.0387	13.5676	17.3675	2.1746	4.9349	7.7346	10.5660	14.8658
	0.95	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	6.1783	8.6908	11.2169	13.7487	17.5522	2.2468	5.0339	7.7642	10.5695	14.8064
	0.975	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	6.2547	8.7676	11.2937	13.8252	17.6283	2.2655	5.0413	7.7986	10.5937	14.7501
	0.999	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	6.2492	8.7664	11.2958	13.8302	17.6370	2.3386	5.0359	7.7595	10.5965	14.7401
6	0.60	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	4.2331	6.7499	9.2749	11.8032	15.5992	1.9291	4.7584	7.5696	10.3332	14.4662
	0.70	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	4.3926	6.9054	9.4265	11.9510	15.7413	1.9743	4.7403	7.5044	10.2475	14.3898
	0.80	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	4.4701	6.9850	9.5073	12.0327	15.8240	2.0170	4.7526	7.4562	10.1743	14.2537
	0.95	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	4.7067	7.2240	9.7471	12.2726	16.0634	2.1017	4.7755	7.4723	10.1545	14.1730
	0.975	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	4.7484	7.2553	9.7702	12.2885	16.0695	2.1169	4.7994	7.4610	10.1563	14.1689
	0.999	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	4.7254	7.2346	9.7509	12.2702	16.0523	2.1634	5.1232	7.3998	10.1207	14.1493

ตารางที่ 5.2.1 (ต่อ)

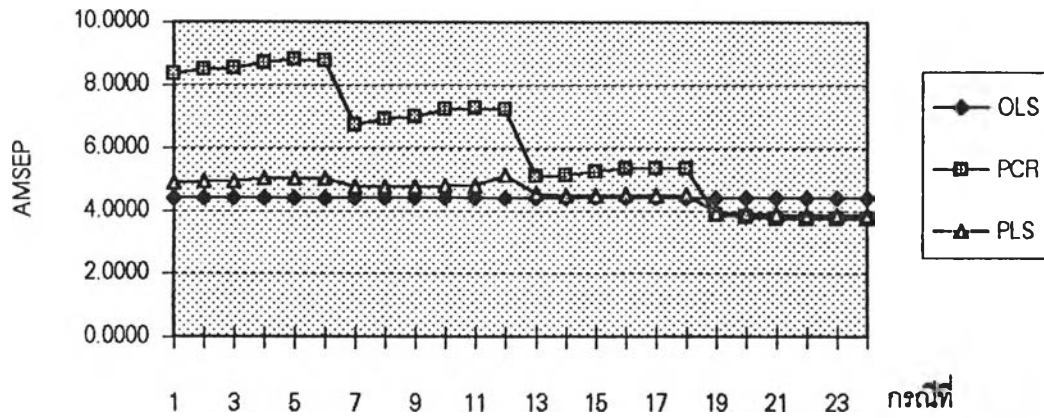
จำนวนตัวแปร	Corr	OLS					PCR					PLS				
		$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$
7	0.60	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	2.6119	5.1083	7.6099	10.1136	13.8714	1.8309	4.5329	7.3027	9.9690	13.9312
	0.70	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	2.6358	5.1274	7.6256	10.1266	13.8809	1.8294	4.4870	7.1667	9.8774	13.8091
	0.80	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	2.7336	5.2270	7.7268	10.2293	13.9858	1.8353	4.4856	7.1320	9.7893	13.7366
	0.95	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	2.8535	5.3427	7.8387	10.3375	14.0885	1.8528	4.5025	7.0990	9.7288	13.5501
	0.975	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	2.8605	5.3482	7.8430	10.3410	14.0910	1.8624	4.4702	7.0885	9.7006	13.5191
	0.999	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	2.8617	5.3456	7.8384	10.3349	14.0835	1.8917	4.5187	7.1037	9.6489	13.5600
8	0.60	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	1.4140	3.8986	6.3845	8.8710	12.6011	1.3875	3.9731	6.5356	9.0943	12.8398
	0.70	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	1.3238	3.8105	6.2978	8.7853	12.5169	1.3417	3.9183	6.4757	8.9858	12.8159
	0.80	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	1.2750	3.7637	6.2527	8.7417	12.4753	1.3170	3.8795	6.4215	8.9551	12.7672
	0.95	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	1.2472	3.7383	6.2294	8.7205	12.4571	1.2924	3.8601	6.4390	8.9664	12.8010
	0.975	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	1.2462	3.7377	6.2292	8.7207	12.4579	1.2899	3.8684	6.4377	8.9944	12.8039
	0.999	1.4721	4.4163	7.3605	10.3047	14.7210	1.2460	3.7381	6.2302	8.7223	12.4604	1.2951	3.8630	6.4263	8.9878	12.8005

กราฟที่ 5.2.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 5, 6, 7 และ 8 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0



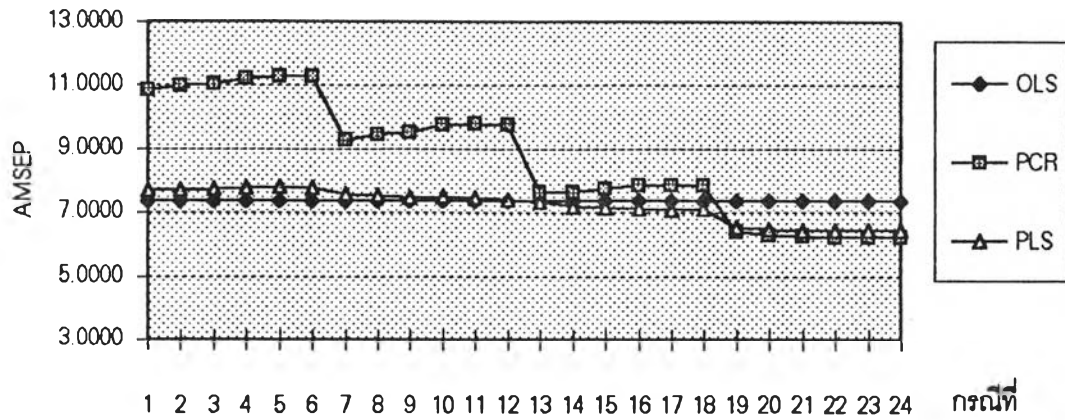
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	5	0.60	13	7	0.60
2	5	0.70	14	7	0.70
3	5	0.80	15	7	0.80
4	5	0.95	16	7	0.95
5	5	0.975	17	7	0.975
6	5	0.999	18	7	0.999
7	6	0.60	19	8	0.60
8	6	0.70	20	8	0.70
9	6	0.80	21	8	0.80
10	6	0.95	22	8	0.95
11	6	0.975	23	8	0.975
12	6	0.999	24	8	0.999

กราฟที่ 5.2.2 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 5, 6, 7 และ 8 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 30



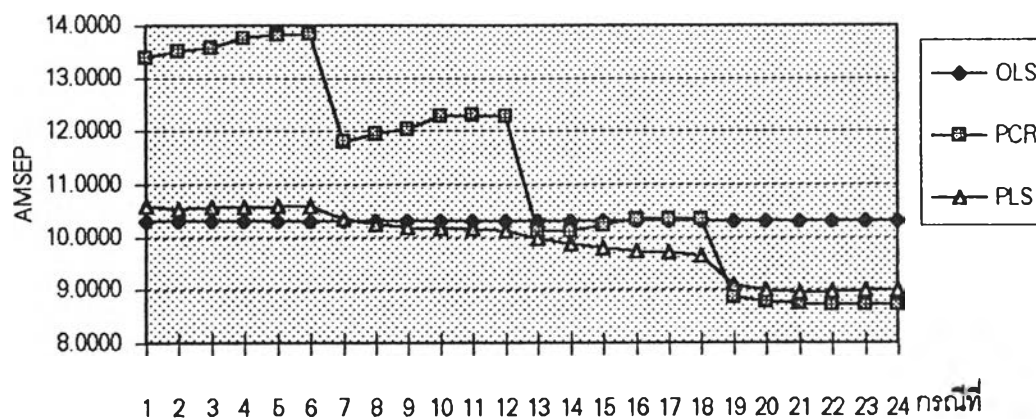
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	5	0.60	13	7	0.60
2	5	0.70	14	7	0.70
3	5	0.80	15	7	0.80
4	5	0.95	16	7	0.95
5	5	0.975	17	7	0.975
6	5	0.999	18	7	0.999
7	6	0.60	19	8	0.60
8	6	0.70	20	8	0.70
9	6	0.80	21	8	0.80
10	6	0.95	22	8	0.95
11	6	0.975	23	8	0.975
12	6	0.999	24	8	0.999

กราฟที่ 5.2.3 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 5, 6, 7 และ 8 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.0



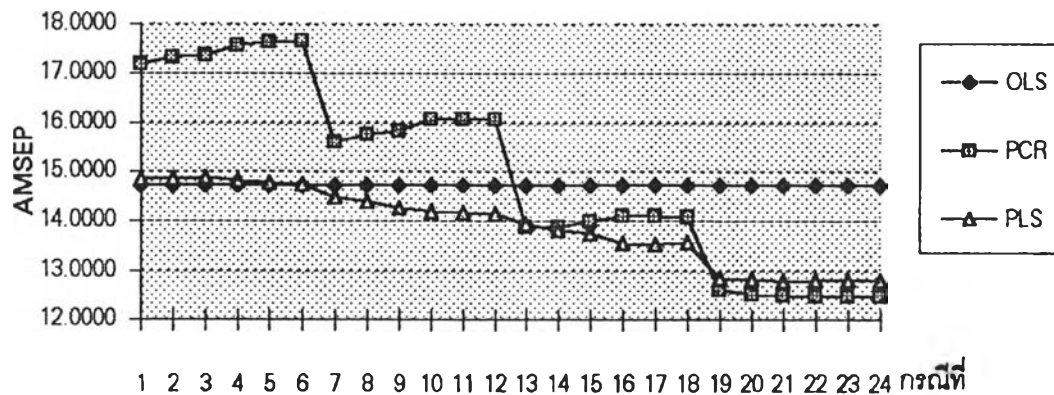
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	5	0.60	13	7	0.60
2	5	0.70	14	7	0.70
3	5	0.80	15	7	0.80
4	5	0.95	16	7	0.95
5	5	0.975	17	7	0.975
6	5	0.999	18	7	0.999
7	6	0.60	19	8	0.60
8	6	0.70	20	8	0.70
9	6	0.80	21	8	0.80
10	6	0.95	22	8	0.95
11	6	0.975	23	8	0.975
12	6	0.999	24	8	0.999

กราฟที่ 5.2.4 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 5, 6, 7 และ 8 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.0



กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	5	0.60	13	7	0.60
2	5	0.70	14	7	0.70
3	5	0.80	15	7	0.80
4	5	0.95	16	7	0.95
5	5	0.975	17	7	0.975
6	5	0.999	18	7	0.999
7	6	0.60	19	8	0.60
8	6	0.70	20	8	0.70
9	6	0.80	21	8	0.80
10	6	0.95	22	8	0.95
11	6	0.975	23	8	0.975
12	6	0.999	24	8	0.999

กราฟที่ 5.2.5 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 5, 6, 7 และ 8 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10.0



กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	5	0.60	13	7	0.60
2	5	0.70	14	7	0.70
3	5	0.80	15	7	0.80
4	5	0.95	16	7	0.95
5	5	0.975	17	7	0.975
6	5	0.999	18	7	0.999
7	6	0.60	19	8	0.60
8	6	0.70	20	8	0.70
9	6	0.80	21	8	0.80
10	6	0.95	22	8	0.95
11	6	0.975	23	8	0.975
12	6	0.999	24	8	0.999

5.1.3 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 12

ผู้วิจัยศึกษาที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติเป็น 1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยมีดังนี้

ก. การเปลี่ยนแปลงค่า AMSEP มีลักษณะดังนี้

1. ค่า AMSEP ของทุกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแปรผันตามความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
2. ค่า AMSEP ของวิธี OLS มีค่าคงเดิมในทุกรูปแบบและระดับความสัมพันธ์
3. แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของค่า AMSEP ของวิธี PCR และ PLS เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของความสัมพันธ์ดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ 7, 8, 9, 10 และ 11 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 และแปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

3.2 ตัวแปรอิสระ 12 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR และวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

3.3 ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR และ วิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์

3.4 ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR และ วิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์

3.5 ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม และ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR และ วิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์

3.6 ตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR และ วิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ และค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ที่ระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.95, 0.975 และ 0.999 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

3.7 ตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า AMSEP ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า AMSEP ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 และแปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ที่ระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.95, 0.975 และ 0.999 ตามลำดับ

ข. การเปลี่ยนแปลงค่า DIFF

1. แปรผกผันกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (ยกเว้นวิธี OLS แปรตามความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน)

2. การเปลี่ยนแปลงค่า DIFF ของแต่ละวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของความสัมพันธ์เช่นเดียวกันโดยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ 7, 8, 9, 10 และ 11 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี PCR และ วิธี OLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ และค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 และแปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

2.2 ตัวแปรอิสระ 12 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์

2.3 ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี PCR และ PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์

2.4 ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 1.0, 3.0 และ 5.0 และแปรผกผันกับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

2.5 ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน อย่างละ 1 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 1.0, 3.0 และ 5.0 และแปรผกผันกับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

2.6 ตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PCR แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 1.0, 3.0 และ 5.0 และแปรผกผันกับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

2.7 ตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่ม ค่า DIFF ของวิธี OLS และ PLS แปรผันตามระดับความสัมพันธ์ ส่วนค่า DIFF ของวิธี PCR แปรผกผันกับระดับความสัมพันธ์ ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.999

ก. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของแต่ละวิธี

1. วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการณีที่ตัวแปรอิสระ 7 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันและตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 2 กลุ่ม และ 4 ตัวแปร 2 กลุ่มที่ทุกระดับความสัมพันธ์และทุกค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และในการณีที่ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร 1 กลุ่มและ 5 ตัวแปร 1 กลุ่ม มีพหุสัมพันธ์กัน ที่ทุกระดับความสัมพันธ์และทุกความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (ยกเว้นที่ความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเป็น 10.0 และที่ระดับความสัมพันธ์ 0.60, 0.70 และ 0.80) ส่วนในการณีที่ตัวแปรอิสระ 8 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันและ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่มวิธี OLS ให้ค่าน้อยสุดเมื่อความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 1.0, 3.0, 5.0 และ 7.0 ตามลำดับ และในการณีที่ตัวแปรอิสระ 9 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 1.0, 3.0, 5.0 และ 7.0 (เฉพาะกรณีที่ระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.60 และ 0.70) และมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการณีที่ตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่มที่ระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.60 และ 0.70 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 1.0

2. วิธี PCR มีประสิทธิภาพดีที่สุด ในการณีที่ตัวแปรอิสระ 12 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน กับตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 2 กลุ่มที่ทุกระดับความสัมพันธ์ (ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เป็น 0.60 และ 0.70 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0)

3. วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุด ในการณีที่ตัวแปรอิสระ 8 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันทุกระดับ (ยกเว้นระดับความสัมพันธ์เท่ากับ 0.60) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 10.0 และให้ค่าน้อยที่สุดเช่นเดียวกันในการณีที่ตัวแปรอิสระ 9 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันในทุกระดับความสัมพันธ์ (ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เท่ากับ 0.60) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ส่วนในการณีที่ตัวแปรอิสระ 10 และ 11 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ทุกระดับความสัมพันธ์ (ยกเว้นที่ระดับความสัมพันธ์เท่ากับ 0.60) เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็น 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับและในการณีที่ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน 1 กลุ่มและ 5 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กันอีก 1 กลุ่ม วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเป็น 10.0 และเมื่อระดับความสัมพันธ์ 0.60, 0.70 และ 0.80 ในการณีที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน 5 ตัวแปร 2 กลุ่ม วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ทุกระดับความสัมพันธ์ เมื่อความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเป็น 10.0 และมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.999 เมื่อความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ในการณีที่ตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร มีพหุสัมพันธ์กัน

ผู้วิจัยสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 และตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน 1 กลุ่มไว้ในตารางที่ 5.3.1 และกราฟที่ 5.3.1 - 5.3.5 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดของตารางที่ 5.3.1

ตารางที่	จำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
5.3.1	7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร	0.60, 0.70, 0.80, 0.95, 0.975 และ 0.999	1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0

รายละเอียดของกราฟที่ 5.3.1 - 5.3.5

กราฟที่	จำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
5.3.1	7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร	1.0
5.3.2	7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร	3.0
5.3.3	7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร	5.0
5.3.4	7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร	7.0
5.3.5	7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร	10.0

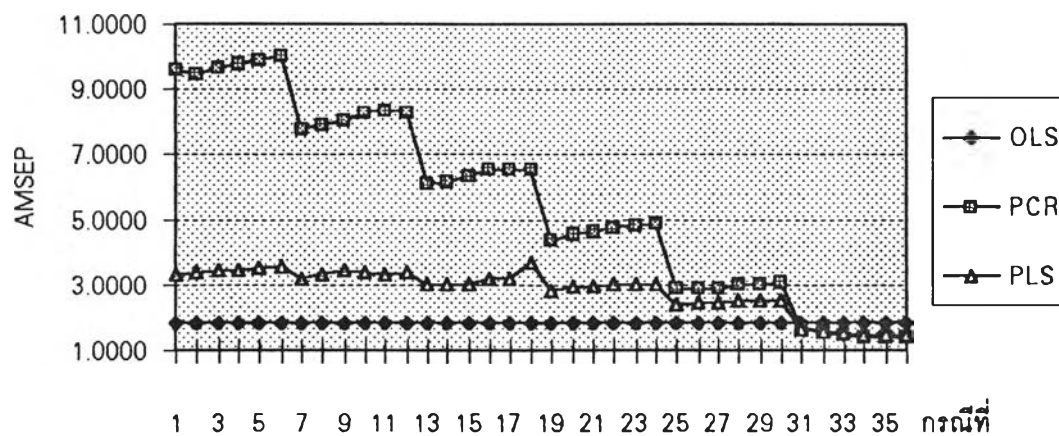
ตารางที่ 5.3.1 การเปรียบเทียบค่า (AMSEP) ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 และความสัมพัทธ์ของตัวแปรอิสระมี 1 กลุ่ม

จน ตัวแปร		OLS					PCR					PLS				
		$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$
7	0.60	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	9.5405	12.3809	15.2256	18.0721	22.3439	3.3341	6.8592	10.2093	13.4940	18.5493
	0.70	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	9.4222	12.2545	15.0946	17.9380	22.2064	3.3902	6.8179	10.1773	13.4572	18.4972
	0.80	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	9.6129	12.4512	15.2959	18.1434	22.4173	3.4419	6.7645	10.0886	13.4389	18.3345
	0.95	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	9.7621	12.5938	15.4348	18.2797	22.5511	3.4634	6.7619	10.0993	13.2939	18.2287
	0.975	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	9.8712	12.7137	15.5617	18.4120	22.6898	3.5026	6.8110	10.0936	13.2719	18.1516
	0.999	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	9.9934	12.8318	15.6794	18.5309	22.8122	3.5490	6.7799	10.0563	13.3153	18.1845
8	0.60	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	7.7511	10.5826	13.4173	16.2534	20.5090	3.1942	6.4814	9.9087	13.1513	18.1237
	0.70	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	7.9021	10.7368	13.5740	16.4123	20.6706	3.3017	6.4507	9.8288	13.1278	17.9175
	0.80	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	8.0275	10.8753	13.7216	16.5673	20.8353	3.4418	6.5793	9.8044	12.9530	17.7563
	0.95	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	8.2267	11.0836	13.9376	16.7903	21.0683	3.3724	6.3817	9.5353	12.7549	17.7037
	0.975	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	8.3364	11.1973	14.0544	16.9098	21.1913	3.2913	6.4073	9.5780	12.8439	17.6610
	0.999	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	8.2201	11.0719	13.9204	16.7675	21.0368	3.3868	6.4212	9.6311	12.8140	17.7317
9	0.60	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	6.0774	8.8935	11.7123	14.5322	18.7632	2.9906	6.2665	9.4736	12.7471	17.4287
	0.70	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	6.1444	8.9652	11.7862	14.6072	18.8387	2.9800	6.2030	9.3692	12.5962	17.3278
	0.80	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	6.3411	9.1624	11.9832	14.8037	19.0343	2.9899	6.2187	9.3220	12.4458	17.1639
	0.95	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	6.5011	9.3232	12.1466	14.9705	19.2076	3.1682	6.2236	9.3326	12.3466	16.8383
	0.975	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	6.4870	9.3125	12.1479	14.9633	19.2014	3.1884	6.2762	9.3684	12.3546	16.8492
	0.999	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	6.5196	9.3507	12.1809	15.0108	19.2552	3.6698	6.2089	9.2368	12.2692	16.8277

ตารางที่ 5.3.1 (ต่อ)

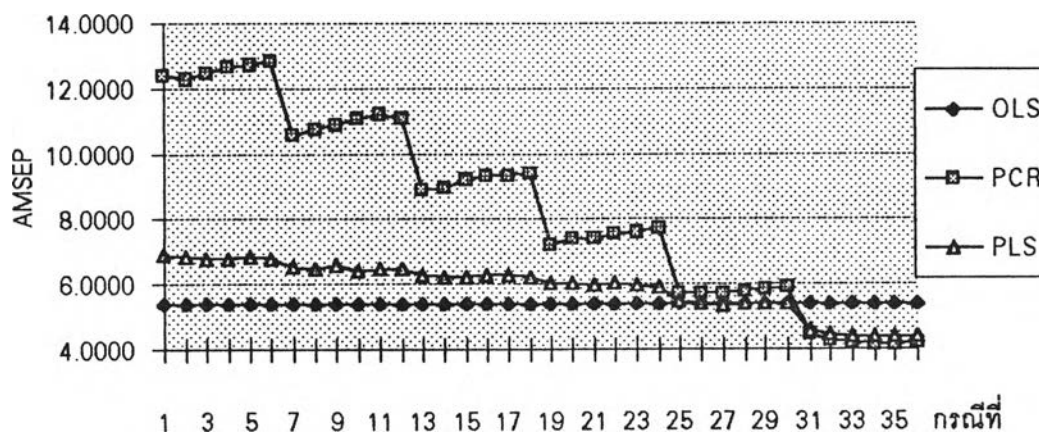
จำนวนแปร		OLS					PCR					PLS				
		$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$	$\sigma^2=1.0$	$\sigma^2=3.0$	$\sigma^2=5.0$	$\sigma^2=7.0$	$\sigma^2=10.0$
10	0.60	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	4.4029	7.2042	10.0084	12.8138	17.0232	2.8362	6.0157	9.0943	12.2172	17.0066
	0.70	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	4.5924	7.3812	10.1749	12.9707	17.1664	2.9383	6.0241	9.0736	12.1145	16.7269
	0.80	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	4.5980	7.3827	10.1753	12.9765	17.1687	2.9346	5.9670	8.9900	12.0346	16.5226
	0.95	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	4.7417	7.5296	10.3232	13.1192	17.3155	3.0008	5.9717	8.9080	11.8955	16.2853
	0.975	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	4.7855	7.5801	10.3784	13.1783	17.3798	3.0190	5.9492	8.9042	11.8177	16.2017
	0.999	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	4.8650	7.6602	10.4594	13.2602	17.4632	2.9968	5.8906	8.7902	11.7726	16.1558
11	0.60	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	2.8834	5.6656	8.4503	11.2360	15.4155	2.3811	5.4196	8.3649	11.3915	15.8315
	0.70	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	2.8999	5.6608	8.4370	11.2154	15.3853	2.4213	5.3618	8.2737	11.2226	15.6667
	0.80	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	2.8942	5.6650	8.4410	11.2192	15.3887	2.4467	5.3424	8.2532	11.1266	15.5228
	0.95	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	3.0049	5.7742	8.5493	11.3268	15.4956	2.4981	5.3589	8.2075	11.0744	15.3190
	0.975	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	3.0103	5.7866	8.5673	11.3498	15.5255	2.5165	5.3534	8.1780	11.0150	15.3323
	0.999	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	3.0842	5.8663	8.6515	11.4381	15.6194	2.5002	5.3647	8.1889	11.0197	15.2460
12	0.60	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	1.6580	4.4171	7.1770	9.9373	14.0781	1.6344	4.5842	7.4598	10.3264	14.5935
	0.70	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	1.5113	4.2713	7.0320	9.7930	13.9347	1.5555	4.4506	7.3113	10.1825	14.4534
	0.80	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	1.4309	4.1937	6.9570	9.7230	13.8656	1.4949	4.3925	7.2411	10.0838	14.3589
	0.95	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	1.3865	4.1547	6.9229	9.6912	13.8437	1.4641	4.3611	7.2290	10.1013	14.3549
	0.975	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	1.3853	4.1548	6.9243	9.6938	13.8481	1.4633	4.3547	7.2254	10.0814	14.3562
	0.999	1.7982	5.3947	8.9911	12.5875	17.9822	1.3858	4.1574	6.9290	9.7007	13.8581	1.4590	4.3529	7.2035	10.0736	14.3957

กราฟที่ 5.3.1 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0



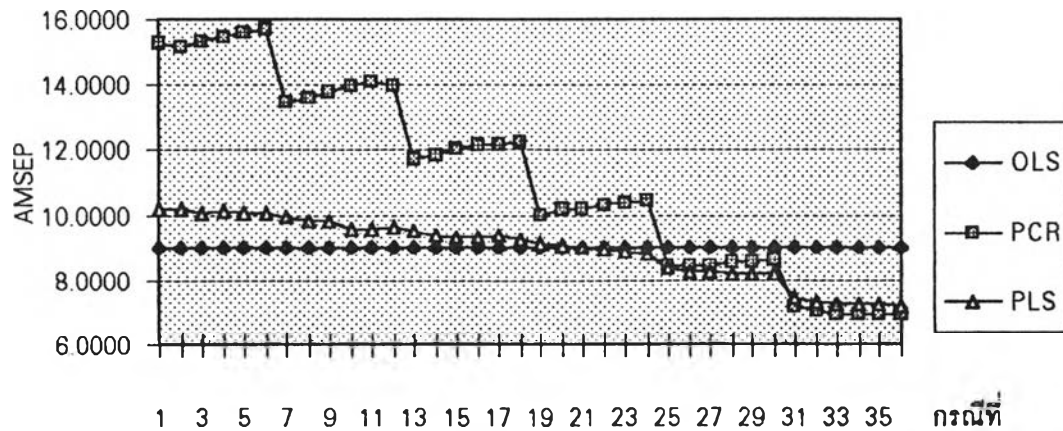
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	7	0.60	19	10	0.60
2	7	0.70	20	10	0.70
3	7	0.80	21	10	0.80
4	7	0.95	22	10	0.95
5	7	0.975	23	10	0.975
6	7	0.999	24	10	0.999
7	8	0.60	25	11	0.60
8	8	0.70	26	11	0.70
9	8	0.80	27	11	0.80
10	8	0.95	28	11	0.95
11	8	0.975	29	11	0.975
12	8	0.999	30	11	0.999
13	9	0.60	31	12	0.60
14	9	0.70	32	12	0.70
15	9	0.80	33	12	0.80
16	9	0.95	34	12	0.95
17	9	0.975	35	12	0.975
18	9	0.999	36	12	0.999

กราฟที่ 5.3.2 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.0



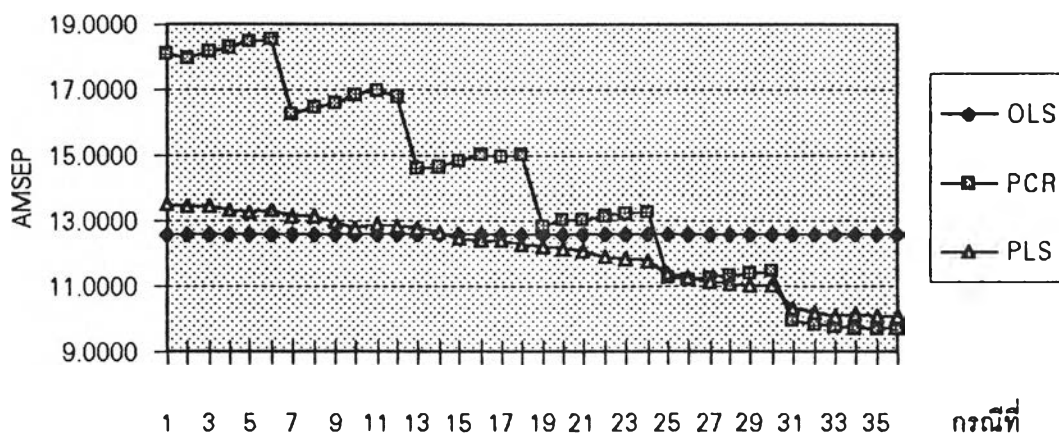
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	7	0.60	19	10	0.60
2	7	0.70	20	10	0.70
3	7	0.80	21	10	0.80
4	7	0.95	22	10	0.95
5	7	0.975	23	10	0.975
6	7	0.999	24	10	0.999
7	8	0.60	25	11	0.60
8	8	0.70	26	11	0.70
9	8	0.80	27	11	0.80
10	8	0.95	28	11	0.95
11	8	0.975	29	11	0.975
12	8	0.999	30	11	0.999
13	9	0.60	31	12	0.60
14	9	0.70	32	12	0.70
15	9	0.80	33	12	0.80
16	9	0.95	34	12	0.95
17	9	0.975	35	12	0.975
18	9	0.999	36	12	0.999

กราฟที่ 5.3.3 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.0



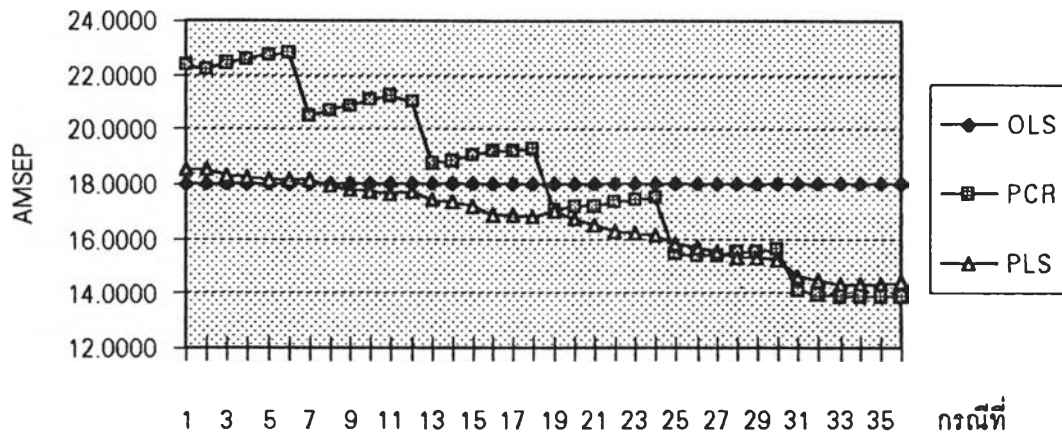
กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	7	0.60	19	10	0.60
2	7	0.70	20	10	0.70
3	7	0.80	21	10	0.80
4	7	0.95	22	10	0.95
5	7	0.975	23	10	0.975
6	7	0.999	24	10	0.999
7	8	0.60	25	11	0.60
8	8	0.70	26	11	0.70
9	8	0.80	27	11	0.80
10	8	0.95	28	11	0.95
11	8	0.975	29	11	0.975
12	8	0.999	30	11	0.999
13	9	0.60	31	12	0.60
14	9	0.70	32	12	0.70
15	9	0.80	33	12	0.80
16	9	0.95	34	12	0.95
17	9	0.975	35	12	0.975
18	9	0.999	36	12	0.999

กราฟที่ 5.3.4 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.0



กรณีที่	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณีที่	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	7	0.60	19	10	0.60
2	7	0.70	20	10	0.70
3	7	0.80	21	10	0.80
4	7	0.95	22	10	0.95
5	7	0.975	23	10	0.975
6	7	0.999	24	10	0.999
7	8	0.60	25	11	0.60
8	8	0.70	26	11	0.70
9	8	0.80	27	11	0.80
10	8	0.95	28	11	0.95
11	8	0.975	29	11	0.975
12	8	0.999	30	11	0.999
13	9	0.60	31	12	0.60
14	9	0.70	32	12	0.70
15	9	0.80	33	12	0.80
16	9	0.95	34	12	0.95
17	9	0.975	35	12	0.975
18	9	0.999	36	12	0.999

กราฟที่ 5.3.5 การเปรียบเทียบค่า AMSEP ในกรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 12 พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ตัวแปร และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10.0



กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์	กรณี	จำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กัน	ระดับความสัมพันธ์
1	7	0.60	19	10	0.60
2	7	0.70	20	10	0.70
3	7	0.80	21	10	0.80
4	7	0.95	22	10	0.95
5	7	0.975	23	10	0.975
6	7	0.999	24	10	0.999
7	8	0.60	25	11	0.60
8	8	0.70	26	11	0.70
9	8	0.80	27	11	0.80
10	8	0.95	28	11	0.95
11	8	0.975	29	11	0.975
12	8	0.999	30	11	0.999
13	9	0.60	31	12	0.60
14	9	0.70	32	12	0.70
15	9	0.80	33	12	0.80
16	9	0.95	34	12	0.95
17	9	0.975	35	12	0.975
18	9	0.999	36	12	0.999

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณโดยพิจารณาประสิทธิภาพจากค่า AMSEP และค่า DIFF ซึ่งผลการวิจัยพบว่า จำนวนของตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กัน ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระต่างมีผลต่อค่า AMSEP และค่า DIFF แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์กัน

ถ้าจำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันมีน้อย (กรณีที่ตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์กัน 3 ตัวแปร 1 กลุ่มเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 4 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 8 และตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน 7 ตัวแปร 1 กลุ่ม เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 12) ค่า AMSEP และ ค่า DIFF ของวิธี PCR และวิธี PLS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และถ้าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์มีจำนวนมาก แต่ถ้าตัวแปรอิสระทุกตัวมีพหุสัมพันธ์กัน ค่า AMSEP และ ค่า DIFF ของวิธี PCR และวิธี PLS มีแนวโน้มลดลง และถ้าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์มีจำนวนมาก (นอกเหนือจาก 2 กรณีที่กล่าวมาข้างต้น) ค่า AMSEP และค่า DIFF ของ PCR มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSEP และ ค่า DIFF ของวิธี PLS มีแนวโน้มลดลงที่ระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.95, 0.975 และ 0.999 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 5.0 และมีแนวโน้มลดลงที่ทุกระดับความสัมพันธ์เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น ค่า AMSEP และค่า DIFF ของวิธี OLS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่า AMSEP และ DIFF ของวิธี PCR มีแนวโน้มลดลงในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันทุกตัว และค่า AMSEP และ DIFF ของวิธี PCR มีแนวโน้มลดลงในกรณีตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์กันมีจำนวนมากขึ้น และเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่ามาก (7.0 และ 10.0 ตามลำดับ)

เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเป็น 5, 8 และ 12 วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์มีไม่มากนัก (ตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์กันมีน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมด) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 แม้ว่าระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระจะมีค่ามากก็ตาม วิธี PCR มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกรณีที่ตัวแปรอิสระทุกตัวมีความสัมพันธ์กันและเมื่อระดับความสัมพันธ์และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่ามาก ยกเว้นในกรณีที่ระดับความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.999 วิธี PCR มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธี PLS เมื่อความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ส่วนวิธี PLS มีประสิทธิภาพดีสุดในการกรณีที่ตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์มีจำนวนมากและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 7.0 และ 10.0 และมีประสิทธิภาพดีสุดเมื่อค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 3.0 และ 5.0 เมื่อระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระมีค่าสูงในบางกรณี

ปัจจัยที่ศึกษาทุกปัจจัยมีผลต่อวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแตกต่างกันเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย คือ รูปแบบความสัมพันธ์ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและระดับความสัมพันธ์ โดยพิจารณาจากการแปรผันของค่า AMSEP

ผู้วิจัยแสดงแผนผังสรุปผลวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณที่ให้ค่า AMSEP ต่ำสุดในสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่างๆ กล่าวคือ

OLS หมายถึง วิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

PCR หมายถึง วิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีถดถอยองค์ประกอบหลัก

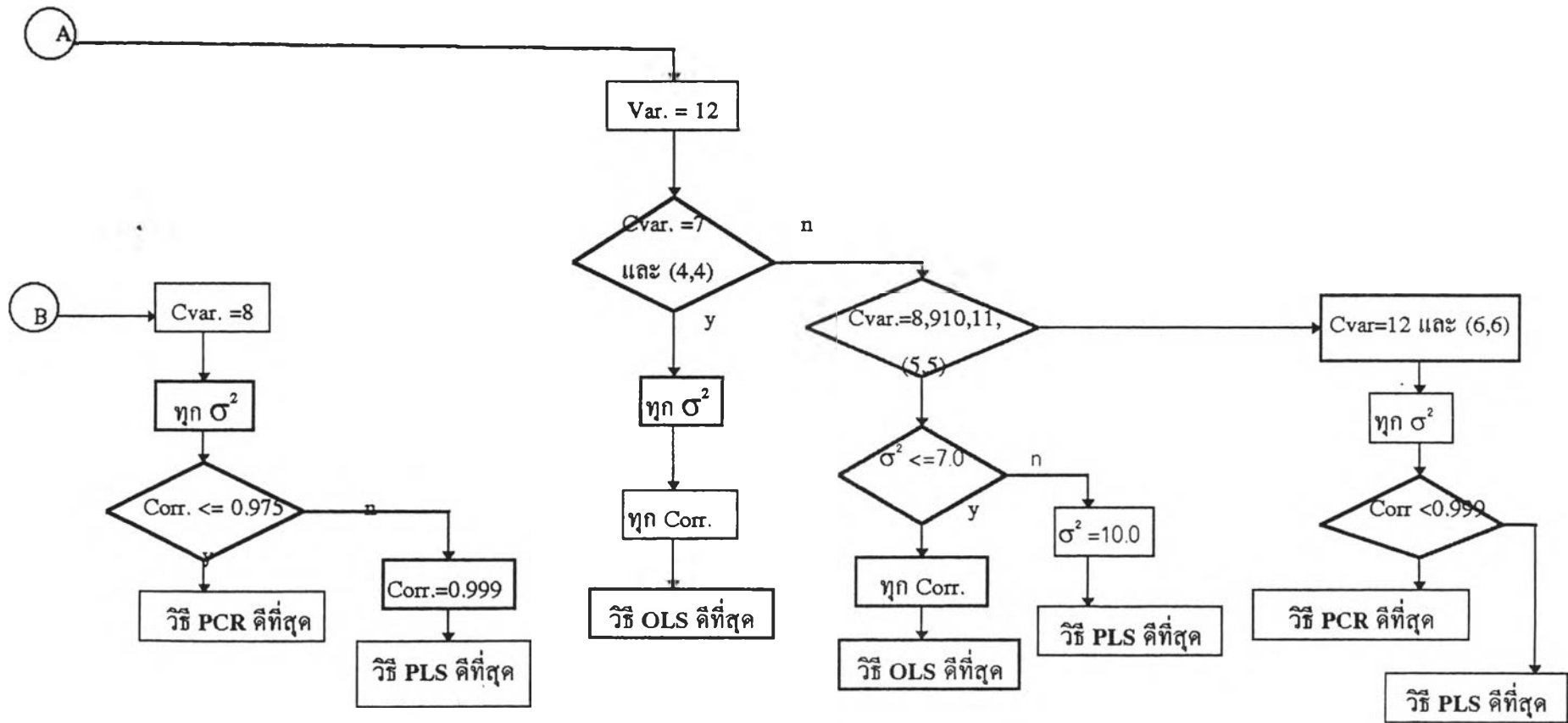
PLS หมายถึง วิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองแบ่งส่วน

Corr. หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

Var. หมายถึง จำนวนตัวแปรอิสระ

Cvar. หมายถึง จำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กัน

σ^2 หมายถึง ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน



5.3 ข้อเสนอแนะ

1. วิธี OLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการประมาณค่าในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันมีไม่มากนักเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 1.0 ถึงแม้ว่าระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรจะมีค่าสูงมาก ซึ่งทำให้ตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณมีความคลาดเคลื่อนจากค่าจริงสูงก็ตามแต่ไม่มีผลกระทบต่อค่าการประมาณค่า

2. วิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีที่ให้ตัวประมาณสัมประสิทธิ์ถดถอยเอนเอียง (biased estimators) คือ วิธี PCR และ PLS ซึ่งเป็นวิธีที่ลดจำนวนตัวแปรลงและลดความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเนื่องจากตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันสูง เมื่อพิจารณาจากกำลังสองของความคลาดเคลื่อนของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยซึ่งประกอบด้วยความแปรปรวนของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลงและส่วนของกำลังสองของความเอนเอียง วิธี PCR และ วิธี PLS เป็นวิธีที่ทำให้ความแปรปรวนของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลงแต่เพิ่มส่วนของกำลังสองของความเอนเอียงที่เกิดขึ้นจากการสร้างองค์ประกอบของตัวแปรอิสระ ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีความเอนเอียงที่เกิดจากการสร้างองค์ประกอบไม่มากนัก ทำให้ผลรวมซึ่งเป็นค่ากำลังสองของความคลาดเคลื่อนของตัวประมาณมีค่าน้อยกว่าวิธี OLS ที่มีความแปรปรวนของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยมากเนื่องจากพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ วิธี PCR และวิธี PLS จึงมีประสิทธิภาพดีกว่า OLS ในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

3. วิธี PLS มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อตัวแปรที่พหุสัมพันธ์มีจำนวนมากและความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนมีค่าสูง ซึ่งมักจะเกิดขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษามีจำนวนมาก ดังนั้นในกรณีจำเป็นต้องศึกษาตัวแปรอิสระจำนวนมาก ไม่ควรใช้วิธี OLS ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย เพราะจะเกิดความยุ่งยากเนื่องจากจำนวนตัวแปรและความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าเมื่อตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันมาก

4. ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างที่ทำให้วิธี OLS ประมาณค่าได้ดีเมื่อตัวแปรอิสระมีจำนวนมาก และขนาดตัวอย่างมีมากกว่าจำนวนตัวแปรอิสระ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษาต่อไปว่าเมื่อขนาดตัวอย่างมีน้อยมากเทียบกับจำนวนตัวแปรอิสระ วิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี PCR และ PLS วิธีใดจะมีประสิทธิภาพดีมากกว่ากัน

5. เราสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ความถดถอยในกรณีตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน ถ้าจำนวนตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์มีไม่เกินครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมด เราจะเลือกวิธี OLS เป็นวิธีวิเคราะห์เพื่อหาสัมประสิทธิ์การถดถอยในสมการการถดถอย ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยไม่ขึ้นอยู่กับว่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าสูงมากน้อยเพียงใด ส่วนในกรณีที่ตัวแปรอิสระทุกตัวมีพหุสัมพันธ์กัน เราจะเลือกวิธี PCR เป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีประสิทธิ-

ภาพที่ดีที่สุด แต่ควรวางในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับหรือมากกว่า 12 และที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเป็น 0.999 วิธี PLS จะเป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี PCR และในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระที่มีพหุสัมพันธ์กันมีมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมด แต่ไม่มีพหุสัมพันธ์กันทุกตัว และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่ามากกว่า 7.0 เราจะเลือกวิธี PLS เป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด