

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่า เมื่อมีพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีรีจิสเทรชัน และวิธีรีจิสเทรชันพรีนซีเปิ้ล-คอมโพเนนท์ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการจำลองขึ้นด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระได้ในระดับต่าง ๆ เพื่อจะได้ตัวแปรอิสระที่มีค่าดัชนีพหุสัมพันธ์ต่าง ๆ กัน ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งช่วงของดัชนีพหุสัมพันธ์ออกเป็น 10 ช่วง คือ 0.0 - 0.09 0.1 - 0.19 0.2 - 0.29,, 0.9 - 1.0 โดยทำการศึกษาค่าจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 6 9 ความแปรปรวนของข้อมูลเป็น 0.01 1 25 100 และขนาดตัวอย่างเป็น 30 50 100 ในการศึกษาแต่ละกรณีจะแยกพิจารณาออกเป็นสองประเด็น คือ ศึกษาการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยพหุและศึกษาการประมาณค่าตัวแปรตาม

ในกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ผลการวิจัยปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งแสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างโดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างเป็น 30 50 100 และกำหนดให้ความแปรปรวนของข้อมูลมีค่าเป็น 0.01 1 25 100 PPC และ PR ในแต่ละช่วงของค่าดัชนีพหุสัมพันธ์จะได้จากข้อมูลที่สร้างขึ้นให้มีค่าดัชนีพหุสัมพันธ์อยู่ในแต่ละช่วงดังกล่าว 10 ชุด จากนั้นก็หาค่าเฉลี่ยของ PPC และ PR ในแต่ละช่วง นำผลการวิจัยจากตารางที่ 4.1 และ 4.2 มาวาดกราฟ จากกราฟรูปที่ 4.1 จะพบว่า เมื่อกำหนดให้ความแปรปรวนของข้อมูลมีค่าน้อย ($\sigma^2 = 0.01$) ค่าขอบเขตบนของ PPC จะมีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ ส่วนขอบเขตล่างของ PPC จะมีค่าน้อยมาก ค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างของ PR ต่างก็ใกล้เคียงกับศูนย์ และจะเห็นว่าเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างให้มากขึ้นก็จะได้ผลทำนองเดียวกัน (ดูจากตารางที่ 4.1 และ 4.2) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าในกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ถ้าความแปรปรวนของข้อมูลมีค่าน้อยมาก การใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเมื่อตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กันจะได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีรีจิสเทรชันพรีนซีเปิ้ลคอมโพเนนท์ และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีรีจิสเทรชันพรีนซีเปิ้ลคอมโพเนนท์ จะยิ่งต่างจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากขึ้น เมื่อดัชนีพหุสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ

มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น จะใกล้เคียงกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณตัวแปรตาม โดยวิธีนำผลการวิจัยในตารางที่ 4.3 และ 4.4 มาวาดกราฟ จะได้กราฟรูปที่ 4.2 (ก ข ค) จะพบว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีรีเกรสชั่นพรีนซ์เป็ลคอมโพเนนท์ที่ต่างจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะมากกว่าวิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น เมื่อดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่ามากขึ้นค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีรีเกรสชั่นพรีนซ์เป็ลคอมโพเนนท์ จะยิ่งต่างจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากขึ้น ในขณะที่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของรีดจ์ รีเกรสชั่น ที่ต่างจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะคงที่

สังสรุปได้ว่า ในกรณีที่ข้อมูลมีตัวแปรอิสระ 4 ตัว และความแปรปรวนของข้อมูลมีค่าน้อย ($\sigma^2 = 0.01$) การใช้วิธีรีเกรสชั่นพรีนซ์เป็ลคอมโพเนนท์ ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยพหุเมื่อตัวแปรอิสระมีพหุสัมพันธ์กัน จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมากกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณตัวแปรตามใกล้เคียงกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากกว่าวิธีรีเกรสชั่นพรีนซ์เป็ลคอมโพเนนท์

เมื่อความแปรปรวนของข้อมูลมีค่าเท่ากับ 1 ($\sigma^2 = 1$) พิจารณาจากกราฟรูปที่ 4.3 (ก ข ค) กราฟรูปที่ 4.3 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างของ PPC และ PR เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และความแปรปรวนของข้อมูลเท่ากับ 1 จะพบว่าระยะห่างระหว่างค่าขอบเขตบนและค่าขอบเขตล่างของ PR จะน้อยกว่า PPC และเมื่อดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.4 วิธีรีเกรสชั่นพรีนซ์เป็ลคอมโพเนนท์ จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.57 วิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จากกราฟรูปที่ 4.3 ข ปรากฏว่าดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.38 วิธีรีเกรสชั่นพรีนซ์เป็ลคอมโพเนนท์ จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.50 วิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จากกราฟรูปที่ 4.3 ค ปรากฏว่าดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่ามากกว่า 0.17 วิธีรีเกรสชั่นพรีนซ์เป็ลคอมโพเนนท์ จะมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.28 วิธีรีดจ์ รีเกรสชั่นจะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

อาจกล่าวได้ว่าถ้ามองในแง่การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยพหุ วิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น และวิธีรีเกรสชั่นพริ้นซิเปิ้ลคอมโพเน้นท์ จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดอย่างมาก สำหรับกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเล็ก และดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่าน้อย เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้นค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น และวิธีรีเกรสชั่นพริ้นซิเปิ้ลคอมโพเน้นท์จะมีค่าเข้าใกล้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากขึ้น

พิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณตัวแปรตาม จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 ปรากฏว่าค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างของ VPC และ VR จะใกล้เคียงกันมาก กราฟรูปที่ 4.4 แสดงจุดเฉพาะค่าขอบเขตบนของ VPC และ VR เท่านั้น เมื่อพิจารณาจากกราฟจะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณตัวแปรตามด้วยวิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น จะใกล้เคียงกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากกว่า วิธีรีเกรสชั่นพริ้นซิเปิ้ลคอมโพเน้นท์

เมื่อความแปรปรวนของข้อมูลมีค่าเท่ากับ 25 และ 100 จากกราฟรูปที่ 4.5 และ 4.6 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความถดถอยพหุด้วยวิธีรีเกรสชั่นพริ้นซิเปิ้ลคอมโพเน้นท์ และวิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น จะมีค่าน้อยกว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดทุกช่วงของค่าดัชนีพหุสัมพันธ์ นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อดัชนีพหุสัมพันธ์มีค่าเพิ่มขึ้น วิธีรีเกรสชั่นพริ้นซิเปิ้ลคอมโพเน้นท์ และวิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองใกล้เคียงกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากขึ้น จากกราฟรูปที่ 4.7 และ 4.8 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณตัวแปรตามด้วยวิธีรีดจ์ รีเกรสชั่น จะใกล้เคียงกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากกว่าวิธีรีเกรสชั่นพริ้นซิเปิ้ลคอมโพเน้นท์

เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 และ 9 ผลการวิจัยซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.5 ถึง 4.12 จะมีลักษณะที่แน่นอนเดียวกับ กรณีที่ใช้ตัวแปรอิสระ 4 ตัว ดูได้จากกราฟรูปที่ 4.9 ถึง 4.16

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าขอบเขตปกติของ PPC และ PR เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4

ขนาดตัวอย่าง		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$ PPC	26.73	18.43	15.95	16.32	14.80	15.68	16.46	16.56	18.39	25.12
	PR	9.92	4.00	1.90	1.39	-0.609	-1.83	-3.15	-4.89	-7.24	-11.55
	$\sigma = 1.0$ PPC	61.54	45.41	36.72	32.54	27.24	23.24	20.06	16.71	13.76	11.58
	PR	51.20	28.12	20.84	17.96	12.87	9.33	6.43	3.28	0.54	-2.79
	$\sigma = 5$ PPC	56.80	40.57	31.79	27.70	22.81	19.35	16.28	13.47	10.91	9.05
	PR	47.3	29.79	21.89	19.31	15.12	12.71	10.95	9.21	7.67	7.05
	$\sigma = 10$ PPC	56.03	39.79	31.11	27.06	22.26	18.61	15.83	13.31	10.62	8.80
	PR	47.74	29.79	22.15	19.49	15.50	13.19	11.48	9.81	8.74	7.80
ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$ PPC	22.88	17.09	16.79	16.10	14.33	13.93	13.23	13.90	15.30	18.19
	PR	8.76	3.70	2.65	1.15	-0.35	-1.58	-3.13	-4.70	-7.54	-10.44
	$\sigma = 1.0$ PPC	40.76	32.26	27.14	22.27	18.09	14.70	12.69	10.55	8.56	7.52
	PR	33.26	18.24	14.4	10.63	7.70	4.47	2.48	-0.668	-2.25	-3.32
	$\sigma = 5.0$ PPC	42.36	28.44	23.56	19.12	15.49	12.30	10.78	8.73	7.03	5.94
	PR	22.37	20.24	16.07	12.49	10.14	7.83	6.44	4.78	4.34	19
	$\sigma = 10$ PPC	41.77	27.93	23.12	18.74	15.19	12.10	10.35	8.55	6.87	5.80
	PR	34.90	20.70	16.44	12.86	10.48	8.38	7.03	5.56	5.16	4.27
ขนาดตัวอย่าง = 100	$\sigma = 0.1$ PPC	15.49	12.25	10.76	8.96	10.77	10.59	8.38	7.95	8.84	10.05
	PR	3.66	1.95	0.677	-0.463	-0.680	-1.79	-3.00	-4.02	-5.69	-10.29
	$\sigma = 1.0$ PPC	21.9	16.88	13.6	9.46	9.43	7.89	6.02	5.18	4.53	3.3
	PR	10.89	8.18	5.71	3.34	2.57	1.01	-1.03	-2.13	-3.10	-5.06
	$\sigma = 5.0$ PPC	19.64	15.09	12.05	8.32	8.27	6.89	5.24	4.50	3.92	2.84
	PR	13.40	11.10	7.75	4.94	5.08	4.36	2.70	2.06	1.62	1.14
	$\sigma = 10$ PPC	19.39	14.88	11.9	8.18	8.13	6.77	5.15	4.42	3.83	2.79
	PR	13.86	11.58	7.42	6.04	5.62	4.44	3.17	2.67	2.24	1.94



ตารางที่ 4.2 แสดงค่าขอบเขตล่างโดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4

ขนาดตัวแปรอิสระ		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1	
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$ PPC	-67.7	-63.5	-133.22	-193	-384	-483	-793	-1191	-1712	-3236	
		PR	41.7	39.36	39.23	38.83	33.99	33.54	29.48	26.37	16.81	-3.66
	$\sigma = 1$ PPC	29.30	21.7	11.24	3.05	-2.56	-24	-23.77	-21.09	-25.81	-26.33	
		PR	27.75	21.6	12.93	7.25	3.22	-1.48	-4.78	-5.82	-5.57	-6.68
	$\sigma = 5$ PPC	39.70	35.67	28.74	23.23	17.59	12.51	4.39	7.57	4.31	4.27	
		PR	29.63	28.06	21.58	16.88	13.72	10.28	8.11	7.31	7.27	5.99
	$\sigma = 10$ PPC	40.00	37.15	30.51	25.28	19.37	15.12	8.65	10.50	7.33	7.33	
		PR	29.50	28.58	22.43	17.89	14.82	11.49	9.43	9.06	8.62	7.33
	ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$ PPC	-50.47	-194	-278	-393	-605	-911	-1427	-1954	-2812	-2661
			PR	25.89	21.76	18.21	19.05	18.22	14.22	12.00	-7.4	-21.62
$\sigma = 1$ PPC		29.24	8.92	4.47	-1.42	-9.92	-12.97	-17.94	-20.95	-22.34	-24.23	
		PR	27.57	10.08	6.14	3.60	-0.33	-0.85	-6.30	-7.01	-7.01	-6.81
$\sigma = 5$ PPC		38.30	23.35	20.52	16.38	10.41	7.83	5.01	2.72	1.94	0.48	
		PR	33.02	18.72	15.62	12.81	8.46	7.68	4.20	3.83	3.76	3.16
$\sigma = 10$ PPC		39.36	24.99	22.27	18.30	12.56	10.10	7.41	5.25	4.49	3.15	
		PR	33.61	19.66	16.60	13.92	9.58	8.82	5.38	5.04	4.96	4.27
ขนาดตัวอย่าง = 100		$\sigma = 0.1$ PPC	-366	-599.5	-863	-1231	-1323	-1454	-1428	-1424	-1354	-1174
			PR	-25.22	-30.38	-50.39	-60.69	-54.61	-53.79	-46.78	-41.54	-34.89
	$\sigma = 1$ PPC	7.39	-6.97	-8.44	-12.23	-15.33	-15.92	-15.43	-17.13	-18.52	-19.28	
		PR	6.35	5.23	-2.38	-5.15	-4.76	-6.55	-6.34	-7.21	-7.15	-7.23
	$\sigma = 5$ PPC	18.82	12.43	6.60	3.22	3.02	1.04	1.00	0.24	1.93	1.20	
		PR	19.79	12.81	6.11	3.52	3.46	1.86	1.96	1.09	0.24	0.847
	$\sigma = 10$ PPC	20.112	9.04	8.26	5.63	3.30	2.90	3.39	2.15	1.09	0.46	
		PR	14.00	13.79	7.08	4.47	4.59	3.13	2.95	2.04	1.61	1.77

I 15590628

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าขอบเขตบนโดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อจำนวนหน่วยปริมาตรเท่ากับ 4

ชนิดอนุพัทธ์		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$ VPC	35.66	57.5	76.8	85.88	117.18	132.5	151.37	176.9	220.23	284.5
		VR	6.44	3.14	2.39	2.21	1.80	1.64	1.47	1.27	1.04
	$\sigma = 1$ VPC	12.12	12.07	12.2	12.25	12.54	12.21	12.00	10.76	10.5	11.2
		VR	7.97	5.71	4.63	4.08	3.68	3.51	3.46	3.40	3.38
	$\sigma = 5$ VPC	11.7	11.5	11.78	11.62	11.40	10.92	10.9	9.67	8.64	8.33
		VR	6.40	5.64	4.66	4.30	3.67	3.51	3.40	3.39	3.39
	$\sigma = 10$ VPC	11.77	11.64	11.70	11.62	11.54	10.73	10.5	9.24	8.5	8.6
		VR	7.96	5.82	4.63	4.11	3.68	3.50	3.41	3.38	3.39
ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$ VPC	23.20	32.80	33	36.96	49.9	59.45	83.62	98.82	124.96	161.64
		VR	3.13	1.81	1.66	1.86	1.20	1.07	0.805	0.683	0.568
	$\sigma = 1$ VPC	7.07	7.13	7.15	6.9	6.95	5.93	7.23	6.62	6.38	6.92
		VR	4.3	3.42	2.93	2.60	2.14	2.02	1.93	1.92	1.92
	$\sigma = 5$ VPC	6.93	6.87	6.98	6.72	6.56	5.48	6.48	5.69	5.31	5.46
		VR	4.26	3.42	2.87	2.60	2.13	2.04	1.93	1.91	1.91
	$\sigma = 10$ VPC	6.87	6.87	6.96	6.71	6.54	5.37	6.45	5.63	5.27	5.41
		VR	4.27	3.42	2.87	2.60	2.14	2.04	1.93	1.91	1.91
ขนาดตัวอย่าง = 100	$\sigma = 0.1$ VPC	14.26	18.81	21.03	28.79	34.96	36.23	50.36	59.167	66.51	77.58
		VR	0.93	0.86	0.62	0.551	0.445	0.412	0.338	0.286	0.25
	$\sigma = 1$ VPC	3.37	3.36	3.26	3.43	3.52	3.52	3.74	3.62	3.64	2.83
		VR	1.80	1.77	1.27	1.05	1.00	0.93	0.93	0.924	0.922
	$\sigma = 5$ VPC	3.29	3.14	2.98	3.17	3.21	3.19	3.28	3.14	2.97	2.18
		VR	1.80	1.81	1.29	1.07	1.01	0.938	0.931	0.923	0.918
	$\sigma = 10$ VPC	3.29	3.13	3.17	3.13	3.19	3.17	3.27	3.09	3.07	2.15
		VR	1.90	1.81	1.29	1.08	1.00	0.94	0.86	0.92	0.915

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าของเขตค่าจํานวนเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อจํานวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4

สัมประสิทธิ์			0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$	VPC	12.50	12.14	12.40	12.09	12.41	11.48	10.61	10.10	9.17	9.07
		VR	0.432	0.416	0.350	0.325	0.299	0.314	0.331	0.343	0.41	0.445
	$\sigma = 1$	VPC	12.45	12.23	12.28	12.33	11.39	11.29	10.52	10.08	0.16	8.97
		VR	5.63	5.59	4.06	3.62	3.42	3.35	3.32	3.36	3.37	3.38
	$\sigma = 5$	VPC	12.47	12.23	12.37	12.10	12.09	11.51	10.54	10.10	9.25	8.82
		VR	5.32	5.98	4.60	4.05	3.70	3.50	3.41	3.38	3.39	3.41
	$\sigma = 10$	VPC	12.39	12.23	12.37	11.9	12.09	11.47	10.85	10.10	9.00	8.99
		VR	5.60	5.65	4.66	4.04	3.69	3.50	3.42	3.00	3.01	3.00
ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$	VPC	7.01	7.19	6.93	6.68	6.47	4.41	5.98	5.42	5.16	5.26
		VR	0.429	0.259	0.229	0.206	0.190	0.189	0.183	0.194	0.223	0.251
	$\sigma = 1$	VPC	7.00	7.19	6.95	6.66	6.53	5.50	6.10	5.75	5.36	5.45
		VR	5.65	3.54	2.61	2.084	1.96	1.89	1.88	1.90	1.90	1.94
	$\sigma = 5$	VPC	6.38	6.41	6.56	6.42	6.15	5.14	5.65	5.17	5.14	5.23
		VR	4.37	3.54	2.90	2.41	2.12	2.16	1.96	1.91	1.91	1.92
	$\sigma = 10$	VPC	6.89	6.90	6.98	6.75	6.57	5.38	6.11	5.48	5.37	5.40
		VR	4.31	3.48	2.86	2.47	2.15	2.03	1.95	1.92	1.93	1.94
ขนาดตัวอย่าง = 100	$\sigma = 0.1$	VPC	2.78	1.87	3.00	3.23	2.60	2.90	3.01	3.05	3.07	2.11
		VR	0.110	0.117	0.092	0.085	0.064	0.082	0.078	0.085	0.097	0.124
	$\sigma = 1$	VPC	3.20	1.83	3.27	3.01	2.97	3.17	3.13	3.11	2.97	2.24
		VR	1.73	1.69	1.06	0.958	0.937	0.920	0.915	0.912	0.906	0.927
	$\sigma = 5$	VPC	3.14	3.05	2.87	2.92	2.76	3.08	3.14	3.00	2.93	2.01
		VR	1.98	1.87	1.23	0.89	0.83	0.95	0.93	0.92	0.91	0.92
	$\sigma = 10$	VPC	3.17	3.12	3.19	3.18	3.15	3.17	3.25	3.00	3.02	2.22
		VR	1.90	1.85	1.26	1.06	0.998	0.955	0.937	0.923	0.917	0.925

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าขอบเขตบนโดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6

ตัวอย่าง (จำนวนตัวแปร)		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$ PPC	15.82	17.82	19.36	24.39	18.74	18.93	20.36	22.70	23.44	25.51
		PR	4.97	4.31	4.38	4.41	-0.458	-2.73	-4.83	-7.87	-10.43
	$\sigma = 1$ PPC	55.32	45.61	39.28	36.78	28.27	24.06	20.94	17.62	15.48	14.01
		PR	39.55	30.49	26.42	23.91	16.71	12.94	10.05	6.46	3.78
	$\sigma = 5$ PPC	51.15	40.59	34.08	31.51	23.71	19.87	17.10	14.21	12.42	11.24
		PR	42.17	31.46	27.23	24.83	18.81	16.21	14.51	12.09	10.63
	$\sigma = 10$ PPC	50.35	39.51	33.14	30.76	23.12	19.35	16.64	13.82	12.10	10.92
		PR	40.71	31.56	27.28	25.35	19.06	16.57	15.03	12.97	11.50
ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$ PPC	13.41	56.08	20.48	13.10	12.30	12.83	14.05	15.08	17.73	21.37
		PR	5.08	3.96	6.18	-0.126	-2.07	-2.97	-4.62	-6.73	-10.12
	$\sigma = 1$ PPC	40.42	57.31	28.52	20.65	18.42	16.70	13.86	12.28	9.75	8.96
		PR	31.48	42.49	18.55	12.18	7.93	6.38	4.55	2.90	0.29
	$\sigma = 5$ PPC	36.60	52.70	25.04	17.88	15.84	14.21	11.67	10.37	7.83	7.43
		PR	33.33	43.54	19.99	13.72	10.55	9.73	8.98	8.03	6.89
	$\sigma = 10$ PPC	36.36	52.06	24.56	17.50	15.73	13.89	11.39	9.97	7.64	7.25
		PR	33.36	43.75	20.25	13.46	10.88	10.12	9.25	8.66	7.65
ขนาดตัวอย่าง = 100	$\sigma = 0.1$ PPC	11.49	9.08	11.10	8.91	8.90	9.06	9.09	10.20	11.68	11.53
		PR	2.82	0.619	0.705	-0.80	-1.95	-2.89	-3.58	-5.09	-10.26
	$\sigma = 1$ PPC	23.64	15.46	14.00	11.48	9.73	8.75	7.66	6.98	4.84	4.21
		PR	14.30	8.52	7.5	5.17	3.21	1.66	1.10	-0.518	-2.47
	$\sigma = 5$ PPC	21.56	13.85	12.44	10.19	8.59	7.69	6.69	6.19	4.19	3.64
		PR	16.18	9.46	9.03	7.05	5.63	4.70	4.55	3.63	2.85
	$\sigma = 10$ PPC	21.40	14.27	12.23	10.01	8.42	7.31	6.57	6.07	4.11	3.58
		PR	16.47	9.70	9.29	7.26	5.97	5.06	4.97	4.15	3.52

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าขอบเขตค่าโวลุ่มของ PPC และ PR เมื่อคำนวณด้วยปริมาตรเท่ากับ 6

ชนิดพื้ดิน		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$ PPC	0.36	-35.15	-88.87	-104	-229	-394	-563	-883	-1337	-1844
		PR	45.54	45.73	45.39	44.67	42.46	37.49	33.23	26.58	15.16
	$\sigma = 1$ PPC	38.71	22.72	11.73	10.61	0.41	-8.35	-12.68	-20.46	-22.06	-24
		PR	34.44	20.80	14.68	14.43	7.13	2.78	1.70	-2.36	-1.57
	$\sigma = 5$ PPC	47.24	35.6	27.91	27.15	20.55	14.91	11.75	6.66	6.88	3
		PR	39.39	29.16	24.36	23.68	17.94	14.65	13.43	10.38	20.25
	$\sigma = 10$ PPC	48.48	37.39	28.66	28.97	22.73	16.97	14.28	9.03	8.14	8.00
		PR	39.80	29.63	24.87	24.38	18.96	15.72	14.4	11.17	12.03
ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$ PPC	-121.4	-141	-273	-566	-718	-1035	-1254	-1510	-1848	-1877
		PR	29.75	31.88	18.09	15.80	9.33	5.16	-4.27	-1178	-21.18
	$\sigma = 1$ PPC	22.4	42.4	4.65	-4.17	-7.41	-10.27	-13.64	-15.86	-20.3	-23.59
		PR	23.31	33.76	8.14	1.72	-2.24	-2.30	-2.40	-3.78	-4.88
	$\sigma = 5$ PPC	33.18	48.5	20.05	13.96	12.15	9.8	7.26	5.83	2.92	-0.162
		PR	29.98	39.98	18.04	11.56	8.32	8.21	7.84	6.96	5.71
	$\sigma = 10$ PPC	34.42	49.11	21.78	16.04	14.20	11.98	9.49	8.37	5.14	2.37
		PR	30.68	40.49	19.31	12.67	9.53	9.32	8.81	8.20	7.07
ขนาดตัวอย่าง = 100	$\sigma = 0.1$ PPC	-323	-540	-631	-975	-1131	-1095	-1162	-1115	-1195	-1047
		PR	-22.49	-39.31	-57.91	-61.51	-51.69	-43	-45.46	-40.01	-40.83
	$\sigma = 1$ PPC	8.48	-4.17	-5.70	-8.19	-10.64	-11.84	-13.17	-13.23	-17.44	-16.25
		PR	8.37	0.376	0.092	-1.40	-3.74	-4.01	-4.29	-5.06	-6.24
	$\sigma = 5$ PPC	19.77	9.83	8.53	6.87	4.65	3.8	2.77	2.61	-0.015	0.473
		PR	15.37	8.11	6.68	6.56	4.56	3.61	3.42	3.088	1.93
	$\sigma = 10$ PPC	21.22	11.33	10.12	8.58	6.66	5.62	4.53	4.14	1.85	2.78
		PR	16.13	8.98	8.47	7.47	5.57	4.53	4.32	4.02	2.87

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าขอบเขตปกติของ VPC และ VR เมื่อจำนวนหัวรถจักรเท่ากับ 6

ระดับการกักหน้		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดหัวรถจักร = 30	$\sigma = 0.1$ VPC	60.19	64.07	77.43	73.78	107.93	140.83	154.05	200.23	241	337
	VR	7.38	5.43	5.07	4.78	3.73	2.91	2.62	2.04	2	1
	$\sigma = 1$ VPC	21.19	19.92	17.21	15.66	16.19	15.25	14.89	14.14	13.9	17
	VR	10.05	8.14	7.14	6.00	5.14	5.11	5.12	5.3	5.00	5.11
	$\sigma = 5$ VPC	20.85	19.50	16.64	15.11	15.43	14.00	13.40	12.19	12.00	13
	VR	9.95	7.86	7.08	6.22	5.25	5.20	5.13	5.14	5.11	5.30
	$\sigma = 10$ VPC	20.86	19.43	16.71	15.44	15.5	13.91	13.47	12.14	11.8	13
	VR	9.95	8.07	7.00	6.22	5.21	5.13	5.11	5.20	5.12	5.11
ขนาดหัวรถจักร = 50	$\sigma = 0.1$ VPC	42.4	13.88	40.87	63.66	71.87	98.33	101.9	118.46	141.5	158.6
	VR	3.96	7.00	3.55	2.29	1.76	1.63	1.49	1.38	1.14	1.04
	$\sigma = 1$ VPC	11.8	7.78	8.75	9.00	9.62	11.00	9.05	9.06	7.5	8.20
	VR	6.21	7.07	4.43	3.33	4.44	3.09	3.31	3.10	3.09	3.11
	$\sigma = 5$ VPC	11.6	7.66	8.5	8.66	9.25	10.11	8.31	8.12	6.33	6.8
	VR	6.03	7.22	4.45	3.37	3.23	3.09	3.08	3.11	3.08	3.14
	$\sigma = 10$ VPC	11.6	7.67	8.50	8.67	9.33	10.11	8.31	8.12	6.21	6.80
	VR	6.23	7.21	4.45	3.34	3.24	3.09	3.08	3.10	3.09	3.13
ขนาดหัวรถจักร = 100	$\sigma = 0.1$ VPC	18.72	29.55	25.16	35.4	43.11	56.11	50.88	63.7	64.83	76.8
	VR	1.30	0.81	1.07	0.94	0.715	0.625	0.621	0.549	0.52	0.46
	$\sigma = 1$ VPC	5	5.22	4.66	5.2	4.88	5.55	4.66	4.9	3.2	3.55
	VR	2.54	1.83	1.74	1.53	1.46	1.46	1.46	1.44	1.45	1.46
	$\sigma = 5$ VPC	5.10	5.11	4.60	5.00	4.78	5.5	4.55	4.40	3.57	2.89
	VR	2.54	1.82	1.73	1.52	1.48	1.45	1.46	1.44	1.45	1.45
	$\sigma = 10$ VPC	5.10	5.20	4.6	5.15	4.85	5.00	4.55	4.44	3.50	3.00
	VR	2.54	1.82	1.73	1.53	1.48	1.46	1.45	1.44	1.45	1.46



ตารางที่ 4.8 แสดงค่าขอบเขตล่างโดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6

ระดับนัยสำคัญ		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$ VPC	21.36	19.99	16.69	16.01	15.97	14.20	13.67	11.51	11.78	13.69
	VR	1.14	0.918	0.881	0.924	0.803	0.794	0.841	0.916	0.960	1.003
	$\sigma = 1$ VPC	21.53	19.96	16.78	15.88	16.16	14.47	13.92	11.88	11.85	13.61
	VR	12.55	7.96	6.84	6.21	5.37	5.24	5.12	5.20	5.23	5.11
	$\sigma = 5$ VPC	21.12	19.69	16.91	15.51	15.60	13.87	13.50	11.37	11.22	13
	VR	10.74	8.41	7.49	6.75	5.76	5.64	5.59	5.61	5.64	5.77
	$\sigma = 10$ VPC	21.35	19.58	17.12	15.81	16.02	13.74	13.32	10.60	11.30	
	VR	10.86	8.66	7.51	6.66	5.80	5.68	5.60	5.60	5.623	5.80
ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$ VPC	11.33	7.12	8.96	8.66	9.22	9.88	8.00	8.10	6.75	6.12
	VR	0.666	0.978	0.497	0.399	0.357	0.374	0.411	0.486	0.518	0.581
	$\sigma = 1$ VPC	11.27	7.93	8.53	8.71	10.01	9.75	8.55	8.20	6.12	6.13
	VR	7.42	7.55	4.09	3.01	8.02	3.02	3.04	3.08	3.09	3.10
	$\sigma = 5$ VPC	11.25	7.66	8.88	8.66	9.66	9.87	8.56	8.06	6.21	6.75
	VR	6.37	7.25	4.48	3.15	3.14	3.09	3.08	3.09	3.16	3.50
	$\sigma = 10$ VPC	12.01	8.22	9.31	9.04	10.22	10.39	9.19	8.48	6.76	7.16
	VR	6.27	7.25	4.44	3.40	3.15	3.10	3.11	3.10	3.10	3.14
ขนาดตัวอย่าง = 100	$\sigma = 0.1$ VPC	5.41	5.52	5.03	5.79	4.46	5.51	4.90	4.86	3.33	3.11
	VR	0.250	0.362	0.155	0.154	0.150	0.159	0.170	0.189	0.256	0.272
	$\sigma = 1$ VPC	5.57	5.70	5.13	5.13	5.27	5.63	5.10	4.73	3.21	3.15
	VR	2.73	1.53	1.45	1.42	1.44	1.43	1.43	1.43	1.45	1.45
	$\sigma = 5$ VPC	5.46	5.54	4.97	5.39	5.19	5.53	4.84	4.87	3.27	3.21
	VR	2.56	1.82	1.73	1.51	1.48	1.45	1.44	1.45	1.45	1.45
	$\sigma = 10$ VPC	5.40	5.55	5.42	5.58	5.48	5.58	4.94	4.96	3.33	3.24
	VR	2.53	1.74	1.57	1.56	1.49	1.47	1.46	1.45	1.46	1.46

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าขอบเขตปกติโดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อจำนวนหัวแปรอิสระเท่ากับ 9

สัมพัทธ์หัวแปร		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดหัวแปร = 30	$\sigma = 0.1$ PPC	17.28	15.92	17.63	25.01	24.81	27.6	28.07	--	--	--
		PR	6.87	2.54	0.80	-0.066	-2.20	-3.63	-6.05	--	--
	$\sigma = 1$ PPC	54.78	44.24	38.17	34.81	32.23	29.64	25.18	--	--	--
		PR	45.78	30.88	26.22	23.15	19.97	17.87	15.56	--	--
	$\sigma = 5$ PPC	50.88	39.87	33.56	30.0	27.45	24.99	21.06	--	--	--
		PR	46.44	30.51	26.28	24.26	21.89	20.41	18.83	--	--
	$\sigma = 10$ PPC	50.29	39.15	32.76	29.35	26.30	24.40	20.54	--	--	--
		PR	46.33	30.32	26.21	24.41	21.91	20.67	19.20	--	--
ขนาดหัวแปร = 50	$\sigma = 0.1$ PPC	14.95	11.89	12.13	13.68	16.11	19.74	21.77	21.46	--	--
		PR	5.61	0.98	-0.237	-1.44	-2.75	-5.03	-6.77	-9.19	--
	$\sigma = 1$ PPC	45.88	27.5	23.85	22.05	19.63	18.04	16.08	13.87	--	--
		PR	35.20	19.0	15.78	13.48	13.33	9.14	7.75	5.78	--
	$\sigma = 5$ PPC	43.16	25.18	21.17	19.66	17.43	15.64	13.97	11.71	--	--
		PR	35.88	19.88	17.30	15.36	14.07	12.87	12.07	11.09	--
	$\sigma = 10$ PPC	43.31	24.74	20.94	19.35	17.03	15.33	13.70	11.46	--	--
		PR	35.92	19.88	17.40	15.34	14.35	13.34	12.55	11.64	--
ขนาดหัวแปร = 100	$\sigma = 0.1$ PPC	11.01	8.00	9.18	9.39	9.74	10.48	12.13	14.18	14.99	--
		PR	2.17	0.107	-0.780	-1.029	-2.06	-3.66	-5.54	-9.20	-11.85
	$\sigma = 1$ PPC	24.04	16.67	13.89	12.48	10.81	9.78	8.96	7.51	6.83	--
		PR	15.72	10.03	7.79	6.22	4.88	4.12	2.63	1.19	-0.36
	$\sigma = 5$ PPC	22.02	15.04	12.38	11.06	9.55	8.61	7.84	6.55	5.94	--
		PR	16.59	10.76	9.19	8.13	7.32	6.96	6.16	5.71	5.11
	$\sigma = 10$ PPC	32.11	14.83	12.12	10.91	9.39	8.29	7.72	6.51	5.84	--
		PR	16.70	10.88	9.36	8.38	7.62	7.31	6.60	6.28	5.73

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าของเขตล่างโดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เพื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง			0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$	PPC	-9.69	-63.94	-124	-166.73	-255	-371	-506	-	-	-
		PR	47.64	44.5	42.47	39.95	37.13	31.55	27.83	-	-	-
	$\sigma = 1$	PPC	39.46	23.80	12.79	6.75	2.64	2.01	-17.4	-	-	-
		PR	38.87	21.43	15.4	13.68	10.25	10.72	0.98	-	-	-
	$\sigma = 5$	PPC	48.05	36.38	28.22	23.73	21.58	21.06	6.79	-	-	-
		PR	43.30	27.9	23.98	22.45	20.17	19.66	12.00	-	-	-
	$\sigma = 10$	PPC	48.76	37.55	29.97	25.17	23.47	23.07	23	-	-	-
		PR	36.2	28.9	24.7	23.78	20.82	20.23	15.13	-	-	-
ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$	PPC	-83.03	-281	-400	-507	-574	-704	-825	-982	-	-
		PR	33.59	20.81	16.43	11.17	9.03	3.9	-3.86	-10.83	-	-
	$\sigma = 1$	PPC	33.15	5.68	-1.109	-1.91	-6.72	-8.62	-9.01	-10.45	-	-
		PR	22.23	9.10	7.68	3.99	1.10	1.19	0.81	0.163	-	-
	$\sigma = 5$	PPC	38.68	20.75	15.7	16.21	11.69	10.3	9.32	9.05	-	-
		PR	33.77	17.71	15.39	13.64	11.30	11.34	10.93	10.41	-	-
	$\sigma = 10$	PPC	42.35	22.48	17.72	17.85	13.72	12.19	12.38	11.53	-	-
		PR	33.28	18.72	16.45	14.81	12.50	12.56	12.06	11.56	-	-
ขนาดตัวอย่าง = 100	$\sigma = 0.1$	PPC	-350	-614	-709	-781	-850	-884	-898	-939	-937	-
		PR	-27.12	-43.91	-52.87	-53.32	-49.69	-52.59	-47.84	-47.58	-46.08	-
	$\sigma = 1$	PPC	9.21	-1.90	-2.94	-5.26	-9.02	-9.23	-10.13	-13.86	-13.84	-
		PR	7.63	2.11	0.69	-0.17	-1.66	-2.36	-2.34	-3.89	-3.61	-
	$\sigma = 5$	PPC	20.19	11.61	11.09	8.92	6.09	5.81	5.29	2.08	2.21	-
		PR	14.64	9.55	8.85	7.53	6.30	5.98	5.82	4.27	4.55	-
	$\sigma = 10$	PPC	19.9	13.21	12.35	10.58	9.86	7.40	7.00	3.86	4.36	-
		PR	15.51	10.53	9.78	8.35	7.23	6.86	7.16	5.22	5.73	-

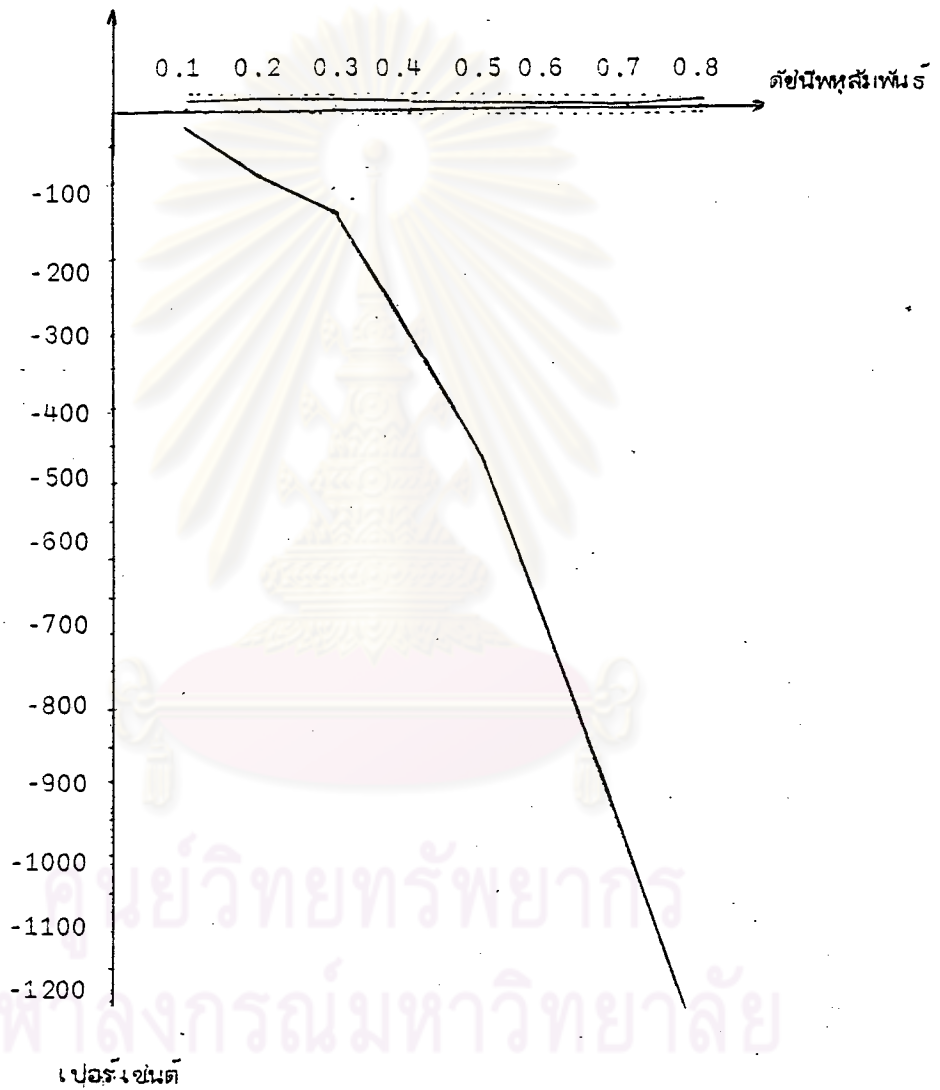
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าของเขตโดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อจำนวนหัวปรับอิสระเท่ากับ 9

ขนาดหัวปรับอิสระ		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดหัวปรับ = 30	$\sigma = 0.1$ VPC	87.61	111.57	122.15	137.6	169.23	192.27	246	-	-	-
	VR	14.80	8.82	8.11	7.92	7.20	6.53	5.68	-	-	-
	$\sigma = 1$ VPC	33.88	33.36	28.92	27.07	28.00	27.00	27.50	-	-	-
	VR	17.33	10.85	9.82	9.62	9.60	9.67	9.72	-	-	-
	$\sigma = 5$ VPC	33.11	31.71	18.07	25.93	26.70	25.72	25.00	-	-	-
	VR	17.42	10.79	9.90	9.65	9.59	9.71	9.74	-	-	-
	$\sigma = 10$ VPC	33.05	32.36	28.00	25.87	26.65	25.73	23.50	-	-	-
	VR	20.99	10.29	9.91	9.66	8.62	9.66	9.72	-	-	-
ขนาดหัวปรับ = 50	$\sigma = 0.1$ VPC	41.5	68.5	80.7	89.8	92.69	106.0	112.72	124.6	-	-
	VR	6.35	3.78	3.37	3.20	3.11	3.00	2.47	2.16	-	-
	$\sigma = 1$ VPC	17.95	16.00	15.3	15.8	14.25	13.85	13.28	11.6	-	-
	VR	8.61	5.00	4.84	4.69	4.54	4.41	4.57	5.00	-	-
	$\sigma = 5$ VPC	17.50	15.50	14.50	15.10	13.37	12.85	12.36	11.00	-	-
	VR	8.50	5.00	4.94	4.62	4.59	4.4	4.78	5.00	-	-
	$\sigma = 10$ VPC	17.54	15.5	14.5	15.1	13.37	12.78	12.27	11.00	-	-
	VR	8.54	5.10	5.15	4.57	4.54	4.5	4.68	5.00	-	-
ขนาดหัวปรับ = 100	$\sigma = 0.1$ VPC	23.89	39.30	39.98	46.26	53.81	52.61	60.57	63.16	67.78	-
	VR	2.46	1.9	1.87	1.73	1.11	1.53	1.0	1.0	1.0	-
	$\sigma = 1$ VPC	8.64	8.83	7.78	7.97	7.42	6.73	6.60	5.86	5.65	-
	VR	3.61	2.80	2.73	2.59	2.60	2.1	2.20	2.10	2.00	-
	$\sigma = 5$ VPC	8.31	8.53	7.65	7.65	6.90	6.36	6.22	5.26	4.99	-
	VR	3.66	2.51	2.63	2.14	2.36	2.47	2.22	2.11	2.10	-
	$\sigma = 10$ VPC	8.29	8.33	7.68	7.62	6.90	6.30	6.09	5.24	5.04	-
	VR	3.384	2.75	2.77	2.70	2.60	2.16	2.13	2.11	2.15	-

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าขอบเขตค่าโดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เพื่อจำนวนหัวแปร 3 ตัว ระดับแทน 9

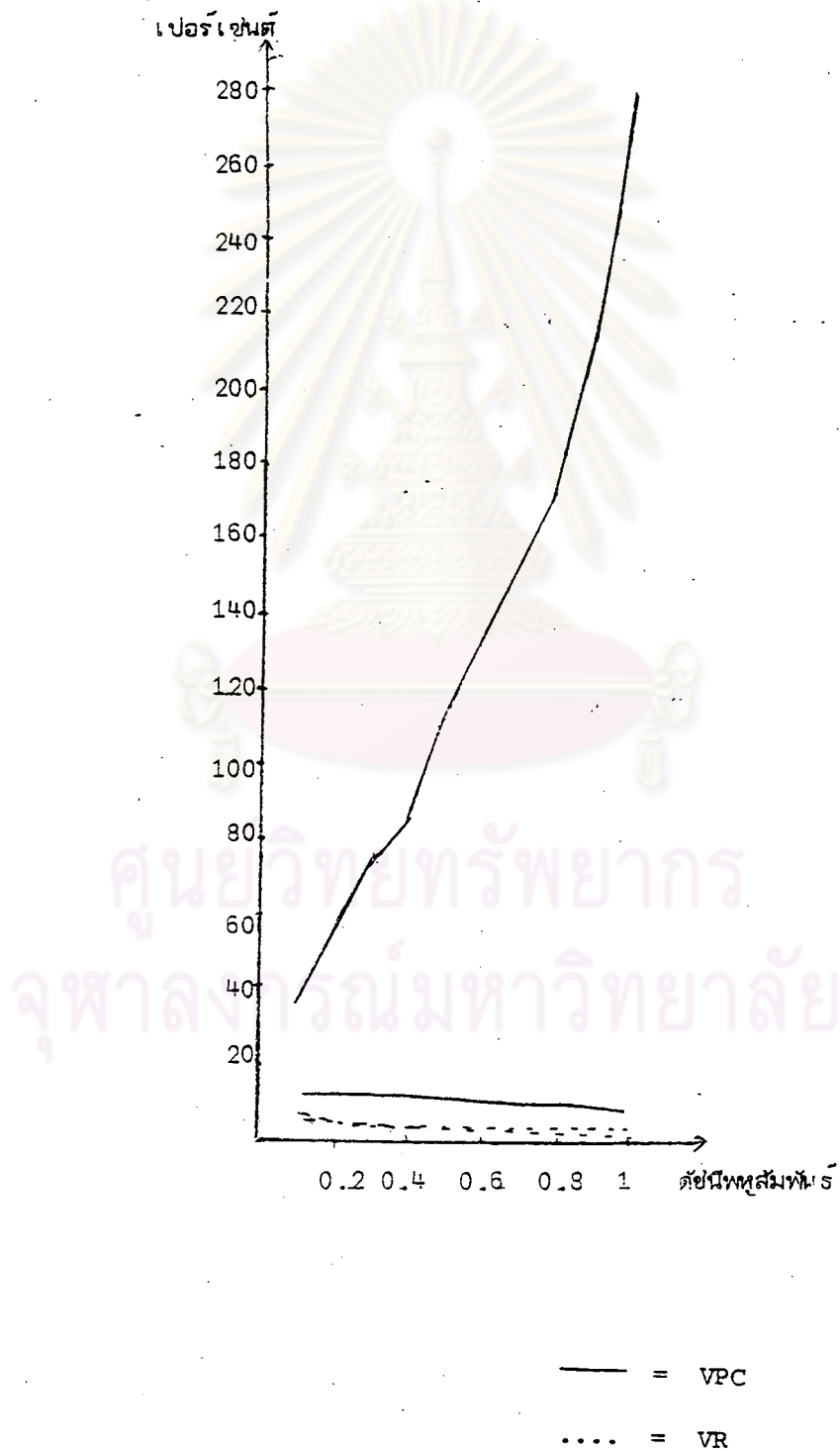
ชนิดพหุคูณ		0-0.09	0.1-0.19	0.2-0.29	0.3-0.39	0.4-0.49	0.5-0.59	0.6-0.69	0.7-0.79	0.8-0.89	0.9-1
ขนาดตัวอย่าง = 30	$\sigma = 0.1$ VPC	33.79	32.94	28.36	26.25	26.63	26.28	25.27	-	-	-
	VR	2.54	1.74	1.71	1.97	1.94	2.01	2.12	-	-	-
	$\sigma = 1$ VPC	33.71	33.31	28.54	26.95	26.54	25.98	24.16	-	-	-
	VR	19.56	9.70	9.80	9.67	9.71	9.63	9.60	-	-	-
	$\sigma = 5$ VPC	33.87	33.41	28.86	26.49	26.97	26.03	24.1	-	-	-
	VR	17.64	10.76	9.85	9.58	9.60	9.54	9.71	-	-	-
	$\sigma = 10$ VPC	30.59	32.67	28.38	26.84	26.96	26.03	24.09	-	-	-
	VR	17.56	10.87	9.24	9.62	9.62	9.71	9.71	-	-	-
ขนาดตัวอย่าง = 50	$\sigma = 0.1$ VPC	17.18	15.95	14.56	15.54	14.02	13.36	12.27	11.83	-	-
	VR	1.33	0.820	0.800	0.815	0.879	1.01	1.06	1.117	-	-
	$\sigma = 1$ VPC	17.54	15.9	14.57	15.41	13.90	13.30	12.27	11.5	-	-
	VR	10.22	4.91	4.67	4.53	4.71	4.50	4.40	4.23	-	-
	$\sigma = 5$ VPC	17.46	15.94	14.76	15.44	13.95	13.28	12.30	11.66	-	-
	VR	8.98	5.25	5.08	5.01	4.99	4.98	5.00	5.05	-	-
	$\sigma = 10$ VPC	17.91	15.95	14.73	15.54	13.92	13.38	12.55	12.01	-	-
	VR	8.98	5.28	5.09	5.06	5.00	5.00	5.03	5.05	-	-
ขนาดตัวอย่าง = 100	$\sigma = 0.1$ VPC	8.01	8.75	8.05	7.54	6.12	6.17	6.23	5.27	5.01	-
	VR	0.458	0.320	0.33	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.50	-
	$\sigma = 1$ VPC	8.31	8.37	7.90	7.79	6.80	8.00	6.91	5.11	5.11	-
	VR	3.08	2.22	2.22	2.22	2.23	2.00	2.01	2.00	2.09	-
	$\sigma = 5$ VPC	8.17	8.34	7.54	7.27	6.63	6.09	6.27	5.22	4.90	-
	VR	4.20	2.37	2.29	2.35	2.26	2.26	2.25	2.28	2.30	-
	$\sigma = 10$ VPC	8.52	8.69	8.06	7.68	6.97	6.51	6.07	5.32	5.06	-
	VR	3.29	2.40	2.33	2.30	2.28	2.29	2.28	2.31	2.30	-

รูปที่ 4.1 แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างโดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 0.01

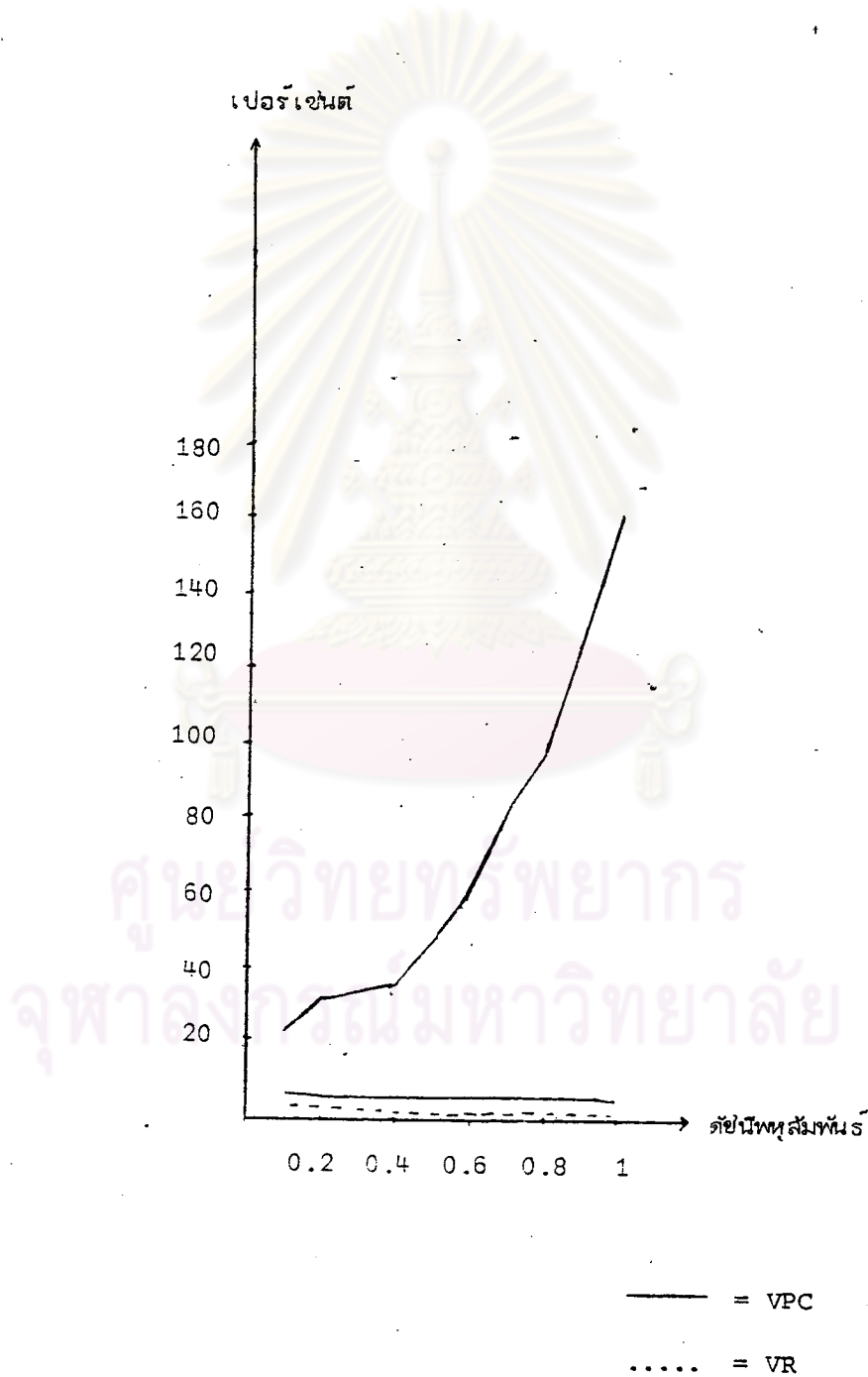


— ค่าขอบเขตบนและล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC
 ค่าขอบเขตบนและล่าง โดยเฉลี่ยของ PR

รูปที่ 4.2 แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างโดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวน
ตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 0.01

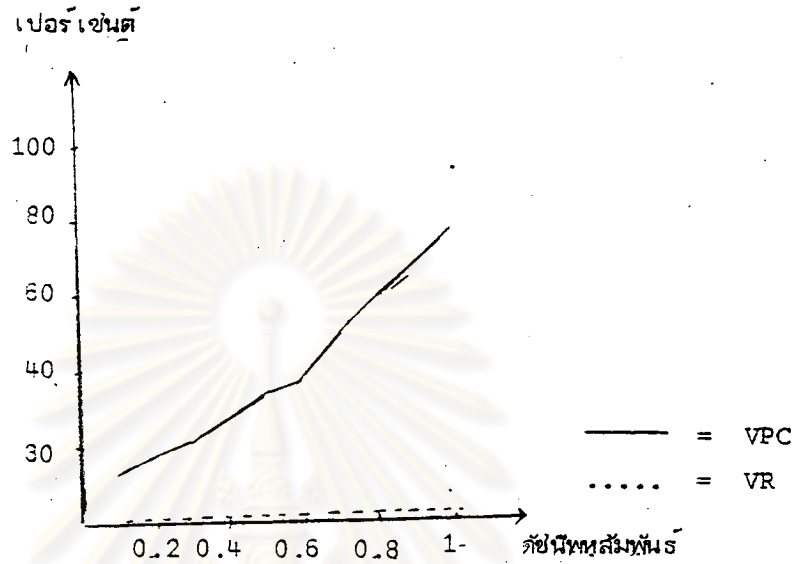


รูปที่ 4.2 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 0.01

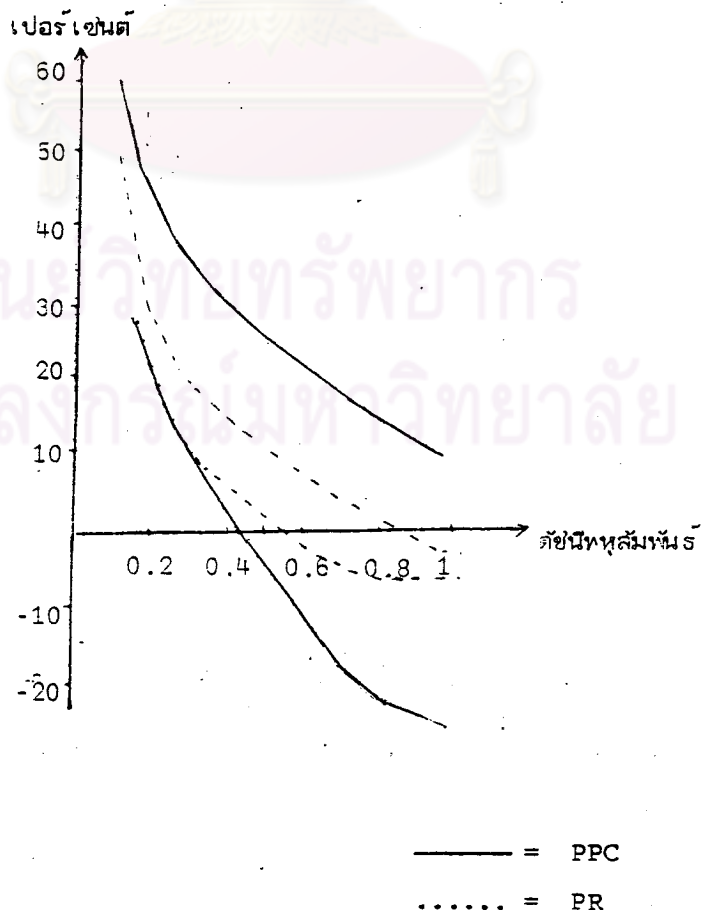




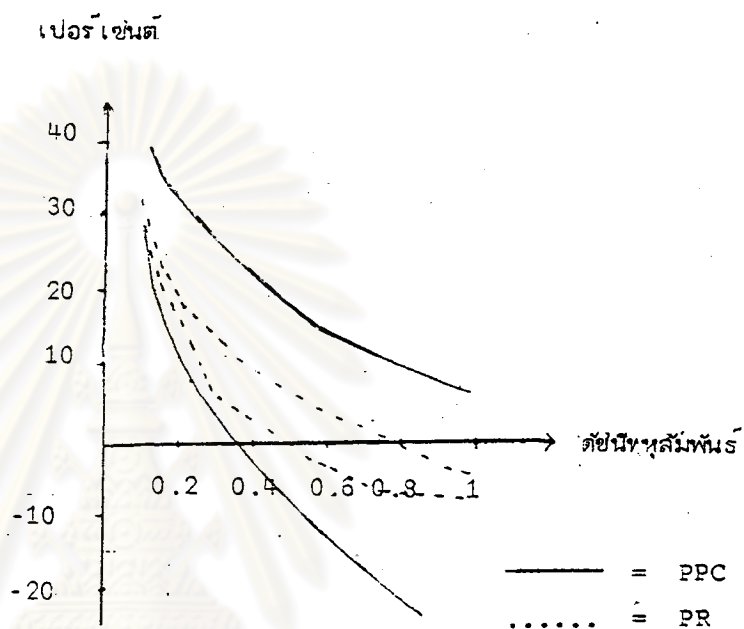
รูปที่ 4.2 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 0.01



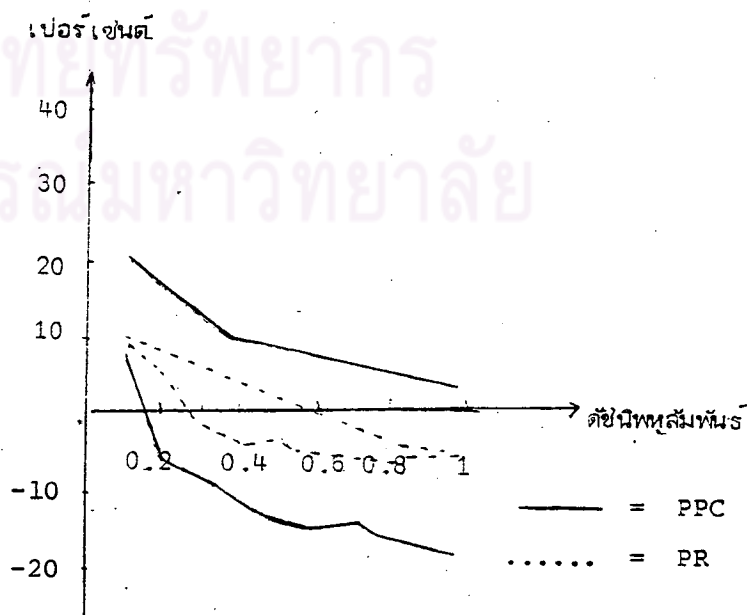
รูปที่ 4.3 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ -PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 1



รูปที่ 4.3 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 1

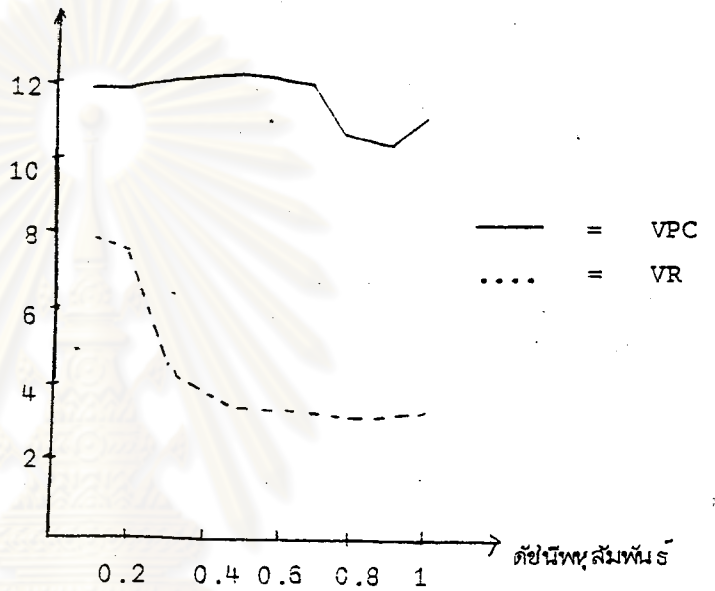


รูปที่ 4.3 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 1



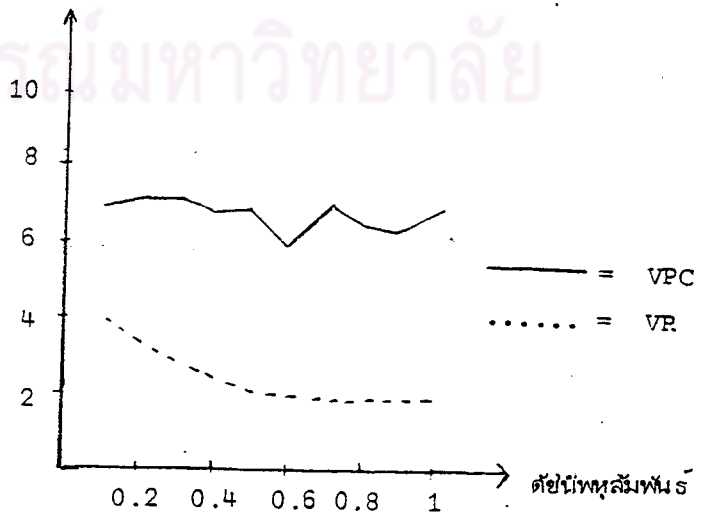
รูปที่ 4.4 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 1

เปอร์เซ็นต์

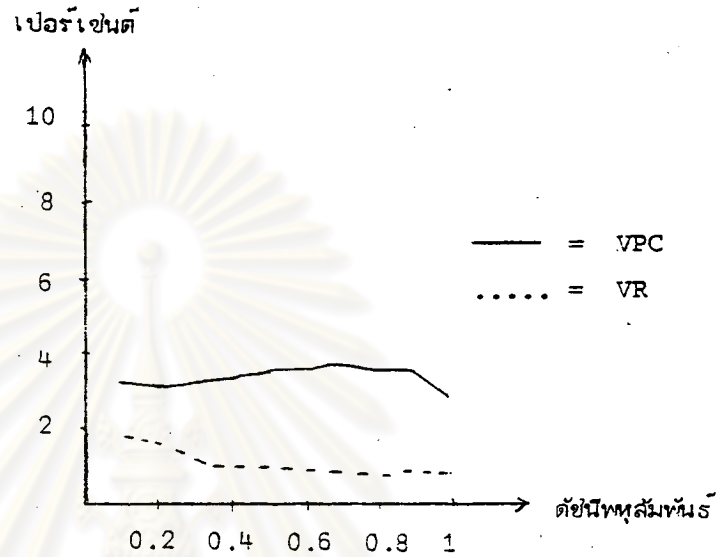


รูปที่ 4.4 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 1

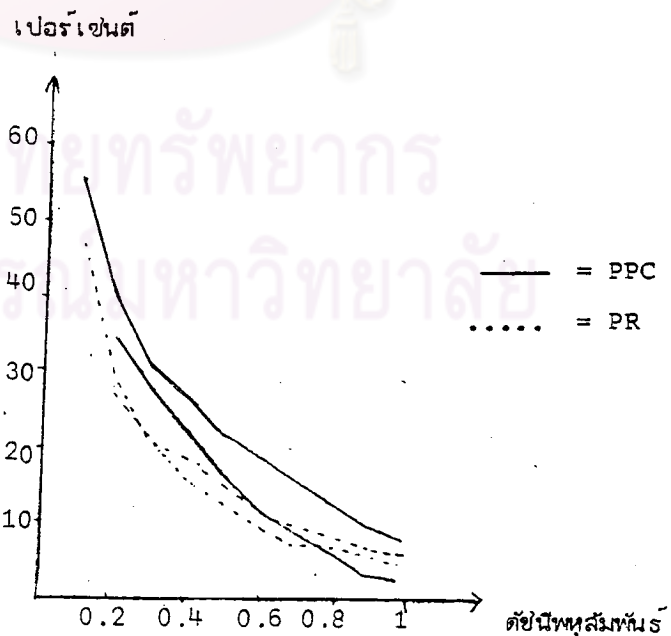
เปอร์เซ็นต์



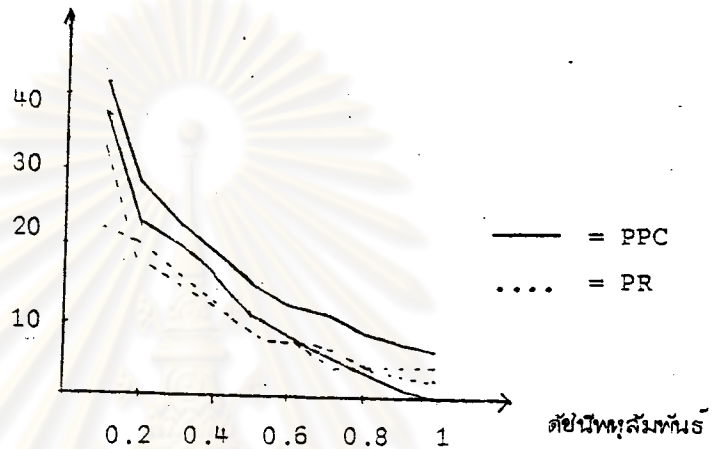
รูปที่ 4.4 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 1



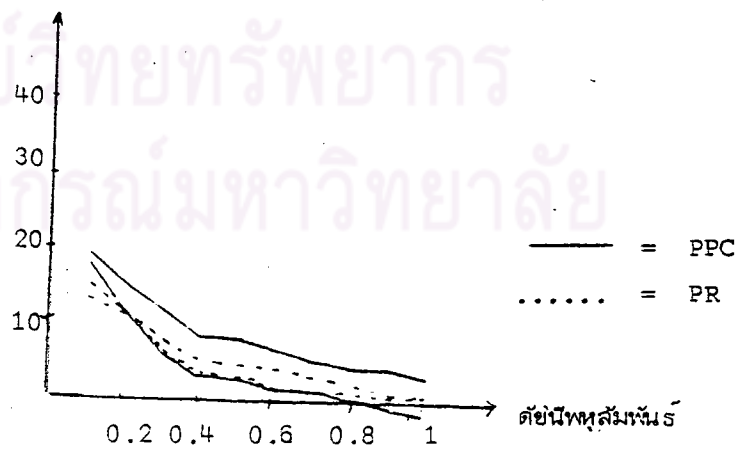
รูปที่ 4.5 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 25



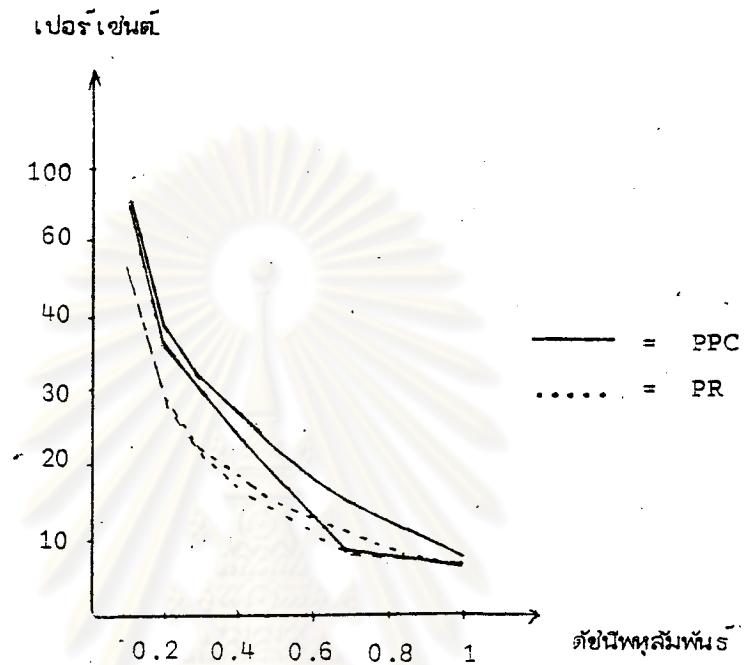
รูปที่ 4.5 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์



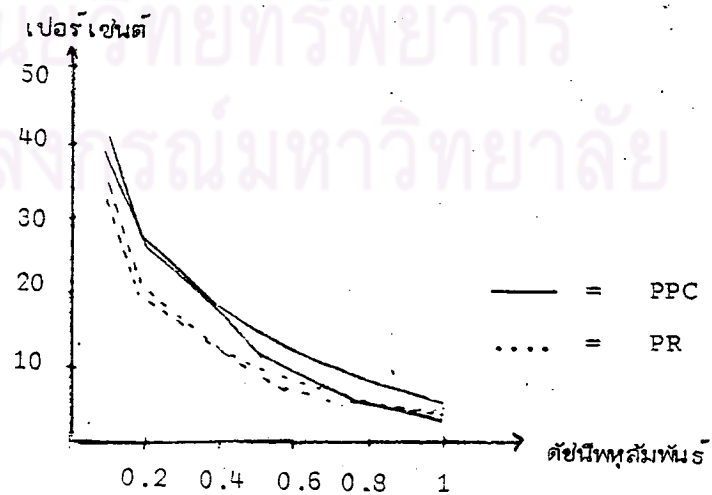
รูปที่ 4.5 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์



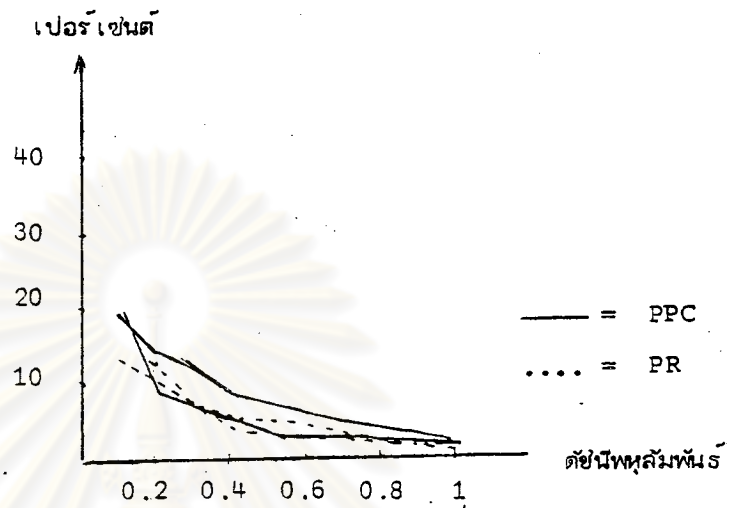
รูปที่ 4.6 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



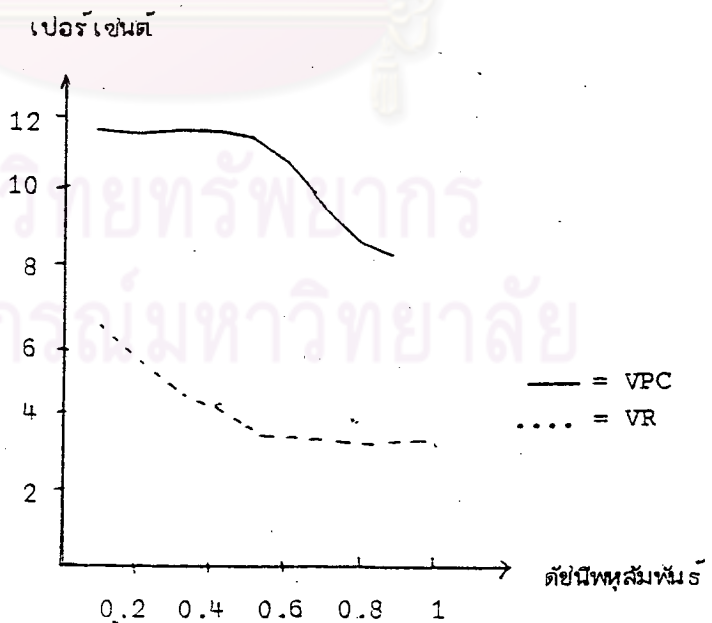
รูปที่ 4.6 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



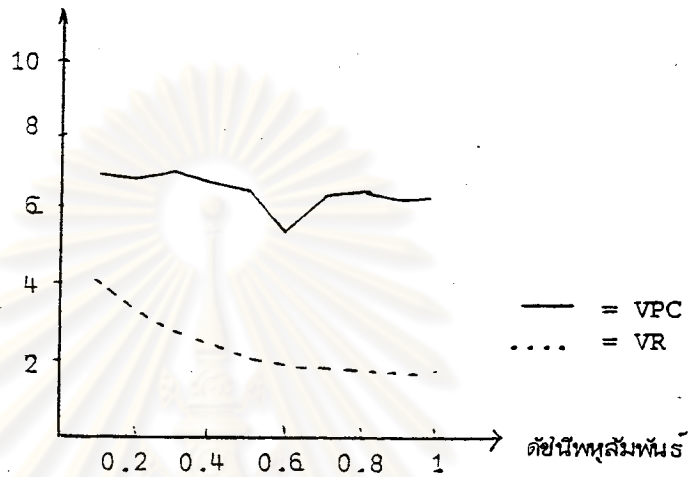
รูปที่ 4.6 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



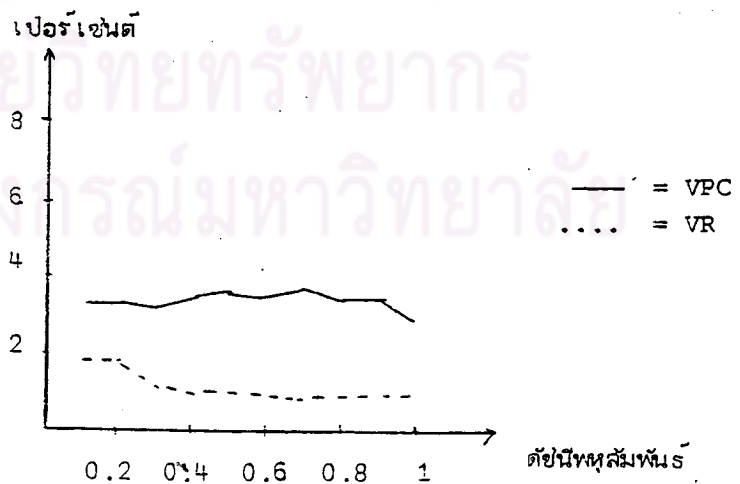
รูปที่ 4.7 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 25



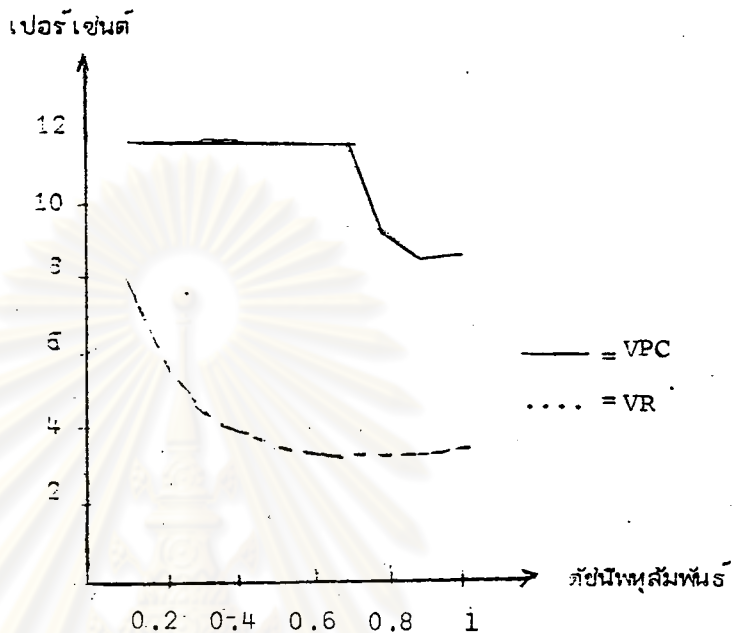
รูปที่ 4.7 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์



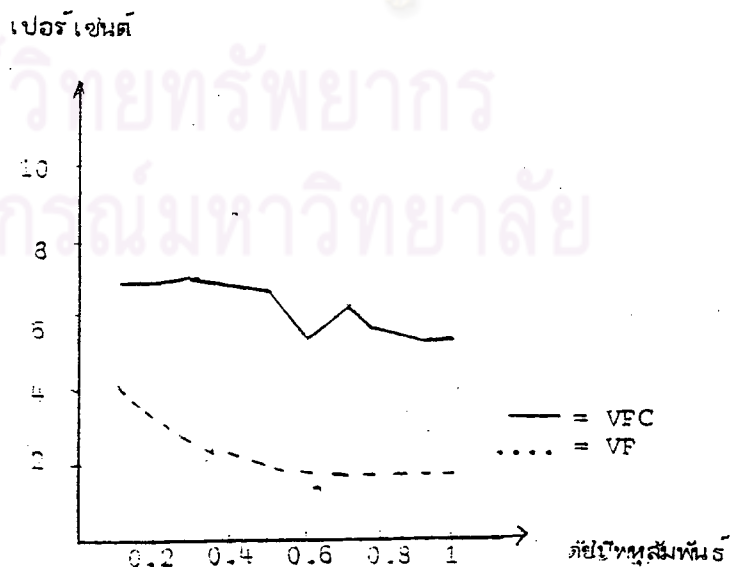
รูปที่ 4.7 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.8 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างโดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



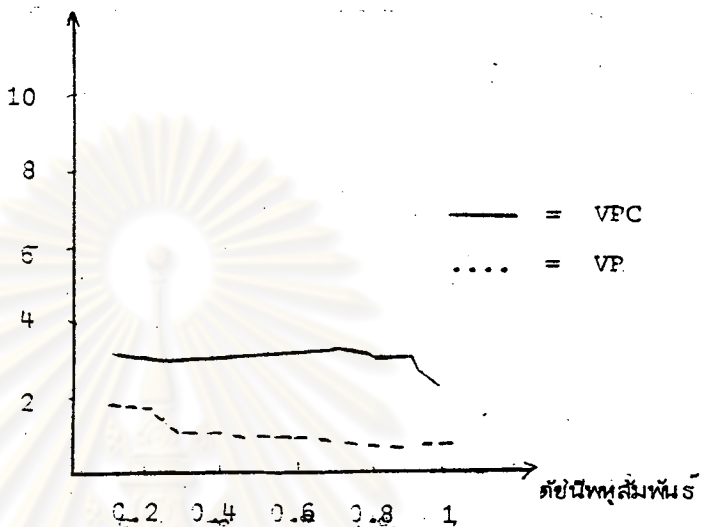
รูปที่ 4.8 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างโดยเฉลี่ยของ VPC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 100





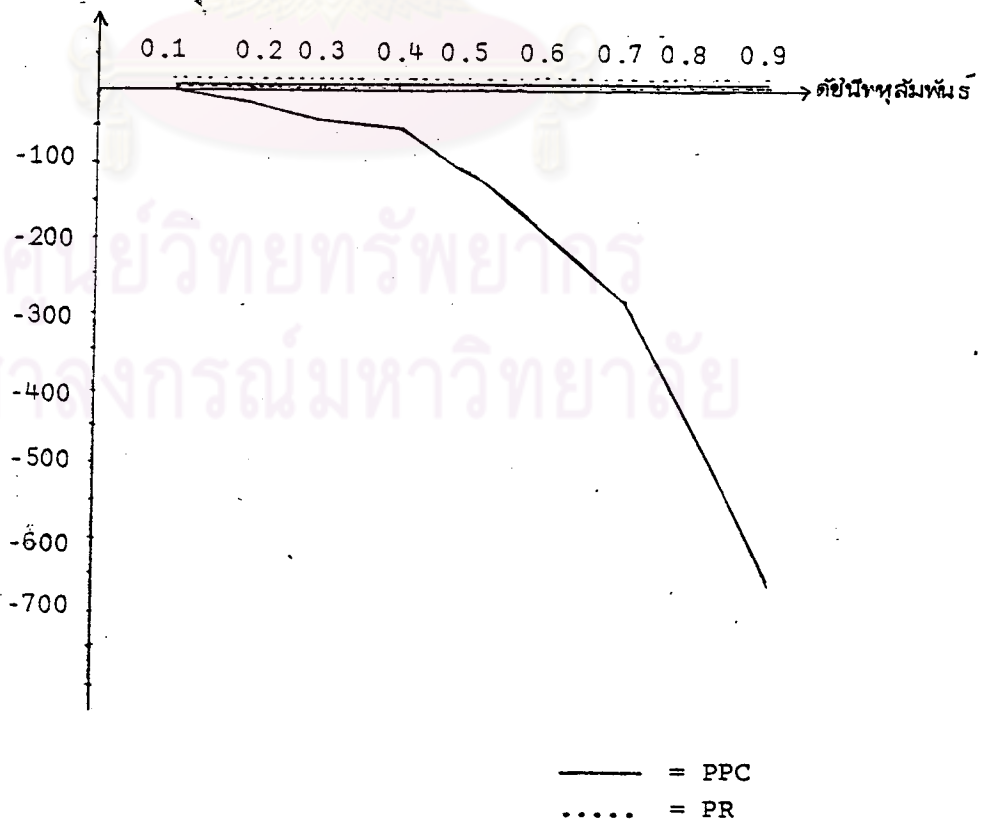
รูปที่ 4.8 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ VFC และ VR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 100

เปอร์เซ็นต์

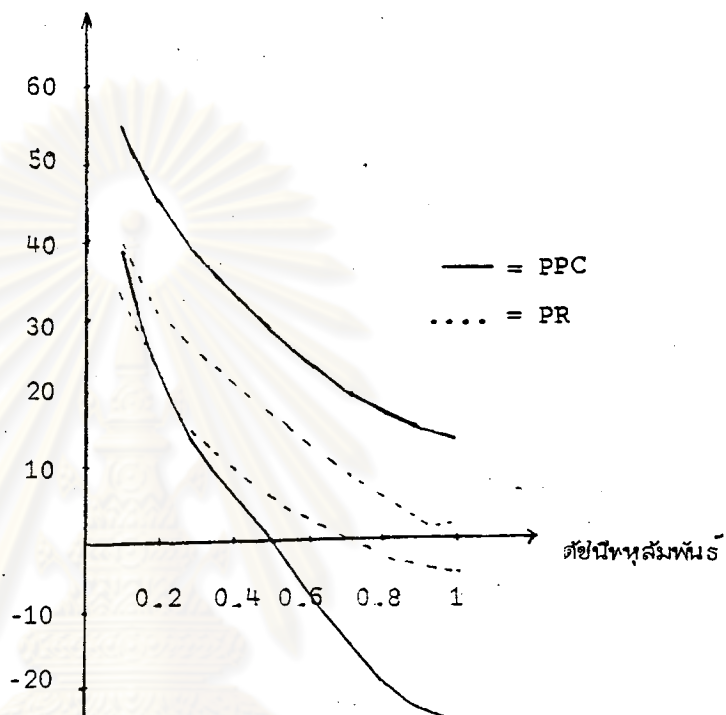


รูปที่ 4.9 แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 0.01

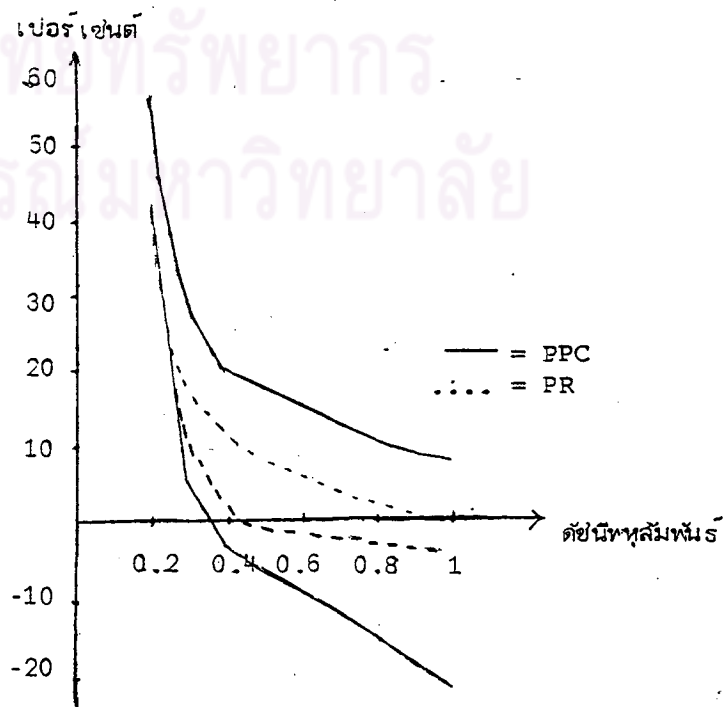
เปอร์เซ็นต์



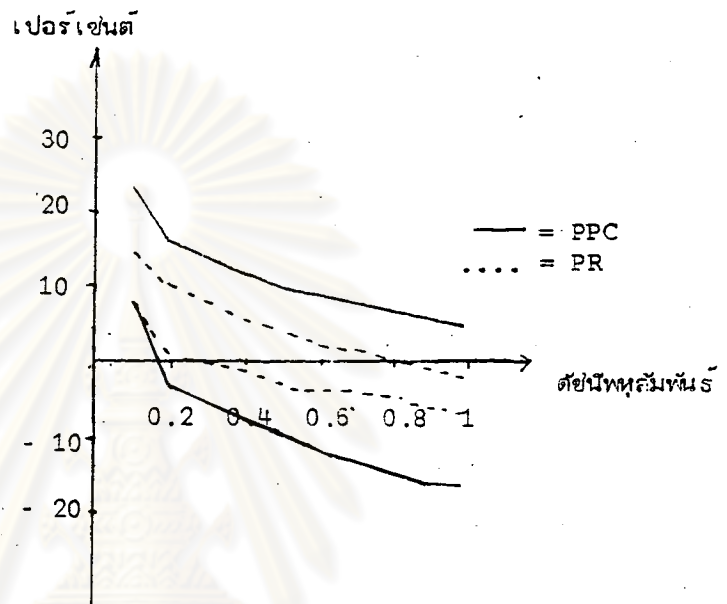
รูปที่ 4.10 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 เปอร์เซนต์



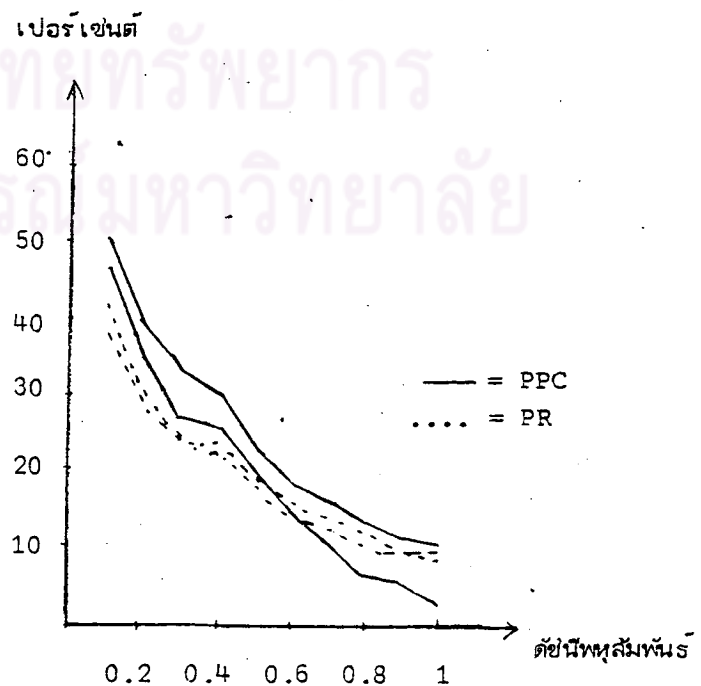
รูปที่ 4.10 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 1



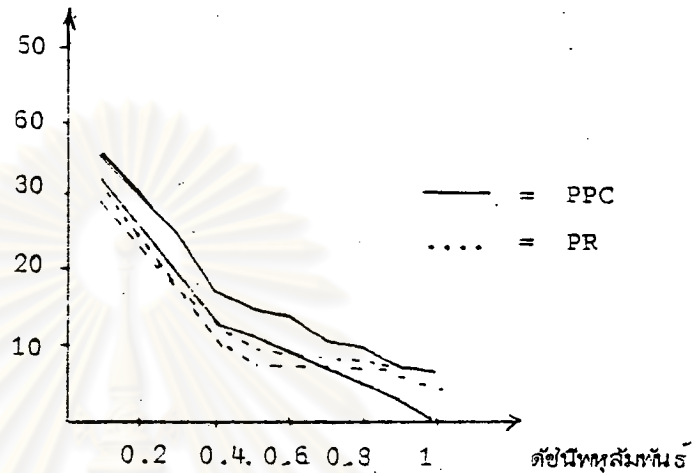
รูปที่ 4.10 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 1



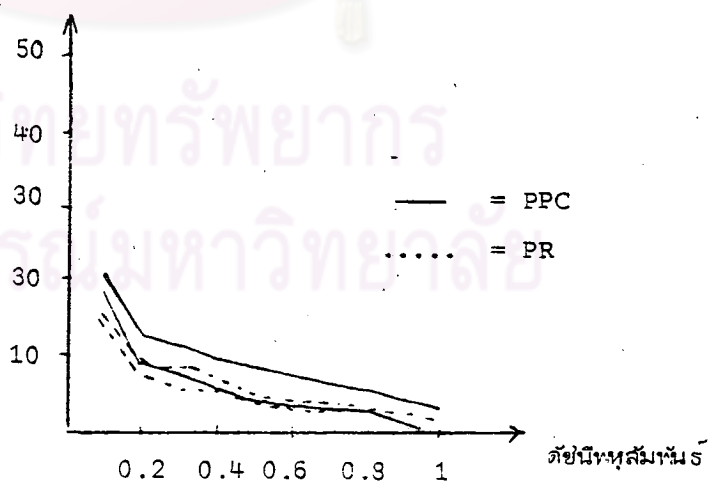
รูปที่ 4.11 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 25



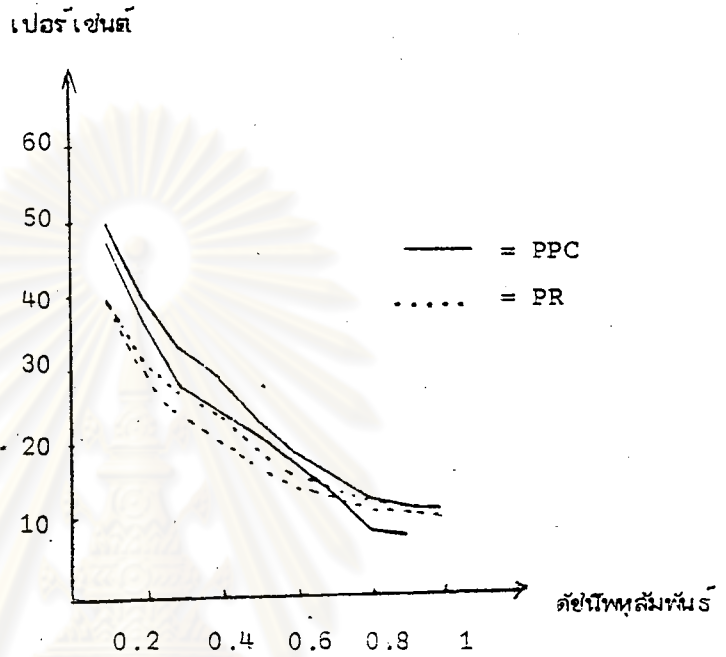
รูปที่ 4.11 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์



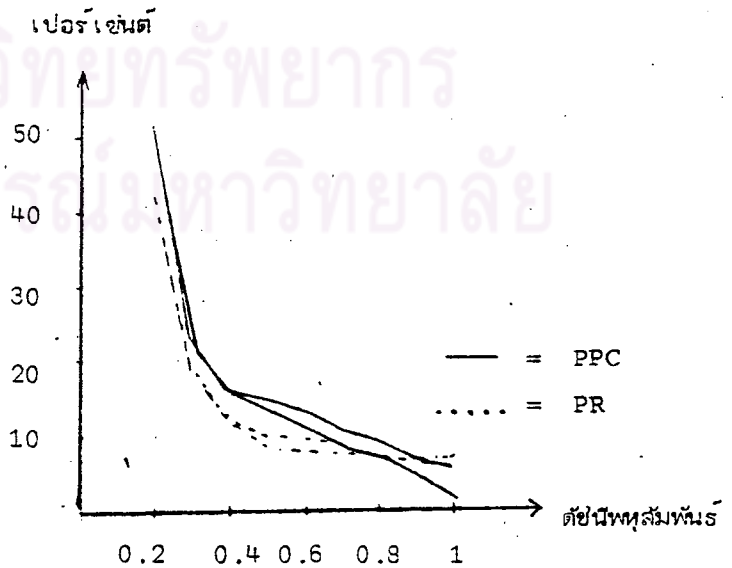
รูปที่ 4.11 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์



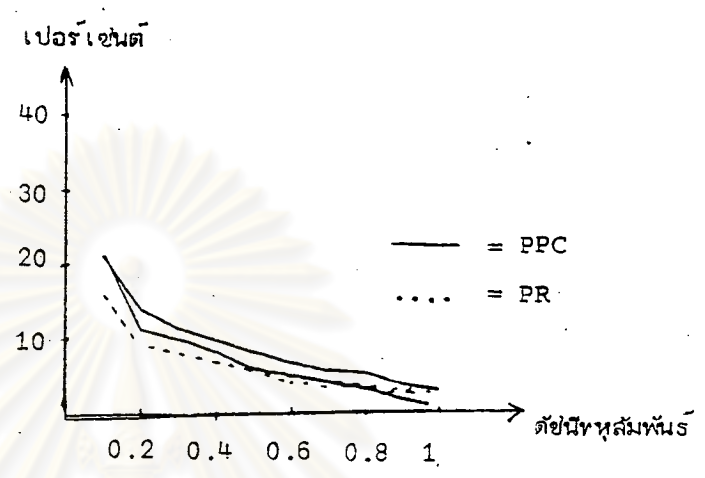
รูปที่ 4.12 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



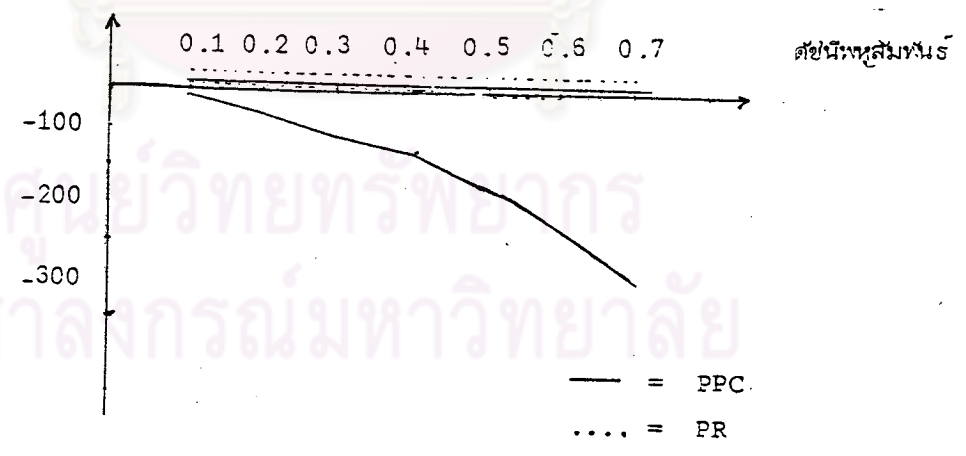
รูปที่ 4.12 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



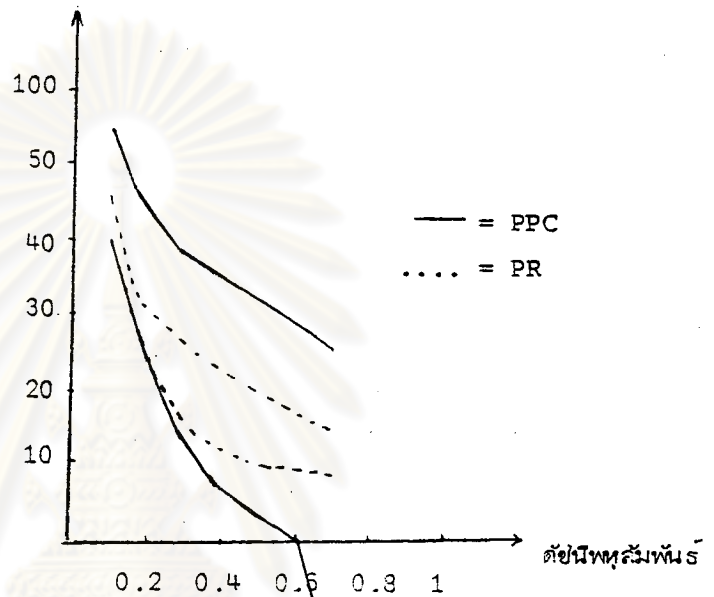
รูปที่ 4.12 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



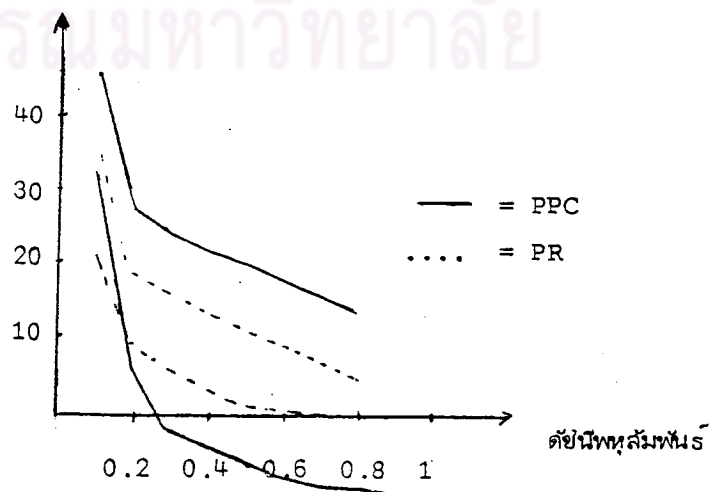
รูปที่ 4.13 แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 0.01



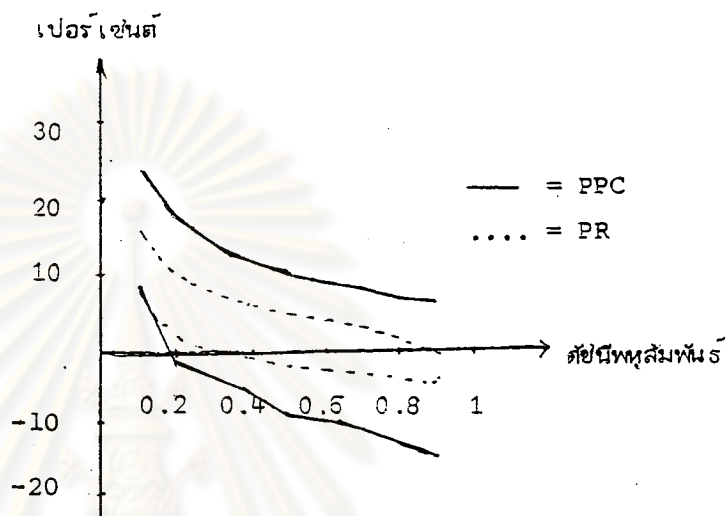
รูปที่ 4.14 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 เปอร์เซนต์



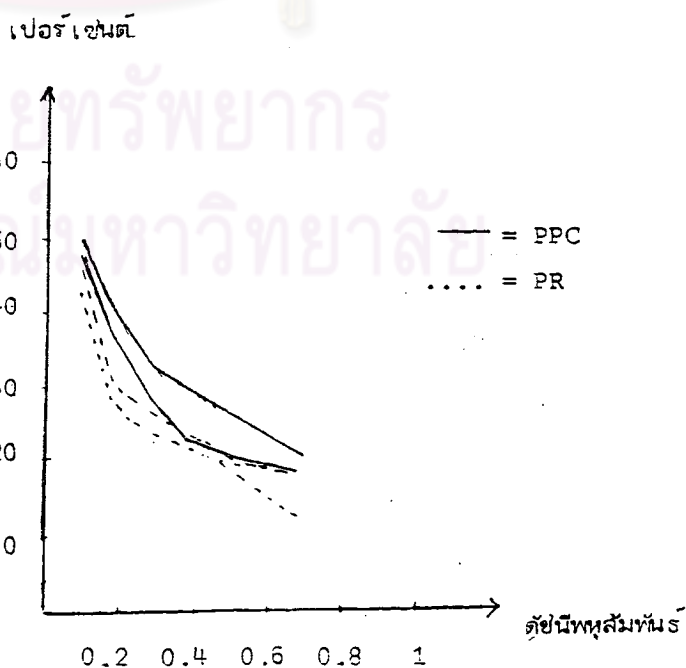
รูปที่ 4.14 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 เปอร์เซนต์



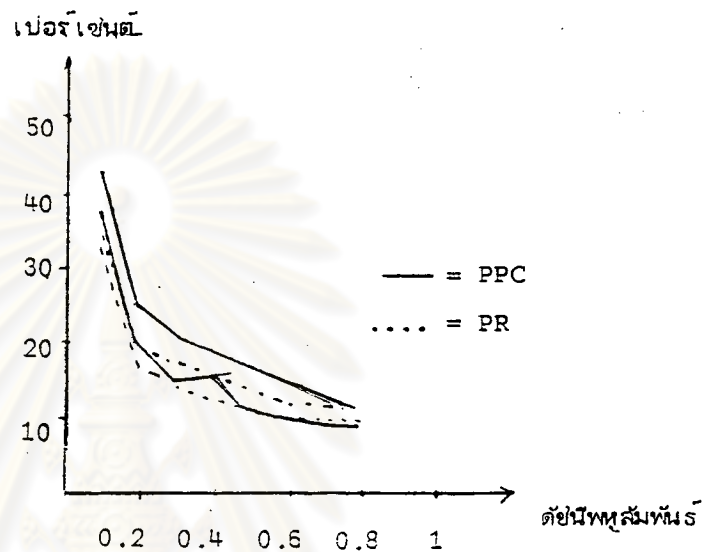
รูปที่ 4.14 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 1



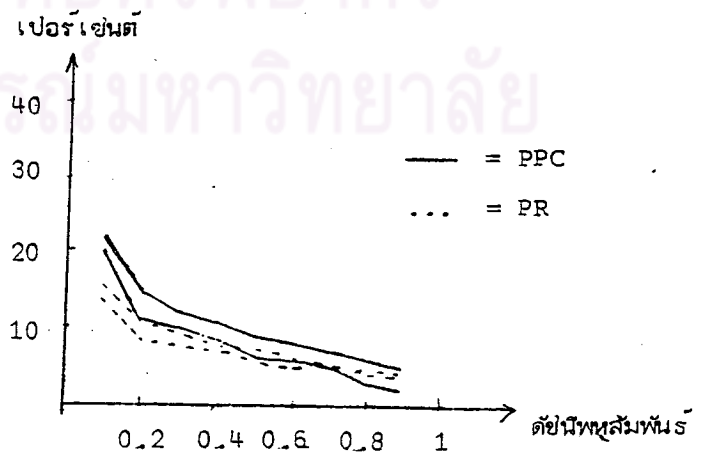
รูปที่ 4.15 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 25



รูปที่ 4.15 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 25

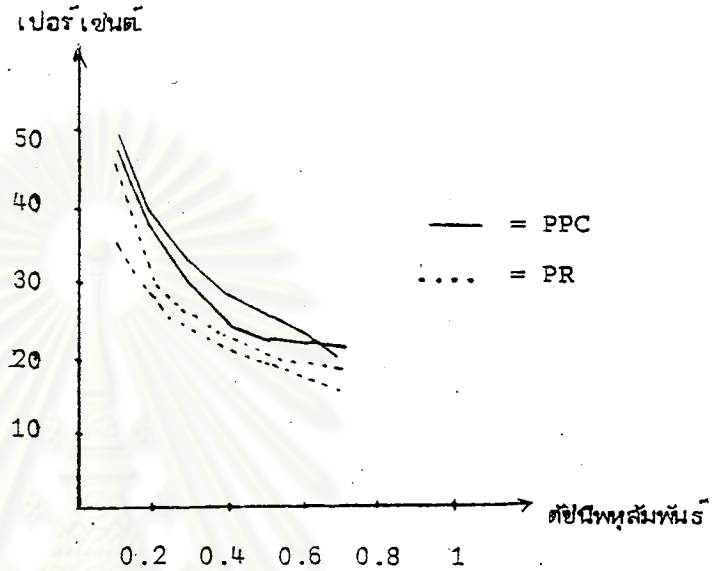


รูปที่ 4.15 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 25

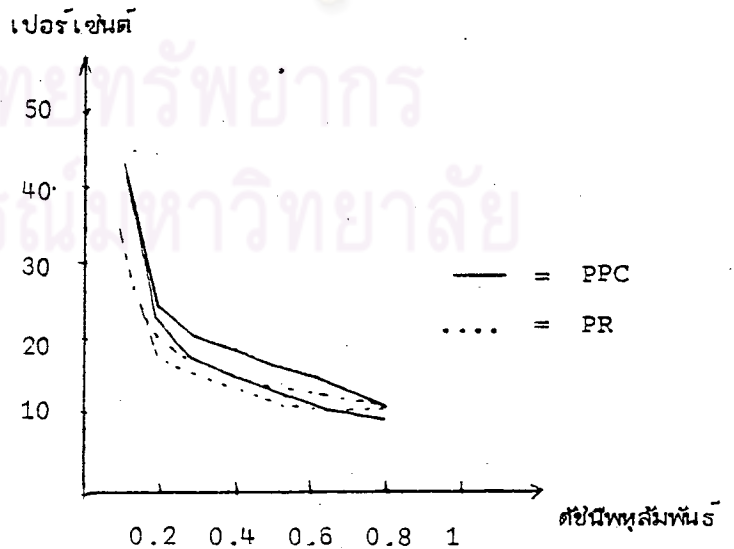




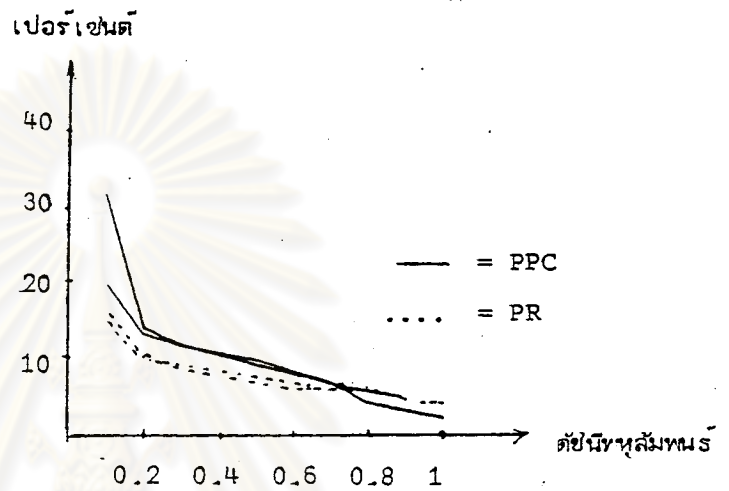
รูปที่ 4.16 ก แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



รูปที่ 4.16 ข แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง โดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



รูปที่ 4.16 ค แสดงค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างโดยเฉลี่ยของ PPC และ PR เมื่อใช้จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความแปรปรวนเท่ากับ 100



ศูนย์วิทยพัทยาการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย