บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเรื่องการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน ซึ่งใช้เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยการวิเคราะห์การถดถอย และการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ ใช้วิธีการวิเคราะห์ต่อไปนี้ วิธีการปรับให้เรียบ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ นำผลการพยากรณ์ที่ได้จากแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ว่าวิธีการพยากรณ์วิธีใดให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำสุด เพื่อหาวิธีที่จะใช้พยากรณ์ค่าในอนาคต ซึ่งในการอธิบายจะใช้สัญลักษณ์แทนความหมายต่าง ๆ ดังนี้

Y_t หมายถึง ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ ต้นเดือน t

Y_{t-1} หมายถึง ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ในเดือน t - 1

$X_{1,t-1}$ หมายถึง ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ในเดือน t - 1

$X_{2,t-1}$ หมายถึง ปริมาณน้ำระบายท้ายเขื่อน ในเดือน t - 1

α หมายถึง ค่าคงที่ปรับให้เรียบโดยวิธีปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังหรือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบโดยวิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

γ หมายถึง ค่าคงที่ปรับให้เรียบโดยวิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

α_1 หมายถึง ค่าคงที่ปรับให้เรียบที่แสดงระดับ โดยวิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

α_2 หมายถึง ค่าคงที่ปรับให้เรียบที่แสดงความชัน โดยวิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

α_3 หมายถึง ค่าคงที่ปรับให้เรียบที่แสดงฤดูกาล โดยวิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

t หมายถึง คาบเวลา 1, 2, . . . , n ในที่นี้คาบเวลาคือ เดือน

x_{it} หมายถึง ตัวบ่งชี้ตัวที่ i ของเดือน t , i = 1, 2, . . . , 11 และค่า x_{it} มีค่าที่เป็นไปได้ดังนี้ $x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}, \ldots, x_{11t}$

APE หมายถึง ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

MAPE หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

โดยรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลจะอยู่ในภาคผนวก ข ผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งตัวแบบตามเขื่อนต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล ไม่แปรผันตามระดับของค่าเฉลี่ยหรืออยู่ในกรณีที่ระดับค่าเฉลี่ยคงที่ จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 289 ถึง 306) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.1.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ -17.970, β_1 มีค่าเท่ากับ 1.001, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.007, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -1.067 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -17.970 + 1.001\, Y_{t-1} + 1.007\, X_{1,t-1} - 1.067\, X_{2,t-1}$$

4.1.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000, α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.1.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 7438.755 + 16.506\, t_1 - 55.617\, x_{1t} - 609.395\, x_{2t} - 1500.901\, x_{3t} - 2286.589\, x_{4t} - 2681.731\, x_{5t} - 2746.510\, x_{6t} - 2775.379\, x_{7t} - 1130.340\, x_{8t} - 1070.755\, x_{9t} - 92.261\, x_{10t} + 51.870\, x_{11t}$$

4.1.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(1, 1, 0)(1, 1, 0)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)(1 - \Phi_{12} B^{12})(1 - B)(1 - B^{12}) Y_t = \delta + a_t$$

หรือ $$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} + \Phi_{12} W_{t-12} - \phi_1 \Phi_{12} W_{t-13} + a_t$$

เมื่อ $$W_t = (1 - B)(1 - B^{12}) Y_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.64767 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.30627 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.64767\, W_{t-1} - 0.30627\, W_{t-12} + 0.19836\, W_{t-13}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.1 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.1 ถึง 4.3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.3126% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 7.7387% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 15.8374% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 11.2462% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบใหม่เป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $$\hat{Y}_t = -20.904 + 1.001\, Y_{t-1} + 1.008\, X_{1,t-1} - 1.066\, X_{2,t-1}$$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.2 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1}, $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มี

ปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.3

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม ปี พ. ศ. 2542 มีแนวโน้มลดลง แต่ในช่วงเดือนมิถุนายน - ธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับใช้ในฤดูแล้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีน้ำต้นทุนไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งเพียงพอต่อการจัดสรรน้ำในกิจกรรมต่าง ๆ และคาดว่าในปี พ. ศ. 2543 ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 และ พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.4

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	8,099.00	8,091.27	0.10	8,102.38	0.04	7,399.64	8.64	7,982.52	1.44
กุมภาพันธ์	7,449.00	7,439.05	0.13	7,428.47	0.28	6,862.37	7.88	7,117.69	4.45
มีนาคม	6,465.00	6,439.86	0.39	6,414.07	0.79	5,987.37	7.39	6,058.55	6.29
เมษายน	5,485.00	5,519.78	0.63	5,558.94	1.35	5,218.19	4.86	5,231.93	4.61
พฤษภาคม	4,994.00	5,009.05	0.30	5,098.60	2.09	4,839.55	3.09	4,399.62	11.90
มิถุนายน	4,752.00	4,762.16	0.21	4,984.94	4.90	4,791.28	0.83	3,868.67	18.59
กรกฎาคม	4,734.00	4,727.45	0.14	4,839.21	2.22	4,778.92	0.95	3,630.18	23.32
สิงหาคม	4,801.00	4,787.20	0.29	5,129.49	6.84	5,340.46	11.24	4,223.55	12.03
กันยายน	5,449.00	5,448.52	0.01	5,931.86	8.86	6,516.55	19.59	5,261.51	3.44
ตุลาคม	5,511.00	5,506.15	0.09	6,592.91	19.63	7,511.55	36.30	6,281.33	13.98
พฤศจิกายน	5,353.00	5,430.26	1.44	6,611.30	23.51	7,672.19	43.33	6,324.02	18.14
ธันวาคม	5,232.00	5,232.94	0.02	6,401.37	22.35	7,636.83	45.96	6,109.58	16.77
MAPE		0.3126*		7.7387		15.8374		11.2462	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	4,973.85	4,952.47	5,000.20
กุมภาพันธ์	2542	4,652.54	4,631.12	4,678.64
มีนาคม	2542	4,364.33	4,344.22	4,388.81
เมษายน	2542	4,181.98	4,162.84	4,205.31
พฤษภาคม	2542	4,607.87	4,586.97	4,632.89
มิถุนายน	2542	4,927.24	4,907.48	4,951.57
กรกฎาคม	2542	4,968.66	4,949.16	4,993.00
สิงหาคม	2542	6,648.82	6,617.24	6,685.34
กันยายน	2542	9,534.56	9,486.40	9,588.64
ตุลาคม	2542	10,369.18	10,333.17	10,414.09
พฤศจิกายน	2542	10,112.21	10,079.51	10,154.52
ธันวาคม	2542	9,981.53	9,951.50	10,021.22
มกราคม	2543	9,663.80	9,634.67	9,702.52
กุมภาพันธ์	2543	9,161.16	9,131.11	9,200.38
มีนาคม	2543	8,488.20	8,456.77	8,528.16
เมษายน	2543	7,892.04	7,862.36	7,929.66
พฤษภาคม	2543	7,486.46	7,460.11	7,520.34
มิถุนายน	2543	7,435.07	7,413.62	7,463.95
กรกฎาคม	2543	7,496.15	7,474.16	7,525.51
สิงหาคม	2543	8,093.05	8,068.18	8,125.40
กันยายน	2543	9,354.47	9,323.07	9,393.92
ตุลาคม	2543	10,528.81	10,497.13	10,569.82
พฤศจิกายน	2543	10,767.45	10,739.87	10,805.46
ธันวาคม	2543	10,783.37	10,752.80	10,824.40

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.3 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนภูมิพล

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	5,232.00	27.00	253.00
กุมภาพันธ์	2542	4,956.00	13.00	282.00
มีนาคม	2542	4,604.00	10.00	219.00
เมษายน	2542	4,341.00	30.00	162.00
พฤษภาคม	2542	4,152.00	508.00	37.00
มิถุนายน	2542	4,577.00	370.00	6.00
กรกฎาคม	2542	4,925.00	148.00	84.00
สิงหาคม	2542	4,977.00	1,723.00	46.00
กันยายน	2542	6,007.00	3,600.00	81.00
ตุลาคม	2542	9,095.00	1,482.00	195.00
พฤศจิกาย	2542	10,014.00	545.00	413.00
ธันวาคม	2542	10,000.00	351.00	339.00
มกราคม	2543	10,010.00	102.00	411.00
กุมภาพันธ์	2543	9,701.00	35.00	529.00
มีนาคม	2543	9,207.00	6.00	669.00
เมษายน	2543	8,544.00	0.00	600.00
พฤษภาคม	2543	7,944.00	1.00	418.00
มิถุนายน	2543	7,527.00	31.00	103.00
กรกฎาคม	2543	7,455.00	143.00	84.00
สิงหาคม	2543	7,514.00	611.00	22.00
กันยายน	2543	8,103.00	1,305.00	48.00
ตุลาคม	2543	9,360.00	1,208.00	35.00
พฤศจิกาย	2543	10,568.00	353.00	137.00
ธันวาคม	2543	10,784.00	351.00	323.00

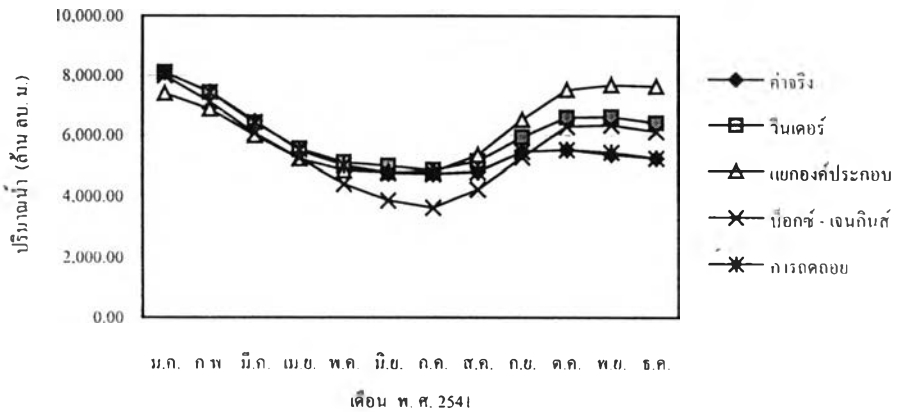
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยขอ ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	8,099.00	4,973.85 (-38.59)	9,663.80 (+ 19.32)
กุมภาพันธ์	7,449.00	4,652.54 (-37.54)	9,161.16 (+ 22.99)
มีนาคม	6,465.00	4,364.33 (-32.49)	8,488.20 (+ 31.29)
เมษายน	5,485.00	4,181.98 (-24.76)	7,892.04 (+ 43.88)
พฤษภาคม	4,994.00	4,607.87 (- 7.73)	7,486.46 (+ 49.91)
มิถุนายน	4,752.00	4,927.24 (+ 3.69)	7,435.07 (+ 56.46)
กรกฎาคม	4,734.00	4,968.66 (+ 4.96)	7,496.15 (+ 58.35)
สิงหาคม	4,801.00	6,648.82 (+38.49)	8,093.05 (+ 68.57)
กันยายน	5,449.00	9,534.56 (+74.98)	9,354.47 (+ 71.67)
ตุลาคม	5,511.00	10,369.18 (+88.15)	10,528.81 (+ 91.05)
พฤศจิกายน	5,353.00	10,112.21 (+88.91)	10,767.45 (+101.15)
ธันวาคม	5,232.00	9,981.53 (+90.78)	10,783.37 (+106.10)

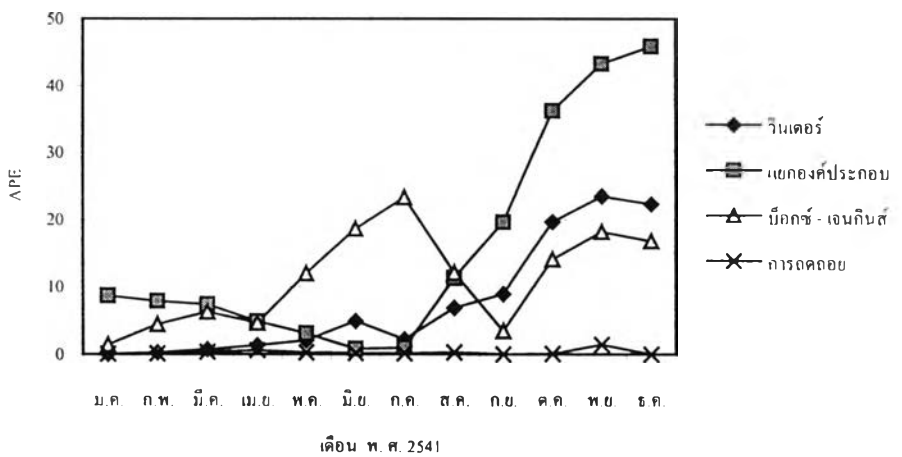
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

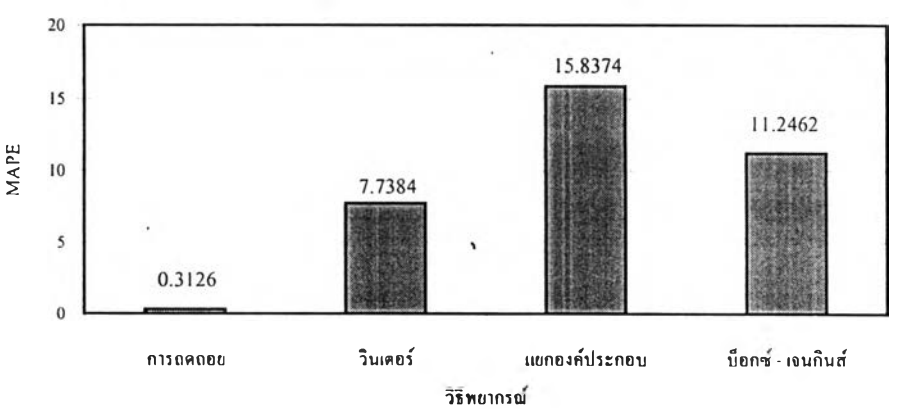
รูปภาพที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนภูมิพล



รูปภาพที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนภูมิพล



รูปภาพที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนภูมิพล



4.2 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์จะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล ไม่แปรผันตามระดับของค่าเฉลี่ยหรืออยู่ในกรณีที่ระดับค่าเฉลี่ยคงที่ จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 307 ถึง 317) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.2.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ -17.400, β_1 มีค่าเท่ากับ 0.999, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.007, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -1.016 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -17.400 + 0.999\, Y_{t-1} + 1.007\, X_{1,t-1} - 1.016\, X_{2,t-1}$$

4.2.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.2.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 5072.923 + 15.762\, t_1 - 19.431\, x_{1t} - 481.376\, x_{2t} - 1065.956\, x_{3t} - 1590.355\, x_{4t} - 1879.208\, x_{5t} - 1963.880\, x_{6t} - 1662.188\, x_{7t} - 673.496\, x_{8t} - 4.167\, x_{9t} + 261.616\, x_{10t} + 116.762\, x_{11t}$$

4.2.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ ARIMA $(1, 1, 0)(1, 1, 0)_{12}$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.44448 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.25050 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.44448\, W_{t-1} - 0.25050\, W_{t-12} + 0.11134\, W_{t-13}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.2 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.4 ถึง 4.6 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.1308% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.1886% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 10.4748% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 8.0597% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์โดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = -22.405 + 0.998\, Y_{t-1} + 1.005\, X_{1,t-1} - 1.023\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.6 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.7

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของ

เขื่อนสิริกิติ์ในช่วงเดือนมกราคม – เมษายน ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนพฤษภาคม - เดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้งของปี พ. ศ. 2543 และคาดว่าจะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในปี พ. ศ. 2543 อยู่ในเกณฑ์มากพอที่จะทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 และ พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.8

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ. ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	6,004.00	6,010.40	0.11	6,179.56	2.92	5,069.25	15.57	6,067.44	1.06
กุมภาพันธ์	5,390.00	5,392.62	0.05	5,736.00	6.42	4,623.07	14.23	5,582.35	3.57
มีนาคม	4,777.00	4,786.28	0.19	5,160.66	8.03	4,054.25	15.13	4,961.86	3.87
เมษายน	4,229.00	4,231.70	0.06	4,640.68	9.73	3,545.62	16.16	4,420.67	4.53
พฤษภาคม	3,974.00	3,993.93	0.50	4,376.76	10.13	3,254.53	18.10	4,085.69	2.81
มิถุนายน	3,871.00	3,870.03	0.03	4,337.57	12.05	3,203.62	17.24	3,986.17	2.98
กรกฎาคม	4,201.00	4,197.75	0.08	4,647.23	10.62	3,521.07	16.18	4,308.47	2.56
สิงหาคม	4,507.00	4,500.64	0.14	5,629.56	24.91	4,525.52	0.41	5,396.15	19.73
กันยายน	5,594.00	5,597.38	0.06	6,287.96	12.41	5,210.61	6.85	6,145.76	9.86
ตุลาคม	5,657.00	5,651.93	0.09	6,583.54	16.38	5,492.16	2.91	6,450.41	14.03
พฤศจิกายน	5,477.00	5,469.94	0.13	6,527.89	19.19	5,363.07	2.08	6,309.71	15.20
ธันวาคม	5,308.00	5,300.97	0.13	6,485.93	22.19	5,262.07	0.87	6,185.13	16.52
MAPE		0.1308*		3.1886		10.4748		8.0597	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	4,982.22	4,969.73	4,994.79
กุมภาพันธ์	2542	4,575.23	4,562.64	4,587.89
มีนาคม	2542	4,088.12	4,075.32	4,101.00
เมษายน	2542	3,895.40	3,884.65	3,906.26
พฤษภาคม	2542	4,043.02	4,033.48	4,052.79
มิถุนายน	2542	4,410.72	4,400.82	4,421.05
กรกฎาคม	2542	4,711.89	4,700.99	4,723.26
สิงหาคม	2542	5,434.57	5,420.98	5,449.23
กันยายน	2542	6,365.19	6,348.90	6,382.93
ตุลาคม	2542	7,179.55	7,165.88	7,194.15
พฤศจิกายน	2542	7,387.23	7,374.50	7,400.22
ธันวาคม	2542	7,440.74	7,427.97	7,453.63
มกราคม	2543	7,187.34	7,172.54	7,202.29
กุมภาพันธ์	2543	6,631.70	6,615.54	6,647.97
มีนาคม	2543	6,031.91	6,016.40	6,047.48
เมษายน	2543	5,516.54	5,501.82	5,531.36
พฤษภาคม	2543	5,301.97	5,289.44	5,314.61
มิถุนายน	2543	5,152.72	5,141.11	5,164.40
กรกฎาคม	2543	5,461.75	5,449.94	5,474.03
สิงหาคม	2543	6,253.06	6,238.55	6,268.70
กันยายน	2543	7,576.82	7,562.74	7,592.27
ตุลาคม	2543	8,124.84	8,109.90	8,140.52
พฤศจิกายน	2543	8,047.52	8,032.18	8,063.11
ธันวาคม	2543	7,952.28	7,937.75	7,966.95

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.7 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนสิริกิติ์

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	5,308.00	79.00	376.00
กุมภาพันธ์	2542	4,985.00	69.00	449.00
มีนาคม	2542	4,578.00	87.00	546.00
เมษายน	2542	4,081.00	117.00	277.00
พฤษภาคม	2542	3,892.00	238.00	66.00
มิถุนายน	2542	4,035.00	433.00	38.00
กรกฎาคม	2542	4,408.00	459.00	134.00
สิงหาคม	2542	4,713.00	1,070.00	328.00
กันยายน	2542	5,455.00	1,457.00	525.00
ตุลาคม	2542	6,387.00	923.00	111.00
พฤศจิกายน	2542	7,199.00	254.00	42.00
ธันวาคม	2542	7,411.00	115.00	60.00
มกราคม	2543	7,465.00	136.00	383.00
กุมภาพันธ์	2543	7,218.00	108.00	659.00
มีนาคม	2543	6,667.00	59.00	659.00
เมษายน	2543	6,067.00	97.00	614.00
พฤษภาคม	2543	5,550.00	111.00	331.00
มิถุนายน	2543	5,330.00	75.00	226.00
กรกฎาคม	2543	5,179.00	462.00	157.00
สิงหาคม	2543	5,484.00	1,125.00	335.00
กันยายน	2543	6,274.00	1,368.00	50.00
ตุลาคม	2543	7,592.00	739.00	183.00
พฤศจิกายน	2543	8,148.00	249.00	320.00
ธันวาคม	2543	8,077.00	138.00	234.00

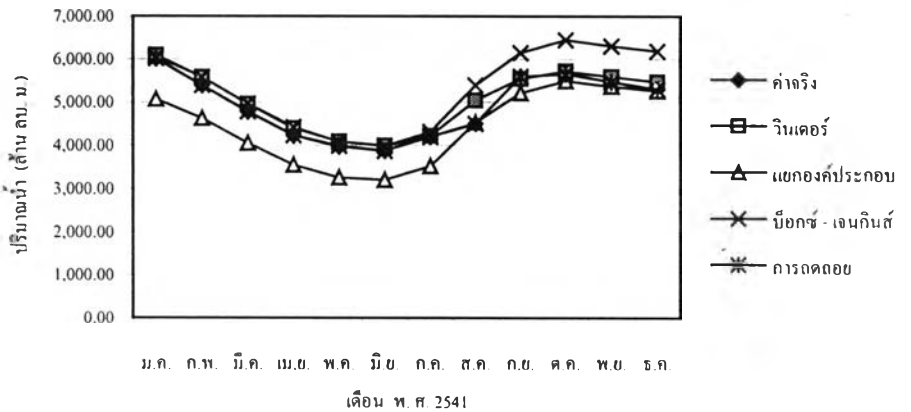
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยขอ ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	6,004.00	4,982.22 (-17.02)	7,187.34 (+19.71)
กุมภาพันธ์	5,390.00	4,575.23 (-15.12)	6,631.70 (+23.04)
มีนาคม	4,777.00	4,088.12 (-14.42)	6,031.91 (+26.27)
เมษายน	4,229.00	3,895.40 (- 7.89)	5,516.54 (+30.45)
พฤษภาคม	3,974.00	4,043.02 (+ 1.74)	5,301.97 (+33.42)
มิถุนายน	3,871.00	4,410.72 (+13.94)	5,152.72 (+33.11)
กรกฎาคม	4,201.00	4,711.89 (+12.16)	5,461.75 (+30.01)
สิงหาคม	4,507.00	5,434.57 (+20.58)	6,253.06 (+38.74)
กันยายน	5,594.00	6,365.19 (+13.79)	7,576.82 (+35.45)
ตุลาคม	5,657.00	7,179.55 (+26.91)	8,124.84 (+43.62)
พฤศจิกายน	5,477.00	7,387.23 (+34.88)	8,047.52 (+46.93)
ธันวาคม	5,308.00	7,440.74 (+40.18)	7,952.28 (+49.82)

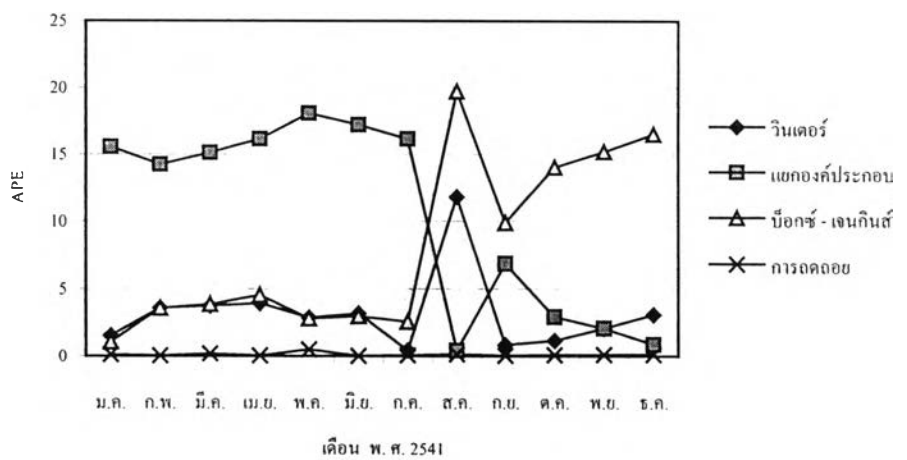
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

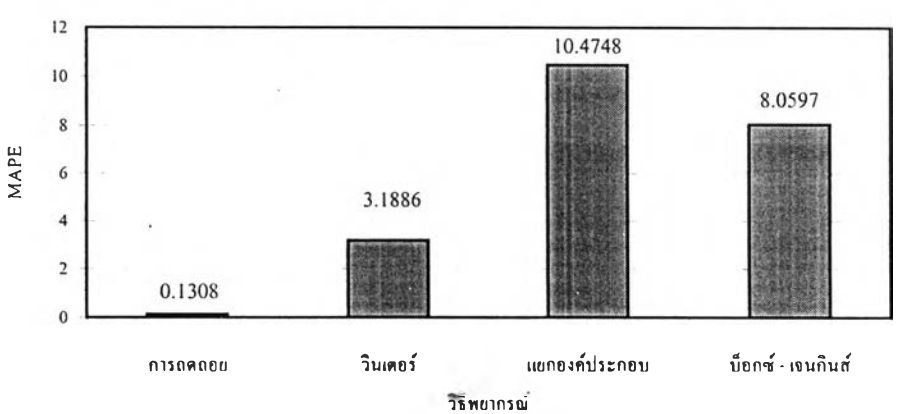
รูปภาพที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนสิริกิติ์



รูปภาพที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนสิริกิติ์



รูปภาพที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนสิริกิติ์



4.3 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวในค่าเฉลี่ยไม่คงที่และมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 318 ถึง 328) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.3.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.997, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.999, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -1.062 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.997\, Y_{t-1} + 0.999\, X_{1,t-1} - 1.062\, X_{2,t-1}$$

4.3.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.3.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 203.441 - 7.56E\text{-}02\, t_1 - 24.992\, x_{1t} - 46.119\, x_{2t} - 73.407\, x_{3t} - 103.332\, x_{4t} - 114.347\, x_{5t} - 123.453\, x_{6t} - 124.741\, x_{7t} - 68.302\, x_{8t} - 18.499\, x_{9t} + 0.122\, x_{10t} + 2.834\, x_{11t}$$

4.3.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ ARIMA $(1, 1, 0)(1, 1, 0)_{12}$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.23958 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.37339 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.23958\, W_{t-1} - 0.37339\, W_{t-12} + 0.088946\, W_{t-13}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.9 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.7 ถึง 4.9 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.1964% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 41.6989% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 39.9091% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 35.7855% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการแยกองค์ประกอบเหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.992\, Y_{t-1} + 1.001\, X_{1,t-1} - 1.036\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.10 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำโดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.11

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลในช่วงเดือนมกราคม – กรกฎาคม ปี พ. ศ. 2542 ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนสิงหาคม - ธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าปีที่ผ่านมา และคาดว่าในปี พ. ศ. 2543 ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.12

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ. ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	208.00	204.69	1.59	200.76	3.48	203.44	2.19	215.62	3.66
กุมภาพันธ์	185.00	181.64	1.82	174.74	5.54	203.44	9.97	185.92	0.50
มีนาคม	144.00	139.34	3.24	144.12	0.08	130.03	9.70	160.02	11.12
เมษายน	113.00	112.54	0.41	107.52	4.85	100.11	11.41	119.92	6.13
พฤษภาคม	105.00	102.74	2.15	89.81	14.47	89.09	15.15	90.03	14.26
มิถุนายน	92.00	91.52	0.52	80.35	12.67	79.99	13.06	59.27	35.58
กรกฎาคม	77.00	73.90	4.03	75.15	2.41	78.70	2.21	41.45	46.17
สิงหาคม	74.00	70.90	4.19	134.38	81.59	135.14	82.62	88.00	18.92
กันยายน	119.00	83.97	29.44	196.28	64.94	203.44	70.96	161.69	35.87
ตุลาคม	112.00	108.46	3.16	224.35	100.31	203.44	81.64	199.10	77.77
พฤศจิกายน	111.00	108.35	2.39	229.95	107.16	203.44	83.28	207.08	86.56
ธันวาคม	108.00	105.07	2.71	231.27	114.14	203.44	88.37	208.32	92.89
MAPE		3.1964*		41.6989		39.9091		35.7855	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	100.67	97.14	102.29
กุมภาพันธ์	2542	86.15	82.52	87.88
มีนาคม	2542	68.34	64.66	70.11
เมษายน	2542	53.95	50.51	55.49
พฤษภาคม	2542	58.67	55.79	59.64
มิถุนายน	2542	70.80	67.84	71.86
กรกฎาคม	2542	61.38	57.65	63.20
สิงหาคม	2542	89.18	84.57	91.91
กันยายน	2542	179.81	173.96	183.85
ตุลาคม	2542	226.48	220.68	230.44
พฤศจิกายน	2542	237.83	232.62	241.15
ธันวาคม	2542	247.68	242.53	250.93
มกราคม	2543	235.36	229.67	239.15
กุมภาพันธ์	2543	216.18	210.63	219.82
มีนาคม	2543	177.78	171.54	182.10
เมษายน	2543	153.17	147.84	156.59
พฤษภาคม	2543	148.19	143.75	150.73
มิถุนายน	2543	139.18	134.75	141.70
กรกฎาคม	2543	125.69	120.51	128.97
สิงหาคม	2543	124.43	118.98	128.00
กันยายน	2543	139.30	132.14	144.62
ตุลาคม	2543	135.20	130.27	138.23
พฤศจิกายน	2543	142.16	138.05	144.37
ธันวาคม	2543	139.87	136.04	141.79

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.11 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	108.00	3.90	9.20
กุมภาพันธ์	2542	101.00	1.30	14.00
มีนาคม	2542	86.00	2.30	17.80
เมษายน	2542	67.00	5.00	16.10
พฤษภาคม	2542	54.00	11.00	4.90
มิถุนายน	2542	59.00	16.30	3.10
กรกฎาคม	2542	69.00	12.40	18.00
สิงหาคม	2542	62.00	49.80	20.60
กันยายน	2542	91.20	105.30	14.70
ตุลาคม	2542	181.80	60.90	13.50
พฤศจิกาย	2542	229.20	20.50	8.90
ธันวาคม	2542	249.70	9.30	8.20
มกราคม	2543	250.80	7.60	19.50
กุมภาพันธ์	2543	238.90	2.30	21.50
มีนาคม	2543	219.70	1.80	39.70
เมษายน	2543	181.80	3.70	29.00
พฤษภาคม	2543	156.50	8.90	14.60
มิถุนายน	2543	150.80	7.30	16.30
กรกฎาคม	2543	141.80	16.30	29.40
สิงหาคม	2543	128.70	30.20	31.50
กันยายน	2543	127.00	66.20	50.30
ตุลาคม	2543	143.30	18.00	23.30
พฤศจิกาย	2543	143.90	10.60	10.00
ธันวาคม	2543	144.00	5.00	6.90

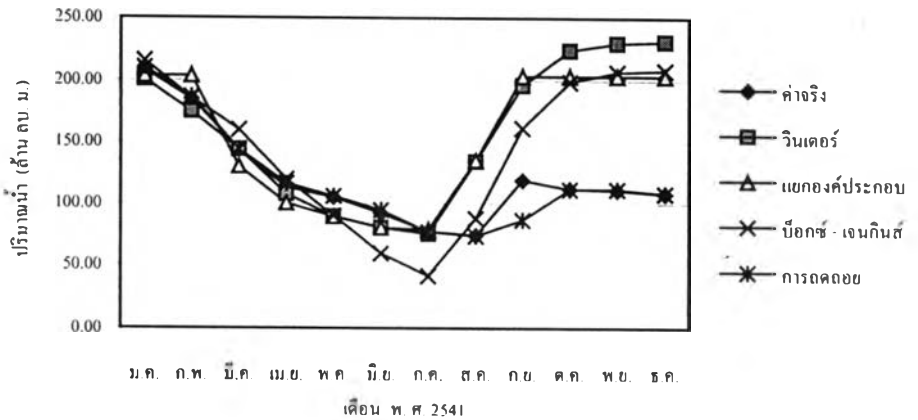
ตารางที่ 4.12 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	208.00	100.67 (- 51.60)	235.36 (+ 13.15)
กุมภาพันธ์	185.00	86.15 (- 54.43)	216.18 (+ 16.85)
มีนาคม	144.00	68.34 (- 52.24)	177.78 (+ 23.46)
เมษายน	113.00	53.95 (- 52.25)	153.17 (+ 35.55)
พฤษภาคม	105.00	58.67 (- 44.13)	148.19 (+ 41.14)
มิถุนายน	92.00	70.80 (- 23.05)	139.18 (+ 51.28)
กรกฎาคม	77.00	61.38 (- 20.29)	125.69 (+ 63.23)
สิงหาคม	74.00	89.18 (+ 20.51)	124.43 (+ 68.15)
กันยายน	119.00	179.81 (+ 51.10)	139.30 (+ 17.06)
ตุลาคม	112.00	226.48 (+102.22)	135.20 (+ 20.71)
พฤศจิกายน	111.00	237.83 (+114.26)	142.16 (+ 28.07)
ธันวาคม	108.00	247.68 (+129.33)	139.87 (+ 29.51)

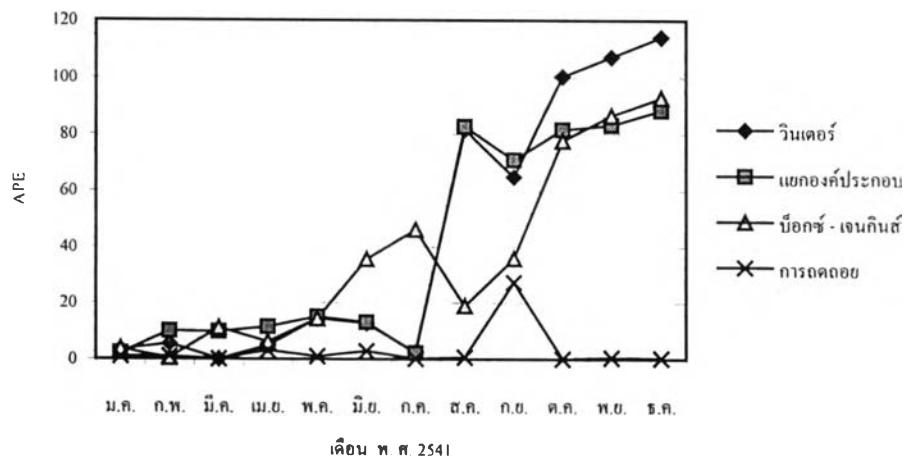
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

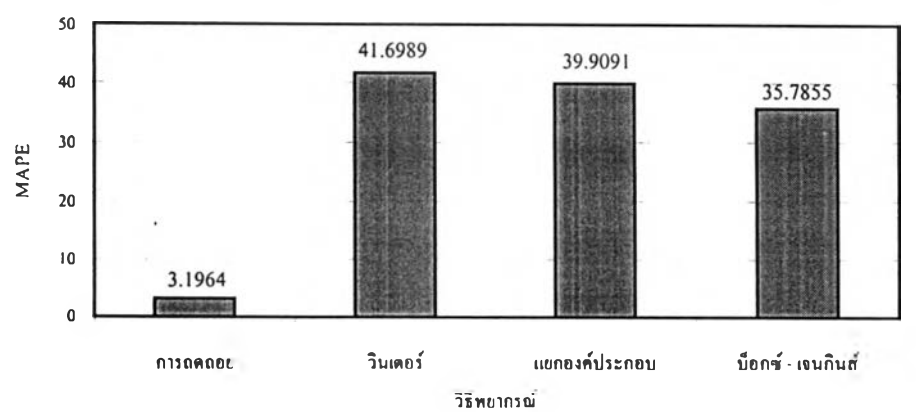
<u>รูปภาพที่</u> 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล



<u>รูปภาพที่</u> 4.8 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล



<u>รูปภาพที่</u> 4.9 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล



4.4 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลมจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มในค่าเฉลี่ยและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 329 ถึง 339) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.4.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 1.009, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.007, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -1.011 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1.004\, Y_{t-1} + 1.009\, X_{1,t-1} - 1.011\, X_{2,t-1}$$

4.4.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 0.800, α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.4.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 112.109 - 5.71E\text{-}02\, t_1 - 13.810\, x_{1t} - 26.480\, x_{2t} - 43.887\, x_{3t} - 54.457\, x_{4t} - 41.854\, x_{5t} - 50.342\, x_{6t} - 63.194\, x_{7t} - 45.956\, x_{8t} - 6.535\, x_{9t} + 0.159\, x_{10t} + 3.852\, x_{11t}$$

4.4.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ ARIMA $(1, 1, 0)(1, 1, 0)_{12}$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ -0.29126 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.29667 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = -0.29126\, W_{t-1} - 0.29667\, W_{t-12} - 0.08641\, W_{t-13}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.13 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.10 ถึง 4.12 ตามลำดับ พิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดย วิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 4.6317% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 27.7051% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 35.7177% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 22.6271% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลมโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.983\, Y_{t-1} + 0.972\, X_{1,t-1} - 1.051\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.14 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.15

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลมในช่วงเดือนมกราคม – เมษายน ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย และมี

ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลง แต่ในช่วงเดือนพฤษภาคม - ธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มเพิ่มมากพอที่จะทำการจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้งของปี พ. ศ. 2543 ได้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ กอปรกับคาดว่าจะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในปี พ. ศ. 2543 อยู่ในเกณฑ์มากพอที่จะทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 และ พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.16

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	94.00	90.95	3.24	93.42	0.61	98.24	4.51	98.53	1.09
กุมภาพันธ์	83.00	78.90	4.94	81.25	2.11	85.51	3.03	87.10	0.93
มีนาคม	63.00	66.13	4.97	63.94	1.49	68.06	8.03	67.91	2.52
เมษายน	51.00	53.74	5.37	53.37	4.64	57.42	12.60	58.85	7.02
พฤษภาคม	54.00	55.63	3.01	64.95	20.27	69.97	29.57	54.21	16.82
มิถุนายน	44.00	45.30	2.96	56.98	29.50	61.42	39.60	39.44	16.89
กรกฎาคม	26.00	31.19	19.96	42.19	62.27	48.52	86.60	32.43	46.50
สิงหาคม	36.00	36.86	2.38	60.15	67.07	65.70	82.49	46.46	50.98
กันยายน	89.00	92.18	3.58	101.48	14.02	105.06	18.05	100.90	10.90
ตุลาคม	72.00	72.84	1.17	108.04	50.05	111.70	55.14	97.16	43.29
พฤศจิกายน	81.00	84.08	3.80	111.91	38.16	115.33	42.39	109.76	35.53
ธันวาคม	76.00	75.85	0.19	108.11	42.26	111.42	46.61	102.83	39.07
MAPE		4.6317*		27.7051		35.7177		22.6271	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	64.61	59.83	69.38
กุมภาพันธ์	2542	53.02	48.63	57.40
มีนาคม	2542	38.90	34.87	42.94
เมษายน	2542	42.36	39.12	45.60
พฤษภาคม	2542	92.24	86.86	97.62
มิถุนายน	2542	95.33	89.03	101.63
กรกฎาคม	2542	65.56	58.75	72.36
สิงหาคม	2542	129.52	114.51	144.53
กันยายน	2542	138.71	120.75	156.66
ตุลาคม	2542	139.68	128.11	151.25
พฤศจิกายน	2542	140.42	130.38	150.46
ธันวาคม	2542	138.78	131.64	145.93
มกราคม	2543	132.13	125.28	138.98
กุมภาพันธ์	2543	120.54	113.85	127.22
มีนาคม	2543	107.43	101.10	113.76
เมษายน	2543	99.48	93.74	105.22
พฤษภาคม	2543	91.52	86.11	96.93
มิถุนายน	2543	71.33	65.55	77.11
กรกฎาคม	2543	77.08	71.02	83.14
สิงหาคม	2543	97.63	90.21	105.05
กันยายน	2543	150.68	138.84	162.52
ตุลาคม	2543	146.68	132.89	160.47
พฤศจิกายน	2543	160.17	152.99	167.35
ธันวาคม	2543	154.11	147.02	161.21

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.15 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนกิ่วลม

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	76.00	5.40	15.70
กุมภาพันธ์	2542	64.00	4.50	14.30
มีนาคม	2542	51.00	3.70	14.50
เมษายน	2542	40.20	4.40	1.00
พฤษภาคม	2542	44.00	55.30	6.20
มิถุนายน	2542	93.00	26.90	23.70
กรกฎาคม	2542	97.00	14.30	44.60
สิงหาคม	2542	65.00	182.20	116.90
กันยายน	2542	130.30	169.40	160.20
ตุลาคม	2542	139.50	79.00	78.20
พฤศจิกาย	2542	140.30	58.80	58.10
ธันวาคม	2542	141.00	19.70	21.40
มกราคม	2543	139.30	13.80	20.40
กุมภาพันธ์	2543	132.70	11.20	22.70
มีนาคม	2543	121.20	9.50	22.50
เมษายน	2543	108.20	8.80	16.70
พฤษภาคม	2543	100.00	7.30	14.90
มิถุนายน	2543	92.40	8.00	28.00
กรกฎาคม	2543	72.40	31.80	26.10
สิงหาคม	2543	78.10	55.50	35.10
กันยายน	2543	98.50	123.40	70.70
ตุลาคม	2543	151.20	101.50	105.40
พฤศจิกาย	2543	147.30	26.00	12.80
ธันวาคม	2543	160.50	10.40	16.40

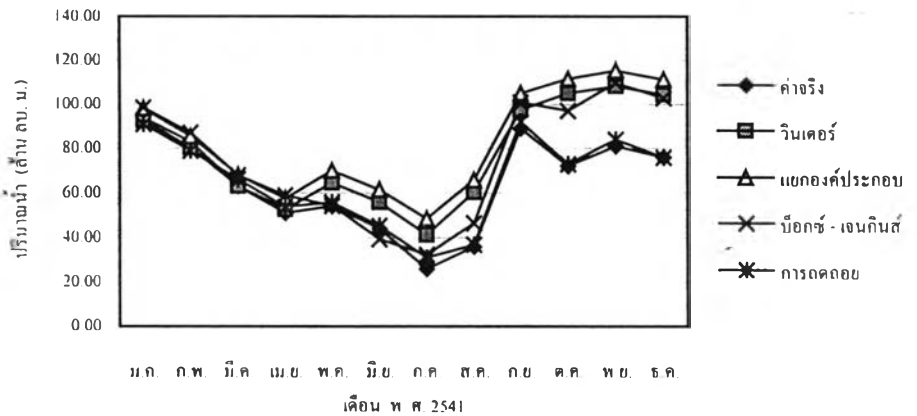
ตารางที่ 4.16 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยขอ ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	94.00	64.61 (- 31.27)	132.13 (+ 40.57)
กุมภาพันธ์	83.00	53.02 (- 36.13)	120.54 (+ 45.22)
มีนาคม	63.00	38.90 (- 38.25)	107.43 (+ 70.53)
เมษายน	51.00	42.36 (- 16.95)	99.48 (+ 95.06)
พฤษภาคม	54.00	92.24 (+ 70.82)	91.52 (+ 69.48)
มิถุนายน	44.00	95.33 (+116.67)	71.33 (+ 62.12)
กรกฎาคม	26.00	65.56 (+152.14)	77.08 (+196.48)
สิงหาคม	36.00	129.52 (+259.78)	97.63 (+171.19)
กันยายน	89.00	138.71 (+ 55.85)	150.68 (+ 69.30)
ตุลาคม	72.00	139.68 (+ 94.00)	146.68 (+103.72)
พฤศจิกายน	81.00	140.42 (+ 73.36)	160.17 (+ 97.74)
ธันวาคม	76.00	138.78 (+ 82.61)	154.11 (+102.78)

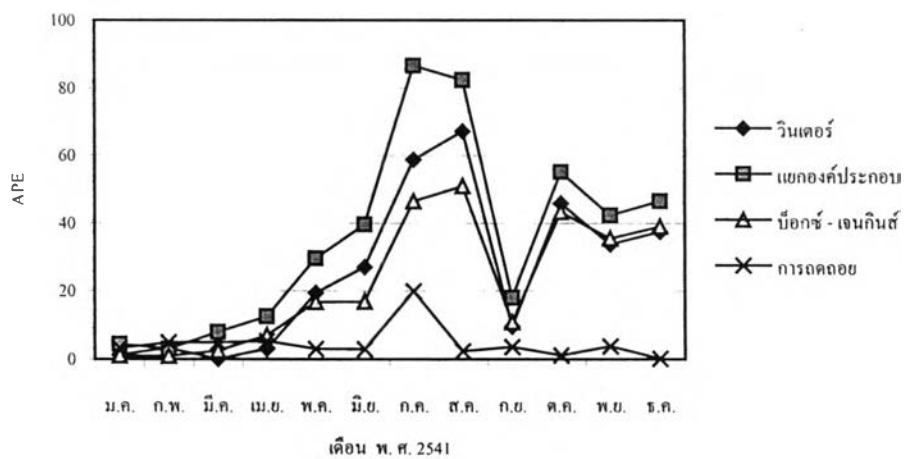
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

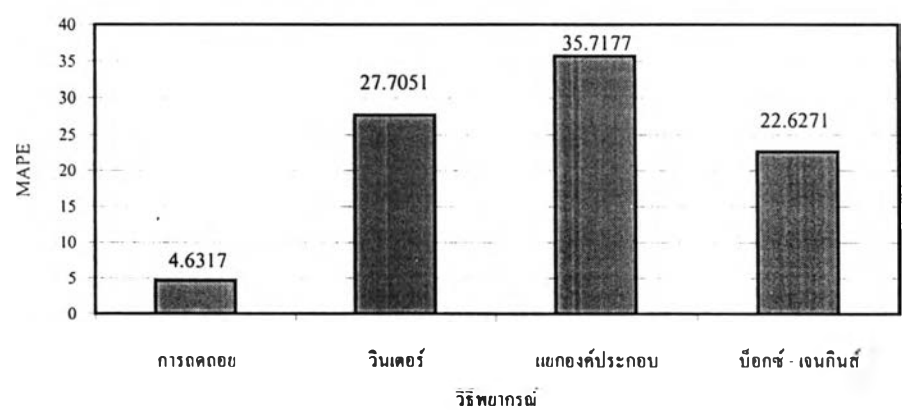
รูปภาพที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนกิ่วลม



รูปภาพที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนกิ่วลม



รูปภาพที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนกิ่วลม



4.5 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มในค่าเฉลี่ยและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 340 ถึง 350) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.5.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 1.001, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.972, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -0.968 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1.001\, Y_{t-1} + 0.972\, X_{1,t-1} - 0.968\, X_{2,t-1}$$

4.5.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.5.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 190.669 - 0.526\, t_1 - 25.641\, x_{1t} - 34.515\, x_{2t} - 45.063\, x_{3t} - 52.737\, x_{4t} - 54.260\, x_{5t} - 59.159\, x_{6t} - 78.782\, x_{7t} - 47.756\, x_{8t} - 11.879\, x_{9t} - 11.903\, x_{10t} - 4.076\, x_{11t}$$

4.5.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 0)_{12}$ เมื่อเป็นดังนี้

$$(1 - B)(1 - B^{12})\, Y_t = \delta + (1 - \theta_1 B)\, a_t$$

หรือ $W_t = \delta - \theta_1 a_{t-1} + a_t$

เมื่อ $W_t = (1 - B)(1 - B^{12}) Y_t$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ θ_1 เท่ากับ - 0.54503 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.54503\, a_{t-1}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.17 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.13 ถึง 4.15 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.1259% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 37.6376% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 50.2236% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 22.6737% ดังนั้นในการคาดคะเนปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 1.033\, Y_{t-1} + 0.980\, X_{1,t-1} - 0.973\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.18 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำโดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.19

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนมิถุนายน - ธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับใช้ในฤดูแล้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ภาวะแห้งแล้งที่เกิดขึ้นทำให้ความต้องการใช้น้ำสูงจึงส่งผลให้ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม ปี พ. ศ. 2543 มีปริมาณน้ำต้นทุนจัดมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 แต่ในช่วงเดือนสิงหาคม – ธันวาคม ปี พ. ศ. 2543 คาดว่าจะมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างมากพอที่จะทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มสูงกว่า ปี พ. ศ. 2541 แต่ก็ยังน้อยกว่าปี พ.ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.20

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	86.40	86.61	0.25	86.82	0.49	87.50	1.27	84.21	2.53
กุมภาพันธ์	72.80	75.07	3.12	77.95	7.07	79.10	8.65	72.31	0.67
มีนาคม	56.10	59.04	5.24	69.35	23.62	70.03	24.83	60.01	6.97
เมษายน	42.10	46.11	9.52	62.58	48.65	65.83	56.37	50.81	20.69
พฤษภาคม	41.80	43.13	3.17	57.57	37.72	59.78	43.01	48.21	15.33
มิถุนายน	43.60	43.49	0.24	49.53	13.60	50.35	15.48	31.51	27.73
กรกฎาคม	24.80	24.91	0.44	38.06	53.47	40.21	62.14	9.81	60.44
สิงหาคม	28.00	28.50	1.78	45.86	63.80	45.97	64.18	7.21	74.25
กันยายน	40.60	39.74	2.11	52.27	28.75	58.00	42.86	25.11	38.15
ตุลาคม	25.20	27.22	8.03	45.95	82.34	60.51	140.12	27.51	9.17
พฤศจิกายน	28.00	27.87	0.48	43.30	54.64	48.32	72.57	32.51	16.11
ธันวาคม	30.00	30.94	3.15	41.25	37.49	51.36	71.20	30.01	0.03
MAPE		3.1259*		37.6367		50.2236		22.6737	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	31.41	28.24	34.53
กุมภาพันธ์	2542	31.23	27.98	34.42
มีนาคม	2542	27.70	24.37	30.99
เมษายน	2542	26.48	23.12	29.79
พฤษภาคม	2542	33.80	30.53	37.02
มิถุนายน	2542	45.01	41.37	48.59
กรกฎาคม	2542	29.60	23.82	35.32
สิงหาคม	2542	34.10	25.53	42.55
กันยายน	2542	49.32	41.74	56.79
ตุลาคม	2542	49.14	41.13	57.05
พฤศจิกายน	2542	65.97	61.43	70.45
ธันวาคม	2542	71.57	67.35	75.74
มกราคม	2543	65.68	60.78	70.52
กุมภาพันธ์	2543	53.98	49.25	58.65
มีนาคม	2543	39.72	34.83	44.55
เมษายน	2543	29.19	24.53	33.78
พฤษภาคม	2543	41.38	37.85	44.86
มิถุนายน	2543	43.75	40.58	46.87
กรกฎาคม	2543	23.83	22.48	10.06
สิงหาคม	2543	30.10	24.14	35.98
กันยายน	2543	41.90	36.36	47.36
ตุลาคม	2543	38.35	33.51	43.13
พฤศจิกายน	2543	40.45	37.06	44.58
ธันวาคม	2543	43.82	40.60	47.00

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.19 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	30.00	3.20	1.10
กุมภาพันธ์	2542	31.47	2.50	2.10
มีนาคม	2542	29.90	2.00	3.60
เมษายน	2542	28.00	2.80	3.70
พฤษภาคม	2542	27.70	7.10	0.20
มิถุนายน	2542	33.50	12.40	0.00
กรกฎาคม	2542	46.70	7.00	24.00
สิงหาคม	2542	29.90	40.60	35.90
กันยายน	2542	34.60	40.30	24.80
ตุลาคม	2542	50.10	31.60	32.20
พฤศจิกายน	2542	49.50	19.90	2.50
ธันวาคม	2542	66.90	8.50	3.20
มกราคม	2543	72.20	5.30	11.50
กุมภาพันธ์	2543	66.00	1.30	13.10
มีนาคม	2543	54.20	2.00	16.30
เมษายน	2543	39.90	4.30	14.70
พฤษภาคม	2543	41.00	3.80	2.80
มิถุนายน	2543	42.70	1.70	0.00
กรกฎาคม	2543	23.30	11.30	30.70
สิงหาคม	2543	27.00	23.00	19.30
กันยายน	2543	30.70	25.00	13.00
ตุลาคม	2543	42.70	9.30	13.20
พฤศจิกายน	2543	38.80	6.80	4.10
ธันวาคม	2543	41.50	3.00	0.00

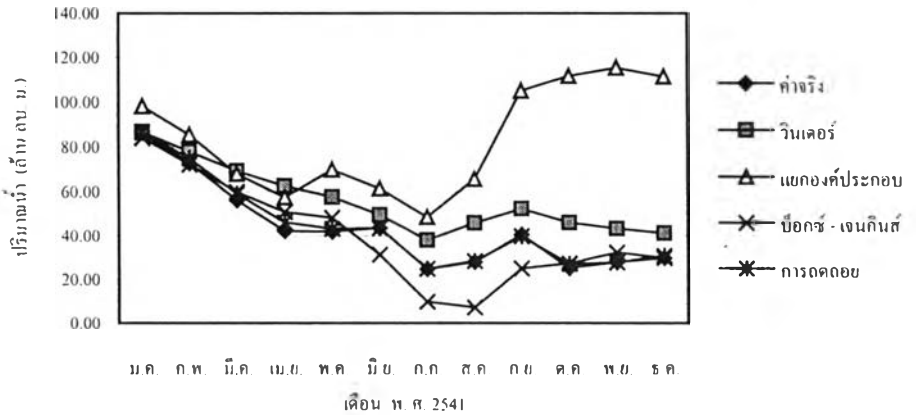
ตารางที่ 4.20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	86.40	31.41 (- 63.65)	65.68 (- 23.99)
กุมภาพันธ์	72.80	31.23 (- 57.11)	53.98 (- 25.85)
มีนาคม	56.10	27.70 (- 50.62)	39.72 (- 29.20)
เมษายน	42.10	26.48 (- 37.10)	29.19 (- 30.68)
พฤษภาคม	41.80	33.80 (- 19.14)	41.38 (- 1.01)
มิถุนายน	43.60	45.01 (+ 3.23)	43.75 (+ 0.34)
กรกฎาคม	24.80	29.60 (+ 19.37)	23.83 (- 3.91)
สิงหาคม	28.00	34.10 (+ 21.79)	30.10 (+ 7.49)
กันยายน	40.60	49.32 (+ 21.48)	41.90 (+ 3.20)
ตุลาคม	25.20	49.14 (+ 95.01)	38.35 (+ 52.20)
พฤศจิกายน	28.00	65.97 (+135.62)	40.45 (+ 45.88)
ธันวาคม	30.00	71.57 (+138.57)	43.82 (+ 46.07)

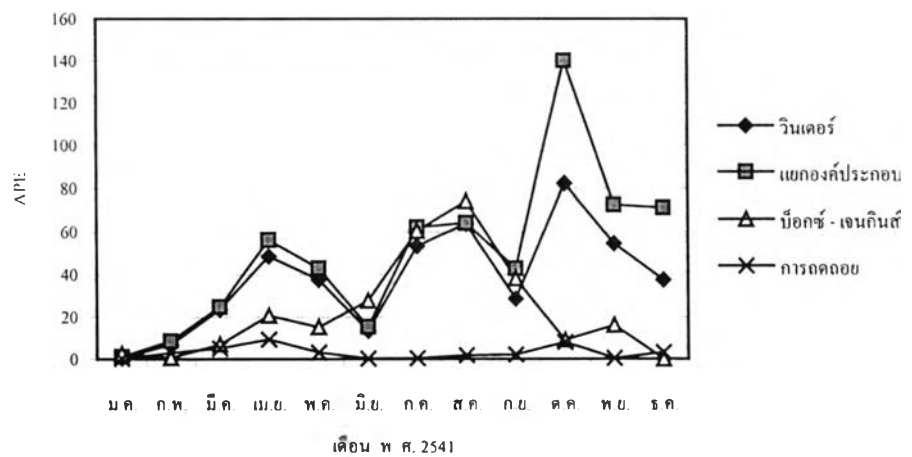
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

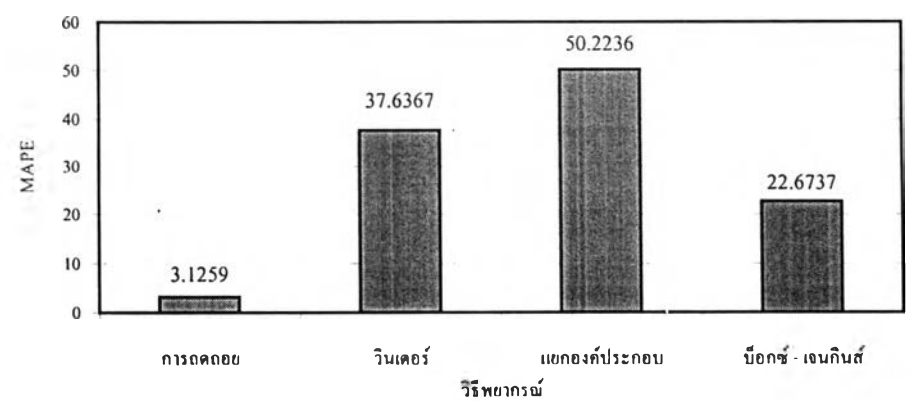
รูปภาพที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา



รูปภาพที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา



รูปภาพที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา



4.6 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์จะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มในค่าเฉลี่ยและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 351 ถึง 361) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.6.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.961, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.958, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -0.957 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.961\, Y_{t-1} + 0.958\, X_{1,t-1} - 0.975\, X_{2,t-1}$$

4.6.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 0.800, α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.6.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 1612.500 - 1.493\, t_1 - 195.151\, x_{1t} - 310.931\, x_{2t} - 442.256\, x_{3t} - 558.399\, x_{4t} - 626.179\, x_{5t} - 700.595\, x_{6t} - 776.829\, x_{7t} - 720.336\, x_{8t} - 277.025\, x_{9t} + 137.741\, x_{10t} + 88.352\, x_{11t}$$

4.6.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 1)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B)(1 - B^{12}) Y_t = \delta + (1 - \Theta_{12} B^{12}) a_t$$

หรือ $$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} - \Theta_{12} a_{t-12} + a_t$$

เมื่อ $$W_t = (1 - B)(1 - B^{12}) Y_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.93853 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Θ_{12} เท่ากับ – 0.70807 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.93853\, W_{t-1} + 0.70807\, a_{t-12}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.21 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.16 ถึง 4.18 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดย วิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 1.1329% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 51.2461% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 45.9905% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 13.5373% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของอุบลรัตน์โดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการแยกองค์ประกอบเหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $$\hat{Y}_t = 0.961\, Y_{t-1} + 0.959\, X_{1,t-1} - 0.975\, X_{2,t-1}$$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.22 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.23

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ในปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดอยู่ในเกณฑ์สูง ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งทำให้การจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้งเพียงพอกับความต้องการใช้น้ำ แต่อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงปริมาณน้ำต้นทุนของเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2543 ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าปี พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.24

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	893.00	901.38	0.94	794.13	11.07	1,415.86	58.55	884.67	0.93
กุมภาพันธ์	838.00	845.06	0.84	670.91	19.94	1,298.58	54.96	805.33	3.90
มีนาคม	732.00	744.55	1.71	547.69	25.18	1,165.76	59.26	712.53	2.66
เมษายน	664.00	671.74	1.17	444.82	33.01	1,048.13	57.85	632.04	4.81
พฤษภาคม	643.00	662.77	3.08	380.02	40.90	978.86	52.23	557.00	13.37
มิถุนายน	639.00	648.46	1.48	313.77	50.90	902.95	41.31	476.63	25.41
กรกฎาคม	608.00	615.96	1.31	249.60	58.95	825.22	35.73	426.79	29.80
สิงหาคม	832.00	827.20	0.58	223.74	73.11	880.22	5.80	455.80	45.22
กันยายน	1,077.00	1,065.28	1.09	310.98	71.13	1,322.04	22.75	898.32	16.59
ตุลาคม	1,104.00	1,097.47	0.59	332.03	69.93	1,735.31	57.18	1,168.35	5.83
พฤศจิกายน	1,094.00	1,093.35	0.06	250.98	77.06	1,684.40	53.97	1,175.91	7.49
ธันวาคม	1,047.00	1,054.89	0.75	169.65	83.80	1,594.58	52.30	1,114.33	6.43
MAPE		1.1329*		51.2461		45.9905		13.5373	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	963.97	932.31	994.50
กุมภาพันธ์	2542	862.71	830.76	893.61
มีนาคม	2542	743.14	710.89	774.41
เมษายน	2542	708.06	680.18	735.11
พฤษภาคม	2542	916.63	886.88	945.40
มิถุนายน	2542	1,093.76	1,050.25	1,135.86
กรกฎาคม	2542	890.15	830.42	948.20
สิงหาคม	2542	962.93	932.05	992.73
กันยายน	2542	1,406.98	1,364.77	1,447.62
ตุลาคม	2542	1,754.28	1,688.92	1,817.30
พฤศจิกายน	2542	1,978.49	1,932.96	2,021.88
ธันวาคม	2542	2,012.10	1,970.04	2,052.03
มกราคม	2543	1,933.83	1,883.86	1,981.56
กุมภาพันธ์	2543	1,865.68	1,817.62	1,911.59
มีนาคม	2543	1,767.54	1,714.52	1,818.36
เมษายน	2543	1,660.59	1,607.95	1,711.14
พฤษภาคม	2543	1,517.97	1,465.47	1,568.49
มิถุนายน	2543	1,401.84	1,352.79	1,449.06
กรกฎาคม	2543	1,350.73	1,308.09	1,391.73
สิงหาคม	2543	1,307.46	1,265.61	1,347.73
กันยายน	2543	1,367.41	1,327.50	1,405.74
ตุลาคม	2543	1,572.04	1,528.93	1,613.38
พฤศจิกายน	2543	1,595.41	1,558.01	1,631.10
ธันวาคม	2543	1,606.24	1,570.09	1,640.69

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.23 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนอุบลรัตน์

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	1,047.00	17.00	58.00
กุมภาพันธ์	2542	962.00	16.00	77.00
มีนาคม	2542	853.00	22.00	98.00
เมษายน	2542	734.00	56.00	50.00
พฤษภาคม	2542	703.00	269.00	15.00
มิถุนายน	2542	922.00	355.00	134.00
กรกฎาคม	2542	1,103.00	198.00	367.00
สิงหาคม	2542	897.00	143.00	35.00
กันยายน	2542	1,005.00	516.00	53.00
ตุลาคม	2542	1,468.00	615.00	251.00
พฤศจิกาย	2542	1,832.00	261.00	32.00
ธันวาคม	2542	2,061.00	46.00	12.00
มกราคม	2543	2,095.00	35.00	115.00
กุมภาพันธ์	2543	2,015.00	33.00	104.00
มีนาคม	2543	1,944.00	70.00	171.00
เมษายน	2543	1,843.00	72.00	183.00
พฤษภาคม	2543	1,732.00	57.00	205.00
มิถุนายน	2543	1,584.00	62.00	183.00
กรกฎาคม	2543	1,463.00	64.00	118.00
สิงหาคม	2543	1,409.00	70.00	115.00
กันยายน	2543	1,364.00	138.00	76.00
ตุลาคม	2543	1,426.00	278.00	65.00
พฤศจิกาย	2543	1,639.00	46.00	23.00
ธันวาคม	2543	1,662.00	21.00	10.00

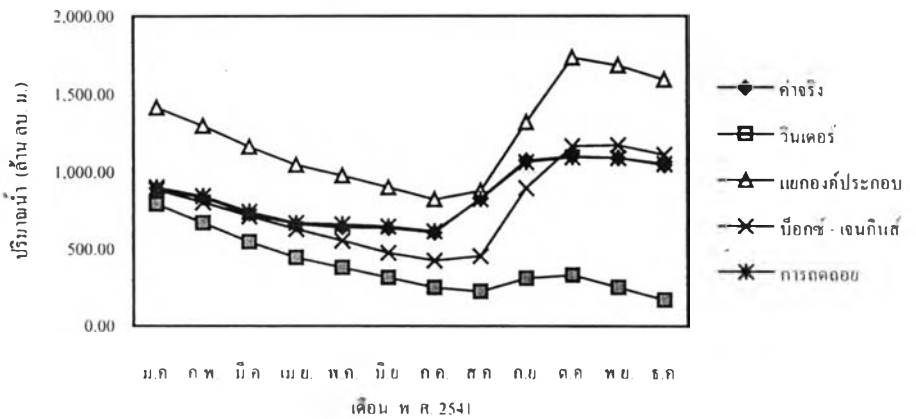
ตารางที่ 4.24 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	893.00	963.97 (+ 7.95)	1,933.83 (+116.55)
กุมภาพันธ์	838.00	862.71 (+ 2.95)	1,865.68 (+122.63)
มีนาคม	732.00	743.14 (+ 1.52)	1,767.54 (+141.47)
เมษายน	664.00	708.06 (+ 6.64)	1,660.59 (+150.09)
พฤษภาคม	643.00	916.63 (+42.56)	1,517.97 (+136.08)
มิถุนายน	639.00	1,093.76 (+71.17)	1,401.84 (+119.38)
กรกฎาคม	608.00	890.15 (+46.41)	1,350.73 (+122.16)
สิงหาคม	832.00	962.93 (+15.74)	1,307.46 (+ 57.15)
กันยายน	1,077.00	1,406.98 (+30.64)	1,367.41 (+ 26.96)
ตุลาคม	1,104.00	1,754.28 (+58.90)	1,572.04 (+ 42.40)
พฤศจิกายน	1,094.00	1,978.49 (+80.85)	1,595.41 (+ 45.83)
ธันวาคม	1,047.00	2,012.10 (+92.18)	1,606.24 (+ 53.41)

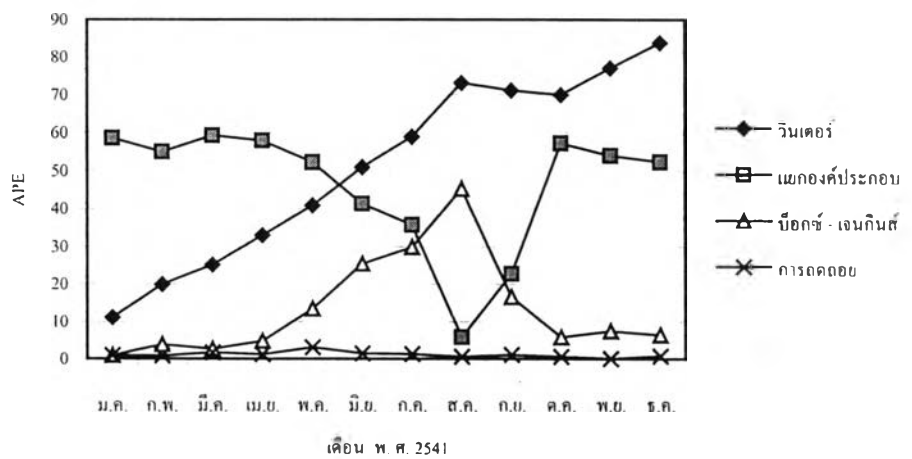
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

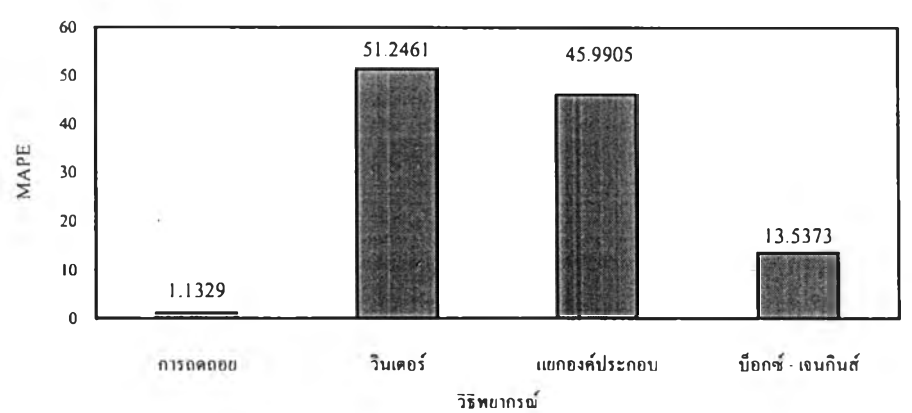
รูปภาพที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนอุบลรัตน์



รูปภาพที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนอุบลรัตน์



รูปภาพที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนอุบลรัตน์



4.7 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธรจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มในค่าเฉลี่ยและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 362 ถึง 371) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.7.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ -31.090, β_1 มีค่าเท่ากับ 0.987, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.034, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -0.972 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -31.090 + 0.987\, Y_{t-1} + 1.034\, X_{1,t-1} - 0.972\, X_{2,t-1}$$

4.7.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 0.800 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.7.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 1463.191 + 1.239\, t_1 - 123.831\, x_{1t} - 223.979\, x_{2t} - 341.399\, x_{3t} - 429.274\, x_{4t} - 469.876\, x_{5t} - 418.114\, x_{6t} - 311.262\, x_{7t} - 117.410\, x_{8t} - 124.716\, x_{9t} + 158.586\, x_{10t} + 108.057\, x_{11t}$$

4.7.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ ARIMA $(1, 0, 0)(0, 1, 1)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B^{12}) Y_t = \delta + (1 - \Theta_{12} B^{12}) a_t$$

หรือ $$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} - \Theta_{12} a_{t-12} + a_t$$

เมื่อ $$W_t = (1 - B^{12}) Y_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.85780 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Θ_{12} เท่ากับ 0.68545 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.85780\, W_{t-1} - 0.68545\, a_{t-12}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.25 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.19 ถึง 4.21 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอย จะให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.8241% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 16.8243% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 9.3900% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 7.7305% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่กรณีเขื่อนสิรินธรโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการแยกองค์ประกอบเหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $$\hat{Y}_t = -30.194 + 0.986\, Y_{t-1} + 1.038\, X_{1,t-1} - 0.977\, X_{2,t-1}$$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.26 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอา

เดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.27

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธรในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย กอปรกับมีการระบายน้ำในช่วงฤดูแล้งเพื่อเสริมความต้องการในกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนมิถุนายน - ธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับใช้ในฤดูแล้งจัดอยู่ในเกณฑ์เพิ่มขึ้น และคาดว่าในปี พ. ศ. 2543 ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 และ พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.28

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.25 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	1,659.00	1,666.92	0.48	1,655.95	0.18	1,504.15	9.33	1,646.05	0.78
กุมภาพันธ์	1,552.00	1,557.27	0.34	1,554.03	0.13	1,405.24	9.46	1,517.85	2.20
มีนาคม	1,381.00	1,409.46	2.06	1,427.66	3.38	1,289.06	6.66	1,367.87	0.95
เมษายน	1,277.00	1,280.37	0.26	1,331.05	4.23	1,202.42	5.84	1,260.58	1.29
พฤษภาคม	1,250.00	1,251.60	0.13	1,300.61	4.05	1,163.06	6.96	1,197.23	4.22
มิถุนายน	1,206.00	1,202.38	0.30	1,346.97	11.69	1,216.06	0.83	1,189.61	1.36
กรกฎาคม	1,164.00	1,158.98	0.43	1,497.48	28.65	1,324.15	13.76	1,341.07	15.21
สิงหาคม	1,358.00	1,365.69	0.57	1,734.45	27.72	1,519.24	11.87	1,482.39	9.16
กันยายน	1,560.00	1,536.45	1.51	2,043.70	31.01	1,762.61	12.99	1,798.29	15.27
ตุลาคม	1,583.00	1,564.26	1.18	2,091.77	32.14	1,797.70	13.56	1,833.30	15.81
พฤศจิกายน	1,578.00	1,576.19	0.11	2,043.77	29.52	1,748.43	10.80	1,786.45	13.21
ธันวาคม	1,484.00	1,521.31	2.51	1,917.25	29.19	1,641.61	10.62	1,681.37	13.30
MAPE		0.8241*		16.8243		9.3900		7.7305	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.26 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	1,418.69	1,376.96	1,460.41
กุมภาพันธ์	2542	1,346.68	1,305.24	1,388.12
มีนาคม	2542	1,289.99	1,246.47	1,333.52
เมษายน	2542	1,178.33	1,133.26	1,223.40
พฤษภาคม	2542	1,204.18	1,160.65	1,247.70
มิถุนายน	2542	1,243.38	1,196.22	1,290.54
กรกฎาคม	2542	1,500.47	1,438.38	1,562.56
สิงหาคม	2542	1,806.79	1,726.79	1,886.79
กันยายน	2542	1,827.36	1,753.81	1,900.90
ตุลาคม	2542	1,884.57	1,828.84	1,940.29
พฤศจิกายน	2542	1,862.90	1,811.72	1,914.08
ธันวาคม	2542	1,840.47	1,791.66	1,889.27
มกราคม	2543	1,779.10	1,728.12	1,830.08
กุมภาพันธ์	2543	1,728.38	1,677.81	1,778.95
มีนาคม	2543	1,634.61	1,583.37	1,685.84
เมษายน	2543	1,581.19	1,531.28	1,631.10
พฤษภาคม	2543	1,600.67	1,552.63	1,648.70
มิถุนายน	2543	1,595.77	1,548.58	1,642.96
กรกฎาคม	2543	1,592.29	1,541.04	1,643.53
สิงหาคม	2543	1,835.38	1,783.83	1,886.93
กันยายน	2543	2,005.32	1,950.27	2,060.36
ตุลาคม	2543	2,009.88	1,953.48	2,066.29
พฤศจิกายน	2543	1,976.85	1,922.36	2,031.34
ธันวาคม	2543	1,921.73	1,869.48	1,973.97

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.27 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนสิรินธร

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	1,474.00	16.20	21.80
กุมภาพันธ์	2542	1,418.00	10.00	32.40
มีนาคม	2542	1,355.00	44.60	63.60
เมษายน	2542	1,270.00	54.10	102.20
พฤษภาคม	2542	1,220.90	95.80	70.50
มิถุนายน	2542	1,180.50	193.50	93.40
กรกฎาคม	2542	1,243.00	473.30	190.60
สิงหาคม	2542	1,500.00	658.50	333.20
กันยายน	2542	1,825.30	339.00	301.00
ตุลาคม	2542	1,863.30	161.30	92.00
พฤศจิกาย	2542	1,932.40	42.60	57.80
ธันวาคม	2542	1,917.20	15.00	36.10
มกราคม	2543	1,896.00	13.10	75.50
กุมภาพันธ์	2543	1,833.60	25.30	77.40
มีนาคม	2543	1,781.50	10.90	105.50
เมษายน	2543	1,686.90	38.10	93.60
พฤษภาคม	2543	1,631.40	77.30	59.30
มิถุนายน	2543	1,649.40	50.40	53.90
กรกฎาคม	2543	1,645.90	93.10	99.30
สิงหาคม	2543	1,639.70	267.30	29.30
กันยายน	2543	1,877.70	224.80	50.40
ตุลาคม	2543	2,052.10	99.30	88.40
พฤศจิกาย	2543	2,063.00	47.90	78.60
ธันวาคม	2543	2,032.30	12.00	65.90

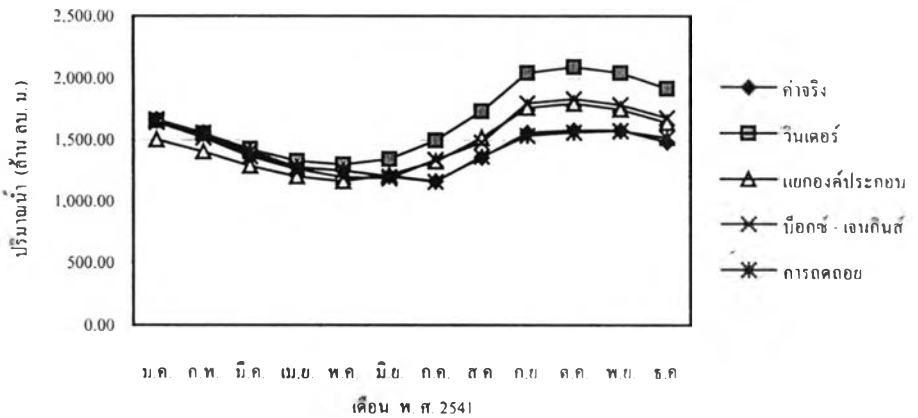
ตารางที่ 4.28 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	1,659.00	1,418.69 (-14.49)	1,779.10 (+ 7.24)
กุมภาพันธ์	1,552.00	1,346.68 (-15.23)	1,728.38 (+11.36)
มีนาคม	1,381.00	1,289.99 (- 6.59)	1,634.61 (+18.36)
เมษายน	1,277.00	1,178.33 (- 7.73)	1,581.19 (+23.82)
พฤษภาคม	1,250.00	1,204.18 (- 3.67)	1,600.67 (+28.05)
มิถุนายน	1,206.00	1,243.38 (+ 3.10)	1,595.77 (+32.32)
กรกฎาคม	1,164.00	1,500.47 (+28.91)	1,592.29 (+36.79)
สิงหาคม	1,358.00	1,806.79 (+33.05)	1,835.38 (+35.15)
กันยายน	1,560.00	1,827.36 (+17.14)	2,005.32 (+28.55)
ตุลาคม	1,583.00	1,884.57 (+19.05)	2,009.88 (+26.97)
พฤศจิกายน	1,578.00	1,862.90 (+18.05)	1,976.85 (+25.28)
ธันวาคม	1,484.00	1,840.47 (+24.02)	1,921.73 (+29.50)

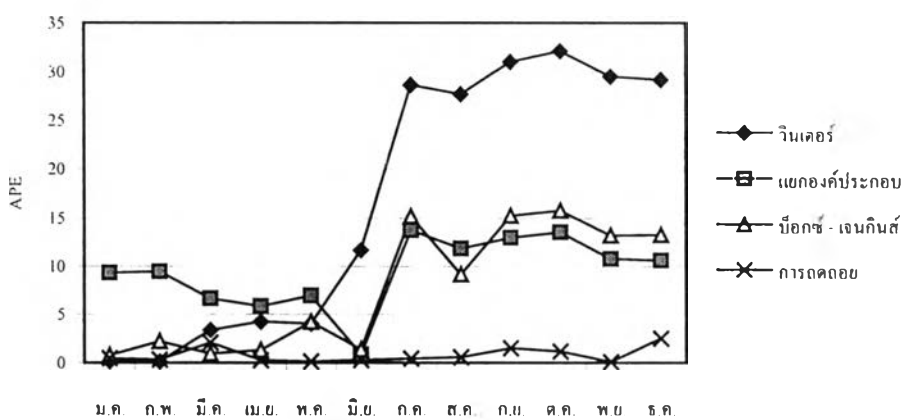
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

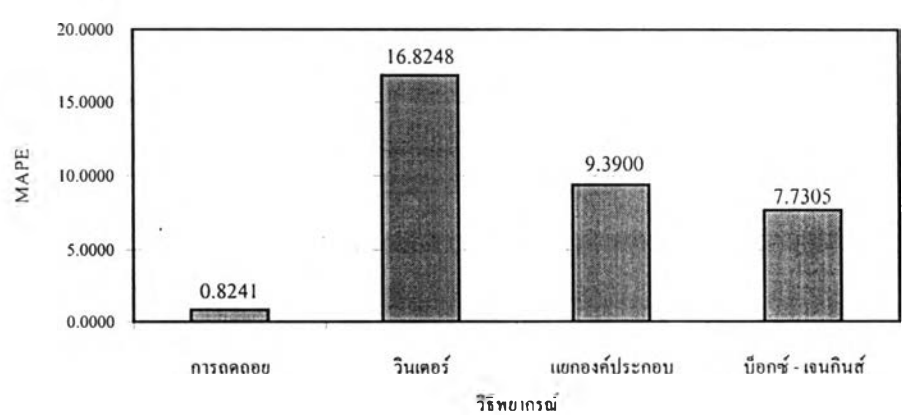
รูปภาพที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนสิรินธร



รูปภาพที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนสิรินธร



รูปภาพที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนสิรินธร



4.8 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์จะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 372 ถึง 367) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.8.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.994, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.914, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 1.134 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.994\, Y_{t-1} + 0.914\, X_{1,t-1} - 1.134\, X_{2,t-1}$$

4.8.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 0.900 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.8.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 176.545 - 0.331\, t_1 - 10.003\, x_{1t} - 17.854\, x_{2t} - 28.705\, x_{3t} - 33.737\, x_{4t} - 32.952\, x_{5t} - 43.894\, x_{6t} - 59.654\, x_{7t} - 50.778\, x_{8t} - 19.629\, x_{9t} + 2.884\, x_{10t} + 3.215\, x_{11t}$$

4.8.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(1, 1, 1)(2, 1, 0)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)(1 - \Phi_{12} B^{12} - \Phi_{24} B^{24})(1 - B)(1 - B^{12})\, Y_t = \delta + (1 - \theta_1 B)\, a_t$$

หรือ $W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} + \Phi_{12} W_{t-12} + \Phi_{24} W_{t-24} - \phi_1 \Phi_{12} W_{t-13} - \phi_1 \Phi_{24} W_{t-25} - \theta_1 a_t + a_t$

เมื่อ $W_t = (1 - B)(1 - B^{12}) Y_t$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ θ_1 เท่ากับ - 0.97808 และค่า ϕ_1 เท่ากับ - 0.99733 ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ - 0.56142 และ Φ_{24} เท่ากับ - 0.33497 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = -0.99733 W_{t-1} - 0.56142 W_{t-12} - 0.33497 W_{t-24} - 0.55992 W_{t-13} - 0.33408 W_{t-25} + 0.97808 a_t$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.29 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.22 ถึง 4.24 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 1.3750% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 22.0892% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 26.6282% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 28.7863% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์โดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการแยกองค์ประกอบเหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.995 Y_{t-1} + 0.919 X_{1,t-1} - 1.144 X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.30 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.31 จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541

เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ในปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดอยู่ในเกณฑ์สูง ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งทำให้การจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้งเพียงพอกับความต้องการใช้น้ำ แต่การระบายน้ำควรคำนึงถึงสภาวะการเกิดฝนแล้งทำให้ปริมาณน้ำในเดือนสิงหาคมของปี พ. ศ. 2543 มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.32

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.29 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์

เดือน พ. ศ. 2541	ปริมาณน้ำจริง	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
		ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	84.00	86.73	3.25	95.27	13.42	122.52	45.86	94.04	11.95
กุมภาพันธ์	81.00	80.99	0.02	86.97	7.37	114.34	41.16	81.32	0.39
มีนาคม	71.00	71.93	1.31	76.87	8.27	103.15	45.29	67.05	5.56
เมษายน	70.00	69.91	0.13	71.55	2.21	97.79	39.70	64.56	7.77
พฤษภาคม	65.00	65.65	0.99	69.17	6.42	98.25	51.15	64.83	0.26
มิถุนายน	63.00	62.93	0.12	59.67	5.29	86.97	38.05	46.01	26.96
กรกฎาคม	58.00	56.60	2.41	49.55	14.56	70.88	22.21	23.26	59.90
สิงหาคม	85.00	82.54	2.89	51.77	39.09	79.43	6.56	18.58	78.15
กันยายน	115.00	111.61	2.95	67.29	41.48	110.24	4.13	53.84	53.18
ตุลาคม	122.00	119.95	1.68	73.66	39.62	132.43	8.55	80.07	34.37
พฤศจิกายน	123.00	122.95	0.04	70.38	42.78	132.43	7.66	82.02	33.32
ธันวาคม	118.00	117.17	0.70	65.44	44.54	128.88	9.22	78.33	33.62
MAPE		1.3750*		22.0892		26.6282		28.7863	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.30 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	110.53	103.33	117.85
กุมภาพันธ์	2542	101.78	94.30	109.37
มีนาคม	2542	82.72	74.77	90.79
เมษายน	2542	79.01	72.91	85.18
พฤษภาคม	2542	90.15	83.96	96.40
มิถุนายน	2542	97.72	91.01	104.52
กรกฎาคม	2542	98.94	92.18	105.81
สิงหาคม	2542	99.18	93.00	105.46
กันยายน	2542	122.78	115.33	130.30
ตุลาคม	2542	127.00	120.07	134.05
พฤศจิกายน	2542	124.69	117.79	131.72
ธันวาคม	2542	123.82	117.11	130.67
มกราคม	2543	114.84	106.47	123.35
กุมภาพันธ์	2543	101.75	93.60	110.03
มีนาคม	2543	88.47	80.54	96.52
เมษายน	2543	84.08	77.50	90.75
พฤษภาคม	2543	73.84	66.66	81.12
มิถุนายน	2543	72.57	66.51	78.71
กรกฎาคม	2543	67.75	61.05	74.52
สิงหาคม	2543	83.36	75.85	90.92
กันยายน	2543	118.62	109.48	127.82
ตุลาคม	2543	134.28	125.92	142.76
พฤศจิกายน	2543	133.48	125.43	141.67
ธันวาคม	2543	131.19	119.37	143.13

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.31 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนจุฬาภรณ์

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	118.00	0.70	7.10
กุมภาพันธ์	2542	110.00	3.20	9.80
มีนาคม	2542	101.00	0.30	16.30
เมษายน	2542	78.00	6.10	4.20
พฤษภาคม	2542	79.00	13.90	1.60
มิถุนายน	2542	90.00	13.10	3.90
กรกฎาคม	2542	99.00	6.30	5.20
สิงหาคม	2542	99.00	2.70	2.10
กันยายน	2542	99.60	27.60	2.00
ตุลาคม	2542	125.20	4.60	2.10
พฤศจิกาย	2542	127.70	0.50	3.00
ธันวาคม	2542	125.20	0.90	1.90
มกราคม	2543	124.20	5.90	12.90
กุมภาพันธ์	2543	117.20	1.10	14.40
มีนาคม	2543	103.90	1.80	15.00
เมษายน	2543	90.70	1.60	7.20
พฤษภาคม	2543	85.10	3.00	12.40
มิถุนายน	2543	75.70	3.20	5.50
กรกฎาคม	2543	73.40	5.80	9.80
สิงหาคม	2543	69.40	26.00	8.90
กันยายน	2543	86.50	47.10	9.90
ตุลาคม	2543	123.70	20.50	7.20
พฤศจิกาย	2543	137.00	6.10	7.90
ธันวาคม	2543	135.20	30.20	27.70

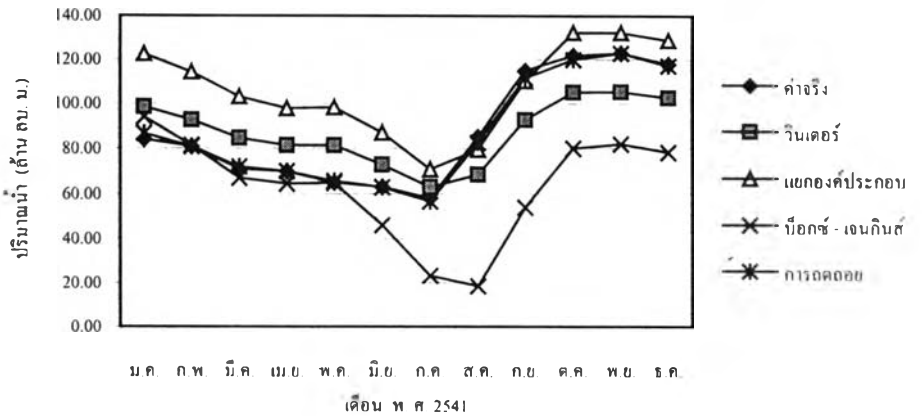
ตารางที่ 4.32 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	84.00	110.53 (+31.58)	114.84 (+36.71)
กุมภาพันธ์	81.00	101.78 (+25.65)	101.75 (+25.62)
มีนาคม	71.00	82.72 (+16.51)	88.47 (+24.61)
เมษายน	70.00	79.01 (+12.87)	84.08 (+20.11)
พฤษภาคม	65.00	90.15 (+38.69)	73.84 (+13.60)
มิถุนายน	63.00	97.72 (+55.12)	72.57 (+15.19)
กรกฎาคม	58.00	98.94 (+70.59)	67.75 (+16.81)
สิงหาคม	85.00	99.18 (+16.68)	83.36 (- 1.93)
กันยายน	115.00	122.78 (+ 6.76)	118.62 (+ 3.15)
ตุลาคม	122.00	127.00 (+ 4.10)	134.28 (+10.07)
พฤศจิกายน	123.00	124.69 (+ 1.37)	133.48 (+ 8.52)
ธันวาคม	118.00	123.82 (+ 4.94)	131.19 (+11.17)

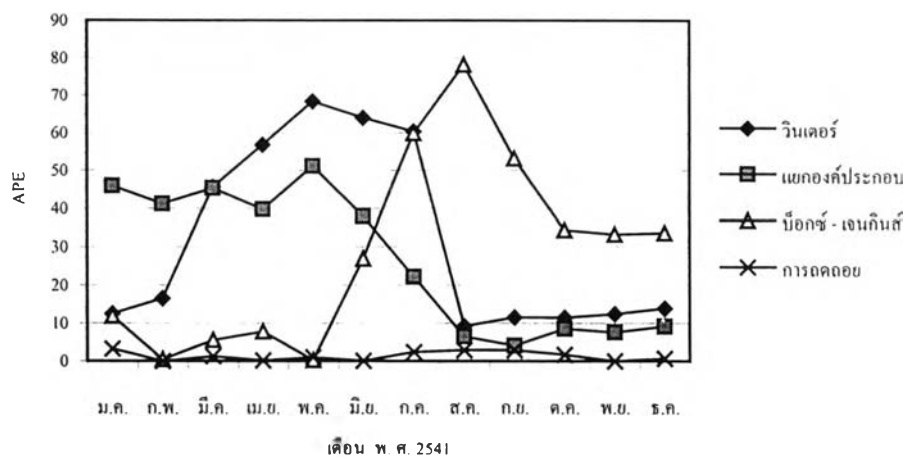
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

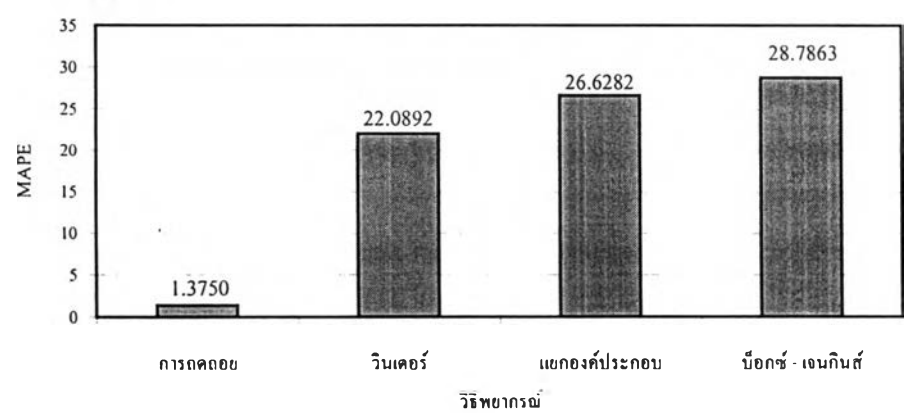
รูปภาพที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนจุฬาภรณ์



รูปภาพที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนจุฬาภรณ์



รูปภาพที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนจุฬาภรณ์



4.9 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาวจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มในค่าเฉลี่ยและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 368 ถึง 377) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.9.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.936, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.919, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 0.861 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.936\, Y_{t-1} + 0.919\, X_{1,t-1} - 0.861\, X_{2,t-1}$$

4.9.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.9.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 975.436 - 0.969\, t_1 - 123.708\, x_{1t} - 239.586\, x_{2t} - 379.91\, x_{3t} - 485.4523\, x_{4t} - 496.216\, t_5 - 433.552\, x_{6t} - 363.793\, x_{7t} - 111.489\, x_{8t} - 130.452\, x_{9t} + 121.301\, x_{10t} + 78.423\, x_{11t}$$

4.9.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ ARIMA $(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$

$$(1 - \Phi_{12} B^{12})(1 - B)(1 - B^{12}) Y_t = \delta + (1 - \theta_1 B)\, a_t$$

หรือ $W_t = \delta + \Phi_{12} W_{t-12} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$

เมื่อ $W_t = (1 - B)(1 - B^{12}) Y_t$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ θ_1 เท่ากับ -0.17468 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.71920 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = -0.71920 W_{t-12} + 0.17468 a_{t-1}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.33 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.25 ถึง 4.27 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 2.7860% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 51.1425% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 57.6541% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 39.4490% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาวโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = -8.263 + 0.899 Y_{t-1} + 0.854 X_{1,t-1} - 1.001 X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.34 ในรูปของค่าที่จวกการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.35 จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541

เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาวในช่วงเดือนมกราคม – เมษายน ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลง แต่ในช่วงเดือนมิถุนายน - ธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับใช้ในฤดูแล้งจัดอยู่ในเกณฑ์เพิ่มขึ้น แต่ภาวะแห้งแล้งที่เกิดขึ้นทำให้ความต้องการใช้น้ำสูงจึงส่งผลให้ในช่วงเดือนมกราคม – เดือนกรกฎาคม ปี พ. ศ. 2543มีแนวโน้มลดลง แต่ในช่วงที่เหลือปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าปี พ. ศ. 2541 และ พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.36

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.33 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ. ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	924.00	904.13	2.15	944.05	2.17	980.61	6.13	910.52	1.46
กุมภาพันธ์	797.00	784.81	1.53	826.72	3.73	865.70	8.62	737.83	7.42
มีนาคม	650.00	647.99	0.31	705.60	8.55	726.33	11.74	590.87	9.10
เมษายน	574.00	566.13	1.37	595.23	3.70	621.70	8.31	487.44	15.08
พฤษภาคม	552.00	533.66	3.32	575.54	4.27	638.97	15.76	471.89	14.51
มิถุนายน	495.00	489.50	1.11	639.92	29.28	675.61	36.49	514.27	3.89
กรกฎาคม	412.00	408.37	0.88	700.18	69.95	746.33	81.15	448.00	8.74
สิงหาคม	398.00	391.10	1.73	955.22	140.01	999.61	151.16	554.86	39.41
กันยายน	729.00	696.27	4.49	1,225.75	68.14	1,242.52	70.44	1,165.65	59.90
ตุลาคม	627.00	713.98	13.87	1,201.18	91.58	1,234.34	96.86	1,247.83	99.02
พฤศจิกายน	590.00	574.45	2.64	1,153.57	95.52	1,192.43	102.11	1,258.24	113.26
ธันวาคม	549.00	548.85	0.03	1,080.57	96.83	1,114.97	103.09	1,106.79	101.60
MAPE		2.7860*		51.1425		57.6541		39.4490	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	535.54	478.95	592.11
กุมภาพันธ์	2542	503.77	448.90	558.63
มีนาคม	2542	466.31	409.62	522.97
เมษายน	2542	489.00	431.25	546.72
พฤษภาคม	2542	695.89	608.48	783.21
มิถุนายน	2542	812.32	702.79	921.65
กรกฎาคม	2542	766.45	640.36	892.23
สิงหาคม	2542	863.72	735.48	991.68
กันยายน	2542	1,064.72	913.64	1,215.47
ตุลาคม	2542	934.35	826.99	1,041.51
พฤศจิกาย	2542	928.07	854.16	1,001.97
ธันวาคม	2542	921.75	848.54	994.95
มกราคม	2543	851.17	769.20	933.06
กุมภาพันธ์	2543	764.80	684.37	845.15
มีนาคม	2543	630.23	545.71	714.61
เมษายน	2543	529.06	456.70	601.31
พฤษภาคม	2543	526.27	472.43	580.11
มิถุนายน	2543	723.53	634.78	812.17
กรกฎาคม	2543	309.47	88.72	529.30
สิงหาคม	2543	1,368.59	1,174.45	1,562.30
กันยายน	2543	1,355.57	1,067.68	1,642.50
ตุลาคม	2543	1,317.43	1,157.44	1,477.06
พฤศจิกาย	2543	1,258.89	1,143.94	1,373.69
ธันวาคม	2543	1,203.71	1,106.16	1,301.19

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.35 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนลำปาว

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	118.00	0.70	7.10
กุมภาพันธ์	2542	110.00	3.20	9.80
มีนาคม	2542	101.00	0.30	16.30
เมษายน	2542	78.00	6.10	4.20
พฤษภาคม	2542	79.00	13.90	1.60
มิถุนายน	2542	90.00	13.10	3.90
กรกฎาคม	2542	99.00	6.30	5.20
สิงหาคม	2542	99.00	2.70	2.10
กันยายน	2542	99.60	27.60	2.00
ตุลาคม	2542	125.20	4.60	2.10
พฤศจิกาย	2542	127.70	0.50	3.00
ธันวาคม	2542	125.20	0.90	1.90
มกราคม	2543	124.20	5.90	12.90
กุมภาพันธ์	2543	117.20	1.10	14.40
มีนาคม	2543	103.90	1.80	15.00
เมษายน	2543	90.70	1.60	7.20
พฤษภาคม	2543	85.10	3.00	12.40
มิถุนายน	2543	75.70	3.20	5.50
กรกฎาคม	2543	73.40	5.80	9.80
สิงหาคม	2543	69.40	26.00	8.90
กันยายน	2543	86.50	47.10	9.90
ตุลาคม	2543	123.70	20.50	7.20
พฤศจิกาย	2543	137.00	6.10	7.90
ธันวาคม	2543	135.20	30.20	27.70

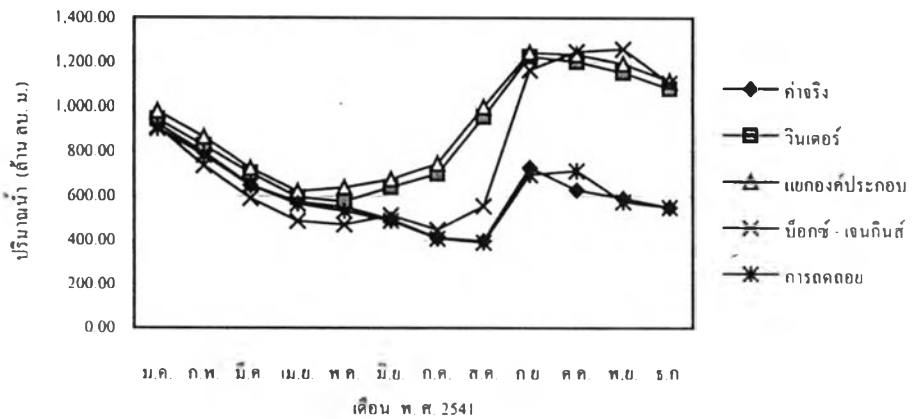
ตารางที่ 4.36 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	924.00	535.54 (- 42.04)	851.17 (- 7.88)
กุมภาพันธ์	797.00	503.77 (- 36.89)	764.80 (- 4.04)
มีนาคม	650.00	466.31 (- 28.26)	630.23 (- 3.04)
เมษายน	574.00	489.00 (- 14.81)	529.06 (- 7.83)
พฤษภาคม	552.00	695.89 (+ 26.07)	526.27 (- 4.66)
มิถุนายน	495.00	812.32 (+ 64.10)	723.53 (+ 46.17)
กรกฎาคม	412.00	766.45 (+ 86.03)	309.47 (- 24.89)
สิงหาคม	398.00	863.72 (+117.01)	1,368.59 (+243.87)
กันยายน	729.00	1,064.72 (+ 46.05)	1,355.57 (+ 85.95)
ตุลาคม	627.00	934.35 (+ 49.02)	1,317.43 (+110.12)
พฤศจิกายน	590.00	928.07 (+ 57.30)	1,258.89 (+113.37)
ธันวาคม	549.00	921.75 (+ 67.90)	1,203.71 (+119.26)

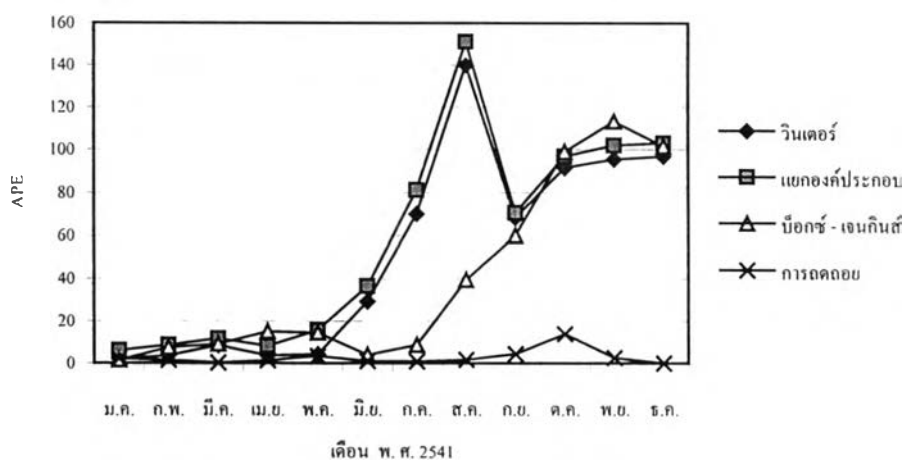
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

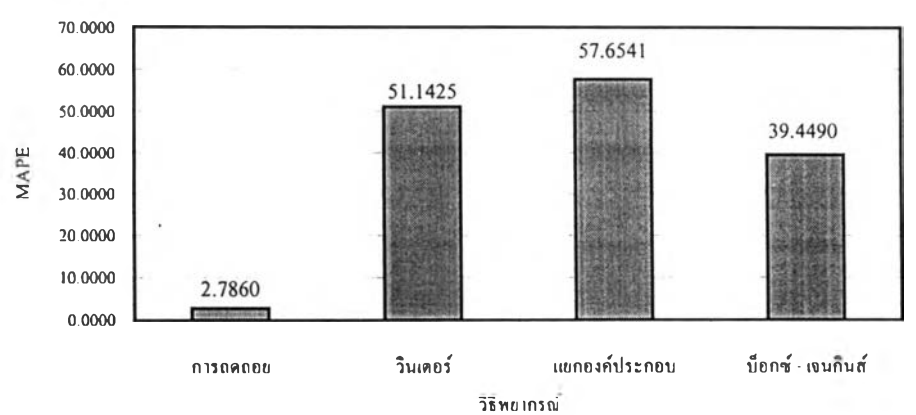
รูปภาพที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนลำปาว



รูปภาพที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำปาว



รูปภาพที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำปาว



4.10 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคองจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 378 ถึง 386) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.10.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.983, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.002, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 0.963 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.983\ Y_{t-1} + 1.002\ X_{1,t-1} - 0.963\ X_{2,t-1}$$

4.10.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.10.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 135.209 + 0.561\ t_1 - 4.460\ x_{1t} - 18.567\ x_{2t} - 28.947\ x_{3t} - 40.054\ x_{4t} - 40.251\ x_{5t} - 47.904\ x_{6t} - 62.193\ x_{7t} - 63.209\ x_{8t} - 26.316\ x_{9t} + 17.123\ x_{10t} + 6.561\ x_{11t}$$

4.10.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ ARIMA $(1, 1, 0)(1, 1, 0)_{12}$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.35165 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.55258 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.35165\, W_{t-1} - 0.55258\, W_{t-6} + 0.19432\, W_{t-7}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.37 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.28 ถึง 4.30 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดย วิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 1.8683% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 11.9264% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 83.2942% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 29.0248% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคองโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.984\, Y_{t-1} + 1.005\, X_{1,t-1} - 0.964\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.38 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.39

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคองในช่วงเดือนมกราคม – เมษายน ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย กอปร

กับมีการระบายน้ำในช่วงฤดูแล้งเพื่อเสริมความต้องการในกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับใช้ในฤดูแล้งจัดอยู่ในเกณฑ์เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำต้นทุนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 แต่คาดว่าจะมีปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคองเพียงพอกับความต้องการใช้น้ำในปี พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.40

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.37 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ. ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	151.00	155.13	2.73	154.58	2.37	205.36	36.00	157.64	4.40
กุมภาพันธ์	131.00	136.79	4.42	134.11	2.37	191.82	46.42	144.62	10.40
มีนาคม	121.00	121.94	0.78	119.47	1.26	182.00	50.41	129.67	7.16
เมษายน	110.00	112.62	2.38	102.23	7.06	171.45	55.86	117.06	6.42
พฤษภาคม	106.00	110.52	4.26	93.28	12.00	171.82	62.09	125.09	18.01
มิถุนายน	88.00	89.83	2.08	83.54	5.07	164.72	87.19	116.73	32.64
กรกฎาคม	69.00	70.62	2.34	66.27	3.96	151.00	118.83	99.98	44.90
สิงหาคม	59.00	60.07	1.81	61.64	4.48	150.54	155.15	94.03	59.38
กันยายน	87.00	88.03	1.19	80.89	7.02	187.99	116.09	148.61	70.82
ตุลาคม	125.00	125.14	0.12	94.87	24.11	231.99	85.60	163.74	30.99
พฤศจิกายน	115.00	115.30	0.26	78.35	31.87	221.99	93.04	153.45	33.43
ธันวาคม	112.00	111.95	0.04	65.47	41.54	215.99	92.85	145.32	29.75
MAPE		1.8683*		11.9264		83.2942		29.0248	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.38 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	104.23	100.15	108.42
กุมภาพันธ์	2542	95.87	92.12	99.73
มีนาคม	2542	82.70	78.71	86.77
เมษายน	2542	84.46	80.73	88.25
พฤษภาคม	2542	123.32	118.52	128.17
มิถุนายน	2542	135.43	130.11	140.84
กรกฎาคม	2542	137.52	132.05	143.12
สิงหาคม	2542	145.01	140.37	149.77
กันยายน	2542	148.43	144.09	152.91
ตุลาคม	2542	168.96	163.73	174.32
พฤศจิกายน	2542	155.95	150.36	161.71
ธันวาคม	2542	146.72	142.08	151.52
มกราคม	2543	140.48	135.61	145.49
กุมภาพันธ์	2543	134.42	129.52	139.46
มีนาคม	2543	125.16	120.55	129.90
เมษายน	2543	117.85	113.21	122.62
พฤษภาคม	2543	132.57	127.81	137.44
มิถุนายน	2543	121.25	115.03	127.58
กรกฎาคม	2543	101.35	94.91	107.90
สิงหาคม	2543	99.26	92.72	105.87
กันยายน	2543	173.30	166.20	180.41
ตุลาคม	2543	193.38	179.41	207.41
พฤศจิกายน	2543	187.64	181.50	193.95
ธันวาคม	2543	185.02	179.60	190.61

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.39 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนลำตะคอง

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	112.00	2.50	9.00
กุมภาพันธ์	2542	104.00	0.10	7.00
มีนาคม	2542	94.00	1.00	11.40
เมษายน	2542	80.00	10.80	5.50
พฤษภาคม	2542	83.00	45.00	3.90
มิถุนายน	2542	122.00	27.40	12.80
กรกฎาคม	2542	134.00	20.90	16.10
สิงหาคม	2542	136.00	16.80	6.10
กันยายน	2542	146.70	8.00	4.30
ตุลาคม	2542	150.40	27.30	6.90
พฤศจิกาย	2542	170.80	5.70	18.70
ธันวาคม	2542	157.80	0.90	10.00
มกราคม	2543	148.70	5.80	12.30
กุมภาพันธ์	2543	142.20	7.10	13.30
มีนาคม	2543	136.00	2.90	12.20
เมษายน	2543	126.70	5.50	13.00
พฤษภาคม	2543	119.20	22.60	7.90
มิถุนายน	2543	133.90	16.60	28.40
กรกฎาคม	2543	122.10	14.30	34.60
สิงหาคม	2543	101.80	29.70	32.10
กันยายน	2543	99.40	87.40	13.00
ตุลาคม	2543	173.80	105.80	87.30
พฤศจิกาย	2543	192.30	15.60	18.10
ธันวาคม	2543	189.00	9.70	11.30

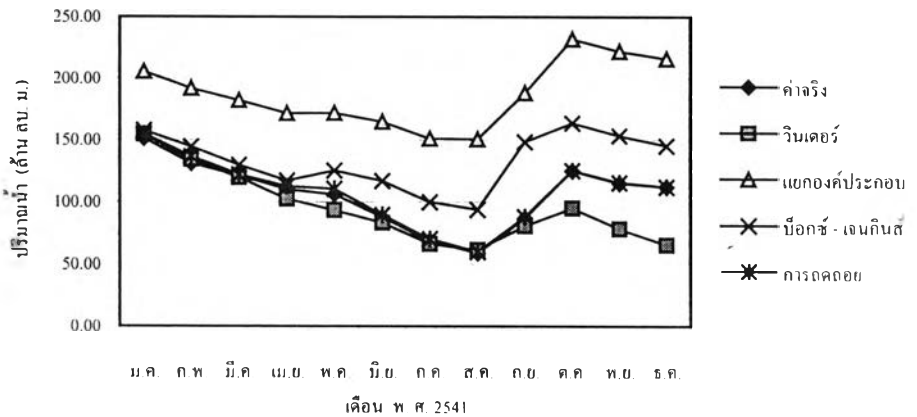
ตารางที่ 4.40 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	151.00	104.23 (- 30.97)	140.48 (- 7.97)
กุมภาพันธ์	131.00	95.87 (- 26.81)	134.42 (+ 2.61)
มีนาคม	121.00	82.70 (- 31.66)	125.16 (+ 3.44)
เมษายน	110.00	84.46 (- 23.22)	117.85 (+ 7.14)
พฤษภาคม	106.00	123.32 (+ 16.34)	132.57 (+ 25.07)
มิถุนายน	88.00	135.43 (+ 53.90)	121.25 (+ 37.78)
กรกฎาคม	69.00	137.52 (+ 99.31)	101.35 (+ 46.88)
สิงหาคม	59.00	145.01 (+145.78)	99.26 (+ 68.24)
กันยายน	87.00	148.43 (+ 70.61)	173.30 (+ 99.19)
ตุลาคม	125.00	168.96 (+ 35.17)	193.38 (+ 54.70)
พฤศจิกายน	115.00	155.95 (+ 35.61)	187.64 (+ 63.16)
ธันวาคม	112.00	146.72 (+ 31.00)	185.02 (+ 65.19)

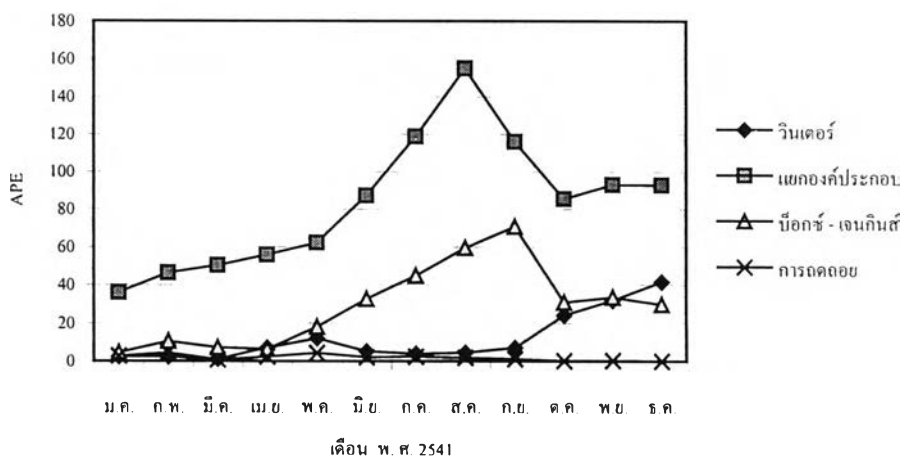
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

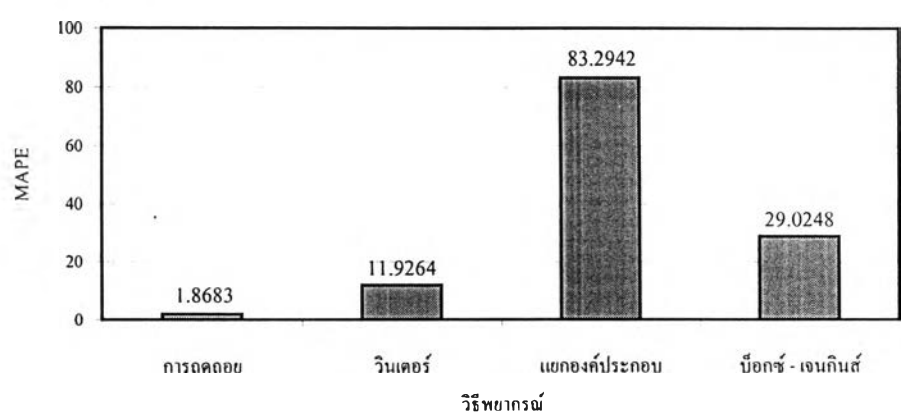
รูปภาพที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนลำตะคอง



รูปภาพที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำตะคอง



รูปภาพที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำตะคอง



4.11 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิงจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลอยู่ในสภาพคงที่เฉพาะที่ในค่าเฉลี่ยและไม่มีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังวิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก หน้า 405 ถึง 412) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.11.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ -2.229, β_1 มีค่าเท่ากับ 1.006, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.033, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 1.041 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -2.229 + 1.006\, Y_{t-1} + 1.033\, X_{1,t-1} - 1.041\, X_{2,t-1}$$

4.11.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 1 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_T(l) = Y_T$$

4.11.3 วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 2 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 และ γ มีค่าเท่ากับ 0.100

4.11.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ AR (1) เป็นดังนี้

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + a_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.97641 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$Y_t = 0.97641\ Y_{t-1}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.41 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.31 ถึง 4.33 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดย วิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.6498% วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังให้ค่า MAPE เท่ากับ 16.2904% วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 10.5444% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 14.7387% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิงโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = -3.019 + 0.987\ Y_{t-1} + 1.005\ X_{1,t-1} - 1.089\ X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.42 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.43

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิงในช่วงเดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำ

ให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดน้อยกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนมีนาคม จนถึงเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับใช้ในฤดูแล้งจัดอยู่ในเกณฑ์เพิ่มมากขึ้น แต่ภาวะแห้งแล้งที่เกิดขึ้นทำให้ความต้องการใช้น้ำสูงจึงส่งผลให้ในช่วงเดือนมกราคม – เดือนกรกฎาคม ปี พ. ศ. 2543 มีปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำเพิ่มสูงกว่าปี ปี พ. ศ. 2541 และ พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.44

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.41 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง

เดือน พ. ศ. 2541	ปริมาณน้ำจริง	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
		ถดถอย	APE	ปรับให้เรียบ	APE	โฮลท์	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	30.00	28.78	4.07	33.00	10.00	32.24	7.48	32.78	9.26
กุมภาพันธ์	26.00	25.66	1.33	33.00	26.92	31.49	21.11	32.56	25.23
มีนาคม	24.00	23.40	2.52	33.00	37.50	30.73	28.05	32.34	34.76
เมษายน	24.00	22.32	7.02	33.00	37.50	29.98	24.90	32.13	33.87
พฤษภาคม	34.00	33.58	1.25	33.00	2.94	29.22	14.05	31.91	6.13
มิถุนายน	35.00	32.90	6.00	33.00	5.71	28.47	18.67	31.70	9.42
กรกฎาคม	28.00	26.29	6.09	33.00	17.86	27.71	1.04	31.49	12.48
สิงหาคม	29.00	29.10	0.36	33.00	13.79	26.95	7.05	31.29	7.88
กันยายน	33.00	30.70	6.97	33.00	0.00	26.20	20.61	31.08	5.82
ตุลาคม	43.00	42.03	2.26	33.00	23.26	25.44	40.83	30.87	28.20
พฤศจิกายน	30.00	29.35	2.18	33.00	10.00	24.69	17.71	30.67	2.24
ธันวาคม	30.00	28.88	3.74	33.00	10.00	23.93	20.23	30.47	1.57
MAPE		3.6498*		16.2904		10.5444		14.7387	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.42 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	26.32	24.44	28.20
กุมภาพันธ์	2542	25.71	23.99	27.42
มีนาคม	2542	24.03	22.14	25.92
เมษายน	2542	33.81	31.83	35.77
พฤษภาคม	2542	98.90	95.38	102.36
มิถุนายน	2542	99.45	95.78	103.12
กรกฎาคม	2542	82.29	78.34	86.26
สิงหาคม	2542	79.99	76.51	83.47
กันยายน	2542	121.94	117.88	125.96
ตุลาคม	2542	125.02	121.01	129.02
พฤศจิกาย	2542	116.99	113.56	120.44
ธันวาคม	2542	116.77	113.79	119.75
มกราคม	2543	114.82	111.72	117.92
กุมภาพันธ์	2543	113.63	110.52	116.73
มีนาคม	2543	114.60	111.53	117.67
เมษายน	2543	120.35	117.17	123.52
พฤษภาคม	2543	126.57	123.29	129.84
มิถุนายน	2543	128.66	125.47	131.85
กรกฎาคม	2543	121.20	117.55	124.84
สิงหาคม	2543	116.49	112.28	120.71
กันยายน	2543	134.02	129.03	139.00
ตุลาคม	2543	139.47	135.21	143.73
พฤศจิกาย	2543	126.19	122.19	130.20
ธันวาคม	2543	127.01	123.87	130.14

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.43 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนลำพระเพลิง

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	30.00	1.00	2.90
กุมภาพันธ์	2542	27.00	0.90	0.50
มีนาคม	2542	27.00	2.20	3.40
เมษายน	2542	25.00	11.10	0.90
พฤษภาคม	2542	34.00	65.60	1.00
มิถุนายน	2542	98.00	15.50	12.40
กรกฎาคม	2542	100.00	6.80	22.20
สิงหาคม	2542	83.00	12.90	14.10
กันยายน	2542	81.30	48.20	7.60
ตุลาคม	2542	122.40	16.10	11.90
พฤศจิกาย	2542	126.50	0.00	7.60
ธันวาคม	2542	118.90	0.00	0.50
มกราคม	2543	118.00	1.10	2.60
กุมภาพันธ์	2543	116.50	1.70	2.90
มีนาคม	2543	115.30	2.80	1.90
เมษายน	2543	116.20	7.10	1.50
พฤษภาคม	2543	121.80	7.80	1.60
มิถุนายน	2543	128.00	2.90	0.70
กรกฎาคม	2543	130.20	2.40	9.50
สิงหาคม	2543	123.10	12.90	17.60
กันยายน	2543	118.40	38.30	21.40
ตุลาคม	2543	135.30	18.10	12.40
พฤศจิกาย	2543	141.00	1.50	14.20
ธันวาคม	2543	128.20	0.90	0.50

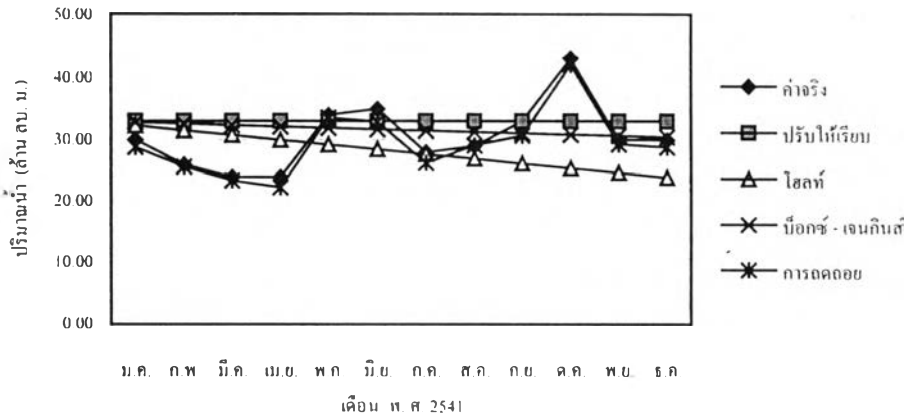
ตารางที่ 4.44 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	30.00	26.32 (- 2.28)	114.82 (+282.73)
กุมภาพันธ์	26.00	25.71 (- 1.13)	113.63 (+337.02)
มีนาคม	24.00	24.03 (+ 0.13)	114.60 (+377.49)
เมษายน	24.00	33.81 (+ 40.85)	120.35 (+401.45)
พฤษภาคม	34.00	98.90 (+190.88)	126.57 (+272.27)
มิถุนายน	35.00	99.45 (+184.16)	128.66 (+267.61)
กรกฎาคม	28.00	82.29 (+193.91)	121.20 (+332.84)
สิงหาคม	29.00	79.99 (+175.83)	116.49 (+301.69)
กันยายน	33.00	121.94 (+269.53)	134.02 (+306.13)
ตุลาคม	43.00	125.02 (+190.74)	139.47 (+224.35)
พฤศจิกายน	30.00	116.99 (+289.98)	126.19 (+320.64)
ธันวาคม	30.00	116.77 (+289.24)	127.01 (+323.36)

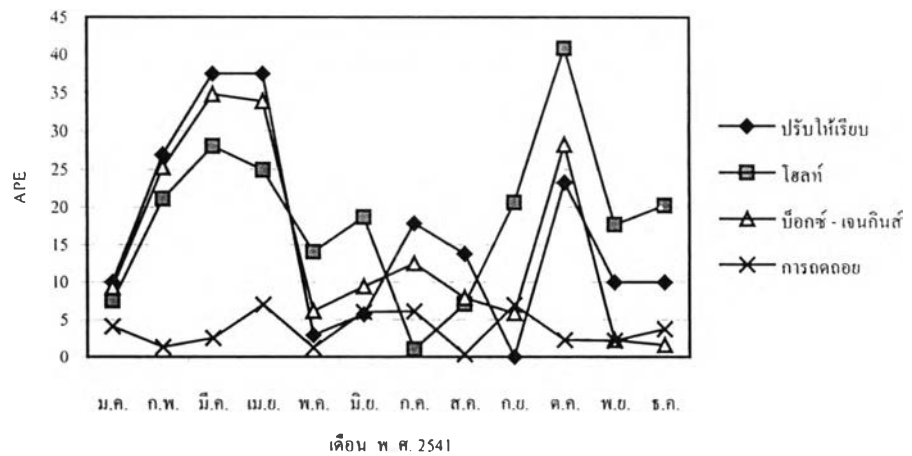
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

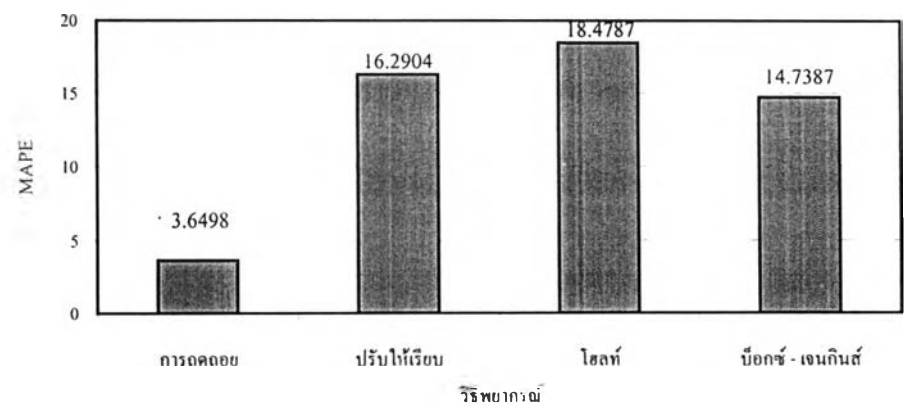
รูปภาพที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนลำพระเพลิง



รูปภาพที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำพระเพลิง



รูปภาพที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำพระเพลิง



4.12 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูนจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลอยู่ในสภาพคงที่เฉพาะที่และไม่มีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 413 ถึง 420) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.12.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ 14.326, β_1 มีค่าเท่ากับ 0.928, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.925, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 0.911 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 14.326 + 0.928\, Y_{t-1} + 0.925\, X_{1,t-1} - 0.911\, X_{2,t-1}$$

4.13.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 1 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_T(l) = Y_T$$

4.12.3 วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 2 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 และ γ มีค่าเท่ากับ 0.100

4.12.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ AR (2) เป็นดังนี้

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + a_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 1.29151 และ ϕ_2 เท่ากับ - 0.30561 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$Y_t = 1.29151\ Y_{t-1} - 0.30561\ Y_{t-2}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.45 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.34 ถึง 4.36 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดย วิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 1.2418% วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังให้ค่า MAPE เท่ากับ 45.8449% วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 48.4522% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 22.7063% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูนโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์–เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังเหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 13.648 + 0.930\ Y_{t-1} + 0.926\ X_{1,t-1} - 0.909\ X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.46 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.47

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูนในช่วงเดือนมกราคม – กรกฎาคม ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้

ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มมากขึ้น และคาดว่าในปี พ. ศ. 2543 ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.48

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.45 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	ปรับให้เรียบ	APE	โฮลท์	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	389.00	386.21	0.72	423.00	8.74	426.86	9.73	406.34	4.46
กุมภาพันธ์	369.00	366.71	0.62	423.00	14.63	430.72	16.73	395.52	7.19
มีนาคม	346.00	347.69	0.49	423.00	22.25	434.59	25.60	386.64	11.74
เมษายน	330.00	330.95	0.29	423.00	28.18	438.45	32.86	378.47	14.69
พฤษภาคม	327.00	331.03	1.23	423.00	29.36	442.31	35.26	370.64	13.34
มิถุนายน	309.00	305.24	1.22	423.00	36.89	446.17	44.39	363.02	17.48
กรกฎาคม	297.00	297.11	0.04	423.00	42.42	450.04	51.53	355.57	19.72
สิงหาคม	256.00	254.05	0.76	423.00	65.23	453.90	77.30	348.28	36.05
กันยายน	296.00	299.16	1.07	423.00	42.91	457.76	54.65	341.14	15.25
ตุลาคม	242.00	246.44	1.83	423.00	74.79	461.62	90.75	334.15	38.08
พฤศจิกายน	232.00	238.51	2.81	423.00	82.33	465.49	100.64	327.30	41.08
ธันวาคม	209.00	217.01	3.83	423.00	102.39	469.35	124.57	320.60	53.40
MAPE		1.2418*		45.8449		48.4522		22.7063	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.46 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	191.14	169.10	213.56
กุมภาพันธ์	2542	164.52	143.82	185.61
มีนาคม	2542	144.18	124.53	164.20
เมษายน	2542	142.11	125.10	159.47
พฤษภาคม	2542	163.26	147.06	179.80
มิถุนายน	2542	205.02	186.72	223.64
กรกฎาคม	2542	227.68	203.58	252.11
สิงหาคม	2542	340.67	312.81	368.75
กันยายน	2542	429.97	401.40	458.81
ตุลาคม	2542	428.67	400.27	457.44
พฤศจิกายน	2542	425.77	399.14	452.77
ธันวาคม	2542	425.72	399.49	452.32
มกราคม	2543	404.70	373.44	436.35
กุมภาพันธ์	2543	407.47	377.93	437.38
มีนาคม	2543	397.20	366.04	428.74
เมษายน	2543	396.75	368.81	425.07
พฤษภาคม	2543	421.87	396.67	447.43
มิถุนายน	2543	409.24	376.14	442.72
กรกฎาคม	2543	404.52	366.68	442.73
สิงหาคม	2543	367.59	330.18	405.39
กันยายน	2543	413.57	378.15	449.31
ตุลาคม	2543	370.44	335.20	406.09
พฤศจิกายน	2543	368.71	344.65	393.14
ธันวาคม	2543	355.25	328.64	382.24

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.47 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนน้ำอูน

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	209.00	7.00	25.70
กุมภาพันธ์	2542	182.00	4.00	24.30
มีนาคม	2542	152.00	10.00	22.10
เมษายน	2542	130.00	17.00	9.00
พฤษภาคม	2542	132.00	29.00	0.00
มิถุนายน	2542	154.00	52.00	0.00
กรกฎาคม	2542	206.00	48.00	24.20
สิงหาคม	2542	220.00	143.00	11.00
กันยายน	2542	352.00	100.00	4.00
ตุลาคม	2542	448.00	12.00	14.00
พฤศจิกาย	2542	446.00	4.00	7.00
ธันวาคม	2542	443.00	5.00	5.00
มกราคม	2543	443.00	9.00	32.20
กุมภาพันธ์	2543	433.00	13.00	23.00
มีนาคม	2543	422.40	21.00	31.60
เมษายน	2543	417.00	12.00	17.40
พฤษภาคม	2543	428.00	11.00	0.00
มิถุนายน	2543	439.00	24.00	38.40
กรกฎาคม	2543	424.60	53.00	58.40
สิงหาคม	2543	419.20	26.00	66.00
กันยายน	2543	379.20	91.00	40.70
ตุลาคม	2543	429.50	10.00	57.10
พฤศจิกาย	2543	382.40	4.00	4.70
ธันวาคม	2543	381.00	5.00	19.10

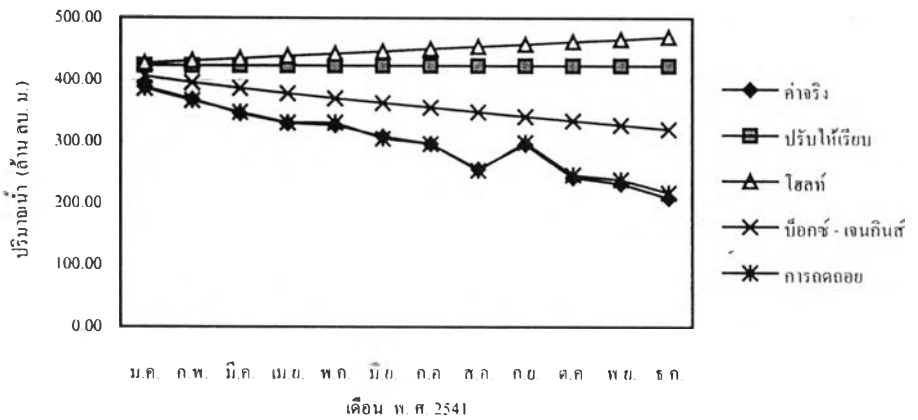
ตารางที่ 4.48 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	389.00	191.14 (- 50.86)	404.70 (+ 4.04)
กุมภาพันธ์	369.00	164.52 (- 55.41)	407.47 (+10.43)
มีนาคม	346.00	144.18 (- 58.33)	397.20 (+14.80)
เมษายน	330.00	142.11 (- 56.94)	396.75 (+20.23)
พฤษภาคม	327.00	163.26 (- 50.07)	421.87 (+29.01)
มิถุนายน	309.00	205.02 (- 33.65)	409.24 (+32.44)
กรกฎาคม	297.00	227.68 (- 23.34)	404.52 (+36.20)
สิงหาคม	256.00	340.67 (+ 33.07)	367.59 (+43.59)
กันยายน	296.00	429.97 (+ 45.26)	413.57 (+39.72)
ตุลาคม	242.00	428.67 (+ 77.14)	370.44 (+53.07)
พฤศจิกายน	232.00	425.77 (+ 83.52)	368.71 (+58.93)
ธันวาคม	209.00	425.72 (+103.70)	355.25 (+69.97)

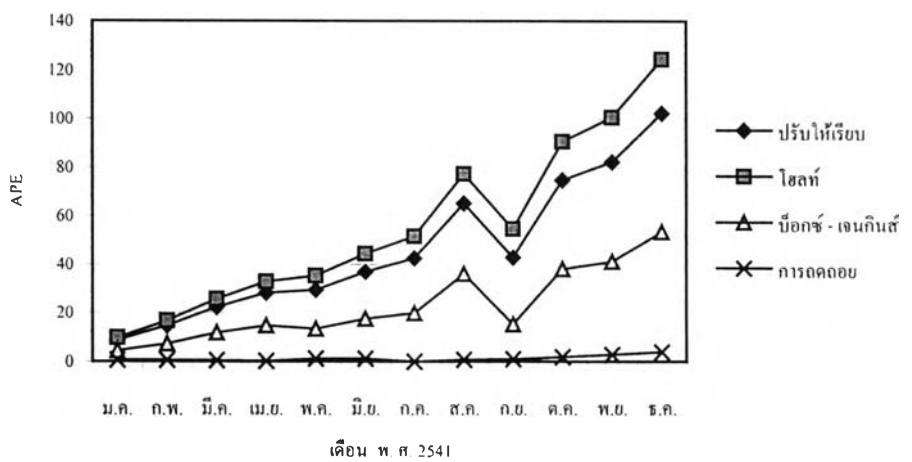
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

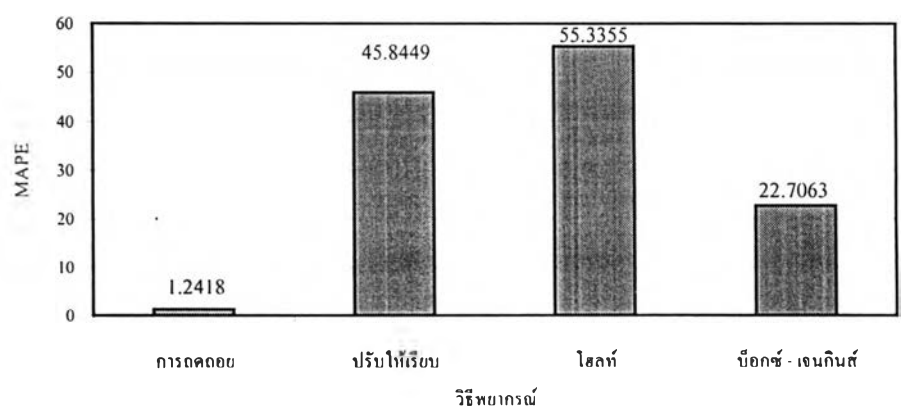
รูปภาพที่ 4.34 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนน้ำอูน



รูปภาพที่ 4.35 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนน้ำอูน



รูปภาพที่ 4.36 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนน้ำอูน



4.13 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวงจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลอยู่ในสภาพคงที่เฉพาะที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนและไม่มีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 421 ถึง 429) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.13.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.965, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.004, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 1.019 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.965\, Y_{t-1} + 1.004\, X_{1,t-1} - 1.019\, X_{2,t-1}$$

4.13.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 1 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_T(l) = Y_T$$

4.13.3 วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 2 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 และ γ มีค่าเท่ากับ 0.100

4.13.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARMA (1 , 1) เป็นดังนี้

$$Y_t = \mu + \phi_1(Y_{t-1} - \mu) - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

หรือ $$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.95870 และ θ_1 เท่ากับ - 0.35108 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$\ln Y_t = 0.95870\, Y_{t-1} + 0.35108\, a_{t-1}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.49 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.37 ถึง 4.39 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 6.3861% วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังให้ค่า MAPE เท่ากับ 77.0888% วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 92.3326% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 42.7902% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวงโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังเหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.953\, Y_{t-1} + 0.982\, X_{1,t-1} - 1.058\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.50 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.51 จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำต้นทุนของ

อ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวงในช่วงเดือนมกราคม – สิงหาคม ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อยมากจนไม่สามารถระบายน้ำใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้ ถึงแม้ว่าในช่วง 3 เดือนหลังจะมีปริมาณน้ำต้นทุนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังไม่ทำให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำสูงขึ้นแต่อย่างใด ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.52

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.49 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	ปรับให้เรียบ	APE	โฮลท์	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	79.00	83.12	5.22	41.00	48.10	92.36	16.91	85.65	8.42
กุมภาพันธ์	70.00	73.78	5.40	41.00	41.43	93.72	33.88	82.12	17.31
มีนาคม	59.00	64.80	9.82	41.00	30.51	95.08	61.15	68.72	16.48
เมษายน	51.00	56.01	9.82	41.00	19.61	56.44	10.66	65.47	28.38
พฤษภาคม	47.00	50.41	7.26	41.00	12.77	47.79	1.69	62.36	32.67
มิถุนายน	37.00	37.54	1.45	41.00	10.81	44.15	19.33	59.37	60.45
กรกฎาคม	24.00	25.56	6.52	41.00	70.83	45.51	89.63	26.50	10.42
สิงหาคม	24.00	24.32	1.31	41.00	70.83	48.87	103.63	43.75	82.31
กันยายน	25.00	24.31	2.77	41.00	64.00	49.23	96.92	21.12	15.52
ตุลาคม	17.00	19.62	15.41	41.00	141.18	42.40	149.40	28.60	68.22
พฤศจิกายน	15.00	16.60	10.68	41.00	173.33	49.58	230.56	26.18	74.51
ธันวาคม	12.00	14.78	23.13	41.00	241.67	47.31	294.22	23.86	98.80
MAPE		8.2321*		77.0888		92.3326		42.7902	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.50 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	10.94	9.94	11.94
กุมภาพันธ์	2542	8.91	7.94	9.88
มีนาคม	2542	6.22	5.28	7.16
เมษายน	2542	5.56	4.63	6.50
พฤษภาคม	2542	13.13	12.00	14.26
มิถุนายน	2542	18.00	16.85	19.14
กรกฎาคม	2542	19.81	18.68	20.94
สิงหาคม	2542	23.68	22.13	25.23
กันยายน	2542	29.17	27.69	30.65
ตุลาคม	2542	28.33	26.80	29.87
พฤศจิกายน	2542	28.79	27.55	30.02
ธันวาคม	2542	29.08	27.86	30.31
มกราคม	2543	29.48	28.25	30.71
กุมภาพันธ์	2543	29.76	28.53	31.00
มีนาคม	2543	29.76	28.53	30.98
เมษายน	2543	30.93	29.68	32.18
พฤษภาคม	2543	33.58	32.29	34.88
มิถุนายน	2543	41.73	40.29	43.17
กรกฎาคม	2543	45.04	43.58	46.51
สิงหาคม	2543	51.18	49.29	53.07
กันยายน	2543	52.14	50.37	53.90
ตุลาคม	2543	47.63	45.86	49.41
พฤศจิกายน	2543	52.33	50.80	53.86
ธันวาคม	2543	52.44	50.92	53.95

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.51 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนห้วยหลวง

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	12.00	0.30	0.00
กุมภาพันธ์	2542	10.00	0.20	0.00
มีนาคม	2542	7.00	0.40	0.00
เมษายน	2542	5.80	0.90	0.00
พฤษภาคม	2542	5.50	8.70	0.00
มิถุนายน	2542	14.20	5.20	0.00
กรกฎาคม	2542	19.00	2.40	0.00
สิงหาคม	2542	19.00	11.30	5.00
กันยายน	2542	30.00	5.00	3.80
ตุลาคม	2542	35.00	1.50	5.90
พฤศจิกาย	2542	30.60	0.50	0.30
ธันวาคม	2542	30.80	0.30	0.00
มกราคม	2543	31.00	0.50	0.00
กุมภาพันธ์	2543	31.40	0.40	0.00
มีนาคม	2543	31.60	0.20	0.00
เมษายน	2543	32.30	0.70	0.00
พฤษภาคม	2543	34.00	1.70	0.00
มิถุนายน	2543	39.00	5.00	0.00
กรกฎาคม	2543	44.00	3.50	0.00
สิงหาคม	2543	47.50	11.30	5.00
กันยายน	2543	53.80	5.00	3.80
ตุลาคม	2543	55.00	1.50	5.90
พฤศจิกาย	2543	55.00	0.50	0.30
ธันวาคม	2543	55.00	0.30	0.00

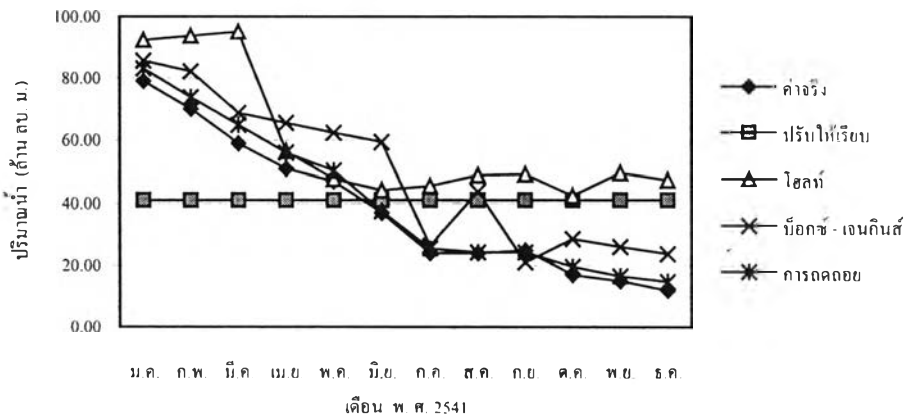
ตารางที่ 4.52 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยขอ ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	79.00	10.94 (- 86.15)	29.48 (- 62.69)
กุมภาพันธ์	70.00	8.91 (- 87.27)	29.76 (- 57.48)
มีนาคม	59.00	6.22 (- 89.46)	29.76 (- 49.57)
เมษายน	51.00	5.56 (- 89.09)	30.93 (- 39.34)
พฤษภาคม	47.00	13.13 (- 72.07)	33.58 (- 28.55)
มิถุนายน	37.00	18.00 (- 51.35)	41.73 (+ 12.78)
กรกฎาคม	24.00	19.81 (- 17.45)	45.04 (+ 87.69)
สิงหาคม	24.00	23.68 (- 1.34)	51.18 (+113.26)
กันยายน	25.00	29.17 (+ 16.69)	52.14 (+108.56)
ตุลาคม	17.00	28.33 (+ 66.67)	47.63 (+180.20)
พฤศจิกายน	15.00	28.79 (+ 91.91)	52.33 (+248.89)
ธันวาคม	12.00	29.08 (+142.37)	52.44 (+336.98)

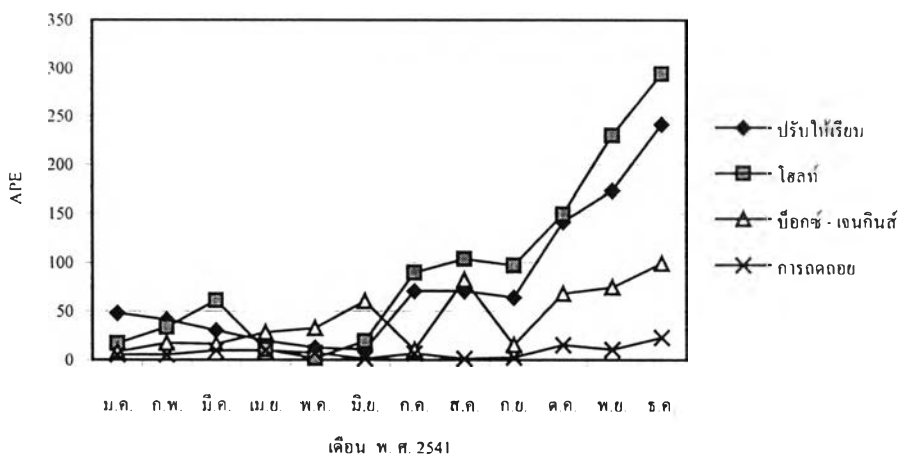
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

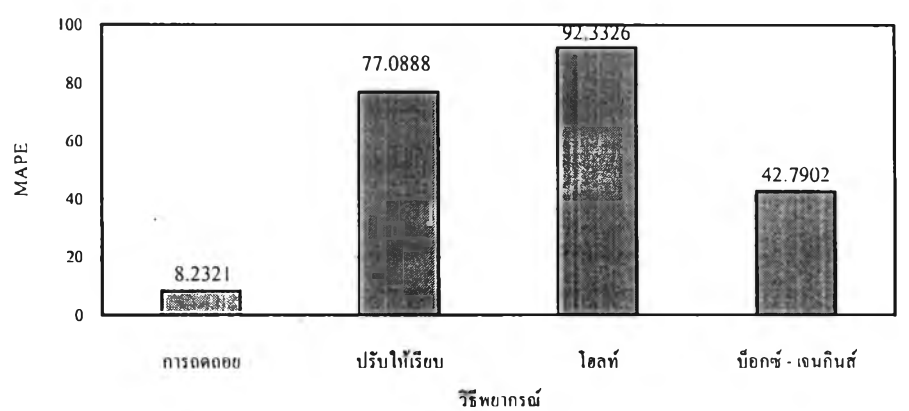
รูปภาพที่ 4.37 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนห้วยหลวง



รูปภาพที่ 4.38 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนห้วยหลวง



รูปภาพที่ 4.39 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนห้วยหลวง



4.14 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรองจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 430 ถึง 441) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

1.14.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ - 0.287, β_1 มีค่าเท่ากับ 0.973, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.054, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 1.261 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.973\, Y_{t-1} + 1.054\, X_{1,t-1} - 1.261\, X_{2,t-1}$$

4.14.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.14.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 51.019 - 2.946E\text{-}04\, t_1 - 2.313\, x_{1t} - 4.283\, x_{2t} - 6.273\, x_{3t} - 9.112\, x_{4t} - 9.982\, x_{5t} - 9.952\, x_{6t} - 13.701\, x_{7t} - 18.401\, x_{8t} - 12.401\, x_{9t} + 2.309\, x_{10t} + 2.010\, x_{11t}$$

4.14.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ ARIMA $(1, 1, 0)(1, 1, 0)_{12}$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.49290 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ - 0.56372 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.49290\, W_{t-1} - 0.56372\, W_{t-12} + 0.27786\, W_{t-13}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.53 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.40 ถึง 4.42 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 8.2321% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 7.5965% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 12.7137% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 11.6225% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรองโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.969\, Y_{t-1} + 1.051\, X_{1,t-1} - 1.318\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.54 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.55

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

ของเขื่อนลำนางรองในช่วงเดือนมกราคม – มิถุนายน ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และคาดว่าในปี พ. ศ. 2543 ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.56

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.53 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ. ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	57.30	58.80	2.62	56.60	1.22	48.67	15.06	57.71	0.71
กุมภาพันธ์	55.00	56.34	2.44	54.48	0.95	46.70	15.09	56.12	2.03
มีนาคม	52.20	54.21	3.85	51.88	0.62	44.71	14.35	54.57	4.53
เมษายน	51.00	52.03	2.03	48.31	5.27	41.87	17.90	53.28	4.48
พฤษภาคม	49.70	51.63	3.87	47.20	5.03	41.00	17.50	52.74	6.12
มิถุนายน	48.40	49.94	3.18	46.86	3.19	41.03	15.23	52.08	7.59
กรกฎาคม	38.80	41.80	7.74	42.30	9.02	37.28	3.92	45.68	17.74
สิงหาคม	34.40	36.04	4.76	36.11	4.96	32.58	5.29	37.52	9.08
กันยายน	44.80	45.66	1.93	41.31	7.80	38.58	13.88	43.14	3.70
ตุลาคม	47.80	48.46	1.39	56.33	17.85	53.29	11.48	59.68	24.86
พฤศจิกายน	47.30	49.04	3.68	56.17	18.74	52.99	12.03	61.11	29.19
ธันวาคม	46.00	47.50	3.26	53.59	16.50	50.98	10.83	59.54	29.43
MAPE		3.3961*		7.5965		12.7137		11.6225	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.54 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	44.76	43.04	43.04
กุมภาพันธ์	2542	42.67	41.00	41.00
มีนาคม	2542	42.29	40.60	40.60
เมษายน	2542	42.25	40.57	40.57
พฤษภาคม	2542	45.14	43.35	43.35
มิถุนายน	2542	48.35	46.49	46.49
กรกฎาคม	2542	47.97	45.64	45.64
สิงหาคม	2542	46.09	43.93	43.93
กันยายน	2542	56.17	53.08	53.08
ตุลาคม	2542	69.02	65.36	65.36
พฤศจิกาย	2542	70.29	67.68	67.68
ธันวาคม	2542	70.08	67.94	67.94
มกราคม	2543	68.90	66.78	66.78
กุมภาพันธ์	2543	69.01	66.89	66.89
มีนาคม	2543	68.04	65.93	65.93
เมษายน	2543	67.94	65.83	65.83
พฤษภาคม	2543	68.99	66.84	66.84
มิถุนายน	2543	69.11	66.99	66.99
กรกฎาคม	2543	62.82	60.03	60.03
สิงหาคม	2543	57.07	54.07	54.07
กันยายน	2543	61.09	58.09	58.09
ตุลาคม	2543	63.40	60.94	60.94
พฤศจิกาย	2543	58.35	56.31	56.31
ธันวาคม	2543	59.00	57.06	57.06

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.55 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนลำนางรอง

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	45.00	1.40	0.10
กุมภาพันธ์	2542	44.50	0.00	0.20
มีนาคม	2542	42.70	1.30	-0.20
เมษายน	2542	41.30	2.30	0.00
พฤษภาคม	2542	41.90	4.50	0.00
มิถุนายน	2542	45.10	4.60	0.00
กรกฎาคม	2542	48.30	4.30	2.40
สิงหาคม	2542	47.30	2.80	1.90
กันยายน	2542	48.20	14.20	4.00
ตุลาคม	2542	62.20	15.40	5.50
พฤศจิกาย	2542	72.20	3.00	2.00
ธันวาคม	2542	71.00	1.40	0.00
มกราคม	2543	70.00	1.20	0.00
กุมภาพันธ์	2543	70.00	1.30	0.00
มีนาคม	2543	69.00	1.30	0.00
เมษายน	2543	69.00	1.20	0.00
พฤษภาคม	2543	69.00	2.20	0.00
มิถุนายน	2543	70.00	1.40	0.00
กรกฎาคม	2543	70.00	0.30	3.90
สิงหาคม	2543	66.00	0.40	5.40
กันยายน	2543	60.00	8.00	4.00
ตุลาคม	2543	56.00	10.00	0.90
พฤศจิกาย	2543	60.00	1.00	0.50
ธันวาคม	2543	60.00	1.00	0.00

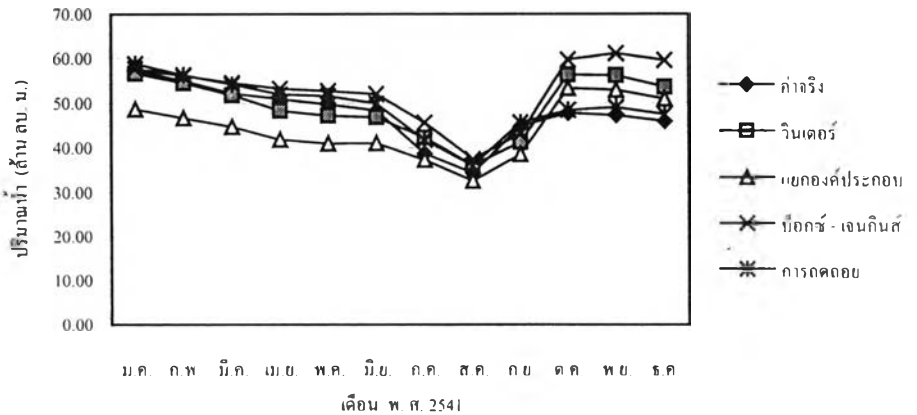
ตารางที่ 5.56 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	57.30	44.76 (-21.89)	68.90 (+20.25)
กุมภาพันธ์	55.00	42.67 (-22.42)	69.01 (+25.47)
มีนาคม	52.20	42.29 (-18.98)	68.04 (+30.35)
เมษายน	51.00	42.25 (-17.16)	67.94 (+33.21)
พฤษภาคม	49.70	45.14 (- 9.17)	68.99 (+38.81)
มิถุนายน	48.40	48.35 (- 0.10)	69.11 (+42.80)
กรกฎาคม	38.80	47.97 (+23.64)	62.82 (+61.90)
สิงหาคม	34.40	46.09 (+33.97)	57.07 (+65.90)
กันยายน	44.80	56.17 (+25.38)	61.09 (+36.36)
ตุลาคม	47.80	69.02 (+44.40)	63.40 (+32.64)
พฤศจิกายน	47.30	70.29 (+48.61)	58.35 (+23.35)
ธันวาคม	46.00	70.08 (+52.36)	59.00 (+28.27)

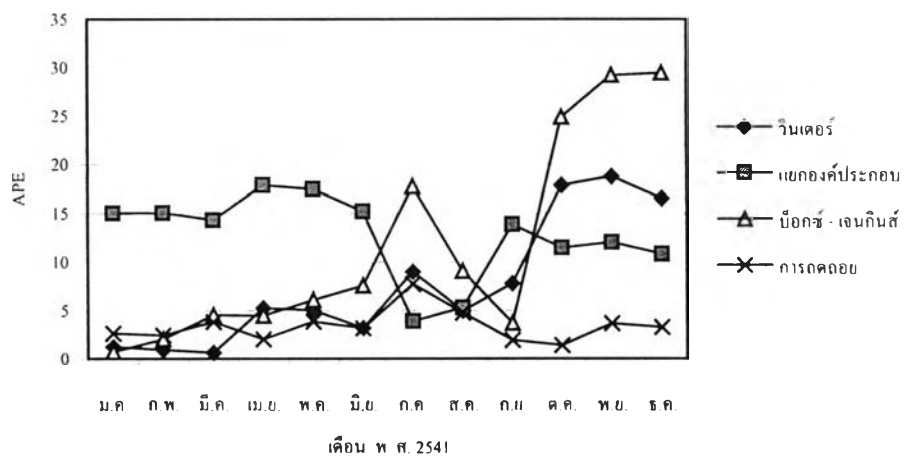
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

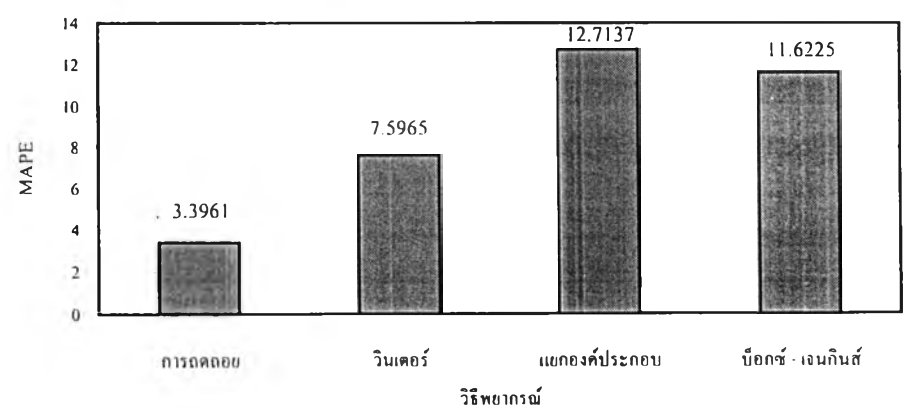
รูปภาพที่ 4.40 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนลำนางรอง



รูปภาพที่ 4.41 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำนางรอง



รูปภาพที่ 4.42 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำนางรอง



4.15 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์จะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 440 ถึง 451) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.15.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 1.006, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.036, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 1.007 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1.006\, Y_{t-1} + 1.036\, X_{1,t-1} - 1.007\, X_{2,t-1}$$

4.15.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000, α_2 มีค่าเท่ากับ 0.400 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.15.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 14{,}650.277 - 1.115t_t - 178.464x_{1t} - 435.306x_{2t} - 863.603x_{3t} - 1{,}246.263x_{4t} - 1.586.742x_{5t} - 1{,}802.675x_{6t} - 1{,}638.517x_{7t} - 1{,}025.268x_{8t} - 413.110\,x_{9t} + 196.775x_{10t} + 139.751x_{11t}$$

4.15.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 1)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B)(1 - B^{12})\, Y_t = \delta + (1 - \Theta_{12} B^{12})\, a_t$$

หรือ $W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} - \Theta_{12} a_{t-12} + a_t$

เมื่อ $W_t = (1 - B)(1 - B^{12}) Y_t = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} - Y_{t-13}$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.46707 และค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Θ_{12} เท่ากับ 0.84443 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.46707 W_{t-1} - 0.84443 a_{t-12}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.57 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.43 ถึง 4.45 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.9591% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.7055% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 5.8794% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 6.3740% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์โดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = - 122.571 + 1.006 Y_{t-1} + 1.037 X_{1,t-1} - 1.015 X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.58 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือก

เอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.59

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ในปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดอยู่ในเกณฑ์สูง ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งทำให้การจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้งเพียงพอกับความต้องการใช้น้ำ แต่การระบายน้ำควรคำนึงถึงสภาวะการเกิดฝนแล้ง ทำให้ปริมาณน้ำในเดือนสิงหาคมของปี พ. ศ. 2543 มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.60

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.57 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	14,753.00	14,891.57	0.94	14,644.33	0.74	14,472.93	1.90	14,750.91	0.01
กุมภาพันธ์	14,463.00	14,610.10	1.02	14,124.67	2.34	14,217.20	1.70	14,411.62	0.36
มีนาคม	13,974.00	14,127.61	1.10	13,473.85	3.58	13,790.02	1.32	13,937.87	0.26
เมษายน	13,461.00	13,634.76	1.29	12,908.97	4.10	13,408.47	0.39	13,533.19	0.54
พฤษภาคม	13,023.00	13,159.17	1.05	12,370.52	5.01	13,069.11	0.35	13,150.74	0.98
มิถุนายน	12,783.00	12,889.39	0.83	11,937.61	6.61	12,854.29	0.56	12,883.12	0.78
กรกฎาคม	12,698.00	12,818.68	0.95	11,899.34	6.29	13,019.57	2.53	13,097.84	3.15
สิงหาคม	12,657.00	12,765.61	0.86	12,146.97	4.03	13,633.93	7.72	13,811.69	9.12
กันยายน	12,810.00	12,924.60	0.89	12,441.73	2.87	14,247.20	11.22	14,488.02	13.10
ตุลาคม	13,036.00	13,151.95	0.89	12,840.29	1.50	14,858.20	13.98	15,102.31	15.85
พฤศจิกายน	12,913.00	13,017.53	0.81	12,577.75	2.60	14,802.29	14.63	15,041.94	16.49
ธันวาคม	12,834.00	12,947.32	0.88	12,218.65	4.79	14,663.66	14.26	14,868.30	15.85
MAPE		0.9591*		3.7055		5.8794		6.3740	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.58 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	12,650.86	12,246.57	13,055.14
กุมภาพันธ์	2542	12,357.59	11,940.88	12,774.30
มีนาคม	2542	11,859.87	11,417.17	12,302.57
เมษายน	2542	11,432.01	10,989.47	11,874.55
พฤษภาคม	2542	11,417.11	11,027.81	11,806.42
มิถุนายน	2542	11,374.47	10,977.33	11,771.61
กรกฎาคม	2542	11,540.83	11,147.61	11,934.06
สิงหาคม	2542	11,776.40	11,334.90	12,217.90
กันยายน	2542	12,092.37	11,616.93	12,567.80
ตุลาคม	2542	12,691.78	12,251.51	13,132.04
พฤศจิกายน	2542	12,481.00	12,026.31	12,935.68
ธันวาคม	2542	12,507.78	12,115.62	12,899.95
มกราคม	2543	12,344.08	11,931.92	12,756.23
กุมภาพันธ์	2543	12,111.19	11,698.39	12,523.98
มีนาคม	2543	11,713.02	11,280.88	12,145.16
เมษายน	2543	11,248.07	10,815.41	11,680.74
พฤษภาคม	2543	11,209.89	10,807.95	11,611.82
มิถุนายน	2543	11,000.82	10,603.41	11,398.24
กรกฎาคม	2543	11,280.48	10,895.70	11,665.25
สิงหาคม	2543	12,212.98	11,808.48	12,617.48
กันยายน	2543	12,761.82	12,335.04	13,188.61
ตุลาคม	2543	12,986.76	12,584.09	13,389.43
พฤศจิกายน	2543	12,684.83	12,285.20	13,084.46
ธันวาคม	2543	12,654.12	12,268.96	13,039.27

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.59 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนศรีนครินทร์

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	12,840.00	65.00	207.90
กุมภาพันธ์	2542	12,667.00	48.00	308.00
มีนาคม	2542	12,342.00	69.00	497.70
เมษายน	2542	11,865.00	140.00	519.00
พฤษภาคม	2542	11,446.00	214.00	194.00
มิถุนายน	2542	11,433.00	231.00	240.50
กรกฎาคม	2542	11,399.00	365.00	179.80
สิงหาคม	2542	11,540.00	662.00	390.90
กันยายน	2542	11,811.00	842.00	532.20
ตุลาคม	2542	12,121.00	865.00	272.30
พฤศจิกาย	2542	12,713.80	288.00	478.00
ธันวาคม	2542	12,523.80	159.00	131.50
มกราคม	2543	12,551.30	111.00	271.00
กุมภาพันธ์	2543	12,391.30	71.00	301.00
มีนาคม	2543	12,161.30	56.00	450.00
เมษายน	2543	11,733.30	62.00	490.00
พฤษภาคม	2543	11,499.30	76.00	310.00
มิถุนายน	2543	11,278.30	79.00	300.00
กรกฎาคม	2543	11,304.30	206.00	180.00
สิงหาคม	2543	11,774.30	616.00	146.00
กันยายน	2543	12,244.30	750.00	208.00
ตุลาคม	2543	12,786.30	354.00	119.00
พฤศจิกาย	2543	12,757.30	136.00	165.00
ธันวาคม	2543	12,728.30	66.00	95.00

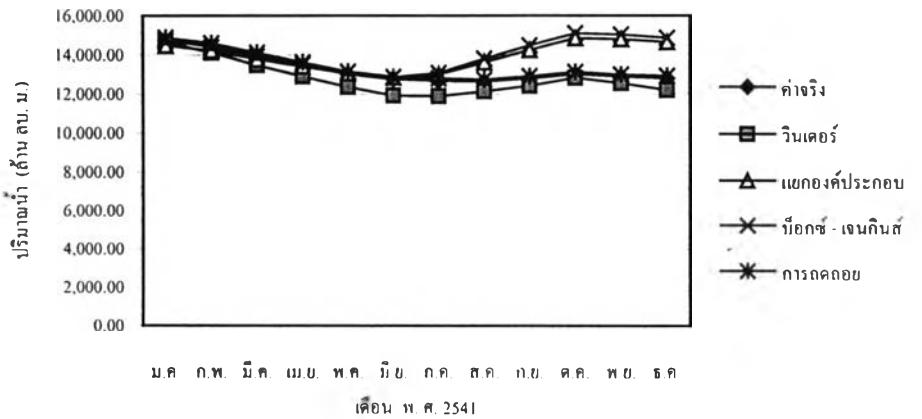
ตารางที่ 4.60 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	14,753.00	12,650.86 (- 14.25)	12,344.08 (- 16.33)
กุมภาพันธ์	14,463.00	12,357.59 (- 14.56)	12,111.19 (- 16.26)
มีนาคม	13,974.00	11,859.87 (- 15.13)	11,713.02 (- 16.18)
เมษายน	13,461.00	11,432.01 (- 15.07)	11,248.07 (- 16.44)
พฤษภาคม	13,023.00	11,417.11 (- 12.33)	11,209.89 (- 13.92)
มิถุนายน	12,783.00	11,374.47 (- 11.02)	11,000.82 (- 13.94)
กรกฎาคม	12,698.00	11,540.83 (- 9.11)	11,280.48 (- 11.16)
สิงหาคม	12,657.00	11,776.40 (- 6.96)	12,212.98 (- 3.51)
กันยายน	12,810.00	12,092.37 (- 5.60)	12,761.82 (- 0.38)
ตุลาคม	13,036.00	12,691.78 (- 2.64)	12,986.76 (- 0.38)
พฤศจิกายน	12,913.00	12,481.00 (- 3.35)	12,684.83 (- 1.77)
ธันวาคม	12,834.00	12,507.78 (- 2.54)	12,654.12 (- 1.40)

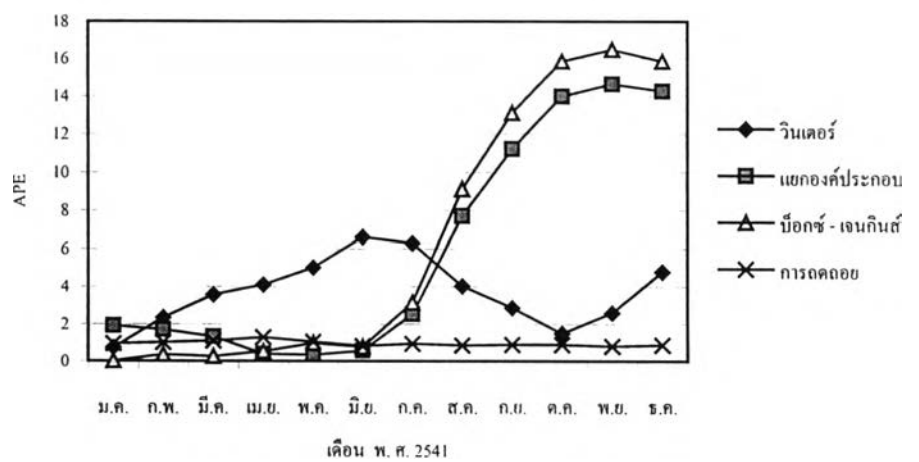
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

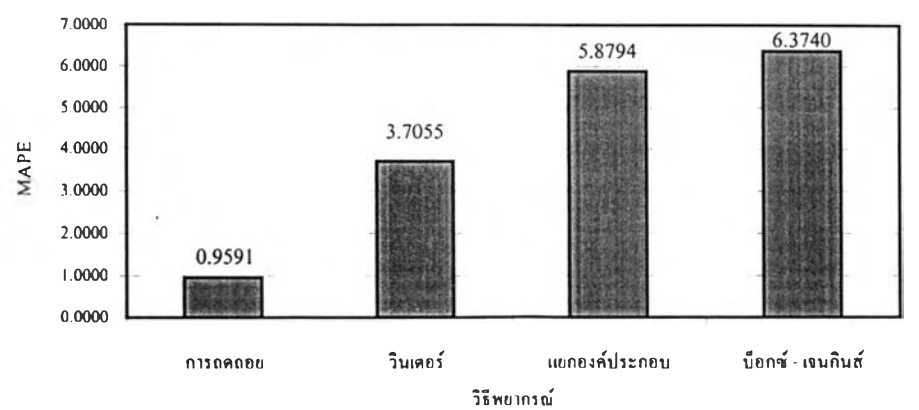
<u>รูปภาพที่</u> 4.43 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนศรีนครินทร์



<u>รูปภาพที่</u> 4.44 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนศรีนครินทร์



<u>รูปภาพที่</u> 4.45 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนศรีนครินทร์



4.16 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลมจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 452 ถึง 461) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.16.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ 20.618, β_1 มีค่าเท่ากับ 0.986, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.972, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 0.937 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 20.618 + 0.986\, Y_{t-1} + 0.972\, X_{1,t-1} - 0.937\, X_{2,t-1}$$

4.16.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000, α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.16.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 5{,}719.523 + 9.092\, t_1 - 321.164\, x_{1t} - 672.075\, x_{2t} - 1{,}194.259\, x_{3t} - 1{,}665.351\, x_{4t} - 2{,}048.262\, x_{5t} - 2{,}057.081\, x_{6t} + 1{,}288.447\, x_{7t} + 10.370\, x_{8t} + 410.641\, x_{9t} + 512.730\, x_{10t} + 244.729\, x_{11t}$$

4.16.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(1, 1, 0)(2, 1, 0)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)(1 - \Phi_{12} B^{12} - \Phi_{24} B^{24})(1 - B)(1 - B^{12}) Y_t = \delta + a_t$$

หรือ $$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} + \Phi_{12} W_{t-12} + \Phi_{24} W_{t-24} - \phi_1 \Phi_{12} W_{t-13} - \phi_1 \Phi_{24} W_{t-25} + a_t$$

เมื่อ $$W_t = (1 - B)(1 - B^{12}) Y_t = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} - Y_{t-13}$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ -0.24003 ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.86288 และ Φ_{24} เท่ากับ -0. 63837 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = -0.24003 W_{t-1} - 0.86288 W_{t-12} - 0.63837 W_{t-24} - 0.20712 W_{t-13} - 0.15323 W_{t-25}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.61 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.46 ถึง 4.48 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.4969% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 49.2646% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 28.0764% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 46.7852% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลมโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการแยกองค์ประกอบ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $$\hat{Y}_t = 60.738 + 0.971 Y_{t-1} + 0.944 X_{1,t-1} - 1.050 X_{2,t-1}$$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.62 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอา

เดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.63

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลมในช่วงเดือนมกราคม – มิถุนายน ปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดลงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ.2543 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำเพิ่มสูงขึ้น และคาดว่าในปี พ. ศ. 2543 ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.64

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.61 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม

เดือน พ.ศ. 2541	ปริมาณน้ำจริง	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
		ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	7,655.00	7,608.31	0.61	7,859.12	2.67	5,407.45	29.36	7,715.63	0.79
กุมภาพันธ์	7,143.00	7,130.70	0.17	7,355.02	2.97	6,265.78	12.28	7,300.54	2.21
มีนาคม	6,379.00	6,396.89	0.28	6,620.76	3.79	4,552.54	28.63	6,717.05	5.30
เมษายน	5,605.00	5,670.69	1.17	5,983.56	6.75	4,090.54	27.02	6,186.08	10.37
พฤษภาคม	4,958.00	4,970.29	0.25	5,512.94	11.19	3,716.72	25.04	5,747.17	15.92
มิถุนายน	4,531.00	4,527.84	0.07	5,561.74	22.75	3,716.99	17.97	5,606.40	23.73
กรกฎาคม	4,329.00	4,308.58	0.47	6,542.33	51.13	4,494.72	3.83	6,270.08	44.84
สิงหาคม	4,159.00	4,138.58	0.49	8,015.66	92.73	5,802.63	39.52	7,535.85	81.19
กันยายน	4,369.00	4,333.20	0.82	8,799.79	101.41	6,211.99	42.18	8,675.15	98.56
ตุลาคม	4,575.00	4,533.75	0.90	9,060.26	98.04	6,323.17	38.21	8,810.89	92.59
พฤศจิกายน	4,425.00	4,394.02	0.70	8,789.96	98.64	6,064.26	37.05	8,522.87	92.61
ธันวาคม	4,291.00	4,289.84	0.03	8,543.40	99.10	5,828.63	35.83	8,295.26	93.32
MAPE		0.4969*		49.2646		28.0764		46.7852	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.62 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	4,096.98	3,929.10	4,265.08
กุมภาพันธ์	2542	3,864.22	3,697.59	4,031.09
มีนาคม	2542	3,545.60	3,374.26	3,717.28
เมษายน	2542	3,402.38	3,242.68	3,562.38
พฤษภาคม	2542	3,506.48	3,358.66	3,654.59
มิถุนายน	2542	4,025.71	3,858.95	4,193.26
กรกฎาคม	2542	4,974.53	4,777.48	5,172.93
สิงหาคม	2542	5,851.56	5,589.45	6,115.79
กันยายน	2542	6,631.31	6,354.86	6,909.82
ตุลาคม	2542	6,789.04	6,551.79	7,027.22
พฤศจิกายน	2542	6,508.65	6,278.38	6,739.45
ธันวาคม	2542	6,297.07	6,087.02	6,507.44
มกราคม	2543	6,037.62	5,826.42	6,249.18
กุมภาพันธ์	2543	5,722.49	5,513.48	5,931.85
มีนาคม	2543	5,171.63	4,943.29	5,400.55
เมษายน	2543	4,797.79	4,595.87	5,000.13
พฤษภาคม	2543	4,344.95	4,138.15	4,552.29
มิถุนายน	2543	4,192.85	4,009.97	4,376.18
กรกฎาคม	2543	4,497.88	4,316.84	4,679.62
สิงหาคม	2543	5,674.61	5,437.03	5,914.19
กันยายน	2543	6,195.77	5,978.43	6,413.99
ตุลาคม	2543	6,469.12	6,265.17	6,673.65
พฤศจิกายน	2543	6,363.36	6,153.57	6,573.54
ธันวาคม	2543	6,328.93	6,138.05	6,519.98

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.63 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนเขาแหลม

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	4,296.00	29.00	199.00
กุมภาพันธ์	2542	4,090.00	19.00	220.00
มีนาคม	2542	3,827.00	36.00	300.00
เมษายน	2542	3,534.00	99.00	211.00
พฤษภาคม	2542	3,407.00	209.00	82.00
มิถุนายน	2542	3,528.00	659.00	122.00
กรกฎาคม	2542	4,068.00	1,160.00	197.00
สิงหาคม	2542	4,975.00	1,531.00	596.00
กันยายน	2542	5,910.00	1,419.00	631.00
ตุลาคม	2542	6,698.00	539.00	381.00
พฤศจิกาย	2542	6,856.00	118.00	409.00
ธันวาคม	2542	6,565.00	60.00	270.00
มกราคม	2543	6,355.00	50.00	315.00
กุมภาพันธ์	2543	6,090.00	20.00	341.00
มีนาคม	2543	5,769.00	12.00	580.00
เมษายน	2543	5,201.00	28.00	400.00
พฤษภาคม	2543	4,829.00	37.00	500.00
มิถุนายน	2543	4,366.00	155.00	300.00
กรกฎาคม	2543	4,221.00	518.00	200.00
สิงหาคม	2543	4,539.00	1,600.00	400.00
กันยายน	2543	5,939.00	600.00	280.00
ตุลาคม	2543	6,259.00	430.00	150.00
พฤศจิกาย	2543	6,539.00	135.00	250.00
ธันวาคม	2543	6,424.00	70.00	100.00

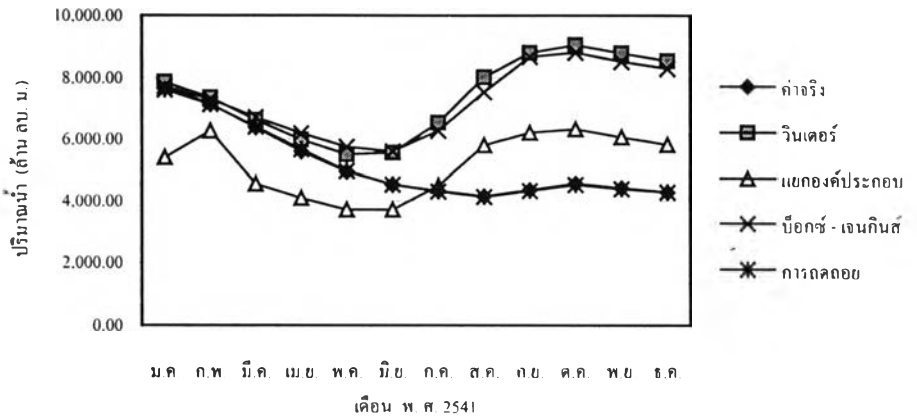
ตารางที่ 4.64 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	7,655.00	4,096.98 (-46.48)	6,037.62 (-21.13)
กุมภาพันธ์	7,143.00	3,864.22 (-45.90)	5,722.49 (-19.89)
มีนาคม	6,379.00	3,545.60 (-44.42)	5,171.63 (-18.93)
เมษายน	5,605.00	3,402.38 (-39.30)	4,797.79 (-14.40)
พฤษภาคม	4,958.00	3,506.48 (-29.28)	4,344.95 (-12.36)
มิถุนายน	4,531.00	4,025.71 (-11.15)	4,192.85 (- 7.46)
กรกฎาคม	4,329.00	4,974.53 (+14.91)	4,497.88 (+ 3.90)
สิงหาคม	4,159.00	5,851.56 (+40.70)	5,674.61 (+36.44)
กันยายน	4,369.00	6,631.31 (+51.78)	6,195.77 (+41.81)
ตุลาคม	4,575.00	6,789.04 (+48.39)	6,469.12 (+41.40)
พฤศจิกายน	4,425.00	6,508.65 (+47.09)	6,363.36 (+43.80)
ธันวาคม	4,291.00	6,297.07 (+46.75)	6,328.93 (+47.49)

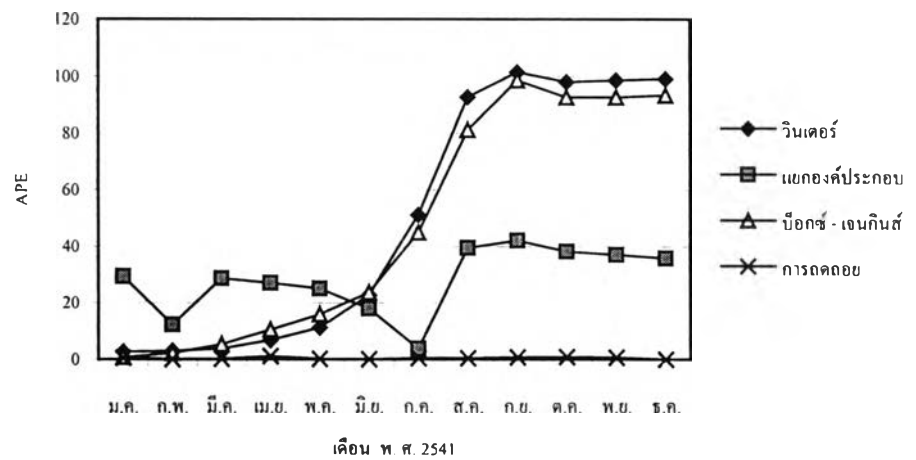
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

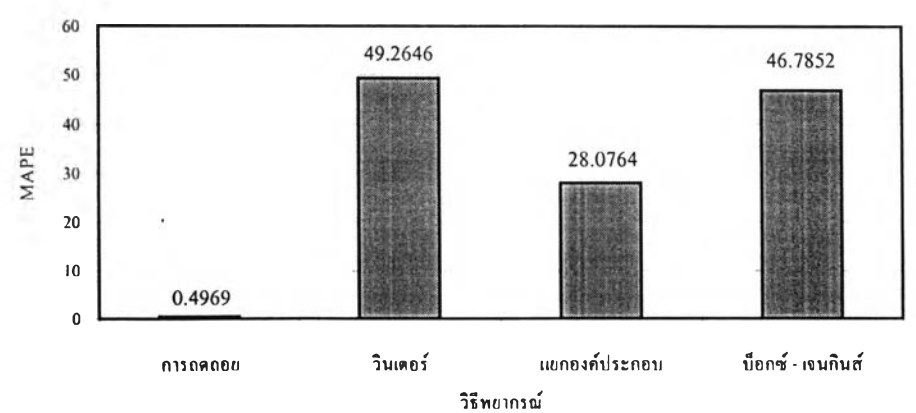
รูปภาพที่ 4.46 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนเขาแหลม



รูปภาพที่ 4.47 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนเขาแหลม



รูปภาพที่ 4.48 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนเขาแหลม



4.17 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจานจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 462 ถึง 471) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.17.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.994, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.999, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 0.994 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.994\, Y_{t-1} + 0.999\, X_{1,t-1} - 0.994\, X_{2,t-1}$$

4.17.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000, α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.17.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 294.100 + 2.130\, t_1 - 2.662\, x_{1t} - 33.610\, x_{2t} - 75.194\, x_{3t} - 108.142\, x_{4t} - 128.181\, x_{5t} - 128.039\, x_{6t} - 108.259\, x_{7t} - 39.298\, x_{8t} - 6.701\, x_{9t} + 34.351\, x_{10t} + 17.494\, x_{11t}$$

4.17.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(2, 0, 0)(0, 1, 1)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)(1 - B^{12})\, Y_t = \delta + (1 - \Theta_{12} B^{12})\, a_t$$

หรือ $$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} - \Theta_{12} a_{t-12} + a_t$$

เมื่อ $$W_t = (1 - B^{12}) Y_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 1.22156 และ ϕ_2 เท่ากับ - 0.26968 ค่าประมาณของพารามิเตอร์ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Θ_{12} เท่ากับ 0.76528 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 1.22156\, W_{t-1} - 0.26968\, W_{t-2} - 0.76528\, a_{t-12}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.65 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.49 ถึง 4.51 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.9417% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 107.7356% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 41.3303% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 87.2659% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจานโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการแยกองค์ประกอบ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $$\hat{Y}_t = 0.994\, Y_{t-1} + 1.001\, X_{1,t-1} - 0.998\, X_{2,t-1}$$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.66 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอา

เดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.67

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจานในช่วงเดือนมกราคม – มิถุนายน ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดน้อยกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคม - ธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำเพิ่มมากขึ้น และคาดว่าในปี พ. ศ. 2543 ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจานจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.68

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.65 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน

เดือน พ.ศ. 2541	ปริมาณน้ำจริง	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
		ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	648.00	649.19	0.18	661.63	2.10	293.57	54.70	648.47	0.07
กุมภาพันธ์	583.00	585.56	0.44	615.11	5.51	264.75	54.59	589.84	1.17
มีนาคม	479.00	488.14	1.91	556.74	16.23	225.30	52.97	521.52	8.88
เมษายน	388.00	390.74	0.71	512.76	32.15	194.48	49.88	462.37	19.17
พฤษภาคม	316.00	317.24	0.39	484.99	53.48	176.57	44.12	421.54	33.40
มิถุนายน	285.00	288.37	1.18	477.74	67.63	178.84	37.25	401.63	40.92
กรกฎาคม	226.00	226.83	0.37	515.54	128.12	200.75	11.17	441.92	95.54
สิงหาคม	196.00	199.01	1.54	589.83	200.93	271.84	38.69	567.63	189.61
กันยายน	201.00	203.03	1.01	648.69	222.73	306.57	52.52	618.74	207.83
ตุลาคม	260.00	267.23	2.78	748.34	187.82	349.75	34.52	653.39	151.30
พฤศจิกายน	249.00	248.63	0.15	721.17	189.63	335.02	34.55	629.53	152.82
ธันวาคม	244.00	245.58	0.65	699.05	186.50	319.66	31.01	601.39	146.47
MAPE		0.9417*		107.7356		41.3303		87.2659	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.66 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	233.30	228.46	238.39
กุมภาพันธ์	2542	221.49	216.42	226.79
มีนาคม	2542	214.74	209.56	220.15
เมษายน	2542	207.97	202.48	213.68
พฤษภาคม	2542	217.50	213.06	222.12
มิถุนายน	2542	272.78	266.44	279.33
กรกฎาคม	2542	267.97	259.83	276.39
สิงหาคม	2542	470.34	455.31	485.64
กันยายน	2542	446.48	433.95	459.45
ตุลาคม	2542	441.94	429.41	454.90
พฤศจิกายน	2542	437.01	428.54	445.92
ธันวาคม	2542	422.74	415.67	430.25
มกราคม	2543	399.00	392.12	406.30
กุมภาพันธ์	2543	359.22	351.35	367.49
มีนาคม	2543	297.39	289.83	305.32
เมษายน	2543	247.11	239.76	254.76
พฤษภาคม	2543	210.38	203.71	217.31
มิถุนายน	2543	204.86	198.76	211.18
กรกฎาคม	2543	202.99	197.17	209.02
สิงหาคม	2543	192.02	184.41	199.84
กันยายน	2543	227.08	219.77	234.59
ตุลาคม	2543	324.97	317.93	332.24
พฤศจิกายน	2543	363.85	356.79	371.23
ธันวาคม	2543	332.45	325.18	340.07

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.67 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนแก่งกระจาน

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	244.00	13.00	19.00
กุมภาพันธ์	2542	237.00	15.00	26.00
มีนาคม	2542	230.00	18.00	29.00
เมษายน	2542	207.00	36.00	32.00
พฤษภาคม	2542	189.00	36.00	5.00
มิถุนายน	2542	218.00	81.00	25.00
กรกฎาคม	2542	272.00	71.00	72.00
สิงหาคม	2542	270.00	312.00	119.00
กันยายน	2542	450.00	125.00	124.00
ตุลาคม	2542	420.00	144.00	119.00
พฤศจิกาย	2542	441.00	55.00	52.00
ธันวาคม	2542	440.00	23.00	32.00
มกราคม	2543	420.00	20.00	33.00
กุมภาพันธ์	2543	407.00	23.00	63.00
มีนาคม	2543	367.00	10.00	72.00
เมษายน	2543	305.00	21.00	73.00
พฤษภาคม	2543	253.00	25.00	63.00
มิถุนายน	2543	215.00	39.00	46.00
กรกฎาคม	2543	208.00	38.00	40.00
สิงหาคม	2543	205.00	65.00	76.00
กันยายน	2543	200.00	84.00	56.00
ตุลาคม	2543	232.00	114.00	21.00
พฤศจิกาย	2543	312.00	80.00	25.00
ธันวาคม	2543	362.00	29.00	52.00

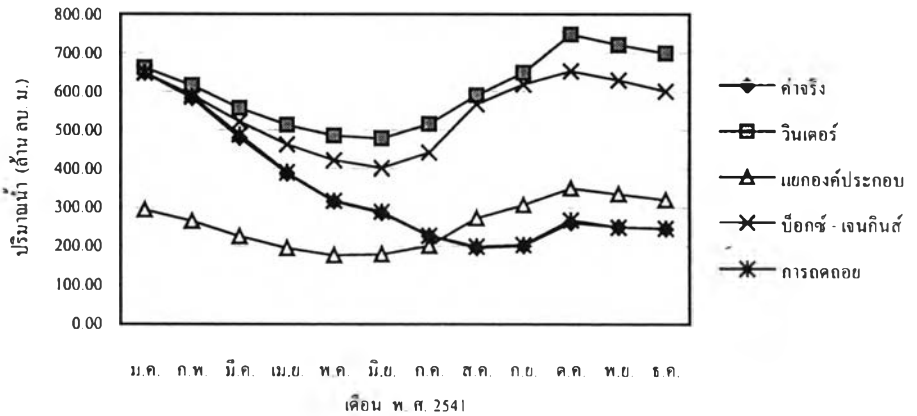
ตารางที่ 4.68 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	648.00	233.30 (- 64.00)	399.00 (-38.43)
กุมภาพันธ์	583.00	221.49 (- 62.01)	359.22 (-38.39)
มีนาคม	479.00	214.74 (- 55.17)	297.39 (-37.91)
เมษายน	388.00	207.97 (- 46.40)	247.11 (-36.31)
พฤษภาคม	316.00	217.50 (- 31.17)	210.38 (-33.42)
มิถุนายน	285.00	272.78 (- 4.29)	204.86 (-28.12)
กรกฎาคม	226.00	267.97 (+ 18.57)	202.99 (-10.18)
สิงหาคม	196.00	470.34 (+139.97)	192.02 (- 2.03)
กันยายน	201.00	446.48 (+122.13)	227.08 (+12.98)
ตุลาคม	260.00	441.94 (+ 69.98)	324.97 (+24.99)
พฤศจิกายน	249.00	437.01 (+ 75.51)	363.85 (+46.12)
ธันวาคม	244.00	422.74 (+ 73.25)	332.45 (+36.25)

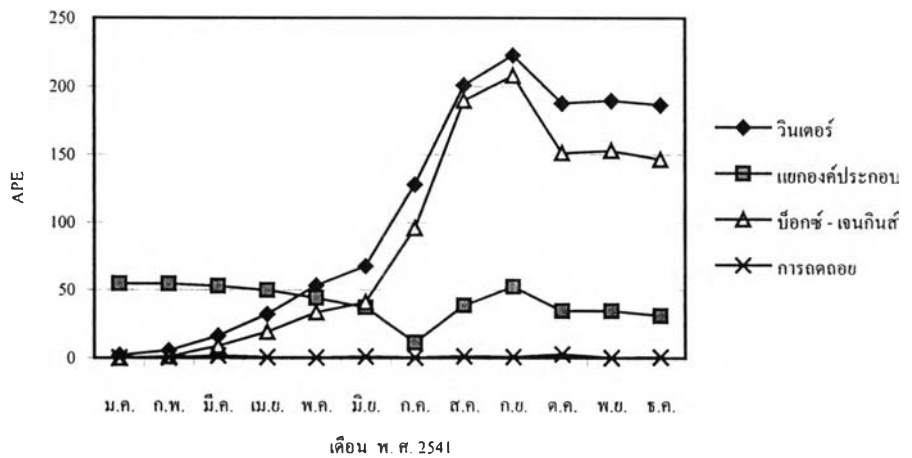
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

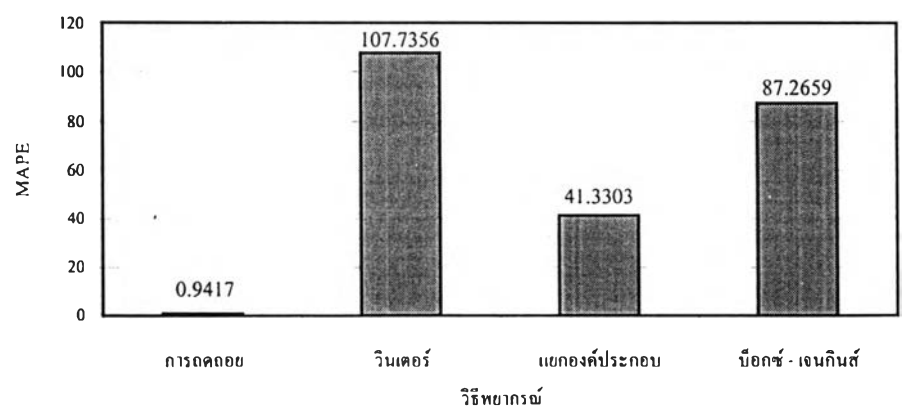
รูปภาพที่ 4.49 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนแก่งกระจาน



รูปภาพที่ 4.50 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแก่งกระจาน



รูปภาพที่ 4.51 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแก่งกระจาน



4.18 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรีจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 462 ถึง 471) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.18.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.981, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.038, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 0.999 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.981\, Y_{t-1} + 1.038\, X_{1,t-1} - 0.999\, X_{2,t-1}$$

4.18.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000, α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.18.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 169.595 + 1.549\, t_1 + 7.761\, x_{1t} - 12.969\, x_{2t} - 40.154\, x_{3t} - 67.430\, x_{4t} - 87.342\, x_{5t} - 92.254\, x_{6t} - 88.166\, x_{7t} - 54.897\, x_{8t} - 46.809\, x_{9t} + 11.915\, x_{10t} + 13.276\, x_{11t}$$

4.18.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(0, 1, 0)(2, 1, 0)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \Phi_{12} B^{12} - \Phi_{24} B^{24})(1 - B)(1 - B^{12}) Y_t = \delta + a_t$$

หรือ $$W_t = \delta + \Phi_{12} W_{t-12} + \Phi_{24} W_{t-24} + a_t$$

เมื่อ $$W_t = (1 - B)(1 - B^{12}) Y_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.85824 และ Φ_{24} เท่ากับ -0.56256 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = -0.85824\, W_{t-12} - 0.56256\, W_{t-24}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.69 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.52 ถึง 4.54 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 1.3910% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 69.3843% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 36.3006% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 97.7735% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรีโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการแยกองค์ประกอบ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $$\hat{Y}_t = 0.980\, Y_{t-1} + 1.044\, X_{1,t-1} - 1.006\, X_{2,t-1}$$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.70 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอา

เดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.71

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรีในช่วงเดือนมกราคม – มิถุนายน ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้มีแนวโน้มลดต่ำลงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับใช้ในฤดูแล้งจัดอยู่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ภาวะแห้งแล้งที่เกิดขึ้นทำให้ความต้องการใช้น้ำสูงจึงส่งผลให้ในช่วงเดือนมกราคม – เดือนพฤษภาคม ปี พ. ศ. 2543 มีปริมาณน้ำต้นทุนลดต่ำลงเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 แต่ในช่วงเดือนมิถุนายน – ธันวาคม ปี พ. ศ. 2543 คาดว่าจะมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างมากพอที่จะทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มสูงกว่าปี พ. ศ. 2541 แต่ก็ยังน้อยกว่าปี พ.ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.72

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.69 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี

เดือน พ. ศ. 2541	ปริมาณน้ำจริง	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
		ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	420.00	419.43	0.14	415.16	1.15	178.91	57.40	421.35	0.32
กุมภาพันธ์	379.00	382.16	0.83	381.57	0.68	159.72	57.86	393.68	3.87
มีนาคม	316.00	328.47	3.94	337.06	6.66	134.09	57.57	360.96	14.23
เมษายน	264.00	268.97	1.88	292.04	10.62	108.36	58.95	333.83	26.45
พฤษภาคม	207.00	214.84	3.79	262.84	26.98	90.00	56.52	310.94	50.21
มิถุนายน	185.00	189.66	2.52	250.89	35.62	86.64	53.17	301.57	63.01
กรกฎาคม	160.00	161.82	1.14	263.09	64.43	92.27	42.33	314.29	96.43
สิงหาคม	134.00	133.93	0.05	296.08	120.95	127.09	5.16	332.01	147.77
กันยายน	138.00	136.87	0.82	318.41	130.73	136.73	0.92	397.57	188.09
ตุลาคม	174.00	173.77	0.13	430.18	147.23	197.00	13.22	520.82	199.32
พฤศจิกายน	174.00	174.19	0.11	421.34	142.15	199.91	14.89	489.92	181.57
ธันวาคม	160.00	162.13	1.33	392.65	145.41	188.18	17.61	483.21	202.01
MAPE		1.3910*		69.3843		36.3006		97.7735	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.70 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	152.69	149.23	156.30
กุมภาพันธ์	2542	137.91	133.93	142.04
มีนาคม	2542	130.83	127.18	134.63
เมษายน	2542	118.14	113.98	122.44
พฤษภาคม	2542	135.55	131.33	139.89
มิถุนายน	2542	173.06	168.53	177.73
กรกฎาคม	2542	176.23	171.50	181.13
สิงหาคม	2542	156.88	151.60	162.33
กันยายน	2542	168.62	163.34	174.07
ตุลาคม	2542	266.91	259.70	274.29
พฤศจิกายน	2542	261.80	256.02	267.85
ธันวาคม	2542	249.74	244.76	254.99
มกราคม	2543	251.07	246.60	255.79
กุมภาพันธ์	2543	238.26	233.20	243.57
มีนาคม	2543	208.02	202.47	213.80
เมษายน	2543	180.89	175.72	186.28
พฤษภาคม	2543	178.70	173.98	183.61
มิถุนายน	2543	215.19	208.74	221.82
กรกฎาคม	2543	198.13	192.02	204.46
สิงหาคม	2543	172.63	166.86	178.60
กันยายน	2543	173.71	168.06	179.54
ตุลาคม	2543	271.42	264.17	278.84
พฤศจิกายน	2543	252.77	246.57	259.25
ธันวาคม	2543	239.86	235.15	244.83

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.71 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนปราณบุรี

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	160.00	8.80	3.20
กุมภาพันธ์	2542	152.00	7.70	18.70
มีนาคม	2542	138.00	7.90	12.30
เมษายน	2542	128.00	16.50	24.10
พฤษภาคม	2542	117.00	35.60	15.90
มิถุนายน	2542	135.00	50.20	11.30
กรกฎาคม	2542	170.00	30.50	21.80
สิงหาคม	2542	175.00	25.00	40.20
กันยายน	2542	159.80	43.00	32.40
ตุลาคม	2542	170.40	127.00	32.20
พฤศจิกาย	2542	256.20	31.00	30.00
ธันวาคม	2542	265.00	10.00	20.00
มกราคม	2543	255.00	9.00	7.90
กุมภาพันธ์	2543	252.00	14.00	22.90
มีนาคม	2543	239.00	14.00	40.30
เมษายน	2543	209.00	13.00	37.00
พฤษภาคม	2543	185.00	21.00	24.10
มิถุนายน	2543	179.00	77.00	40.10
กรกฎาคม	2543	214.00	36.00	48.60
สิงหาคม	2543	200.00	25.00	48.90
กันยายน	2543	173.00	43.00	40.20
ตุลาคม	2543	175.00	127.00	32.20
พฤศจิกาย	2543	268.00	31.00	41.70
ธันวาคม	2543	256.00	6.00	16.90

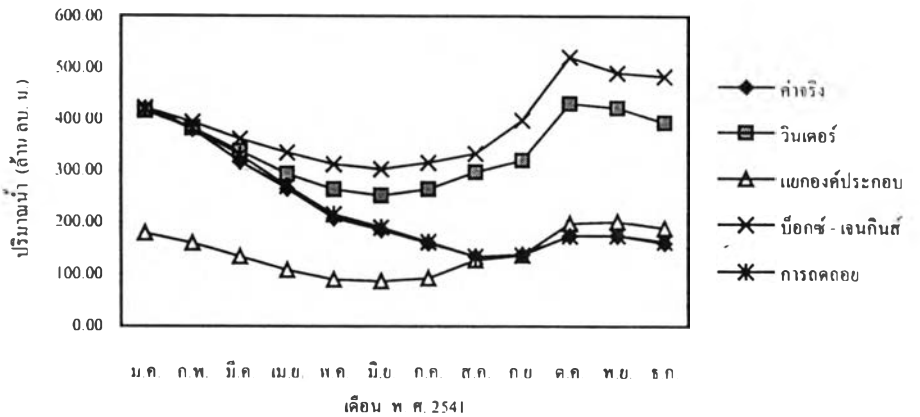
ตารางที่ 4.72 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	420.00	152.69 (-63.65)	251.07 (-40.22)
กุมภาพันธ์	379.00	137.91 (-63.61)	238.26 (-37.13)
มีนาคม	316.00	130.83 (-58.60)	208.02 (-34.17)
เมษายน	264.00	118.14 (-55.25)	180.89 (-31.48)
พฤษภาคม	207.00	135.55 (-34.52)	178.70 (-13.67)
มิถุนายน	185.00	173.06 (- 6.45)	215.19 (+16.32)
กรกฎาคม	160.00	176.23 (+10.15)	198.13 (+23.83)
สิงหาคม	134.00	156.88 (+17.07)	172.63 (+28.83)
กันยายน	138.00	168.62 (+22.19)	173.71 (+25.88)
ตุลาคม	174.00	266.91 (+53.40)	271.42 (+55.99)
พฤศจิกายน	174.00	261.80 (+50.46)	252.77 (+45.27)
ธันวาคม	160.00	249.74 (+56.09)	239.86 (+49.91)

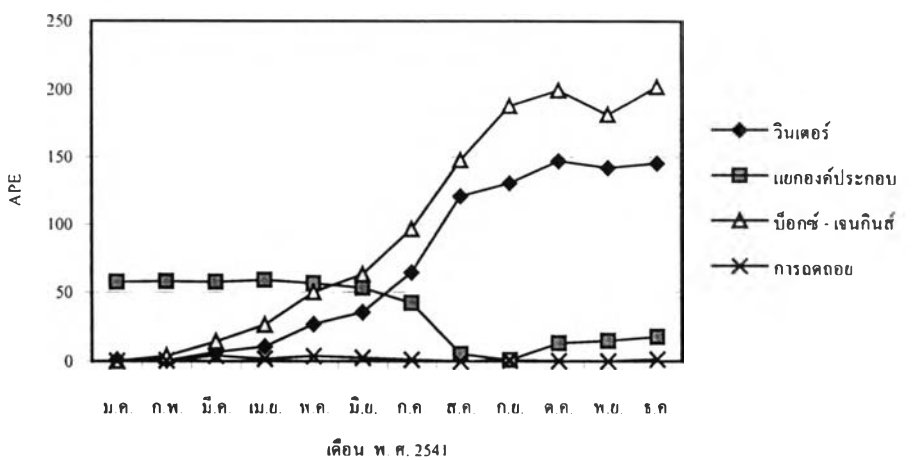
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

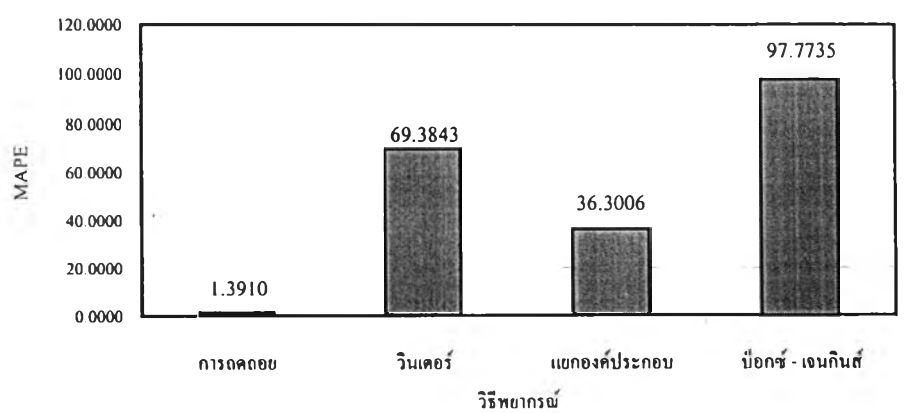
<u>รูปภาพที่</u> 4.52 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนปราณบุรี



<u>รูปภาพที่</u> 4.53 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนปราณบุรี



<u>รูปภาพที่</u> 4.54 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนปราณบุรี



4.19 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียวจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 483 ถึง 493) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.19.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ 1.981, β_1 มีค่าเท่ากับ 0.981, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.987, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -0.971 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1.958 + 0.981\, Y_{t-1} + 0.987\, X_{1,t-1} - 0.971\, X_{2,t-1}$$

4.19.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 0.800, α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.19.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 135.74122 + 0.389\, t_1 - 0.452\, x_{1t} - 13.295\, x_{2t} - 31.138 x_{3t} - 46.890\, x_{4t} - 54.915\, x_{5t} - 57.941\, x_{6t} - 67.057\, x_{7t} - 73.263\, x_{8t} - 36.016\, x_{9t} + 9.141\, x_{10t} + 6.934\, x_{11t}$$

4.19.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ ARIMA $(0, 1, 0)(2, 1, 0)_{12}$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ -0.62914 และ Φ_{24} เท่ากับ -0.28861 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = -0.62914\, W_{t-12} - 0.28861\, W_{t-24}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.73 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.55 ถึง 4.57 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.5194% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 28.6359% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 39.5586% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 39.8817% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียวโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการแยกองค์ประกอบเหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.985\, Y_{t-1} + 0.989\, X_{1,t-1} - 0.975\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.74 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.75

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของ

เขื่อนกระเสียวในปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดอยู่ในเกณฑ์สูง ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 แต่อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงปริมาณน้ำต้นทุนของเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2543 ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าปี พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.76

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.73 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	82.00	85.42	4.18	88.03	7.35	135.68	65.46	89.49	9.13
กุมภาพันธ์	66.00	68.27	3.44	81.40	23.34	123.22	86.70	89.03	34.89
มีนาคม	60.00	64.58	7.64	72.84	21.40	105.77	76.28	88.89	48.15
เมษายน	53.00	55.32	4.37	65.59	23.76	90.41	70.58	88.85	67.63
พฤษภาคม	55.00	57.22	4.03	62.77	14.13	41.23	25.04	88.83	61.51
มิถุนายน	63.00	65.10	3.33	62.31	1.09	80.13	27.20	88.83	41.00
กรกฎาคม	77.00	81.53	5.88	55.20	28.31	71.41	7.26	88.83	15.36
สิงหาคม	111.00	107.67	3.00	52.41	52.79	65.59	40.91	88.83	19.98
กันยายน	124.00	125.10	0.88	72.06	41.89	103.23	16.75	88.83	28.36
ตุลาคม	172.00	172.26	0.15	103.05	40.09	148.77	13.50	88.83	48.36
พฤศจิกายน	183.00	182.36	0.35	104.65	42.81	146.95	19.70	88.83	51.46
ธันวาคม	188.00	178.65	4.97	100.25	46.68	140.41	25.31	88.83	52.75
MAPE		3.5194*		28.6359		39.5586		39.8817	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.74 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	185.76	181.48	190.04
กุมภาพันธ์	2542	167.56	162.52	172.61
มีนาคม	2542	142.63	137.51	147.77
เมษายน	2542	143.99	139.47	148.52
พฤษภาคม	2542	211.63	204.48	218.82
มิถุนายน	2542	190.82	184.14	197.55
กรกฎาคม	2542	167.84	162.01	173.70
สิงหาคม	2542	158.83	154.20	163.49
กันยายน	2542	198.58	192.57	204.61
ตุลาคม	2542	242.37	234.27	250.52
พฤศจิกาย	2542	241.21	230.34	252.17
ธันวาคม	2542	244.27	239.23	249.32
มกราคม	2543	237.13	231.93	242.34
กุมภาพันธ์	2543	213.88	208.09	219.69
มีนาคม	2543	177.44	171.63	183.29
เมษายน	2543	144.91	139.65	150.20
พฤษภาคม	2543	116.91	112.14	121.72
มิถุนายน	2543	107.65	103.53	111.78
กรกฎาคม	2543	105.27	100.85	109.71
สิงหาคม	2543	130.95	125.60	136.33
กันยายน	2543	155.13	150.50	159.78
ตุลาคม	2543	201.20	195.75	206.66
พฤศจิกาย	2543	208.18	202.96	213.42
ธันวาคม	2543	208.06	203.34	212.78

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.75 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนกระเสียว

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	188.00	1.90	2.80
กุมภาพันธ์	2542	186.00	5.40	23.00
มีนาคม	2542	168.00	6.50	31.50
เมษายน	2542	140.00	19.30	14.80
พฤษภาคม	2542	146.00	94.20	30.50
มิถุนายน	2542	211.00	26.50	45.80
กรกฎาคม	2542	191.00	14.80	37.30
สิงหาคม	2542	167.00	8.70	16.10
กันยายน	2542	159.60	60.10	20.00
ตุลาคม	2542	199.70	88.50	44.40
พฤศจิกาย	2542	243.80	99.00	100.80
ธันวาคม	2542	242.00	6.00	1.50
มกราคม	2543	246.00	1.30	8.10
กุมภาพันธ์	2543	239.20	2.90	26.70
มีนาคม	2543	215.40	0.90	38.00
เมษายน	2543	178.30	2.10	35.10
พฤษภาคม	2543	145.30	3.80	32.20
มิถุนายน	2543	116.90	9.80	19.10
กรกฎาคม	2543	111.00	18.10	24.00
สิงหาคม	2543	105.10	52.90	27.00
กันยายน	2543	131.00	34.70	9.90
ตุลาคม	2543	155.80	55.40	8.70
พฤศจิกาย	2543	202.50	19.10	11.90
ธันวาคม	2543	209.70	5.00	5.00

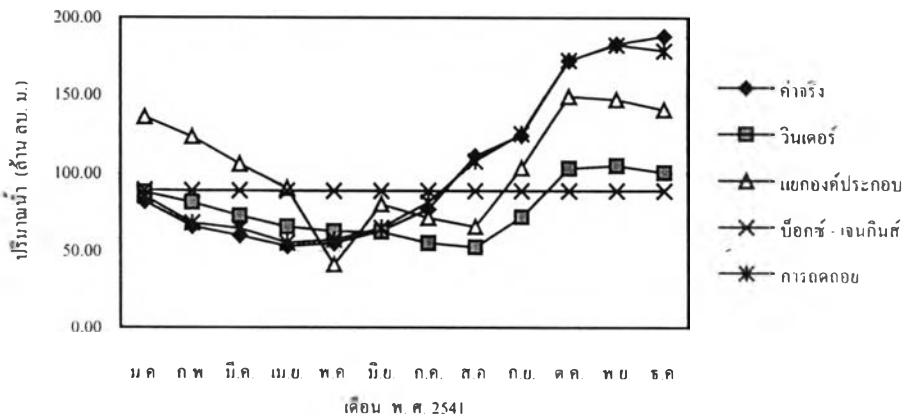
ตารางที่ 4.76 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	82.00	185.76 (+126.54)	237.13 (+189.18)
กุมภาพันธ์	66.00	167.56 (+153.87)	213.88 (+224.06)
มีนาคม	60.00	142.63 (+137.71)	177.44 (+195.73)
เมษายน	53.00	143.99 (+171.68)	144.91 (+173.42)
พฤษภาคม	55.00	211.63 (+184.79)	116.91 (+112.57)
มิถุนายน	63.00	190.82 (+202.89)	107.65 (+ 70.87)
กรกฎาคม	77.00	167.84 (+117.97)	105.27 (+ 36.71)
สิงหาคม	111.00	158.83 (+ 43.09)	130.95 (+ 17.97)
กันยายน	124.00	198.58 (+ 60.14)	155.13 (+ 25.11)
ตุลาคม	172.00	242.37 (+ 40.91)	201.20 (+ 16.98)
พฤศจิกายน	183.00	241.21 (+ 31.81)	208.18 (+ 13.76)
ธันวาคม	188.00	244.27 (+ 29.93)	208.06 (+ 10.67)

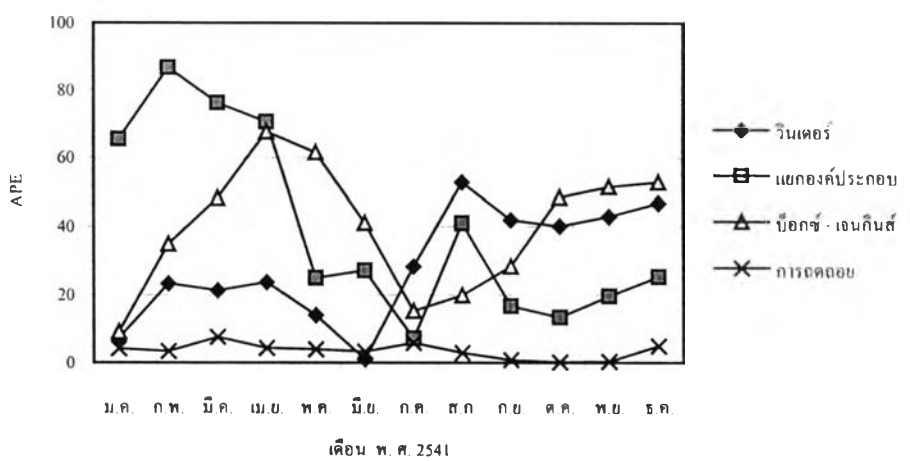
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

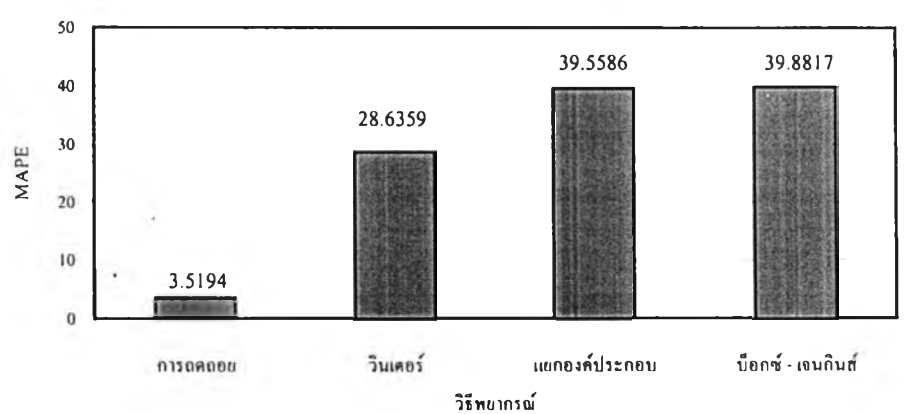
รูปภาพที่ 4.55 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนกระเสียว



รูปภาพที่ 4.56 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนกระเสียว



รูปภาพที่ 4.57 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนกระเสียว



4.20 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลาจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลอยู่ในสภาพคงที่เฉพาะที่ในค่าเฉลี่ยและไม่มีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก หน้า 494 ถึง 501) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.20.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ 0.130, β_1 มีค่าเท่ากับ 0.985, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.987, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 1.027 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.985\, Y_{t-1} + 0.987\, X_{1,t-1} - 1.027\, X_{2,t-1}$$

4.20.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 1 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_T(1) = Y_T$$

4.20.3 วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 2 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 และ γ มีค่าเท่ากับ 0.100 ซึ่ง

4.20.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ AR (2)

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 1.16402 และ ϕ_2 เท่ากับ -0.19450 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$Y_t = 1.16402\, Y_{t-1} - 0.19450\, Y_{t-2}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.77 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.58 ถึง 4.60 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.1269% วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังให้ค่า MAPE เท่ากับ 42.4092% วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 34.9027% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 34.2067% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลาโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.987\, Y_{t-1} + 0.988\, X_{1,t-1} - 1.028\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.78 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , X_{1t} และ X_{2t} ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.79

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

ของเขื่อนทับเสลาในปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดอยู่ในเกณฑ์สูง ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งทำให้การจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้งเพียงพอกับความต้องการใช้น้ำ แต่การระบายน้ำควรคำนึงถึงปริมาณน้ำต้นทุนของเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2543 ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าปี พ. ศ. 2542 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.80

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.77 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	ปรับให้เรียบ	APE	โฮลท์	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	34.70	35.35	1.86	36.10	4.03	34.95	0.71	35.00	0.86
กุมภาพันธ์	33.20	33.97	2.33	36.10	8.73	33.79	1.78	33.72	1.56
มีนาคม	21.80	24.54	12.59	36.10	65.60	32.64	49.71	32.44	48.82
เมษายน	20.90	21.26	1.74	36.10	72.73	31.48	50.64	31.20	49.31
พฤษภาคม	20.90	22.36	7.00	36.10	72.73	30.33	45.11	30.01	43.60
มิถุนายน	23.10	22.96	0.63	36.10	56.28	29.17	26.30	28.87	24.96
กรกฎาคม	24.40	23.43	3.97	36.10	47.95	28.02	14.84	27.76	13.78
สิงหาคม	26.00	26.57	2.20	36.10	38.85	26.87	3.33	26.70	2.70
กันยายน	38.60	38.05	1.43	36.10	6.48	25.71	33.39	25.68	33.46
ตุลาคม	60.00	60.17	0.29	36.10	39.83	24.56	59.07	24.70	58.83
พฤศจิกายน	67.00	66.40	0.90	36.10	46.12	23.40	65.07	23.76	64.54
ธันวาคม	71.50	69.65	2.59	36.10	49.51	22.25	68.88	22.85	68.04
MAPE		3.1269*		42.4029		34.9027		34.2067	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.78 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	69.28	67.82	70.68
กุมภาพันธ์	2542	61.56	60.07	62.99
มีนาคม	2542	58.68	57.37	59.94
เมษายน	2542	56.73	55.33	58.07
พฤษภาคม	2542	80.48	78.79	82.15
มิถุนายน	2542	92.01	90.09	93.87
กรกฎาคม	2542	65.86	63.46	68.18
สิงหาคม	2542	67.31	65.80	68.75
กันยายน	2542	75.23	73.76	76.65
ตุลาคม	2542	139.49	136.68	142.29
พฤศจิกาย	2542	144.67	141.73	147.49
ธันวาคม	2542	148.17	146.08	150.11
มกราคม	2543	136.82	134.42	139.07
กุมภาพันธ์	2543	129.58	127.39	131.63
มีนาคม	2543	115.46	113.13	117.66
เมษายน	2543	101.35	99.16	103.42
พฤษภาคม	2543	97.66	95.90	99.31
มิถุนายน	2543	100.65	98.80	102.39
กรกฎาคม	2543	99.78	98.04	101.42
สิงหาคม	2543	64.37	61.75	66.90
กันยายน	2543	72.95	71.49	74.35
ตุลาคม	2543	92.42	90.67	94.11
พฤศจิกาย	2543	79.21	77.05	81.28
ธันวาคม	2543	80.95	79.50	82.33

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.79 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนทับเสลา

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	71.50	1.80	3.00
กุมภาพันธ์	2542	67.20	1.30	5.90
มีนาคม	2542	59.70	1.30	1.50
เมษายน	2542	57.20	4.00	3.60
พฤษภาคม	2542	56.00	25.50	0.00
มิถุนายน	2542	80.00	18.60	5.20
กรกฎาคม	2542	91.30	5.30	28.70
สิงหาคม	2542	64.70	6.80	3.20
กันยายน	2542	68.30	7.90	0.00
ตุลาคม	2542	76.20	69.10	3.90
พฤศจิกาย	2542	141.40	24.40	18.50
ธันวาคม	2542	147.30	2.80	0.00
มกราคม	2543	150.00	1.00	11.90
กุมภาพันธ์	2543	139.00	0.60	8.00
มีนาคม	2543	132.00	1.00	15.40
เมษายน	2543	118.00	0.50	15.20
พฤษภาคม	2543	103.00	0.30	4.20
มิถุนายน	2543	107.00	1.10	5.90
กรกฎาคม	2543	103.00	1.20	3.00
สิงหาคม	2543	101.00	1.80	36.10
กันยายน	2543	67.00	7.30	0.40
ตุลาคม	2543	74.00	19.60	0.00
พฤศจิกาย	2543	94.00	5.50	18.50
ธันวาคม	2543	81.00	1.00	0.00

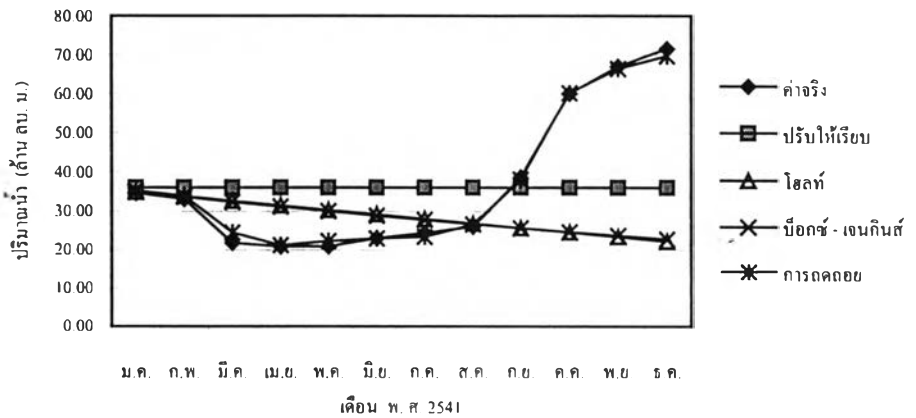
ตารางที่ 4.80 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	34.70	69.28 (+ 99.66)	136.82 (+294.30)
กุมภาพันธ์	33.20	61.56 (+ 85.43)	129.58 (+290.30)
มีนาคม	21.80	58.68 (+169.19)	115.46 (+429.63)
เมษายน	20.90	56.73 (+171.41)	101.35 (+384.94)
พฤษภาคม	20.90	80.48 (+285.09)	97.66 (+367.26)
มิถุนายน	23.10	92.01 (+298.31)	100.65 (+335.71)
กรกฎาคม	24.40	65.86 (+169.93)	99.78 (+308.93)
สิงหาคม	26.00	67.31 (+158.87)	64.37 (+147.58)
กันยายน	38.60	75.23 (+ 94.91)	72.95 (+ 88.98)
ตุลาคม	60.00	139.49 (+132.48)	92.42 (+ 54.03)
พฤศจิกายน	67.00	144.67 (+115.92)	79.21 (+ 18.23)
ธันวาคม	71.50	148.17 (+107.23)	80.95 (+ 13.22)

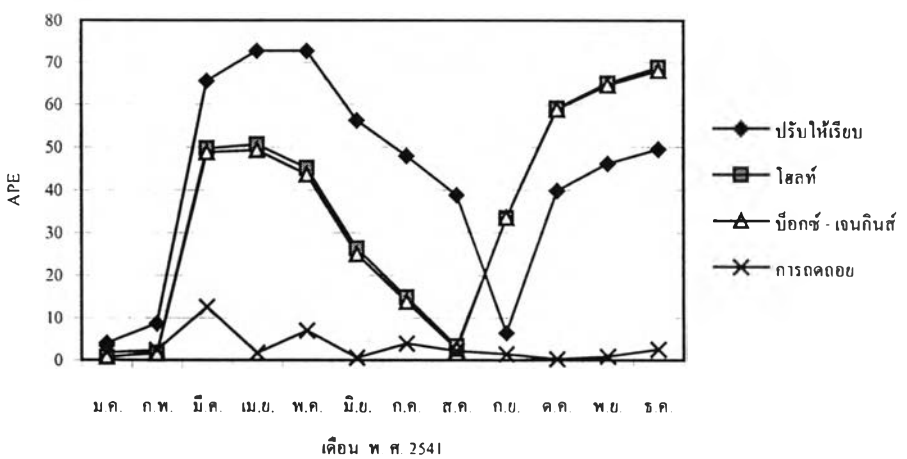
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

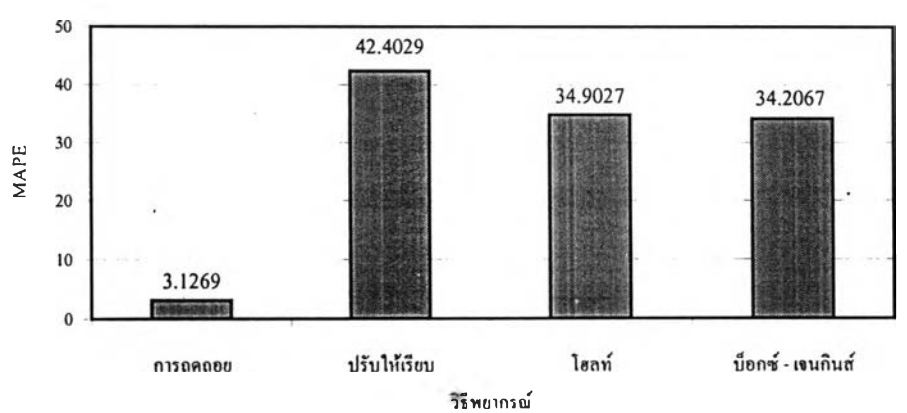
รูปภาพที่ 4.58 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนทับเสลา



รูปภาพที่ 4.59 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนทับเสลา



รูปภาพที่ 4.60 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนทับเสลา



4.21 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มในค่าเฉลี่ย แต่ไม่มีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 502 ถึง 510) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.21.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.979, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.985, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -0.925 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.979\, Y_{t-1} + 0.985\, X_{1,t-1} - 0.925\, X_{2,t-1}$$

4.21.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 1 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_T(l) = Y_T$$

4.21.3 วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 2 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 และ γ มีค่าเท่ากับ 0.600

4.21.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA (1, 1, 2) เป็นดังนี้

$$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + a_t$$

เมื่อ $W_t = (1 - B)\, Y_t$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ - 0.99465, θ_1 เท่ากับ - 1.56865 และ θ_2 เท่ากับ - 0.57506 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = -0.99465\, W_{t-1} + 1.56865\, a_{t-1} + 0.57506\, a_{t-2}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.81 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.61 ถึง 4.63 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 1.4503% วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังให้ค่า MAPE เท่ากับ 36.5281% วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 36.8060% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 9.8724% ดังนั้นในการพยากรณ์น้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังเหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

$$\text{รูปแบบการพยากรณ์ : } \hat{Y}_t = 0.979\, Y_{t-1} + 0.989\, X_{1,t-1} - 0.927\, X_{2,t-1}$$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.82 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.83

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของ

เขื่อนบางพระในปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดอยู่ในเกณฑ์น้อยมาก ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.84

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.81 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	ปรับให้เรียบ	APE	โฮลท์	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	61.00	62.02	1.68	65.00	6.56	64.86	6.33	62.69	2.77
กุมภาพันธ์	57.00	58.19	2.10	65.00	14.04	64.73	13.55	62.92	10.38
มีนาคม	54.00	54.99	1.83	65.00	20.37	64.59	19.61	62.69	16.10
เมษายน	49.00	50.95	3.99	65.00	32.65	64.45	31.53	62.92	28.40
พฤษภาคม	47.00	47.25	0.54	65.00	38.30	64.31	36.84	62.69	33.39
มิถุนายน	46.00	46.67	1.46	65.00	41.30	64.18	39.51	62.91	36.77
กรกฎาคม	50.00	50.11	0.23	65.00	30.00	64.04	28.08	62.70	25.39
สิงหาคม	53.00	53.15	0.28	65.00	22.64	63.90	20.57	62.91	18.71
กันยายน	59.00	57.36	2.78	65.00	10.17	63.76	8.07	62.70	6.27
ตุลาคม	66.00	65.30	1.06	65.00	1.52	63.63	3.60	62.91	4.68
พฤศจิกายน	64.00	63.90	0.16	65.00	1.56	63.49	0.80	62.70	2.03
ธันวาคม	60.00	60.78	1.30	65.00	8.33	63.35	5.59	62.91	4.85
MAPE		1.4503*		36.5281		36.8060		9.8724	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.82 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	56.67	55.23	58.12
กุมภาพันธ์	2542	52.92	51.58	54.27
มีนาคม	2542	49.59	48.28	50.89
เมษายน	2542	47.12	45.88	48.36
พฤษภาคม	2542	45.71	44.35	47.07
มิถุนายน	2542	43.93	42.63	45.23
กรกฎาคม	2542	41.30	39.99	42.62
สิงหาคม	2542	38.95	37.88	40.02
กันยายน	2542	40.51	39.44	41.59
ตุลาคม	2542	42.77	41.66	43.88
พฤศจิกายน	2542	42.36	41.30	43.41
ธันวาคม	2542	41.29	40.22	42.36
มกราคม	2543	38.72	37.52	39.92
กุมภาพันธ์	2543	37.05	35.87	38.23
มีนาคม	2543	36.10	34.87	37.33
เมษายน	2543	34.58	33.48	35.67
พฤษภาคม	2543	33.75	32.54	34.96
มิถุนายน	2543	35.63	34.36	36.89
กรกฎาคม	2543	44.77	43.32	46.23
สิงหาคม	2543	48.28	46.84	49.72
กันยายน	2543	53.76	52.27	55.27
ตุลาคม	2543	61.13	59.51	62.76
พฤศจิกายน	2543	60.18	58.73	61.64
ธันวาคม	2543	58.79	57.40	60.18

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.83 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนบางพระ

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	60.00	1.00	3.20
กุมภาพันธ์	2542	56.00	0.70	2.70
มีนาคม	2542	52.00	1.10	2.50
เมษายน	2542	49.00	1.20	2.10
พฤษภาคม	2542	46.00	3.40	2.80
มิถุนายน	2542	46.00	1.60	2.80
กรกฎาคม	2542	44.00	1.30	3.20
สิงหาคม	2542	40.00	1.10	1.30
กันยายน	2542	39.80	2.50	0.90
ตุลาคม	2542	41.40	3.20	0.90
พฤศจิกาย	2542	43.70	0.60	1.00
ธันวาคม	2542	43.30	0.20	1.30
มกราคม	2543	42.20	0.00	2.70
กุมภาพันธ์	2543	39.50	0.80	2.50
มีนาคม	2543	37.80	1.80	2.80
เมษายน	2543	36.80	0.50	2.00
พฤษภาคม	2543	35.30	1.90	2.80
มิถุนายน	2543	35.80	3.30	2.80
กรกฎาคม	2543	40.80	7.60	2.80
สิงหาคม	2543	45.00	6.80	2.60
กันยายน	2543	49.20	8.00	2.40
ตุลาคม	2543	54.80	10.00	2.50
พฤศจิกาย	2543	62.30	1.90	2.80
ธันวาคม	2543	61.40	1.10	2.50

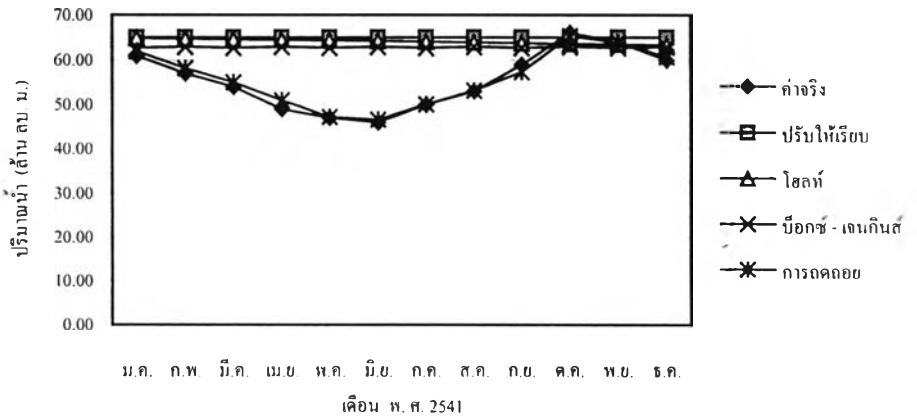
ตารางที่ 4.84 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	61.00	56.67 (- 7.10)	38.72 (- 36.52)
กุมภาพันธ์	57.00	52.92 (- 7.15)	37.05 (- 34.99)
มีนาคม	54.00	49.59 (- 8.17)	36.10 (- 33.15)
เมษายน	49.00	47.12 (- 3.84)	34.58 (- 29.44)
พฤษภาคม	47.00	45.71 (- 2.74)	33.75 (- 28.19)
มิถุนายน	46.00	43.93 (- 4.50)	35.63 (- 22.55)
กรกฎาคม	50.00	41.30 (- 17.39)	44.77 (- 10.55)
สิงหาคม	53.00	38.95 (- 26.51)	48.28 (- 8.91)
กันยายน	59.00	40.51 (- 31.34)	53.76 (- 8.88)
ตุลาคม	66.00	42.77 (- 35.20)	61.13 (- 8.38)
พฤศจิกายน	64.00	42.36 (- 33.82)	60.18 (- 5.96)
ธันวาคม	60.00	41.29 (- 31.18)	58.79 (- 2.02)

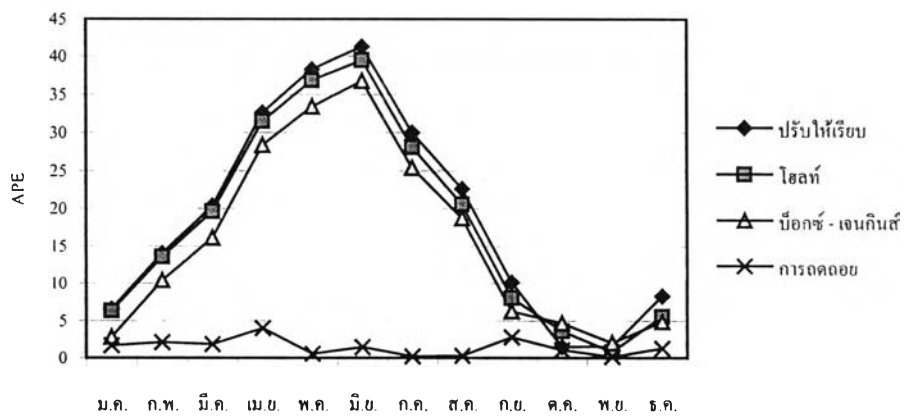
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

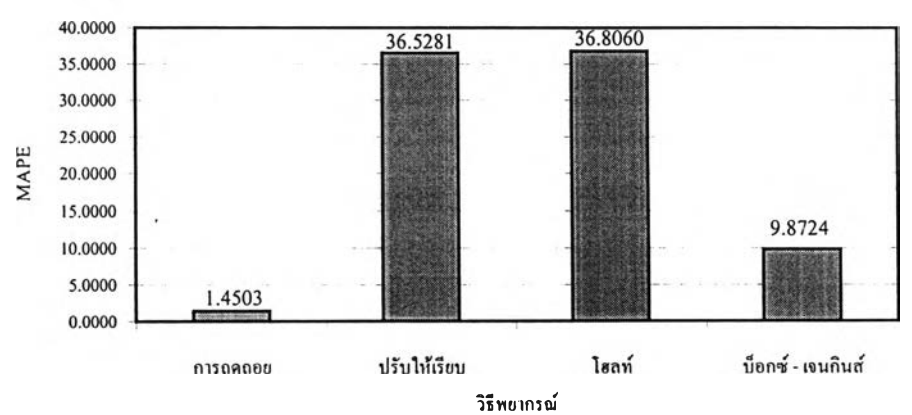
<u>รูปภาพที่</u> 4.61 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนบางพระ



<u>รูปภาพที่</u> 4.62 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนบางพระ



<u>รูปภาพที่</u> 4.63 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนบางพระ



4.22 <u>ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหลจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มในค่าเฉลี่ย แต่ไม่มีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 511 ถึง 520) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.22.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ -2.085, β_1 มีค่าเท่ากับ 1.012, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.011, และ β_3 มีค่าเท่ากับ -1.009 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -2.085 + 1.012\, Y_{t-1} + 1.011\, X_{1,t-1} - 1.009\, X_{2,t-1}$$

4.22.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 1 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_T(l) = Y_T$$

4.22.3 วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 2 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 และ γ มีค่าเท่ากับ 1.000

4.22.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA (2, 1, 0) เป็นดังนี้

$$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + a_t$$

เมื่อ $W_t = (1 - B)\, Y_t$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์โดย จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.74274 และ ϕ_2 เท่ากับ - 0.44398 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = 0.74274\, W_{t-1} - 0.44398\, W_{t-2}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.85 พร้อมทั้งแสดงรูปกาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.64 ถึง 4.66 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.9040% วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังให้ค่า MAPE เท่ากับ 21.6176% วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 20.0580% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 16.9029% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหลโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = - 3.034 + 1.016\, Y_{t-1} + 1.004\, X_{1,t-1} - 0.987\, X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.86 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.87

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของ

เขื่อนหนองปลาไหลในปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดอยู่ในเกณฑ์สูง ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.88

หมายเหตุ เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.85 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	ปรับให้เรียบ	APE	โฮลท์	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	137.00	137.29	0.21	144.70	5.62	139.50	1.82	134.67	1.70
กุมภาพันธ์	131.60	131.83	0.17	144.70	9.95	134.30	2.05	129.52	1.58
มีนาคม	118.40	119.80	1.18	144.70	22.21	129.10	9.04	130.16	9.93
เมษายน	107.70	107.25	0.42	144.70	34.35	123.90	15.04	132.91	23.41
พฤษภาคม	104.60	104.70	0.10	144.70	38.34	118.70	13.48	134.68	28.75
มิถุนายน	98.10	98.43	0.34	144.70	47.50	113.50	15.70	134.76	37.37
กรกฎาคม	104.60	103.78	0.79	144.70	38.34	108.30	3.54	134.05	28.15
สิงหาคม	116.80	122.68	5.04	144.70	23.89	103.10	11.73	133.47	14.27
กันยายน	137.80	139.39	1.15	144.70	5.01	97.90	28.96	133.37	3.22
ตุลาคม	164.70	162.68	1.22	144.70	12.14	92.70	43.72	133.54	18.92
พฤศจิกายน	164.20	164.01	0.11	144.70	11.88	87.50	46.71	133.72	18.56
ธันวาคม	161.10	161.27	0.11	144.70	10.18	82.30	48.91	133.77	16.96
MAPE		0.9040*		21.6176		20.0580		16.9029	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.86 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	158.85	153.68	164.04
กุมภาพันธ์	2542	151.81	146.74	156.87
มีนาคม	2542	139.31	134.13	144.50
เมษายน	2542	132.84	127.89	137.79
พฤษภาคม	2542	140.27	133.99	146.58
มิถุนายน	2542	131.26	125.68	136.85
กรกฎาคม	2542	137.28	132.82	141.74
สิงหาคม	2542	141.55	136.77	146.35
กันยายน	2542	160.17	154.64	165.73
ตุลาคม	2542	188.99	182.17	195.85
พฤศจิกายน	2542	192.34	186.10	198.60
ธันวาคม	2542	187.68	181.89	193.48
มกราคม	2543	183.57	178.02	189.13
กุมภาพันธ์	2543	179.20	173.75	184.65
มีนาคม	2543	167.05	161.22	172.89
เมษายน	2543	158.43	152.48	164.40
พฤษภาคม	2543	145.04	138.67	151.43
มิถุนายน	2543	139.80	134.09	145.52
กรกฎาคม	2543	146.05	141.02	151.08
สิงหาคม	2543	162.08	156.35	167.83
กันยายน	2543	184.42	178.41	190.47
ตุลาคม	2543	212.57	205.38	219.81
พฤศจิกายน	2543	219.96	213.52	226.41
ธันวาคม	2543	214.62	208.38	220.87

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.87 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนหนองปลาไหล

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	161.10	5.00	6.90
กุมภาพันธ์	2542	158.70	1.00	7.50
มีนาคม	2542	148.30	3.80	12.30
เมษายน	2542	138.80	4.70	10.00
พฤษภาคม	2542	133.00	33.60	25.90
มิถุนายน	2542	136.20	15.00	19.40
กรกฎาคม	2542	130.00	8.20	0.00
สิงหาคม	2542	137.00	9.50	4.20
กันยายน	2542	142.30	27.50	9.10
ตุลาคม	2542	160.70	48.10	19.80
พฤศจิกายน	2542	189.00	17.20	14.10
ธันวาคม	2542	192.10	5.00	9.60
มกราคม	2543	187.50	3.00	7.00
กุมภาพันธ์	2543	183.50	2.20	6.50
มีนาคม	2543	179.20	3.70	15.90
เมษายน	2543	167.00	10.70	19.20
พฤษภาคม	2543	158.50	15.60	29.00
มิถุนายน	2543	145.10	14.50	19.40
กรกฎาคม	2543	140.20	13.00	6.50
สิงหาคม	2543	146.70	27.60	11.80
กันยายน	2543	162.50	32.10	10.00
ตุลาคม	2543	184.60	47.60	20.00
พฤศจิกายน	2543	212.20	17.20	10.00
ธันวาคม	2543	219.00	5.00	10.00

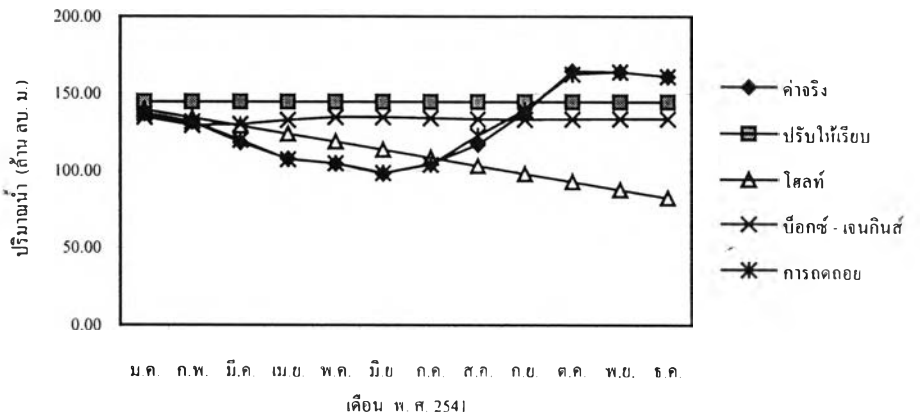
ตารางที่ 4.88 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	137.00	158.85 (+ 15.95)	183.57 (+ 33.99)
กุมภาพันธ์	131.60	151.81 (+ 15.35)	179.20 (+ 36.17)
มีนาคม	118.40	139.31 (+ 17.66)	167.05 (+ 41.09)
เมษายน	107.70	132.84 (+ 23.34)	158.43 (+ 47.10)
พฤษภาคม	104.60	140.27 (+ 34.10)	145.04 (+ 38.66)
มิถุนายน	98.10	131.26 (+ 33.80)	139.80 (+ 42.51)
กรกฎาคม	104.60	137.28 (+ 31.24)	146.05 (+ 39.62)
สิงหาคม	116.80	141.55 (+ 21.19)	162.08 (+ 38.76)
กันยายน	137.80	160.17 (+ 16.23)	184.42 (+ 33.83)
ตุลาคม	164.70	188.99 (+ 14.75)	212.57 (+ 29.06)
พฤศจิกายน	164.20	192.34 (+ 17.14)	219.96 (+ 33.96)
ธันวาคม	161.10	187.68 (+ 16.50)	214.62 (+ 33.22)

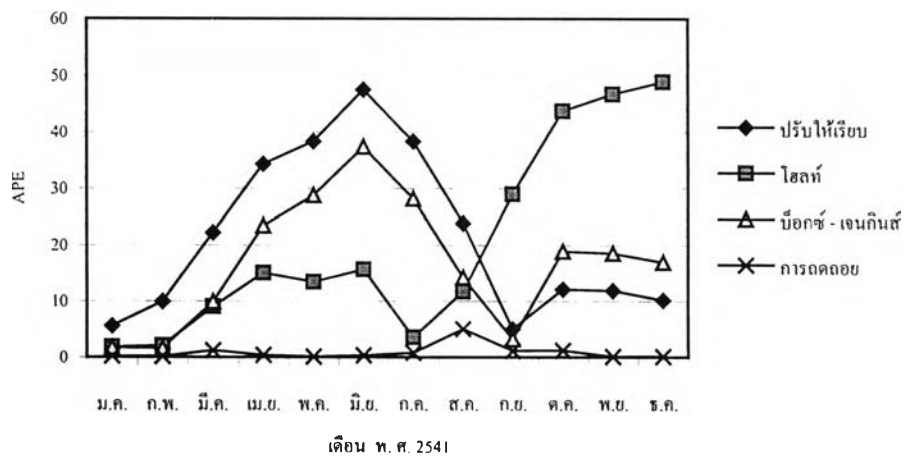
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

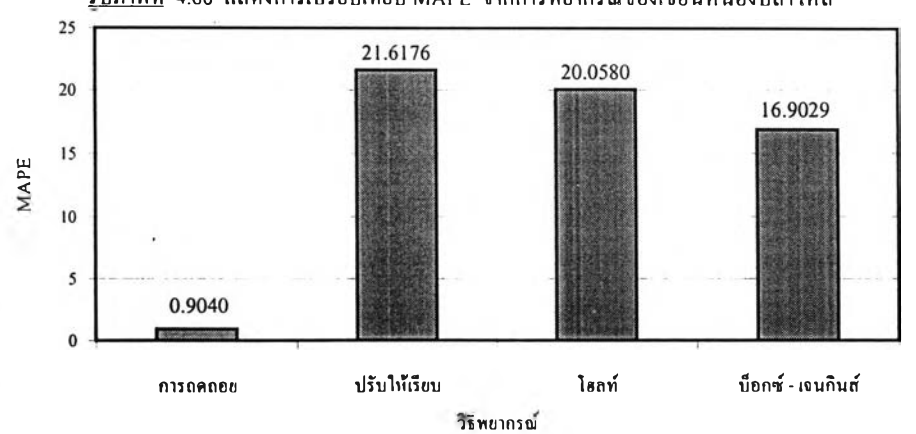
<u>รูปภาพที่</u> 4.64 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนหนองปลาไหล



<u>รูปภาพที่</u> 4.65 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนหนองปลาไหล



<u>รูปภาพที่</u> 4.66 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนหนองปลาไหล



4.23 <u>ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภาจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลอยู่ในสภาพคงที่เฉพาะที่ในค่าเฉลี่ยและไม่มีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังวิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก หน้า 521 ถึง 528) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.23.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_0 มีค่าเท่ากับ - 6.115, β_1 มีค่าเท่ากับ 0.998, β_2 มีค่าเท่ากับ 1.007, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 0.997 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -6.115 + 0.998\, Y_{t-1} + 1.007\, X_{1,t-1} - 0.997\, X_{2,t-1}$$

4.23.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 1 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_T(l) = Y_T$$

4.23.3 วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 2 ค่า คือ α มีค่าเท่ากับ 1.000 และ γ มีค่าเท่ากับ 1.000

4.23.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์คือ ARMA (1, 1)

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณของ ϕ_1 เท่ากับ 0.99584 และ θ_1 เท่ากับ - 0.58196 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$Y_t = 0.99584\ Y_{t-1} - 0.58196\ a_{t-1}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.89 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.67 ถึง 4.69 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.1523% วิธีการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลังให้ค่า MAPE เท่ากับ 36.4476% วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 14.8981% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 29.4110% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภาโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

$$\text{รูปแบบการพยากรณ์ : } \hat{Y}_t = -5.772 + 0.998\ Y_{t-1} + 1.008\ X_{1,t-1} - 0.997\ X_{2,t-1}$$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.90 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.91

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภาในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม ปี พ. ศ. 2542 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้ลดน้อยกว่าปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงธันวาคม ปี พ. ศ. 2542 จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุน

สำหรับใช้ในฤดูแล้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.92

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.89 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	ปรับให้เรียบ	APE	โฮลท์	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	4,169.00	4,205.38	0.87	4,521.00	8.44	4,331.00	3.89	4,389.50	5.29
กุมภาพันธ์	3,850.00	3,855.92	0.15	4,521.00	17.43	4,141.00	7.56	4,371.22	13.54
มีนาคม	3,498.00	3,505.56	0.22	4,521.00	29.25	3,951.00	12.95	4,353.01	24.44
เมษายน	3,243.00	3,241.57	0.04	4,521.00	39.41	3,761.00	15.97	4,334.89	33.67
พฤษภาคม	3,062.00	3,060.27	0.06	4,521.00	47.65	3,571.00	16.62	4,316.83	40.98
มิถุนายน	2,990.00	2,987.98	0.07	4,521.00	51.20	3,381.00	13.08	4,298.86	43.77
กรกฎาคม	2,942.00	2,939.88	0.07	4,521.00	53.67	3,191.00	8.46	4,280.96	45.51
สิงหาคม	2,966.00	2,964.89	0.04	4,521.00	52.43	3,001.00	1.18	4,263.13	43.73
กันยายน	3,242.00	3,243.04	0.03	4,521.00	39.45	2,811.00	13.29	4,245.37	30.95
ตุลาคม	3,410.00	3,407.09	0.09	4,521.00	32.58	2,621.00	23.14	4,227.69	23.98
พฤศจิกายน	3,404.00	3,400.90	0.09	4,521.00	32.81	2,431.00	28.58	4,210.09	23.68
ธันวาคม	3,398.00	3,394.63	0.10	4,521.00	33.05	2,241.00	34.05	4,192.56	23.38
MAPE		0.1523*		36.4476		14.8981		29.4110	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.90 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	3,395.03	3,386.53	3,406.83
กุมภาพันธ์	2542	3,358.80	3,350.06	3,370.81
มีนาคม	2542	3,131.18	3,119.22	3,146.01
เมษายน	2542	3,229.58	3,219.21	3,242.67
พฤษภาคม	2542	3,236.15	3,225.78	3,249.38
มิถุนายน	2542	3,433.36	3,421.81	3,447.58
กรกฎาคม	2542	3,737.66	3,724.63	3,753.38
สิงหาคม	2542	4,567.62	4,551.91	4,585.89
กันยายน	2542	4,843.32	4,829.37	4,861.12
ตุลาคม	2542	4,706.90	4,692.15	4,725.84
พฤศจิกายน	2542	4,692.30	4,680.95	4,708.07
ธันวาคม	2542	4,512.80	4,500.41	4,529.51
มกราคม	2543	4,319.39	4,307.49	4,335.48
กุมภาพันธ์	2543	4,187.62	4,176.79	4,202.54
มีนาคม	2543	3,888.29	3,875.32	3,904.97
เมษายน	2543	3,556.43	3,542.94	3,573.23
พฤษภาคม	2543	3,311.54	3,298.66	3,327.41
มิถุนายน	2543	3,139.65	3,125.65	3,156.20
กรกฎาคม	2543	3,074.71	3,062.50	3,089.48
สิงหาคม	2543	3,034.02	3,021.75	3,048.76
กันยายน	2543	3,066.10	3,053.41	3,081.14
ตุลาคม	2543	3,351.89	3,337.60	3,368.30
พฤศจิกายน	2543	3,523.49	3,511.40	3,538.33
ธันวาคม	2543	3,523.34	3,513.46	3,536.49

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.91 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนรัชชประภา

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	3,404.00	56.50	53.50
กุมภาพันธ์	2542	3,398.00	53.40	80.70
มีนาคม	2542	3,359.00	138.10	355.60
เมษายน	2542	3,128.00	258.30	147.20
พฤษภาคม	2542	3,228.00	193.90	175.60
มิถุนายน	2542	3,237.00	383.70	178.70
กรกฎาคม	2542	3,434.00	530.60	219.20
สิงหาคม	2542	3,737.00	1,006.50	171.20
กันยายน	2542	4,572.30	498.00	216.70
ตุลาคม	2542	4,853.60	270.90	405.50
พฤศจิกาย	2542	4,719.00	142.60	155.70
ธันวาคม	2542	4,705.00	104.10	283.70
มกราคม	2543	4,526.30	76.20	269.70
กุมภาพันธ์	2543	4,332.80	60.30	192.10
มีนาคม	2543	4,210.00	96.80	397.30
เมษายน	2543	3,900.50	127.50	460.40
พฤษภาคม	2543	3,567.60	164.70	410.40
มิถุนายน	2543	3,321.90	294.70	468.30
กรกฎาคม	2543	3,148.30	262.40	327.00
สิงหาคม	2543	3,083.70	284.70	325.70
กันยายน	2543	3,042.70	358.80	327.40
ตุลาคม	2543	3,074.10	614.30	330.50
พฤศจิกาย	2543	3,357.90	390.80	216.50
ธันวาคม	2543	3,532.20	134.70	132.20

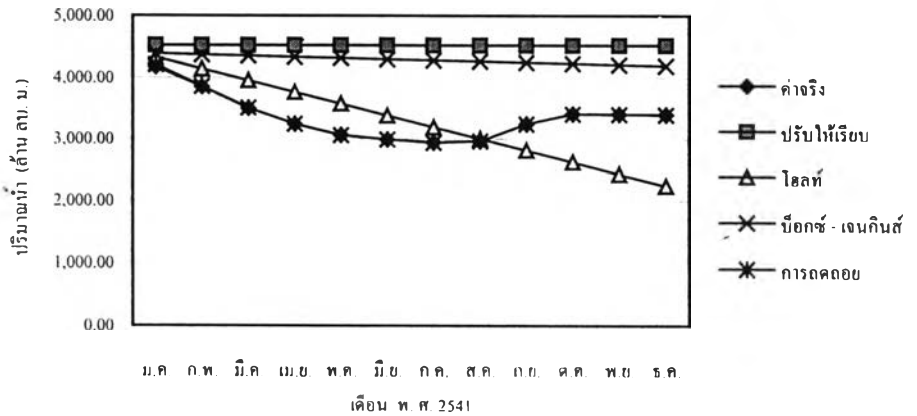
ตารางที่ 4.92 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยขอ ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	4,351.00	3,395.03 (- 21.97)	4,319.39 (- 0.73)
กุมภาพันธ์	4,169.00	3,358.80 (- 19.43)	4,187.62 (+ 0.45)
มีนาคม	3,850.00	3,131.18 (- 18.67)	3,888.29 (+ 0.99)
เมษายน	3,498.00	3,229.58 (- 7.67)	3,556.43 (+ 1.67)
พฤษภาคม	3,243.00	3,236.15 (- 0.21)	3,311.54 (+ 2.11)
มิถุนายน	3,062.00	3,433.36 (+12.13)	3,139.65 (+ 2.54)
กรกฎาคม	2,990.00	3,737.66 (+25.01)	3,074.71 (+ 2.83)
สิงหาคม	2,942.00	4,567.62 (+55.26)	3,034.02 (+ 3.13)
กันยายน	2,966.00	4,843.32 (+63.29)	3,066.10 (+ 3.37)
ตุลาคม	3,242.00	4,706.90 (+45.19)	3,351.89 (+ 3.39)
พฤศจิกายน	3,410.00	4,692.30 (+37.60)	3,523.49 (+ 3.33)
ธันวาคม	3,404.00	4,512.80 (+32.57)	3,523.34 (+ 3.51)

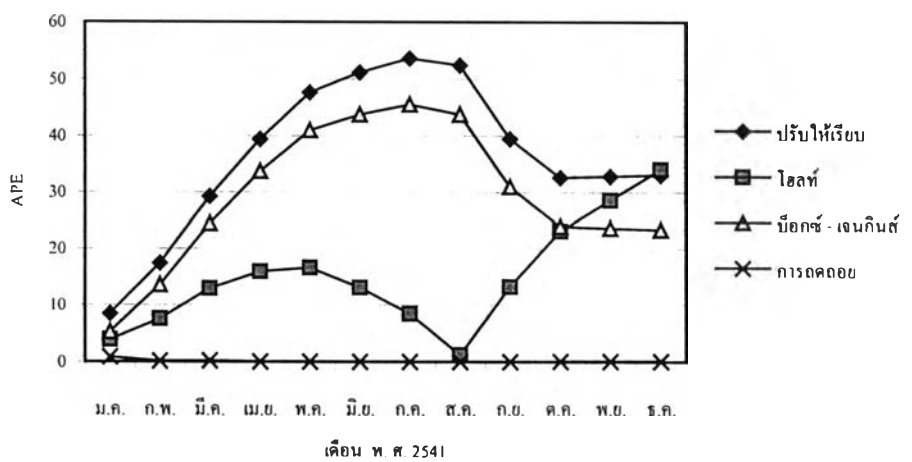
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

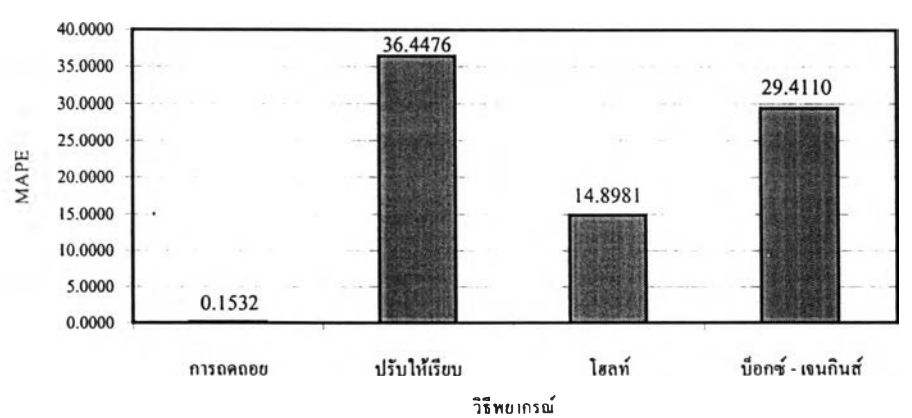
<u>รูปภาพที่</u> 4.67 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนรัชชประภา



<u>รูปภาพที่</u> 4.68 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนรัชชประภา



<u>รูปภาพที่</u> 4.69 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนรัชชประภา



4.24 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลางจะใช้วิธีการถดถอย และเมื่อพิจารณาวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาลักษณะของข้อมูลของตัวแบบนี้ พบว่าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบไม่แน่นอนและมีองค์ประกอบของฤดูกาล จะใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ - เจนกินส์ (มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวกหน้า 529 ถึง 538) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.24.1 วิธีการถดถอย

รูปแบบการพยากรณ์ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1,t-1} + \beta_3 X_{2,t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะได้ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.997, β_2 มีค่าเท่ากับ 0.996, และ β_3 มีค่าเท่ากับ - 0.992 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ที่เป็นรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.997\, Y_{t-1} + 0.996\, X_{1,t-1} - 0.992\, X_{2,t-1}$$

4.24.2 วิธีพยากรณ์ของวินเตอร์

เมื่อประมาณค่าคงที่จะได้ค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้มี 3 ค่า คือ α_1 มีค่าเท่ากับ 1.000 , α_2 มีค่าเท่ากับ 0.100 และ α_3 มีค่าเท่ากับ 0.100

4.24.3 วิธีการแยกองค์ประกอบ

รูปแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของผลบวก โดยจะหาค่าการพยากรณ์วิธีการแยกองค์ประกอบในรูปของสมการเชิงเส้น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์จะมีรูปแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$Z_t = 1{,}074.655 - 3.005E\text{-}02\, t_1 - 13.851\, x_{1t} - 62.790\, x_{2t} - 137.366\, x_{3t} - 183.487\, x_{4t} - 219.608\, x_{5t} - 249.911\, x_{6t} - 287.395\, x_{7t} - 317.153\, x_{8t} - 349.637\, x_{9t} - 308.304\, x_{10t} - 175.697\, x_{11t}$$

4.24.4 วิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์

รูปแบบการพยากรณ์ของ ARIMA $(0, 0, 0)(1, 1, 0)_{12}$ เป็นดังนี้

$$(1 - \Phi_{12} B^{12})(1 - B^{12})\, Y_t = \delta + a_t$$

หรือ $W_t = \delta + \Phi_{12} W_{t-12} + a_t$

เมื่อ $W_t = (1 - B^{12}) Y_t$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าประมาณในส่วนที่เป็นองค์ประกอบฤดูกาล Φ_{12} เท่ากับ - 0.55152 ดังนั้นรูปแบบการพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = - 0.55152 W_{t-12}$$

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ ค่าAPE และค่าMAPE จากทั้ง 4 วิธี ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.57 พร้อมทั้งแสดงรูปภาพเปรียบเทียบในรูปภาพที่ 4.43 ถึง 4.45 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAPE จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีถดถอยจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.2150% วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ให้ค่า MAPE เท่ากับ 14.0789% วิธีการแยกองค์ประกอบให้ค่า MAPE เท่ากับ 8.2987% และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 9.8724% ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลางโดยวิธีการถดถอยจะเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ส่วนค่าพยากรณ์จากวิธีการแยกองค์ประกอบ และค่าพยากรณ์โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ เหมาะสมเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีการถดถอยเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการถดถอยมาพยากรณ์ปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2542 – 2543 โดยนำข้อมูลปี พ. ศ. 2530 – 2540 มารวมกับข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 มาหาค่าสัมประสิทธิ์ใหม่และผ่านการวินิจฉัยตัวแบบด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะมีตัวแบบเป็นดังนี้

รูปแบบการพยากรณ์ : $\hat{Y}_t = 0.996 Y_{t-1} + 0.997 X_{1,t-1} - 0.994 X_{2,t-1}$

จากตัวแบบข้างต้นสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง ในช่วงเดือนมกราคม พ. ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2543 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.94 ในรูปของค่าที่จากการพยากรณ์และช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนค่าของตัวแปรอิสระ Y_{t-1} , $X_{1,t-1}$ และ $X_{2,t-1}$ ได้มาจากการพิจารณาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ตามปีน้ำ โดยเลือกเอาเดือนที่มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับปีที่ต้องการพยากรณ์ และได้แสดงค่าที่พิจารณาได้ในแต่ละเดือนในตารางที่ 4.95

จากนั้นจะนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในปี พ. ศ. 2541 เพื่อดูแนวโน้มของปริมาณน้ำว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปี พ. ศ. 2541 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลางในปี พ. ศ. 2542 และ พ. ศ. 2543 จัดอยู่ในเกณฑ์สูง ทำให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี พ. ศ. 2541 ซึ่งผลที่ได้จะปรากฏอยู่ในตารางที่ 4.96

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเพิ่มข้อมูลของปี พ. ศ. 2541 เข้าไปพบว่ารูปแบบการพยากรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสัมประสิทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.93 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง

เดือน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ประมาณได้จากวิธี							
พ.ศ. 2541	จริง	ถดถอย	APE	วินเตอร์	APE	แยกองค์ประกอบ	APE	บ็อกซ์ - เจนกินส์	APE
มกราคม	1,182.00	1,183.21	0.10	1,175.35	0.56	1,060.83	10.26	1,184.24	0.19
กุมภาพันธ์	1,152.00	1,153.38	0.12	1,129.21	1.98	1,011.93	12.18	1,123.50	2.47
มีนาคม	1,054.00	1,057.00	0.28	1,045.38	0.82	937.38	11.22	1,029.06	2.37
เมษายน	915.00	920.24	0.57	1,007.10	10.07	891.29	3.03	1,011.43	10.54
พฤษภาคม	827.00	831.05	0.49	967.34	16.97	855.20	3.05	906.26	9.58
มิถุนายน	741.00	742.97	0.27	934.02	26.05	824.92	11.20	874.84	18.06
กรกฎาคม	686.00	687.53	0.22	892.51	30.10	787.47	14.73	850.36	23.96
สิงหาคม	677.00	677.91	0.13	865.79	27.89	757.74	11.97	818.06	20.84
กันยายน	700.00	700.59	0.08	817.43	16.78	725.29	3.69	783.81	11.97
ตุลาคม	730.00	731.22	0.17	886.40	21.42	766.65	5.01	836.09	14.53
พฤศจิกายน	923.00	923.04	0.00	1,040.30	12.71	899.29	2.45	912.26	1.16
ธันวาคม	1,208.00	1,206.42	0.13	1,251.55	3.61	1,075.02	10.81	1,174.28	2.79
MAPE		0.2150*		14.0789		8.2987		9.8724	

* หมายถึง วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.94 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง

เดือน	พ.ศ.	ปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		ค่าที่ได้จากการพยากรณ์	ช่วงของการพยากรณ์*	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มกราคม	2542	1,345.66	1,330.61	1,355.64
กุมภาพันธ์	2542	1,347.68	1,332.43	1,357.90
มีนาคม	2542	1,337.11	1,321.01	1,348.18
เมษายน	2542	1,296.39	1,278.01	1,309.80
พฤษภาคม	2542	1,229.80	1,211.14	1,243.45
มิถุนายน	2542	1,187.12	1,172.48	1,196.57
กรกฎาคม	2542	1,115.57	1,100.43	1,125.49
สิงหาคม	2542	1,093.71	1,081.52	1,100.56
กันยายน	2542	1,076.88	1,064.81	1,083.58
ตุลาคม	2542	1,116.81	1,103.92	1,124.40
พฤศจิกายน	2542	1,232.14	1,218.26	1,240.83
ธันวาคม	2542	1,333.48	1,320.56	1,341.26
มกราคม	2543	1,385.95	1,371.66	1,395.19
กุมภาพันธ์	2543	1,427.30	1,411.35	1,438.30
มีนาคม	2543	1,430.54	1,414.87	1,441.27
เมษายน	2543	1,390.91	1,375.33	1,401.51
พฤษภาคม	2543	1,318.50	1,299.81	1,332.25
มิถุนายน	2543	1,195.79	1,178.36	1,208.14
กรกฎาคม	2543	1,128.38	1,112.64	1,138.92
สิงหาคม	2543	960.62	945.34	970.57
กันยายน	2543	935.03	922.78	941.80
ตุลาคม	2543	1,017.07	1,004.41	1,024.31
พฤศจิกายน	2543	1,014.81	1,002.32	1,021.89
ธันวาคม	2543	1,197.00	1,182.50	1,206.28

* หมายถึง ช่วงของการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.95 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนบางลาง

เดือน	พ.ศ.	ตัวแปรอิสระ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
		Y_{t-1}	X_{1t}	X_{2t}
มกราคม	2542	1,208.00	251.70	108.00
กุมภาพันธ์	2542	1,347.00	138.90	132.10
มีนาคม	2542	1,349.00	156.60	162.50
เมษายน	2542	1,338.00	210.90	246.90
พฤษภาคม	2542	1,296.00	209.10	270.00
มิถุนายน	2542	1,230.00	106.40	143.80
กรกฎาคม	2542	1,189.00	107.40	175.70
สิงหาคม	2542	1,117.00	59.60	77.60
กันยายน	2542	1,099.00	59.20	76.10
ตุลาคม	2542	1,082.00	129.00	89.00
พฤศจิกาย	2542	1,122.10	208.10	92.40
ธันวาคม	2542	1,237.80	148.60	46.70
มกราคม	2543	1,339.70	141.20	88.60
กุมภาพันธ์	2543	1,413.00	160.40	139.70
มีนาคม	2543	1,443.30	127.60	133.90
เมษายน	2543	1,406.70	128.30	137.80
พฤษภาคม	2543	1,397.20	185.00	258.00
มิถุนายน	2543	1,342.20	104.90	246.00
กรกฎาคม	2543	1,184.20	139.90	190.60
สิงหาคม	2543	1,132.20	51.10	218.20
กันยายน	2543	965.10	80.60	106.10
ตุลาคม	2543	939.60	174.30	92.00
พฤศจิกาย	2543	1,021.90	95.70	97.90
ธันวาคม	2543	1,019.00	292.50	109.10

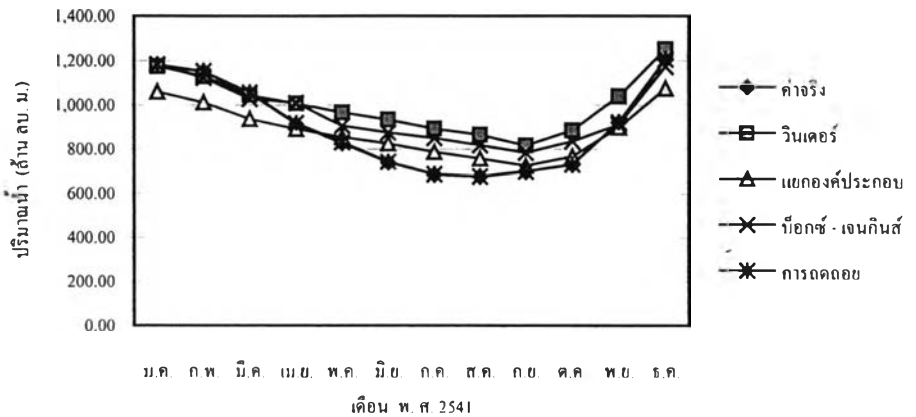
ตารางที่ 4.96 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง

เดือน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (หน่วย : ล้าน ลบ. ม.)		
	พ. ศ. 2541	พ. ศ. 2542	พ. ศ. 2543
มกราคม	1,182.00	1,345.66 (+13.85)	1,385.95 (+17.25)
กุมภาพันธ์	1,152.00	1,347.68 (+16.99)	1,427.30 (+23.90)
มีนาคม	1,054.00	1,337.11 (+26.86)	1,430.54 (+35.73)
เมษายน	915.00	1,296.39 (+41.68)	1,390.91 (+52.01)
พฤษภาคม	827.00	1,229.80 (+48.71)	1,318.50 (+59.43)
มิถุนายน	741.00	1,187.12 (+60.21)	1,195.79 (+61.37)
กรกฎาคม	686.00	1,115.57 (+62.62)	1,128.38 (+64.49)
สิงหาคม	677.00	1,093.71 (+61.55)	960.62 (+41.89)
กันยายน	700.00	1,076.88 (+53.84)	935.03 (+33.58)
ตุลาคม	730.00	1,116.81 (+52.99)	1,017.07 (+39.32)
พฤศจิกายน	923.00	1,232.14 (+33.49)	1,014.81 (+ 9.95)
ธันวาคม	1,208.00	1,333.48 (+10.39)	1,197.00 (- 0.91)

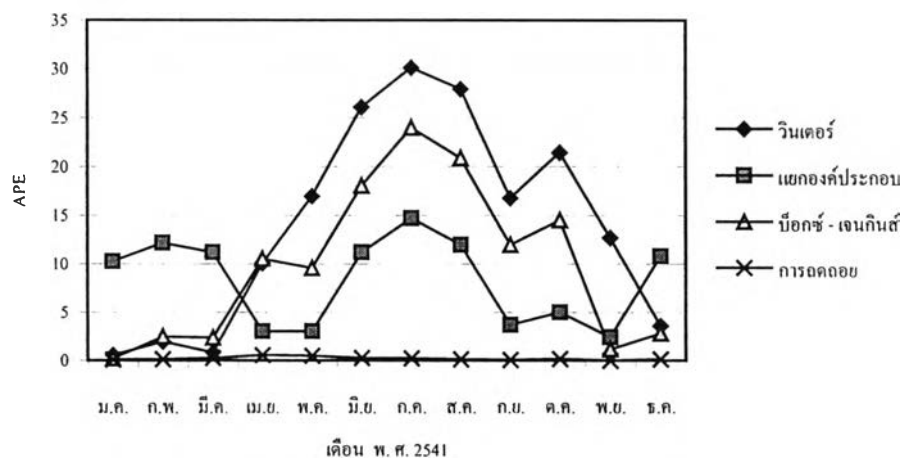
(+) หมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

(-) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำ ปี พ. ศ. 2541 เป็นปีฐาน

รูปภาพที่ 4.70 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนบางลาง



รูปภาพที่ 4.71 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนบางลาง



รูปภาพที่ 4.72 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนบางลาง