

บทที่ 6

แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสาร (Combined models)

การตัดสินใจเลือกรูปแบบในการเดินทางขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยและแตกต่างกันในระบบขนส่งแต่ละประเภท การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยพื้นฐานที่เป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจของผู้โดยสารหรือเป็นปัจจัยทางเลือกหรือปัจจัยที่มีผลต่อการแข่งขันกันระหว่างระบบขนส่งสาธารณะ

การพิจารณาปัจจัยหรือองค์ประกอบในการตัดสินใจเลือกเดินทางของผู้โดยสารนั้น ได้พิจารณาปัจจัย ราคาค่าโดยสาร ระยะเวลาในการเดินทาง และลักษณะทางสภาพเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัด และจำนวนประชากร

ในการวิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารที่เดินทางระหว่างกรุงเทพฯ และเชียงใหม่ ได้วิเคราะห์แยกตามทิศทางการเดินทาง (passengers by directions) วิเคราะห์ภาพรวมการเดินทางของระบบขนส่งสาธารณะ (passengers by modes) ซึ่งแยกได้เป็นการเดินทางโดยเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟ และวิเคราะห์แยกประเภทชั้นโดยสาร (passengers by class)

การศึกษากำหนดการเดินทางของผู้โดยสารในครั้งนี้ใช้วิธีหาความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Multiple Stepwise Regression Method) และทดสอบสมมติฐาน $F test$ และ $T test$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน

6.1 วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

การศึกษากำหนดการเดินทางของผู้โดยสารจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ได้วิเคราะห์ภาพรวมการเดินทางของระบบขนส่งโดยวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการเดินทางของผู้โดยสารรายปี และรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2535-2542

ปัจจัยที่พิจารณาในแบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟที่เดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ คือ

1. ราคาค่าโดยสาร (Fare)

1.1 ราคาค่าโดยสารเฉลี่ยของระบบขนส่งแต่ละประเภท (บาท)

Air Fare, Bus Fare, Rail Fare

1.2 อัตราส่วนราคาโดยสารถะหว่างระบบขนส่งสองรูปแบบ

- Relative price of Air to Rail , $RPAR$ ($Air\ Fare / Rail\ Fare$)
- Relative price of Air to Bus , $RPAB$ ($Air\ Fare / Bus\ Fare$)
- Relative price of Rail to Bus , $RPRB$ ($Rail\ Fare / Bus\ Fare$)

2. ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel time)

2.1 ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยของระบบขนส่งแต่ละประเภท (ชั่วโมง)

Air time, Bustime, Rail time

2.2 ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางระหว่างระบบขนส่งสองรูปแบบ (ช.ม.)

- Difference of travel time of Rail and Air, $DTRA$ ($Rail\ time - Air\ time$)
- Difference of travel time of Bus and Air, $DTBA$ ($Bustime - Air\ time$)
- Difference of travel time of Rail and Bus, $DTRB$ ($Rail\ time - Bus\ Time$)

3. ตัวแปรสภาพเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economic)

3.1 จำนวนประชากรจังหวัดกรุงเทพฯ (คน) ; Pop_{BKK}

3.2 ระดับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ตามราคาปี 2531 (ล้านบาท) ; GRP_{BKK}

6.1.1 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบิน

1.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบินรายปี

จากการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.1 พบว่าจำนวนผู้โดยสารเครื่องบินจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรและรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในสมการที่ (6.1)

$$Apbc = -8,768,842 + 1.586Pop_{BKK} + 0.329Gpp_{BKK} ; R^2 = 0.958 \quad (6.1)$$

เมื่อ

$Apbc$ คือ จำนวนผู้โดยสารเครื่องบินจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

Pop_{BKK} คือ จำนวนประชากรจังหวัดกรุงเทพฯ

GRP_{BKK} คือ รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ

ตารางที่ 6.1 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของผู้โดยสารเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟรายปี
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

Dependent	Independent	Coefficients	F cal	F test	T cal	Sig.	R ²	MSE
<i>A_{pb}c</i>	Constant	-8,768,841.808	57.578	Sig.	-8.621	0.000	0.958	315,011,574
	<i>Pop_{BKK}</i>	1.586			8.790	0.000		
	<i>GRP_{BKK}</i>	0.329			6.701	0.001		
<i>B_{pb}c</i>	Constant	498,591.951	1.282	Not Sig.	1.824	0.142	0.490	1,149,824,940
	<i>GRP_{BKK}</i>	0.110			1.089	0.337		
	<i>DTRB</i>	27,906.398			0.338	0.752		
	<i>Bus Fare</i>	-563.660			-1.305	0.262		
<i>R_{pb}c</i>	Constant	361,605.330	1.390	Not Sig.	0.095	0.929	0.510	3,470,362,342
	<i>Pop_{BKK}</i>	0.177			0.247	0.817		
	<i>GRP_{BKK}</i>	-0.239			-1.339	0.251		
	<i>DTRB</i>	-242,536.215			-1.744	0.156		

Significant level = .05

$$F_{3,4} = 6.59$$

$$F_{2,5} = 5.97$$

2.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบินรายเดือน

การคัดเลือกตัวแปรได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้โดยสารเครื่องบินกับตัวแปรอิสระ (Correlations matrix) ดังแสดงในตารางที่ 6.2 และผลการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.3 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบินขึ้นอยู่กับอัตราส่วนราคาค่าโดยสารเครื่องบินต่อรถไฟ ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับเครื่องบิน และรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในสมการที่ (6.2)

$$A_{pb}c = -82,226 - 12,538.032RPAR + 12,315.242DTRA + 0.0190GRP_{BKK} + e_t ; R^2 = 0.306 \quad (6.2)$$

เมื่อ

RPAR คือ อัตราส่วนราคาค่าโดยสารเครื่องบินต่อรถไฟ

DTRA คือ ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับเครื่องบิน

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เวลา *t*

ตารางที่ 6.2 Correlations Matrix ของผู้โดยสารเครื่องบินรายเดือน จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

Correlations	Air Passengers	Pop_{BKK}	GPP_{BKK}	Air Time	Air Fare	Relative price		Different time	
						Air/Rail	Air/Bus	Rail-Air	Bus-Air
Air Pass.	1.0000	0.4168	0.3061	0.3160	-0.2051	-0.4900	-0.2739	0.1627	0.1532
Pop_{BKK}	0.4168	1.0000	-0.0634	0.6172	0.0000	-0.7291	-0.8694	0.3475	0.3405
GPP_{BKK}	0.3061	-0.0634	1.0000	0.1994	0.0000	-0.4573	0.1589	-0.3939	0.0421
Air Time	0.3160	0.6172	0.1994	1.0000	0.0682	-0.5934	-0.5692	0.1728	0.1133
Air Fare	-0.2051	0.0000	0.0000	0.0682	1.0000	-0.0104	0.0035	-0.0518	-0.0794
RPAR	-0.4900	-0.7291	-0.4573	-0.5934	-0.0104	1.0000	0.5699	0.0286	-0.2710
RPAB	-0.2739	-0.8694	0.1589	-0.5692	0.0035	0.5699	1.0000	-0.4044	-0.2987
DTRA	0.1627	0.3475	-0.3939	0.1728	-0.0518	0.0286	-0.4044	1.0000	0.0934
DTBA	0.1532	0.3405	0.0421	0.1133	-0.0794	-0.2710	-0.2987	0.0934	1.0000

ตารางที่ 6.3 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของผู้โดยสารเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟรายเดือน จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

Dependent	Independent	Coefficients	F cal	F test	T cal	Sig.	R ²	MSE
$Apbc$	Constant	-82,226.375	13.512	Sig.	-1.333	0.186	0.306	80,109,677
	$RPAR$	-12,538.032			-3.941	0.000		
	$DTRA$	12,315.242			2.755	0.007		
	GRP_{BKK}	0.0190			2.140	0.035		
$Bpbc$	Constant	18,749.508	5.307	Sig.	2.386	0.019	0.102	30,598,950
	$RPAB$	2,699.428			2.184	0.031		
	GRP_{BKK}	0.0091			2.039	0.044		
$Rpbc$	Constant	81,790.929	11.750	Sig.	7.452	0.000	0.202	26,126,126
	$DTRB$	-10,862.629			-4.377	0.000		
	GRP_{BKK}	-0.0163			-3.661	0.000		

Significant level = .05

$$F_{2,93} = 3.11$$

$$F_{3,92} = 2.72$$

$$T_{.05,95} = \pm 1.99$$

เนื่องจากข้อมูลการเดินทางของผู้โดยสารรายเดือนมีการผันแปรของเวลา ดังนั้นจึงได้วิเคราะห์เทอมของค่าคลาดเคลื่อนโดยการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา จากการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ดังรูปที่ 6.1 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าคลาดเคลื่อน $\rho_k(e_t) \neq 0$ และการทดสอบ $Q\text{ test}$ ที่ช่วงห่างเวลา k มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ดังนั้นจึงได้ใช้วิธีการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ดังแสดงในตารางที่ 6.13 พบว่ารูปแบบที่น่าจะเป็น คือ $ARIMA(1,1,0)_{12}$ $ARIMA(1,1,0) \times (0,1,1)_{12}$ $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$ $ARIMA(0,1,1) \times (1,1,0)_{12}$ และ $ARIMA(1,1,0) \times (1,1,0)_{12}$

จากการตรวจสอบรูปแบบ (Diagnostic Checking) พบว่ารูปแบบที่เหมาะสม คือ $ARIMA(1,1,0) \times (0,1,1)_{12}$ และ $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$ จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบโดยพิจารณาจากค่า AIC และ SBC ที่มีค่าน้อยที่สุดพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ รูปแบบ $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$ ดังสมการ (6.3)

$$\begin{aligned}(1-B)(1-B^{12})e_t &= (1-\theta_1 B)(1-\phi_1 B^{12})a_t \\(1-B)(1-B^{12})e_t &= (1-0.8662B)(1-0.9243B^{12})a_t \\e_t &= e_{t-1} + e_{t-12} - e_{t-13} + a_t - 0.8662a_{t-1} - 0.9243a_{t-12} \\&\quad + 0.8006a_{t-13}\end{aligned}\tag{6.3}$$

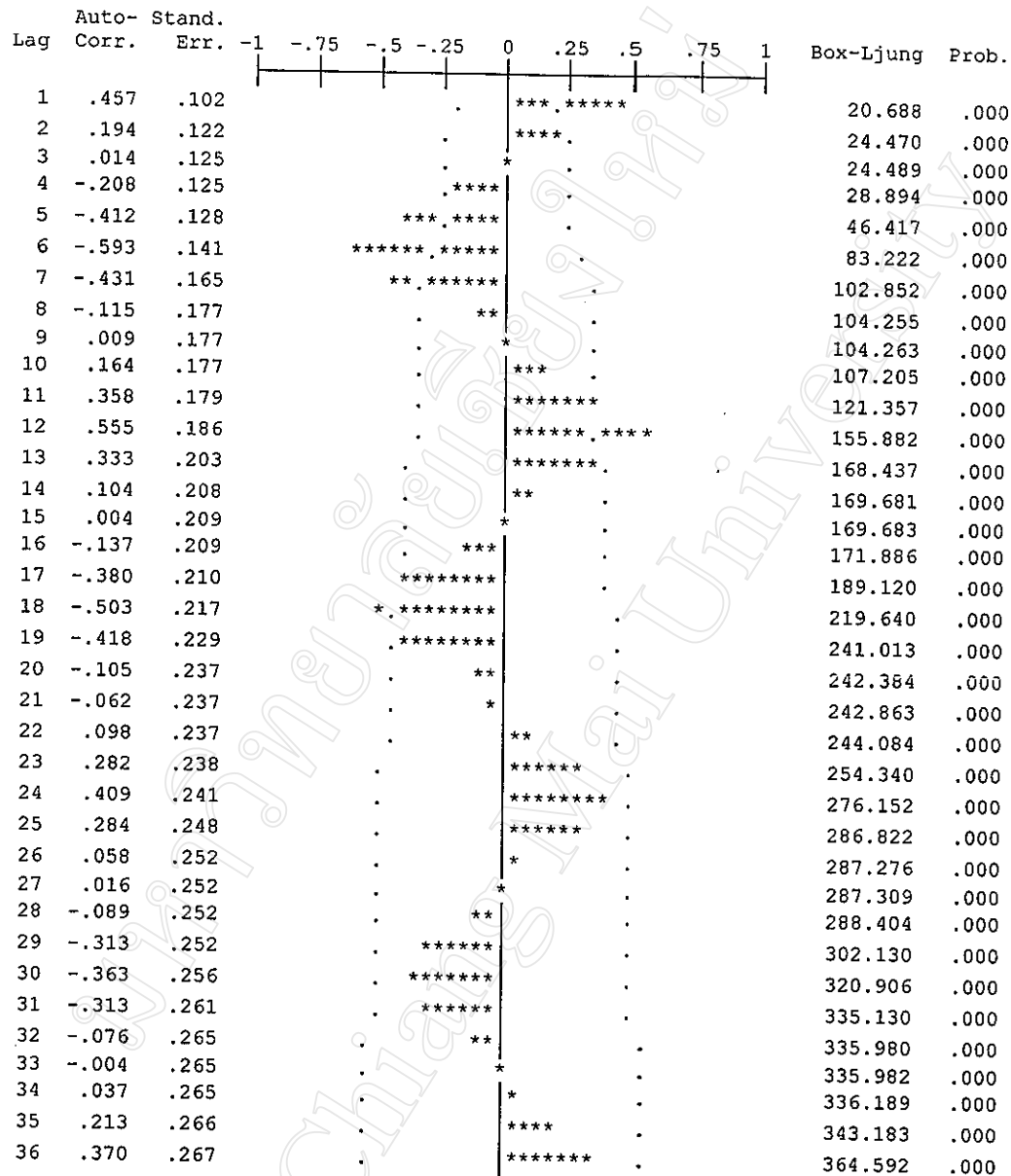
เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 80,109,677 เป็น 37,439,402 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบิน จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$Apbc = -24,968 + 165.099 Air\ Freq + 0.02132 GRP_{BKK} + e_t\tag{6.4}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}e_t &= e_{t-1} + e_{t-12} - e_{t-13} + a_t - 0.8662a_{t-1} - 0.9243a_{t-12} \\&\quad + 0.8006a_{t-13}\end{aligned}$$

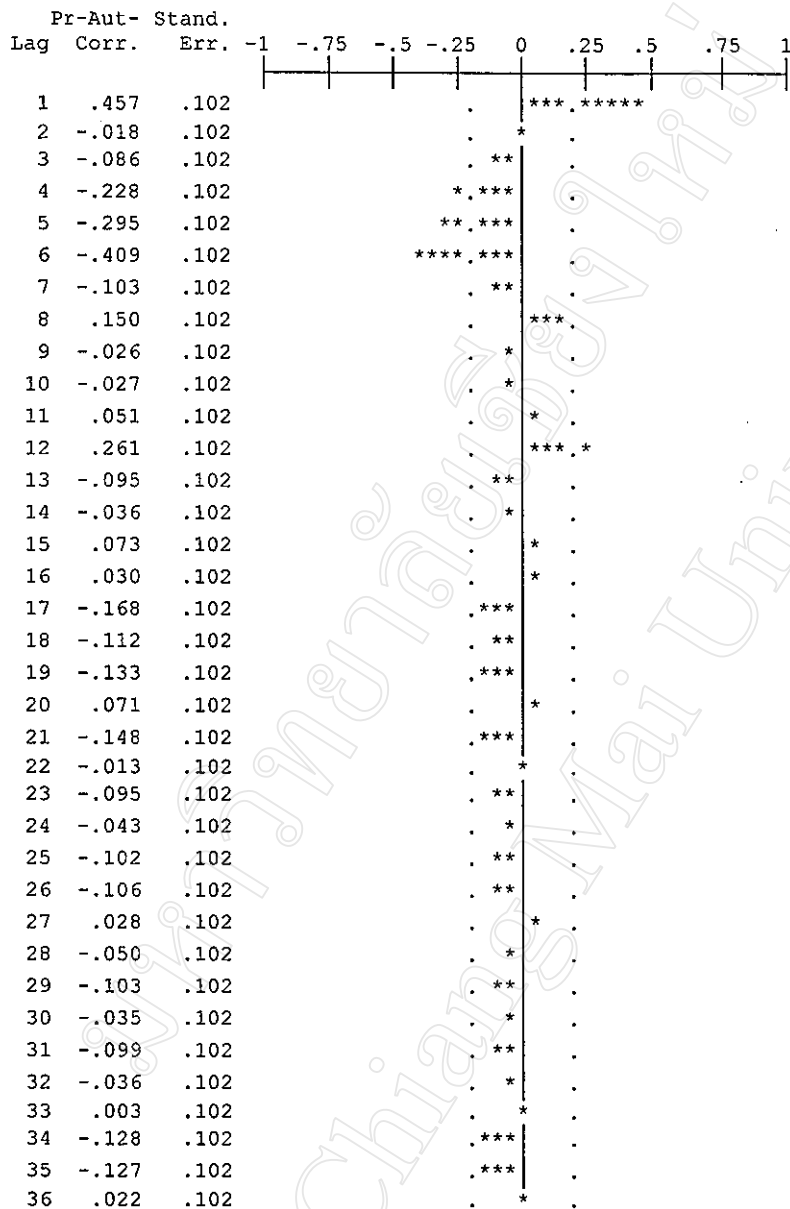
Autocorrelations: Residual Air BKK-CM



Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .
 Standard errors are based on the Bartlett (MA) approximation.

รูปที่ 6.1 ลักษณะกราฟ ACF และ PACF ค่าคลาดเคลื่อนของผู้โดยสารเครื่องบิน
 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

Partial Autocorrelations: Residual Air BKK-CM



Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

รูปที่ 6.1 (ต่อ) ลักษณะกราฟ ACF และ PACF ค่าตลาดเคลื่อนของผู้โดยสารเครื่องบิน
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

6.1.2 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทาง

1.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางรายปี

จากการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.1 เมื่อวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางเป็นรายปีพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงได้วิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางเป็นรายเดือนต่อไป

2.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางรายเดือน

การคัดเลือกตัวแปรได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้โดยสารรถประจำทางกับตัวแปรอิสระ (Correlations matrix) ดังแสดงในตารางที่ 6.4 และผลการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.3 พบว่าจำนวนผู้โดยสารรถประจำทางรายเดือนจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนราคาค่าโดยสารเครื่องบินต่อรถประจำทาง และรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในสมการที่ (6.5)

$$Bpbc = 18,750 + 2,699.428RPAB + 0.0091GRP_{BKK} + e_t ; R^2 = 0.102 \quad (6.5)$$

เมื่อ

$Bpbc$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

$RPAB$ คือ อัตราส่วนราคาค่าโดยสารเครื่องบินต่อรถประจำทาง

GRP_{BKK} คือ รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.14 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ $ARIMA(0,1,1)_{12}$ ดังนี้

$$\begin{aligned} (1-B^{12})e_t &= (1-\theta_1 B^{12})a_t \\ (1-B^{12})e_t &= (1-0.8737B^{12})a_t \\ e_t &= e_{t-12} + a_t - 0.8737a_{t-12} \end{aligned} \quad (6.6)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 30,598,950 เป็น 25,962,319 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทาง จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$Bpbc = 18,750 + 2,699.428RPAB + 0.0091GRP_{BKK} + e_t \quad (6.7)$$

เมื่อ

$$e_t = e_{t-12} + a_t - 0.8737a_{t-12}$$

ตารางที่ 6.4 Correlations Matrix ของจำนวนผู้โดยสารรถประจำทาง จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

Correlations	Bus Passengers	Pop_{BKK}	GPP_{BKK}	Bus Time	Bus Fare	Relative Price		Different time	
						Air/Bus	Rail/Bus	Bus-Air	Rail-Bus
Bus Pass.	1.0000	-0.2365	0.2374	-0.2105	-0.2755	0.2496	0.0618	-0.2071	-0.0556
Pop_{BKK}	-0.2365	1.0000	-0.0634	0.5849	0.9014	-0.8694	-0.1443	0.3405	0.2472
GPP_{BKK}	0.2374	-0.0634	1.0000	0.1339	-0.2073	0.1589	0.6929	0.0421	-0.4004
Bus Time	-0.2105	0.5849	0.1339	1.0000	0.5320	-0.5269	0.0012	0.8679	-0.0836
Bus Fare	-0.2755	0.9014	-0.2073	0.5320	1.0000	-0.9906	-0.4316	0.3058	0.3441
RPAB	0.2496	-0.8694	0.1589	-0.5269	-0.9906	1.0000	0.4431	-0.2987	-0.3151
RPRB	0.0618	-0.1443	0.6929	0.0012	-0.4316	0.4431	1.0000	-0.0251	-0.4736
DTBA	-0.2071	0.3405	0.0421	0.8679	0.3058	-0.2987	-0.0251	1.0000	-0.1885
DTRB	-0.0556	0.2472	-0.4004	-0.0836	0.3441	-0.3151	-0.4736	-0.1885	1.0000

6.1.3 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ

1.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถไฟรายปี

จากการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.1 เมื่อวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารรถไฟเป็นรายปีพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงได้วิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารรถไฟเป็นรายเดือนต่อไป

2.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถไฟรายเดือน

การคัดเลือกตัวแปรได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้โดยสารรถไฟกับตัวแปรอิสระ (Correlations matrix) ดังแสดงในตารางที่ 6.5 และผลการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.3 พบว่าจำนวนผู้โดยสารรถไฟจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ขึ้นอยู่กับความแตกต่าง

ของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง และรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในสมการที่ (6.8)

$$R_{pbc} = 81,791 - 10,862.629DTRB - 0.0163GRP_{BKK} + e_t ; R^2 = 0.202 \quad (6.8)$$

เมื่อ

R_{pbc} คือ จำนวนผู้โดยสารรถไฟจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

$DTRB$ คือ ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง

ตารางที่ 6.5 Correlations Matrix ของผู้โดยสารรถไฟรายเดือน จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

Correlations	Rail Passengers	Pop_{BKK}	GPP_{BKK}	Rail Time	Rail Fare	Relative Price		Different time	
						Air/Rail	Rail/Bus	Rail-Air	Rail-Bus
Rail Pass.	1.0000	-0.2515	-0.1930	-0.3696	-0.0336	0.0362	0.2347	-0.3481	-0.2944
Pop_{BKK}	-0.2515	1.0000	-0.0634	0.4362	0.7453	-0.7291	-0.1443	0.3475	0.2472
GPP_{BKK}	-0.1930	-0.0634	1.0000	-0.3436	0.4388	-0.4573	0.6929	-0.3939	-0.4004
Rail Time	-0.3696	0.4362	-0.3436	1.0000	0.0802	-0.0722	-0.4592	0.9862	0.9424
Rail Fare	-0.0336	0.7453	0.4388	0.0802	1.0000	-0.9994	0.4661	-0.0214	-0.0985
RPAR	0.0362	-0.7291	-0.4573	-0.0722	-0.9994	1.0000	-0.4815	0.0286	0.1042
RPRB	0.2347	-0.1443	0.6929	-0.4592	0.4661	-0.4815	1.0000	-0.4873	-0.4736
DTRA	-0.3481	0.3475	-0.3939	0.9862	-0.0214	0.0286	-0.4873	1.0000	0.9602
DTRB	-0.2944	0.2472	-0.4004	0.9424	-0.0985	0.1042	-0.4736	0.9602	1.0000

จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.15 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ $ARIMA(0,1,0) \times (1,0,0)_{12}$ ดังนี้

$$\begin{aligned} (1-B)(1-\phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\ (1-B)(1-0.6760B^{12})e_t &= a_t \\ e_t &= e_{t-1} + 0.6760e_{t-12} - 0.6760e_{t-13} + a_t \end{aligned} \quad (6.9)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อนพบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 26,126,126 เป็น 8,694,077 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$Rpb_c = 81,791 - 10,862.629DTRB - 0.0163GRP_{BKK} + e_t \quad (6.10)$$

เมื่อ

$$e_t = e_{t-1} + 0.6760e_{t-12} - 0.6760e_{t-13} + a_t$$

6.2 วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางและรถไฟแยกชั้นโดยสาร กรุงเทพฯ-เชียงใหม่

ปัจจัยที่พิจารณาในแบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วี.ไอ.พี. รถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 และชั้น 2 และรถไฟชั้น 1 ชั้น 2 และชั้น 3 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ โดยวิเคราะห์แยกชั้นโดยสาร คือ

1. ราคาโดยสาร (Fare)

1.1 ราคาโดยสารเฉลี่ยของระบบขนส่งแต่ละประเภท (บาท)

$$Bus_{VIP} \text{ Fare}, Bus_{1st} \text{ Fare}, \dots, Rail_{3rd} \text{ Fare}$$

1.2 อัตราส่วนราคาโดยสารระหว่างระบบขนส่งสองรูปแบบ

$$RPB_1B_{VIP}, RPB_1B_2, RPB_1R_1, \dots, RPR_1R_2, RPR_1R_3, RPR_2R_3$$

2. ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel time)

2.1 ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยของระบบขนส่งแต่ละประเภท (ชั่วโมง)

2.2 ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางระหว่างระบบขนส่งสองรูปแบบ (ชม.)

- Difference of travel time of Rail and Air, $DTRA$ (Rail time – Air time)

- Difference of travel time of Bus and Air, $DTBA$ (Bus time – Air time)

- Difference of travel time of Rail and Bus, $DTRB$ (Rail time – Bus Time)

3. ตัวแปรสภาพเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economic)

3.1 จำนวนประชากรจังหวัดกรุงเทพฯ (คน) ; Pop_{BKK}

3.2 ระดับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ตามราคาปี 2531 (ล้านบาท) ; GRP_{BKK}

6.2.1 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทาง

การศึกษาการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทาง ได้พิจารณาแยกประเภทชั้นโดยสาร ออกเป็น ผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี. รถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 และชั้น 2 ตารางที่ 6.6 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปร และการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ก. ผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี.

จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี. จากกรุงเทพฯไปเชียงใหม่ ขึ้นอยู่กับราคาโดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี. และรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในสมการที่ (6.11)

$$Bpbc_{VIP} = 3,914 - 4.347 Bus_{VIP} Fare + 0.0012 GRP_{BKK} + e_t ; R^2 = 0.184 \quad (6.11)$$

เมื่อ

$Bpbc_{VIP}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี.

จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

$Bus_{VIP} Fare$ คือ ราคาโดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี.

จากการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมี สหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.16 พบว่ารูปแบบที่ เหมาะสมที่สุด คือ $ARIMA(0,1,0) \times (1,0,0)_{12}$ ดังนี้

$$\begin{aligned} (1-B)(1-\phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\ (1-B)(1-0.4164B^{12})e_t &= a_t \\ e_t &= e_{t-1} + 0.4164e_{t-12} - 0.4164e_{t-13} + a_t \end{aligned} \quad (6.12)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาในเทอมของ ค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 355,402 เป็น 237,454 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทาง ของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี. จากกรุงเทพฯไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$Bpbc_{VIP} = 3,914 - 4.347 Bus_{VIP} Fare + 0.0012 GRP_{BKK} + e_t \quad (6.13)$$

เมื่อ

$$e_t = e_{t-1} + 0.4164e_{t-12} - 0.4164e_{t-13} + a_t$$

ตารางที่ 6.6 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของผู้โดยสารรถประจำทางและรถไฟแยกชั้นโดยสาร
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

Dependent	Independent	Coefficients	F cal	F test	T cal	Sig.	R ²	MSE
<i>Bpbc_{VIP}</i>	Constant	3,914.190	10.519	Sig.	3.769	0.000	0.184	355,402
	<i>Bus_{VIP} Fare</i>	-4.347			-3.232	0.002		
	<i>GRP_{BKK}</i>	0.0012			2.568	0.012		
<i>Bpbc_{1st}</i>	Constant	33,841.153	9.344	Sig.	4.649	0.000	0.167	22,099,101
	<i>Bus_{1st} Fare</i>	-36.214			-3.132	0.002		
	<i>GRP_{BKK}</i>	0.0084			2.184	0.031		
<i>Bpbc_{2nd}</i>	Constant	-39,137.352	7.268	Sig.	-2.000	0.048	0.135	1,379,223
	<i>DTRB</i>	1,372.199			2.545	0.013		
	<i>Pop_{BKK}</i>	0.0075			2.122	0.037		
<i>Rpbc_{1st}</i>	Constant	-17,866.583	29.828	Sig.	-6.776	0.000	0.493	24,940
	<i>Pop_{BKK}</i>	0.0036			7.524	0.000		
	<i>GRP_{BKK}</i>	-0.00077			-5.622	0.000		
	<i>DTRB</i>	-158.232			-2.002	0.048		
<i>Rpbc_{2nd}</i>	Constant	36,459.612	9.131	Sig.	4.520	0.000	0.229	11,942,313
	<i>DTRB</i>	-7,145.293			-4.217	0.000		
	<i>GRP_{BKK}</i>	-0.0151			-4.002	0.000		
	<i>RPR₁R₂</i>	10,624.000			3.524	0.001		
<i>Rpbc_{3rd}</i>	Constant	48,156.213	30.937	Sig.	11.350	0.000	0.502	2,675,531
	<i>Rail_{3rd} Fare</i>	-140.439			-6.630	0.000		
	<i>GRP_{BKK}</i>	-0.0066			-4.558	0.000		
	<i>DTRB</i>	-3,629.392			-4.503	0.000		

Significant level = .05

$$F_{2,93} = 3.11$$

$$F_{3,92} = 2.72$$

$$T_{.05,95} = \pm 1.99$$

ข. ผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1

จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ขึ้นอยู่กับราคาค่าโดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 และรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในสมการที่ (6.14)

$$Bpbc_{1st} = 33,841 - 36.214Bus_{1st} Fare + 0.0084Gpp_{BKK} + e_t ; R^2 = 0.167 \quad (6.14)$$

เมื่อ

$Bpbc_{1st}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่
 $Bus_{1st} Fare$ คือ ราคาค่าโดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.17 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(0,1,1)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned} (1 - B^{12})e_t &= (1 - \theta_1 B^{12})a_t \\ (1 - B^{12})e_t &= (1 - 0.8218B^{12})a_t \\ e_t &= e_{t-12} + a_t - 0.8218a_{t-12} \end{aligned} \quad (6.15)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 22,099,101 เป็น 19,728,505 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$Bpbc_{1st} = 33,841 - 36.214Bus_{1st} Fare + 0.0084Gpp_{BKK} + e_t \quad (6.16)$$

เมื่อ

$$e_t = e_{t-12} + a_t - 0.8218a_{t-12}$$

ค. ผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2

จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง และจำนวนประชากรจังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในสมการที่ (6.17)

$$Bpbc_{2nd} = -39,137 + 1,372.199DTRB + 0.0075Pop_{BKK} + e_t ; R^2 = 0.135 \quad (6.17)$$

เมื่อ

$Bpbc_{2nd}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่
 $DTRB$ คือ ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.18 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ $ARIMA(1,0,0) \times (1,1,0)_{12}$ ดังนี้

$$\begin{aligned} (1 - \phi_1 B)(1 - B^{12})(1 - \Phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\ (1 - 0.7264B)(1 - B^{12})(1 + 0.5429B^{12})e_t &= a_t \\ e_t &= 0.7264e_{t-1} + 0.4571e_{t-12} - 0.3320e_{t-13} + 0.5429e_{t-24} \\ &\quad - 0.3943e_{t-25} + a_t \end{aligned} \quad (6.18)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 1,379,223 เป็น 1,223,331 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$Bpbc_{2nd} = -39,137 + 1,372.199DTRB + 0.0075Pop_{BKK} + e_t \quad (6.19)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} e_t &= 0.7264e_{t-1} + 0.4571e_{t-12} - 0.3320e_{t-13} + 0.5429e_{t-24} \\ &\quad - 0.3943e_{t-25} + a_t \end{aligned}$$

6.2.2 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ

การศึกษาการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ ได้พิจารณาแยกประเภทชั้นโดยสารออกเป็น ผู้โดยสารรถไฟชั้น 1 ชั้น 2 และชั้น 3 ตารางที่ 6.6 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรและการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ก. ผู้โดยสารรถไฟชั้น 1

จำนวนผู้โดยสารรถไฟชั้น 1 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ และความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง ดังแสดงในสมการที่ (6.20)

$$Rpb_{c_{1st}} = -17,867 + 0.0036Pop_{BKK} - 0.00077GRP_{BKK} - 158.232DTRB + e_t ; R^2 = 0.493 \quad (6.20)$$

เมื่อ

$Rpb_{c_{1st}}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้า 1 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.19 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(0,1,1)x(1,0,0)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned} (1-B)(1-\phi_1 B^{12})e_t &= (1-\theta_1 B)a_t \\ (1-B)(1+0.8481B^{12})e_t &= (1-0.3345B)a_t \\ e_t &= e_{t-1} - 0.8481e_{t-12} + 0.8481e_{t-13} + a_t - 0.3345a_{t-1} \end{aligned} \quad (6.21)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 24,940 เป็น 9,856 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟฟ้า 1 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$Rpb_{c_{1st}} = -17,867 + 0.0036Pop_{BKK} - 0.00077GRP_{BKK} - 158.232DTRB + e_t \quad (6.22)$$

เมื่อ

$$e_t = e_{t-1} - 0.8481e_{t-12} + 0.8481e_{t-13} + a_t - 0.3345a_{t-1}$$

ข. ผู้โดยสารรถไฟฟ้า 2

จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้า 2 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟฟ้าเทียบกับรถประจำทาง รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ และอัตราส่วนราคาค่าโดยสารรถไฟฟ้า 1 ต่อรถไฟฟ้า 2 ดังแสดงในสมการที่ (6.23)

$$Rpb_{c_{2nd}} = 36,460 - 7145.293DTRB - 0.0151GRP_{BKK} + 10,624.0RPR_1R_2 + e_t ; R^2 = 0.229 \quad (6.23)$$

เมื่อ

$Rpb_{c_{2nd}}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้า 2 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

RPR_1R_2 คือ อัตราส่วนราคาค่าโดยสารรถไฟฟ้า 1 ต่อรถไฟฟ้า 2

จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.20 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(0,1,0)x(1,0,0)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned}(1-B)(1-\Phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\ (1-B)(1-0.5638B^{12})e_t &= a_t \\ e_t &= e_{t-1} + 0.5638e_{t-12} - 0.5638e_{t-13} + a_t\end{aligned}\quad (6.24)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 11,942,313 เป็น 4,690,277 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางไฟฟ้า 2 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$\begin{aligned}Rpb_{2nd} &= 36,460 - 7145.293DTRB - 0.0151GRP_{BKK} \\ &\quad + 10,624.0RPR_1R_2 + e_t\end{aligned}\quad (6.25)$$

เมื่อ

$$e_t = e_{t-1} + 0.5638e_{t-12} - 0.5638e_{t-13} + a_t$$

ก. ผู้โดยสารรถไฟฟ้า 3

จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้า 3 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ขึ้นอยู่กับราคาค่าโดยสารรถไฟฟ้า 3 ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟฟ้าเทียบกับรถประจำทาง และรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในสมการที่ (6.26)

$$\begin{aligned}Rpb_{3rd} &= 48,156 + 140.439Rail_{3rd} Fare - 3,629.392DTRB \\ &\quad - 0.0066GRP_{BKK} + e_t\end{aligned}\quad ; R^2 = 0.502 \quad (6.26)$$

เมื่อ

Rpb_{3rd} คือ จำนวนผู้โดยสารรถไฟฟ้า 3 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

$Rail_{3rd} Fare$ คือ ราคาค่าโดยสารรถไฟฟ้า 3

จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.21 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(0,1,0)x(1,0,0)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned}(1-B)(1-\Phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\ (1-B)(1-0.8039B^{12})e_t &= a_t\end{aligned}$$

$$e_t = e_{t-1} + 0.8039e_{t-12} - 0.8039e_{t-13} + a_t \quad (6.27)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 2,675,531 เป็น 890,529 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางไฟฟ้าชั้น 3 จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่ ดังนี้

$$Rpb_{3rd} = 48,156 + 140.439Rail_{3rd} Fare - 3,629.392DTRB - 0.0066GRP_{BKK} + e_t \quad (6.28)$$

เมื่อ

$$e_t = e_{t-1} + 0.8039e_{t-12} - 0.8039e_{t-13} + a_t$$

6.3 วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

การศึกษาการเดินทางของผู้โดยสารจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ได้วิเคราะห์ภาพรวมการเดินทางของระบบขนส่งโดยวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการเดินทางของผู้โดยสารรายปี และรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2535-2542

ปัจจัยที่พิจารณาในแบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ มีลักษณะเช่นเดียวกันยกเว้นตัวแปรทางด้านสภาพเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economic) ซึ่งได้แก่

1. จำนวนประชากรจังหวัดเชียงใหม่ (คน) ; Pop_{CM}
2. ระดับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่ ตามราคาปี 2531(ล้านบาท) ; GPP_{CM}

6.3.1 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบิน

1.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบินรายปี

จากการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.7 พบว่าจำนวนผู้โดยสารเครื่องบินจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่ และความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับเครื่องบิน ดังแสดงในสมการที่ (6.29)

$$Ap_{cb} = -1,237,273 + 16.159Gpp_{CM} + 92,087.230DTRA ; R^2 = 0.942 \quad (6.29)$$

เมื่อ

Ap_{cb} คือ จำนวนผู้โดยสารเครื่องบินจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ตารางที่ 6.7 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของผู้โดยสารเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟรายปี
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

Dependent	Independent	Coefficients	F cal	F test	T cal	Sig.	R ²	MSE
<i>Apcb</i>	Constant	-1,237,273.370	40.867	Sig.	-5.158	0.004	0.942	381,191,908
	<i>GPP_{CM}</i>	16.159			8.028	0.000		
	<i>DTRA</i>	92,087.230			5.244	0.003		
<i>Bpcb</i>	Constant	449,998.145	7.429	Sig.	5.707	0.001	0.553	717,497,304
	<i>DTRB</i>	71,539.788			2.726	0.034		
<i>Rpcb</i>	Constant	-1,661,816.532	1.640	Not Sig.	-0.591	0.587	0.552	4,269,325,811
	<i>GPP_{CM}</i>	-18.563			-1.579	0.190		
	<i>DTRB</i>	-172,171.409			-1.888	0.132		
	<i>Pop_{CM}</i>	2.181			0.994	0.376		

Significant level = .05

$$F_{1,6} = 5.99$$

$$F_{2,5} = 5.97$$

$$F_{3,4} = 6.59$$

2.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบินรายเดือน

การคัดเลือกตัวแปรได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้โดยสารเครื่องบินกับตัวแปรอิสระ (Correlations matrix) ดังแสดงในตารางที่ 6.8 และผลการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.9 พบว่าจำนวนผู้โดยสารเครื่องบินรายเดือนจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่ และความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับเครื่องบิน ดังแสดงในสมการที่ (6.30)

$$Apcb = -218,573 + 1.559GPP_{CM} + 16,980.266DTRA + e_i ; R^2 = 0.286 \quad (6.30)$$

เมื่อ

Apcb คือ จำนวนผู้โดยสารเครื่องบินจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

GPP_{CM} คือ รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่

DTRA คือ ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับเครื่องบิน

ตารางที่ 6.8 Correlations Matrix ของผู้โดยสารเครื่องบินรายเดือน จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

Correlations	Air Passengers	Pop_{CM}	GPP_{CM}	Air Time	Air Fare	Relative price A		Different time	
						Air/Rail	Air/Bus	Rail-Air	bus-Air
Air Pass.	1.0000	0.4485	0.4045	0.3058	-0.2324	-0.3842	-0.2943	0.2109	0.2151
Pop_{CM}	0.4485	1.0000	0.6723	0.6476	0.0000	-0.9158	-0.7250	0.1219	0.3216
GPP_{CM}	0.4045	0.6723	1.0000	0.3963	0.0000	-0.7227	-0.1428	-0.3027	0.1528
Air Time	0.3058	0.6476	0.3963	1.0000	0.0682	-0.5934	-0.5691	0.1728	0.1133
Air Fare	-0.2324	0.0000	0.0000	0.0682	1.0000	-0.0104	0.0035	-0.0518	-0.0794
RPAR	-0.3842	-0.9158	-0.7227	-0.5934	-0.0104	1.0000	0.5696	0.0286	-0.2710
RPAB	-0.2943	-0.7250	-0.1428	-0.5691	0.0035	0.5696	1.0000	-0.4039	-0.2985
DTRA	0.2109	0.1219	-0.3027	0.1728	-0.0518	0.0286	-0.4039	1.0000	0.0934
DTBA	0.2151	0.3216	0.1528	0.1133	-0.0794	-0.2710	-0.2985	0.0934	1.0000

ตารางที่ 6.9 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของผู้โดยสารเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟรายเดือน จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

Dependent	Independent	Coefficients	F cal	F test	T cal	Sig.	R ²	MSE
A_{pcb}	Constant	-218,573.392	18.618	Sig.	-4.005	0.000	0.286	80,846,133
	GPP_{CM}	1.559			5.608	0.000		
	$DTRA$	16,980.266			3.991	0.000		
B_{pcb}	Constant	-58,460.366	4.984	Sig.	-1.147	0.254	0.050	40,947,711
	Pop_{CM}	0.0730			2.232	0.028		
R_{pcb}	Constant	85,292.835	13.691	Sig.	7.369	0.000	0.227	37,696,592
	GPP_{CM}	-0.765			-4.428	0.000		
	$DTRB$	-6,427.295			-3.980	0.000		

Significant level = .05

$$F_{1,94} = 3.96$$

$$F_{2,93} = 3.11$$

$$T_{0.05,95} = \pm 1.99$$

จากการวิเคราะห์ทอมของค่าคลาดเคลื่อนโดยวิธีการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าคลาดเคลื่อน $\rho_k(e_t) \neq 0$ และการทดสอบ $Q\text{ test}$ ที่ช่วงห่างเวลา k มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังรูปที่ 6.2 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเองจากการตรวจสอบรูปแบบเหมาะสมดังแสดงในตารางที่ 6.22 พบว่ารูปแบบที่น่าจะเป็น คือ ARIMA(1,0,0) ARIMA(1,1,0)₁₂ และ ARIMA(0,1,1)₁₂

จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบ โดยพิจารณาจากค่า AIC และ SBC ที่มีค่าน้อยที่สุด พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(0,1,1)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned}(1-B^{12})e_t &= (1-\phi_1 B^{12})a_t \\(1-B^{12})e_t &= (1-0.6484B^{12})a_t \\e_t &= e_{t-12} + a_t - 0.6484a_{t-12}\end{aligned}\quad (6.31)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 80,846,133 เป็น 43,190,226 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบิน จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ดังสมการ (6.32)

$$Apcb = -218,573 + 1.559GPP_{CM} + 16,980.266DTRA + e_t \quad (6.32)$$

เมื่อ

$$e_t = e_{t-12} + a_t - 0.6484a_{t-12}$$

6.3.2 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทาง

1.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางรายปี

จากการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.7 พบว่าการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางรายปีขึ้นอยู่กับความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง ดังแสดงในสมการที่ (6.33)

$$Bpcb = 449,998 + 71,539.788DTRB ; R^2 = 0.553 \quad (6.33)$$

เมื่อ

$Bpcb$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

$DTRB$ คือ ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง

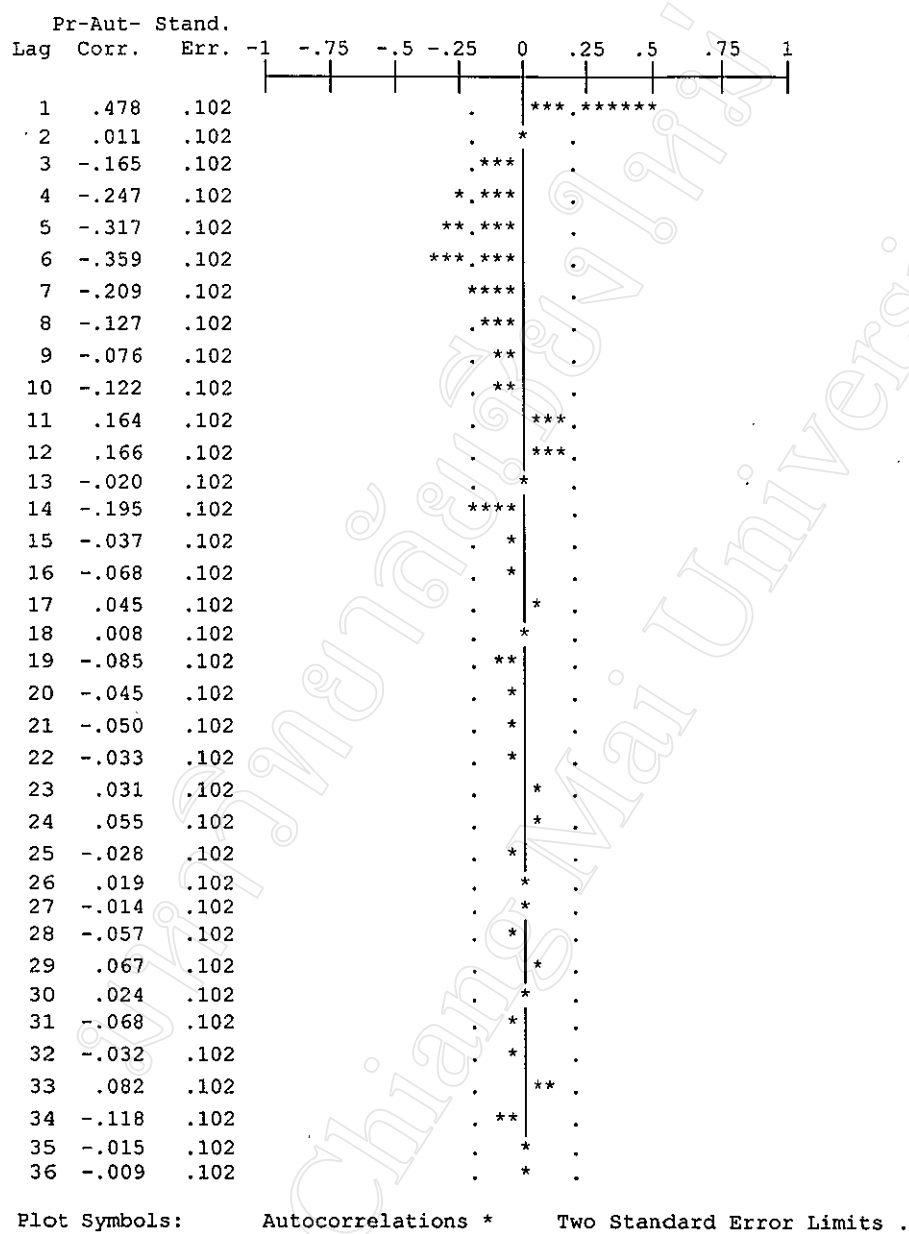
Autocorrelations: Residual Air CM-BKK

Lag	Auto- Corr.	Stand. Err.									Box-Ljung	Prob.
			-1	-.75	-.5	-.25	0	.25	.5	.75	1	
1	.478	.102					***	*****			22.594	.000
2	.237	.123					*****				28.206	.000
3	-.010	.128					*				28.216	.000
4	-.248	.128				*****					34.505	.000
5	-.462	.133			*****	*****					56.525	.000
6	-.593	.149		*****	*****						93.232	.000
7	-.496	.171		***	*****						119.253	.000
8	-.296	.186			*****						128.624	.000
9	-.053	.191			*						128.933	.000
10	.143	.191				***					131.159	.000
11	.456	.192				*****	*				154.151	.000
12	.579	.203				*****	*****				191.683	.000
13	.452	.219				*****					214.874	.000
14	.193	.229				****					219.130	.000
15	.032	.231				*					219.252	.000
16	-.188	.231				****					223.406	.000
17	-.338	.232				*****					237.009	.000
18	-.442	.237				*****					260.543	.000
19	-.432	.246				*****					283.374	.000
20	-.248	.253				*****					290.977	.000
21	-.074	.256				*					291.671	.000
22	.137	.256				***					294.063	.000
23	.354	.257				*****					310.208	.000
24	.469	.262				*****					338.955	.000
25	.364	.271				*****					356.505	.000
26	.233	.276				*****					363.826	.000
27	.047	.278				*					364.132	.000
28	-.141	.278				***					366.871	.000
29	-.245	.279				*****					375.297	.000
30	-.360	.281				*****					393.796	.000
31	-.390	.286				*****					415.834	.000
32	-.266	.291				*****					426.227	.000
33	-.048	.294				*					426.578	.000
34	.053	.294				*					427.005	.000
35	.260	.294				*****					437.438	.000
36	.339	.296				*****					455.505	.000

Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .
Standard errors are based on the Bartlett (MA) approximation.

รูปที่ 6.2 ลักษณะกราฟ ACF และ PACF ค่าตลาดเคลื่อนของผู้โดยสารเครื่องบิน
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

Partial Autocorrelations: Residual Air CM-BKK



รูปที่ 6.2 (ต่อ) ลักษณะกราฟ ACF และ PACF ค่าคลาดเคลื่อนของผู้โดยสารเครื่องบิน
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

2.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางรายเดือน

การคัดเลือกตัวแปรได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้โดยสารรถประจำทางกับตัวแปรอิสระ (Correlations matrix) ดังแสดงในตารางที่ 6.10 และผลการจากการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.9 พบว่าจำนวนผู้โดยสารรถประจำทางรายเดือนจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร ดังแสดงในสมการที่ (6.34)

$$Bpcb = -58,460 + 0.0730Pop_{CM} + e_t ; R^2 = 0.050 \quad (6.34)$$

เมื่อ

Pop_{CM} คือ จำนวนประชากรจังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 6.10 Correlations Matrix ของผู้โดยสารรถประจำทางรายเดือน จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

Correlations	Bus	Pop_{CM}	GPP_{CM}	Bus Time	Bus Fare	Relative Price		Different time	
	Passengers					Air/Bus	Rail/Bus	Bus-Air	Rail-Bus
Bus Pass.	1.0000	0.2244	0.0847	0.2438	0.1857	-0.1809	-0.0241	0.0934	0.2005
Pop_{CM}	0.2244	1.0000	0.6723	0.5847	0.7397	-0.7250	0.2215	0.3216	0.2349
GPP_{CM}	0.0847	0.6723	1.0000	0.3221	0.1102	-0.1428	0.6547	0.1528	-0.2272
Bus Time	0.2438	0.5847	0.3221	1.0000	0.5320	-0.5268	0.0008	0.8679	0.1379
Bus Fare	0.1857	0.7397	0.1102	0.5320	1.0000	-0.9904	-0.4322	0.3057	0.5107
RPAB	-0.1809	-0.7250	-0.1428	-0.5268	-0.9904	1.0000	0.4440	-0.2985	-0.4779
RPRB	-0.0241	0.2215	0.6547	0.0008	-0.4322	0.4440	1.0000	-0.0253	-0.4418
DTBA	0.0934	0.3216	0.1528	0.8679	0.3057	-0.2985	-0.0253	1.0000	-0.0101
DTRB	0.2005	0.2349	-0.2272	0.1379	0.5107	-0.4779	-0.4418	-0.0101	1.0000

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.23 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ $ARIMA(1,0,0) \times (0,1,1)_{12}$ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 (1 - \phi_1 B)(1 - B^{12})e_t &= (1 - \theta_1 B^{12})a_t \\
 (1 - 0.4569B)(1 - B^{12})e_t &= (1 - 0.9265B^{12})a_t \\
 e_t &= 0.4569e_{t-1} + e_{t-12} - 0.4569e_{t-13} + a_t - 0.9265a_{t-12}
 \end{aligned} \quad (6.35)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 40,947,711 เป็น 32,327,184 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทาง จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ดังนี้

$$Bpcb = -58,460 + 0.0730Pop_{CM} + e_t \quad (6.36)$$

เมื่อ

$$e_t = 0.4569e_{t-1} + e_{t-12} - 0.4569e_{t-13} + a_t - 0.9265a_{t-12}$$

6.3.3 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ

1.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถไฟรายปี

จากการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.7 เมื่อวิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารรถไฟเป็นรายปี พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงได้วิเคราะห์จำนวนผู้โดยสารรถไฟเป็นรายเดือนต่อไป

2.) วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถไฟรายเดือน

การคัดเลือกตัวแปรได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้โดยสารรถไฟกับตัวแปรอิสระ (Correlations matrix) ดังแสดงในตารางที่ 6.11 และผลการวิเคราะห์การถดถอยดังแสดงในตารางที่ 6.9 พบว่าจำนวนผู้โดยสารรถไฟรายเดือนจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่และความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง ดังแสดงในสมการที่ (6.37)

$$Rpcb = 85,293 - 0.765GPP_{CM} - 6,427.295DTRB + e_t ; R^2 = 0.227 \quad (6.37)$$

เมื่อ

$Rpcb$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถไฟจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

GPP_{CM} คือ รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่

$DTRB$ คือ ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง

ตารางที่ 6.11 Correlations Matrix ของผู้โดยสารรถไฟรายเดือน จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

Correlations	Rail Passengers	Pop_{CM}	GPP_{CM}	Rail Time	Rail Fare	Relative Price		Different time	
						Air/Rail	Rail/Bus	Rail-Air	Rail-Bus
Rail Pass.	1.0000	-0.2973	-0.2987	-0.3375	-0.1172	0.1204	0.1631	-0.3043	-0.2942
Pop_{CM}	-0.2973	1.0000	0.6723	0.3336	0.9224	-0.9158	0.2215	0.1219	0.2349
GPP_{CM}	-0.2987	0.6723	1.0000	-0.1576	0.7111	-0.7227	0.6547	-0.3027	-0.2272
Rail Time	-0.3375	0.3336	-0.1576	1.0000	0.1862	-0.1768	-0.4228	0.9676	0.9829
Rail Fare	-0.1172	0.9224	0.7111	0.1862	1.0000	-0.9994	0.4655	-0.0214	0.0928
RPAR	0.1204	-0.9158	-0.7227	-0.1768	-0.9994	1.0000	-0.4809	0.0286	-0.0843
RPRB	0.1631	0.2215	0.6547	-0.4228	0.4655	-0.4809	1.0000	-0.4870	-0.4418
DTRA	-0.3043	0.1219	-0.3027	0.9676	-0.0214	0.0286	-0.4870	1.0000	0.9794
DTRB	-0.2942	0.2349	-0.2272	0.9829	0.0928	-0.0843	-0.4418	0.9794	1.0000

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.24 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ $ARIMA(1,1,0) \times (1,0,0)_{12}$ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 (1 - \phi_1 B)(1 - B)(1 - \Phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\
 (1 + 0.2288B)(1 - B)(1 - 0.8249B^{12})e_t &= a_t \\
 e_t &= 0.7712e_{t-1} + 0.2288e_{t-2} + 0.8241e_{t-12} - 0.6355e_{t-13} \\
 &\quad - 0.1885e_{t-14} + a_t
 \end{aligned} \tag{6.38}$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 37,696,592 เป็น 8,893,432 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ดังนี้

$$R_{pcb} = 85,293 - 0.765GPP_{CM} - 6,427.295DTRB + e_t \tag{6.39}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 e_t &= 0.7712e_{t-1} + 0.2288e_{t-2} + 0.8241e_{t-12} - 0.6355e_{t-13} \\
 &\quad - 0.1885e_{t-14} + a_t
 \end{aligned}$$

6.4 วิเคราะห์การเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางและรถไฟแยกชั้นโดยสาร เชียงใหม่-กรุงเทพฯ

6.4.1 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทาง

การศึกษาการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทาง ได้พิจารณาแยกประเภทชั้นโดยสาร ออกเป็นผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี. รถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 และชั้น 2 ตารางที่ 6.12 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรและการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ก. ผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี.

จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี. จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับราคาค่าโดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี. และจำนวนประชากรจังหวัดเชียงใหม่ ดังแสดงในสมการที่ (6.40)

$$Bpcb_{VIP} = 12,744 - 8.662Bus_{VIP} Fare + 0.0133Pop_{CM} + e_t ; R^2 = 0.201 \quad (6.40)$$

เมื่อ

$Bpcb_{VIP}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี.

จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

Pop_{CM} คือ จำนวนประชากรจังหวัดเชียงใหม่

$Bus_{VIP} Fare$ คือ ราคาค่าโดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี.

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมี สหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.25 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(1,0,0)x(0,1,1)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned} (1 - \phi_1 B)(1 - B^{12})e_t &= (1 - \theta_1 B^{12})a_t \\ (1 - 0.4612B)(1 - B^{12})e_t &= (1 - 0.8089B^{12})a_t \\ e_t &= 0.4612e_{t-1} + e_{t-12} - 0.4612e_{t-13} + a_t - 0.8089a_{t-12} \end{aligned} \quad (6.41)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของ ค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 302,361 เป็น 271,997 ดังนั้นจะได้แบบจำลอง การเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี. จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ดังนี้

$$Bpcb_{VIP} = 12,744 - 8.662Bus_{VIP} Fare + 0.0133Pop_{CM} + e_t \quad (6.42)$$

เมื่อ

$$e_t = 0.4612e_{t-1} + e_{t-12} - 0.4612e_{t-13} + a_t - 0.8089a_{t-12}$$

ตารางที่ 6.12 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของผู้โดยสารรถประจำทางและรถไฟฟ้าแยกชั้นโดยสาร
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

Dependent	Independent	Coefficients	F cal	F test	T cal	Sig.	R ²	MSE
<i>Bpcb_{VIP}</i>	Constant	-12,744.158	11.696	Sig.	-2.176	0.032	0.201	302,361
	<i>Bus_{VIP} Fare</i>	-8.662			-4.810	0.000		
	<i>Pop_{CM}</i>	0.0133			3.199	0.002		
<i>Bpcb_{1st}</i>	Constant	-178,790.873	27.020	Sig.	-4.216	0.000	0.223	28,369,271
	<i>Pop_{CM}</i>	0.141			5.198	0.000		
<i>Bpcb_{2nd}</i>	Constant	35,921.303	114.259	Sig.	14.725	0.000	0.549	3,228,427
	<i>GPP_{CM}</i>	-0.566			-10.689	0.000		
<i>Rpcb_{1st}</i>	Constant	-10,460.417	32.410	Sig.	-6.727	0.000	0.514	25,141
	<i>GPP_{CM}</i>	-0.0683			-9.448	0.000		
	<i>Pop_{CM}</i>	0.00956			8.106	0.000		
	<i>DTRB</i>	-224.257			-2.772	0.007		
<i>Rpcb_{2nd}</i>	Constant	50,165.302	10.507	Sig.	5.374	0.000	0.255	16,278,452
	<i>DTRB</i>	-8,247.867			-4.228	0.000		
	<i>GPP_{CM}</i>	-0.993			-4.962	0.000		
	<i>RPR₁R₂</i>	17,403.497			3.930	0.000		
<i>Rpcb_{3rd}</i>	Constant	42,024.685	19.795	Sig.	7.608	0.000	0.299	6,008,593
	<i>GPP_{CM}</i>	-0.446			-5.807	0.000		
	<i>DTRB</i>	-4,942.759			-4.260	0.000		

Significant level = .05

$$F_{1,94} = 3.96$$

$$F_{2,93} = 3.11$$

$$F_{3,92} = 2.72$$

$$T_{.05,95} = \pm 1.99$$

ข. ผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1

จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับ
จำนวนประชากร ดังแสดงในสมการที่ (6.43)

$$Bpcb_{1st} = -178,791 + 0.141Pop_{CM} + e_t ; R^2 = 0.223 \quad (6.43)$$

เมื่อ

$Bpcb_{1st}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ
 Pop_{CM} คือ จำนวนประชากรจังหวัดเชียงใหม่

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.26 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(1,0,0)x(1,1,0)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned}(1-\phi_1 B)(1-B^{12})(1-\Phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\ (1-0.4059B)(1-B^{12})(1+0.6753B^{12})e_t &= a_t \\ e_t &= 0.4059e_{t-1} + 0.3247e_{t-12} - 0.1318e_{t-13} + 0.6753e_{t-24} \\ &\quad - 0.2741e_{t-25} + a_t\end{aligned}\quad (6.44)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 28,369,271 เป็น 27,804,198 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ดังนี้

$$Bpcb_{1st} = -178,791 + 0.141Pop_{CM} + e_t \quad (6.45)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}e_t &= 0.4059e_{t-1} + 0.3247e_{t-12} - 0.1318e_{t-13} + 0.6753e_{t-24} \\ &\quad - 0.2741e_{t-25} + a_t\end{aligned}$$

ก. ผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2

จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่ ดังแสดงในสมการที่ (6.46)

$$Bpcb_{2nd} = 35,921 - 0.566Gpp_{CM} + e_t ; R^2 = 0.549 \quad (6.46)$$

เมื่อ

$Bpcb_{2nd}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.27 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(0,1,1)x(0,1,1)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 (1-B)(1-B^{12})e_t &= (1-\theta_1 B)(1-\theta_1 B^{12})a_t \\
 (1-B)(1-B^{12})e_t &= (1-0.6698B)(1-0.6255B^{12})a_t \\
 e_t &= e_{t-1} + e_{t-12} - e_{t-13} + a_t - 0.6698a_{t-1} - 0.6255a_{t-12} \\
 &\quad + 0.4190a_{t-13}
 \end{aligned} \tag{6.47}$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3,228,427 เป็น 3,615,693 แต่มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนั้นแบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ จึงพิจารณาเทอมของค่าคลาดเคลื่อนด้วย ดังนี้

$$Bpcb_{2nd} = 35,921 - 0.566Gpp_{CM} + e_t \tag{6.48}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 e_t &= e_{t-1} + e_{t-12} - e_{t-13} + a_t - 0.6698a_{t-1} - 0.6255a_{t-12} \\
 &\quad + 0.4190a_{t-13}
 \end{aligned}$$

6.4.2 แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ

การศึกษาการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ ได้พิจารณาแยกประเภทชั้นผู้โดยสารออกเป็น ผู้โดยสารรถไฟชั้น 1 ชั้น 2 และชั้น 3 ตารางที่ 6.12 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรและการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ก. ผู้โดยสารรถไฟชั้น 1

จำนวนผู้โดยสารรถไฟชั้น 1 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับรายได้ผลิตภัณฑ์และจำนวนประชากรจังหวัดเชียงใหม่ และความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง ดังแสดงในสมการที่ (6.49)

$$\begin{aligned}
 Rpcb_{1st} &= -10,460 - 0.0683GPP_{CM} + 0.00956Pop_{BKK} \\
 &\quad - 224.257DTRB + e_t ; R^2 = 0.514
 \end{aligned} \tag{6.49}$$

เมื่อ

$Rpcb_{1st}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถไฟชั้น 1 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.28 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(1,1,0)x(1,0,0)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned}
(1-\phi_1 B)(1-B)(1-\Phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\
(1+0.2529B)(1-B)(1-0.8295B^{12})e_t &= a_t \\
e_t &= 0.7471e_{t-1} + 0.2529e_{t-2} + 0.8295e_{t-12} - 0.6197e_{t-13} \\
&\quad - 0.2098e_{t-14} + a_t
\end{aligned} \tag{6.51}$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 25,141 เป็น 11,027 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟชั้น 1 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ดังนี้

$$\begin{aligned}
Rpcb_{1st} &= -10,460 - 0.0683GPP_{CM} + 0.00956Pop_{BKK} \\
&\quad - 224.257DTRB + e_t
\end{aligned} \tag{6.52}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}
e_t &= 0.7471e_{t-1} + 0.2529e_{t-2} + 0.8295e_{t-12} - 0.6197e_{t-13} \\
&\quad - 0.2098e_{t-14} + a_t
\end{aligned}$$

ข. ผู้โดยสารรถไฟชั้น 2

จำนวนผู้โดยสารรถไฟชั้น 2 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่ และอัตราส่วนราคาค่าโดยสารรถไฟชั้น 1 ต่อรถไฟชั้น 2 ดังแสดงในสมการที่ (6.53)

$$\begin{aligned}
Rpcb_{2nd} &= 50,165 - 8,247.867DTRB - 0.993GPP_{CM} \\
&\quad + 17,403.497RPR_1R_2 + e_t
\end{aligned} ; R^2 = 0.255 \tag{6.53}$$

เมื่อ

$Rpcb_{2nd}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถไฟชั้น 2 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

RPR_1R_2 คือ อัตราส่วนราคาค่าโดยสารรถไฟชั้น 1 ต่อรถไฟชั้น 2

จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.29 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(1,0,0)x(1,0,0)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned}
(1-\phi_1 B)(1-\Phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\
(1+0.7224B)(1-0.7005B^{12})e_t &= a_t \\
e_t &= 0.7224e_{t-1} + 0.7005e_{t-12} - 0.5060e_{t-13} + a_t
\end{aligned} \tag{6.54}$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 16,278,452 เป็น 6,563,030 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟชั้น 2 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ดังนี้

$$Rpcb_{2nd} = 50,165 - 8,247.867DTRB - 0.993GPP_{CM} + 17,403.497RPR_1R_2 + e_t \quad (6.55)$$

เมื่อ

$$e_t = 0.7224e_{t-1} + 0.7005e_{t-12} - 0.5060e_{t-13} + a_t$$

ค. ผู้โดยสารรถไฟชั้น 3

จำนวนผู้โดยสารรถไฟชั้น 3 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง และรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเชียงใหม่ ดังแสดงในสมการที่ (6.56)

$$Rpcb_{3rd} = 42,025 - 4,942.759DTRB - 0.446GPP_{CM} + e_t ; R^2 = 0.299 \quad (6.56)$$

เมื่อ

$Rpcb_{3rd}$ คือ จำนวนผู้โดยสารรถไฟชั้น 3 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

$DTRB$ คือ ความแตกต่างของระยะเวลาในการเดินทางของรถไฟเทียบกับรถประจำทาง

จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน ค่าคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง จากเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 6.30 พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA(1,0,0)x(1,0,0)₁₂ ดังนี้

$$\begin{aligned} (1 - \phi_1 B)(1 - \phi_1 B^{12})e_t &= a_t \\ (1 + 0.7536B)(1 - 0.8522B^{12})e_t &= a_t \\ e_t &= 0.7536e_{t-1} + 0.8522e_{t-12} - 0.6423e_{t-13} + a_t \end{aligned} \quad (6.57)$$

เมื่อเทียบค่า MSE (Mean Square Error) จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในเทอมของค่าคลาดเคลื่อน พบว่าค่า MSE มีค่าลดลงจาก 6,008,593 เป็น 1,331,448 ดังนั้นจะได้แบบจำลองการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟชั้น 3 จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ ดังนี้

$$Rpcb_{3rd} = 42,025 - 4,942.759 DTRB - 0.446 GPP_{CM} + e_t \quad (6.58)$$

เมื่อ

$$e_t = 0.7536e_{t-1} + 0.8522e_{t-12} - 0.6423e_{t-13} + a_t$$

6.5 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาศวามสัมพันธ์การเดินทางโดยแบบจำลองทางสถิติ (Statistical model) ของผู้โดยสารทั้งทางเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบในการเดินทางของผู้โดยสารแตกต่างกัน ได้แก่ ราคาค่าโดยสาร ระยะเวลาในการเดินทาง และลักษณะสภาพเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละจังหวัด นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับทิศทางในการเดินทาง เมื่อพิจารณาในภาพรวมของการเดินทางของผู้โดยสารทั้งทางเครื่องบิน รถประจำทาง และรถไฟ พบว่าการเดินทางของผู้โดยสารจากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างการเดินทางโดยรถประจำทางและรถไฟกับเครื่องบิน และรถประจำทางกับรถไฟ ผู้โดยสารจะพิจารณาปัจจัยทางด้านระยะเวลาในการเดินทาง และราคาค่าโดยสารเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจเลือกรูปแบบในการเดินทาง รถไฟใช้ระยะเวลาในการเดินทางนานกว่าการเดินทางโดยรถประจำทางทำให้ผู้โดยสารรถไฟมีจำนวนลดลง รวมไปถึงจนถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคมพบว่าเมื่อประชาชนมีรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดเพิ่มขึ้นผู้โดยสารที่เดินทางโดยเครื่องบินและรถประจำทางจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น ในขณะที่รายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดไม่มีผลต่อการเดินทางโดยรถไฟ จะเห็นได้ว่าแม้ระดับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัดจะเพิ่มขึ้นผู้โดยสารที่เดินทางโดยรถไฟไม่ได้เพิ่มขึ้นแต่กลับมีจำนวนผู้โดยสารลดลง เมื่อประชาชนมีระดับรายได้เพิ่มขึ้นแล้วผู้โดยสารจะหันไปใช้บริการเครื่องบินเพิ่มมากขึ้น สำหรับการเดินทางจากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ พบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างการเดินทางโดยรถไฟกับเครื่องบิน และรถประจำทางกับรถไฟ ผู้โดยสารจะพิจารณาปัจจัยทางด้านระยะเวลาในการเดินทางเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจเลือกรูปแบบในการเดินทาง รถไฟใช้ระยะเวลาในการเดินทางนานกว่าการเดินทางโดยรถประจำทางและเครื่องบินทำให้ผู้โดยสารรถไฟมีจำนวนลดลง ในขณะที่เดียวกันผู้โดยสารเครื่องบินจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนจำนวนประชากรจะมีผลต่อจำนวนผู้โดยสารรถประจำทาง เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นจำนวนผู้โดยสารรถประจำทางจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาแยกประเภทชั้นโดยสารแบบจำลองทางสถิติพบว่า เมื่อราคาค่าโดยสารเพิ่มขึ้นผู้โดยสารจะมีจำนวนลดลง เมื่อค่าโดยสารรถไฟชั้น 2 มีราคาสูงกว่ารถไฟชั้น 1 ผู้โดยสารรถไฟชั้น 2 จะมีจำนวนเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันระยะเวลาในการเดินทางก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเดินทาง

ของผู้โดยสาร เมื่อรถไฟใช้ระยะเวลาในการเดินทางนานกว่ารถประจำทางจะมีผลทำให้ผู้โดยสารรถไฟมีจำนวนลดลง ในทางกลับกันผู้โดยสารรถประจำทางจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อรถประจำทางใช้ระยะเวลาในการเดินทางน้อยกว่ารถไฟ แสดงให้เห็นว่าผู้โดยสารจะพิจารณาเลือกเดินทางในระบบขนส่งที่มีค่าใช้จ่ายต่ำและมีความสะดวกรวดเร็วในการเดินทาง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับรายได้ผลิตภัณฑ์จังหวัด เมื่อประชาชนมีรายได้เพิ่มขึ้นผู้โดยสารที่เดินทางโดยรถประจำทางจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันการที่ผู้โดยสารมีรายได้เพิ่มขึ้นไม่ได้มีผลต่อจำนวนผู้โดยสารรถไฟแต่จำนวนผู้โดยสารกลับลดลงทั้งรถไฟชั้น 1 ชั้น 2 และชั้น 3

ตารางที่ 6.13 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบินของท่าอากาศยาน
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	$(1,1,0)_{12}$	$(1,1,0) \times (0,1,1)_{12}$	$*(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$	$(0,1,1) \times (1,1,0)_{12}$	$(1,1,0) \times (1,1,0)_{12}$
Parameter	$\Phi_1 = -0.3615$	$\phi_1 = -0.4828$ $\Theta_1 = 0.8489$	$\theta_1 = 0.8662$ $\Theta_1 = 0.9243$	$\theta_1 = 0.8550$ $\Phi_1 = -0.3674$	$\phi_1 = -0.4836$ $\Phi_1 = -0.4128$
Diagnostic Check					
Q_K	38.276	28.243	27.380	30.446	35.833
$df = K - m$	23	22	22	22	22
$\chi^2_{0.05}$	35.172	33.924	33.924	33.924	33.924
$Q\ test$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Sig.
$H_0 : \rho_k(a_1) = 0$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Sig.	Sig.
AIC	1,737.29	1,717.18	1,707.93	1,724.30	1,735.71
SBC	1,739.72	1,722.02	1,712.76	1,729.14	1,740.55
MSE	54,423,091	45,753,332	37,439,402	57,934,769	67,002,908

ตารางที่ 6.14 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางของท่าอากาศยาน
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	$(0,1,1)$	$(1,1,0)_{12}$	$*(0,1,1)_{12}$
Parameter	$\theta_1 = 0.8959$	$\Phi_1 = -0.5070$	$\Theta_1 = 0.8737$
Diagnostic Check			
Q_K	27.117	35.975	18.910
$df = K - m$	23	23	23
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	35.172
$Q\ test$	Not Sig.	Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_1) = 0$	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.
AIC	1,910.29	1,702.20	1,690.65
SBC	1,912.85	1,704.63	1,693.08
MSE	30,796,400	35,026,316	25,962,319

ตารางที่ 6.15 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟ ของค่าคลาดเคลื่อน
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	(1,0,0)	*(0,1,0)x(1,0,0) ₁₂	(1,0,0)x(0,1,0) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.6822$	$\Phi_1 = 0.6760$	$\phi_1 = 0.8511$
Diagnostic Check			
Q_K	113.250	16.428	33.154
$df = K - m$	23	23	23
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	35.172
$Q\ test$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Sig.	Not Sig.	Sig.
AIC	1,850.75	1,796.06	1,591.71
SBC	1,853.32	1,798.61	1,594.14
MSE	13,577,025	8,694,077	9,663,406

ตารางที่ 6.16 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี.
ของค่าคลาดเคลื่อน จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	(1,0,0)	*(0,1,0)x(1,0,0) ₁₂	(0,1,0)x(0,0,1) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.5876$	$\Phi_1 = 0.4164$	$\Theta_1 = -0.2762$
Diagnostic Check			
Q_K	43.457	22.045	33.086
$df = K - m$	23	23	23
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	35.172
$Q\ test$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Sig.	Not Sig.	Sig.
AIC	1,459.42	1,448.77	1,455.28
SBC	1,461.99	1,451.33	1,457.83
MSE	230,883	237,454	257,903

ตารางที่ 6.17 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1
ของค่าคลาดเคลื่อน จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	(1,0,0)	$*(0,1,1)_{12}$	$(1,1,0)_{12}$
Parameter	$\phi_1 = -0.4550$	$\theta_1 = 0.8218$	$\Phi_1 = -0.5361$
Diagnostic Check			
Q_K	30.473	14.220	29.249
$df = K - m$	23	23	23
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	35.172
$Q\ test$	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Sig.	Not Sig.	Sig.
AIC	1,912.36	1,664.23	1,674.50
SBC	1,914.92	1,666.66	1,676.94
MSE	31,937,606	19,728,505	25,035,407

ตารางที่ 6.18 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2
ของค่าคลาดเคลื่อน จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	(1,0,0)	(1,1,0)	(0,1,1)	$*(1,0,0) \times (1,1,0)_{12}$
Parameter	$\phi_1 = 0.5428$	$\phi_1 = -0.4270$	$\theta_1 = 0.5875$	$\phi_1 = 0.7264$ $\Phi_1 = -0.5429$
Diagnostic Check				
Q_K	39.797	31.252	28.053	22.407
$df = K - m$	23	23	23	22
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	35.172	33.924
$Q\ test$	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Not Sig.	Sig.	Sig.	Not Sig.
AIC	1,597.83	1,586.85	1,580.84	1,422.76
SBC	1,600.39	1,589.41	1,583.40	1,427.62
MSE	976,892	1,038,443	972,511	1,223,331

ตารางที่ 6.19 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟฟ้าชั้น 1 ของค่าคลาดเคลื่อน
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	$(1,0,0)_{12}$	$*(0,1,1) \times (1,0,0)_{12}$	$(0,1,1) \times (0,0,1)_{12}$
Parameter	$\Phi_1 = 0.4906$	$\theta_1 = 0.3345$ $\Phi_1 = 0.8481$	$\theta_1 = 0.5661$ $\Theta_1 = -0.7175$
Diagnostic Check			
Q_K	141.192	20.693	40.247
$df = K - m$	23	22	22
$\chi^2_{0.05}$	35.172	33.924	33.924
$Q\ test$	Sig.	Not Sig.	Sig.
$H_0 : \rho_k(a_i) = 0$	Sig.	Not Sig.	Sig.
AIC	1,219.17	1,161.52	1,202.10
SBC	1,221.74	1,166.63	1,207.20
MSE	18,339	9,856	16,270

ตารางที่ 6.20 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟฟ้าชั้น 2 ของค่าคลาดเคลื่อน
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	$(1,0,0)$	$*(0,1,0) \times (1,0,0)_{12}$	$(0,1,0) \times (0,0,1)_{12}$
Parameter	$\phi_1 = 0.6967$	$\Phi_1 = 0.5638$	$\Theta_1 = -0.5001$
Diagnostic Check			
Q_K	45.963	16.490	25.902
$df = K - m$	23	23	23
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	35.172
$Q\ test$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_i) = 0$	Sig.	Not Sig.	Sig.
AIC	1,770.95	1,734.55	1,742.71
SBC	1,773.52	1,737.10	1,745.26
MSE	5,910,648	4,690,277	5,174,310

ตารางที่ 6.21 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟฟ้าชั้น 3 ของค่าคลาดเคลื่อน
จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่

ARIMA	(1,0,0)	(1,0,0)x(1,0,0) ₁₂	*(0,1,0)x(1,0,0) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.6153$	$\phi_1 = 0.4624$ $\Phi_1 = 0.5638$	$\Phi_1 = 0.8039$
Diagnostic Check			
Q_K	107.136	24.116	26.171
$df = K - m$	23	22	23
$\chi^2_{0.05}$	35.172	33.924	35.172
$Q\ test$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Sig.	Sig.	Not Sig.
AIC	1,661.13	1,596.87	1,585.24
SBC	1,663.70	1,601.99	1,587.80
MSE	1,889,792	836,578	890,529

ตารางที่ 6.22 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบินของค่าคลาดเคลื่อน
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	(1,0,0)	(1,1,0) ₁₂	*(0,1,1) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.5002$	$\Phi_1 = -0.3754$	$\Theta_1 = 0.6484$
Diagnostic Check			
Q_K	90.300	34.828	29.292
$df = K - m$	23	23	23
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	35.172
$Q\ test$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
AIC	1,993.11	1,730.07	1,722.91
SBC	1,995.68	1,732.50	1,725.34
MSE	60,027,171	49,856,607	43,190,226

ตารางที่ 6.23 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางของค่าตลาดเคลื่อน
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	(1,0,0)	(0,1,1)	(1,0,0)x(1,1,0) ₁₂	*(1,0,0)x(0,1,1) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.3346$	$\theta_1 = 0.6691$	$\phi_1 = 0.4319$ $\Phi_1 = -0.6879$	$\phi_1 = 0.4569$ $\Theta_1 = 0.9265$
Diagnostic Check				
Q_K	28.803	19.410	24.926	15.437
$df = K - m$	23	23	22	22
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	33.924	33.924
$Q\ test$	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_i) = 0$	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.
AIC	1,943.71	1,929.86	1,718.20	1,714.28
SBC	1,946.28	1,932.42	1,723.06	1,719.14
MSE	35,943,706	38,253,370	39,698,101	32,327,184

ตารางที่ 6.24 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟของค่าตลาดเคลื่อน
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	(1,0,0)x(1,0,0) ₂	(1,0,0)x(0,0,1) ₁₂	*(1,1,0)x(1,0,0) ₁₂	(0,1,1)x(1,0,0) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.8413$ $\Phi_1 = 0.8326$	$\phi_1 = 0.6396$ $\Theta_1 = -0.8751$	$\phi_1 = -0.2288$ $\Phi_1 = 0.8241$	$\theta_1 = 0.2172$ $\Theta_1 = 0.8238$
Diagnostic Check				
Q_K	31.534	51.367	16.110	17.713
$df = K - m$	22	22	22	22
$\chi^2_{0.05}$	33.924	33.924	33.924	33.924
$Q\ test$	Not Sig.	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_i) = 0$	Sig.	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
AIC	1,824.23	1,850.48	1,806.10	1,806.50
SBC	1,829.36	1,855.61	1,811.20	1,811.61
MSE	8,628,188	11,181,482	8,893,432	8,934,272

ตารางที่ 6.25 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1 วิ.ไอ.พี.
ของค่าคลาดเคลื่อน จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	(1,0,0)	(1,0,0)x(1,1,0) ₁₂	*(1,0,0)x(0,1,1) ₁₂	(0,0,1)x(0,1,1) ₁₂	(0,0,1)x(1,1,0) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.4301$	$\phi_1 = 0.4235$ $\Phi_1 = -0.6426$	$\phi_1 = 0.4612$ $\Theta_1 = 0.8089$	$\theta_1 = -0.4082$ $\Theta_1 = 0.8018$	$\theta_1 = -0.3595$ $\Phi_1 = -0.6349$
Diagnostic Check					
Q_K	11.068	14.823	8.680	10.134	15.012
$df = K - m$	23	22	22	22	22
$\chi^2_{0.05}$	35.172	33.924	33.924	33.924	33.924
$Q\text{ test}$	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.
AIC	1,463.38	1,310.06	1,304.76	1,306.93	1,312.45
SBC	1,465.95	1,314.92	1,309.62	1,311.79	1,317.31
MSE	241,152	313,203	271,996	280,579	323,370

ตารางที่ 6.26 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 1
ของค่าคลาดเคลื่อน จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	(1,0,0)	(0,0,1)	(0,1,1)	*(1,0,0)x(1,1,0) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.3492$	$\theta_1 = -0.2645$	$\theta_1 = 0.6506$	$\phi_1 = 0.4059$ $\Phi_1 = -0.6753$
Diagnostic Check				
Q_K	26.384	33.469	18.576	30.329
$df = K - m$	23	23	23	22
$\chi^2_{0.05}$	35.172	35.172	35.172	33.924
$Q\text{ test}$	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Not Sig.	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
AIC	1,907.34	1,910.79	1,893.82	1,687.84
SBC	1,909.90	1,913.35	1,896.37	1,692.70
MSE	24,605,513	25,520,082	26,187,639	27,804,198

ตารางที่ 6.27 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถประจำทางปรับอากาศชั้น 2
ของค่าตลาดเคลื่อน จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	(1,0,0)	(0,0,1)x(0,1,1) ₁₂	(0,0,1)x(1,1,0) ₁₂	*(0,1,1)x(0,1,1) ₁₂	(0,1,1)x(1,1,0) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.3664$	$\theta_1 = -0.4459$ $\Theta_1 = 0.6798$	$\theta_1 = -0.5069$ $\Phi_1 = -0.5385$	$\theta_1 = 0.6698$ $\Theta_1 = 0.6255$	$\theta_1 = 0.6015$ $\Phi_1 = -0.5423$
Diagnostic Check					
Q_K	24.939	25.506	43.455	15.655	26.868
$df = K - m$	23	22	22	22	22
$\chi^2_{0.05}$	35.172	33.924	33.924	33.924	33.924
$Q\ test$	Not Sig.	Not Sig.	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Not Sig.	Sig.	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
AIC	1,697.23	1,510.22	1,517.69	1,497.57	1,501.38
SBC	1,699.80	1,515.08	1,522.56	1,502.41	1,506.22
MSE	2,757,197	3,349,043	3,811,468	3,615,693	3,878,414

ตารางที่ 6.28 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟชั้น 1 ของค่าตลาดเคลื่อน
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	(1,0,0)x(1,0,0) ₁₂	(0,0,1)x(1,0,0) ₁₂	*(1,1,0)x(1,0,0) ₁₂	(0,1,1)x(1,0,0) ₁₂
Parameter	$\phi_1 = 0.6932$ $\Phi_1 = 0.8151$	$\theta_1 = -0.4673$ $\Theta_1 = 0.6840$	$\phi_1 = -0.2529$ $\Phi_1 = 0.8295$	$\theta_1 = 0.3052$ $\Phi_1 = 0.8164$
Diagnostic Check				
Q_K	26.734	67.018	23.048	23.998
$df = K - m$	22	22	22	22
$\chi^2_{0.05}$	33.924	33.924	33.924	33.924
$Q\ test$	Not Sig.	Sig.	Not Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_t) = 0$	Sig.	Sig.	Not Sig.	Sig.
AIC	1,175.23	1,195.53	1,170.69	1,169.88
SBC	1,180.36	1,200.65	1,175.80	1,174.99
MSE	10,221	13,516	11,027	11,034

ตารางที่ 6.29 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟชั้น 2 ของท่าอากาศยาน
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	$*(1,0,0)x(1,0,0)_{12}$	$(1,0,0)x(0,0,1)_{12}$	$(0,0,1)x(1,0,0)_{12}$	$(0,0,1)x(0,0,1)_{12}$
Parameter	$\phi_1 = 0.7224$ $\Phi_1 = 0.7005$	$\phi_1 = 0.5355$ $\Theta_1 = -0.6293$	$\theta_1 = -0.4815$ $\Phi_1 = 0.6002$	$\theta_1 = -0.3537$ $\Theta_1 = -0.6708$
Diagnostic Check				
Q_K	30.191	67.514	98.207	72.355
$df = K - m$	22	22	22	22
$\chi^2_{0.05}$	33.924	33.924	33.924	33.924
$Q\ test$	Not Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
$H_0 : \rho_k(a_i) = 0$	Not Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
AIC	1,790.43	1,803.11	1,820.30	1,816.65
SBC	1,795.56	1,808.24	1,825.43	1,821.78
MSE	6,563,030	7,697,187	9,282,695	8,774,822

ตารางที่ 6.30 การพิจารณารูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารรถไฟชั้น 3 ของท่าอากาศยาน
จากเชียงใหม่ไปกรุงเทพฯ

ARIMA	$*(1,0,0)x(1,0,0)_{12}$	$(1,0,0)x(0,0,1)_{12}$	$(0,0,1)x(1,0,0)_{12}$	$(0,0,1)x(0,0,1)_{12}$
Parameter	$\phi_1 = 0.7536$ $\Phi_1 = 0.8522$	$\phi_1 = 0.5356$ $\Theta_1 = -0.8152$	$\theta_1 = -0.5643$ $\Phi_1 = 0.7764$	$\theta_1 = -0.4404$ $\Theta_1 = -0.8164$
Diagnostic Check				
Q_K	14.397	38.727	46.714	34.929
$df = K - m$	22	22	22	22
$\chi^2_{0.05}$	33.924	33.924	33.924	33.924
$Q\ test$	Not Sig.	Sig.	Sig.	Not Sig.
$H_0 : \rho_k(a_i) = 0$	Not Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
AIC	1,645.77	1,688.72	1,674.47	1,693.94
SBC	1,650.90	1,691.84	1,679.60	1,699.07
MSE	1,331,448	2,121,517	1,904,195	2,288,951