

บทที่ 5

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างระบบพยากรณ์ และเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบ ระหว่างตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box&Jenkins Model) ตัวแบบการช (GARCH Model) และตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs Model) ซึ่งผลการพยากรณ์ของตัวแบบต่าง ๆ สามารถนำเสนอได้ดังนี้

5.1 การสร้างระบบพยากรณ์ด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์

การพยากรณ์ด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ มีลำดับต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) การเลือกตัวแบบ (Model Selection) การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation) การตรวจสอบความถูกต้อง (Model Checking) และการพยากรณ์ (Forecasting)

5.1.1 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

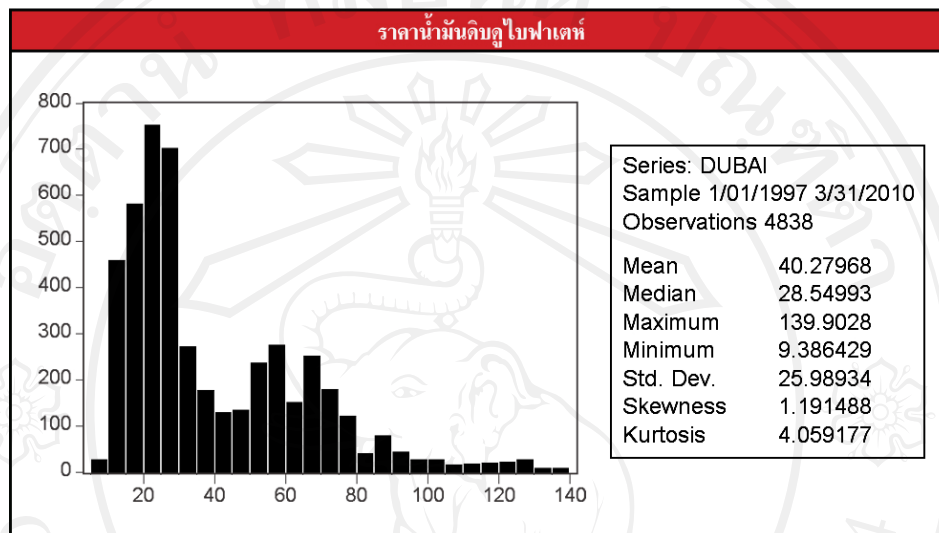
ข้อมูลที่ใช้สำหรับสร้างระบบพยากรณ์คือ ราคาปิด (Spot Price) รายวันของราคาน้ำมันดิบดูไบ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2540 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2553 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 4,838 วัน ดังภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ใช้สำหรับสร้างระบบพยากรณ์

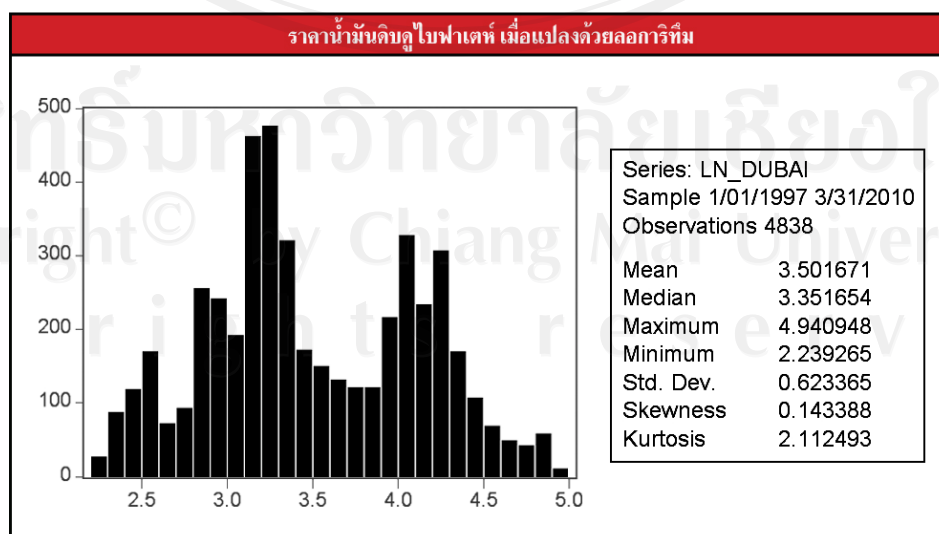
5.1.1.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic)

อนุกรมเวลาดังกล่าวมีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเท่ากับ 139.903 และ 9.386 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 40.279 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คือ 25.989 โดยที่การกระจายของข้อมูลมีลักษณะเบ้ขวา และค่อนข้างโด่งดังภาพที่ 5-2



ภาพที่ 5-2 สถิติเชิงพรรณนาของราคาร้ำมันดิบดูไบ

จะเห็นได้ว่าข้อมูลมีการกระจายมาก ดังนั้นจึงใช้การแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึม (Logarithm) พบว่าการกระจายของข้อมูลลดลง โดยมีค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) ใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ดังภาพที่ 5-3



ภาพที่ 5-3 สถิติเชิงพรรณนาของราคาร้ำมันดิบดูไบเมื่อแปลงด้วยลอการิทึม

5.1.1.2 การตรวจสอบคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary)

การพยากรณ์ด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ มีข้อกำหนดที่สำคัญ คือ อนุกรมเวลาที่พิจารณาต้องมีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) โดยคุณสมบัติดังกล่าวสามารถตรวจสอบได้จากการทดสอบดิกกี-ฟูลเลอร์ฉบับขยาย (Augmented Dickey-Fuller : ADF Test)

ตารางที่ 5-1 การทดสอบเอดีเอฟ (ADF Test) ณ ระดับ

| ตัวแปร | ณ ระดับ (At Level) | | | | | |
|----------|---|---|--------------------------------|---|---|---|
| | มีค่าแนวโน้มและจุดตัดแกน (Constant and Linear Trend) | | มีเฉพาะจุดตัดแกน (Constant) | | ไม่มีทั้งค่าแนวโน้มและจุดตัดแกน (None Constant and Linear Trend) | |
| | ค่าสถิติ ADF | ค่าวิกฤติ แมคคินนอน (Mackinnon Critical) | ค่าสถิติ ADF | ค่าวิกฤติ แมคคินนอน (Mackinnon Critical) | ค่าสถิติ ADF | ค่าวิกฤติ แมคคินนอน (Mackinnon Critical) |
| LN_dubai | -3.217328 | 0.01 : -3.959937 | -0.816767 | 0.01 : -3.431521 | 0.736139 | 0.01 : -2.565441 |
| | | 0.05 : -3.410734 | | 0.05 : -2.861942 | | 0.05 : -1.940890 |
| | | 0.10 : -3.127156 | | 0.10 : -2.567027 | | 0.10 : -1.616656 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

การทดสอบเอดีเอฟ ณ ระดับ (At Level) จากตารางที่ 5-1 สรุปได้ว่าราคาน้ำมันดิบดูไบขาดคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Non-Stationary) กล่าวคือการทดสอบตามลำดับ 3 แนวทาง ทั้งกรณีที่มีค่าแนวโน้มและจุดตัดแกน (Trend and Intercept) กรณีที่มีเฉพาะจุดตัดแกน (Intercept) และกรณีที่ไม่มีทั้งค่าแนวโน้มและจุดตัดแกน (None Trend and Intercept) พบว่าค่าสถิติเอดีเอฟ (ADF Statistic) ที่คำนวณได้ มากกว่าค่าวิกฤติแมคคินนอน (Mackinnon Critical Value) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) ว่าอนุกรมเวลาที่พิจารณามียูนิตรูท (Unit Root) หรือขาดคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Non-Stationary) ณ ระดับ (At Level)

เมื่อแปลงข้อมูล (Transformation) โดยการหาผลต่างครั้งที่ 1 (First Difference) แล้วทำการทดสอบเอดีเอฟ (ADF Test) เรียงตามลำดับทั้ง 3 แนวทาง พบว่าค่าสถิติเอดีเอฟ (ADF Statistic) ที่คำนวณได้ น้อยกว่าค่าวิกฤติแมคคินนอน (Mackinnon Critical Value) เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าราคาน้ำมันดิบดูไบไม่มียูนิตรูท (Unit Root) หรือมีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) เมื่อได้รับการหาผลต่างครั้งที่ 1 (First Difference) ดังตารางที่ 5-2

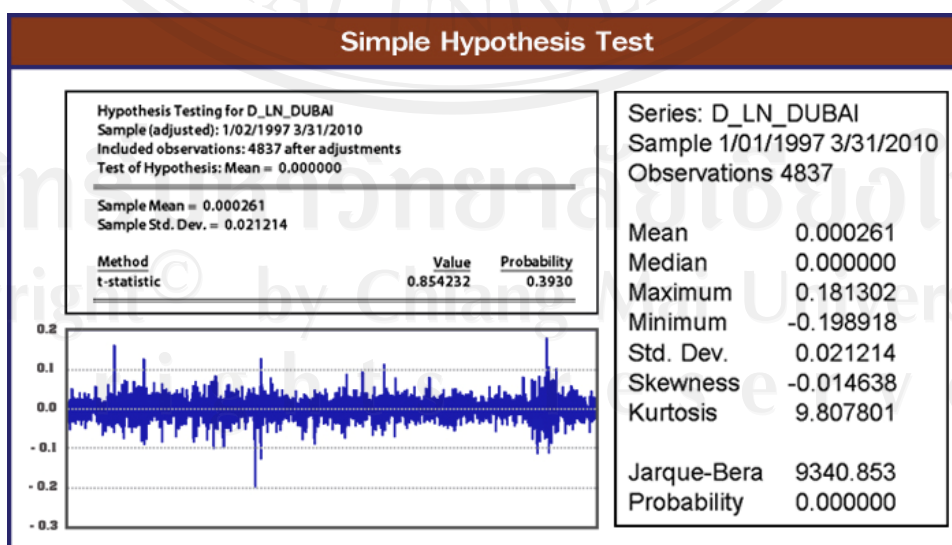
ตารางที่ 5-2 การทดสอบเอดีเอฟ (ADF Test) เมื่อหาผลต่างครั้งที่ 1

| ตัวแปร | เมื่อหาผลต่างครั้งที่ 1 (First Differencing) | | | | | |
|-------------|---|---|--------------------------------|---|---|---|
| | มีค่าแนวโน้มและจุดตัดแกน (Constant and Linear Trend) | | มีเฉพาะจุดตัดแกน (Constant) | | ไม่มีทั้งค่าแนวโน้มและจุดตัดแกน (None Constant and Linear Trend) | |
| | ค่าสถิติ ADF | ค่าวิกฤติ แมคคินนอน (Mackinnon Critical) | ค่าสถิติ ADF | ค่าวิกฤติ แมคคินนอน (Mackinnon Critical) | ค่าสถิติ ADF | ค่าวิกฤติ แมคคินนอน (Mackinnon Critical Value) |
| D(LN_Dubai) | -31.92333 | 0.01 : -3.959937 | -31.92012 | 0.01 : -3.431521 | -31.90832 | 0.01 : -2.565441 |
| | | 0.05 : -3.410734 | | 0.05 : -2.861942 | | 0.05 : -1.940890 |
| | | 0.10 : -3.127156 | | 0.10 : -2.567027 | | 0.10 : -1.616656 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.1.2 การเลือกตัวแบบ (Model Selection)

จากการทดสอบเอดีเอฟ (ADF Test) พบว่าราคาน้ำมันดิบดูไบ มีคุณสมบัติหยุดนิ่งเมื่อได้รับการหาผลต่างครั้งที่ 1 (First Difference) ขั้นตอนต่อไปคือการหากระบวนการอัตโนมัติ (Autoregressive : AR) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average : MA) ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากแผนภาพสหสัมพันธ์ (Correlogram) ของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF) โดยยึดหลักของการมัธยัสถ์ (Parsimonious) นั่นคือ ใช้จำนวนพารามิเตอร์ให้น้อยที่สุด ในการอธิบายการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา













ภาพที่ 5-4 การทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง

อย่างไรก็ตามการสร้างระบบพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box&Jenkins Model) ไม่จำเป็นต้องใส่พจน์คงตัว (Constant Term) เนื่องจากเป็นอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) เมื่อได้รับการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) โดยยอมรับสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) ว่าค่าเฉลี่ย (Mean) ของอนุกรมเวลามีค่าเท่ากับศูนย์ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังภาพที่ 5-4

ซึ่งการดำเนินการต่าง ๆ ในขั้นตอนนี้ จะได้ตัวแบบที่นำไปใช้สำหรับการพยากรณ์ทั้งสิ้น 10 ตัวแบบดังตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 ตัวแบบที่ได้จากการพิจารณาฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์และฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน

| ลำดับที่ | ตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ | กระบวนการอัตถดถอยและกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่ |
|----------|--|---|
| 1 |  ตัวแบบ B ₁ | AR(1) MA(1) |
| 2 |  ตัวแบบ B ₂ | AR(3) MA(3) |
| 3 |  ตัวแบบ B ₃ | AR(4) MA(4) |
| 4 |  ตัวแบบ B ₄ | AR(1) MA(1) MA(3) |
| 5 |  ตัวแบบ B ₅ | AR(2) AR(3) MA(3) |
| 6 |  ตัวแบบ B ₆ | AR(3) MA(2) MA(3) |
| 7 |  ตัวแบบ B ₇ | AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) |
| 8 |  ตัวแบบ B ₈ | AR(3) AR(4) MA(3) MA(4) |
| 9 |  ตัวแบบ B ₉ | AR(1) AR(2) AR(3) MA(1) MA(3) |
| 10 |  ตัวแบบ B ₁₀ | AR(2) AR(3) AR(4) MA(3) MA(4) |

5.1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation)

สำหรับการพยากรณ์ด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box&Jenkins Model) ครั้งนี้จะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (Ordinary Least Square : OLS) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยอนุกรมเวลาที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้มีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) เมื่อผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ดังนั้นรูปแบบของกระบวนการอัตถดถอย (Autoregressive : AR) และกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average : MA) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_d Z_t = \mu + \phi_1 \Delta_d Z_{t-1} + \phi_2 \Delta_d Z_{t-2} + \dots + \phi_p \Delta_d Z_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

โดยที่ $\Delta_d Z_t$ คือ ค่าสังเกต ณ เวลาปัจจุบันที่ผ่านการหาผลต่างมาแล้ว d ครั้ง

μ คือ พจน์คงตัว (Constant Term)

ϕ_p คือ พารามิเตอร์อัตถคถอยตัวที่ q

θ_q คือ พารามิเตอร์เฉลี่ยเคลื่อนที่ตัวที่ q

$\Delta_d Z_{t-p}$ คือ ค่าสังเกตใน p คาบเวลาที่ผ่านมาที่ผ่านการหาผลต่างมาแล้วหนึ่งครั้ง

ε_{t-q} คือ ค่าคลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ ค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลาปัจจุบัน

5.1.3.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_1

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ (Significant) โดยที่กระบวนการอัตถคถอยอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง (MA(1)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ 0.667188 และ -0.685122 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_1

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ϕ_1 | 0.667188 | 2.060781 | 0.0394 |
| θ_1 | -0.685122 | -2.163982 | 0.0305 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.000222 | Akaike Info Criterion | -4.867852 |
| Log Likelihood | 11,772.47 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.865171 |
| Durbin-Watson Statistic | 1.981469 | | |

ที่มา : จำนวนได้จากโปรแกรม EViews 7.1

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_1 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในหนึ่งคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในหนึ่งคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (0.667188) \Delta_1 Z_{t-1} + (-0.685122) \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

5.1.3.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_2

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตถถอยอันดับที่สาม (AR(3)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.954117 และ 0.961204 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-5 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_2

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ϕ_3 | -0.954117 | -31.01510 | 0.0000 |
| θ_3 | 0.961204 | 33.84452 | 0.0000 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.000785 | Akaike Info Criterion | -4.868058 |
| Log Likelihood | 11,768.09 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.865375 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.015790 | | |

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_2 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสามคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสามคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (-0.954117) \Delta_1 Z_{t-3} + (0.961204) \varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

5.1.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_3

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่สี่ (AR(4)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สี่ (MA(4)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.713295 และ 0.723025 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5-6 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_3

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ϕ_4 | -0.713295 | -2.135787 | 0.0327 |
| θ_4 | 0.723025 | 2.195820 | 0.0282 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.000144 | Akaike Info Criterion | -4.867209 |
| Log Likelihood | 11,763.61 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.864526 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.015417 | | |

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_3 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสี่คาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสี่คาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (-0.713295)\Delta_1 Z_{t-4} + (0.723025)\varepsilon_{t-4} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

5.1.3.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_4

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง (MA(1)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ 0.995553 -1.018636 และ 0.022357 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-7

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_4 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในหนึ่งคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในหนึ่งและสามคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (0.995553)\Delta_1 Z_{t-1} + (-1.018636)\varepsilon_{t-1} + (0.022357)\varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

ตารางที่ 5-7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_4

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ϕ_1 | 0.995553 | 157.6942 | 0.0000 |
| θ_1 | -1.018636 | -86.23571 | 0.0000 |
| θ_3 | 0.022357 | 2.230668 | 0.0257 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.000810 | Akaike Info Criterion | -4.868235 |
| Log Likelihood | 11,774.39 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.864213 |
| Durbin-Watson Statistic | 1.971409 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.1.3.5 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_5

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่สาม (AR(3)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.034935 0.626448 และ -0.615558 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-8

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_5 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสองและสามคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสามคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (-0.034935) \Delta_1 Z_{t-2} + (0.626448) \Delta_1 Z_{t-3} + (-0.615558) \varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

ตารางที่ 5-8 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_5

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| ϕ_2 | -0.034935 | -2.725186 | 0.0064 |
| ϕ_3 | 0.626448 | 3.647542 | 0.0003 |
| θ_3 | -0.615558 | -3.539700 | 0.0004 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.001866 | Akaike Info Criterion | -4.868934 |
| Log Likelihood | 11,771.21 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.864910 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.015073 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.1.3.6 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_6

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่สาม (AR(3)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง (MA(2)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ 0.644363 -0.034461 และ -0.633044 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-9

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_6 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสามคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสองและสามคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (0.644363) \Delta_1 Z_{t-2} + (-0.034461) \varepsilon_{t-2} + (-0.633044) \varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

ตารางที่ 5-9 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_6

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติ (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ϕ_3 | 0.644363 | 3.870229 | 0.0001 |
| θ_2 | -0.034461 | -2.710087 | 0.0068 |
| θ_3 | -0.633044 | -3.763114 | 0.0002 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.001870 | Akaike Info Criterion | -4.868937 |
| Log Likelihood | 11,771.22 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.864913 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.015006 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.1.3.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_7

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติ (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง (MA(1)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง (MA(2)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.815297 -0.742899 0.817620 และ 0.717781 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-10

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_7 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในหนึ่งและสองคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในหนึ่งและสองคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (-0.815297)\Delta_1 Z_{t-1} + (-0.742899)\Delta_1 Z_{t-2} + (0.817620)\varepsilon_{t-1} + (0.717781)\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

ตารางที่ 5-10 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B₇

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| ϕ_1 | -0.815297 | -5.131906 | 0.0000 |
| ϕ_2 | -0.742899 | -5.555551 | 0.0000 |
| θ_1 | 0.817620 | 4.951766 | 0.0000 |
| θ_2 | 0.717781 | 5.118863 | 0.0000 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.001361 | Akaike Info Criterion | -4.868428 |
| Log Likelihood | 11,773.42 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.863064 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.019296 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.1.3.8 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B₈

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตถดอยอันดับที่สาม (AR(3)) กระบวนการอัตถดอยอันดับที่สี่ (AR(4)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สี่ (MA(4)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.152503 -0.873197 0.144617 และ 0.885114 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-11

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_8 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสามและสี่คาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสามและสี่คาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (-0.152503) \Delta_1 Z_{t-3} + (-0.873197) \Delta_1 Z_{t-4} + (0.144617) \varepsilon_{t-3} + (0.885114) \varepsilon_{t-4} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

ตารางที่ 5-11 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_8

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| ϕ_3 | -0.152503 | -10.09423 | 0.0000 |
| ϕ_4 | -0.873197 | -63.99219 | 0.0000 |
| θ_3 | 0.144617 | 11.23222 | 0.0000 |
| θ_4 | 0.885114 | 69.29152 | 0.0000 |

ค่าสถิติที่สำคัญ

| | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Adjusted R-Square | 0.000958 | Akaike Info Criterion | -4.867610 |
| Log Likelihood | 11,766.58 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.862244 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.018032 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.1.3.9 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_9

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตถถอดอยอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) กระบวนการอัตถถอดอยอันดับที่สอง (AR(2))

กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่สาม (AR(3)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง (MA(1)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.405842 -0.032640 0.681664 0.404571 และ -0.698931 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-12

ตารางที่ 5-12 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B₀

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| ϕ_1 | -0.405842 | -5.119567 | 0.0000 |
| ϕ_2 | -0.032640 | -2.547925 | 0.0109 |
| ϕ_3 | 0.681664 | 9.457006 | 0.0000 |
| θ_1 | 0.404571 | 5.080501 | 0.0000 |
| θ_3 | -0.698931 | -10.29147 | 0.0000 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.001988 | Akaike Info Criterion | -4.868642 |
| Log Likelihood | 11,772.51 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.861936 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.011676 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B₀ ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในหนึ่ง สองและสามคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในหนึ่งและสามคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (-0.405842) \Delta_1 Z_{t-1} + (-0.032640) \Delta_1 Z_{t-2} + (0.681664) \Delta_1 Z_{t-3} + (0.404571) \varepsilon_{t-1} + (-0.698931) \varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

5.1.3.10 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_{10}

เมื่อพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติที (t-Statistic) แต่ละค่า พบว่ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตถคดอยอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการอัตถคดอยอันดับที่สาม (AR(3)) กระบวนการอัตถคดอยอันดับที่สี่ (AR(4)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สี่ (MA(4)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.032853 0.493312 -0.429591 และ 0.438266 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-13

ตารางที่ 5-13 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ B_{10}

| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติที (t-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ϕ_2 | -0.032853 | -2.830003 | 0.0047 |
| ϕ_3 | 0.493312 | 4.523042 | 0.0000 |
| ϕ_4 | -0.429591 | -4.227705 | 0.0000 |
| θ_3 | -0.494993 | -4.693648 | 0.0000 |
| θ_4 | 0.438266 | 4.214606 | 0.0000 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.002138 | Akaike Info Criterion | -4.868585 |
| Log Likelihood | 11,769.94 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.861878 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.014291 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ B_{10} ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสอง สามและสี่คาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน

(Error Term) ในคาบเวลาปัจจุบัน และพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสามและสี่คาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\Delta_1 Z_t = (-0.032853)\Delta_1 Z_{t-2} + (0.493312)\Delta_1 Z_{t-3} + (-0.429591)\Delta_1 Z_{t-4} + (-0.494993)\varepsilon_{t-3} + (0.438266)\varepsilon_{t-4} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_t คือ พจน์คลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

5.1.3.11 สรุปผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์

มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ทุกตัวแบบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าพารามิเตอร์แต่ละตัวของทุกตัวแบบ แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 5-14 ซึ่งในขั้นตอนต่อไปจะนำตัวแบบทั้ง 10 ดังกล่าวนี้ไปตรวจสอบความถูกต้อง

ตารางที่ 5-14 ค่าความน่าจะเป็นของค่าสถิติที ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของทุกตัวแบบ

| พารามิเตอร์ | ตัวแบบ B ₁ | ตัวแบบ B ₂ | ตัวแบบ B ₃ | ตัวแบบ B ₄ | ตัวแบบ B ₅ | ตัวแบบ B ₆ | ตัวแบบ B ₇ | ตัวแบบ B ₈ | ตัวแบบ B ₉ | ตัวแบบ B ₁₀ |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| ϕ_1 | 0.0394 | - | - | 0.0000 | - | - | 0.0000 | - | 0.0000 | - |
| ϕ_2 | - | - | - | - | 0.0064 | - | 0.0000 | - | 0.0109 | 0.0047 |
| ϕ_3 | - | 0.0000 | - | - | 0.0003 | 0.0001 | - | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| ϕ_4 | - | - | 0.0327 | - | - | - | - | 0.0000 | - | 0.0000 |
| θ_1 | 0.0305 | - | - | 0.0000 | - | - | 0.0000 | - | 0.0000 | - |
| θ_2 | - | - | - | - | - | 0.0068 | 0.0000 | - | - | - |
| θ_3 | - | 0.0000 | - | 0.0257 | 0.0004 | 0.0002 | - | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| θ_4 | - | - | 0.0282 | - | - | - | - | 0.0000 | - | 0.0000 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.1.4 การตรวจสอบความถูกต้อง (Model Checking)

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์และทดสอบว่าสัมประสิทธิ์แต่ละตัวนั้น แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ เพื่อการสนับสนุนว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมสำหรับนำไปสร้างสมการพยากรณ์

ซึ่งความถูกต้องของตัวแบบนั้น มีขั้นตอนหลักๆ สองขั้นตอนคือ การตรวจสอบ โครงสร้าง อารี่มา (ARMA Structure) และการทดสอบส่วนตกค้าง (Residual Test) โดยขั้นตอนต่าง ๆ สามารถ แสดงได้ดังต่อไปนี้

5.1.4.1 โครงสร้างอาร์มา (ARMA Structure)

ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) และผกผัน (Invertible) ของกระบวนการอัตถคถอย (Autoregressive) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ซึ่งตัวแบบที่มีคุณสมบัติดังกล่าวนี้ จะต้องไม่มีรากผกผัน (Inverse Root) อยู่นอกวงกลมหนึ่งหน่วย (Unit Circle)

ตารางที่ 5-15 การทดสอบโครงสร้างอาร์มา

| ตัวแบบ | AR Root(s) | Modulus | MA Root(s) | Modulus |
|----------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|
| B ₁ | 0.667188 | 0.667 | 0.685122 | 0.685 |
| B ₂ | -0.984466 | 0.984 | 0.493449 ± 0.854678i | 0.987 |
| | 0.492233 ± 0.852572i | 0.984 | -0.986897 | 0.987 |
| B ₃ | -0.649834 ± 0.649834i | 0.919 | -0.652039 ± 0.652039i | 0.922 |
| | 0.649834 ± 0.649834i | 0.919 | 0.652039 ± 0.652039i | 0.922 |
| B ₄ | 0.995553 | 0.996 | 0.996104 | 0.996 |
| | | | 0.161504 | 0.162 |
| | | | -0.138972 | 0.139 |
| B ₅ | -0.421020 ± 0.752800i | 0.863 | 0.85066 | 0.851 |
| | 0.842039 | 0.842 | -0.425330 ± 0.736694i | 0.851 |
| B ₆ | 0.863728 | 0.864 | 0.872017 | 0.872 |
| | -0.431864 ± 0.748010i | 0.864 | -0.436009 ± 0.732018i | 0.852 |
| B ₇ | -0.407648 ± 0.759422i | 0.862 | -0.408810 ± 0.742062i | 0.847 |
| B ₈ | 0.684146 ± 0.723728i | 0.996 | 0.686396 ± 0.723748i | 0.997 |
| | -0.684146 ± 0.642127i | 0.938 | -0.686396 ± 0.646890i | 0.943 |
| B ₉ | -0.579424 ± 0.754669i | 0.951 | -0.587811 ± 0.748961i | 0.952 |
| | 0.753005 | 0.753 | 0.771051 | 0.771 |

| | | | | |
|----------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| B_{10} | $-0.579932 \pm 0.751936i$ | 0.950 | $-0.589290 \pm 0.746497i$ | 0.951 |
| | $0.579932 \pm 0.374283i$ | 0.690 | $0.589290 \pm 0.370495i$ | 0.696 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม Eviews 7.1

จากตารางที่ 5-15 พบว่าค่าเกณฑ์วัด (Modulus) ทุกค่าของกระบวนการอัตโนมัติถดถอย (Autoregressive) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ของตัวแบบทั้ง 10 น้อยกว่าหนึ่ง จึงสรุปได้ว่าทุกตัวแบบไม่มีรากผกผัน (Inverse Root) ที่อยู่นอกวงกลมหนึ่งหน่วย (Unit Circle) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าทุกตัวแบบที่เลือกมา กระบวนการอัตโนมัติถดถอย (Autoregressive) มีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) มีคุณสมบัติผกผัน (Invertible)

5.1.4.2 การทดสอบส่วนตกค้าง (Residual Test)

ตัวแบบที่มีความถูกต้องมีข้อกำหนดที่สำคัญว่าส่วนตกค้าง (Residual) หรือ พจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) จะต้องมึลักษณะเช่นเดียวกับสัญญาณรบกวนสีขาว (White Noise) กล่าวคือ ไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) และปัญหาความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) รวมทั้งมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ด้วย ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ในการทดสอบส่วนที่เหลือ (Residual Test) แสดงได้ดังนี้

1) การทดสอบรูปแบบปกติ (Normality Test)

การทดสอบรูปแบบปกติ (Normality Test) เป็นการตรวจสอบว่าส่วนตกค้าง (Residual) มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) หรือไม่ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวสามารถตรวจสอบได้โดยใช้ค่าสถิติฌักส์-เบอรา (Jarque-Bera Statistic : JB)

ตารางที่ 5-16 การทดสอบรูปแบบปกติ

| ตัวแบบ | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ความเบ้ (Skewness) | ภาวะยอดมน (Kurtosis) | ค่าสถิติฌักส์-เบอรา | ค่าความน่าจะเป็น (Probability) |
|--------|------------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|
| B_1 | 0.000281 | 0.021210 | -0.027248 | 9.790548 | 9,292.075 | 0.000000 |
| B_2 | 0.000266 | 0.021208 | -0.015640 | 9.785175 | 9,273.138 | 0.000000 |
| B_3 | 0.000264 | 0.021217 | -0.016826 | 9.791149 | 9,287.584 | 0.000000 |
| B_4 | 0.000441 | 0.021199 | -0.037767 | 9.761551 | 9,213.441 | 0.000000 |
| B_5 | 0.000287 | 0.021194 | -0.024699 | 9.845091 | 9,437.925 | 0.000000 |
| B_6 | 0.000290 | 0.021194 | -0.025487 | 9.840700 | 9,425.851 | 0.000000 |
| B_7 | 0.000267 | 0.021195 | -0.013024 | 9.850089 | 9,453.312 | 0.000000 |

| | | | | | | |
|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| B_8 | 0.000262 | 0.021203 | -0.010505 | 9.750345 | 9,176.175 | 0.000000 |
| B_9 | 0.000283 | 0.021188 | -0.029461 | 9.821335 | 9,372.739 | 0.000000 |
| B_{10} | 0.000269 | 0.021189 | -0.020589 | 9.809190 | 9,337.106 | 0.000000 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม Eviews 7.1

จากตารางที่ 5-16 พบว่าค่าความน่าจะเป็น (Probability-Value : Prob) ของค่าสถิติแจ็ก-เบอรา (Jarque-Bera Statistic) ของทุกตัวแบบ มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่าส่วนตกค้าง (Residual) ที่ประมาณค่าได้จากการถดถอยไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยเมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ (Skewness) และภาวะยอดมน (Kurtosis) จะเห็นได้ว่าทุกตัวแบบมีลักษณะการกระจายของส่วนตกค้าง (Residual) ที่คล้ายกันกล่าวคือ มีลักษณะเบ้ซ้ายเล็กน้อยแต่ความโค้งมาก ซึ่งการกระจายของข้อมูลในลักษณะดังกล่าวเรียกว่าหางอ้วน (Fat Tailed) หรือ โคน้ของการแจกแจงมีลักษณะสูงแหลม (Leptokurtic)

2) การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test)

สำหรับการตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนไม่คงที่อย่างมีเงื่อนไข (Conditional Heteroscedasticity) จะใช้การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test) ซึ่งการทดสอบดังกล่าวมีแนวคิดว่า หากมีกระบวนการอาร์ช (ARCH Process) หลงเหลืออยู่ในส่วนตกค้าง (Residual) จะทำให้ความแปรปรวน (Variance) ไม่เท่ากับค่าคงที่ (Constant) ค่าใดค่าหนึ่ง

ตารางที่ 5-17 การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม

| ตัวแบบ | ค่าสถิติทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (Prob.) |
|--------|---|--------------------------|
| B_1 | 34.39314 | 0.0000 |
| B_2 | 34.64314 | 0.0000 |
| B_3 | 35.71868 | 0.0000 |
| B_4 | 34.57667 | 0.0000 |
| B_5 | 33.78766 | 0.0000 |
| B_6 | 33.93534 | 0.0000 |
| B_7 | 34.01415 | 0.0000 |
| B_8 | 35.26863 | 0.0000 |

| | | |
|----------|----------|--------|
| B_9 | 33.72426 | 0.0000 |
| B_{10} | 33.79894 | 0.0000 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

สำหรับการทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test) จะพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (Probability-Value : Prob) ของค่าสถิติทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test Statistic) ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุกตัวแบบมีค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่ามีกระบวนการอาร์ช (ARCH Process) อยู่ในส่วนของเหลือ (Residual) หรือกล่าวได้ว่าทุกตัวแบบมีปัญหาความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) ดังตารางที่ 5-17

3) การทดสอบค่าสถิติคิว (Q-Statistic Test)

การทดสอบค่าสถิติคิว (Q-Statistic Test) เป็นการตรวจสอบว่าพจน์รบกวน (Disturbance Term) หรือส่วนตกค้าง (Residual) ที่ได้จากการถดถอยในห้วงเวลา (Period) ต่างกัน ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Un-Correlated) หรือกล่าวได้ว่าอนุกรมเวลาที่พิจารณาไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation)

ซึ่งอนุกรมเวลาที่ไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) จะต้องยอมรับสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) กล่าวคือค่าความน่าจะเป็น (Probability-Value : Prob) ของค่าสถิติคิว (Q-Statistic) ต้องมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

โดยการทดสอบมิได้พิจารณาที่ความล่าช้า (Lag) ใดๆ แต่จะพิจารณาจากภาพรวม เช่นการทดสอบค่าสถิติคิว (Q-Statistic) ของตัวแบบ B_1 นั้น ค่าความล่าช้า (Lag) ที่ 30 จะยอมรับสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) ว่าอนุกรมเวลาที่พิจารณาไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) แต่หากมองในภาพรวมจะเห็นได้ว่า โดยส่วนใหญ่แล้วอนุกรมเวลาดังกล่าว ปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) ซึ่งจากการทดสอบค่าสถิติคิว (Q-Statistic) กับตัวแบบทั้ง 10 จึงสรุปได้ว่า มีตัวแบบที่ไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ทั้งหมด 5 ตัวแบบคือ ตัวแบบ B_5 ตัวแบบ B_6 ตัวแบบ B_7 ตัวแบบ B_9 และตัวแบบ B_{10} ดังตารางที่ 5-18

ตารางที่ 5-18 ค่าความน่าจะเป็นของค่าสถิติที

| ความล่าช้า (Lag) | ตัวแบบ B_1 | ตัวแบบ B_2 | ตัวแบบ B_3 | ตัวแบบ B_4 | ตัวแบบ B_5 | ตัวแบบ B_6 | ตัวแบบ B_7 | ตัวแบบ B_8 | ตัวแบบ B_9 | ตัวแบบ B_{10} |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 0.038 | 0.007 | 0.007 | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 0.083 | 0.025 | 0.027 | 0.132 | 0.372 | 0.337 | - | - | - | - |
| 5 | 0.112 | 0.030 | 0.031 | 0.148 | 0.648 | 0.609 | 0.121 | 0.002 | - | - |
| 6 | 0.144 | 0.035 | 0.050 | 0.226 | 0.821 | 0.795 | 0.297 | 0.007 | 0.341 | 0.452 |
| 7 | 0.224 | 0.065 | 0.090 | 0.355 | 0.918 | 0.894 | 0.489 | 0.019 | 0.596 | 0.749 |
| 8 | 0.212 | 0.061 | 0.117 | 0.306 | 0.959 | 0.945 | 0.617 | 0.034 | 0.777 | 0.852 |
| 9 | 0.132 | 0.057 | 0.074 | 0.201 | 0.823 | 0.813 | 0.533 | 0.023 | 0.753 | 0.868 |
| 10 | 0.099 | 0.042 | 0.054 | 0.140 | 0.566 | 0.598 | 0.269 | 0.020 | 0.640 | 0.679 |
| 11 | 0.134 | 0.060 | 0.076 | 0.188 | 0.669 | 0.698 | 0.368 | 0.034 | 0.757 | 0.790 |
| 12 | 0.179 | 0.090 | 0.095 | 0.243 | 0.710 | 0.733 | 0.412 | 0.041 | 0.660 | 0.660 |
| 13 | 0.121 | 0.059 | 0.063 | 0.168 | 0.540 | 0.532 | 0.307 | 0.026 | 0.263 | 0.278 |
| 14 | 0.038 | 0.016 | 0.017 | 0.053 | 0.292 | 0.288 | 0.125 | 0.005 | 0.091 | 0.098 |
| 15 | 0.047 | 0.023 | 0.022 | 0.064 | 0.322 | 0.320 | 0.151 | 0.007 | 0.130 | 0.140 |
| 16 | 0.059 | 0.030 | 0.026 | 0.081 | 0.376 | 0.369 | 0.193 | 0.007 | 0.120 | 0.131 |
| 17 | 0.042 | 0.021 | 0.019 | 0.058 | 0.237 | 0.230 | 0.115 | 0.005 | 0.093 | 0.104 |
| 18 | 0.038 | 0.023 | 0.017 | 0.053 | 0.210 | 0.202 | 0.100 | 0.005 | 0.065 | 0.070 |
| 19 | 0.037 | 0.023 | 0.016 | 0.052 | 0.195 | 0.192 | 0.088 | 0.006 | 0.084 | 0.090 |
| 20 | 0.029 | 0.018 | 0.015 | 0.041 | 0.145 | 0.142 | 0.065 | 0.006 | 0.081 | 0.088 |
| 21 | 0.026 | 0.020 | 0.014 | 0.037 | 0.132 | 0.130 | 0.060 | 0.006 | 0.081 | 0.089 |
| 22 | 0.035 | 0.027 | 0.019 | 0.049 | 0.163 | 0.160 | 0.079 | 0.009 | 0.091 | 0.099 |
| 23 | 0.037 | 0.030 | 0.021 | 0.052 | 0.165 | 0.162 | 0.083 | 0.010 | 0.112 | 0.121 |
| 24 | 0.051 | 0.040 | 0.029 | 0.070 | 0.205 | 0.202 | 0.109 | 0.014 | 0.145 | 0.155 |
| 25 | 0.059 | 0.046 | 0.034 | 0.081 | 0.227 | 0.225 | 0.123 | 0.018 | 0.176 | 0.189 |
| 26 | 0.074 | 0.059 | 0.044 | 0.100 | 0.263 | 0.261 | 0.148 | 0.022 | 0.218 | 0.232 |
| 27 | 0.090 | 0.075 | 0.054 | 0.121 | 0.300 | 0.297 | 0.176 | 0.030 | 0.246 | 0.262 |
| 28 | 0.114 | 0.096 | 0.071 | 0.151 | 0.351 | 0.348 | 0.215 | 0.039 | 0.294 | 0.313 |
| 29 | 0.136 | 0.117 | 0.087 | 0.177 | 0.394 | 0.392 | 0.250 | 0.049 | 0.317 | 0.332 |
| 30 | 0.056 | 0.062 | 0.035 | 0.073 | 0.204 | 0.202 | 0.111 | 0.016 | 0.186 | 0.192 |
| 31 | 0.020 | 0.022 | 0.012 | 0.025 | 0.085 | 0.086 | 0.040 | 0.005 | 0.077 | 0.076 |
| 32 | 0.018 | 0.020 | 0.010 | 0.024 | 0.076 | 0.077 | 0.036 | 0.004 | 0.077 | 0.078 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 33 | 0.024 | 0.026 | 0.014 | 0.031 | 0.096 | 0.096 | 0.047 | 0.005 | 0.096 | 0.097 |
| 34 | 0.021 | 0.023 | 0.012 | 0.026 | 0.080 | 0.080 | 0.039 | 0.005 | 0.086 | 0.086 |
| 35 | 0.024 | 0.026 | 0.014 | 0.029 | 0.090 | 0.090 | 0.046 | 0.006 | 0.099 | 0.099 |
| 36 | 0.020 | 0.020 | 0.013 | 0.024 | 0.079 | 0.079 | 0.040 | 0.006 | 0.077 | 0.075 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.1.4.3 สรุปผลการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์

การสรุปว่าตัวแบบที่พิจารณามีความถูกต้อง จะต้องสามารถระบุได้ว่า โครงสร้างอาร์มา (ARMA Structure) ของตัวแบบนั้นๆ ประกอบด้วยกระบวนการอัตโนมัติถดถอย (Autoregressive : AR) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average : MA) ที่มีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) และผกผัน (Invertible) ตามลำดับ นอกจากนี้ส่วนตกค้าง (Residual) ที่ประมาณค่าได้ จะต้องมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับสัญญาณรบกวนขาว (White Noise) ซึ่งผลการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5-19

ตารางที่ 5-19 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบต่างๆ

| ตัวแบบ | โครงสร้างอาร์มา (ARMA Structure) | | การทดสอบส่วนตกค้าง (Residual Test) | | |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | คุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) | คุณสมบัติผกผัน (Invertible) | การทดสอบรูปแบบปกติ (Normality Test) | การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test) | การทดสอบค่าสถิติคว (Q-Statistic Test) |
| B ₁ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| B ₂ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| B ₃ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| B ₄ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| B ₅ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| B ₆ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| B ₇ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| B ₈ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| B ₉ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| B ₁₀ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |

จากตารางที่ 5-19 แสดงให้เห็นว่าในการทดสอบโครงสร้างอาร์มา (ARMA Structure) กระบวนการอัตโนมัติถดถอย (Autoregressive : AR) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

(Moving Average : MA) ของทุกตัวแบบมีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) และผกผัน (Invertible) อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบส่วนตกค้าง (Residual) พบว่าตัวแบบทุกตัวมีปัญหาความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) และส่วนตกค้าง (Residual) ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ขณะที่การทดสอบปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) พบตัวแบบที่ไม่ได้มีปัญหาดังกล่าว 5 ตัวแบบคือ ตัวแบบ B₅ ตัวแบบ B₆ ตัวแบบ B₇ ตัวแบบ B₉ และตัวแบบ B₁₀

ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) แม้ว่าการที่ส่วนตกค้าง (Residual) มีปัญหาความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) และไม่ได้แจกแจงแบบปกติ (Non-Normal Distribution) อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพ (Efficiency) ลดลง แต่ก็ไม่ได้ทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square) เป็นโมฆะ (Invalidate) โดยส่วนตกค้าง (Residual) ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง (Nearly) กับสัญญาณรบกวนขาว (White Noise) ภายใต้วิธีการบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Method) จะพิจารณาปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) เป็นหลัก กล่าวคือส่วนที่เหลือ (Residual) ในห้วงเวลา (Period) ที่แตกต่างกันต้องเป็นอิสระ (Independent) จากกัน หรือเป็นตัวแปรสุ่ม (Random Variables)

ดังนั้นตัวแบบที่ผ่านหลักเกณฑ์การตรวจสอบตามวิธีการบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Method) นั่นคือ ตัวแบบ B₅ ตัวแบบ B₆ ตัวแบบ B₇ ตัวแบบ B₉ และตัวแบบ B₁₀ โดยตัวแบบทั้ง 5 จะถูกนำไปใช้เพื่อการสร้างสมการพยากรณ์ในลำดับขั้นต่อไป

5.1.5 การพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) ในขั้นตอนนี้เหลือตัวแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด 5 ตัวแบบคือ ตัวแบบ B₅ ตัวแบบ B₆ ตัวแบบ B₇ ตัวแบบ B₉ และตัวแบบ B₁₀ ซึ่งการเลือกตัวแบบเพียงตัวแบบเดียว สำหรับนำไปสร้างสมการพยากรณ์ หากเป็นการพยากรณ์ค่าในช่วงที่ใช้จำลองแบบ (Historical Forecasting) จะเลือกตัวแบบโดยพิจารณาจากเงื่อนไขของอาไกเกะ (Akaike's Information Criterion : AIC) หรือเงื่อนไขของชวาร์ซ (Schwarz's Bayesian Criterion : SBC)

อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการสร้างระบบพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ไปข้างหน้าเพื่อทดสอบผล (Ex-Post Forecasting) ดังนั้นการเลือกตัวแบบจึงพิจารณาว่าตัวแบบใดที่มีความสามารถในการพยากรณ์มากที่สุด กล่าวคือตัวแบบนั้นๆ จะต้องให้ค่าคลาดเคลื่อนระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงน้อยที่สุด โดยพิจารณาจากค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

จากตารางที่ 5-20 ซึ่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ไปข้างหน้าเป็นระยะเวลาสั้นๆ ของตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) ที่ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว พบว่าเมื่อทำการพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริง (Actual Value) พบว่าตัวแบบที่มีค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ต่ำที่สุดคือตัวแบบ B₇ ดังนั้น จึงเลือกตัวแบบ B₇ เป็นตัวแทนของตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) สำหรับนำไปเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบ กับตัวแบบประเภทอื่น ๆ ในลำดับขั้นต่อไป

ตารางที่ 5-20 ผลการพยากรณ์ไปข้างหน้าช่วงสั้นๆ ด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์

| วันที่ | ตัวแบบ B ₅ | ตัวแบบ B ₆ | ตัวแบบ B ₇ | ตัวแบบ B ₉ | ตัวแบบ B ₁₀ | ค่าจริง |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------|
| วันที่ 1 | 78.604 | 78.603 | 78.617 | 78.554 | 78.558 | 79.532 |
| วันที่ 2 | 78.555 | 78.550 | 78.576 | 78.506 | 78.519 | 80.520 |
| วันที่ 3 | 78.521 | 78.521 | 78.555 | 78.487 | 78.509 | 80.520 |
| วันที่ 4 | 78.560 | 78.560 | 78.602 | 78.503 | 78.542 | 80.520 |
| วันที่ 5 | 78.531 | 78.525 | 78.580 | 78.465 | 78.517 | 81.323 |
| วันที่ 6 | 78.508 | 78.507 | 78.563 | 78.467 | 78.528 | 82.878 |
| วันที่ 7 | 78.534 | 78.531 | 78.593 | 78.478 | 78.550 | 81.333 |
| วันที่ 8 | 78.516 | 78.509 | 78.582 | 78.447 | 78.523 | 80.520 |
| วันที่ 9 | 78.501 | 78.497 | 78.568 | 78.461 | 78.538 | 80.657 |
| วันที่ 10 | 78.518 | 78.513 | 78.588 | 78.464 | 78.545 | 80.657 |
| MAPE | 2.460216 | 2.463185 | 2.412804 | 2.508379 | 2.457441 | |

ที่มา : จำนวนได้จากโปรแกรม EVViews 7.1

หมายเหตุ : ค่า MAPE จำนวนได้จากการทดลองพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน

5.2 การสร้างระบบพยากรณ์ด้วยตัวแบบการزش

จากการสร้างระบบพยากรณ์ด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) พบว่าข้อสมมติของส่วนตกค้าง (Residual) บางประการถูกละเมิด (Violate) เนื่องจากอนุกรมเวลาที่พิจารณา มีลักษณะของความผันผวนกระจุกตัว (Volatility Clustering)

แม้ว่าปัญหาดังกล่าวจะไม่ได้ส่งผลให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square) เป็น โฆษะ (Invalidate) แต่ก็ทำให้สูญเสียประสิทธิภาพเชิงกำกับ (Asymptotic Efficiency) ซึ่งการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีปัญหาดังกล่าว ควรจะสร้างระบบพยากรณ์ที่มีการผ่อนปรนเงื่อนไขที่กำหนดให้ความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนคงที่ (Homoscedasticity) โดยอนุญาต (Allow) ให้ความแปรปรวน (Variance) สามารถแปรเปลี่ยนได้ตามเวลา (Vary Over Time) ซึ่งตัวแบบที่มีลักษณะดังที่กล่าวมาคือตัวแบบการซ์ (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity : GARCH Model) โดยการสร้างระบบพยากรณ์ด้วยตัวแบบการซ์ (GARCH Model) มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ คือ การสร้างสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) การสร้างสมการความแปรปรวน (Variance Equation) การทดสอบคุณสมบัติของส่วนตกค้าง (Residual Test) และการพยากรณ์ (Forecasting)

5.2.1 การสร้างสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation)

การสร้างสมการค่าเฉลี่ยของตัวแบบการซ์ (GARCH Model) ในครั้งนี้ จะเลือกใช้ตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box&Jenkins Model) ทั้ง 5 ตัวแบบ ที่ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้วว่าส่วนตกค้าง (Residual) ในคาบเวลา (Period) ต่างกันเป็นอิสระจากกัน (Uncorrelated) หรือกล่าวได้ว่าไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ซึ่งก็คือตัวแบบ B_5 ตัวแบบ B_6 ตัวแบบ B_7 ตัวแบบ B_9 และตัวแบบ B_{10} โดยรายละเอียดของตัวแบบดังกล่าวนี้แสดงในตารางที่ 5-21

ตารางที่ 5-21 รายละเอียดของตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ที่นำมาสร้างสมการค่าเฉลี่ย

| Model | AR & MA Process | ARMA Structure | Residual Test | | |
|----------|-------------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------|
| | | | Q-STAT Test | Normality Test | ARCH-LM Test |
| B_5 | AR(2) AR(3) MA(3) | | | | |
| B_6 | AR(3) MA(2) MA(3) | | | | |
| B_7 | AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) | | | | |
| B_9 | AR(1) AR(2) AR(3) MA(1) MA(3) | | | | |
| B_{10} | AR(2) AR(3) AR(4) MA(3) MA(4) | | | | |

5.2.2 การสร้างสมการความแปรปรวน (Variance Equation)

เมื่อเลือกตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ มาสร้างสมการค่าเฉลี่ยแล้ว ขั้นตอนนี้คือการสร้างสมการความแปรปรวนโดยเลือกพจน์อาร์ช (ARCH Term) และพจน์การ์ช (GARCH Term) ที่เหมาะสม ซึ่งจะได้ตัวแบบการ์ช (GARCH Model) ที่มีสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) และสมการความแปรปรวน (Variance Equation) ดังตารางที่ 5-22

ตารางที่ 5-22 รายละเอียดของสมการค่าเฉลี่ยและสมการความแปรปรวน

| ตัวแบบ | สมการค่าเฉลี่ย | สมการความแปรปรวน |
|--|-------------------------------|------------------|
|  G ₁ | AR(2) AR(3) MA(3) | GARCH (1,2) |
|  G ₂ | AR(3) MA(2) MA(3) | GARCH (1,1) |
|  G ₃ | AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) | ARCH (1) |
|  G ₄ | AR(1) AR(2) AR(3) MA(1) MA(3) | EGARCH (1,1) |
|  G ₅ | AR(2) AR(3) AR(4) MA(3) MA(4) | EGARCH (1,2) |

จากนั้นจึงประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) และสมการความแปรปรวน (Variance Equation) ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method : ML) โดยมีเงื่อนไขว่าความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) แจกแจงแบบเกาส์เซียน (Gaussian Distribution)

5.2.2.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G₁

เมื่อพิจารณาสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) พบว่าค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติแซด (Z-Statistic) แต่ละค่า มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยกระบวนการตัดดอยอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการตัดดอยอันดับที่สาม (AR(3)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง (MA(1)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.030544 -0.518488 และ 0.523843 ตามลำดับ ขณะที่สมการความแปรปรวน (Variance Equation) ประกอบด้วยพจน์คงตัว (Constant Term) กระบวนการอาร์ชอันดับที่หนึ่ง (ARCH(1)) รวมทั้งกระบวนการการ์ชอันดับที่หนึ่ง

(GARCH(1)) และกระบวนการการช้อนอันดับที่สอง (GARCH(2)) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ 0.0000112 0.051546 0.15961 และ 0.763798 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-23

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ G_1 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสองและสามคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสามคาบเวลาที่ผ่านมา โดยที่ความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Variance) นอกจากจะขึ้นอยู่กับค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Squared Error) ในหนึ่งคาบเวลาที่ผ่านมาแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความผันผวน (Volatility) ในหนึ่งและสองคาบเวลาที่ผ่านมาอีกด้วย ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{สมการค่าเฉลี่ย} : \Delta_1 Z_t = (-0.030544) \Delta_1 Z_{t-2} + (-0.518488) \Delta_1 Z_{t-3} + (0.523843) \varepsilon_{t-3} + v_t \sigma_t$$

$$\text{สมการความแปรปรวน} : \sigma_t^2 = (0.0000112) + (0.15961) \sigma_{t-1}^2 + (0.763798) \sigma_{t-2}^2 + (0.051546) v_{t-1}^2$$

- โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t
 $\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา
 ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา
 v_{t-p}^2 คือ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Square Error) ใน p คาบเวลาที่ผ่านมา
 σ_{t-q}^2 คือ ความผันผวน (Volatility) ใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

ตารางที่ 5-23 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_1

| สมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติเชด (Z-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
| ϕ_2 | -0.030544 | -2.188654 | 0.0286 |
| ϕ_3 | -0.518488 | -2.188326 | 0.0286 |
| θ_3 | 0.523843 | 2.219661 | 0.0264 |
| สมการความแปรปรวน (Variance Equation) | | | |
| ω | 1.12E-05 | 8.009592 | 0.0000 |
| α_1 | 0.051546 | 15.31879 | 0.0000 |

| | | | |
|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| β_1 | 0.15961 | 4.090569 | 0.0000 |
| β_2 | 0.763798 | 18.69252 | 0.0000 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | -0.000309 | Akaike Info Criterion | -4.953312 |
| Log Likelihood | 11,979.15 | Schwarz Bayesian | -4.943923 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.016498 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.2.2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_2

เมื่อพิจารณาสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) พบว่าค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติแซด (Z-Statistic) แต่ละค่า มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตโนมัติอันดับที่สาม (AR(3)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง (MA(2)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ 0.898111 -0.024190 และ -0.890715 ตามลำดับ โดยที่สมการความแปรปรวน (Variance Equation) ประกอบด้วยพจน์คงตัว (Constant Term) กระบวนการอาร์ชอันดับที่หนึ่ง (ARCH(1)) รวมทั้งกระบวนการการ์ชอันดับที่หนึ่ง (GARCH(1)) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ 0.00000624 0.027736 และ 0.958305 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-24

ตารางที่ 5-24 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_2

| สมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติแซด (Z-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
| ϕ_3 | 0.898111 | 61.54336 | 0.0000 |
| θ_2 | -0.024190 | -3.665030 | 0.0002 |
| θ_3 | -0.890715 | -68.51220 | 0.0000 |
| สมการความแปรปรวน (Variance Equation) | | | |
| ω | 6.24E-06 | 7.636169 | 0.0000 |
| α_1 | 0.027736 | 15.36431 | 0.0000 |

| | | | |
|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| β_1 | 0.958305 | 301.5023 | 0.0000 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | -0.000753 | Akaike Info Criterion | -4.949787 |
| Log Likelihood | 11,969.63 | Schwarz Bayesian | -4.941739 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.015847 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ G_2 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสามคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสองและสามคาบเวลาที่ผ่านมา โดยที่ความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Variance) ขึ้นอยู่กับความผันผวน (Volatility) และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Squared Error) ในหนึ่งคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{สมการค่าเฉลี่ย} : \Delta_1 Z_t = (0.898111)\Delta_1 Z_{t-3} + (-0.024190)\varepsilon_{t-2} + (-0.890715)\varepsilon_{t-3} + v_t \sigma_t$$

$$\text{สมการความแปรปรวน} : \sigma_t^2 = (0.00000624) + (0.958305)\sigma_{t-1}^2 + (0.027736)v_{t-1}^2$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

v_{t-p}^2 คือ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Square Error) ใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

σ_{t-q}^2 คือ ความผันผวน (Volatility) ใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

5.2.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_3

เมื่อพิจารณาสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) พบว่าค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติแซด (Z-Statistic) แต่ละค่า มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตถดอยอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) กระบวนการอัตถดอยอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง

(MA(1)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง (MA(2)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -1.040148 -0.827816 1.053591 และ 0.819366 ตามลำดับ โดยที่สมการความแปรปรวน (Variance Equation) ประกอบด้วยพจน์คงตัว (Constant Term) และกระบวนการอาร์ชอันดับที่หนึ่ง (ARCH(1)) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ 0.000401 และ 0.107786 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-25

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ G_3 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในหนึ่งและสองคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในหนึ่งและสองคาบเวลาที่ผ่านมา โดยที่ความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Variance) ขึ้นอยู่กับค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Squared Error) ในหนึ่งคาบเวลาที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{สมการค่าเฉลี่ย} : \Delta_1 Z_t = (-1.040148)\Delta_1 Z_{t-1} + (-0.827816)\Delta_1 Z_{t-2} + (1.053591)\varepsilon_{t-1} + (0.819366)\varepsilon_{t-2} + v_t \sigma_t$$

$$\text{สมการความแปรปรวน} : \sigma_t^2 = (0.000401) + (0.107786)v_{t-1}^2$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

v_{t-p}^2 คือ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Square Error) ใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ตารางที่ 5-25 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_3

| สมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติแซด (Z-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
| ϕ_1 | -1.040148 | -9.253444 | 0.0000 |
| ϕ_2 | -0.827816 | -8.291914 | 0.0000 |
| θ_1 | 1.053591 | 9.118501 | 0.0000 |
| θ_2 | 0.819366 | 7.944879 | 0.0000 |
| สมการความแปรปรวน (Variance Equation) | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|--------|
| ω | 0.000401 | 91.80532 | 0.0000 |
| α_1 | 0.107786 | 13.60332 | 0.0000 |

ค่าสถิติที่สำคัญ

| | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Adjusted R-Square | 0.000873 | Akaike Info Criterion | -4.889768 |
| Log Likelihood | 11,827.01 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.881722 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.041396 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.2.2.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_4

เมื่อพิจารณาสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) พบว่าค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติแซด (Z-Statistic) แต่ละค่า มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตถดลยอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) กระบวนการอัตถดลยอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการอัตถดลยอันดับที่สาม (AR(3)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง (MA(1)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.372595 -0.037832 0.605511 0.374420 และ -0.621080 ตามลำดับ โดยที่สมการความแปรปรวน (Variance Equation) ประกอบด้วยพจน์คงตัว (Constant Term) กระบวนการอาร์ชอันดับที่หนึ่ง (ARCH(1)) กระบวนการการาร์ชอันดับที่หนึ่ง (GARCH(1)) และผลของความไม่สมมาตร (Asymmetric Effect) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -11.33152 0.207497 -0.448653 และ -0.050080 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-26

ตารางที่ 5-26 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_4

| สมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติแซด (Z-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
| ϕ_1 | -0.372595 | -3.110829 | 0.0019 |
| ϕ_2 | -0.037832 | -3.697749 | 0.0002 |
| ϕ_3 | 0.605511 | 6.023118 | 0.0000 |
| θ_1 | 0.374420 | 3.107605 | 0.0019 |
| θ_3 | -0.621080 | -6.399983 | 0.0000 |
| สมการความแปรปรวน (Variance Equation) | | | |

| | | | |
|------------|-----------|-----------|--------|
| ω | -11.33152 | -49.03328 | 0.0000 |
| α_1 | 0.207497 | 16.77705 | 0.0000 |
| γ_1 | -0.050080 | -5.865418 | 0.0000 |
| β_1 | -0.448653 | -15.18048 | 0.0000 |

ค่าสถิติที่สำคัญ

| | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Adjusted R-Square | 0.001009 | Akaike Info Criterion | -4.889605 |
| Log Likelihood | 11,827.18 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.877534 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.018648 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ G_4 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในหนึ่ง สองและสามคาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในหนึ่งและสามคาบเวลาที่ผ่านมา โดยที่ลอการิทึม (Logarithm) ของความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Variance) ขึ้นอยู่กับลอการิทึม (Logarithm) ของความผันผวน (Volatility) และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Squared Error) ในหนึ่งคาบเวลาที่ผ่านมา นอกจากนี้การที่สัมประสิทธิ์ (Coefficient) ของผลของความไม่สมมาตร (γ_1) มีค่าเป็นลบ มีนัย (Imply) ว่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Variance) มีผลของอัตราทด (Leverage Effect) อยู่ด้วย กล่าวคือความผิดปกติเชิงลบ (Negative Shock) ส่งผลกระทบต่อความผันผวน (Volatility) มากกว่าความผิดปกติเชิงบวก (Positive Shock) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{สมการค่าเฉลี่ย : } \Delta_1 Z_t = (-0.372595) \Delta_1 Z_{t-1} + (-0.037832) \Delta_1 Z_{t-2} + (0.605511) \Delta_1 Z_{t-3} + (0.374420) \varepsilon_{t-1} + (-0.621080) \varepsilon_{t-3} + v_t \sigma_t$$

$$\text{สมการความแปรปรวน : } \log(\sigma_t^2) = (-11.33152) + (-0.448653) \log(\sigma_{t-1}^2) + (0.207497) \left| \frac{v_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + (-0.050080) \frac{v_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

σ_{t-q}^2 คือ ความผันผวน (Volatility) ใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

5.2.2.5 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_s

เมื่อพิจารณาสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) พบว่าค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ของค่าสถิติแซด (Z-Statistic) แต่ละค่า มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ที่ประมาณค่าได้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระบวนการอัตถดถอยอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการอัตถดถอยอันดับที่สาม (AR(3)) กระบวนการอัตถดถอยอันดับที่สี่ (AR(4)) กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) และกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สี่ (MA(4)) มีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.024964 0.389270 -0.503871 -0.389222 และ 0.517811 ตามลำดับ โดยที่สมการความแปรปรวน (Variance Equation) ประกอบด้วยพจน์คงตัว (Constant Term) กระบวนการอาร์ชอันดับที่หนึ่ง (ARCH(1)) กระบวนการการาร์ชอันดับที่หนึ่ง (GARCh(1)) กระบวนการการาร์ชอันดับที่สอง (GARCh(2)) และผลของความไม่สมมาตร (Asymmetric Effect) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ -0.149427 0.066892 0.090154 0.896100 และ -0.077241 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-27

ตารางที่ 5-27 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ G_s

| สมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| พารามิเตอร์ (Parameter) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ค่าสถิติแซด (Z-Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) |
| ϕ_2 | -0.024964 | -2.110315 | 0.0348 |
| ϕ_3 | 0.389270 | 3.467495 | 0.0005 |
| ϕ_4 | -0.503871 | -5.076895 | 0.0000 |
| θ_3 | -0.389222 | -3.536583 | 0.0004 |
| θ_4 | 0.517811 | 5.207804 | 0.0000 |
| สมการความแปรปรวน (Variance Equation) | | | |
| ω | -0.149427 | -10.81159 | 0.0000 |
| α_1 | 0.066892 | 9.933566 | 0.0000 |
| γ_1 | -0.077241 | -17.28454 | 0.0000 |
| β_1 | 0.090154 | 5.528631 | 0.0000 |
| β_2 | 0.896100 | 54.01728 | 0.0000 |
| ค่าสถิติที่สำคัญ | | | |
| Adjusted R-Square | 0.000776 | Akaike Info Criterion | -4.964096 |

| | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Log Likelihood | 12,005.74 | Schwarz Bayesian Criterion | -4.950682 |
| Durbin-Watson Statistic | 2.014960 | | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

ซึ่งสามารถอธิบายผลของตัวแบบ G_5 ได้ว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในคาบเวลาปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดิบดูไบที่ผ่านการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง (First Difference) ในสอง สามและสี่คาบเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งพจน์คลาดเคลื่อน (Error Term) ในสามและสี่คาบเวลาที่ผ่านมา โดยที่ลอการิทึม (Logarithm) ของความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Variance) นอกจากจะขึ้นอยู่กับค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Squared Error) ในหนึ่งคาบเวลาที่ผ่านมาแล้ว ยังขึ้นอยู่กับลอการิทึม (Logarithm) ของความผันผวน (Volatility) ในหนึ่งและสองคาบเวลาที่ผ่านมาอีกด้วย ขณะที่สัมประสิทธิ์ (Coefficient) ของผลของความไม่สมมาตร (γ_1) มีค่าเป็นลบ มีนัย (Imply) ว่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Variance) มีผลของอัตราทด (Leverage Effect) อยู่ด้วย กล่าวคือความผิดปกติเชิงลบ (Negative Shock) ส่งผลกระทบต่อความผันผวน (Volatility) มากกว่าความผิดปกติเชิงบวก (Positive Shock) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{สมการค่าเฉลี่ย} : \Delta_1 Z_t = (-0.024964) \Delta_1 Z_{t-2} + (0.389270) \Delta_1 Z_{t-3} + (-0.503871) \Delta_1 Z_{t-4} + (-0.389222) \varepsilon_{t-3} + (0.517811) \varepsilon_{t-4} + v_t \sigma_t$$

$$\text{สมการความแปรปรวน} : \log(\sigma_t^2) = (-0.149427) + (0.090154) \log(\sigma_{t-1}^2) + (0.896100) \log(\sigma_{t-2}^2) + (0.066892) \left| \frac{v_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + (-0.077241) \frac{v_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$$

โดยที่ $\Delta_1 Z_t$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบ ณ เวลา t ใดๆ

$\Delta_1 Z_{t-p}$ คือ ผลต่างลำดับที่หนึ่งของราคาน้ำมันดิบดูไบใน p คาบเวลาที่ผ่านมา

ε_{t-q} คือ พจน์คลาดเคลื่อนใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

σ_{t-q}^2 คือ ความผันผวน (Volatility) ใน q คาบเวลาที่ผ่านมา

5.2.3 การทดสอบคุณสมบัติของส่วนตกค้าง (Residual)

สำหรับการทดสอบคุณสมบัติของส่วนตกค้าง (Residual) ของตัวแบบการีซ (GARCH Model) มีความคล้ายคลึงกับการตรวจสอบความถูกต้อง (Model Checking) ของตัวแบบบ็อกซ์และ

เจนคินส์ (Box&Jenkins Model) กล่าวคือเป็นการทดสอบเพื่อยืนยันคุณสมบัติสัญญาณรบกวนขาว (White Noise) ของส่วนตกค้าง (Residual) ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

5.2.3.1 การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test)

การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test) ของตัวแบบการรีซ (GARCH Model) มีแนวคิดว่าหากสมการความแปรปรวน (Variance) มีความถูกต้อง จะต้องไม่มีกระบวนการอาร์ช (ARCH Process) หลงเหลืออยู่ในส่วนตกค้าง (Residual) ที่ประมาณค่าได้จากตัวแบบการรีซ (GARCH Model) หรือส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual)

ตารางที่ 5-28 การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็มของส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน

| ตัวแบบ | ค่าทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test Statistic) | ค่าความน่าจะเป็น (Prob) |
|--------|---|----------------------------|
| G_1 | 0.001348 | 0.970710 |
| G_2 | 1.023914 | 0.311592 |
| G_3 | 0.007742 | 0.929885 |
| G_4 | 0.998847 | 0.317590 |
| G_5 | 1.720147 | 0.189674 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

สำหรับการทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test) จะพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (Probability-Value : Prob) ของค่าสถิติทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test Statistic) ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุกตัวแบบมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และยอมรับว่าไม่มีกระบวนการอาร์ช (ARCH Process) อยู่ในส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual) หรือกล่าวได้ว่าทุกตัวแบบไม่มีปัญหาความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) ดังตารางที่ 5-28

5.2.3.2 การทดสอบรูปแบบปกติ (Normality Test)

การทดสอบรูปแบบปกติ (Normality Test) เป็นการตรวจสอบว่าส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual) มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

หรือไม่ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวสามารถตรวจสอบได้โดยใช้ค่าสถิติฌัก์-เบอรา (Jarque-Bera Statistic : JB)

จากตารางที่ 5-29 พบว่าค่าความน่าจะเป็น (Probability-Value : Prob) ของค่าสถิติฌัก์-เบอรา (Jarque-Bera Statistic) ของทุกตัวแบบ มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่าส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual) ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยเมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ (Skewness) และภาวะยอดมน (Kurtosis) จะเห็นได้ว่าทุกตัวแบบมีลักษณะการกระจายของส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual) คล้ายกันกล่าวคือ มีลักษณะเบ้ซ้ายเล็กน้อยแต่ความโด่งมาก ซึ่งการกระจายของข้อมูลในลักษณะดังกล่าวเรียกว่าหางอ้วน (Fat Tailed) หรือโค้งของการแจกแจงมีลักษณะสูงแหลม (Leptokurtic)

ตารางที่ 5-29 การทดสอบรูปแบบปกติของส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน

| ตัวแบบ | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ความเบ้ (Skewness) | ความโด่ง (Kurtosis) | ค่าสถิติฌัก์-เบอรา | ค่าความน่าจะเป็น (Probability) |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|
| G ₁ | 0.016850 | 1.000080 | -0.089515 | 7.113843 | 3,415.172 | 0.000000 |
| G ₂ | 0.022317 | 0.998977 | -0.104970 | 7.493501 | 4,075.793 | 0.000000 |
| G ₃ | 0.016322 | 0.999981 | -0.020432 | 9.530064 | 8,590.869 | 0.000000 |
| G ₄ | 0.017088 | 1.000047 | -0.005086 | 9.167197 | 7,660.767 | 0.000000 |
| G ₅ | 0.013758 | 0.999852 | -0.149981 | 7.000440 | 3,240.828 | 0.000000 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.2.3.3 การทดสอบค่าสถิติคว (Q-Statistic Test)

สำหรับการสร้างระบบพยากรณ์ด้วยตัวแบบการزش (GARCH Model) นั้น หากสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) มีความถูกต้อง ส่วนตกค้าง (Residual) จะต้องไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (Serial Correlation) หรืออัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ซึ่งการทดสอบปัญหาดังกล่าวจะพิจารณาจากค่าสถิติคว (Q-Statistic)

สำหรับสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) ที่ไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) จะต้องยอมรับสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) กล่าวคือค่าความน่าจะเป็น (Probability-Value : Prob) ของค่าสถิติคว (Q-Statistic) ต้องมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งการทดสอบค่าสถิติคว (Q-Statistic Test) ของตัวแบบการزش (GARCH Model) อาศัยหลักการเดียวกัน

กับตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box&Jenkins Model) โดยพิจารณาจากภาพรวม ไม่ได้พิจารณา ความล่าช้า (Lag) ใด ๆ

จากตารางที่ 5-30 จะเห็นได้ว่าค่าความน่าจะเป็น (Probability-Value : Prob) ของค่าสถิติคิว (Q-Statistic) ของทุกตัวแบบมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และสรุปได้ว่าสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) ของตัวแบบแต่ละตัว มีความถูกต้องและไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) หรือสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (Serial Correlation)

ตารางที่ 5-30 ค่าความน่าจะเป็นของค่าสถิติคิวสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของสมการค่าเฉลี่ย

| ความล่าช้า (Lag) | ตัวแบบ G ₁ | ตัวแบบ G ₂ | ตัวแบบ G ₃ | ตัวแบบ G ₄ | ตัวแบบ G ₅ |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 3 | - | - | - | - | - |
| 4 | 0.774 | 0.482 | - | - | - |
| 5 | 0.540 | 0.317 | 0.120 | - | - |
| 6 | 0.564 | 0.508 | 0.298 | 0.282 | 0.271 |
| 7 | 0.674 | 0.632 | 0.487 | 0.560 | 0.545 |
| 8 | 0.776 | 0.730 | 0.491 | 0.626 | 0.703 |
| 9 | 0.694 | 0.741 | 0.448 | 0.566 | 0.820 |
| 10 | 0.575 | 0.595 | 0.396 | 0.568 | 0.760 |
| 11 | 0.587 | 0.68 | 0.512 | 0.694 | 0.847 |
| 12 | 0.644 | 0.683 | 0.498 | 0.654 | 0.769 |
| 13 | 0.546 | 0.587 | 0.226 | 0.311 | 0.436 |
| 14 | 0.356 | 0.592 | 0.066 | 0.096 | 0.246 |
| 15 | 0.437 | 0.674 | 0.097 | 0.139 | 0.311 |
| 16 | 0.517 | 0.743 | 0.114 | 0.149 | 0.359 |
| 17 | 0.561 | 0.614 | 0.108 | 0.130 | 0.401 |
| 18 | 0.633 | 0.671 | 0.100 | 0.130 | 0.480 |
| 19 | 0.586 | 0.620 | 0.094 | 0.125 | 0.507 |
| 20 | 0.588 | 0.484 | 0.093 | 0.125 | 0.556 |
| 21 | 0.524 | 0.473 | 0.087 | 0.120 | 0.505 |
| 22 | 0.585 | 0.537 | 0.111 | 0.148 | 0.572 |
| 23 | 0.562 | 0.363 | 0.117 | 0.165 | 0.596 |

| | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24 | 0.619 | 0.398 | 0.149 | 0.207 | 0.660 |
| 25 | 0.662 | 0.444 | 0.185 | 0.250 | 0.703 |
| 26 | 0.694 | 0.503 | 0.225 | 0.300 | 0.718 |
| 27 | 0.735 | 0.561 | 0.257 | 0.323 | 0.744 |
| 28 | 0.779 | 0.614 | 0.303 | 0.374 | 0.787 |
| 29 | 0.789 | 0.664 | 0.338 | 0.422 | 0.758 |
| 30 | 0.674 | 0.485 | 0.156 | 0.200 | 0.688 |
| 31 | 0.391 | 0.270 | 0.046 | 0.064 | 0.341 |
| 32 | 0.367 | 0.192 | 0.042 | 0.058 | 0.326 |
| 33 | 0.404 | 0.213 | 0.054 | 0.075 | 0.360 |
| 34 | 0.413 | 0.221 | 0.052 | 0.067 | 0.383 |
| 35 | 0.453 | 0.234 | 0.063 | 0.080 | 0.420 |
| 36 | 0.414 | 0.236 | 0.047 | 0.064 | 0.345 |

ที่มา : จำนวนได้จากโปรแกรม EViews 7.1

5.2.3.4 สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติของส่วนตกค้าง

การสรุปว่าตัวแบบการรีซ (GARCH Model) ที่พิจารณามีความถูกต้อง จะต้องสามารถระบุได้ว่าส่วนตกค้าง (Residual) ของสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) ไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (Serial Correlation) หรืออัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ขณะที่ส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual) ของสมการความแปรปรวน (Variance Equation) จะต้องไม่มีปัญหาความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) กล่าวคือไม่มีกระบวนการอาร์ช (ARCH Process) หลงเหลืออยู่ในส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual) ซึ่งการทดสอบคุณสมบัติของส่วนตกค้างสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5-31 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบการรีซ

| ตัวแบบ | การทดสอบส่วนตกค้าง (Residual Test) | | |
|----------------|---|--|---|
| | การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test) | การทดสอบรูปแบบปกติ (Normality Test) | การทดสอบอาร์ช-แอลเอ็ม (ARCH-LM Test) |
| G ₁ | | | |
| G ₂ | | | |
| G ₃ | | | |
| G ₄ | | | |
| G ₅ | | | |

จากตารางที่ 5-31 แสดงให้เห็นว่าทุกตัวแบบสามารถนำไปใช้สำหรับสร้างสมการพยากรณ์ได้ เนื่องจากส่วนตกค้าง (Residual) ของสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) ไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) และส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual) ของสมการความแปรปรวน (Variance Equation) ไม่มีปัญหาความแปรปรวนของพจน์คลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) อย่างไรก็ตามส่วนตกค้างในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized Residual) ของทุกตัวแบบไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) หากแต่มีการกระจายแบบหางอ้วน (Fat Tailed Distribution)

5.2.4 การพยากรณ์

สำหรับขั้นตอนนี้มีความคล้ายคลึงกับการพยากรณ์ด้วยตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box&Jenkins Model) กล่าวคือพิจารณาจากค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ที่คำนวณได้จากการทดลองพยากรณ์ไปข้างหน้าช่วงสั้นๆ ซึ่งตัวแบบการ์ช (GARCH Model) ที่ได้รับการตรวจสอบความถูกต้อง และเหมาะสมในการนำไปใช้สร้างสมการพยากรณ์มีทั้งสิ้น 5 ตัวแบบคือ ตัวแบบ G_1 ตัวแบบ G_2 ตัวแบบ G_3 ตัวแบบ G_4 และตัวแบบ G_5

ตารางที่ 5-32 ผลการพยากรณ์ไปข้างหน้าช่วงสั้น ๆ ด้วยตัวแบบการ์ช

| วันที่ | ตัวแบบ G_1 | ตัวแบบ G_2 | ตัวแบบ G_3 | ตัวแบบ G_4 | ตัวแบบ G_5 | ค่าจริง |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| วันที่ 1 | 78.578 | 78.625 | 78.602 | 78.572 | 78.554 | 79.532 |
| วันที่ 2 | 78.548 | 78.543 | 78.559 | 78.517 | 78.542 | 80.520 |
| วันที่ 3 | 78.593 | 78.505 | 78.556 | 78.490 | 78.533 | 80.520 |
| วันที่ 4 | 78.577 | 78.577 | 78.595 | 78.520 | 78.568 | 80.520 |
| วันที่ 5 | 78.591 | 78.503 | 78.557 | 78.477 | 78.559 | 81.323 |
| วันที่ 6 | 78.568 | 78.469 | 78.564 | 78.475 | 78.560 | 82.878 |
| วันที่ 7 | 78.576 | 78.534 | 78.588 | 78.495 | 78.578 | 81.333 |
| วันที่ 8 | 78.569 | 78.468 | 78.557 | 78.462 | 78.557 | 80.520 |
| วันที่ 9 | 78.581 | 78.438 | 78.569 | 78.473 | 78.562 | 80.657 |
| วันที่ 10 | 78.577 | 78.496 | 78.582 | 78.482 | 78.569 | 80.657 |
| MAPE | 2.416152 | 2.481908 | 2.420629 | 2.496762 | 2.431147 | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม EViews 7.1

หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากการทดลองพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน

จากตารางที่ 5-32 ซึ่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ไปข้างหน้าเป็นระยะเวลาสั้นๆ ของตัวแบบการรีจ (GARCH Model) พบว่าเมื่อทำการพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2553 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริง (Actual Value) พบว่าตัวแบบที่มีค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ต่ำที่สุดคือตัวแบบ G_1 ดังนั้นจึงเลือกตัวแบบ G_1 เป็นตัวแทนของตัวแบบการรีจ (GARCH Model) สำหรับนำไปเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบ กับตัวแบบประเภทอื่นๆ ในลำดับขั้นต่อไป

5.3 การสร้างระบบพยากรณ์ด้วยตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์



การพยากรณ์ด้วยตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs) แบ่งเป็นลำดับต่างๆ 5 ขั้นตอน คือการกำหนดข้อมูลนำเข้า (Input) การออกแบบชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) การสร้างระบบการฝึกสอน (Training System) การกำหนดข้อมูลส่งออก (Output) และการพยากรณ์ (Forecasting)

5.3.1 การกำหนดรูปแบบข้อมูลนำเข้า

ระบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs) ประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า (Input) และผลลัพธ์ ซึ่งหลักการที่สำคัญในการเลือกตัวแปรที่เหมาะสมคือ ข้อมูลนำเข้า (Input) ต้องมีความสามารถในการอธิบายตัวแปรตามหรือผลลัพธ์ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะอาศัยความล่าช้า (Lag) ของตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) ที่ได้รับการตรวจสอบความถูกต้อง และได้รับการรับรองแล้วว่าสามารถนำไปสร้างสมการพยากรณ์ได้ เนื่องจากความล่าช้า (Lag) ดังกล่าวผ่านการทดสอบทางสถิติแล้วว่าสามารถอธิบายอนุกรมเวลาได้อย่างมีนัยสำคัญ





ตารางที่ 5-33 ตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ที่ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว

| ลำดับที่ | ตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ | กระบวนการตัดคอยและกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่ |
|----------|--|---|
| 1 |  ตัวแบบ B_5 | AR(2) AR(3) MA(3) |
| 2 |  ตัวแบบ B_6 | AR(3) MA(2) MA(3) |
| 3 |  ตัวแบบ B_7 | AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) |

| | | |
|---|---|-------------------------------|
| 4 |  ตัวแบบ B_9 | AR(1) AR(2) AR(3) MA(1) MA(3) |
| 5 |  ตัวแบบ B_{10} | AR(2) AR(3) AR(4) MA(3) MA(4) |

จากความล่าช้า (Lag) ของตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) ในตารางที่ 5-33 สามารถนำมาใช้สำหรับกำหนดข้อมูลนำเข้า (Input) ของตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs Model) ได้ดังตารางที่ 5-34

ตารางที่ 5-34 ข้อมูลนำเข้าของตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์

| ลำดับที่ | ตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ | ลักษณะข้อมูลนำเข้า |
|----------|--|--|
| 1 |  ตัวแบบ A_1 | หนึ่งและสองคาบเวลา (Period) ย้อนหลัง |
| 2 |  ตัวแบบ A_2 | สองและสามคาบเวลา (Period) ย้อนหลัง |
| 3 |  ตัวแบบ A_3 | หนึ่ง สองและสามคาบเวลา (Period) ย้อนหลัง |
| 4 |  ตัวแบบ A_4 | สอง สามและสี่คาบเวลา (Period) ย้อนหลัง |















หมายเหตุ : ตัวแบบ A_1 สร้างได้จากการพิจารณาความล่าช้าของตัวแบบ B_1
 ตัวแบบ A_2 สร้างได้จากการพิจารณาความล่าช้าของตัวแบบ B_2
 ตัวแบบ A_3 สร้างได้จากการพิจารณาความล่าช้าของตัวแบบ B_3
 ตัวแบบ A_4 สร้างได้จากการพิจารณาความล่าช้าของตัวแบบ B_{10}

5.3.2 การออกแบบชั้นซ่อนเร้น










สำหรับการออกแบบโครงข่ายจะกำหนดชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) เพียงชั้นเดียว โดยเลือกฟังก์ชันแทนซิกมอยด์ (Hyperbolic Tangent Sigmoid : Tan-Sigmoid Function) เป็นฟังก์ชันการแปลงค่า (Transfer Function) เนื่องจากในชั้น (Layer) นี้ทำหน้าที่ในการรับค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ที่ถูกส่งมาจากชั้นข้อมูลนำเข้า (Input Layer) ดังนั้นในการส่งผ่านข้อมูลไปยังชั้นต่อไป จึงไม่ควรมีส่วนกว้างมากเกินไปเพื่อรักษาเสถียรภาพของโครงข่าย (Network) โดยฟังก์ชันแทนซิกมอยด์ (Tan-Sigmoid Function) สามารถรับค่าที่เป็นจำนวนจริงใด ๆ แต่จะส่งผ่านข้อมูลไปยังชั้นอื่นๆ อยู่ในช่วงตั้งแต่ -1 ถึง 1

ซึ่งการกำหนดจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) ไม่ได้มีหลักการที่แน่นอน ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะใช้วิธีสุ่มเลือก (Arbitrary) โดยทดลองเพิ่มจำนวนนิวรอนเป็น 3 ช่วง^๑ คือ หนึ่ง เพิ่มจำนวนนิวรอนทีละหนึ่งนิวรอนจาก 1 นิวรอนไปจนถึง 10 นิวรอน สอง เพิ่มนิวรอนทีละสองนิวรอนจาก 12 นิวรอนไปจนถึง 20 นิวรอน และ สาม เพิ่มนิวรอนทีละสิบนิวรอน จาก 30 นิวรอนจนถึง 100 นิวรอน ซึ่งจากขั้นตอนการกำหนดข้อมูลนำเข้า (Input) ที่มีตัวแบบหลักทั้งหมด 4 ตัวแบบคือ ตัวแบบ A₁ ตัวแบบ A₂ ตัวแบบ A₃ และตัวแบบ A₄ ในขั้นตอนนี้จะได้ตัวแบบย่อยอีก 23 ตัวแบบ สำหรับตัวแบบหลักแต่ละตัว ดังตารางที่ 5-35 ตารางที่ 5-36 ตารางที่ 5-37 และตารางที่ 5-38















ตารางที่ 5-35 ตัวแบบย่อยของตัวแบบ A₁









| ลำดับที่ | ตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ | จำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนเร้น |
|----------|--|---------------------------|
| 1 |  ตัวแบบ A ₁₋₁ | 1 |
| 2 |  ตัวแบบ A ₁₋₂ | 2 |
| 3 |  ตัวแบบ A ₁₋₃ | 3 |
| 4 |  ตัวแบบ A ₁₋₄ | 4 |
| 5 |  ตัวแบบ A ₁₋₅ | 5 |
| 6 |  ตัวแบบ A ₁₋₆ | 6 |
| 7 |  ตัวแบบ A ₁₋₇ | 7 |
| 8 |  ตัวแบบ A ₁₋₈ | 8 |
| 9 |  ตัวแบบ A ₁₋₉ | 9 |
| 10 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₀ | 10 |
| 11 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₁ | 12 |
| 12 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₂ | 14 |
| 13 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₃ | 16 |
| 14 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₄ | 18 |

^๑ การกำหนดจำนวนนิวรอน (Neuron) ในช่วงแรกและช่วงที่สองจะมีความถี่มากกว่าช่วงที่สาม เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากจำนวนข้อมูลนำเข้า (Input) และจำนวนนิวรอน (Neuron) ในชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) ของงานวิจัยอื่น ๆ มาเปรียบเทียบอย่างคร่าว ๆ จึงคาดว่าจำนวนนิวรอนที่เหมาะสมสำหรับโครงข่าย (Network) น่าจะอยู่ในช่วง 1 ถึง 20 นิวรอน















| | | |
|----|--|-----|
| 15 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₅ | 20 |
| 16 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₆ | 30 |
| 17 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₇ | 40 |
| 18 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₈ | 50 |
| 19 |  ตัวแบบ A ₁₋₁₉ | 60 |
| 20 |  ตัวแบบ A ₁₋₂₀ | 70 |
| 21 |  ตัวแบบ A ₁₋₂₁ | 80 |
| 22 |  ตัวแบบ A ₁₋₂₂ | 90 |
| 23 |  ตัวแบบ A ₁₋₂₃ | 100 |










ตารางที่ 5-36 ตัวแบบย่อยของตัวแบบ A₂

| ลำดับที่ | ตัวแบบโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ | จำนวนนิรอนในชั้นซ่อนเร้น |
|----------|--|--------------------------|
| 1 |  ตัวแบบ A ₂₋₁ | 1 |
| 2 |  ตัวแบบ A ₂₋₂ | 2 |
| 3 |  ตัวแบบ A ₂₋₃ | 3 |
| 4 |  ตัวแบบ A ₂₋₄ | 4 |
| 5 |  ตัวแบบ A ₂₋₅ | 5 |
| 6 |  ตัวแบบ A ₂₋₆ | 6 |
| 7 |  ตัวแบบ A ₂₋₇ | 7 |
| 8 |  ตัวแบบ A ₂₋₈ | 8 |
| 9 |  ตัวแบบ A ₂₋₉ | 9 |
| 10 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₀ | 10 |
| 11 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₁ | 12 |
| 12 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₂ | 14 |
| 13 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₃ | 16 |
| 14 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₄ | 18 |















| | | |
|----|--|-----|
| 15 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₅ | 20 |
| 16 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₆ | 30 |
| 17 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₇ | 40 |
| 18 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₈ | 50 |
| 19 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₉ | 60 |
| 20 |  ตัวแบบ A ₂₋₂₀ | 70 |
| 21 |  ตัวแบบ A ₂₋₂₁ | 80 |
| 22 |  ตัวแบบ A ₂₋₂₂ | 90 |
| 23 |  ตัวแบบ A ₂₋₂₃ | 100 |










ตารางที่ 5-37 ตัวแบบย่อยของตัวแบบ A₃

| ลำดับที่ | ตัวแบบโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ | จำนวนนิรอนในชั้นซ่อนเร้น |
|----------|--|--------------------------|
| 1 |  ตัวแบบ A ₃₋₁ | 1 |
| 2 |  ตัวแบบ A ₃₋₂ | 2 |
| 3 |  ตัวแบบ A ₃₋₃ | 3 |
| 4 |  ตัวแบบ A ₃₋₄ | 4 |
| 5 |  ตัวแบบ A ₃₋₅ | 5 |
| 6 |  ตัวแบบ A ₃₋₆ | 6 |
| 7 |  ตัวแบบ A ₃₋₇ | 7 |
| 8 |  ตัวแบบ A ₃₋₈ | 8 |
| 9 |  ตัวแบบ A ₃₋₉ | 9 |
| 10 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₀ | 10 |
| 11 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₁ | 12 |
| 12 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₂ | 14 |
| 13 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₃ | 16 |
| 14 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₄ | 18 |

| | | |
|----|--|-----|
| 15 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₅ | 20 |
| 16 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₆ | 30 |
| 17 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₇ | 40 |
| 18 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₈ | 50 |
| 19 |  ตัวแบบ A ₃₋₁₉ | 60 |
| 20 |  ตัวแบบ A ₃₋₂₀ | 70 |
| 21 |  ตัวแบบ A ₃₋₂₁ | 80 |
| 22 |  ตัวแบบ A ₃₋₂₂ | 90 |
| 23 |  ตัวแบบ A ₃₋₂₃ | 100 |

ตารางที่ 5-38 ตัวแบบย่อยของตัวแบบ A₄

| ลำดับที่ | ตัวแบบโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ | จำนวนนิรอนในชั้นซ่อนเร้น |
|----------|--|--------------------------|
| 1 |  ตัวแบบ A ₄₋₁ | 1 |
| 2 |  ตัวแบบ A ₄₋₂ | 2 |
| 3 |  ตัวแบบ A ₄₋₃ | 3 |
| 4 |  ตัวแบบ A ₄₋₄ | 4 |
| 5 |  ตัวแบบ A ₄₋₅ | 5 |
| 6 |  ตัวแบบ A ₄₋₆ | 6 |
| 7 |  ตัวแบบ A ₄₋₇ | 7 |
| 8 |  ตัวแบบ A ₄₋₈ | 8 |
| 9 |  ตัวแบบ A ₄₋₉ | 9 |
| 10 |  ตัวแบบ A ₄₋₁₀ | 10 |
| 11 |  ตัวแบบ A ₄₋₁₁ | 12 |
| 12 |  ตัวแบบ A ₄₋₁₂ | 14 |
| 13 |  ตัวแบบ A ₄₋₁₃ | 16 |
| 14 |  ตัวแบบ A ₄₋₁₄ | 18 |

| | | | |
|----|---|--------------------------|-----|
| 15 |  | ตัวแบบ A ₄₋₁₅ | 20 |
| 16 |  | ตัวแบบ A ₄₋₁₆ | 30 |
| 17 |  | ตัวแบบ A ₄₋₁₇ | 40 |
| 18 |  | ตัวแบบ A ₄₋₁₈ | 50 |
| 19 |  | ตัวแบบ A ₄₋₁₉ | 60 |
| 20 |  | ตัวแบบ A ₄₋₂₀ | 70 |
| 21 |  | ตัวแบบ A ₄₋₂₁ | 80 |
| 22 |  | ตัวแบบ A ₄₋₂₂ | 90 |
| 23 |  | ตัวแบบ A ₄₋₂₃ | 100 |

5.3.3 การสร้างระบบฝึกสอน (Training)

รูปแบบการฝึกสอนสำหรับการค้นคว้าแบบอิสระ (Independent Study) ในครั้งนี้จะใช้ระบบการเชื่อมโยงโครงข่ายแบบส่งผ่านข้อมูลไปข้างหน้าหลายชั้น (Multilayer Feed Forward) กล่าวคือเมื่อโครงข่ายเริ่มทำงาน ข้อมูลจากชั้นข้อมูลนำเข้า (Input Layer) จะถูกไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียว ซึ่งภายในโครงข่ายจะออกแบบเป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) นั่นคือมีชุดการเรียนรู้หรือค่าเป้าหมาย (Target Response) ให้ระบบได้ทำการเปรียบเทียบ

อย่างไรก็ตามคำตอบที่โครงข่ายคำนวณออกมาได้อาจจะยังไม่ถูกต้อง เนื่องจากค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ที่ให้กับโครงข่ายในตอนแรกนั้น ระบุให้โครงข่ายทดลองสุ่มขึ้นมาเอง ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดฟังก์ชันการฝึกสอน (Training Function) เพื่อปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ที่ถูกส่งมาจากชั้น (Layer) ก่อนหน้า ให้มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยการศึกษาในครั้งนี้จะใช้วิธีแพร่ย้อนกลับแบบแอลเอ็ม (LM Backpropagation) เนื่องจากเป็นวิธีแพร่ย้อนกลับที่สามารถปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ให้เข้าสู่เป้าหมายได้เร็วที่สุดและผิดพลาดน้อยที่สุด โดยวงรอบการเรียนรู้ (Epochs) ของทุกตัวแบบจะกำหนดไว้ที่ 500 วงรอบ

5.3.4 การกำหนดรูปแบบข้อมูลส่งออก (Output)

ข้อมูลที่ได้จากชั้นข้อมูลส่งออก (Output Layer) นั่นคือค่าพยากรณ์ ดังนั้นเพื่อให้ค่าที่ได้มีความเหมาะสม จึงต้องมีการกำหนดฟังก์ชันการแปลงค่า (Transfer Function) ให้สอดคล้องกับข้อมูล ดังนั้นในชั้น (Layer) นี้ โดยเลือกใช้ฟังก์ชันโพสลิน (Positive Linear Transfer Function : Poslin) สำหรับแปลงค่าข้อมูลที่ได้รับจากชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) โดยการประมวลผลของระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) เป็นอัลกอริทึมเฟ้นสุ่ม (Stochastic Algorithm) กล่าวคือ แม้จะกำหนดโครงสร้างต่างๆ เหมือนเดิม แต่ถ้าทำการพยากรณ์ซ้ำอีกครั้ง คำตอบที่ได้จะไม่เท่าเดิม

เนื่องจากการประมวลผลของโครงข่าย ไม่ได้มีสูตรการคำนวณตายตัว หากแต่เป็นการสร้างระบบสมการที่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก (Adjusted Weight) ดังนั้นเพื่อให้ค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้มีความน่าเชื่อถือ จึงกำหนดวงวนการพยากรณ์ (Prediction Loop) ไว้ 10 รอบ โดยเมื่อคำนวณค่าพยากรณ์ครบทั้ง 10 รอบแล้ว หากตรวจสอบพบว่าวงวน (Loop) ใดที่มีข้อผิดพลาดเช่น ให้ค่าพยากรณ์ออกมาเป็นศูนย์ทั้งหมด จะแก้ปัญหาโดยกำจัดค่าออกกลุ่ม (Eliminated Outlier) ดังกล่าวทิ้งไป และไม่นำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยของการพยากรณ์

5.3.5 การพยากรณ์ (Forecasting)

สำหรับขั้นตอนนี้เป็น การหาตัวแทนของตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs) โดยพิจารณาจากค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ของการพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน

5.3.5.1 ผลการพยากรณ์ของตัวแบบ A_1

ผลการพยากรณ์ไปข้างหน้าในระยะสั้น ๆ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 10 วัน ของตัวแบบ A_1 ซึ่งสร้างชุดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลนำเข้า (Input) หนึ่งและสองวันย้อนหลัง พบว่าตัวแบบย่อย A_{1-9} ซึ่งมีจำนวนนิวรอน (Neuron) ในชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) เท่ากับ 9 นิวรอน มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์ กล่าวคือเป็นตัวแบบที่ให้ค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแบบย่อยอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 2.167 ดังตารางที่ 5-39

ตารางที่ 5-39 ผลการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบของตัวแบบ A_1

| ตัวแบบ | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7 | วันที่ 8 | วันที่ 9 | วันที่ 10 | MAPE |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------|
| A_{1-1} | 78.514 | 78.501 | 78.487 | 78.473 | 78.459 | 78.445 | 78.431 | 78.417 | 78.403 | 78.389 | 2.951 |
| A_{1-2} | 78.567 | 78.584 | 78.602 | 78.620 | 78.638 | 78.656 | 78.674 | 78.691 | 78.709 | 78.727 | 2.710 |
| A_{1-3} | 78.564 | 78.576 | 78.587 | 78.598 | 78.609 | 78.620 | 78.632 | 78.643 | 78.654 | 78.665 | 2.750 |
| A_{1-4} | 78.571 | 78.585 | 78.598 | 78.612 | 78.626 | 78.639 | 78.653 | 78.666 | 78.680 | 78.694 | 2.728 |
| A_{1-5} | 78.594 | 78.642 | 78.690 | 78.739 | 78.788 | 78.837 | 78.887 | 78.937 | 78.987 | 79.038 | 2.504 |
| A_{1-6} | 78.547 | 78.538 | 78.529 | 78.520 | 78.511 | 78.502 | 78.493 | 78.484 | 78.476 | 78.467 | 2.884 |
| A_{1-7} | 78.473 | 78.409 | 78.345 | 78.281 | 78.218 | 78.156 | 78.094 | 78.034 | 77.974 | 77.916 | 3.275 |
| A_{1-8} | 78.530 | 78.500 | 78.470 | 78.440 | 78.411 | 78.383 | 78.356 | 78.329 | 78.302 | 78.276 | 3.016 |
| A_{1-9} | 78.612 | 78.701 | 78.794 | 78.893 | 79.000 | 79.113 | 79.235 | 79.365 | 79.504 | 79.652 | 2.167 |
| A_{1-10} | 78.525 | 78.499 | 78.472 | 78.446 | 78.419 | 78.393 | 78.367 | 78.341 | 78.315 | 78.289 | 3.007 |
| A_{1-11} | 78.488 | 78.469 | 78.452 | 78.436 | 78.420 | 78.404 | 78.388 | 78.372 | 78.356 | 78.340 | 3.000 |
| A_{1-12} | 78.499 | 78.456 | 78.413 | 78.371 | 78.330 | 78.289 | 78.249 | 78.210 | 78.172 | 78.134 | 3.124 |
| A_{1-13} | 78.539 | 78.527 | 78.513 | 78.499 | 78.484 | 78.468 | 78.451 | 78.434 | 78.415 | 78.396 | 2.926 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| A ₁₋₁₄ | 78.488 | 78.467 | 78.441 | 78.414 | 78.387 | 78.359 | 78.331 | 78.302 | 78.273 | 78.242 | 3.052 |
| A ₁₋₁₅ | 78.557 | 78.557 | 78.550 | 78.550 | 78.544 | 78.544 | 78.538 | 78.539 | 78.534 | 78.535 | 2.836 |
| A ₁₋₁₆ | 78.507 | 78.489 | 78.468 | 78.448 | 78.429 | 78.410 | 78.391 | 78.373 | 78.355 | 78.339 | 2.989 |
| A ₁₋₁₇ | 78.482 | 78.487 | 78.474 | 78.465 | 78.456 | 78.446 | 78.437 | 78.427 | 78.417 | 78.407 | 2.954 |
| A ₁₋₁₈ | 78.461 | 78.453 | 78.425 | 78.430 | 78.420 | 78.439 | 78.445 | 78.475 | 78.496 | 78.531 | 2.945 |
| A ₁₋₁₉ | 78.440 | 78.414 | 78.359 | 78.330 | 78.276 | 78.246 | 78.196 | 78.166 | 78.118 | 78.089 | 3.184 |
| A ₁₋₂₀ | 78.427 | 78.375 | 78.368 | 78.303 | 78.310 | 78.248 | 78.263 | 78.204 | 78.224 | 78.168 | 3.153 |
| A ₁₋₂₁ | 78.327 | 78.342 | 78.297 | 78.282 | 78.255 | 78.233 | 78.210 | 78.189 | 78.168 | 78.148 | 3.207 |
| A ₁₋₂₂ | 78.226 | 78.193 | 78.103 | 77.989 | 77.925 | 77.857 | 77.791 | 77.703 | 77.548 | 77.444 | 3.660 |
| A ₁₋₂₃ | 78.398 | 78.482 | 78.513 | 78.567 | 78.614 | 78.666 | 78.717 | 78.769 | 78.823 | 78.877 | 2.716 |
| ค่าจริง | 79.532 | 80.520 | 80.520 | 80.520 | 81.323 | 82.878 | 81.333 | 80.520 | 80.657 | 80.657 | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB 7.0.1

หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากการทดลองพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน

5.3.5.2 ผลการพยากรณ์ของตัวแบบ A₂

ผลการพยากรณ์ไปข้างหน้าในระยะสั้น ๆ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 10 วัน ของตัวแบบ A₂ ซึ่งสร้างชุดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลนำเข้า (Input) สองและสามวันย้อนหลัง พบว่าตัวแบบย่อย A₂₋₁₁ ซึ่งมีจำนวนนิวรอน (Neuron) ในชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) เท่ากับ 12 นิวรอน มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์ กล่าวคือเป็นตัวแบบที่ให้ค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแบบย่อยอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 2.489 ดังตารางที่ 5-40

ตารางที่ 5-40 ผลการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบของตัวแบบ A₂

| ตัวแบบ | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7 | วันที่ 8 | วันที่ 9 | วันที่ 10 | MAPE |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------|
| A ₂₋₁ | 77.650 | 78.489 | 77.622 | 78.438 | 77.593 | 78.389 | 77.565 | 78.340 | 77.536 | 78.294 | 3.522 |
| A ₂₋₂ | 77.699 | 78.541 | 77.758 | 78.540 | 77.814 | 78.541 | 77.869 | 78.544 | 77.921 | 78.549 | 3.292 |
| A ₂₋₃ | 77.716 | 78.559 | 77.791 | 78.576 | 77.864 | 78.594 | 77.935 | 78.614 | 78.004 | 78.636 | 3.229 |
| A ₂₋₄ | 77.678 | 78.532 | 77.713 | 78.520 | 77.747 | 78.510 | 77.778 | 78.501 | 77.809 | 78.493 | 3.353 |
| A ₂₋₅ | 77.711 | 78.563 | 77.776 | 78.583 | 77.840 | 78.605 | 77.901 | 78.627 | 77.961 | 78.651 | 3.237 |
| A ₂₋₆ | 77.678 | 78.527 | 77.713 | 78.511 | 77.746 | 78.498 | 77.777 | 78.487 | 77.806 | 78.477 | 3.361 |
| A ₂₋₇ | 77.657 | 78.505 | 77.671 | 78.468 | 77.684 | 78.433 | 77.695 | 78.399 | 77.705 | 78.367 | 3.439 |
| A ₂₋₈ | 77.654 | 78.510 | 77.661 | 78.477 | 77.666 | 78.446 | 77.669 | 78.416 | 77.672 | 78.388 | 3.443 |
| A ₂₋₉ | 77.598 | 78.420 | 77.554 | 78.303 | 77.510 | 78.193 | 77.465 | 78.090 | 77.420 | 77.993 | 3.691 |
| A ₂₋₁₀ | 77.715 | 78.600 | 77.726 | 78.658 | 77.738 | 78.713 | 77.752 | 78.765 | 77.766 | 78.815 | 3.234 |
| A ₂₋₁₁ | 77.930 | 78.630 | 78.278 | 78.886 | 78.520 | 79.135 | 78.850 | 79.355 | 79.153 | 79.537 | 2.489 |
| A ₂₋₁₂ | 77.583 | 78.417 | 77.529 | 78.295 | 77.472 | 78.178 | 77.415 | 78.068 | 77.356 | 77.963 | 3.725 |
| A ₂₋₁₃ | 77.627 | 78.485 | 77.570 | 78.445 | 77.518 | 78.410 | 77.450 | 78.380 | 77.387 | 78.329 | 3.561 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| A ₂₋₁₄ | 77.538 | 78.377 | 77.421 | 78.213 | 77.296 | 78.057 | 77.169 | 77.908 | 77.040 | 77.765 | 3.909 |
| A ₂₋₁₅ | 77.681 | 78.551 | 77.713 | 78.562 | 77.747 | 78.578 | 77.780 | 78.598 | 77.814 | 78.623 | 3.308 |
| A ₂₋₁₆ | 77.601 | 78.472 | 77.550 | 78.421 | 77.500 | 78.372 | 77.451 | 78.321 | 77.405 | 78.269 | 3.590 |
| A ₂₋₁₇ | 77.596 | 78.519 | 77.461 | 78.507 | 77.319 | 78.487 | 77.165 | 78.459 | 76.960 | 78.413 | 3.649 |
| A ₂₋₁₈ | 77.655 | 78.439 | 77.672 | 78.344 | 77.675 | 78.260 | 77.666 | 78.185 | 77.647 | 78.117 | 3.553 |
| A ₂₋₁₉ | 77.546 | 78.517 | 77.398 | 78.430 | 77.213 | 78.329 | 77.010 | 78.219 | 76.896 | 78.101 | 3.801 |
| A ₂₋₂₀ | 77.687 | 78.407 | 77.647 | 78.281 | 77.586 | 78.184 | 77.543 | 78.152 | 77.448 | 78.142 | 3.625 |
| A ₂₋₂₁ | 77.494 | 78.292 | 77.399 | 78.135 | 77.327 | 78.045 | 77.130 | 77.923 | 76.950 | 77.889 | 3.934 |
| A ₂₋₂₂ | 77.580 | 78.386 | 77.593 | 78.283 | 77.566 | 78.169 | 77.467 | 78.045 | 77.382 | 77.925 | 3.709 |
| A ₂₋₂₃ | 77.612 | 78.267 | 77.505 | 78.142 | 77.272 | 78.017 | 77.153 | 77.825 | 77.025 | 77.686 | 3.943 |
| ค่าจริง | 79.532 | 80.520 | 80.520 | 80.520 | 81.323 | 82.878 | 81.333 | 80.520 | 80.657 | 80.657 | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB 7.0.1

หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากการทดลองพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน

5.3.5.3 ผลการพยากรณ์ของตัวแบบ A₃

ผลการพยากรณ์ไปข้างหน้าในระยะสั้น ๆ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 10 วัน ของตัวแบบ A₃ ซึ่งสร้างชุดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลนำเข้า (Input) หนึ่ง สองและสามวันย้อนหลัง พบว่าตัวแบบย่อย A₃₋₉ ซึ่งมีจำนวนนิวรอน (Neuron) ในชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) เท่ากับ 9 นิวรอน มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์ กล่าวคือเป็นตัวแบบที่ให้ค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแบบย่อยอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 1.176 ดังตารางที่ 5-41

ตารางที่ 5-41 ผลการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบของตัวแบบ A₃

| ตัวแบบ | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7 | วันที่ 8 | วันที่ 9 | วันที่ 10 | MAPE |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------|
| A ₃₋₁ | 78.608 | 78.598 | 78.619 | 78.643 | 78.665 | 78.687 | 78.709 | 78.732 | 78.754 | 78.777 | 2.670 |
| A ₃₋₂ | 78.582 | 78.564 | 78.579 | 78.596 | 78.612 | 78.628 | 78.644 | 78.660 | 78.676 | 78.692 | 2.740 |
| A ₃₋₃ | 78.574 | 78.538 | 78.536 | 78.538 | 78.538 | 78.537 | 78.537 | 78.537 | 78.536 | 78.536 | 2.842 |
| A ₃₋₄ | 78.597 | 78.586 | 78.609 | 78.635 | 78.660 | 78.685 | 78.710 | 78.735 | 78.760 | 78.785 | 2.674 |
| A ₃₋₅ | 78.573 | 78.545 | 78.547 | 78.552 | 78.556 | 78.560 | 78.564 | 78.567 | 78.572 | 78.576 | 2.816 |
| A ₃₋₆ | 78.320 | 78.193 | 78.159 | 78.147 | 78.143 | 78.143 | 78.146 | 78.150 | 78.155 | 78.159 | 3.298 |
| A ₃₋₇ | 78.610 | 78.621 | 78.656 | 78.687 | 78.718 | 78.748 | 78.779 | 78.810 | 78.841 | 78.872 | 2.603 |
| A ₃₋₈ | 78.529 | 78.473 | 78.428 | 78.385 | 78.342 | 78.299 | 78.256 | 78.214 | 78.172 | 78.130 | 3.111 |
| A ₃₋₉ | 78.796 | 79.048 | 79.531 | 79.795 | 79.889 | 80.277 | 80.443 | 80.565 | 80.914 | 81.062 | 1.176 |
| A ₃₋₁₀ | 78.829 | 79.082 | 79.372 | 79.676 | 79.983 | 80.291 | 80.594 | 80.887 | 81.166 | 81.425 | 1.286 |
| A ₃₋₁₁ | 78.590 | 78.596 | 78.614 | 78.634 | 78.655 | 78.676 | 78.697 | 78.718 | 78.740 | 78.762 | 2.684 |
| A ₃₋₁₂ | 78.523 | 78.472 | 78.412 | 78.353 | 78.294 | 78.235 | 78.175 | 78.114 | 78.053 | 77.991 | 3.185 |
| A ₃₋₁₃ | 78.554 | 78.542 | 78.537 | 78.535 | 78.532 | 78.529 | 78.526 | 78.523 | 78.520 | 78.518 | 2.853 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| A ₃₋₁₄ | 78.572 | 78.531 | 78.516 | 78.505 | 78.493 | 78.481 | 78.468 | 78.456 | 78.444 | 78.432 | 2.904 |
| A ₃₋₁₅ | 78.603 | 78.567 | 78.526 | 78.490 | 78.455 | 78.420 | 78.385 | 78.350 | 78.316 | 78.283 | 2.966 |
| A ₃₋₁₆ | 78.583 | 78.529 | 78.497 | 78.467 | 78.440 | 78.412 | 78.385 | 78.358 | 78.331 | 78.305 | 2.977 |
| A ₃₋₁₇ | 78.534 | 78.454 | 78.410 | 78.367 | 78.324 | 78.282 | 78.242 | 78.201 | 78.161 | 78.121 | 3.127 |
| A ₃₋₁₈ | 78.460 | 78.490 | 78.465 | 78.429 | 78.398 | 78.366 | 78.331 | 78.296 | 78.260 | 78.223 | 3.051 |
| A ₃₋₁₉ | 78.559 | 78.621 | 78.557 | 78.516 | 78.454 | 78.395 | 78.339 | 78.285 | 78.233 | 78.182 | 2.998 |
| A ₃₋₂₀ | 78.672 | 78.836 | 78.904 | 78.971 | 79.033 | 79.082 | 79.120 | 79.153 | 79.179 | 79.197 | 2.256 |
| A ₃₋₂₁ | 78.471 | 78.479 | 78.413 | 78.384 | 78.333 | 78.302 | 78.252 | 78.220 | 78.171 | 78.137 | 3.119 |
| A ₃₋₂₂ | 78.620 | 78.644 | 78.687 | 78.732 | 78.774 | 78.816 | 78.858 | 78.901 | 78.944 | 78.987 | 2.526 |
| A ₃₋₂₃ | 78.490 | 78.458 | 78.373 | 78.297 | 78.233 | 78.150 | 78.053 | 77.978 | 77.900 | 77.811 | 3.294 |
| ค่าจริง | 79.532 | 80.520 | 80.520 | 80.520 | 81.323 | 82.878 | 81.333 | 80.520 | 80.657 | 80.657 | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB 7.0.1

หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากการทดลองพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน

5.3.5.4 ผลการพยากรณ์ของตัวแบบ A₄

ผลการพยากรณ์ไปข้างหน้าในระยะสั้น ๆ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 10 วัน ของตัวแบบ A₄ ซึ่งสร้างชุดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลนำเข้า (Input) สอง สามและสี่วันย้อนหลัง พบว่าตัวแบบย่อย A₄₋₈ ซึ่งมีจำนวนนิวรอน (Neuron) ในชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) เท่ากับ 8 นิวรอน มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์ กล่าวคือเป็นตัวแบบที่ให้ค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแบบย่อยอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 2.633 ดังตารางที่ 5-42

ตารางที่ 5-42 ผลการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบของตัวแบบ A₄

| ตัวแบบ | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7 | วันที่ 8 | วันที่ 9 | วันที่ 10 | MAPE |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------|
| A ₄₋₁ | 77.587 | 78.502 | 77.562 | 78.459 | 77.536 | 78.415 | 77.510 | 78.371 | 77.483 | 78.327 | 3.542 |
| A ₄₋₂ | 77.642 | 78.527 | 77.663 | 78.520 | 77.683 | 78.513 | 77.703 | 78.506 | 77.723 | 78.501 | 3.390 |
| A ₄₋₃ | 77.668 | 78.570 | 77.713 | 78.605 | 77.756 | 78.640 | 77.799 | 78.677 | 77.842 | 78.713 | 3.267 |
| A ₄₋₄ | 77.669 | 78.547 | 77.708 | 78.557 | 77.747 | 78.568 | 77.786 | 78.579 | 77.824 | 78.591 | 3.317 |
| A ₄₋₅ | 77.656 | 78.560 | 77.686 | 78.583 | 77.714 | 78.606 | 77.741 | 78.630 | 77.768 | 78.653 | 3.314 |
| A ₄₋₆ | 77.665 | 78.569 | 77.700 | 78.603 | 77.734 | 78.637 | 77.768 | 78.672 | 77.801 | 78.708 | 3.282 |
| A ₄₋₇ | 77.707 | 78.620 | 77.779 | 78.716 | 77.829 | 78.818 | 77.881 | 78.922 | 77.937 | 79.025 | 3.112 |
| A ₄₋₈ | 77.731 | 78.594 | 77.776 | 78.581 | 77.798 | 78.583 | 77.796 | 78.557 | 77.785 | 78.533 | 2.633 |
| A ₄₋₉ | 77.568 | 78.539 | 77.551 | 78.521 | 77.532 | 78.505 | 77.509 | 78.491 | 77.482 | 78.487 | 3.489 |
| A ₄₋₁₀ | 77.625 | 78.492 | 77.596 | 78.442 | 77.567 | 78.393 | 77.538 | 78.345 | 77.508 | 78.297 | 3.536 |
| A ₄₋₁₁ | 77.624 | 78.511 | 77.643 | 78.515 | 77.634 | 78.489 | 77.656 | 78.495 | 77.646 | 78.470 | 3.427 |
| A ₄₋₁₂ | 77.669 | 78.552 | 77.646 | 78.497 | 77.624 | 78.441 | 77.599 | 78.389 | 77.567 | 78.394 | 3.465 |
| A ₄₋₁₃ | 77.649 | 78.577 | 77.760 | 78.606 | 77.833 | 78.649 | 77.947 | 78.701 | 78.072 | 78.769 | 3.195 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| A ₄₋₁₄ | 77.592 | 78.493 | 77.564 | 78.449 | 77.532 | 78.406 | 77.500 | 78.364 | 77.468 | 78.322 | 3.788 |
| A ₄₋₁₅ | 77.501 | 78.351 | 77.514 | 78.350 | 77.586 | 78.404 | 77.653 | 78.461 | 77.712 | 78.523 | 3.505 |
| A ₄₋₁₆ | 77.637 | 78.542 | 77.616 | 78.591 | 77.605 | 78.613 | 77.595 | 78.655 | 77.591 | 78.679 | 3.373 |
| A ₄₋₁₇ | 77.659 | 78.494 | 77.545 | 78.418 | 77.433 | 78.346 | 77.371 | 78.275 | 77.308 | 78.205 | 3.628 |
| A ₄₋₁₈ | 77.627 | 78.510 | 77.588 | 78.449 | 77.551 | 78.397 | 77.513 | 78.352 | 77.476 | 78.310 | 3.539 |
| A ₄₋₁₉ | 77.478 | 78.498 | 77.243 | 78.490 | 77.257 | 78.560 | 77.317 | 78.526 | 77.485 | 78.533 | 3.588 |
| A ₄₋₂₀ | 77.400 | 78.496 | 77.398 | 78.514 | 77.270 | 78.537 | 77.082 | 78.425 | 76.985 | 78.333 | 3.705 |
| A ₄₋₂₁ | 77.643 | 78.432 | 77.537 | 78.302 | 77.416 | 78.198 | 77.302 | 78.060 | 77.212 | 77.926 | 3.755 |
| A ₄₋₂₂ | 77.579 | 78.471 | 77.490 | 78.330 | 77.407 | 78.201 | 77.305 | 78.101 | 77.170 | 78.010 | 3.751 |
| A ₄₋₂₃ | 77.590 | 78.458 | 77.615 | 78.418 | 77.557 | 78.410 | 77.495 | 78.392 | 77.444 | 78.368 | 3.543 |
| ค่าจริง | 79.532 | 80.520 | 80.520 | 80.520 | 81.323 | 82.878 | 81.333 | 80.520 | 80.657 | 80.657 | |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB 7.0.1

หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากการทดลองพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน

5.3.5.5 สรุปผลการพยากรณ์ของตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์

จากการพยากรณ์ไปข้างหน้าในระยะสั้น ๆ เป็นจำนวน 10 วัน ของตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs Model) ทั้ง 4 ตัวแบบอันได้แก่ ตัวแบบ A₁ ตัวแบบ A₂ ตัวแบบ A₃ และตัวแบบ A₄ พบว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์คือตัวแบบย่อย A₃₋₉ โดยให้ค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) น้อยที่สุดคือ 1.1759 ดังตารางที่ 5-43

ตารางที่ 5-43 สรุปผลการพยากรณ์ของตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์

| อันดับที่ | ตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ | MAPE |
|-----------|--|-------|
| 1 |  ตัวแบบ A ₃₋₉ | 1.176 |
| 2 |  ตัวแบบ A ₁₋₉ | 2.167 |
| 3 |  ตัวแบบ A ₂₋₁₁ | 2.489 |
| 4 |  ตัวแบบ A ₄₋₈ | 2.633 |

ที่มา : คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB 7.0.1

หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากการทดลองพยากรณ์ไปข้างหน้า 10 วัน




สำหรับตัวแบบ A₃₋₉ นั้น สร้างชุดการเรียนรู้ (Learning Set) จากข้อมูลนำเข้า (Input) หนึ่ง สองและสามวันย้อนหลัง โดยมีจำนวนนิวรอน (Neuron) ในชั้นซ่อนเร้น (Hidden

Layer) เท่ากับ 9 นิวรอน ซึ่งตัวแบบดังกล่าวถือเป็นตัวแทนของตัวแบบโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ (ANNs Model) สำหรับนำไปเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบคูไบ กับตัวแบบประเภทอื่น ๆ ในลำดับขั้นต่อไป

5.4 การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบแต่ละประเภท

หลังจากสร้างระบบพยากรณ์ของตัวแบบแต่ละประเภทพบว่า ตัวแทนของตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) คือตัวแบบ B_7 ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการอัตถดอยอันดับที่หนึ่ง (AR(1)) กระบวนการอัตถดอยอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง (MA(1)) และกระบวนการเคลื่อนที่อันดับที่สอง (MA(2)) ขณะที่ตัวแทนของตัวแบบการาร์ช (GARCH Model) คือตัวแบบ G_1 ที่สมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) ประกอบด้วยกระบวนการอัตถดอยอันดับที่สอง (AR(2)) กระบวนการอัตถดอยอันดับที่สาม (AR(3)) และกระบวนการเคลื่อนที่อันดับที่สาม (MA(3)) รวมทั้งมีสมการความแปรปรวน (Variance Equation) ที่ประกอบด้วยพจน์คงที่ (Constant Term) กระบวนการอาร์ชอันดับที่หนึ่ง (ARCH(1)) กระบวนการการาร์ชอันดับที่หนึ่ง (GARCH(1)) และกระบวนการการาร์ชอันดับที่สอง (GARCH(2)) โดยที่ตัวแทนของตัวแบบโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ (ANNs Model) คือ ตัวแบบ A_{3-9} ซึ่งสร้างชุดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังหนึ่ง สองและสามคาบเวลาซ้อนหลังเป็นข้อมูลนำเข้า (Input) โดยมีจำนวนนิวรอน (Neuron) ในชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) เท่ากับ 9 นิวรอน ซึ่งรายละเอียดของตัวแบบประเภทต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 5-44

ตารางที่ 5-44 รายละเอียดตัวแทนของตัวแบบประเภทต่าง ๆ

| ตัวแบบ | โครงสร้าง |
|--|---|
|  ตัวแบบ B_7 | ความล่าช้า : AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) |
|  ตัวแบบ G_1 | สมการค่าเฉลี่ย : AR(2) AR(3) MA(3) สมการความแปรปรวน : GARCH (1,2) |
|  ตัวแบบ A_{3-9} | ชุดการเรียนรู้ : หนึ่ง สอง และสามวันซ้อนหลัง นิวรอนในชั้นซ่อนเร้น : 9 นิวรอน |




สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ของตัวแบบประเภทต่างๆ จะแบ่งออกเป็น 3 ระยะดังนี้

5.4.1 การเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ไปข้างหน้า 15 วัน

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ของตัวแบบทั้งสามใน ระยะ 15 วัน โดยจะใช้การพยากรณ์ไปข้างหน้าเพื่อเปรียบเทียบ (Ex-Post Forecasting) แล้วจึง คำนวณค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

ซึ่งการจะสรุปว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น จะพิจารณาว่าตัวแบบประเภทใด ที่ให้ค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) น้อย ที่สุด ดังนั้นจากตารางที่ 5-45 จึงสามารถสรุปได้ว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs Model) เป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบ ในระยะ 15 วัน รองลงมาคือตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) และตัวแบบที่มีความแม่นยำ น้อยที่สุดคือ ตัวแบบการร์ช (GARCH Model) โดยตัวแบบแต่ละประเภทสามารถคำนวณค่าร้อยละ สัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ได้ดังนี้คือ 1.121 3.269 และ 3.275 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-45 การเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ไปข้างหน้าระยะ 15 วัน

| วันที่ |  ตัวแบบ B _t |  ตัวแบบ G _t |  ตัวแบบ A ₃₋₉ | ค่าจริง |
|-------------|---|---|--|---------|
| วันที่ 1 | 78.617 | 78.578 | 78.796 | 79.532 |
| วันที่ 2 | 78.576 | 78.548 | 79.048 | 80.520 |
| วันที่ 3 | 78.555 | 78.593 | 79.531 | 80.520 |
| วันที่ 4 | 78.602 | 78.577 | 79.795 | 80.520 |
| วันที่ 5 | 78.580 | 78.591 | 79.889 | 81.323 |
| วันที่ 6 | 78.563 | 78.568 | 80.277 | 82.878 |
| วันที่ 7 | 78.593 | 78.576 | 80.443 | 81.333 |
| วันที่ 8 | 78.582 | 78.569 | 80.565 | 80.520 |
| วันที่ 9 | 78.568 | 78.581 | 80.914 | 80.657 |
| วันที่ 10 | 78.588 | 78.577 | 81.062 | 80.657 |
| วันที่ 11 | 78.582 | 78.580 | 81.147 | 80.657 |
| วันที่ 12 | 78.572 | 78.574 | 81.327 | 82.034 |
| วันที่ 13 | 78.584 | 78.576 | 81.384 | 81.310 |
| วันที่ 14 | 78.582 | 78.575 | 81.705 | 82.619 |
| วันที่ 15 | 78.575 | 78.578 | 81.682 | 83.681 |
| MAPE | 3.268872 | 3.275316 | 1.121091 | |




หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากพยากรณ์ไปข้างหน้า 15 วัน

5.4.2 การเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ไปข้างหน้า 30 วัน

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ของตัวแบบทั้งสามใน ระยะ 30 วัน โดยจะใช้การพยากรณ์ไปข้างหน้าเพื่อเปรียบเทียบ (Ex-Post Forecasting) แล้วจึง คำนวณค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

ซึ่งการจะสรุปว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น จะพิจารณาว่าตัวแบบประเภทใด ที่ให้ค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) น้อย ที่สุด ดังนั้นจากตารางที่ 5-46 จึงสามารถสรุปได้ว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs Model) เป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบ ในระยะ 30 วัน รองลงมาคือตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) และตัวแบบที่มีความแม่นยำ น้อยที่สุดคือ ตัวแบบการزش (GARCH Model) โดยตัวแบบแต่ละประเภทสามารถคำนวณค่าร้อยละ สัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ได้ดังนี้คือ 1.593 4.326 และ 4.331 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-46 การเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ไปข้างหน้าระยะ 30 วัน

| วันที่ |  ตัวแบบ B _t |  ตัวแบบ G _t |  ตัวแบบ A _{3,9} | ค่าจริง |
|-----------|---|---|--|---------|
| วันที่ 1 | 78.617 | 78.578 | 78.796 | 79.532 |
| วันที่ 2 | 78.576 | 78.548 | 79.048 | 80.520 |
| วันที่ 3 | 78.555 | 78.593 | 79.531 | 80.520 |
| วันที่ 4 | 78.602 | 78.577 | 79.795 | 80.520 |
| วันที่ 5 | 78.580 | 78.591 | 79.889 | 81.323 |
| วันที่ 6 | 78.563 | 78.568 | 80.277 | 82.878 |
| วันที่ 7 | 78.593 | 78.576 | 80.443 | 81.333 |
| วันที่ 8 | 78.582 | 78.569 | 80.565 | 80.520 |
| วันที่ 9 | 78.568 | 78.581 | 80.914 | 80.657 |
| วันที่ 10 | 78.588 | 78.577 | 81.062 | 80.657 |
| วันที่ 11 | 78.582 | 78.580 | 81.147 | 80.657 |
| วันที่ 12 | 78.572 | 78.574 | 81.327 | 82.034 |
| วันที่ 13 | 78.584 | 78.576 | 81.384 | 81.310 |
| วันที่ 14 | 78.582 | 78.575 | 81.705 | 82.619 |
| วันที่ 15 | 78.575 | 78.578 | 81.682 | 83.681 |
| วันที่ 16 | 78.582 | 78.577 | 81.732 | 82.645 |
| วันที่ 17 | 78.581 | 78.577 | 81.672 | 82.645 |

| | | | | |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| วันที่ 18 | 78.577 | 78.576 | 81.609 | 82.645 |
| วันที่ 19 | 78.581 | 78.576 | 81.559 | 80.969 |
| วันที่ 20 | 78.581 | 78.576 | 81.513 | 82.567 |
| วันที่ 21 | 78.578 | 78.577 | 81.469 | 82.391 |
| วันที่ 22 | 78.580 | 78.577 | 81.429 | 82.420 |
| วันที่ 23 | 78.581 | 78.577 | 81.392 | 83.892 |
| วันที่ 24 | 78.578 | 78.576 | 81.356 | 83.892 |
| วันที่ 25 | 78.580 | 78.576 | 81.323 | 83.892 |
| วันที่ 26 | 78.580 | 78.576 | 81.292 | 84.506 |
| วันที่ 27 | 78.579 | 78.577 | 81.262 | 83.405 |
| วันที่ 28 | 78.580 | 78.577 | 81.234 | 82.430 |
| วันที่ 29 | 78.580 | 78.577 | 81.207 | 83.603 |
| วันที่ 30 | 78.579 | 78.576 | 81.180 | 84.665 |
| MAPE | 4.325557 | 4.330784 | 1.592504 | |

หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากพยากรณ์ไปข้างหน้า 30 วัน

5.4.3 การเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ไปข้างหน้า 45 วัน

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ของตัวแบบทั้งสามในระยะเวลา 45 วัน โดยจะใช้การพยากรณ์ไปข้างหน้าเพื่อเปรียบเทียบ (Ex-Post Forecasting) แล้วจึงคำนวณค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

ตารางที่ 5-47 การเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ไปข้างหน้าระยะ 45 วัน

| วันที่ |  ตัวแบบ B ₇ |  ตัวแบบ G ₁ |  ตัวแบบ A _{3,9} | ค่าจริง |
|-----------|---|---|--|---------|
| วันที่ 1 | 78.617 | 78.578 | 78.796 | 79.532 |
| วันที่ 2 | 78.576 | 78.548 | 79.048 | 80.520 |
| วันที่ 3 | 78.555 | 78.593 | 79.531 | 80.520 |
| วันที่ 4 | 78.602 | 78.577 | 79.795 | 80.520 |
| วันที่ 5 | 78.580 | 78.591 | 79.889 | 81.323 |
| วันที่ 6 | 78.563 | 78.568 | 80.277 | 82.878 |
| วันที่ 7 | 78.593 | 78.576 | 80.443 | 81.333 |
| วันที่ 8 | 78.582 | 78.569 | 80.565 | 80.520 |
| วันที่ 9 | 78.568 | 78.581 | 80.914 | 80.657 |
| วันที่ 10 | 78.588 | 78.577 | 81.062 | 80.657 |
| วันที่ 11 | 78.582 | 78.580 | 81.147 | 80.657 |
| วันที่ 12 | 78.572 | 78.574 | 81.327 | 82.034 |
| วันที่ 13 | 78.584 | 78.576 | 81.384 | 81.310 |
| วันที่ 14 | 78.582 | 78.575 | 81.705 | 82.619 |
| วันที่ 15 | 78.575 | 78.578 | 81.682 | 83.681 |

| | | | | |
|-----------|--|--|---|---------|
| วันที่ 16 | 78.582 | 78.577 | 81.732 | 82.645 |
| วันที่ 17 | 78.581 | 78.577 | 81.672 | 82.645 |
| วันที่ 18 | 78.577 | 78.576 | 81.609 | 82.645 |
| วันที่ 19 | 78.581 | 78.576 | 81.559 | 80.969 |
| วันที่ 20 | 78.581 | 78.576 | 81.513 | 82.567 |
| วันที่ 21 | 78.578 | 78.577 | 81.469 | 82.391 |
| วันที่ 22 | 78.580 | 78.577 | 81.429 | 82.420 |
| วันที่ 23 | 78.581 | 78.577 | 81.392 | 83.892 |
| วันที่ 24 | 78.578 | 78.576 | 81.356 | 83.892 |
| วันที่ 25 | 78.580 | 78.576 | 81.323 | 83.892 |
| วันที่ 26 | 78.580 | 78.576 | 81.292 | 84.506 |
| วันที่ 27 | 78.579 | 78.577 | 81.262 | 83.405 |
| วันที่ 28 | 78.580 | 78.577 | 81.234 | 82.430 |
| วันที่ 29 | 78.580 | 78.577 | 81.207 | 83.603 |
| วันที่ 30 | 78.579 | 78.576 | 81.180 | 84.665 |
| วันที่ |  ตัวแบบ B ₇ |  ตัวแบบ G ₁ |  ตัวแบบ A ₃₋₉ | ค่าจริง |
| วันที่ 31 | 78.580 | 78.576 | 81.155 | 84.665 |
| วันที่ 32 | 78.580 | 78.576 | 81.130 | 84.665 |
| วันที่ 33 | 78.579 | 78.577 | 81.106 | 85.531 |
| วันที่ 34 | 78.580 | 78.577 | 81.083 | 83.879 |
| วันที่ 35 | 78.580 | 78.577 | 81.061 | 80.853 |
| วันที่ 36 | 78.580 | 78.576 | 81.039 | 78.790 |
| วันที่ 37 | 78.580 | 78.576 | 81.017 | 75.126 |
| วันที่ 38 | 78.580 | 78.576 | 80.996 | 75.126 |
| วันที่ 39 | 78.580 | 78.577 | 80.975 | 75.126 |
| วันที่ 40 | 78.580 | 78.576 | 80.955 | 76.698 |
| วันที่ 41 | 78.580 | 78.576 | 80.935 | 77.602 |
| วันที่ 42 | 78.580 | 78.576 | 80.915 | 77.307 |
| วันที่ 43 | 78.580 | 78.576 | 80.896 | 78.005 |
| วันที่ 44 | 78.580 | 78.576 | 80.877 | 75.077 |
| วันที่ 45 | 78.580 | 78.576 | 80.858 | 75.077 |
| MAPE | 4.241811 | 4.244971 | 2.773198 | |

หมายเหตุ : ค่า MAPE คำนวณได้จากตารางหน้า 45 วัน

ซึ่งการจะสรุปว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น จะพิจารณาว่าตัวแบบประเภทใดที่ให้ค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) น้อยที่สุด ดังนั้นจากตารางที่ 5-47 จึงสามารถสรุปได้ว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (ANNs Model) เป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบดูไบ ในระยะ 45

วัน รองลงมาคือตัวแบบบ็อกซ์และเจนคินส์ (Box&Jenkins Model) และตัวแบบที่มีความแม่นยำน้อยที่สุดคือ ตัวแบบการزش (GARCH Model) โดยตัวแบบแต่ละประเภทสามารถคำนวณค่าร้อยละสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ได้ดังนี้คือ 2.773 4.242 และ 4.245 ตามลำดับ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved