การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ในกรณีที่ข้อมูลมีดัชนีฤดูกาลกรณีศึกษา : ปริมาณการใช้น้ำมันปิโตรเลียมประเทศไทย

*ยุพาภรณ์ อารีพงษ์

บทความนี้ผู้เขียนมีวัตถุประสงค์ต้องการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ และหาตัวแบบและวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับกรณีที่ข้อมูลประกอบด้วยอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งประกอบด้วย เทคนิคการปรับให้เรียบ(Smoothing Techniques) วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค(Classical Decomposition Method) วิธีการบอกซ์และเจนกินส์(Box-Jenkins Method) ซึ่งการนำเทคนิคการพยากรณ์ไปใช้ ควรเลือกใช้เทคนิควิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับค่าจริงมากสุด หรือมีความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ต่ำสุด เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำและเชื่อถือได้ นอกจากนี้ผู้เขียนได้เสนอแนวทางในการใช้เทคนิคการพยากรณ์ร่วม(Combined Forecast Method) ซึ่งเป็นเทคนิคในการพยากรณ์อีกทางเลือกหนึ่งที่นำมาศึกษา ซึ่งเป็นการรวมวิธีการพยากรณ์เดี่ยว ๆ เข้าด้วยกันโดยการให้น้ำหนักกับวิธีการพยากรณ์เดี่ยว โดยมีวิธีการให้น้ำหนักที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือ วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน(Simple Average Method) และวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด(Least Absolute Value Method) โดยมีหลักการดังนี้

1. วิธีการหาตัวถ่วงน้ำหนัก

ความหมายของการพยากรณ์ร่วม(Combined Forecast Method) หมายถึง การหาค่าพยากรณ์ใหม่จากการรวมกันของค่าพยากรณ์เดี่ยวแต่ละวิธีการที่ใช้ในการศึกษา โดยการหาตัวถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์นั้น ๆ

---

*อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
: สต.ม.(สถิติ) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สามารถเขียนฟังก์ชันของการพยากรณ์ร่วมได้ดังนี้

$$CF = \sum_{j=1}^{m} W_j \hat{Y}_{jt}$$

โดยที่ W_j คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j

$\hat{Y}_{jt}$ คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ j ที่คาบเวลาที่ t

j คือ วิธีการพยากรณ์ที่ j ; $j = 1,2,...,m$

t คือ คาบเวลา ; $t = 1,2,...,n$

1.1 วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน (Simple Average Method)

วิธีนี้ให้ความสำคัญของวิธีการพยากรณ์ที่นำมารวมกันเท่ากัน โดยการให้ตัวถ่วงน้ำหนักเท่ากันสำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$W_j = \frac{1}{m}$$

โดยที่ W_j คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j

m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์ที่นำมารวมกัน

1.2 วิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด (Least Absolute Value Method)

เป็นวิธีการที่คำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งอาศัยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Technique) โดยมีหลักการทำให้ผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์มีค่าต่ำสุด มีสูตรการคำนวณดังสมการต่อไปนี้

สมการเป้าหมาย

$$\text{หาค่าต่ำสุด(Minimize)} \quad \sum |\varepsilon_t| \qquad (1)$$

โดยที่

$$\varepsilon_t = \frac{Y_t - CF}{Y_t} \quad , t = 1,2,...,n$$

จากสมการเป้าหมายที่ (1) แปลงให้เป็นรูปแบบเชิงเส้นดังนี้

กำหนดให้

$$Z = \sum|\varepsilon_t|$$

$$\varepsilon_t = \varepsilon_t^+ - \varepsilon_t^- \quad ; \varepsilon_t^+, \varepsilon_t^- \geq 0 \qquad (2)$$

โดยนิยาม

$$\varepsilon_t^+ = \begin{cases} \varepsilon_t & ; \varepsilon_t \geq 0 \\ 0 & ; \varepsilon_t < 0 \end{cases}$$

$$\varepsilon_t^- = \begin{cases} 0 & ; \varepsilon_t \geq 0 \\ -\varepsilon_t & ; \varepsilon_t < 0 \end{cases}$$

เพราะฉะนั้น ได้ว่า $\varepsilon_t^+ \times \varepsilon_t^- = 0$ นั้นคือมีตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัวแปรใน ε_t^+ และ ε_t^- เท่ากับ 0 เสมอ

ดังนั้น

$$|\varepsilon_t| = \varepsilon_t^+ + \varepsilon_t^-$$

และให้ $U_{t-1} = \varepsilon_t^+$ และ $V_{t-1} = \varepsilon_t^-$

ดังนั้นแปลงปัญหาต่ำสุดในสมการที่ (1) ได้เป็น

$$\text{หาค่าต่ำสุด(Minimize)} \quad \sum(U_{t-1} + V_{t-1})$$

โดยมีสมการข้อจำกัดคือ

$$\frac{Y_t - \sum_{j=1}^{m} W_j \hat{Y}_{jt}}{Y_t} = U_{t-1} - V_{t-1} \qquad , t = 2,3,\ldots,n$$

และ

$$\sum_{j=1}^{m} W_j = 1$$

$$W_j , U_{t-1} , V_{t-1} \geq 0$$

<u>ตัวอย่าง</u> จากปัญหาดังกล่าว เมื่อกำหนดให้มีวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี ($m = 3$) และมี 5 คาบเวลา ($n = 5$) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปการโปรแกรมเชิงเส้น(Linear Programming)ได้ดังนี้

สมการเป้าหมาย คือ หาค่าต่ำสุด(Minimize)

$$Z = 0W_1 + 0W_2 + 0W_3 + U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

สมการข้อจำกัด คือ

$$\frac{W_1 \hat{Y}_{12}}{Y_2} + \frac{W_2 \hat{Y}_{22}}{Y_2} + \frac{W_3 \hat{Y}_{32}}{Y_2} + U_1 - V_1 = 1$$

$$\frac{W_1 \hat{Y}_{13}}{Y_3} + \frac{W_2 \hat{Y}_{23}}{Y_3} + \frac{W_3 \hat{Y}_{33}}{Y_3} + U_2 - V_2 = 1$$

$$\frac{W_1 \hat{Y}_{14}}{Y_4} + \frac{W_2 \hat{Y}_{24}}{Y_4} + \frac{W_3 \hat{Y}_{34}}{Y_4} + U_3 - V_3 = 1$$

$$\frac{W_1 \hat{Y}_{15}}{Y_5} + \frac{W_2 \hat{Y}_{25}}{Y_5} + \frac{W_3 \hat{Y}_{35}}{Y_5} + U_4 - V_4 = 1$$

$$W_1 + W_2 + W_3 = 1$$

$$W_j , U_{t-1} , V_{t-1} \geq 0$$

ขั้นตอนวิธีการสร้างตัวแบบโดยวิธีการพยากรณ์ร่วม

1. หารูปแบบสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ
   1.1 วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์
   1.2 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค
   1.3 วิธีบอกซ์และเจนกินส์
2. หาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการ
   2.1 วิธีการให้น้ำหนักเท่ากัน (Simple Average Method) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$W_j = \frac{1}{m}$$

โดยที่ W_j คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j
m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์ที่นำมารวมกัน

2.2 วิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด (Least Absolute Value Method)

เป็นวิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก โดยอาศัยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น ภายใต้เงื่อนไขที่จะทำให้ผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำสุด

ขั้นตอนที่ 1 จากข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) และค่าพยากรณ์จากสมการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ในข้อ 1 ($\hat{Y}_{jt}$) นำมาแปลงให้อยู่ในรูปสมการเชิงเส้น

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด โดยนำสมการเชิงเส้นที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 มาแก้สมการหาค่าถ่วงน้ำหนัก โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป QSB ช่วยในการคำนวณ

3. นำค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้ในข้อ 2.1 และ 2.2 มาหาค่าพยากรณ์ในอนาคต

หลังจากที่ได้ตัวแบบพยากรณ์ของแต่ละประเภทแล้ว จะทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ในกรณีที่ข้อมูลประกอบด้วยอิทธิพลฤดูกาล โดยเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆดังนี้

1. เทคนิคการปรับให้เรียบ
2. วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค
3. วิธีบอกซ์และเจนกินส์
4. วิธีการพยากรณ์ร่วม(Combined Forecast Method) ที่ศึกษามี 2 วิธี ดังนี้
   4.1 วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน
   4.2 วิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด

2. เกณฑ์ในการตัดสินใจ

เป็นการนำวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ โดยเทคนิคการปรับให้เรียบ วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค วิธีบอกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์ร่วม เพื่อเปรียบเทียบหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่นำมาศึกษาโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE) ของวิธีการพยากรณ์นั้น ๆ ที่ให้ค่าต่ำสุด ถ้าวิธีใดที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์ต่ำสุด แสดงว่าวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาในแต่ละชุดนั้น

$$MAPE = \frac{100}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{e_t}{Y_t}\right|$$

โดยที่ e_t คือ ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

ซึ่งคำนวณได้ดังนี้ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

Y_t คือ ค่าจริงของข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ของข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t

3. กรณีศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันปิโตรเลียมในประเทศไทย โดยชนิดของน้ำมันที่ผู้เขียนนำมาเป็นตัวอย่างในครั้งนี้ ได้แก่ น้ำมันเบนซินพิเศษ โดยใช้ข้อมูลรายเดือนทั้งหมด 48 เดือน ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ

ช่วงที่ 1 ก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 – 2538

ช่วงที่ 2 หลังเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 – 2543

จากการคำนวณเมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม หลังจากนั้นจะทำการพยากรณ์ล่วงหน้า 12 คาบเวลา ในช่วงเวลาที่ 1 และช่วงเวลาที่ 2 (พยากรณ์ล่วงหน้าในปี พ.ศ. 2539 และ ปี พ.ศ. 2544) จากนั้นนำข้อมูลที่พยากรณ์ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในส่วนที่เก็บไว้เพื่อเปรียบเทียบจำนวน 12 คาบเวลา จากนั้นนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ โดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์(MAPE) ของแต่ละวิธีการพยากรณ์

1. ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ

หลังจากทำการวิเคราะห์หาตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีบอกซ์และเจนกินส์ วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วย

วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันและด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุดแล้ว ได้ตัวแบบพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษ สำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์ต่างๆ ข้างต้นหลังจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากแต่ละวิธีการพยากรณ์ต่างๆ ทั้ง 5 วิธี แล้วจึงเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำสุด ดังจะนำเสนอผลการวิเคราะห์แบ่งตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ต่างๆ 5 วิธี

1.1.1 เทคนิคการปรับให้เรียบ

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 – 2538 จำนวน 48เดือน ลักษณะข้อมูลของน้ำมันเบนซินพิเศษมีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มและมีฤดูกาล ซึ่งลักษณะข้อมูลแบบนี้เหมาะสำหรับวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ การหาค่าคงที่โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณเพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

กรณีข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษ กำหนดค่าที่ทำให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้ค่าคงที่ 3 ค่า คือ ค่าทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ (α) มีค่าเท่ากับ 0.50 ค่าที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม (γ) มีค่าเท่ากับ 0.00 และค่าที่ทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล (β) มีค่าเท่ากับ 0.08 ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์เป็นดังนี้

$$\hat{Y}_t = (361.3724 + 4.9366t)I_t \quad ; \ t = 1, 2, \ldots$$

1.1.2 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมแบบคลาสสิค

ลักษณะข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้มีอิทธิพลเนื่องจากแนวโน้ม และฤดูกาลดังนั้นจึงกำหนดตัวแปรบ่งชี้เวลา (T) เป็นตัวแปรอิสระในตัวแบบสมการพยากรณ์ สำหรับอิทธิพลเนื่องจากแนวโน้มและกำหนดตัวแปรบ่งชี้ฤดูกาล (X_{1t}, X_{2t}, X_{3t}, ..., X_{11t}) เป็นตัวแปรอิสระในตัวแบบสมการพยากรณ์สำหรับอิทธิพลเนื่องจากฤดูกาล ซึ่งมีสมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 161.365 + 4.361t - 5.477X_{1t} - 24.513X_{2t} - 0.524X_{3t} + 5.239X_{4t} - 3.747X_{5t}$$
$$9.358X_{6t} - 3.869X_{7t} - 5.305X_{8t} - 19.741X_{9t} - 16.703X_{10t} - 16.939X_{11t}$$

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ โดยพิจารณากราฟของเศษเหลือตกค้างกับแกนเวลา ($r_k(e_t)$) พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับเศษเหลือตกค้าง คือ AR(1)โดยมีตัวแบบดังนี้ คือ

ตัวแบบ AR(1)

$$\varepsilon_t = \varphi\varepsilon_{t-1} + \eta_t \qquad t = 1,2,\ldots,n$$

จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิค Autoregression ดังนั้นตัวแบบสมการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งมีรูปแบบของเศษเหลือตกค้างเป็น AR(1) มีตัวแบบสมการพยากรณ์ที่เหมาะสมดังนี้

$$\hat{Y}_t = 163.449 + 4.334t - 6.533X_{1t} - 25.743X_{2t} - 1.845X_{3t} + 3.880X_{4t} - 5.109X_{5t} - 10.696X_{6t} - 5.156X_{7t} - 6.508X_{8t} - 20.811X_{9t} - 17.564X_{10t} - 17.470X_{11t} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\varepsilon_t = 0.604\ \varepsilon_{t-1}$

1.1.3 วิธีบอกซ์และเจนกินส์

หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบอกซ์และเจนกินส์ ได้ตัวแบบที่เหมาะสมเป็น ARIMA$(1,1,1)(0,1,1)_{12}$ ดังนั้นตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษ คือ

$$(1-\phi_1 B)(1-B)(1-B^{12})Y_t = \delta - C + (1-\theta_1 B)(1-\Theta_{12}B^{12})a_t$$

กำหนดให้

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

จะได้

$$W_t = \delta - C + \phi_1 W_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \Theta_{12} a_{t-12} + \theta_1\Theta_{12} a_{t-13}$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์ ARIMA $(1,1,1)(0,1,1)_{12}$ ค่าประมาณของ $\phi_1 = 0.995$, $\theta_1 = 0.981$, $\Theta_{12} = -0.623$ ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = a_t + 0.995 W_{t-1} - 0.981 a_{t-1} + 0.623 a_{t-12} - 0.611 a_{t-13}$$

1.1.4 วิธีการพยากรณ์ร่วม

หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างตัวแบบ โดยวิธีการพยากรณ์ร่วมด้วยการพิจารณาวิธีการพยากรณ์ร่วม โดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักกับวิธีการพยากรณ์เดี่ยวด้วยกัน 3 วิธี คือ

วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค และวิธีบอกซ์และเจนกินส์ โดยการแบ่งวิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเป็น 2 วิธี คือ วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันและวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด

ในการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการที่ให้น้ำหนักที่เท่ากัน ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยวจะมีค่าเท่ากันหมดทุกวิธี เท่ากับ 0.333

ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการที่ให้น้ำหนักที่เท่ากัน คือ

$$\hat{Y}_t = 0.333\,\hat{Y}_{1t} + 0.333\,\hat{Y}_{2t} + 0.333\,\hat{Y}_{3t}$$

และตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด คือ

$$\hat{Y}_t = 0.0392\,\hat{Y}_{1t} + 0.9608\,\hat{Y}_{2t}$$

โดยที่ตัวแบบ

$$\hat{Y}_{1t} = (361.3724 + 4.9366t)I_t \quad ; \; t = 1, 2, \ldots$$

$$\hat{Y}_{2t} = 163.449 + 4.334t - 6.533X_{1t} - 25.743X_{2t} - 1.845X_{3t} + 3.880X_{4t} - 5.109X_{5t} - 10.696X_{6t} - 5.156X_{7t} - 6.508X_{8t} - 20.811X_{9t} - 17.564X_{10t} - 17.470X_{11t} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\varepsilon_t = 0.604\,\varepsilon_{t-1}$

$$\hat{Y}_{3t} = W_t = a_t + 0.995\,W_{t-1} - 0.981\,a_{t-1} + 0.623\,a_{t-12} - 0.611\,a_{t-13}$$

โดยที่

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

1.2 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีต่าง ๆ

การเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษที่ได้จากวิธีการต่าง ๆ โดยพิจารณาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 5 วิธี โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ดังแสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษ ก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจจากวิธีการพยากรณ์ 5 วิธี ในปี พ.ศ. 2539

ร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (APE)					
วิธีการพยากรณ์	WINTER	CLASSICAL	BOX-JENKINS	EW	LAV
MAPE	3.464	3.28	4.428	3.709	3.278

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของการพยากรณ์ (MAPE) จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ จะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.464 ค่าพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค จะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.28 ค่าพยากรณ์วิธีบอกซ์และเจนกินส์จะให้ค่า MAPE เท่ากับ 4.428 ค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.709 และค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุดจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 3.278 ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ในการคาดคะเนปริมาณการใช้น้ำมันก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ คือ วิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด

2. ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษหลังเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ

หลังจากทำการวิเคราะห์หาตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีบอกซ์และเจนกินส์ วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันและด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุดแล้ว ได้ตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

2.1 ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ 5 วิธี

2.1.1 เทคนิคการปรับให้เรียบ

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 - 2543 จำนวน 48 เดือน ลักษณะข้อมูลของน้ำมันเบนซินพิเศษ มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มและมีฤดูกาล ซึ่งลักษณะข้อมูลแบบนี้เหมาะสำหรับวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ การหาค่าคงที่โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณเพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

กรณีข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษ กำหนดค่าที่ทำให้เรียบสำหรับข้อมูลชุดนี้ ค่าคงที่ 3 ค่า คือ ค่าทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ (α) มีค่าเท่ากับ 0.90 ค่าที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม (γ) มีค่าเท่ากับ 0.00 และค่าที่ทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล (β) มีค่าเท่ากับ 0.01 ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์เป็นดังนี้

$$\hat{Y}_t = (246.093 - 4.0628t)I_t \qquad ; t = 1, 2, \ldots$$

2.1.2 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมแบบคลาสสิค

จากการพิจารณากราฟแสดงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาของข้อมูลน้ำมันเบนซินพิเศษ พบว่าลักษณะข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้มีอิทธิพลเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล ดังนั้นจึงกำหนดตัวแปรบ่งชี้เวลา (T) เป็นตัวแปรอิสระในตัวแบบสมการพยากรณ์ สำหรับอิทธิพลเนื่องจากแนวโน้มและกำหนดตัวแปรบ่งชี้ฤดูกาล (X_{1t}, X_{2t}, X_{3t},..., X_{11t}) เป็นตัวแปรอิสระในตัวแบบสมการพยากรณ์ สำหรับอิทธิพลเนื่องจากฤดูกาล ซึ่งมีสมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 505.694 - 4.273t - 10.879X_{1t} - 39.906X_{2t} - 5.858X_{3t} + 5.165X_{4t} - 9.487X_{5t} - 20.139X_{6t} - 3.791X_{7t} - 15.642X_{8t} - 37.144X_{9t} - 23.946X_{10t} - 33.623X_{11t}$$

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ โดยพิจารณากราฟของเศษเหลือตกค้างกับแกนเวลา ($r_k(e_t)$) พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับเศษเหลือตกค้าง คือ AR(1)โดยมีตัวแบบดังนี้ คือ

ตัวแบบ AR(1)

$$\varepsilon_t = \varphi\varepsilon_{t-1} + \eta_t \qquad t = 1,2,\ldots,n$$

จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิค Autoregression ดังนั้นตัวแบบสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิธีการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งมีรูปแบบของเศษเหลือตกค้างเป็น AR(1) มีตัวแบบสมการพยากรณ์ที่เหมาะสมดังนี้

$$\hat{Y}_t = 475.663 - 3.878t - 4.555X_{1t} - 33.5017X_{2t} + 0.493X_{3t} + 11.333X_{4t} - 3.630X_{5t} - 14.721X_{6t} + 1.059X_{7t} - 11.489X_{8t} - 33.821X_{9t} - 21.588X_{10t} - 32.370X_{11t} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\varepsilon_t = 0.912\,\varepsilon_{t-1}$

2.1.3. วิธีบอกซ์และเจนกินส์

หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบอกซ์และเจนกินส์ ได้ตัวแบบที่เหมาะสมเป็น $ARIMA(0,1,0)(1,1,0)_{12}$ ดังนั้นตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษ คือ

$$(1-\varphi_{12}B^{12})(1-B)(1-B^{12})Z_t = \delta - C + a_t$$

กำหนดให้

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

$$Z_t = \ln Y_t$$

จะได้

$$W_t = a - C + \varphi_{12} W_{t-12} + a_t$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์ $ARIMA(0,1,0)(1,1,0)_{12}$ ค่าประมาณของ $\varphi_{12} = -0.597$ ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์เป็นดังนี้

$$W_t = -0.597 W_{t-12} + a_t$$

2.1.4 วิธีการพยากรณ์ร่วม

หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างตัวแบบโดยวิธีการพยากรณ์ร่วมด้วยการพิจารณาวิธีการพยากรณ์ร่วม โดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักกับวิธีการพยากรณ์เดี่ยวด้วยกัน 3 วิธี คือ วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค และวิธีบอกซ์และเจนกินส์ โดยการแบ่งวิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเป็น 2 วิธี คือ วิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากัน และวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด

ในการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการที่ให้น้ำหนักที่เท่ากัน ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยวจะมีค่าเท่ากันหมดทุกวิธี เท่ากับ 0.333

ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการที่ให้น้ำหนักที่เท่ากัน คือ

$$\hat{Y}_t = 0.333\,\hat{Y}_{1t} + 0.333\,\hat{Y}_{2t} + 0.333\,\hat{Y}_{3t}$$

และตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด คือ

$$\hat{Y}_t = 0.7782\,\hat{Y}_{2t} + 0.2218\,\hat{Y}_{3t}$$

โดยที่ตัวแบบ

$$\hat{Y}_{1t} = (246.093 - 4.0628t)\mathbf{I}_t \qquad ; t = 1, 2, \ldots$$

$$\hat{Y}_{2t} = 475.663 - 3.878t - 4.555X_{1t} - 33.5017X_{2t} + 0.493X_{3t} + 11.333X_{4t} - 3.630X_{5t} - 14.721X_{6t} + 1.059X_{7t} - 11.489X_{8t} - 33.821X_{9t} - 21.588X_{10t} - 32.370X_{11t} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\varepsilon_t = 0.912\,\varepsilon_{t-1}$

$$\hat{Y}_{3t} = W_t = -0.597\,W_{t-12} + a_t$$

กำหนดให้

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

$$Z_t = \ln Y_t$$

2.2 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีต่าง ๆ

การเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษที่ได้จากวิธีการต่างๆ ซึ่งใช้วิธีการพยากรณ์ 5 วิธี โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ดังแสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษ หลังเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ จากวิธีการพยากรณ์ 5 วิธี ในปี พ.ศ. 2544

ร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (APE)					
วิธีการพยากรณ์	WINTER	CLASSICAL	BOX-JENKINS	EW	LAV
MAPE	13.990	9.447	12.539	9.929	8.823

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของการพยากรณ์ (MAPE) จะได้ว่าค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ จะให้ค่า MAPE เท่ากับ 13.990 ค่าพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค จะให้ค่า MAPE เท่าวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค เท่ากับ 9.447 ค่าพยากรณ์วิธีบอกซ์และเจนกินส์จะให้ค่า MAPE เท่ากับ 12.539 ค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการให้น้ำหนักที่เท่ากันจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 9.929 และค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุดจะให้ค่า MAPE เท่ากับ 8.823 ดังนั้น ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ในการคาดคะเนปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินพิเศษ หลังเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ คือ วิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด จากการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 5 วิธี พบว่า**วิธีการพยากรณ์ร่วมด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด** เหมาะสมกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบกัน และนอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการพยากรณ์ที่ได้ในช่วงเวลาก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ และช่วงเวลาหลังเกิดวิกฤตการณ์การทางเศรษฐกิจ ยังได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมือนกันอีกด้วย

4. ข้อเสนอแนะ

1. ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้อาจเหมาะสมที่จะใช้ประโยชน์ในระยะเวลาอันสั้น ฉะนั้นจึงควรมีการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยเหมาะสมกับช่วงเวลานั้น ๆ และทำการตรวจวินิจฉัยความเหมาะสมของตัวแบบอยู่เสมอ
2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์ร่วมด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักโดยเทคนิคอื่น ๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

มานพ วราภักดิ์. **เทคนิคการพยากรณ์,** เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคนิคการพยากรณ์ ภาควิชาสถิติบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ยุภาพรณ์ อารีพงษ์. **การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ในกรณีที่ข้อมูลมีดัชนีฤดูกาลกรณีศึกษา : ปริมาณใช้น้ำมันปิโตรเลียมในประเทศไทย.** มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2545.

Francis XDIEBOLD. **ELEMENT OF FORECASTIN.** Ohio : South-Western College Publishing Cincinnati, 1998.