

การพยากรณ์แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย:

การวิเคราะห์เชิงอนุกรมเวลา

FORECASTING THE TREND OF PRIVATE CAR REGISTRATIONS IN THAILAND:

A TIME SERIES ANALYSIS

¹ฐิติวัชร ธีรรัฐนิธิคุณ, ²ธนกร สิริสุคันธา และ ³นภาพร เนตรประดิษฐ์

¹Thitiwat Theeraratnithikhun, ²Thanakorn Sirisugandha and ³Napawan Netpradit

¹หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

¹Doctor of Philosophy Program in Management, Lampang Rajabhat University, Thailand

Received: 2025-11-08

¹Corresponding Author's Email: 67877010107@lpru.ac.th

Revised: 2025-11-19

¹เบอร์โทร: 080-656-4151

Accepted: 2026-01-08

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) วิเคราะห์แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย (2) เปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองอนุกรมเวลาหลายรูปแบบ และ (3) เสนอแนวทางเชิงนโยบายจากผลการพยากรณ์ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเชิงปริมาณ (Quantitative Time Series Analysis) ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิรายเดือนของการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลระหว่างปี พ.ศ. 2563–2567 จำนวน 60 รายการ จากกรมการขนส่งทางบก ประมวลผลด้วยโปรแกรม Minitab แบบจำลองที่เปรียบเทียบ ได้แก่ แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้น แบบจำลองการเติบโตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง แบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบคูณ และวิธีวินเทอร์สแบบคูณ โดยวัดความแม่นยำด้วยค่า MAPE และ MAD

ผลการวิจัยพบว่า (1) ปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในช่วงปี พ.ศ. 2568–2572 มีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยร้อยละ 2–3 ต่อปี จากปัจจัยหนี้ครัวเรือน อัตราดอกเบี้ย การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภค รุ่นใหม่ และนโยบายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) (2) แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) มีความแม่นยำสูงสุด (MAPE = 11.0, MAD = 24,426) สะท้อนถึงความสามารถในการจับรูปแบบข้อมูลที่มีแนวโน้มไม่เชิงเส้นและจุดเปลี่ยนทิศทาง (Turning Points) ของตลาดได้อย่างเหมาะสมที่สุด และ (3) ผลการพยากรณ์ให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายใน 3 มิติ ได้แก่ มิติด้านเศรษฐกิจและการตลาด มิติด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงานสะอาด และมิติด้านพฤติกรรมผู้บริโภคและการขนส่งสาธารณะ เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันและการเติบโตอย่างยั่งยืนของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย

คำสำคัญ: การพยากรณ์; การจดทะเบียนรถยนต์; อนุกรมเวลา; แบบจำลองควอดราติก

Abstract

This research aimed to (1) analyze trends in private passenger vehicle registrations in Thailand, (2) compare the forecasting accuracy of multiple time series models, and (3) propose policy recommendations based on the forecasting results. A quantitative time series analysis approach was employed. The study utilized secondary monthly data on private passenger vehicle registrations from 2020 to 2024 (60 observations) obtained from the Department of Land Transport, Thailand, processed via Minitab software. Forecasting models evaluated included Linear Trend, Exponential Growth, Simple Exponential Smoothing, Quadratic Trend, Multiplicative Seasonal, and Winters' Multiplicative models, evaluated by Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Mean Absolute Deviation (MAD).

The findings indicated that (1) private passenger vehicle registrations were projected to decline by 2–3% annually during 2025–2029 due to high household debt, rising interest rates, changing consumer preferences among younger generations, and government policy support for electric vehicles (EVs); (2) the Quadratic Trend Model demonstrated the highest forecasting accuracy with the lowest error rates (MAPE = 11.0, MAD = 24,426), proving its effectiveness in capturing nonlinear trends and structural market shifts; and (3) the results provided empirical evidence for decision-making in automotive, energy, and environmental sectors, emphasizing EV infrastructure, tax restructuring, and sustainable mobility transitions.

Keywords: Forecasting; Car Registration; Time Series; Quadratic Model

บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นกลไกสำคัญของระบบเศรษฐกิจไทย เนื่องจากมีบทบาทในการสร้างรายได้ การจ้างงาน และการลงทุนทั้งในระดับประเทศและภูมิภาค การเติบโตของอุตสาหกรรมดังกล่าวสะท้อนผ่านจำนวนการผลิตและการบริโภครถยนต์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม ในระยะหลัง แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ใหม่ในประเทศไทยเริ่มมีความผันผวนสูงขึ้นจากปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม และนโยบายของภาครัฐที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว Krungsri Research (2024) ภาวะเศรษฐกิจที่ชะลอตัวและภาระหนี้ครัวเรือนที่อยู่ในระดับสูงส่งผลกระทบต่อความสามารถในการจับจ่ายสินค้าคงทน เช่น รถยนต์ โดยข้อมูลจาก Bank of Thailand (2023) ระบุว่าสัดส่วนหนี้ครัวเรือนต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) อยู่ที่ร้อยละ 90.7 ซึ่งยังคงเป็นข้อจำกัดต่อกำลังซื้อของประชาชน (Bank of Thailand, 2024)

วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2569)

นอกจากปัจจัยทางเศรษฐกิจแล้ว พฤติกรรมของผู้บริโภครุ่นใหม่ โดยเฉพาะกลุ่ม Generation Y และ Generation Z มีแนวโน้มให้ความสำคัญกับ "การเข้าถึงการเดินทาง" มากกว่าการเป็นเจ้าของรถยนต์ส่วนตัว โดยนิยมใช้บริการขนส่งสาธารณะ เศรษฐกิจแบ่งปัน (sharing economy) และแพลตฟอร์มเรียกรถผ่านแอปพลิเคชันมากขึ้น Songmuang (2023) และ Chen et al. (2022) แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างด้านอุปสงค์ยานยนต์ ซึ่งอาจส่งผลต่อพฤติกรรมการซื้อรถยนต์ในอนาคตอันใกล้ ความไม่แน่นอนนี้ทำให้การวิเคราะห์แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อทำความเข้าใจว่าปัจจัยเชิงโครงสร้างเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อรูปแบบอุปสงค์ในระยะยาวอย่างไร และจะมีการปรับตัวของตลาดในทิศทางใดในช่วงเวลาต่อไป

ขณะเดียวกัน นโยบายภาครัฐด้านสิ่งแวดล้อมและการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่กำหนดทิศทางของตลาดรถยนต์ไทยในระยะกลางและระยะยาว การให้เงินอุดหนุนการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า การปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิต และการกำหนดมาตรฐานการปล่อยมลพิษ ล้วนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตลาดและการตัดสินใจของผู้บริโภค Karaboon and Sirisugandha (2024) ในขณะที่อุตสาหกรรมยานยนต์เองกำลังอยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากเทคโนโลยีเครื่องยนต์สันดาปภายในสู่ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งอาจส่งผลต่อความต้องการรถยนต์ในประเทศในอนาคต การขาดความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลกระทบของนโยบายเหล่านี้ต่อพฤติกรรมการจดทะเบียนรถยนต์ ทำให้การวางแผนเชิงนโยบายและการตัดสินใจลงทุนของผู้ประกอบการขาดความแม่นยำ จึงจำเป็นต้องมีการพยากรณ์แนวโน้มที่สามารถสะท้อนผลกระทบของปัจจัยเชิงนโยบายเหล่านี้ได้อย่างเป็นระบบ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยทางเศรษฐกิจหรือพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีผลต่อความต้องการรถยนต์ เช่น Li and Zhao (2023) แต่ยังขาดงานศึกษาที่ใช้วิธีเชิงปริมาณขั้นสูง โดยเฉพาะเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (time series forecasting) ซึ่งสามารถช่วยคาดการณ์แนวโน้มข้อมูลในอนาคตได้อย่างเป็นระบบและแม่นยำ (Hyndman and Athanasopoulos, 2021; Montgomery, Jennings, and Kulahci, 2015) งานวิจัยในต่างประเทศ พบว่า แบบจำลองอนุกรมเวลา เช่น ARIMA, SARIMA และ Prophet สามารถให้ผลการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพในตลาดรถยนต์ (Kumar and Rajesh, 2022) แต่การประยุกต์ใช้ในบริบทประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองอนุกรมเวลาหลายรูปแบบในการพยากรณ์การจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคล ภายใต้บริบทที่มีความผันผวนสูงและมีปัจจัยแทรกซ้อนหลากหลายดังที่กล่าวมาข้างต้น การเปรียบเทียบแบบจำลองเหล่านี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อระบุเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ในบริบทไทย

ยิ่งไปกว่านั้น การพยากรณ์ที่แม่นยำเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอหากไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดนโยบายได้อย่างเป็นรูปธรรม ภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมต่างต้องการข้อมูลเชิงลึกและข้อเสนอแนะที่ชัดเจน เพื่อปรับยุทธศาสตร์ให้สอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตลาด โดยเฉพาะในบริบทของการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าและเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ การขาดแนวทางเชิงนโยบายที่ชัดเจน

อาจส่งผลให้เกิดการลงทุนที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด หรือการกำหนดนโยบายที่ไม่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้ทันทั่วทั้งที่ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไม่เพียงแต่การพยากรณ์แนวโน้มเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่มีประโยชน์ต่อผู้กำหนดนโยบายและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรมยานยนต์

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย ภายใต้บริบทเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลง (2) เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองอนุกรมเวลาหลายรูปแบบในการพยากรณ์แนวโน้มดังกล่าว และ (3) เพื่อเสนอแนวทางเชิงนโยบายจากผลการพยากรณ์ เพื่อสนับสนุนการกำหนดยุทธศาสตร์ของภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับแนวโน้มยานยนต์ไฟฟ้าและเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ โดยผลการศึกษานี้คาดว่าจะมีคุณูปการทั้งในเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ โดยช่วยเติมเต็มช่องว่างขององค์ความรู้ด้านการพยากรณ์อุปสงค์ยานยนต์ในประเทศไทย และสนับสนุนให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถกำหนดนโยบายและตัดสินใจทางธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย
2. เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองอนุกรมเวลาหลายรูปแบบ
3. เพื่อเสนอแนวทางเชิงนโยบายจากผลการพยากรณ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ข้อมูลและแหล่งข้อมูล: ข้อมูลทุติยภูมิรายเดือน (Secondary Data) ปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2563–2567 รวม 60 จวดเวลา (Observations) จากกรมการขนส่งทางบก Department of Land Transport (2025) และข้อมูลเศรษฐกิจมหภาคจากธนาคารแห่งประเทศไทย

2. การทดสอบความนิ่งของข้อมูล: ตรวจสอบ Stationarity ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF Test) พบว่า $p\text{-value} < 0.05$ แสดงว่าข้อมูลไม่มีรากหน่วย (Unit Root) และมีความนิ่ง เหมาะสมต่อการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

3. แบบจำลองการพยากรณ์ที่ศึกษา:

3.1 แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend Model) $Y_t = a + bt$

3.2 การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Single Exponential Smoothing) $F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t$

3.3 แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) $Y_t = a + bt + ct^2$ (อธิบายแนวโน้มโค้งขึ้น/ลง หรือจุดเปลี่ยนทิศทาง)

3.4 แบบจำลองทางเลือกอื่นๆ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), แบบจำลองการเติบโตเอ็กซีโพเนนเชียล (Exponential Growth), แบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบคูณ (Multiplicative Model) และวิธีวินเทอร์สแบบคูณ (Winters' Multiplicative Method)

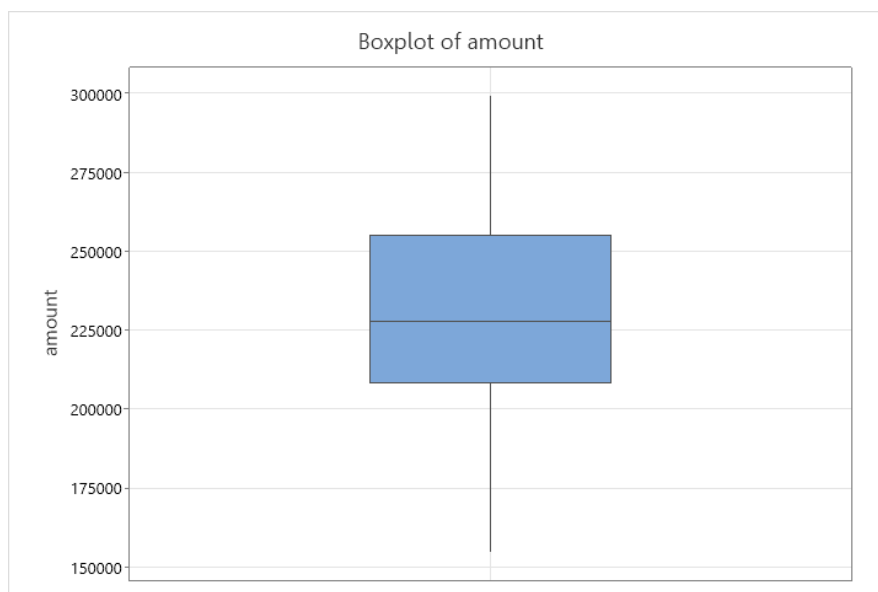
4. การประเมินความแม่นยำ (Model Evaluation) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ด้วยค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE)

$$MAD = \frac{\sum |X_i - F_i|}{n}, \quad MAPE = \frac{100}{n} \sum \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right|$$

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า

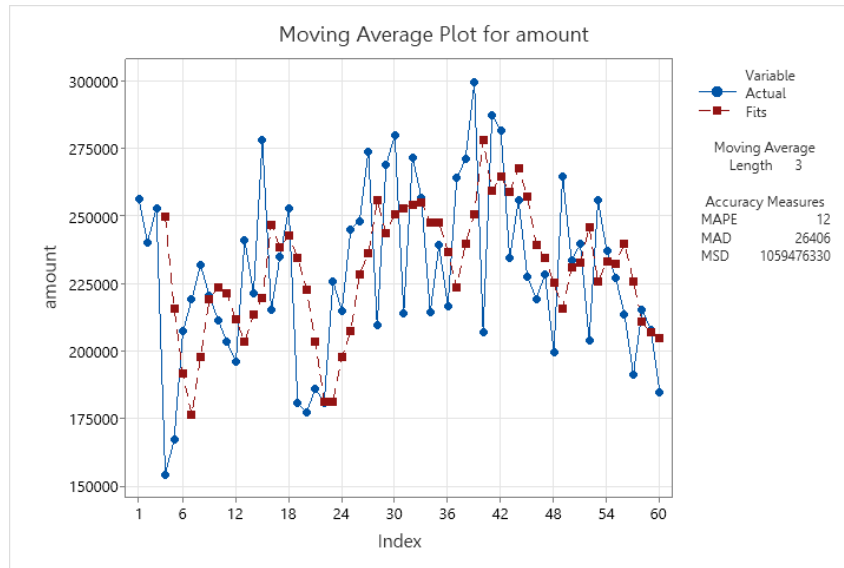
1. แนวโน้มความต้องการรถยนต์



ภาพที่ 1 การกระจายตัวของจำนวนการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคล (Boxplot)

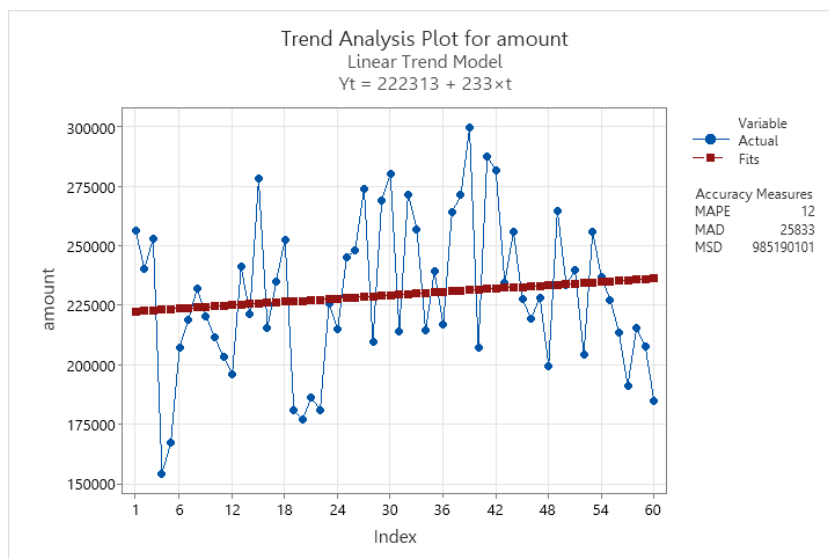
ภาพที่ 1 แสดงการกระจายตัวของจำนวนการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่กระจุกอยู่ในช่วงระหว่าง 210,000–250,000 คัน และมีค่ามัธยฐานประมาณ 230,000 คัน โดยไม่พบค่าผิดปกติ ข้อมูลมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์เชิงอนุกรมเวลา

2. ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลต่างๆ



ภาพที่ 2: แบบจำลองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Model)

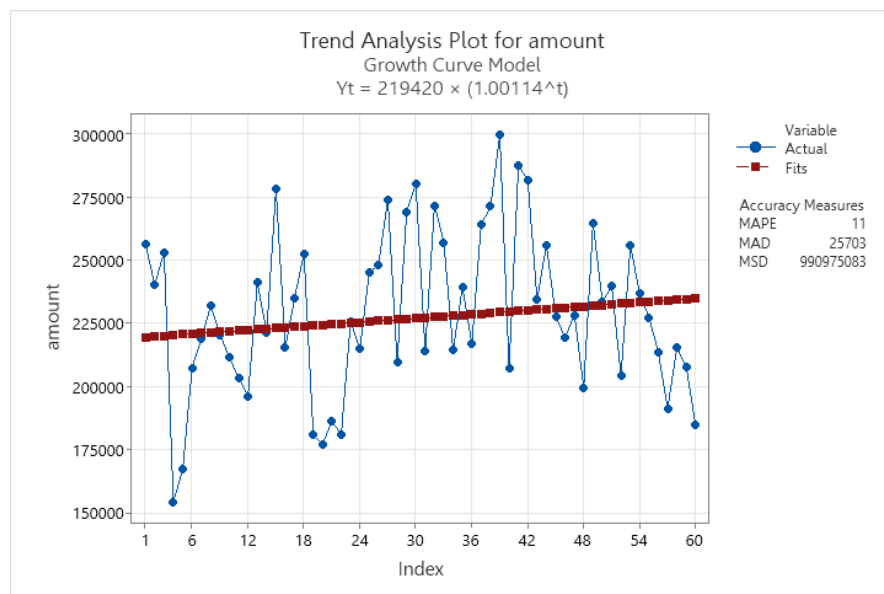
- MAPE = 12 แสดงว่าโมเดลมีแนวโน้มที่จะไม่เป็นเชิงเส้น
- MAD = 26,406 ยังมีค่าสูง



ภาพที่ 3: แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend Model)

$$y_t = 222,313 + 233 \times t$$

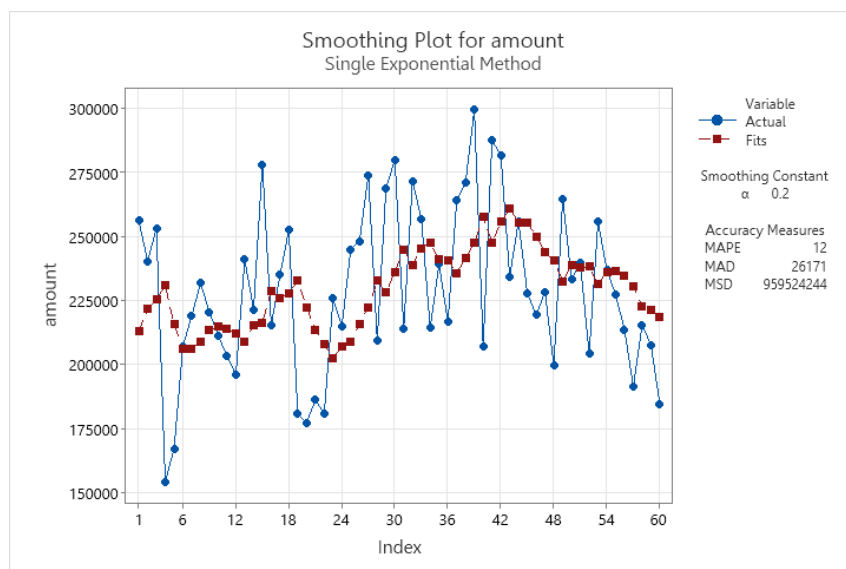
- MAPE = 12 แสดงให้เห็นว่ายังไม่สอดคล้องกับรูปแบบข้อมูลเชิงเส้น
- MAD = 25,833 ค่าลดลง แต่ยังไม่น่าพอใจ



ภาพที่ 4: แบบจำลองการเติบโตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Growth Model)

$$y_t = 219,420 \times 1.00114^t$$

- MAPE = 11 มีค่าต่ำ แสดงความแม่นยำสูงในการพยากรณ์
- MAD = 25,703 มีค่าต่ำ สะท้อนว่าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง



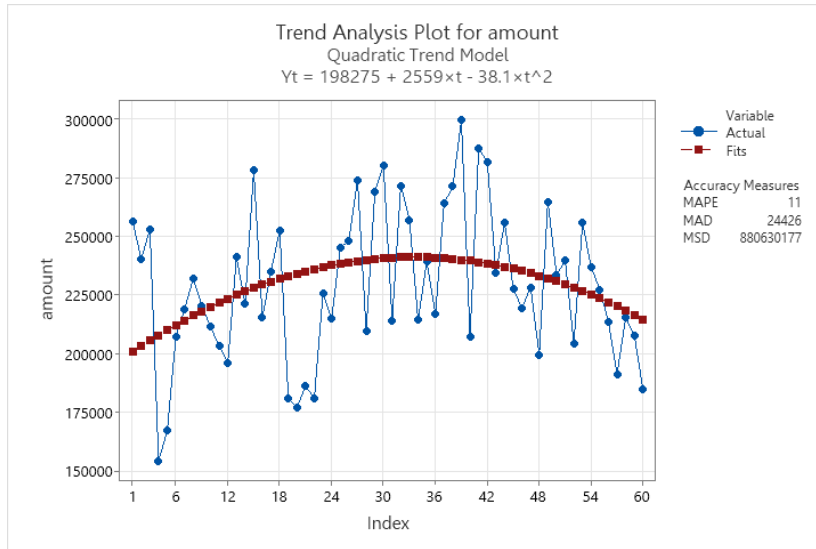
ภาพที่ 5: การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Single Exponential Smoothing)

ภาพที่ 5 การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Single Exponential Smoothing) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการปรับให้ข้อมูลเรียบเพื่อช่วยในการพยากรณ์แนวโน้มของข้อมูล พบว่า

- MAPE = 12 มีค่าต่ำ แสดงความแม่นยำสูงในการพยากรณ์ แต่ยังไม่ใช่ว่าต่ำสุด

วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2569)

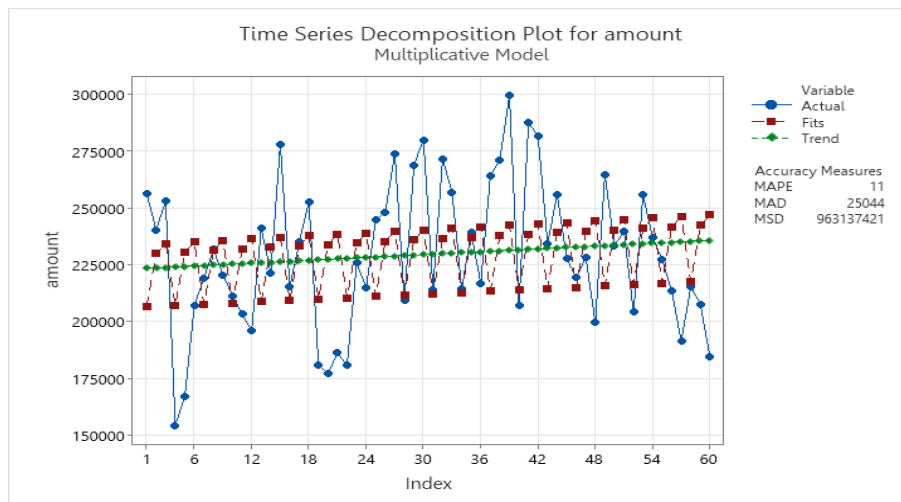
- $MAD = 26,171$ ค่าต่ำ สะท้อนว่าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง แต่ยังสูงกว่าค่า MAD จาก Growth Curve Model ($MAD = 25,703$)



ภาพที่ 6: แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model)

$$y_t = 198,272 + 2,559 \times t - 38.1 \times t^2$$

- $MAPE = 11$ มีค่าต่ำที่สุด แสดงความแม่นยำสูงในการพยากรณ์ดีกว่ารูปแบบอื่น
- $MAD = 24,426$ ค่าต่ำที่สุด สะท้อนว่าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่ารูปแบบอื่น



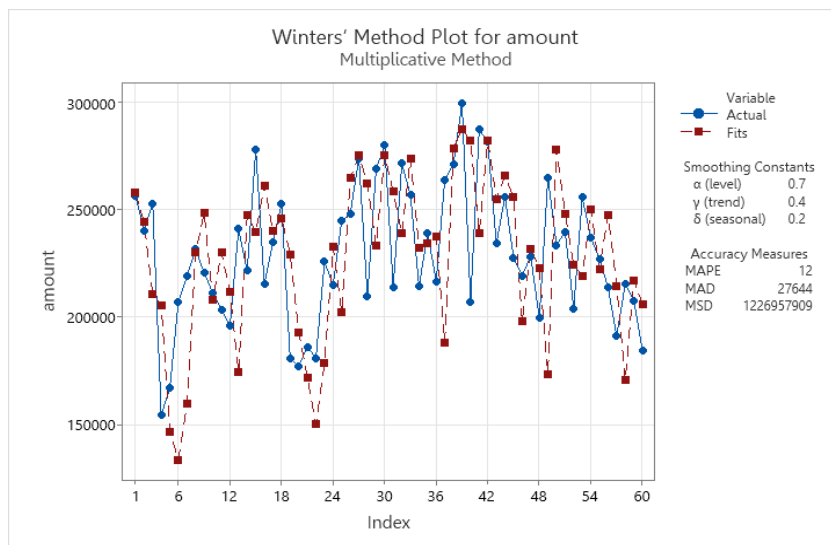
ภาพที่ 7: แบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบคูณ (Multiplicative Model)

ภาพที่ 7 แสดงผลของวิธีการแยกองค์ประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนตัวต่าง ๆ ได้แก่ ค่าจริง (Actual) ค่าพยากรณ์ (Fits) และแนวโน้ม (Trend) แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบคูณ (Multiplicative Model) สามารถจับแนวโน้มได้ แต่ยังมี ความแตกต่างระหว่างค่าจริง (Actual) กับค่าพยากรณ์ (Fits)

- $MAPE = 11$ มีค่าต่ำที่สุด แสดงความแม่นยำสูงในการพยากรณ์ดีกว่ารูปแบบอื่น

วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2569)

- $MAD = 25,044$ ค่าต่ำ สะท้อนว่าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง แต่ยังมีค่าสูงกว่า ค่า MAD จากแบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model)



ภาพที่ 8: วิธีวินเทอร์สแบบคูณ (Winter's Multiplicative Method)

ภาพที่ 8 แสดงผลของวิธีวินเทอร์สแบบคูณ ซึ่งเป็นวิธีที่นำทั้ง แนวโน้ม (Trend) และ ฤดูกาล (Seasonality) มารวมในโมเดลการพยากรณ์ โดยใช้รูปแบบการคูณ (Multiplicative Method)

- $MAPE = 12$ มีค่าต่ำ แสดงความแม่นยำสูงในการพยากรณ์ แต่ยังมีค่าสูงกว่า $MAPE$ จากแบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model)
- $MAD = 27,644$ ค่าต่ำ สะท้อนว่าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง แต่ยังมีค่าสูงกว่า ค่า MAD จากวิธีอื่น ๆ หลายวิธี

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาและการตรวจสอบสมมติฐานเบื้องต้น พบว่า แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) ให้ค่า $MAD = 11$ และ $MAPE = 24,226$ มีความเหมาะสมสูงสุดทั้งในเชิงสถิติและการตีความทางเศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถอธิบายแนวโน้มแบบโค้งลงของตลาดรถยนต์ได้อย่างแม่นยำ ผลการพยากรณ์สะท้อนว่าอัตราการเติบโตของการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทยมีแนวโน้มชะลอตัวลงในช่วง 5 ปีข้างหน้า ซึ่งควรนำไปใช้ประกอบการวางแผนเชิงนโยบายด้านภาษี การส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้า และการบริหารจัดการตลาดยานยนต์ให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจมหภาค

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองอนุกรมเวลาหลายรูปแบบ ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ($MAPE = 11.0$, $MAD = 24,426$) แสดงเปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองอนุกรมเวลาหลายรูปแบบ ดังตารางที่ 1

วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2569)

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองอนุกรมเวลา

ลำดับ	แบบจำลอง (Model)	ค่า MAPE	ค่า MAD	ลักษณะความสัมพันธ์ ของข้อมูล	หมายเหตุ
1	แบบจำลองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Model)	12.0	26,406	ไม่เสถียร มีความผันผวนสูง	คลาดเคลื่อนมาก ไม่ เหมาะกับข้อมูลแนวโน้ม
2	แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend Model)	12.0	25,833	เชิงเส้น	คลาดเคลื่อนลดลงแต่ยัง ไม่แม่นยำเพียงพอ
3	แบบจำลองการเติบโตแบบเอ็กซ์ โพเนนเชียล (Exponential Growth Model)	11.0	25,703	เพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนน เชียล	แม่นยำดี เหมาะกับข้อมูล ที่มีการเติบโตต่อเนื่อง
4	การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล อย่างง่าย (Single Exponential Smoothing)	12.0	26,171	ค่าเรียบและมีแนวโน้ม ต่อเนื่อง	ความแม่นยำปานกลาง เหมาะกับข้อมูลไม่ผัน ผวนมาก
5	แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model)	11.0	24,426	โค้งแบบพาราโบลา (ไม่เชิงเส้น)	แม่นยำสูงสุด เหมาะสม กับข้อมูลในบริบทนี้
6	แบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบคูณ (Multiplicative Model)	11.0	25,044	มีแนวโน้มและฤดูกาล ร่วมกัน	ความแม่นยำรองลงมา
7	วิธีวินเทอร์สแบบคูณ (Winter's Multiplicative Method)	12.0	27,644	รวมแนวโน้มและฤดูกาล	แม่นยำต่ำสุดเมื่อเทียบ กับแบบจำลองอื่น

หมายเหตุ: ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด (MAPE = 11.0, MAD = 24,426) พบในแบบจำลอง Quadratic Trend ซึ่งสามารถจับแนวโน้มแบบไม่เชิงเส้นของตลาดรถยนต์ในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของแบบจำลองอนุกรมเวลาทั้ง 7 แบบ โดยใช้ตัวชี้วัด Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และ Mean Absolute Deviation (MAD) พบว่าแบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด (MAPE = 11.0; MAD = 24,426) แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการอธิบายลักษณะข้อมูลที่มีแนวโน้มแบบโค้งและไม่เป็นเชิงเส้นได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น

แบบจำลองที่อาศัยสมมติฐานความเป็นเส้นตรง เช่น แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend Model) ให้ความแม่นยำน้อยกว่า เนื่องจากข้อมูลมีความผันผวนและไม่สอดคล้องกับแนวโน้มเชิงเส้น ขณะที่แบบจำลองที่เน้นการปรับเรียบ เช่น การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Single Exponential Smoothing) และ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Model) ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง สะท้อนว่าข้อมูลมีความผันผวนมากเกินกว่าวิธีดังกล่าวจะรองรับได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับแบบจำลองที่ผสมองค์ประกอบแนวโน้มและฤดูกาล เช่น แบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบคูณ (Multiplicative Model) และ วิธีวินเทอร์สแบบคูณ (Winter's Multiplicative Method) แม้สามารถจับรูปแบบความผันผวนตามฤดูกาลได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่าแบบจำลองแนวโน้มกำลังสองอย่างมีนัยสำคัญ

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อเสนอแนวทางเชิงนโยบายจากผลการพยากรณ์ จากผลการวิเคราะห์เชิงอนุกรมเวลา พบว่า แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) มีความแม่นยำสูงที่สุดในการพยากรณ์แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย โดยให้ค่า MAPE ต่ำสุดที่ 11.0 และค่า MAD ต่ำสุดที่ 24,426 สะท้อนว่าโมเดลดังกล่าวสามารถจับลักษณะความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีแนวโน้มแบบโค้งลงได้อย่างเหมาะสม และเหมาะสมกับตลาดรถยนต์ไทยที่มี “turning points” สามารถต่อยอดไปยังสาขาอื่น เช่น forecasting พลังงาน โลจิสติกส์ หรือเศรษฐกิจมหภาคเพื่อยกระดับ contribution จาก “ดี” ไปสู่ “ดีมาก” นอกจากนี้ ผลการพยากรณ์ในช่วงปี พ.ศ. 2568–2572 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลมีแนวโน้ม ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 2–3 ต่อปี ซึ่งมีนัยสำคัญต่อการกำหนดนโยบายด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศในอนาคต นำไปสู่ข้อเสนอเชิงนโยบายใน 3 มิติหลัก ดังนี้

1. มิติด้านเศรษฐกิจและการตลาดยานยนต์ ภาครัฐควรส่งเสริมการฟื้นฟูตลาดรถยนต์ในประเทศผ่านมาตรการทางการเงินและภาษี เช่น การลดอัตราดอกเบี้ยเช่าซื้อรถยนต์ การปรับลดภาษีสรรพสามิตสำหรับรถยนต์พลังงานสะอาด หรือการให้สิทธิประโยชน์ด้านภาษีแก่ผู้ผลิตที่ลงทุนในเทคโนโลยีประหยัดพลังงาน ทั้งนี้ เพื่อกระตุ้นการใช้จ่ายและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยในระยะยาว

2. มิติด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงานสะอาด ผลการพยากรณ์ที่ชี้ให้เห็นถึงการชะลอตัวของตลาดรถยนต์ส่วนบุคคล ควรถูกใช้เป็นโอกาสในการเร่งเปลี่ยนผ่านสู่การใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) และระบบขนส่งคาร์บอนต่ำ โดยรัฐบาลควรกำหนดนโยบายสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน EV เช่น สถานีชาร์จไฟฟ้า และการให้เงินอุดหนุนแก่ผู้บริโภค รวมทั้งพัฒนาแนวทางกำจัดแบตเตอรี่และชิ้นส่วนเก่าอย่างยั่งยืน

3. มิติด้านพฤติกรรมผู้บริโภคและการขนส่งสาธารณะ ผลการพยากรณ์สะท้อนถึงพฤติกรรมผู้บริโภคยุคใหม่ให้ความสำคัญกับการ “เข้าถึงการเดินทางมากกว่าการเป็นเจ้าของรถยนต์” ภาครัฐจึงควรส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะที่เชื่อมโยงอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การขยายเส้นทางขนส่งมวลชนในเมืองรอง และสนับสนุนธุรกิจบริการร่วมเดินทาง (Ride-sharing) อย่างถูกกฎหมาย เพื่อเป็นทางเลือกการเดินทางที่ยั่งยืน

โดยสรุป ผลการศึกษารังนี้ชี้ให้เห็นว่า การพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลาสามารถใช้เป็นเครื่องมือเชิงนโยบายเพื่อคาดการณ์แนวโน้มตลาดยานยนต์และพฤติกรรมผู้บริโภคในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประยุกต์ใช้ผลการพยากรณ์ควรถูกนำไปใช้ประกอบการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ของภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม และสถาบันการเงิน เพื่อให้การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยดำเนินไปอย่างมั่นคงและสอดคล้องกับบริบทเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. การยืนยันเชิงประจักษ์ถึงความเหมาะสมของแบบจำลอง งานวิจัยนี้ให้หลักฐานเชิงประจักษ์ว่าแบบจำลองแนวโน้มกำลังสองมีความเหมาะสมและให้ประสิทธิภาพสูงกว่าสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลตลาด

วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2569)

ยานยนต์ที่มีลักษณะแนวโน้มไม่คงที่และมีความผันผวนตามวัฏจักรเศรษฐกิจ ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

2. การพัฒนาแนวทางเชิงปฏิบัติสำหรับการประยุกต์ใช้ งานวิจัยนำเสนอกรอบแนวคิดและแนวทางเชิงปฏิบัติในการนำผลการพยากรณ์ไปใช้สนับสนุนการกำหนดนโยบายเศรษฐกิจและยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทย โดยเฉพาะในมิติของการวางแผนกำลังการผลิต การบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน และการส่งเสริมการลงทุนในภาคยานยนต์

3. การขยายขอบเขตองค์ความรู้เดิมสู่บริบทใหม่ งานวิจัยนี้ขยายและปรับปรุงองค์ความรู้ด้านการพยากรณ์เชิงปริมาณให้สอดคล้องกับบริบทข้อมูลภาครัฐไทยและลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศ รวมทั้งแสดงให้เห็นศักยภาพในการประยุกต์ใช้แบบจำลองเดียวกันกับสาขาอื่น เช่น การพยากรณ์ความต้องการพลังงาน การวางแผนการผลิตภาคอุตสาหกรรม และการวิเคราะห์ตัวชี้วัดเศรษฐกิจมหภาค

สาระสำคัญของงานวิจัยนี้ เป็นการต่อยอดศักยภาพและความเหมาะสมของแบบจำลองแนวโน้มกำลังสองในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะแนวโน้มไม่เชิงเส้น พร้อมทั้งชี้แนะทางการนำไปประยุกต์ใช้เชิงนโยบายอย่างเป็นรูปธรรมในบริบทของประเทศไทย แสดงเป็นแผนภาพได้ ดังนี้



อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีช่วงที่แนวโน้มเติบโตและชะลอตัวสลับกันไปตามสภาวะเศรษฐกิจและนโยบายของภาครัฐ ทั้งนี้เป็นเพราะข้อมูลการจดทะเบียนรถยนต์สะท้อนความผันผวนของตลาดยานยนต์ที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยมหภาค เช่น อัตราดอกเบี้ย ภาษีสรรพสามิต และมาตรการสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งส่งผลต่ออุปสงค์การซื้อรถยนต์ในแต่ละช่วงเวลา สอดคล้องกับแนวคิดของ (Hyndman and

Athanasopoulos, 2021) ที่ระบุว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาของอุตสาหกรรมที่อยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านทางเทคโนโลยี มักมีแนวโน้มไม่คงที่ และรูปแบบข้อมูลอาจแสดงการโค้งลง (concave trend) ได้ รวมถึงสนับสนุนแนวคิดของ Montgomery, Jennings, and Kulahci (2015) ที่ชี้ว่าแบบจำลองที่มีพจน์กำลังสองสามารถอธิบายแนวโน้มที่มี “จุดเปลี่ยนทิศทาง” ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า แบบจำลองควอดราติก (Quadratic Trend Model) เป็นแบบจำลองที่ให้ค่าความแม่นยำสูงที่สุด โดยมีค่า MAPE และ MAD ต่ำกว่าแบบจำลองอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถจับแนวโน้มข้อมูลที่มีลักษณะการเร่งตัวและชะลอตัวได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เป็นเพราะรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลการจดทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยไม่ได้เป็นเส้นตรง แต่มีการเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยนโยบายภาครัฐและพฤติกรรมผู้บริโภค เช่น โครงการส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้า และการเปลี่ยนทัศนคติจากการ “ครอบครองรถยนต์” ไปสู่การ “ใช้บริการเดินทางร่วม” (Sharing Economy) สอดคล้องกับงานของ Chen et al. (2022) และ Songmuang (2023) ที่ชี้ว่าพฤติกรรมผู้บริโภคยุคใหม่ให้ความสำคัญกับการเข้าถึงบริการมากกว่าการเป็นเจ้าของสินทรัพย์ขนาดใหญ่ อีกทั้งยังสนับสนุนผลการศึกษาของ Hyndman and Athanasopoulos (2021) ที่ระบุว่า แบบจำลองควอดราติกมีความยืดหยุ่นสูง และสามารถสะท้อนแนวโน้มตลาดที่มีการเปลี่ยนผ่านเชิงโครงสร้างได้ดีกว่าแบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า การพยากรณ์แนวโน้มในช่วงปี พ.ศ. 2568–2572 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เป็นเพราะการเปลี่ยนผ่านของอุตสาหกรรมยานยนต์สู่ยุคยานยนต์ไฟฟ้า (EV Transition) และเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ ส่งผลให้ความต้องการรถยนต์ใช้น้ำมันลดลง สอดคล้องกับรายงานของ (Office of Energy Policy and Planning, 2024) ที่คาดการณ์ว่าภายในปี 2573 รถยนต์ไฟฟ้าจะมีสัดส่วนถึงร้อยละ 30 ของรถยนต์ใหม่ทั้งหมด นอกจากนี้ยังสะท้อนถึงข้อจำกัดทางเศรษฐกิจ เช่น ระดับหนี้ครัวเรือนที่สูงและอัตราดอกเบี้ยขาขึ้น (Bank of Thailand, 2024) ซึ่งลดทอนกำลังซื้อของผู้บริโภค แนวโน้มดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ (Hyndman and Athanasopoulos, 2021) ที่อธิบายว่า ตลาดที่อยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านทางเทคโนโลยีจะมีลักษณะของแนวโน้มที่โค้งลง (concave) อันเกิดจากการหดตัวของตลาดเดิมและการเติบโตของตลาดใหม่ที่ยังไม่สมบูรณ์

สรุป

การวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์แนวโน้ม คัดเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสม และเสนอแนวทางเชิงนโยบายสำหรับตลาดยานยนต์ไทย ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) มีประสิทธิภาพสูงสุดในการพยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น โดยชี้ให้เห็นว่าการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยร้อยละ 2–3 ต่อปี ในช่วงปี พ.ศ. 2568–2572 ซึ่งสะท้อนถึงการเปลี่ยนผ่านเชิงโครงสร้างจากปัจจัยเศรษฐกิจมหภาค นโยบายส่งเสริม EV และพฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อค้นพบนี้เป็นประโยชน์ต่อภาครัฐและภาคเอกชนในการวางยุทธศาสตร์เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมยานยนต์อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทย พบว่า แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) มีความเหมาะสมที่สุดในการอธิบายแนวโน้มข้อมูล และผลการพยากรณ์สะท้อนว่าการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทยมีแนวโน้มชะลอตัวลงในช่วงปี พ.ศ. 2568–2572 ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่กำหนดนโยบาย ควรใช้ผลพยากรณ์เป็นฐานข้อมูลในการวางยุทธศาสตร์ยานยนต์ ปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิต และส่งเสริมระบบนิเวศ EV

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองอนุกรมเวลาหลายรูปแบบ พบว่า แบบจำลองแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic Trend Model) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มตลาดรถยนต์มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เชิงเส้นและมีความผันผวน ดังนั้น ผู้ประกอบการ ค่ายรถยนต์ หรือดีลเลอร์ ควรปรับแผนกำลังการผลิต บริหารสินค้าคงคลัง และปรับพอร์ตผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับอุปสงค์ที่ชะลอตัว

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อเสนอแนวทางเชิงนโยบายจากผลการพยากรณ์ พบว่า ปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยร้อยละ 2–3 ต่อปี ในช่วงปี พ.ศ. 2568–2572 ซึ่งสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตลาดยานยนต์และพฤติกรรมผู้บริโภคในอนาคต ดังนั้น สถาบันการเงินควรปรับปรุงมาตรการอนุมัติสินเชื่อเช่าซื้อรถยนต์และการบริหารจัดการความเสี่ยง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1. ควรศึกษาการพยากรณ์โดยใช้ แบบจำลองเชิงสถิติขั้นสูง เช่น ARIMA, SARIMA หรือ Hybrid Models

2.2. ควรเพิ่มตัวแปรอิสระภายนอก (Exogenous Variables) เช่น ราคาน้ำมัน ดัชนีความเชื่อมั่นผู้บริโภค ในรูปแบบวิเคราะห์ ARIMAX หรือ Machine Learning/Deep Learning

2.3. ควรเปรียบเทียบผลการพยากรณ์แยกระดับภูมิภาค (Regional Data) เพื่อการวางแผนเชิงพื้นที่ที่แม่นยำยิ่งขึ้น

References

Bank of Thailand. (2023). *Financial Stability Report*. Retrieved August 20, 2025, from

<https://www.bot.or.th/Thai/Statistics/Report/Pages/default.aspx>

Bank of Thailand. (2024). *Household Debt Situation in Thailand*. Retrieved August 20, 2025,

from <https://www.bot.or.th/th/research-and-publications/articles-and-publications/bot-magazine/Phrasiam-67-2/2567-info-debt-situation.html>

- Chen, L., Wang, Y., & Xu, J. (2022). Changing Car Ownership Preferences in the Sharing Economy: Evidence from Asian Urban Consumers. *Journal of Consumer Behaviour*, 21(4), 785–799. Retrieved August 20, 2025, from <https://doi.org/10.1002/cb.2029>
- Department of Land Transport. (2025). *Newly Registered Vehicles Statistics*. Retrieved August 20, 2025, from <https://web.dlt.go.th/statistics/>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice*. (3rd ed.). Melbourne, Australia: OTexts.
- Karaboon, T. & Sirisugandha, T. (2024). Attitudes, Motivations, and Technology Acceptance Affecting the Intention to Purchase Electric Vehicles in Lampang Province. *MCU Ubon Review*, 9(2), 303–314.
- Krungsri Research. (2024). *Business/Industry Outlook 2024–2026: Automotive industry*. Retrieved August 20, 2025, from <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/hi-tech->
- Kumar, S., & Rajesh, R. (2022). Forecasting Automobile Sales Using ARIMA and Machine Learning Models: Evidence from Emerging Markets. *International Journal of Forecasting*, 38(3), 1174–1188. Retrieved August 20, 2025, from <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.10.005>
- Li, Q., & Zhao, H. (2023). Macroeconomic Determinants of Vehicle Demand: A Comparative Study of ASEAN Countries. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 172, 103–118. Retrieved August 20, 2025, from <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.02.004>
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Office of Energy Policy and Planning. (2024). *National Energy Plan 2024–2037*. Bangkok: Ministry of Energy.
- Songmuang, S. (2023). Consumer Behavior of Generation Z and Digital Marketing 4.0 Strategies Affecting Purchase Decision Processes in Nonthaburi Province. *Journal of Accounting and Management*, 15(1), 116–127.