ตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย

Forecasting Models for Sales Volume of Sports Shoes in Thailand

สิโรรัตน์ จั่นงาม[1*] และกนิษฐา ยิ้มนาค[2]

Sirorath Channgam[1*] and Kanittha Yimnak[2]

[1]*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้นิพนธ์หลัก (Corresponding Author) E-mail: siroruth.c@gmail.com

Received: September 20,2022 Revised: November 3,2022 Accepted: December 23,2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึง เดือนตุลาคม 2564 แบบรายเดือน จำนวน 72 ค่า และได้แบ่งข้อมูลออกเป็นสองชุด ชุดแรก จำนวน 60 ค่า คือ ข้อมูลเดือนมกราคม 2559 ถึง เดือนธันวาคม 2563 และชุดสอง จำนวน 12 ค่า คือ ข้อมูลเดือนมกราคม 2564 ถึง เดือนธันวาคม 2564 ข้อมูลชุดแรกใช้สำหรับสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ 4 วิธีคือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลชุดสองใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นของตัวแบบการพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ที่มีค่าต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด (MAPE = 52.92) ซึ่งมีตัวแบบการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_{t+m} = 103431.579 - 48246.114[(m-1) + \frac{1}{0.208}]$

คำสำคัญ: ทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ , ทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์, ทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม, บอกซ์-เจนกินส์, ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

Abstract

The purpose of this research is to create a suitable forecasting model of sales volume of sports shoes in Thailand. The data is gathered from the website of the Office of Industrial Economics during January 2016 to October 2021 amount 70 values and was divided into two sets of categories. The first category has 60 values which are sales volume of sports shoes in Thailand data during January 2016 to December 2021. The second category has 12 values which are quantity of sales volume of sports shoes in Thailand data during January 2021 to December 2021. The first category use to construct the forecasting model with 4 method: Holt's exponential smoothing, Brown's exponential smoothing, Damped Trend Exponential Smoothing and the Box-Jenkins method. The second category for checking the accuracy of the forecasting models via the criterion of the lowest mean absolute percentage error. The results showed that Damped Trend Exponential Smoothing model is most suitable for this time series (MAPE = 52.92) and the forecast model was $\hat{Y}_{t+m} = 103431.579 - 48246.114[(m-1) + \frac{1}{0.208}]$.

Keywords: Holt's exponential smoothing, Brown's exponential smoothing, Damped Trend Exponential Smoothing, Box-Jenkins, mean absolute percentage error

บทนำ

ในปัจจุบันกระแสการดูแลสุขภาพในทุกเพศทุกวัยได้รับการใส่ใจและเห็นถึงความสำคัญของการมีสุขภาพที่ดี กระแสการออกกำลังกายและเล่นกีฬาจึงเป็นที่นิยมมากขึ้น สามารถออกกำลังกายได้ตลอดเวลาตอบสนองกับการใช้ชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังสามารถออกกำลังกายในบ้านหรือออกกำลังกายนอกบ้านตามที่บริการต่าง ๆ เช่น สปอร์ตคลับ ศูนย์ฟิตเนส บริการแอโรบิค ศูนย์โยคะ เห็นได้จากแนวโน้มการจัดตั้งใหม่ของที่บริการเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเมื่อพิจารณาจำนวนจัดตั้งใหม่ของธุรกิจสถานที่ออกกำลังกายในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมา (ปี 2558 - 2562) การจัดตั้งใหม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี 2562 (ม.ค.-พ.ย.) มีจำนวนจัดตั้งใหม่ 139 ราย เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีที่แล้วคิดเป็น 2.21% (กรมพัฒนาธุรกิจการค้า, 2562) และมีการจัดงานวิ่งที่จัดขึ้นทั่วประเทศ เห็นได้จากกิจกรรมการเดิน-วิ่งเพื่อสุขภาพมีการเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.4 ในปี 2561 (สักกรินทร์ นิยมศิลป์, 2563) ในการเลือกใส่รองเท้าผ้าใบธรรมดาหรือรองเท้าสำหรับใส่การออกกำลังกายทั่ว ๆ ไปเพื่อใช้สำหรับวิ่งออกกำลังกายจึงเป็นนิยมเพิ่มเป็นจำนวนมาก โดยต้องเลือกใส่รองเท้าให้เหมาะสมกับการวิ่งออกกำลังกายด้วย ถ้าเลือกรองเท้าที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เท้าบาดเจ็บหรือทำให้วิ่งไม่ได้เต็มที่ ดังนั้นการคัดเลือกรองเท้าวิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานและการ

ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งให้ดียิ่งขึ้น ทำให้ธุรกิจรองเท้าวิ่งจึงมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นหลากหลายยี่ห้อ (Brand) เช่น งานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรองเท้ากีฬาไนกี้ (NIKE) ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เพื่อสำรวจพฤติกรรมการซื้อรองเท้ากีฬาไนกี้ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7Ps) ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยด้านราคา (Price) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ปัจจัยด้านบุคคล (People) ปัจจัยด้านกระบวนการ(Process) และปัจจัยด้านกายภาพ (Physical Evidence) ปัจจัยลักษณะทางประชากรศาสตร์ในเรื่องของเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรองเท้ากีฬาไนกี้ (NIKE) มีเพียงปัจจัยเดียว คือ ปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ การตัดสินใจซื้อรองเท้ากีฬาไนกี้ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลมีความแตกต่างกันในด้านของเพศเพียงด้านเดียว โดยเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยในการตัดสินใจซื้อมากกว่าเพศชาย (วศรสวรรค์ สิริวัฒนเศรษฐ, 2559) จะเห็นได้ว่ามีการศึกษาถึงปัจจัยในการเลือกซื้อรองเท้ากีฬาและมีการพัฒนารองเท้าเพื่อให้ตรงตามความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ของปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีอิทธิพลของแนวโน้ม แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล (ทวีศักดิ์ อรชร, 2559; ปฏิภาณ มั่นกสิกรณ์ และพุดตาน พันธุเณร, 2564) วิธีทางสถิติที่เหมาะสมกับข้อมูลดังกล่าวมีจำนวน 4 วิธี คือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีบอกซ์-เจนกินส์

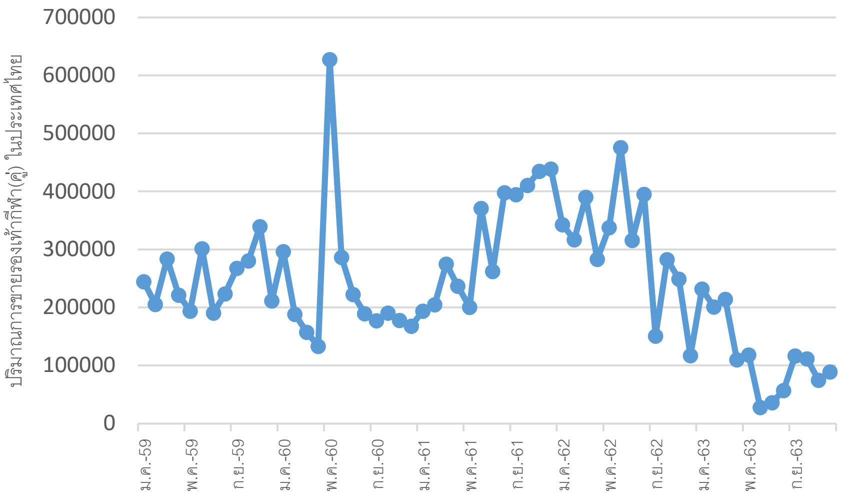
วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ของปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย จากวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และเปรียบเทียบความถูกต้องหรือความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์จาก 4 วิธี

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2564) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนตุลาคม 2564 จำนวน 70 ค่า โดยแบ่งข้อมูลเป็นสองชุด ชุดแรก คือ

เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2563 จำนวน 60 ค่า และชุดสอง คือ เดือนมกราคม 2564 ถึงเดือนตุลาคม 2564 จำนวน 12 ค่า โดยที่ข้อมูลชุดแรกสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ และชุดสองสำหรับการเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำและเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าที่ต่ำที่สุดด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute percentage error : MAPE) จากการศึกษาข้อมูลชุดแรก (มกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2563) จำนวน 60 ค่า พบว่าข้อมูลมีอิทธิพลของแนวโน้ม แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเวลาปริมาณการขายรองเท้ากีฬา(คู่) ในประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2563 (ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทางสถิติทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ (Holt’s Exponential Smoothing)

วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ (วรางคณา เรียนสุทธิ์,2556; ทิพรดา วาลมุลตรี, 2563; อิสริยพร หลวงหาญ, 2562) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะ

เป็นแนวโน้มเชิงเส้นตรงและไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล มีค่าคงที่ 2 ตัว คือ ค่าคงที่สำหรับปรับให้เรียบของค่าระดับ (α) และค่าคงที่สำหรับการปรับให้เรียบของค่าความชัน (γ) และตัวแบบการพยากรณ์ แสดงดังสมการ (1)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) \tag{1}$$

$$a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$$
$$b_t = \gamma(a_t + a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$$

เมื่อ

$\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$

m แทนช่วงจำนวนเวลาที่ต้องพยากรณ์ล่วงหน้า

a_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y

b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงความชันของแนวโน้ม

α, γ แทนค่าคงตัวการปรับเรียบ โดยที่ $0< \alpha <1$, $0< \gamma <1$

สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ ผู้วิจัยได้พิจารณาจากเกณฑ์สารสนเทศของเบส์ (Bayesian information criterion : BIC) ที่มีค่าต่ำที่สุด แสดงถึงความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีค่าต่ำ สำหรับการตรวจสอบตัวแบบพยากรณ์ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ได้พิจารณาจากค่าสถิติของบ๊อกซ์และจุง (Ljung-Box Q) ที่ไม่มีนัยสำคัญ และความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ต้องมีลักษณะตามข้อสมมติ คือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ มีความเป็นอิสระต่อกันและมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา

2. การสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ (Brown’s Exponential Smoothing)

วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ (วรางคณา เรียนสุทธิ์, 2556; จารุเดช โตจำศิลป์ และสิทธิพร พิมพ์สกุล, 2561) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้มเชิงเส้นตรงและไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล มีค่าคงที่ของการปรับเรียบของค่าระดับและค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันเท่ากัน ตัวแบบการพยากรณ์แสดงดังสมการ (2)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t[(m-1) + \frac{1}{\alpha}] \tag{2}$$

$$a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$$
$$b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$$

เมื่อ

$\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$

m แทนช่วงจำนวนเวลาที่ต้องพยากรณ์ล่วงหน้า

a_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y

b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงความชันของแนวโน้ม

α แทนค่าคงตัวการปรับเรียบ โดยที่ 0< α <1

สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์จะพิจารณาเหมือนกับวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์

3. การสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม (Damped Trend Exponential Smoothing)

วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม (วรางคณา เรียนสุทธิ์, 2556) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะไม่มีส่วนประกอบของฤดูกาล และมีอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเปลี่ยนแปลงช้ากว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรง (มุกดา แม้นมินทร์, 2549) มีค่าคงที่การทำให้เรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (α) ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (γ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันแบบ Damped $(\emptyset)$ ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการ (3)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^{m} \emptyset^i \tag{3}$$

$$a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \emptyset b_{t-1})$$
$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\emptyset b_{t-1}$$

เมื่อ

$\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$

m แทนช่วงจำนวนเวลาที่ต้องพยากรณ์ล่วงหน้า

a_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y

b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงความชันของแนวโน้ม

α แทนค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ โดยที่ 0< α <1

γ แทนค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน โดยที่ 0< γ <1

$\emptyset$ แทนค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันแบบ Damped โดยที่ 0< $\emptyset$ <1

สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์จะพิจารณาเหมือนกับวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์

4. การสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method)

วิธีการบอกซ์-เจนกินส์ (มุกดา แม้นมินทร์, 2549) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างมากเนื่องจากใช้ผลการพยากรณ์ในระยะสั้นที่มีความแม่นยำ ในการกำหนดตัวแบบการพยากรณ์จากการตรวจสอบฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเอง (autocorrelation function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วน (partial autocorrelation function : PACF) ของอนุกรมเวลาแบบคงที่ (stationary time series) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ตลอดเวลา หากพบว่าอนุกรมเวลามีความเคลื่อนไหวแบบไม่คงที่ (non-stationary time series) จะต้องแปลงอนุกรมเวลานั้นให้เป็นอนุกรมเวลาที่คงที่ก่อนการกำหนดตัวแบบ หากอนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยไม่คงที่ควรแปลงอนุกรมเวลาโดยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (difference or seasonal difference) หากอนุกรมเวลามีความแปรปรวนไม่คงที่ควรแปลงอนุกรมเวลาโดยใช้ลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithm) หรือ รากที่สอง (square root) เป็นต้น การสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ มีขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดตัวแบบการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่มีการปรับให้เป็นอนุกรมเวลาที่คงที่ จากตัวแบบทั่วไปของวิธีบอกซ์-เจนกินส์ คือ $\mathrm{SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_L}$ แสดงได้ดังสมการที่ (4)

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^L)(1-B)^d(1-B^L)^D y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^L)\varepsilon_t \quad (4)$$

เมื่อ

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p$ แทนกระบวนการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$

$\Phi_P(B^L) = 1 - \Phi_1 B^L - \Phi_2 B^{2L} - \cdots - \Phi_P B^{PL}$ แทนกระบวนการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P

$(1-B)^d$ แทนผลต่างแบบไม่มีฤดูกาล อันดับ d

$(1-B^L)^D$ แทนผลต่างแบบมีฤดูกาล อันดับ D

$\delta = \phi_p(B)\Phi_p(B^L)\mu$ แทนค่าคงที่

μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q$แทนกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q

$\Theta_Q(B^L) = 1 - \Theta_1 B^L - \Theta_2 B^{2L} - \cdots - \Theta_Q B^{QL}$ แทนกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ Q

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง

ε_t แทน Gaussian white noise ณ เวลา t โดยที่เป็นอิสระต่อกัน และมีการแจกแจงปรกติที่มี

ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนคงที่ในทุกเวลา t

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดค่าพารามิเตอร์ จากการพิจารณากราฟของ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่คงที่และประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยทำการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนต้องมีความเป็นอิสระต่อกันด้วยสถิติทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov’s test) สำหรับการตรวจสอบความเป็นอิสระต่อกันจะพิจารณาแผนภาพการกระจายระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับเวลา สำหรับการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ด้วยการทดสอบที (t-test) และความแปรปรวนคงที่ด้วยการทดสอบของเลวีนภายใต้การใช้มัธยฐาน (Levene’s test based on median) ถ้าไม่ผ่านการตรวจสอบ จะต้องกลับไปดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 ใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ได้ตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสม ในกรณีที่มีตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมมากกว่าหนึ่งตัวแบบการพยากรณ์ สามารถพิจารณาจาก (Bayesian Information Criterion : BIC) ที่มีค่าต่ำที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 พยากรณ์อนุกรมเวลาล่วงหน้า ด้วยตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

การเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์จะใช้ข้อมูลชุดสอง คือ ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม 2564 ถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 12 ค่า กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบการพยากรณ์จากวิธีที่กล่าวมาข้างต้น โดยพิจารณาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ที่มีค่าต่ำที่สุด แสดงดังสมการ (5)

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{e_t}{Y_t}\right| \times 100 \qquad (5)$$

เมื่อ

$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

ผลการวิจัย

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ใช้ข้อมูลชุดแรก คือ ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2563 จำนวน 60 ค่า มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์

จากการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีของโฮลต์พบว่า BIC = 23.051 และค่าสถิติของบ๊อกซ์และจุง (Ljung-Box Q) ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 19.176, p-value=0.799) แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ หลังจากนั้นตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.103, p-value=0.179) มีการเคลื่อนไหวแบบอิสระ (Z-test = 0.000, p-value = 0.999) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t-test = -0.205, p-value = 0.838) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene statistic = 0.705, p-value = 0.728) แสดงว่าตัวแบบการพยากรณ์นี้มีความเหมาะสม จากสมการ (1) เมื่อแทนค่าพารามิเตอร์จะได้ตัวแบบการพยากรณ์ แสดงดังสมการ (6)

$$\hat{Y}_{t+m} = 88093.022 - 2.296(m) \tag{6}$$

$$a_t = 0.5Y_t + (1-0.5)(a_{t-1} + b_{t-1})$$
$$b_t = 0.0000239(a_t + a_{t-1}) + (1-0.0000239)b_{t-1}$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา *t+m* โดยที่ m=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 (มกราคม 64 – ธันวาคม 64) และ $\alpha = 0.5$, $\gamma = 0.0000239$

2. ผลการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์

จากการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีของบราวน์ พบว่า BIC = 23.072 และค่าสถิติของบ๊อกซ์และจุง (Ljung-Box Q) ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 15.946, p-value=0.523) แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ หลังจากนั้นตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.094, p-value=0.2) มีการเคลื่อนไหวแบบอิสระ (Z-test = -1.562, p-value = 0.118) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t-test = -0.500, p-value = 0.619) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene statistic = 0.517, p-value = 0.883) แสดงว่าตัวแบบการพยากรณ์นี้มีความเหมาะสม จากสมการ (2) เมื่อแทนค่าพารามิเตอร์จะได้ตัวแบบการพยากรณ์ แสดงดังสมการ (7)

$$\hat{Y}_{t+m} = 103431.579 - 48246.114[(m-1) + \frac{1}{0.208}] \tag{7}$$

$$a_t = 0.208Y_t + (1-0.208)a_{t-1}$$
$$b_t = 0.208(a_t - a_{t-1}) + (1-0.208)b_{t-1}$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา *t+m* โดยที่ m=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 (มกราคม 64 – ธันวาคม 64) และ α = 0.208

3. ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม

จากการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม พบว่า BIC = 23.140 และค่าสถิติของบ๊อกซ์และจุง (Ljung-Box Q) ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 11.169, p-value=0.741) แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ หลังจากนั้นตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.104, p-value=0.171) มีการเคลื่อนไหวแบบอิสระ (Z-test = -1.562, p-value = 0.118) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t-test = -0.474, p-value = 0.638) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene statistic = 0.611, p-value = 0.810) แสดงว่าตัวแบบการพยากรณ์นี้มีความเหมาะสม ตัวแบบการพยากรณ์ จากสมการ (3) เมื่อแทนค่าพารามิเตอร์จะได้ตัวแบบการพยากรณ์ แสดงดังสมการ (8)

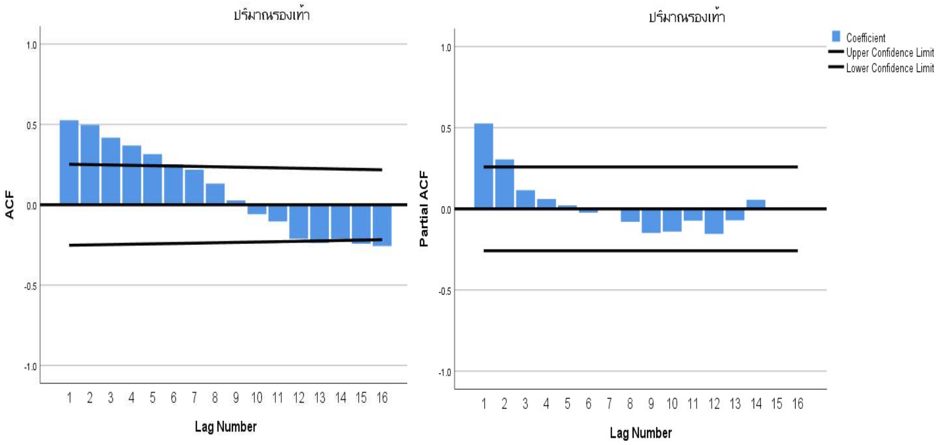
$$\hat{Y}_{t+m} = 7364044983 + 2988948.231 \sum_{i=1}^{m} 0.999^{i} \tag{8}$$

$$a_t = 0.208Y_t + (1 - 0.208)(a_{t-1} + 0.999b_{t-1})$$
$$b_t = 0.000424(a_t - a_{t-1}) + (1 - 0.000424)0.999b_{t-1}$$

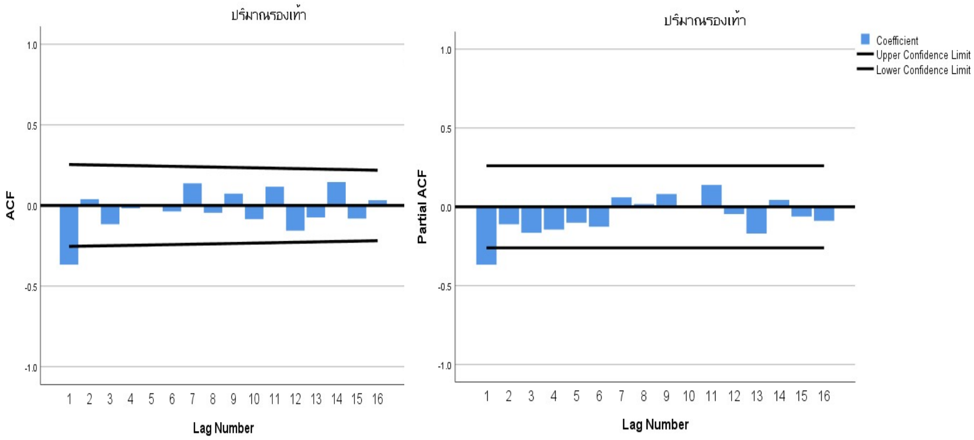
เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา *t+m* โดยที่ m=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 (มกราคม 64 – ธันวาคม 64) และ α = 0.208, γ=0.000424 และ $\emptyset$ = 0.999

3. ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

เมื่อพิจารณากราฟของ ACF และ PACF พบว่าอนุกรมเวลาปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยไม่คงที่ ยังมีส่วนประกอบของแนวโน้ม แต่ไม่มีส่วนประกอบของฤดูกาล ทำให้ค่าเฉลี่ยไม่คงที่ ดังภาพที่ 2 ดังนั้นจึงต้องแปลงข้อมูลหาผลต่าง (d=1) เมื่ออนุกรมเวลาปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยมีลักษณะที่คงที่แล้ว แสดงดังภาพที่ 3 ดังนั้นสามารถกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ที่เป็นไปได้



ภาพที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย



ภาพที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย เมื่อแปลงข้อมูลด้วยผลต่างลำดับที่ 1

เมื่ออนุกรมเวลาปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยมีลักษณะที่คงที่แล้ว จะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการสหสัมพันธ์ในตัวเองอันดับที่ 1 ($\emptyset_1$) ค่าพารามิเตอร์กระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ 1 (θ_1) และการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

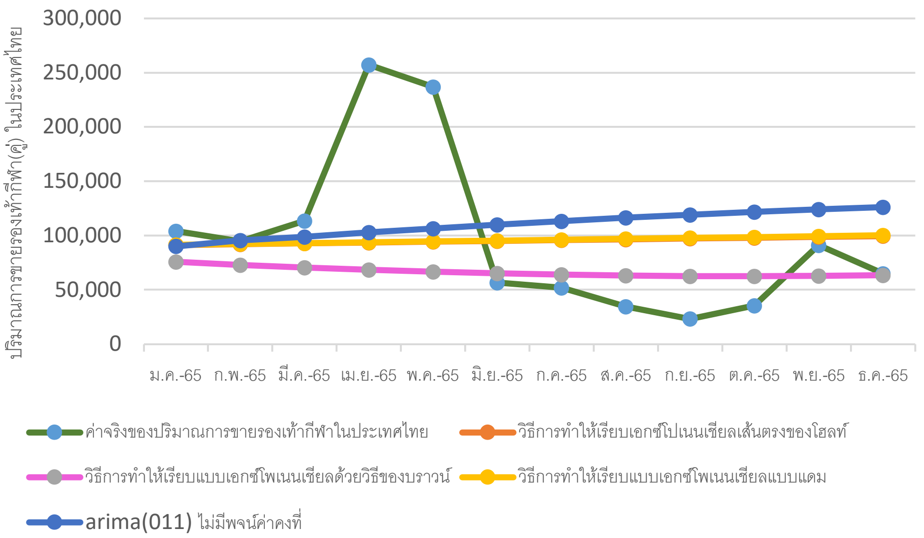
ตัวแบบ ARIMA (p,d,q)	ค่าพารามิเตอร์				
	BIC	Ljung-Box Q (ณ lag 18) (p-value)	ค่าคงที่ (p-value)	ϕ_1 (p-value)	θ_1 (p-value)
ARIMA (1,1,0)	23.263	11.650	0.01	-0.361	-
		(0.821)	(0.993)	(0.005)	
ARIMA (1,1,0) ไม่มีพจน์ค่าคงที่	23.173	11.656	-	-0.361	-
		(0.821)		(0.005)	
ARIMA (0,1,1)	23.153	10.960	-0025	-	0.499
		(0.859)	(0.751)		(0.000)
ARIMA (0,1,1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่	23.075	10.884	-	-	0.490
		(0.863)			(0.000)
ARIMA (1,1,1)	23.253	9.749	-0026	0.208	0.663
		(0.879)	(0.753)	(0.411)	(0.001)
ARIMA (1,1,1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่	23.173	9.694	-	0.216	0.663
		(0.882)		(0.394)	(0.001)

จากตารางที่ 1 จะได้ตัวแบบการพยากรณ์ที่มีพารามิเตอร์ทุกตัวมีนัยสำคัญ 0.05 มีค่า BIC ต่ำที่สุด และมีค่าสถิติของบ๊อกซ์และจุง (Ljung-Box Q) ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ คือตัวแบบ ARIMA(0,1,1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่ ตัวแบบการพยากรณ์ แสดงดังสมการที่ (9)

$$Z_t = Z_{t-1} - 0.490e_{t-1} \quad (9)$$

เมื่อ $Z_t = Y_t - Y_{t-1}$และ θ_1 มีค่าเท่ากับ -0.490

จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์จากทั้ง 4 วิธีพบว่าค่าพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด แสดงดังภาพที่ 4 และเมื่อพิจารณาค่า MAPE พบว่า วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ (MAPE = 52.92) แสดงว่าวิธีนี้มีความแม่นยำมากที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬา(คู่) ในประเทศไทยและวิธีการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำรองลงมา คือ วิธีการทำให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์ (MAPE = 87.263) วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบแดม (MAPE = 87.986) และวิธีการบอกซ์-เจนกินส์ (MAPE = 89.373) ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 2



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบค่าจริงของปริมาณการขายรองเท้ากีฬา(คู่) ในประเทศไทย และค่าพยากรณ์จากทั้ง 4 วิธี

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าจริงของปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย และค่าพยากรณ์จากทั้ง 4 วิธี

ระยะเวลา	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์			
		วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์	วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์	วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม	วิธีบอกซ์-เจนกินส์ Arima(0,1,1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่
ม.ค. 65	103,974	91,289	75,780	91,440	90,073
ก.พ. 65	94,622	92,006	72,961	92,202	95,487
มี.ค. 65	113,487	92,729	70,485	92,973	98,884
เม.ย. 65	257,311	93,457	68,346	93,752	102,864
พ.ค. 65	236,894	94,192	66,540	94,539	106,442
ก.ค. 65	56,575	94,932	65,065	95,335	109,957
มิ.ย. 65	51,809	95,678	63,923	96,139	113,249
ส.ค. 65	34,389	96,430	63,119	96,952	116,347
ก.ย. 65	23,247	97,187	62,660	97,773	119,208
ต.ค. 65	35,312	97,951	62,561	98,603	121,819

พ.ย. 65	91,066	98,722	62,841	99,442	124,157
ธ.ค. 65	64,927	99,498	63,525	100,290	126,207
MAPE		87.263	52.92	87.986	89.373

สรุปผลงานวิจัย

จากผลการวิจัย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2563 เพื่อทำการพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยในครั้งต่อไป ด้วยวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ 1. วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ (Holt's Exponential Smoothing) 2. วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ (Brown's Exponential Smoothing) 3. วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม (Damped Trend Exponential Smoothing) และ 4. วิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) โดยพิจารณาจากค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) นั้นพบว่า วิธีการปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์ให้ค่า MAPE = 87.263 วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ให้ค่า MAPE = 52.92 วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบแดมให้ค่า MAPE = 87.986 และวิธีการบอกซ์-เจนกินส์ให้ค่า MAPE = 89.373 นั่นคือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำที่สุด ดังนั้นการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์จึงเป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์ของข้อมูลชุดนี้มากที่สุด และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error : RMSE) ให้ผลการปรียบเทียบที่เหมือนกับ MAPE คือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ให้ค่าน้อยที่สุด ผู้วิจัยจึงขอกล่าวถึงผลของ MAPE เพียงวิธีเดียว

2. วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ ตัวแบบการพยากรณ์ คือ $\hat{Y}_{t+m} = 88093.022 - 2.296(m)$ การวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ตัวแบบการพยากรณ์ คือ $\hat{Y}_{t+m} = 103431.579 - 48246.114[(m-1) + \frac{1}{0.208}]$ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม ตัวแบบการพยากรณ์ คือ $\hat{Y}_{t+m} = 7364044983 + 2988948.231\sum_{i=1}^{m} 0.999^{i}$ และ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ ARIMA(0,1,1) ไม่มีพจน์ค่าคงที่ ตัวแบบการพยากรณ์

คือ $Z_t = Z_{t-1} - 0.490e_{t-1}$

อย่างไรก็ตามข้อดีและข้อจำกัดแต่ละวิธีจะมีความแตกต่างกัน คือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีความผันแปรของฤดูกาล วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีความผันแปรของฤดูกาลเช่นเดียวกับวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ แต่มีการกำหนดให้ค่าคงตัวการให้เรียบของค่าระดับ และค่าคงตัวการทำให้เรียบของค่าความชันเท่ากัน วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดมมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีความผันแปรของฤดูกาลเช่นเดียวกับวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง สำหรับวิธีนี้จะช้ากว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงของวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ รวมถึงความชันจะมีค่าลดลงตามเวลา วิธีบอกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากได้กำหนดตัวแบบโดยการตรวจสอบคุณสมบัติของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นเมื่อมีการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาของข้อมูลอนุกรมเวลาจะส่งผลให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมเปลี่ยนไปด้วย

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสม คือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ ซึ่งมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของแนวโน้มเท่านั้น สอดคล้องกับงานวิจัยตัวแบบพยากรณ์ราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่เป็นอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของแนวโน้ม พบว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์มีความเหมาะสมมากที่สุด (วรางคณา กีรติวิบูลย์, 2556) จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ ได้ค่าพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม 2565 ถึงเดือนธันวาคม 2565แสดงดัง ภาพที่ 4 และตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าค่าพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับอีก 3 วิธีพบว่า วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ให้ค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงค่าจริงของปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศมากที่สุด (MAPE = 52.92) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2565 เป็นต้นไป

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2563 จากนั้นนำข้อมูลมาสร้าง Time Series Plot ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของข้อมูล พบว่า ข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวแบบมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงเลือกใช้ตัวแบบพยากรณ์ กรณีข้อมูลมีอิทธิพลแนวโน้มแต่ไม่มีมีอิทธิพลของฤดูกาล จำนวน 4 ตัวแบบ คือ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีการบอกซ์-เจนกินส์ และอาศัยค่า MAPE เป็นตัวชี้วัดความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ มีค่า MAPE น้อยที่สุด เท่ากับ 52.92 จึงเลือกตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าว ผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทยโดยอาศัยข้อมูลในอดีตที่มีลักษณะแบบอนุกรมเวลา (Time Series) มาพยากรณ์ค่าในอนาคตเท่านั้น เพื่อเป็นการปรับปรุงค่าความแม่นยำในการพยากรณ์ อาจจะต้องมีการใช้ตัวแบบในการพยากรณ์ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เช่น โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) โดยทฤษฎีนี้ต้องอาศัยปัจจัยนำเข้าหรือตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ซื้อ เป็นต้น เข้ามามีส่วนในการพยากรณ์ปริมาณการขายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย ซึ่งจะทำให้ค่าความแม่นยำในการพยากรณ์เพิ่มมากขึ้นและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาธุรกิจการค้า. (2562). *บทวิเคราะห์ธุรกิจ ธุรกิจเครื่องแต่งกายและอุปกรณ์กีฬา*. สืบค้นจาก https://www.dbd.go.th/download/document_file/Statisic/2562/T26/T26_201911

จารุเดช โตจำศิลป์ และสิทธิพร พิมพ์สกุล. (2561). ตัวแบบการพยากรณ์เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้าด้วยเทคนิคการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล. *วิศวสารลาดกระบัง. 35*(2): 22-32.

ทวีศักดิ์ อรชร. (2559). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อรองเท้ากีฬา ของพนักงานบริษัท แมคคีย์ฟู้ดเซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด สาขาชลบุรี*. สืบค้นจาก https://mmm.ru.ac.th/MMM/IS/twin-9/6214154070.pdf

ทิพรดา วาลมุลตรี. (2563). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในปราสาทเมืองต่ำ อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. 8*(1): 119-132.

ปฏิภาณ มั่นกสิกรณ์ และพุดตาน พันธุเณร (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรองเท้ากีฬาประเภทรองเท้าวิ่ง. *โครงการนำเสนอผลงานวิชาการระดับชาติ ประจำปี พ.ศ. 2564*. 192-205.

มุกดา แม้นมินทร์. (2549). อนุกรมเวลาและการพยากรณ์, โฟร์พริ้นติ้ง, กรุงเทพ.

วรางคณา กีรติวิบูลย์. (2556). ตัวแบบพยากรณ์ราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 36*(4): 423-438.

วรางคณา เรียนสุทธิ์. (2556). ตัวแบบพยากรณ์ราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 16*(3): 1-10.

วศรสวรรค์ สิริวัฒนเศรษฐ. (2559, 24 เมษายน). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรองเท้ากีฬาไนกี้ (NIKE) ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล.* สืบค้นจากhttp://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/TU_2015_5702030031_3553_2011.pdf

สักกรินทร์ นิยมศิลป์. (2563, 1 เมษายน). *คนไทย 16 ล้านคนเดิน-วิ่งเพื่อสุขภาพ.* สืบค้นจาก https://www.thaihealthreport.com/th/articles_detail.php?id=74

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสหกรรม. (2564). *ปริมาณการจำหน่ายรองเท้ากีฬาในประเทศไทย.* สืบค้นจาก https://indexes.oie.go.th/industrialStatistics1.aspx

อิสริยพร หลวงหาญ. (2562). ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การจำหน่ายผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่เหมาะสมด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอกโพเนนเชียล. *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงณ์มหาวิทยาลัย.* 583-587.