วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร
MUT Journal of Business Administration
ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2562)
Volume 16 Number 2 (July – December 2019)

การวิเคราะห์ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ยอดขายเสื้อผ้า

APPROPRIATE MODEL ANALYSIS FOR GARMENT SALES FORECASTING

Received: *August 28, 2019*
Revised: *November 8, 2019*
Accepted: *November 13, 2019*

พรฤดี เนติโสภาภุล Ponrudee Netisopakul[1,*], ณัฐทวิช สุภาษา Natthawit Supasa[2]

[1] Ph.D., รองศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
[2] นักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
[1] Ph.D., Associate Professor, Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand
[2] Student of Information Technology Master Degree Program, Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ยอดขายสินค้าประเภทเสื้อผ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหา ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ยอดขายสินค้าประเภทเสื้อผ้า โดยเก็บข้อมูลยอดขายรายวันของสินค้าประเภทเสื้อผ้าจากร้านค้าที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่ง ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2015 ถึง วันที่ 30 กันยายน 2017 เป็นระยะเวลา 1004 วัน เพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบ โดยตัวแบบหลักที่นำมาประยุกต์ใช้มีสองตัวแบบคือ การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ และการวิเคราะห์การถดถอย การทดสอบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ ใช้ข้อมูลจำนวน 92 ค่า คือยอดขายรายวันตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2017 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2017 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนทั้ง 5 วิธี คือ 1. ค่า

* E-mail address: ponrudee@it.kmitl.ac.th

คลาดเคลื่อนอย่างง่าย 2. ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 3. ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย 4. ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และ 5. ค่าทีลล์ยู พบว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอย ให้ค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 5 วิธีน้อยกว่าวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ดังนั้น ตัวแบบการทำนายที่ใช้จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอย จึงมีความเหมาะสมในการนำไปพยากรณ์ยอดขายเสื้อผ้ารายวันสำหรับร้านค้านี้ มากกว่าตัวแบบการทำนายที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ

คำสำคัญ: ตัวแบบการพยากรณ์, การวิเคราะห์อนุกรมเวลา, การแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา, การวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุ, ความแม่นยำของการพยากรณ์

ABSTRACT

This paper demonstrated methods to create predictive models for garment sales. The objective is to find the optimal model for garment sale forecasting. Dataset for creating forecasting model is collected from daily garment sales of a well-known store from January 1, 2015 to September 30, 2017, totally 1,004 days. This work applied two main models. Those are Time Series Analysis with decomposition and Regression Analysis. The second dataset, which has 92 data points of daily garment sales from October 1 to December 31, 2017, is employed to evaluate and compare the forecasting efficiency of both forecasting models. Five deviation analysis methods are used to determine forecasting efficiency: 1. Basic Error 2. Mean Absolute Deviation (MAD) 3. Mean Square Error (MSE), 4. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and 5. Theil's U. The study indicated that Regression Analysis gave more accurate forecast than Time Series Analysis. Therefore, Regression Analysis forecasting model is more appropriate to forecast daily garment sales for this store than Time Series Analysis forecasting model.

Keywords: forecasting models, time series analysis, time series decomposition, multiple regression analysis, forecasting accuracy

บทนำ

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายสินค้า เป็นการศึกษาถึงแนวโน้มยอดขายสินค้าในอนาคต อันเนื่องมาจากตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และอิทธิพลของฤดูกาลที่อาจจะส่งผลให้เกิดยอดขายสินค้าในทิศทางเพิ่มขึ้น หรือลดลง การดำเนินการทำธุรกิจเกี่ยวกับเสื้อผ้าในปัจจุบัน มักจะประสบกับ

อุปสรรคปัญหาในหลาย ๆ ด้านเช่น การมีผู้ผลิตสินค้าเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดสินค้าล้นตลาด หรือการที่มีร้านค้ามากรายทำให้เกิดการแข่งขันในธุรกิจสูงขึ้น ดังนั้นอาจส่งผลให้ทิศทางของการดำเนินธุรกิจเสื้อผ้าเข้าสู่ภาวะถอยหลังได้ รวมถึงอาจทำให้มีผลกระทบต่อการพัฒนายอดขายที่จะสร้างกำไรเพื่อนำไปต่อยอดในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งจะต้องควบคู่ไปกับการพัฒนาคุณภาพของสินค้าให้ได้มาตรฐานด้วย (พิพัฒนพงษ์ ชนะมรกตไพศาล และ อโณทัย รัตนกุล, 2558: 30)

เนื่องจากสินค้าประเภทเสื้อผ้า เป็นสินค้าที่เป็นที่นิยมสำหรับคนรักการแต่งตัว และตอบสนองกับผู้บริโภคในหลาย ๆ กลุ่มทั้งนักเรียน นักศึกษา หรือแม้กระทั่งวัยทำงาน ซึ่งเสื้อผ้าจะเปลี่ยนแปลงไปตามยุค ตามสมัย และรสนิยมของผู้บริโภค ธุรกิจเสื้อผ้าจึงเป็นธุรกิจที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากใช้ต้นทุนที่ไม่สูงมากในการเริ่มทำการลงทุน และมีแหล่งจำหน่ายเสื้อผ้าราคาส่งมากมายทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเสื้อผ้าเป็นกลุ่มสินค้าที่มีกำลังการซื้อสูง จึงถือเป็นโอกาสที่ผู้ประกอบการจะหันเข้ามาลงทุนในธุรกิจทางด้านนี้ ซึ่งมีผู้ที่สนใจเข้าสู่ธุรกิจนี้เป็นจำนวนมาก และมีการแข่งขันสูงมากด้วยเช่นกัน

ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะทำนายข้อมูลยอดขายสินค้าประเภทเสื้อผ้า โดยการสร้างตัวแบบสมการการพยากรณ์ยอดขายสินค้าในอนาคตด้วยวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม เนื่องจากยอดขายดังกล่าวมีความอ่อนไหวไปตามสัปดาห์ของแต่ละเดือน และตามวันในสัปดาห์ ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบด้วยดัชนีฤดูกาลในการสร้างตัวแบบที่หนึ่ง นอกจากนี้ ผู้วิจัยคาดว่ายอดขายสินค้าน่าจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น จำนวนคนเข้าดูสินค้า จีดีพี มูลค่าการนำเข้าสินค้า และราคาน้ำมัน เป็นต้น จึงได้ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยในการสร้างตัวแบบที่สอง และเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าการทำนายจากตัวแปรทางสถิติทั้งสอง เพื่อเลือกใช้ตัวแบบที่ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำที่สุด ในการพยากรณ์ยอดขายสินค้า และทิศทางของยอดขายสินค้าในอนาคต ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาประสิทธิภาพของช่องทางการขายต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ยอดขายสินค้าประเภทเสื้อผ้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ

2. เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ยอดขายสินค้าประเภทเสื้อผ้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบการพยากรณ์ทั้งสอง ด้วยวิธีวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน 5 วิธี คือ ค่าคลาดเคลื่อนอย่างง่าย ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และค่าทีลล์ยู

ขอบเขตและเครื่องมือของการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ยอดขายสินค้า เป็นข้อมูลยอดขายสินค้าประเภทเสื้อผ้าของบริษัทขายสินค้าออนไลน์แห่งหนึ่ง ใช้ข้อมูลรายวันโดยแบ่งข้อมูลเป็นสองส่วนดังนี้ ส่วนที่หนึ่งตั้งแต่ 1 มกราคม 2015 ถึง 30 กันยายน 2017 จำนวน 1004 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ 1. การแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Time Series Decomposition) ซึ่งเป็นหนึ่งในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) 2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression) ส่วนที่สองตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2017 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2017 จำนวน 92 ค่า สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของการพยากรณ์

การทบทวนวรรณกรรม

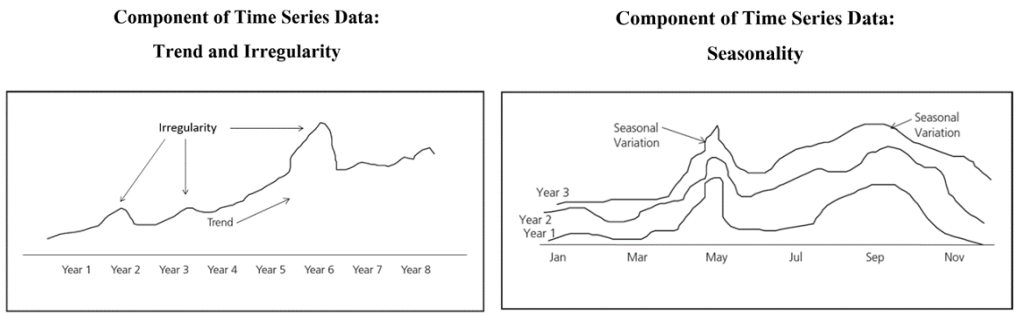
การพยากรณ์นั้นเกิดจาก การอาศัยเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือข้อมูลในอดีต โดยนำมาสร้างตัวแบบเพื่อที่นำไปใช้พยากรณ์ข้อมูลในอนาคต ตัวอย่างเช่น งานวิจัยเรื่องการจัดการคลังสินค้าผ้าที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ (นิตยา วงศ์ระวัง, 2556) ได้นำข้อมูลการขายในอดีต มาใช้พยากรณ์ปริมาณการผลิตให้ใกล้เคียงกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาหลายวิธี เช่น การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบต่างๆ ไปจนถึงการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบการพยากรณ์จากวิธีการแบบแยกส่วนให้ผลลัพธ์การพยากรณ์ที่ดีที่สุด

ส่วนงานของ (พิพัฒนพงษ์ ชนะมรกตไพศาล และ อโณทัย รัตนกุล, 2558) ศึกษาแนวทางการเพิ่มยอดขายเสื้อผ้าสำเร็จรูปบุรุษทั่วไปช่วงอายุระหว่าง 12-25 ปี ได้วิเคราะห์พฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อการซื้อเสื้อผ้าสำเร็จบุรุษทั่วไป โดยเจาะจงแบบสอบถามไปที่ช่วงอายุ 12-25 ปี เพื่อวางกลยุทธ์การตลาดในการเพิ่มยอดขายภายใต้ภาวะที่มีการแข่งขันสูง อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ไม่มีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ดังเช่นงานวิจัยแรก

สำหรับงานวิจัยที่นำเสนอนี้ เทคนิคการพยากรณ์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นต้นแบบในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ ประกอบด้วย 2 วิธีดังนี้

1. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) (วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และคณะ, 2539; ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์, 2535; ปณิธี ธัมมวิจยะ, 2560) คือ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลไปตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลจะถูกบันทึก ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ต่อเนื่องกัน เช่น ข้อมูลรายชั่วโมง รายวัน รายเดือน เป็นต้น จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลาเป็นการศึกษาที่มีช่วงเวลามาเกี่ยวข้องเป็นเรื่องของการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรในช่วงเวลาที่ผ่านไป ลักษณะข้อมูลอาจมีการเปลี่ยนแปลงที่เป็นรูปแบบ หรือไม่เป็นรูปแบบก็ได้ ข้อมูลจะมีลักษณะ ขึ้น ๆ ลง ๆ บ้าง ราบเรียบบ้าง การเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะ นี้เรียกว่า ข้อมูลมีความผันแปร อาจมีสาเหตุมาจากการผันแปรตามฤดูกาล

การผันแปรตามวัฏจักร หรือการผันแปรที่ผิดปกติ ดังแสดงในภาพที่ 1 (ปณิธี ธัมมวิจยะ, 2560) ซึ่งความผันแปรเหล่านี้ถือว่าเป็นส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ประกอบไปด้วย 4 ส่วนดังนี้



(ก) (ข)

รูปที่ 1: ตัวอย่างความผันแปร (ก) ความผันแปรตามแนวโน้มและความไม่สม่ำเสมอ (ข) ความผันแปรตามฤดูกาล
ที่มา: ปณิธี ธัมมวิจยะ, 2560

- แนวโน้ม (Trend Component) เป็นการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาว่าน่าจะมีทิศทางเพิ่มขึ้น หยุดนิ่ง หรือลดลงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ความยาวนานของช่วงเวลานี้ไม่สามารถกำหนดได้แน่นอนว่ามีค่าเท่าใด แต่อย่างน้อยไม่ควรต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา ลักษณะเด่นของเส้นแนวโน้มคือ จะต้องเรียบไม่มีการหักมุม ณ ที่ใด ๆ ของเส้น

- ความผันแปรตามส่วนประกอบฤดูกาล (Seasonal Component Variation) การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงจะมีรูปแบบซ้ำเดิมภายในช่วงเวลาไม่เกิน 1 ปี ความผันแปรตามฤดูกาลถือเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาเช่น รายสัปดาห์ รายเดือน เป็นต้น

- ความผันแปรตามส่วนประกอบวัฏจักร (Cyclical Component Variation) มีลักษณะความผันแปรคล้ายกับความผันแปรตามฤดูกาลที่มีลักษณะการขึ้นลงของการเคลื่อนที่ด้วยเวลา โดยความผันแปรตามวัฏจักรนี้จะมีระยะเวลาที่ยาวนานกว่า 1 ปี แต่ภายในระยะเวลา 1 วงรอบความผันแปรตามวัฏจักรนั้นจะมีระยะเวลาที่ไม่แน่นอน และประกอบไปด้วย 4 ระยะคือ ระยะฟื้นฟู (Recovery) ระยะตำแหน่งจุดยอด (Peak) ระยะถอยหลัง (Recession) ระยะตกต่ำ (Depression)

- ความผันแปรจากส่วนประกอบความไม่สม่ำเสมอ (Irregular Component Variation) เป็นความผันแปรที่เกิดจากความผิดปกติ เป็นการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่มีรูปแบบไม่แน่นอน เกิดเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดการณ์เอาไว้

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนเหมาะสำหรับการพยากรณ์ระยะสั้น จะแยกวิเคราะห์อนุกรมเวลาออกเป็น 4 ส่วนคือ แนวโน้ม (Trend) ฤดูกาล (Seasonal) วัฏจักร (Cyclical) ความไม่สม่ำเสมอ (Irregular) ดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น โดยการวิเคราะห์นี้เป็นการวิเคราะห์ทีละส่วนประกอบโดยแยกออกจากกัน โดยปกติทั่วไปการพยากรณ์ในระยะสั้นส่วนประกอบที่มีผลต่อการพยากรณ์จะมีเพียงแนวโน้ม และฤดูกาลเท่านั้น สำหรับวัฏจักร และความผิดปกติ จะไม่นิยมนำมาใช้ในการพยากรณ์

ระยะสั้น เนื่องจากอิทธิพลของวัฏจักรมีผลต่อการพยากรณ์ระยะสั้นน้อย ส่วนความไม่สม่ำเสมอก็ไม่สามารถที่จะคาดการณ์ได้ว่าเกิดขึ้นในช่วงเวลาใด (วฐา มินเสน, 2557:244-248) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จะพิจารณาตัวแบบอนุกรม ณ ช่วงเวลา t ที่มีแนวโน้ม (Trend: T_t) และ ฤดูกาล (Seasonal: S_t) เป็นส่วนประกอบเท่านั้น โดยสูตรการประมาณยอดขาย $\hat{Y}_t$ จะเกิดจากค่าแนวโน้มคูณกับค่าดัชนีฤดูกาล และสามารถเขียนเป็นสมการแยกส่วนประกอบ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = T_t \times S_t \quad (1)$$

2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression) (กัลยา วานิชย์บัญชา และ ฐิตา วานิชย์บัญชา, 2558; นิตยา วงศ์ระวัง, 2556; พิษณุ เจียวคุณ, 2554; วรางคณา กีรติวิบูลย์ และ เจ๊ะอัฐฟาน มาหิเละ, 2554) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระตัวเดียวหรือหลายตัวคือ X1, X2, … , Xi กับตัวแปรตาม Y โดยการวิเคราะห์การถดถอยใช้สำหรับหารูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ เพื่อใช้ในการทำนายหรือ ประมาณค่าตัวแปรตามที่สนใจศึกษา ในการวิเคราะห์การถดถอยจะอธิบายความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างตัวแปร ซึ่งตัวแปรที่เราสนใจ เรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรอิสระ (Independent Variable) การพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามโดยใช้ตัวแปรอิสระหลายตัวจะส่งผลให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้นแต่ในบางครั้งถ้าหากตัวแปรตามมีจำนวนมากเกินไป อาจจะไม่เกิดผลดีเสมอไป เพราะในบางครั้งตัวแปรอิสระบางตัว อาจจะมีความสัมพันธ์ด้วยกันเองสูง เรียกว่าเกิดปัญหา Multicollinearity ซึ่งอาจส่งผลทำให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ลดลงได้

วัตถุประสงค์ทั่วไปของการวิเคราะห์การถดถอยพหุ คือ ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัว แทนด้วย X1, X2, …, Xn กับตัวแปรตาม Y หนึ่งตัว เนื่องจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว ในบางกรณีเราพบว่า การใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว อาจจะไม่เพียงพอในการอธิบายตัวแปรตามให้มีความแม่นยำหรือถูกต้อง ดังนั้น จึงได้มีการเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปในตัวแบบ เพื่อให้การอธิบายตัวแปรตามมีความแม่นยำมากขึ้น โดยสามารถเขียนในรูปตัวแบบเชิงเส้น ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (2)$$

โดยที่

Y คือ ค่าที่ต้องการทำนาย

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n$ คือ ค่าคงที่สัมประสิทธิ์

$X_1, X_2, \ldots, X_n$ คือ ค่าของตัวแปรอิสระ และ

ε คือ ค่า error หรือ residual (ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม ที่มีการแจกแจงปกติ)

ตัวแปรหุ่น (Dummy Variables) จากรูปแบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นทั้งในรูปแบบอย่างง่าย และรูปแบบพหุคูณ จะเห็นได้ว่าตัวแปรอิสระ Xi ที่ใช้ในตัวแบบเป็นตัวแปรเชิงปริมาณทั้งหมด แต่ในบางกรณีเราอาจพบว่าตัวแปรอิสระ Xi บางตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y อาจจะ

เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ดังนั้นในการวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้ตัวแปรเหล่านี้จะต้องทำการแปลงให้เป็นตัวแปรเชิงปริมาณก่อน โดยกำหนดให้มีค่าเฉพาะเป็น 0 และ 1 เท่านั้น เช่น เพศของทารก ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระดับคือ เพศชาย และเพศหญิง ในกรณีนี้เราอาจสร้างตัวแปรหุ่นได้ดังนี้

$$X_1 = \begin{cases} 1 & \text{เพศชาย} \\ 0 & \text{เพศหญิง} \end{cases} \quad (3)$$

3. การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์เป็นการติดตามผลความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ว่ามีค่าความแตกต่างจากค่าจริงมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นผลดีและช่วยปรับปรุงตัวแบบให้ดียิ่งขึ้น และเพื่อเป็นการเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าตัวแบบอื่น

- Basic Error: ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์

$$e_t = Y_t - \widehat{Y_t} \quad (4)$$

โดย Y_t คือค่าจริง และ $\widehat{Y_t}$ คือค่าพยากรณ์

- MAD (Mean Absolute Deviation): ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

$$MAD = \sum_{t=1}^{n} \frac{|e_t|}{n} \quad (5)$$

- MSE (Mean Squared Error): ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

$$MSE = \sum_{t=1}^{n} \frac{(e_t)^2}{n} \quad (6)$$

- MAPE (Mean Absolute Percentage Error): ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

$$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum_{t=1}^{n} \frac{|Y_t - \widehat{Y_t}|}{Y_t} \quad (7)$$

- Theil's U: เป็นทฤษฎีการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ระหว่างตัวแบบพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้นกับค่าของข้อมูลจริง เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจริงภายในหนึ่งหน่วยเวลา โดยสามารถอธิบายได้ตามผลดังนี้

$$U = \frac{\sqrt{\sum (Y_t - \widehat{Y_t})^2}}{\sqrt{\sum (Y_t - Y_{t-1})^2}} \quad (8)$$

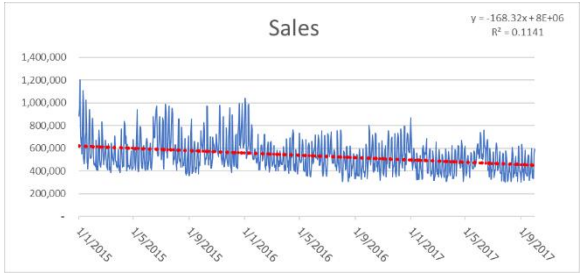
ถ้า U = 1 คือความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจริงในหนึ่งช่วงเวลา ถ้า U < 1 คือความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าน้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจริงในหนึ่งช่วงเวลา ถ้า U > 1 คือความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีค่ามากกว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจริงในหนึ่งช่วงเวลา ถ้า U = 0 คือไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นของตัวแบบพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่าตัวแบบพยากรณ์สามารถทำนายผลที่เกิดขึ้นถูกต้อง 100 %

ซึ่งจากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนั้น ก็ยังไม่สามารถกล่าวได้ว่าวิธีการพยากรณ์ตัวแบบไหนเป็นวิธีการที่ดีที่สุด แต่ทั้งนี้ การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนก็

ถือเป็นตัวช่วยที่ช่วยให้ผู้ศึกษาสามารถตัดสินใจในการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุดไปใช้ได้

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 การศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา



รูปที่ 2: ลักษณะแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลของยอดขายสินค้า

จากการพิจารณารูปที่ 2 ลักษณะกราฟการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลายอดขายสินค้าวันที่ 1 มกราคม 2015 ถึง วันที่ 30 กันยายน 2017 พบว่า เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ยอดขายสินค้ามีการเคลื่อนไหวไปตามแกนของเวลาลักษณะแนวโน้มที่ลดลง รวมถึงมีการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันของยอดขายสินค้าภายในระยะเวลา 1004 วัน กล่าวคือ ภายใน 1 สัปดาห์จะมียอดขายที่สูงสุดอยู่ในช่วงของวันสุดสัปดาห์ (วันศุกร์ วันเสาร์ วันอาทิตย์) แล้วหลังจากนั้นเมื่อกลับเข้าสู่วันทำงานปกติ ยอดขายจะลดลงไปเรื่อย ๆ ถึงจุดปกติและกลับมามียอดขายสูงสุดอีกครั้งในช่วงสุดสัปดาห์ มีลักษณะเป็นแบบนี้ไปเรื่อย ๆ ตลอดทั้ง 1004 วัน และอาจมีบางสัปดาห์ที่ยอดขายพุ่งสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แต่ก็เกิดขึ้นตลอดทั้งสัปดาห์ จะเห็นได้ว่าภายในระยะเวลา 1004 วัน ยอดขายจะมีการวนเป็นวัฏจักรแบบนี้ไปเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของยอดขายสินค้ามีแนวโน้ม และความผันแปรตามฤดูกาลเท่านั้น ซึ่งสามารถนำไปสร้างสมการพยากรณ์แนวโน้มได้ดังนี้

$$\hat{T}_t = 619163.385 - 168.318X_t \qquad (9)$$

จากสมการ (9) หมายความว่า เวลา(t) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับยอดขายสินค้า กล่าวคือ ถ้ากำหนดให้เวลา(t) มีค่าเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ยอดขายสินค้ามีค่าลดลง 168.318 บาท แต่ในทางกลับกันถ้าให้เวลา(t) มีค่าลดลง 1 หน่วย จะทำให้ยอดขายสินค้ามีค่าเพิ่มขึ้น 168.318 บาท

3.2 การพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา

ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลรายวันของแต่ละสัปดาห์ จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าของข้อมูลรายสัปดาห์ที่ 1-4 ของแต่ละเดือน มีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงต้องทำการปรับข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบรายสัปดาห์ก่อนเพื่อหาค่าดัชนีฤดูกาลรายสัปดาห์ (Weekly Seasonal Factor: SI-1) แล้วจึงนำไปหาค่าดัชนีฤดูกาลรายวัน (Daily Seasonal Factor: SI-2) ซึ่งแสดงได้ดังนี้

3.2.1 ค่าดัชนีฤดูกาลรายสัปดาห์ (SI-1) ภายในหนึ่งเดือนมีทั้งหมด 4 สัปดาห์ เรียกว่าฤดูกาลรายสัปดาห์ (Weekly Seasonal Factor) แสดงดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงผลลัพธ์ดัชนีฤดูกาลรายสัปดาห์ SI-1 ทั้ง 4 ฤดูกาลโดยวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

	Series:	Period	1	2	3	4
Seasonal Factor	ยอดขายสินค้า	Seasonal Factor (%)	91.519	94.412	91.044	123.024

สามารถอธิบายได้ว่าดัชนีฤดูกาลของทั้ง 4 ฤดูกาล โดยคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้

- Period ที่ 1 มี Seasonal Factor เท่ากับร้อยละ 91.519 หมายความว่า สัปดาห์ที่ 1 มียอดขายต่ำกว่าปกติ (ยอดขายปกติหมายถึง ยอดขายเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 100) อยู่ร้อยละ 8.481

- Period ที่ 2 มี Seasonal Factor เท่ากับร้อยละ 94.412 หมายความว่า สัปดาห์ที่ 2 มียอดขายต่ำกว่าปกติอยู่ที่ร้อยละ 5.588

- Period ที่ 3 มี Seasonal Factor เท่ากับร้อยละ 91.044 หมายความว่า สัปดาห์ที่ 3 มียอดขายต่ำกว่าปกติอยู่ที่ร้อยละ 8.956 และถือว่าเป็น Low Season

- Period ที่ 4 มี Seasonal Factor เท่ากับร้อยละ 123.024 หมายความว่า สัปดาห์ที่ 4 มียอดขายสูงกว่าปกติอยู่ที่ร้อยละ 23.024 และถือว่าเป็น High Season

การหาค่า SAS1 (Weekly Seasonally Adjusted Series) คือค่าข้อมูลจริงที่กำจัดอิทธิพลของฤดูกาลรายสัปดาห์ออกไป สามารถทำได้โดยการนำค่าดัชนีฤดูกาลรายสัปดาห์ (SI-1) ของแต่ละสัปดาห์ ไปหารยอดขายสินค้ารายวัน (Sales) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตัวอย่างยอดขายจริง (Sales) และยอดขายที่กำจัดอิทธิพลของฤดูกาลรายสัปดาห์ออกแล้ว (SAS1)

no.	Day	Week	Date	Sales	Seasonal Factor (Weekly)	SAS1
1	THU	Week 1	1/1/2015	884,260	91.519%	966,204
2	FRI	Week 1	2/1/2015	956,487	91.519%	1,045,124
3	SAT	Week 1	3/1/2015	1,202,195	91.519%	1,313,602
4	SUN	Week 1	4/1/2015	1,017,318	91.519%	1,111,592
5	MON	Week 1	5/1/2015	706,393	91.519%	771,854
6	TUE	Week 1	6/1/2015	625,417	91.519%	683,374
7	WED	Week 1	7/1/2015	692,520	91.519%	756,696
8	THU	Week 2	8/1/2015	551,610	94.412%	584,258
9	FRI	Week 2	9/1/2015	791,177	94.412%	838,004
10	SAT	Week 2	10/1/2015	1,107,792	94.412%	1,173,360
11	SUN	Week 2	11/1/2015	947,879	94.412%	1,003,982
12	MON	Week 2	12/1/2015	507,600	94.412%	537,644

3.2.2 ค่าดัชนีฤดูกาลรายวันในสัปดาห์ (SI-2) ภายในหนึ่งสัปดาห์จึงมีทั้งหมด 7 ฤดูกาล ตามวันในสัปดาห์ 7 วัน เริ่มจาก วันพฤหัสบดี เป็นฤดูกาลแรก ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลลัพธ์ดัชนีฤดูกาลรายวัน (SI-2) ทั้ง 7 ฤดูกาลโดยวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

Seasonal Factor	Series:	Period	1	2	3	4	5	6	7
	ยอดขายสินค้า	Seasonal Factor (%)	84.918	105.301	129.941	124.223	87.53	82.911	85.177

การหาค่า **SAS2 (Daily Seasonally Adjusted Series)** คือยอดขายที่กำจัดอิทธิพลของฤดูกาลรายวันและรายสัปดาห์ออกไป ให้นำค่าดัชนีฤดูกาลรายวัน (**SI-2)** ไปหารยอดขายสินค้ารายวันที่กำจัดอิทธิพลของฤดูกาลรายสัปดาห์ (**SAS1)** ออกแล้ว ดังแสดงดังในตารางที่ 4

ดังนั้น **SAS2** คือยอดขายสินค้าที่กำจัดอิทธิพลของฤดูกาลทั้งหมดออกแล้ว เหลือเพียงแนวโน้ม **(Trends)** จึงสามารถนำไปสร้างสมการแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคือ เวลา (**t)** และตัวแปรตามคือ ยอดขายสินค้าที่กำจัดอิทธิพลของฤดูกาลทั้งหมดออกแล้ว ได้ดังนี้

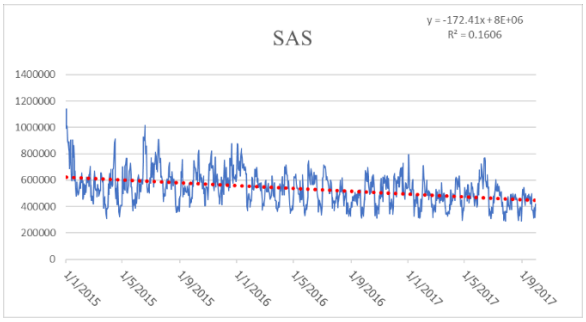
$$\hat{T}_t = 621170.496 - 172.411X_t \quad (10)$$

จากสมการที่ (10) หมายความว่า เวลา(**t**) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับยอดขายสินค้าที่กำจัดอิทธิพลของฤดูกาลทั้งหมดออกแล้ว **(SAS2)** กล่าวคือ ถ้ากำหนดให้เวลา(**t**) มีค่าเพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ยอดขายสินค้ามีค่าลดลง 172.411 บาท แต่ในทางกลับกันถ้าให้เวลา(**t**) มีค่าลดลง 1 หน่วยจะทำให้ยอดขายสินค้ามีค่าเพิ่มขึ้น 172.411 บาท

ตารางที่ 4: แสดงยอดขาย (Sales) ยอดขายกำจัดอิทธิพลฤดูกาลรายสัปดาห์ (SAS1) และยอดขายกำจัดอิทธิพลฤดูกาลรายวัน (SAS2)

no.	Day	Week	Date	Sales	Seasonal Factor (Weekly)	SAS1	Seasonal Factor (Daily)	SAS2
1	THU	Week 1	1/1/2015	884,260	91.519%	966,204	84.918%	1,137,808
2	FRI	Week 1	2/1/2015	956,487	91.519%	1,045,124	105.301%	992,511
3	SAT	Week 1	3/1/2015	1,202,195	91.519%	1,313,602	129.941%	1,010,922
4	SUN	Week 1	4/1/2015	1,017,318	91.519%	1,111,592	124.223%	894,836
5	MON	Week 1	5/1/2015	706,393	91.519%	771,854	87.530%	881,817
6	TUE	Week 1	6/1/2015	625,417	91.519%	683,374	82.911%	824,226
7	WED	Week 1	7/1/2015	692,520	91.519%	756,696	85.177%	888,380
8	THU	Week 2	8/1/2015	551,610	94.412%	584,258	84.918%	688,027
9	FRI	Week 2	9/1/2015	791,177	94.412%	838,004	105.301%	795,818
10	SAT	Week 2	10/1/2015	1,107,792	94.412%	1,173,360	129.941%	902,994
11	SUN	Week 2	11/1/2015	947,879	94.412%	1,003,982	124.223%	808,209
12	MON	Week 2	12/1/2015	507,600	94.412%	537,644	87.530%	614,240
13	TUE	Week 2	13/1/2015	463,860	94.412%	491,315	82.911%	592,581
14	WED	Week 2	14/1/2015	525,157	94.412%	556,240	85.177%	653,040
15	THU	Week 3	15/1/2015	699,089	91.044%	767,858	84.918%	904,235

เมื่อนำค่า SAS2 ไปสร้างกราฟอนุกรมเวลาของยอดขายสินค้า เทียบกับเวลา (t) พบว่า ยังมีลักษณะทิศทางลดลงเหมือนเดิม ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3: ลักษณะแนวโน้มของยอดขายสินค้าที่กำจัดอิทธิพลของฤดูกาลทั้งหมดออกแล้ว (SAS2)

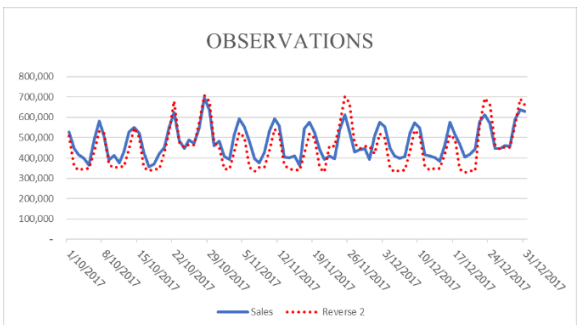
3.2.3 การทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์วิธีการแยกส่วนของอนุกรมเวลา โดยใช้วิธีพิจารณาจากยอดขายสินค้าจริง เปรียบเทียบกับยอดขายสินค้าที่ได้จากสมการการพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนของอนุกรมเวลาคือ สมการ $T_t = 621170.496 - 172.411X_t$

จากตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์แนวโน้มในคอลัมน์ Trend เมื่อนำค่าดังกล่าวไปคูณกับค่าดัชนีฤดูกาลรายวัน และค่าดัชนีฤดูกาลรายสัปดาห์ จะได้ค่า Reverse1 และ Reverse2 ตามลำดับ ซึ่งจะเป็นการนำอิทธิพลรายวันและรายสัปดาห์คืนกลับให้ค่าทำนายยอดขาย ดังนั้น Reverse2 คือค่าพยากรณ์ยอดขายสุทธิ และสามารถนำมาเทียบกับยอดขายจริง (Sales) ได้ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2017 ถึง 31 ธันวาคม 2017 ในการทดสอบ ซึ่งค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยเพียงใด ก็จะทำให้สมการตัวแบบที่สร้างขึ้นมามีความแม่นยำสูงมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 4

ตารางที่ 5: ตัวอย่างข้อมูลการเปรียบเทียบยอดขายสินค้าจริงและยอดขายสินค้าจากการพยากรณ์

no.	Day	Week	Date	Trend (T)	Seasonal Factor (Daily)	Reverse 1	Seasonal Factor (Weekly)	Reverse 2	Sales
1005	SUN	Week 1	01-10-17	447,897	124.223%	556,392	91.519%	509,204	528,823
1006	MON	Week 1	02-10-17	447,725	87.530%	391,894	91.519%	358,657	446,914
1007	TUE	Week 1	03-10-17	447,553	82.911%	371,070	91.519%	339,600	414,719
1008	WED	Week 1	04-10-17	447,380	85.177%	381,065	91.519%	348,747	398,584
1009	THU	Week 1	05-10-17	447,208	84.918%	379,760	91.519%	347,552	366,112
1010	FRI	Week 1	06-10-17	447,035	105.301%	470,733	91.519%	430,810	488,068
1011	SAT	Week 1	07-10-17	446,863	129.941%	580,658	91.519%	531,413	579,932
1012	SUN	Week 2	08-10-17	446,691	124.223%	554,892	94.412%	523,885	511,354
1013	MON	Week 2	09-10-17	446,518	87.530%	390,837	94.412%	368,997	391,474
1014	TUE	Week 2	10-10-17	446,346	82.911%	370,070	94.412%	349,390	412,293
1015	WED	Week 2	11-10-17	446,173	85.177%	380,037	94.412%	358,801	375,015
1016	THU	Week 2	12-10-17	446,001	84.918%	378,735	94.412%	357,571	428,191



รูปที่ 4: เปรียบเทียบยอดขายสินค้า ระหว่างยอดขายจริงและยอดขายจากการพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนของอนุกรมเวลา

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าข้อมูลในช่วงเวลาปกติ ข้อมูลยอดขายสินค้าจริง (เส้นทึบ) เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนของอนุกรมเวลา (เส้นประ) มีค่าใกล้เคียงกันตลอดทั้ง 4 สัปดาห์ โดยในช่วงสัปดาห์ที่ 3 จะมียอดขายสินค้าน้อยที่สุด ส่วนในช่วงสัปดาห์ที่ 4 จะมียอดขายสินค้ามากที่สุด เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 3 ของแต่ละเดือนเป็นช่วงเวลาที่ยังไม่ได้รับเงินเดือน ทำให้คน

ส่วนใหญ่ยังไม่ออกมาจับจ่ายใช้สอยในช่วงเวลาดังกล่าว แต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 จนถึงต้นเดือนจะมีการจับจ่ายใช้สอยมากกว่าปกติเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ได้รับเงินเดือนแล้ว ทำให้คนหันมาซื้อของกันมากขึ้น ดังนั้นในสัปดาห์ที่ 4 จึงมียอดขายสินค้ามากที่สุด และในขณะเดียวกันจะเห็นว่าภายใน 1 สัปดาห์ ช่วงวันสุดสัปดาห์ จะมียอดขายสินค้ามากกว่าวันทำงาน โดยเฉพาะวันเสาร์และวันอาทิตย์ที่มียอดขายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากวันสุดสัปดาห์เป็นวันที่คนมีเวลามากในการออกมาจับจ่ายใช้สอยทำให้ยอดขายสูงมากขึ้น และเมื่อเข้าสู่วันทำงานปกติยอดขายสินค้าก็จะลดลงเพราะคนส่วนใหญ่มักจะไม่ซื้อของในช่วงเวลานี้ทำให้ยอดขายน้อยลงกว่าปกติ จึงทำให้เกิดอิทธิพลของฤดูกาลของวันภายในสัปดาห์และฤดูกาลของสัปดาห์ภายในเดือน แต่จะมีบางช่วงเวลาเท่านั้นที่ยอดขายสินค้าจริงแตกต่างจากยอดขายจากการพยากรณ์มาก เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวอาจมีการจัดโปรโมชั่นสินค้าเพื่อกระตุ้นยอดขายทำให้ยอดขายสินค้าจริงเพิ่มขึ้นจากการพยากรณ์ หรือในบางช่วงเวลามีการปรับปรุงซ่อมแซมร้านค้าทำให้สูญเสียโอกาสในการขาย จึงทำให้ยอดขายสินค้าจริงน้อยกว่ายอดขายจากการพยากรณ์ แต่การจัดโปรโมชั่นดังกล่าว หรือการปรับปรุงร้านค้านั้นไม่ได้เกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงเวลาเดียวกันของทุกสัปดาห์ หรือทุกเดือนซึ่งถือว่าเป็นความผันแปรเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอ ถือว่าไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดขึ้นหรือไม่ หรือเกิดขึ้นเมื่อไหร่ ดังนั้นในการพยากรณ์ค่าอนุกรมเวลาจะไม่นำค่าความผันแปรเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอมาพิจารณาด้วย (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์, 2535) ในขณะเดียวกันภายใต้ช่วงเวลายอดขายที่สูงขึ้น ยอดขายสินค้าในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ก็ยังมีค่าสูงกว่าสัปดาห์อื่น ๆ และยอดขายสินค้าในช่วงวันสุดสัปดาห์ ก็ยังมีค่าสูงกว่ายอดขายในวันทำงาน ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของฤดูกาล

3.3 การพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอย

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อยอดขายสินค้า โดยใช้สมการการถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression Model) โดยมีข้อสมมติฐานเบื้องต้น ดังนี้ ยอดขายสินค้ามีความสัมพันธ์กับจำนวนคนเข้าดูสินค้า GDP มูลค่าการนำเข้าสินค้า กลุ่มประเภทของวัน กลุ่มของอายุ ราคาน้ำมันค้าปลีก และดัชนีค้าปลีก ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรตาม (Dependent Variable: Y_t) คือ ยอดขายสินค้า ณ วันที่ t (บาท)

2. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable: X_t) เป็นปัจจัยที่จะส่งผลต่อยอดขายสินค้าซึ่งมีทั้งตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรเชิงคุณภาพ

โดยแบบจำลองที่ใช้ ได้สร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายสินค้า แสดงได้ดังนี้

$$Y_t = A + B_1X_{1t} + B_2X_{2t} + B_3X_{3t} + B_4X_{4t} + B_5X_{5t} + B_6X_{6t} + B_7X_{7t} + B_8X_{8t} + B_9X_{9t} + B_{10}X_{10t} + \varepsilon_t \quad (11)$$

โดยที่

Y_t คือ ยอดขายสินค้า ณ วันที่ t

A, B_1 , $B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8, B_9, B_{10}$, คือ ค่าคงที่สัมประสิทธิ์

X_{1t} คือ จำนวนคนเข้าดูสินค้า ณ วันที่ t

X_{2t} คือ GDP ณ วันที่ t

X_{3t} คือ มูลค่าการนำเข้าสินค้า ณ วันที่ t

X_{4t} คือ กลุ่มประเภทของวัน ณ วันที่ t

X_{5t} คือ จำนวนคนในกลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปีที่ใช้บริการมากที่สุด ณ วันที่ t

X_{6t} คือ จำนวนคนในกลุ่มอายุระหว่าง 20 – 29 ปีที่ใช้บริการมากที่สุด ณ วันที่ t

X_{7t} คือ จำนวนคนในกลุ่มอายุระหว่าง 30 – 39 ปีที่ใช้บริการมากที่สุด ณ วันที่ t

X_{8t} คือ จำนวนคนในกลุ่มอายุระหว่าง 40 – 49 ปีที่ใช้บริการมากที่สุด ณ วันที่ t

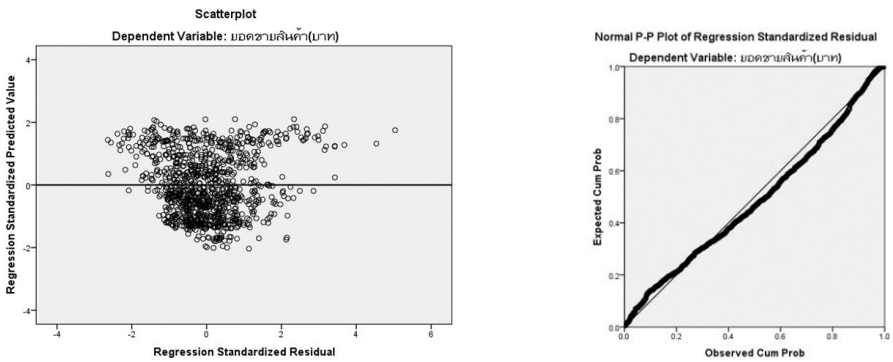
X_{9t} คือ ราคาน้ำมันค้าปลีก ณ วันที่ t

X_{10t} คือ ดัชนีค้าปลีก ณ วันที่ t

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ ต้องมีการทดสอบเงื่อนไขการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อทราบความเหมาะสมของตัวแบบ ถ้าตัวแบบไม่เป็นไปตามเงื่อนไขการวิเคราะห์จะส่งผลให้ผลการศึกษาคลาดเคลื่อนและนำไปสู่การสรุปผลที่ผิดพลาด ดังนั้นผลการวิเคราะห์การถดถอยจึงต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขเบื้องต้น ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของ Y มีการแจกแจงปกติ และ
2. ตัวแปรอิสระ **Xi** แต่ละตัวต้องเป็นอิสระต่อกัน



(ก) (ข)

รูปที่ 5: การทดสอบเงื่อนไขตัวแปรตาม (ก) การกระจาย Residual ของ Y มีการกระจายแบบสุ่ม (ข) และ Normal Probability Plot ของ Y มีการแจกแจงปกติ

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรตาม Y ผ่านเงื่อนไขการทดสอบ คือ การกระจาย Residual **ของ** Y มีการกระจายแบบสุ่ม **และ** Normal Probability Plot ของ Y มีการแจกแจงแบบปกติ

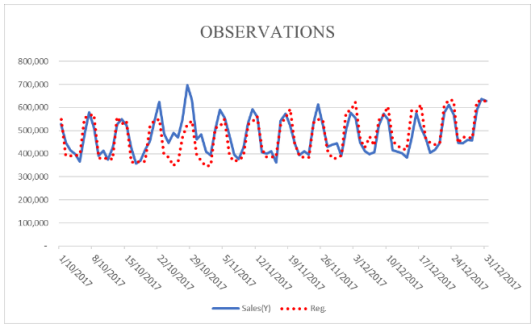
การตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปร Xi ทุกตัว หรือการทดสอบ Collinearity ใช้ค่าสถิติ Tolerance และค่าสถิติ VIF (Variance Inflation Factor) พบว่าค่า Tolerance ของตัวแปรอิสระ X_5, X_6, X_7 และ X_8 ที่สังเกตเห็นว่ามีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากซึ่งหมายความว่า ตัวแปรอิสระ X_5, X_6, X_7 และ X_8 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆมาก ดังนั้น จึงทำการตัดตัวแปรอิสระทั้ง 4 ตัวแปรนี้ออก สอดคล้องกับการทดสอบค่า VIF พบว่า ค่า VIF ของ X_5, X_6, X_7 และ X_8 มีค่ามากกว่า 10 ดังนั้นจึงทำการตัดตัวแปรอิสระทั้ง 4 ตัวแปรนี้ออก ดังนั้นจึงเหลือตัวแปรอิสระ Xi จำนวน 6 ตัวแปร ที่มีความสามารถในการอธิบายตัวแปรตามได้ สมการถดถอยที่ได้คือ

$$\hat{Y} = -616618.012 + 151874.449X_4 - 67128.432X_2 + 14.066X_1 + 1529.755X_{10} + 19865.741X_9 + 154.094X_3 \quad (12)$$

นั่นคือ กลุ่มประเภทของวัน จำนวนคนเข้าดูสินค้า ดัชนีค้าปลีก ราคาน้ำมันค้าปลีก มูลค่าการนำเข้าสินค้ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับยอดขายสินค้า ยกเว้น GDP ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับยอดขายสินค้า

Date	Constant	X4	X2	X1	X10	X9	X3	Reg.	Sales(Y)
		Day group	GDP	Footfall	Retail Index	Blue Gasohol 91	Import value(MB)		
1/10/2017	-616618.01	1	0.86	5655	230.93	27.58	586.70	548,640	528,823
2/10/2017	-616618.01	0	0.86	5427	230.93	27.58	586.70	393,558	446,914
4/10/2017	-616618.01	0	0.86	5132	230.93	27.58	586.70	389,409	398,584
5/10/2017	-616618.01	0	0.86	6422	230.93	27.18	586.70	399,608	366,112
20/10/2017	-616618.01	1	0.86	4889	230.93	26.78	586.70	521,973	452,896
26/10/2017	-616618.01	0	0.86	4883	230.93	26.78	586.70	370,014	471,119
31/10/2017	-616618.01	0	0.86	4643	230.93	26.78	586.70	366,638	482,995
1/11/2017	-616618.01	0	0.99	4123	226.86	26.78	589.46	344,796	408,350
8/11/2017	-616618.01	0	0.99	4445	226.86	27.98	589.46	373,164	375,507
9/11/2017	-616618.01	0	0.99	5495	226.86	27.98	589.46	387,934	427,058
18/11/2017	-616618.01	1	0.99	6341	226.86	27.98	589.46	551,708	574,048
19/11/2017	-616618.01	1	0.99	9280	226.86	27.98	589.46	593,048	524,350
7/12/2017	-616618.01	0	0.78	5855	245.48	27.98	592.65	436,070	406,869
9/12/2017	-616618.01	1	0.78	4928	245.48	27.58	592.65	566,959	573,131
12/12/2017	-616618.01	0	0.78	6308	245.48	27.58	592.65	434,496	408,872
20/12/2017	-616618.01	0	0.78	6690	245.48	27.58	592.65	439,869	417,658
21/12/2017	-616618.01	0	0.78	7169	245.48	27.58	592.65	446,607	443,866
30/12/2017	-616618.01	1	0.78	9274	245.48	27.68	592.65	630,077	636,827
31/12/2017	-616618.01	1	0.78	9070	245.48	27.68	592.65	627,207	628,071

(ก)



(ข)

รูปที่ 6: เปรียบเทียบยอดขายสินค้าระหว่างยอดขายพยากรณ์และยอดขายจริงด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (ก) ตารางพยากรณ์รายวันเทียบยอดขายดี (ข) กราฟยอดขายจริงรายวันเทียบยอดขายพยากรณ์

ในการทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ พิจารณาจากยอดขายสินค้าจริง เปรียบเทียบกับยอดขายสินค้าที่ได้จากสมการการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ ใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2017 ถึง 31 ธันวาคม 2017 ในการทดสอบ แสดงได้ดังรูปที่ 6

ผลการวิจัย

วิธีการพยากรณ์ยอดขายสินค้าทั้งด้วยวิธีการวิเคราะห์ด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression) ต่างก็เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีวิธีการแตกต่างกันไป ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ทั้งสอง โดยทำการแปลงหน่วยของข้อมูลให้เป็น (แสนบาท) เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ และได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6: ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทั้ง 5 วิธี ของการพยากรณ์ยอดขายสินค้าทั้ง 2 แบบ

FORECAST	BASIC	MAD	MSE	MAPE (%)	Theil's U
Time Series	32.777	0.509	0.356	10.825	0.643
Regression	24.441	0.380	0.266	7.850	0.555

จากตารางที่ 6 พบว่าวิธีการพยากรณ์วิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression) ให้ค่าความคลาดเคลื่อน Basic Error, MAD, MSE, MAPE, Theil's U น้อยกว่าการวิเคราะห์ด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ทั้งหมด แสดงว่าวิธีการพยากรณ์วิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression) ให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ที่สูงกว่า ทั้งนี้ การถดถอยเชิงพหุมีการนำตัวแปรอิสระหลายตัวมาช่วยในการทำนาย จึงอาจให้ค่าความแม่นยำที่สูงกว่า ดังนั้น สำหรับข้อมูลชุดนี้ การถดถอยเชิงพหุจึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ยอดขายสินค้าในอนาคตได้ดีกว่าวิธีการแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา ที่คำนึงถึงการผันแปรตามเวลาและฤดูกาลเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม สำหรับข้อมูลชุดอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อน การทำนายอาจจำเป็นต้องใช้วิธีการที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น วิธีพยากรณ์ด้วยสมการถดถอยเชิงพหุ ที่มีการปรับเรียบด้วยตัวแปรเทียมแทนฤดูกาล (Seasonal Dummy Variable) (Rattanametawee *et al*. 2016) การสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ที่ดีควรจะมีการตรวจสอบกับข้อมูลเพิ่มเติม เพราะข้อมูลจริงจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ เพื่อที่ในอนาคตจะได้มีการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าเดิมยิ่งขึ้นไป

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ยอดขายสินค้าออนไลน์ประเภทเสื้อผ้า มีความอ่อนไหวไปตามสัปดาห์ที่ 1-4 ของแต่ละเดือน ขณะเดียวกันก็อ่อนไหวไปตามวันที่ 1-7 ในแต่ละสัปดาห์ เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สองแบบ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ใช้เทคนิคการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Time Series Decomposition) โดยมีการหาค่าดัชนีฤดูกาลรายสัปดาห์ (SI-1) และค่าดัชนีฤดูกาลรายวัน (SI-2) พร้อมทั้งกำจัดอิทธิพล

ของฤดูกาลทั้งสองออกไป และ 2) การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ที่ได้จากข้อมูลยอดขายสินค้าของบริษัทขายเสื้อผ้าออนไลน์แห่งหนึ่ง โดยเก็บข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2015 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2017 จำนวน 1096 ค่า และได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วนดังนี้ 1. ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2015 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2017 สำหรับสร้างตัวแบบการพยากรณ์ 2. ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2017 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2017 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของการพยากรณ์

การศึกษาการพยากรณ์ยอดขายสินค้าด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) โดยใช้เทคนิคการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Time Series Decomposition) เมื่อพิจารณาข้อมูลที่นำมาศึกษา พบว่าเป็นข้อมูลระยะสั้น (3 ปี) ดังนั้นข้อมูลในส่วนนี้ถือว่ายังไม่มีอิทธิพลของวัฏจักร (Ct) และความไม่สม่ำเสมอหรือความผิดปกติของข้อมูล (It) ก็จะไม่นำมาพิจารณาในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ เพราะฉะนั้นในการสร้างตัวแบบครั้งนี้จึงมีแต่เพียงค่าของแนวโน้ม (Tt) และค่าความผันแปร (St) ตามฤดูกาลเท่านั้นที่นำมาพิจารณา ได้สมการเป็นดังนี้ $Yi = Tt \times St$ แต่เนื่องจากข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลรายวันของแต่ละสัปดาห์ ซึ่งค่าของข้อมูลรายสัปดาห์มีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงต้องทำการปรับข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบรายสัปดาห์ก่อนเพื่อหาค่าดัชนีฤดูกาลรายสัปดาห์ (Weekly Seasonal Factor) แล้วจึงนำไปหาค่าดัชนีฤดูกาลรายวัน (Daily Seasonal Factor) โดยดัชนีฤดูกาลรายสัปดาห์ (Weekly Seasonal Factor) จะมีทั้งหมด 4 ฤดูกาลซึ่งเป็นข้อมูลแต่ละสัปดาห์ของทุก ๆ เดือนที่นำมาสร้างตัวแบบ ได้ค่าดัชนีฤดูกาลเป็น 91.519% 94.412% 91.044% และ123.024% ตามลำดับ หมายความว่าในฤดูกาลที่ 4 หรือในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ของแต่ละเดือนจะมียอดขายสินค้าสูงที่สุดอันเนื่องมาจากเป็นช่วงที่คนส่วนใหญ่จะได้รับเงินเดือนในช่วงนี้ ทำให้คนออกมาจับจ่ายใช้สอยกันเป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดยอดขายมากกว่าทุกสัปดาห์ ส่วนในฤดูกาลที่ 3 หรือในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ของเดือน คนส่วนใหญ่จะยังไม่ได้รับเงินเดือน ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงของการประหยัดก็จะทำให้ไม่เกิดการจับจ่ายใช้สอยในช่วงนี้เท่าที่ควร จึงทำให้สัปดาห์ที่ 3 มียอดขายต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาที่ข้อมูลรายวันของแต่ละสัปดาห์ ค่าดัชนีฤดูกาลรายวัน (Daily Seasonal Factor) จะมีทั้งหมด 7 ฤดูกาล นั่นก็หมายถึงจำนวนวันทั้งหมดใน 1 สัปดาห์ โดยข้อมูลชุดแรกที่นำมาทำการศึกษาคือวันที่ 1 มกราคม 2015 ซึ่งตรงกับวันพฤหัสบดี จึงกำหนดให้วันพฤหัสบดีเป็นฤดูกาลที่ 1 และไล่เรียงไปจนถึงวันพุธคือฤดูกาลที่ 7 ได้ค่าดัชนีฤดูกาลเป็น 84.918% 105.301% 129.941% 124.223% 87.530% 82.911% และ 85.177% ตามลำดับ หมายความว่า ในฤดูกาลที่ 3 ซึ่งตรงกับวันเสาร์ของแต่ละสัปดาห์จะมียอดขายสินค้าสูงที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงของวันหยุดสุดสัปดาห์ ทำให้คนส่วนใหญ่มีเวลาว่างที่จะออกมาซื้อสินค้าเป็นจำนวนมากทำให้เกิดยอดขายในช่วงเวลานี้สูงที่สุด แต่ตรงกันข้ามกับฤดูกาลที่ 6 หรือวันอังคารซึ่งอยู่ในช่วงของวันทำงาน จะมียอดขายต่ำที่สุด เนื่องจากคนส่วนใหญ่มักจะใช้เวลาไปกับการทำงานจึงไม่มีเวลามากพอที่จะไปเลือกซื้อสินค้า และเลือกที่จะไปซื้อสินค้าในช่วงวันสุดสัปดาห์มากกว่า ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้วันที่มียอดขายสูงที่สุดอยู่ในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ วันที่มียอดขายต่ำที่สุดอยู่ในช่วงของวันทำงาน และสัปดาห์ที่มียอดขายสูงที่สุดอยู่ในช่วงที่ได้รับเงินเดือน และสัปดาห์ที่มียอดขายต่ำที่สุดอยู่ในช่วงที่ใกล้ได้รับเงินเดือน

การศึกษาการพยากรณ์ยอดขายสินค้าด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression) มีตัวแปรอิสระ Xi ที่ใช้ในการอธิบายการพยากรณ์ยอดขายสินค้า ทั้งหมด 10 ตัวแปร นั่นคือ จำนวนคนเข้าดูสินค้า GDP มูลค่าการนำเข้าสินค้า กลุ่มประเภทของวัน กลุ่มคนอายุต่ำกว่า 20 ปีที่ใช้บริการ กลุ่มคนอายุระหว่าง 20 – 29 ปีที่ใช้บริการ กลุ่มคนอายุระหว่าง 30 – 39 ปีที่ใช้บริการ กลุ่มอายุระหว่าง 40 – 49 ปีที่ใช้บริการ ราคาน้ำมันค้าปลีก และดัชนีค้าปลีก ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อการพยากรณ์ยอดขายสินค้ามีทั้งหมด 6 ตัวแปร ได้แก่ กลุ่มประเภทของวัน GDP จำนวนคนเข้าดูสินค้า ดัชนีค้าปลีก ราคาน้ำมันค้าปลีก และมูลค่าการนำเข้าสินค้า ตามลำดับ นำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $\hat{Y} = -616618.012 + 151874.449X_4 - 67128.432X_2 + 14.066X_1 + 1529.755X_{10} + 19865.741X_9 + 154.094X_3$ จะเห็นว่าตัวแปรทุกตัวมีความสัมพันธ์กับยอดขายสินค้าในเชิงบวกทั้งหมด ยกเว้น GDP ที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับยอดขายสินค้า หมายความว่า ถ้า GDP มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเพิ่มขึ้นจะทำให้ยอดขายสินค้ามีค่าลดลง เนื่องมาจากยี่ห้อสินค้าที่นำมาศึกษาเป็นสินค้าที่อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ดังนั้นเมื่อคนส่วนใหญ่มีรายได้สูงมากขึ้นก็จะหันไปซื้อสินค้าที่มียี่ห้อในระดับสูงขึ้นแทน จึงส่งผลให้ยอดขายลดลง และเมื่อพิจารณาที่สมการการถดถอยพบว่า ค่าคงที่มีค่าติดลบ หมายความว่ายอดขายสินค้านั้นมีแนวโน้มที่ลดลง เนื่องจากในตลาดเสื้อผ้ามีภาวะการแข่งกันกันสูง ทำให้มีการแย่งส่วนแบ่งการตลาดเพิ่มมากขึ้น และรสนิยมของคนก็เปลี่ยนแปลงไปตามวันเวลา จึงเป็นเรื่องไม่แปลกที่ยอดขายสินค้าลดลง

การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ทั้งสองแบบนั้น ใช้วิธีการหาค่าความคลาดเคลื่อนดังนี้ 1. ค่าคลาดเคลื่อนอย่างง่าย 2. ค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) 3. ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) 4. ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และ 5. Theil's U ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ทั้งสองวิธีเปรียบเทียบกับยอดขายจริงพบว่า วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 32.777, 0.509, 0.356, 10.825 และ0.643 ตามลำดับ ส่วนวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 24.441, 0.380, 0.266, 7.850 และ0.555 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) น้อยกว่าวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ทั้งหมด และมีปัจจัยที่ส่งผลต่อยอดขายสินค้ามากกว่าวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ที่มีแค่ปัจจัยทางด้านเวลาเพียงอย่างเดียว ถึงแม้ว่าจะกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกไปแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะให้ความแม่นยำดีกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

โดยสรุป ในงานวิจัยนี้ พบว่าการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ (Multiple Regression Analysis) ให้ค่าการพยากรณ์ที่แตกต่างจากค่าจริงน้อยกว่า และควรที่จะนำไปใช้สร้างตัวแบบการพยากรณ์ยอดขายสินค้าในอนาคต โดยในเบื้องต้น หากแนวโน้มยอดขายอยู่ในลักษณะที่ไม่แตกต่างจากที่ผ่านมา จะสามารถพยากรณ์ยอดขายรายวันจากสมการที่ 12 โดยใช้ตัวแปรต้น 6 ตัวแปรที่งานวิจัยนี้พบว่าส่งผลต่อการพยากรณ์ยอดขายสินค้าประเภทเสื้อผ้า ได้แก่ กลุ่มประเภทของวัน GDP จำนวนคนเข้าดูสินค้า ดัชนีค้าปลีก ราคาน้ำมันค้าปลีก และมูลค่าการนำเข้าสินค้า อย่างไรก็ตาม หาก

แนวโน้มยอดขายมีการเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต อาจจำเป็นต้องสร้างตัวแบบพยากรณ์ใหม่ จากวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุ หรือวิธีการอื่นที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น วิธีพยากรณ์ด้วยสมการถดถอยเชิงพหุ ที่มีการปรับเรียบด้วยตัวแปรเทียมแทนฤดูกาล (Seasonal Dummy Variable)

รายการอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา และ ฐิตา วานิชย์บัญชา. 2558. **การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล.** พิมพ์ครั้งที่ 27. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สามลดา.

นิตยา วงศ์ระวัง. 2556. **การจัดการคลังสินค้าผ้าที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ.** วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปณิธี ธัมมวิจยะ. 2560. **การพยากรณ์โรคโดยการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา.** สำนักระบาดวิทยา.

พิพัฒนพงษ์ ชนะมรกตไพศาล และ อโณทัย รัตนกุล. 2558. **แนวทางการเพิ่มยอดขายเสื้อผ้าสำเร็จรูปบุรุษทั่วไปช่วงอายุระหว่าง 12-25 ปี.** วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิษณุ เจียวคุณ. 2554. **การวิเคราะห์การถดถอย.** เอกสารประกอบการสอน. สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วรางคณา กีรติวิบูลย์ และ เจ๊ะอัฐฟาน มาหิเละ. 2554. ตัวแบบพยากรณ์ความเร็วลม ตามแนวชายฝั่งจังหวัดสงขลา. **วารสารวิจัยพลังงาน.** ปีที่ 8. ฉบับที่ 2554/3. 63–72.

วฐา มินเสน. 2557. **การประมาณค่าดัชนีฤดูกาลในวิธีแยกส่วนประกอบด้วย GRG2.** การประชุมวิชาการมหาสารคามวิจัย. ครั้งที่ 10. 244–248.

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และคณะ. 2539. **เทคนิคการพยากรณ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. 2535. **การวิเคราะห์อนุกรมเวลา.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

Rattanametawee, Witchaya, Chartchai Leenawong, and Ponrudee Netisopakul. 2016. **The Effects of Special Events on Regression For Subcompact Car Sales In Thailand**. Jurnal Teknologi 78. No. 11.

รายการอ้างอิงจากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ (Translated Thai References)

Chanamorakotphaisan, P., Rattanakul, A., 2015. **The study of increase sale ready to wear clothes age range between 12 – 25 years**. Master of Business Administration Thesis. Khonkaen University. (In Thai)

Chiawkhun, P., 2011. **Regression analysis.** Teaching Material, Science and Technology Service Center, Chiang Mai University. (In Thai)

Keerativibool, W., and Mahileh, J., 2011. Forecasting Model of Wind Speed along the Coast of Songkhla province. **Energy Research Institute Journal**. Year 8. Issue. 2011/3. 63-72. (In Thai)

Lorchirachoonkul, V., 1996. **Forecasting techniques.** 1st ed. Bangkok. Chulalongkorn University Press. (In Thai)

Minsan, P., 2014. **Seasonal index estimation by GRG2 decomposition method**. Proceedings of 10th Mahasarakham Research Conference. 244-248. (In Thai)

Suwanwongse, S., 1992. **Time series analysis.** 1st ed. Bangkok. Suweeriyasan Co. Ltd. Publisher. (In Thai)

Thammawijaya, P., 2017. **Prognosis by time series data analysis**. Bureau of Epidemiology. (In Thai)

Vanichbuncha, K., and Vanichbuncha, T., 2015. **Using SPSS for Windows to analyze data.** 27th ed. Bangkok. Sam Lada Printing House. (In Thai)

Wongrawang, N., 2013. **Optimal fabric inventory management for textile industry**. Master of Engineering Thesis. Silpakorn University. (In Thai)