

## การพยากรณ์ความต้องการใช้กาวดักแมลงวัน Fly Glue Trap Demand Forecasting

ศิริวรรณ สัมพันธ์มิตร<sup>1</sup> วรรณดา สมบูรณ์<sup>2</sup> กนกวรรณ สังสรรค์ศิริ<sup>3</sup> และ เสาวนิตย์ เลขวัต<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,4</sup>คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

<sup>3</sup>บริษัท แสงสิริ อินเตอร์เทรดดิ้ง จำกัด 115/22 แขวงบางบอน เขตบางบอน กรุงเทพมหานคร 10150

E-mail: saowanit.le@go.buu.ac.th\*

Siriwan sampantamit<sup>1</sup>, Wannada somboon<sup>2</sup>, Kanokwan Sangsansir<sup>3</sup> and Saowanit Lekhvat<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,4</sup>Faculty of Logistics, Burapha University, Mueang, Chonburi, 20131

<sup>3</sup>Sangsiri Intertrading Co., Ltd. 115/22, Bangbon, Bangkok, 10150

E-mail: saowanit.le@go.buu.ac.th\*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบว่าเทคนิคการพยากรณ์ใดที่มีความแม่นยำและเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด โดยวัดจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ และเพื่อช่วยให้ทราบถึงความต้องการกาวดักแมลงวันในแต่ละเดือนโดยใช้เครื่องมือการพยากรณ์ต่างๆ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ แผ่นกาวดักแมลงสีเหลือง กาวดักแมลงวันแบบซองสีฟ้า และแผ่นกาวดักแมลงวันสีเขียว และใช้รูปแบบการพยากรณ์ ทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ วิธี Simple Moving Average, Weighted Moving Average, Exponential Smoothing, Stationary with additive and multiplicative seasonal effect, Double moving average, Double exponential smoothing (Holt's method) และ Holt-winter's method for additive and multiplicative seasonal effect ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าพยากรณ์แผ่นกาวดักแมลงวันสีเหลือง ค่าพยากรณ์ของแผ่นกาวดักแมลงวันแบบซองสีฟ้า และค่าพยากรณ์ของแผ่นกาวดักแมลงวันสีเขียวที่ได้จากวิธี Double exponential smoothing (Holt's method) ที่ให้ค่าคลาดเคลื่อน (MSE) น้อยที่สุดเท่ากับ 551,161.21 , 14,447.7 และ 77,545,737.4 ตามลำดับ ดังนั้นผู้ประกอบการสามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เพื่อพยากรณ์ยอดขายในอนาคตต่อไป

**คำสำคัญ:** กาวดักแมลงวัน, การพยากรณ์, การวางแผน, อนุกรมเวลา

### Abstract

The aim of this research is to compare various forecasting techniques that provide the best choice for the collected data by minimizing mean square error. In order to forecast the demand of fly glue trap, we collect 3 types of such products which are yellow, blue and green ones. The methods which are applied to compare are simple moving average, weighted moving average, exponential smoothing, stationary with additive and multiplicative seasonal effect, double moving average, double exponential smoothing (Holt's method) and Holt-winter's method for additive and multiplicative seasonal effect. The results find that double moving average, double exponential smoothing (Holt's method) is the best forecasting method that can minimize mean square error which are 551,161.21 for yellow type of fly glue trap while double exponential smoothing (Holt's method) is the best choice that minimizes mean

square error 14,447.7 and 77,545,737.4 for blue and green type of fly glue trap, respectively. Therefore, an entrepreneur can apply such recommended methods to forecast the future demand of the product.

**Keyword:** Fly glue trap, Forecasting, Planning, Time Series

## 1.บทนำ

ในปัจจุบันการประกอบธุรกิจถือเป็นความท้าทายอย่างมาก เนื่องจากสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจเป็นไปอย่างรุนแรง ผู้ประกอบธุรกิจจึงต้องมีวิธีการบริหารจัดการธุรกิจให้สามารถอยู่รอดในตลาดได้ ซึ่งเทคนิคการพยากรณ์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่ง ที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลสำหรับการผลิตหรือยอดขายของอนาคต

ธุรกิจกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลคือ ธุรกิจกาวดักแมลงวัน ซึ่งเป็นธุรกิจจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้าผ่านทางออนไลน์ ถ้าผู้ประกอบการมีการวางแผนการขายที่ดีก็จะส่งผลทำให้เพิ่มกำไรให้กับธุรกิจได้ ในปัจจุบันที่ทำให้ธุรกิจสามารถอยู่รอดและเติบโตนั้นมีหลายปัจจัยยกตัวอย่าง เช่น การทราบความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งการพยากรณ์การสั่งซื้อสามารถให้ผลลัพธ์ในส่วนนี้ได้ ผู้ประกอบการสามารถนำผลข้อมูลมาวางแผนธุรกิจไม่ให้ธุรกิจขาดทุนไม่สูญเสียโอกาสที่จะทำกำไร และมีรายได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากที่กล่าวมาเบื้องต้นผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาในเรื่องดังกล่าว โดยเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ได้แก่ วิธี Simple Moving average, Weighted Moving Average, Exponential Smoothing, Stationary data with additive seasonal effect, Stationary data with multiplicative seasonal effect, Trend model, Holt-Winter's method และใช้วิธีหาความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Mean Squared Error (MSE) ซึ่งการพยากรณ์ดังกล่าวสามารถนำมาเป็นแนวทางในการวางแผนธุรกิจ

## 2.1 แนวคิด ทฤษฎี

การพยากรณ์ คือ การประมาณ หรือ การคาดคะเนว่าอะไรจะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การพยากรณ์ยอดขายของปีข้างหน้า การพยากรณ์มีบทบาทสำคัญกับทุกด้าน ทั้งหน่วยงานของรัฐบาลและเอกชน รัฐบาลต้องประมาณ หรือ พยากรณ์รายได้รายจ่ายในปีหน้า เพื่อนำมาวางแผน เอกชนต้องพยากรณ์ยอดขาย เพื่อนำมาวางแผนการผลิตสินค้าคงคลัง แรงงาน ฯลฯ โดยประโยชน์ของกรพยากรณ์ด้านการเงิน และการบัญชี (Finance) สามารถช่วยในการจัดทำงบประมาณการขาย เพื่อจัดสรรทรัพยากรให้ทุกส่วนขององค์การอย่างทั่วถึงและเหมาะสม ด้านการตลาด (Marketing) ใช้กำหนดยอดขายเป้าหมายของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการควบคุมกิจกรรมของฝ่ายขายและฝ่ายการตลาด และด้านการผลิต (Operation) ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการต่างๆ ในฝ่ายการผลิต เช่น การบริหารสินค้าคงคลังและการจัดซื้อ การบริหารแรงงาน โดยการจำกัดกำลังคนให้สอดคล้องกับปริมาณงาน การกำหนดกำลังการผลิต เพื่อจัดให้มีขนาดของโรงงานที่เหมาะสม การเลือกทำเลที่ตั้งสำหรับการผลิต การวางแผนผังกระบวนการผลิตและการจัดตารางการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้ผลิตสินค้าออกมาได้อย่างเหมาะสม และเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบการพยากรณ์ในปัจจุบันนั้นมีหลากหลายวิธี โดยการเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย อนุสรณ์ (2559) ศึกษาการพยากรณ์ความต้องการ เพื่อแก้ปัญหาต้นทุนจม โดยผลการวิเคราะห์พบว่าพยากรณ์

วิธีแยกส่วนประกอบได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำที่สุด เช่นเดียวกับ นิตยา (2556) ซึ่งศึกษาและวิเคราะห์ถึง ปริมาณความต้องการของลูกค้าเพื่อนำไปสู่การวางแผนการผลิต กิตติพงศ์ (2556) ศึกษาการพยากรณ์ ยอดขายสินค้า เพื่อกำหนดเป้าหมายยอดขายที่เหมาะสม โดยพบการวิเคราะห์พบว่า วิธีของวินเทอร์ (Winter's Method) มีความคลาดเคลื่อนจากยอดขายจริงน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพยากรณ์ในรูปแบบเดิมของบริษัท แวดาว (2550) ศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา เพื่อปรับปรุงข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนการผลิตให้ดีขึ้น โดยรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดคือวิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง ซึ่งทำให้ผลผลิตสินค้าได้ใกล้เคียงกับความต้องการของลูกค้ามากขึ้น ศิริภัก (2554) เริ่มจากการใช้ทฤษฎี ABC Classification เช่นเดียวกับ เนตรนา (2558) เพื่อลำดับความสำคัญสินค้า และทำการพยากรณ์ยอดขายในแต่ละคลาส ซึ่งมีรูปแบบการพยากรณ์ต่างกันไป สุภัสสรา (2559) และเนตรนา (2558) วิเคราะห์หาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมโดยใช้ทฤษฎีการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) มาใช้ในการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม เพื่อให้มีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการ ชัชชญา (2560) ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณความต้องการ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยแบบพหุคูณ โดยเลือกผลลัพธ์การพยากรณ์ที่มีข้อผิดพลาด (RMSE) น้อยที่สุด โดยวิธีหาค่าและค่าเฉลี่ย (MAPE) ในการหาค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์เช่นเดียวกับ ปิยะกิจ (2560) ซึ่งได้ผลลัพธ์ของการพยากรณ์ที่มีความคลาดน้อยที่สุดจากวิธีการแยกส่วนในรูปแบบการคุณลักษณะศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ เพื่อใช้วางแผนในกระบวนการผลิต ปิยะมาส (2561) ศึกษาการพยากรณ์เพื่อเป็นการลดความคลาดเคลื่อนของประตูสำเร็จรูป คมชาญ และ ศุภรัชชัย (2563) ศึกษาการพยากรณ์เชิงปริมาณ เพื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์รายวัน โดยทั้งสามได้เลือกเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่าง

ง่าย (Simple Exponential Smoothing) Kahforoushan, Zarif and Mashahir (2010) พบว่า เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมนั้นจำเป็นต้องพิจารณาจากหลายปัจจัยร่วมกัน Neelamegham และ Chintagunta (1999) ศึกษาหาคำตอบเกี่ยวกับการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่มียอดขายในอดีต ซึ่งสรุปได้ว่าแบบจำลอง Bayesian สามารถใช้ร่วมกับกฎทั่วไปของอุตสาหกรรมอื่นๆได้ยังสามารถใช้กับแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน เพื่อทำการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์ใหม่ทั้งในและต่างประเทศได้ Ostertagova และ Ostertag (2012) ให้แนวคิดว่าการสังเกตผลลัพธ์การพยากรณ์นั้นสำคัญที่สุด โดยรูปแบบการถ่วงน้ำหนักในการหาค่าพยากรณ์ และค่าคงที่การปรับให้เรียบเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดลักษณะการทำงานของ simple exponential smoothing การศึกษาของ Haiyan (2017) ได้สร้างแบบจำลองอนุกรมเวลา วิธีเศรษฐมิติ และเทคนิค AI การศึกษาล่าสุดแสดงให้เห็นว่าเทคนิคการพยากรณ์ที่ใหม่และทันสมัยแต่การศึกษาแสดงให้เห็นว่าไม่มีแบบจำลองใดมีประสิทธิภาพเหนือกว่ากันในสถานการณ์อื่นๆ

### 3.ระเบียบวิจัย

#### 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

**3.1.1. การทบทวนวรรณกรรม** ศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ยอดขายกาวดักแมลงวัน ให้เกิดองค์ความรู้ทางทฤษฎีเพื่อนำไปเป็นแนวความคิดในการศึกษาข้อมูล

**3.1.2 ศึกษาข้อมูล** ยอดขายกาวดักแมลงวันในแต่ละเดือนย้อนหลังโดยศึกษาขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ
2. ดำเนินพยากรณ์โดยเทคนิคต่างๆ
3. ทดสอบความแม่นยำของแต่ละวิธีเพื่อนำมาเปรียบเทียบ
4. สรุปผลการทดลอง

### 3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาเรื่องการพยากรณ์ความต้องการซื้อ กาวตักแมลงวัน คณะผู้ศึกษามีขั้นตอนในการเก็บ รวบรวมข้อมูล ดังนี้

#### 3.2.1. เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

นำข้อมูลทุติยภูมิที่มียอดขายในอดีตของธุรกิจ กาวตักแมลงวัน ที่มีข้อมูลบิลแต่ละเดือนมาทำการ เรียบเรียงข้อมูล และนำข้อมูลดิบมาทำการแปลงเป็น ข้อมูลยอดขายของสินค้าแต่ละประเภทรายเดือน คณะผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลยอดขายนำมาใส่ลงใน excel แยกแต่ละประเภท และแปลงเป็นยอดขาย ของสินค้าแต่ละประเภทรายเดือนเพื่อนำมาพยากรณ์

#### 3.2.2. ดำเนินพยากรณ์โดยเทคนิคต่าง ๆ

ในวิธีนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกตัวแบบในการ พยากรณ์ โดยได้มีวิธีการพยากรณ์ใน โปรแกรม Excel ดังนี้

##### 1.Simple moving average

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ n ค่าข้อมูล ล่าสุดในอนุกรมเวลาเป็นการคาดการณ์สำหรับ ช่วงเวลาถัดไป สมการ คือ

$$\text{Moving average} = \frac{\sum \text{Most recent } n \text{ data value}}{n}$$

##### 2. Weighted moving average

ในวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่การสังเกตแต่ละครั้งใน การคำนวณจะได้รับน้ำหนักเท่ากัน ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ แบบถ่วงน้ำหนักเกี่ยวข้องกับการเลือกน้ำหนักที่ แตกต่างกันสำหรับค่าข้อมูลแต่ละค่าจากนั้นคำนวณ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของ n ค่าข้อมูลล่าสุดตามการ คาดการณ์ เทคนิคค่าถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วง น้ำหนักจะมีการให้น้ำหนักข้อมูลในอดีตไม่เท่ากัน โดยให้น้ำหนักเป็น  $W_1, W_2, W_3$  ซึ่งผลรวมของน้ำหนัก ที่ให้จะต้องมีค่าเท่ากับ 1 [ $\sum_{i=1}^n W_i = 1$ ]สมการ คือ

$$F_{t+1} = W_1 X_t + W_1 X_{t-1} + \dots + W_n X_{t-n} + 1$$

##### 3. Exponential smoothing

วิธีนี้ใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่าอนุกรมเวลา ในอดีตเป็นการคาดการณ์ เป็นกรณีพิเศษของวิธี ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักที่เราเลือกน้ำหนัก เพียงตัวเดียว – น้ำหนักสำหรับการสังเกตล่าสุด สมการ คือ  $F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t$  โดย  $F_{t+1}$  = การคาดการณ์อนุกรมเวลาสำหรับ ช่วงเวลา t + 1

$$Y_t = \text{ค่าจริงของอนุกรมเวลาในช่วง } t$$

$$F_t = \text{พยากรณ์อนุกรมเวลาสำหรับช่วงเวลา } t$$

Stationary with additive and multiplicative seasonal effect กำหนดสัญลักษณ์ดังนี้

- ให้  $F_{t+n}$  เป็นค่าการคาดการณ์อนุกรมเวลา สำหรับช่วงเวลา t + n

- ให้  $S_{t+n-p}$  เป็นค่าของสมการที่วัดได้

- ให้  $S_t$  เป็นค่าประมาณฤดูกาลของข้อมูล ณ ช่วงเวลาที่ t ใด ๆ

- ให้  $T_t$  เป็นค่าประมาณแนวโน้มของ ข้อมูล ณ ช่วงเวลาที่ t ใด ๆ

- ให้ t คือ ช่วงเวลา เป็น เดือน  $0 < t \leq m$ ; m คือ ช่วงเวลาสูงสุดของข้อมูล

- ให้  $\alpha$  เป็นค่าคงที่ปรับระดับของข้อมูล มีค่า  $0 < \alpha < 1$

- ให้  $\beta$  เป็นค่าคงที่ปรับแนวโน้มของข้อมูล มี ค่า  $0 < \beta$

4 . Stationary with additive and multiplicative seasonal effect (แบบจำลองผลบวก)

$$\text{มีสมการดังนี้ } F_{t+n} = E_t + S_{t+n-p}$$

$$\text{โดยที่ } E_t = \alpha(Y_t - S_{t-p}) + (1 - \alpha)E_{t-1}$$

$$S_t = \beta(Y_t - E_t) + (1 - \beta)S_{t-p}$$

$$0 \leq \alpha \leq 1 \text{ และ } 0 \leq \beta \leq 1$$

5. Stationary with multiplicative seasonal effect

สูตรสำหรับ Stationary with additive and multiplicative seasonal effect (แบบจำลองผลคูณ) ได้กำหนดสัญลักษณ์เดียวกับวิธี Stationary with additive and multiplicative seasonal effect

$$\text{มีสมการดังนี้ } F_{t+n} = E_t \times S_{t+n-p}$$

$$\text{โดยที่ } E_t = \alpha(Y_t/S_{t-p}) + (1 - \alpha)E_{t-1}$$

$$S_t = \beta(Y_t/E_t) + (1 - \beta)S_{t-p}$$

$$0 \leq \alpha \leq 1 \text{ และ } 0 \leq \beta \leq 1$$

Double moving average และ Double exponential smoothing (Holt's method)

เทคนิคการพยากรณ์ Double moving average และ Double exponential smoothing (Holt's method) ได้กำหนดสัญลักษณ์ ดังนี้

- ให้  $M_t$  เป็นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับช่วง  $k$  ที่ผ่านมาซึ่งมีสมการคือ (รวมระยะเวลา  $t$ )
- ให้  $Y_t$  เป็นค่าข้อมูลจริง ณ ช่วงเวลาที่  $t$  ใด ๆ
- ให้  $T_t$  เป็นค่าประมาณแนวโน้มของ ข้อมูล ณ ช่วงเวลาที่  $t$  ใด ๆ
- ให้  $t$  คือ ช่วงเวลา เป็น เดือน  $0 < t \leq m$ ;  $m$  คือ ช่วงเวลาสูงสุดของข้อมูล
- ให้  $\alpha$  เป็นค่าคงที่ปรับระดับของข้อมูล มีค่า  $0 < \alpha < 1$
- ให้  $\beta$  เป็นค่าคงที่ปรับแนวโน้มของข้อมูล มีค่า  $0 < \beta$
- ให้  $F_{t+n}$  เป็นค่าการคาดการณ์อนุกรมเวลา สำหรับช่วงเวลา  $t + n$

6. Double moving average

$$M_t = (Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1})/k$$

ให้ Double moving average คือ  $D_t$  สำหรับ ช่วง  $k$  ที่ผ่านมา (รวมระยะเวลา  $t$ ) คือค่าเฉลี่ยของ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

$$D_t = (M_t + M_{t-1} + \dots + M_{t-k+1})/k$$

จากนั้นสูตร Double moving average จะถูก กำหนดโดย

$$F_{t+n} = E_t + nT_t$$

$$E_t = 2M_t - D_t$$

$$T_t = 2(M_t - D_t)/(k - 1)$$

7. Double exponential smoothing (Holt's method)

วิธีการแบบHolt's method เป็นวิธีการ Double exponential smoothing ออกแบบมาเพื่อติดตาม อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้น

$$E_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(E_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(E_t - E_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

8. Holt-winter's method for additive seasonal effect

เป็นเทคนิคพยากรณ์ที่ประยุกต์เกี่ยวกับ อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาลข้อมูลเชิงบวก (additive seasonal) โดยกำหนดสัญลักษณ์ ดังนี้

- ให้  $p$  แสดงค่าฤดูกาลของข้อมูล (รายไตรมาส  $p = 4$  และรายเดือน  $p = 12$ )
- ให้  $n$  เป็นหนึ่งช่วงเวลานั้นๆของข้อมูล
- ให้  $\gamma$  เป็นค่าคงที่ปรับฤดูกาลของข้อมูล มีค่า  $0 < \gamma$
- ให้  $S_t$  เป็นค่าประมาณฤดูกาลของข้อมูล ณ ช่วงเวลาที่  $t$  ใด ๆ
- ให้  $\beta$  เป็นค่าคงที่ปรับแนวโน้มของข้อมูล มีค่า  $0 < \beta$
- ให้  $T_t$  เป็นค่าประมาณแนวโน้มของ ข้อมูล ณ ช่วงเวลาที่  $t$  ใด ๆ
- ให้  $\alpha$  เป็นค่าคงที่ปรับระดับของข้อมูล มีค่า  $0 < \alpha < 1$

- ให้  $F_{t+n}$  เป็นค่าการคาดการณ์อนุกรมเวลา สำหรับช่วงเวลา  $t + n$

$$\text{มีสมการดังนี้ } F_{t+n} = E_t + nT_t + S_{t+n-p}$$

$$\text{โดยที่ } S_t = y(Y_t - E_t) + (1 - y)S_{t-p}$$

$$0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1 \text{ และ } 0 \leq y \leq 1$$

### 9. Holt-winter's method for multiplicative seasonal effect

เป็นเทคนิคพยากรณ์ที่ประยุกต์เกี่ยวกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาลข้อมูลเชิงคูณ (additive seasonal) โดยได้กำหนดสัญลักษณ์เดียวกันกับวิธี Holt-winter's method for additive seasonal effect

$$\text{มีสมการดังนี้ } F_{t+n} = (E_t + nT_t)S_{t+n-p}$$

$$\text{โดยที่ } S_t = y(Y_t/E_t) + (1 - y)S_{t-p}$$

$$0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1 \text{ และ } 0 \leq y \leq 1$$

### 3.2.3. ทดสอบความแม่นยำของแต่ละวิธีและ

#### นำมาเปรียบเทียบ

การวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆหรือจำนวนข้อมูลต่างๆ จะพิจารณาจากการที่ค่าจริงใกล้เคียงค่าพยากรณ์ที่สุด หรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมกับการพยากรณ์มากที่สุด ในวิจัยฉบับนี้การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มี 1 วิธีด้วยกัน ได้แก่ Mean Squared Error (MSE) = ค่า MSE ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์ยิ่งมีความแม่นยำสูง สามารถคำนวณค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างการพยากรณ์และค่าการสังเกต  $n$  กำลังสอง มีสูตรดังนี้

$$\frac{\sum(\text{ค่าความคลาดเคลื่อน})^2}{n}$$

### 3.2.4 สรุปผลทดลอง

จากขั้นตอนที่กล่าวถึงในบทนี้เป็นการแสดงให้เห็นถึงลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานและเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษา เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลครบ ก็นำข้อมูลต่างๆมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุด เพื่อนำผลของการพยากรณ์มาเปรียบเทียบ ซึ่งในส่วนนี้จะแสดงผลลัพธ์ในบทถัดไป

### 4. ผลการดำเนินการ

จากการศึกษาการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์กาวดักแมลงวันทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ แผ่นกาวดักแมลงสีเหลือง กาวดักแมลงวันแบบซองสีฟ้า และแผ่นกาวดักแมลงวันสีเขียว โดยใช้วิธีการพยากรณ์ ทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ วิธี Simple Moving Average โดยเลือกสมมติการพยากรณ์ที่ 2 และ 4 period, Weighted Moving Average โดยเลือกสมมติการพยากรณ์ที่ 2 และ 4 period, Exponential Smoothing, Stationary with additive and multiplicative seasonal effect, Double moving average, Double exponential smoothing (Holt's method) และ Holt-winter's method for additive and multiplicative seasonal effect โดยมีค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้ MSE ต่ำที่สุดของแต่ละวิธี ดังตารางที่ 1-3 และมีผลการเปรียบเทียบค่า MSE ที่ได้จากการพยากรณ์ดังตารางที่ 4-6

4.1 ค่าถ่วงน้ำหนักและค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสีเหลือง

รูปแบบการพยากรณ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก			
	$W_1$		$W_2$	
WMA 2 periods	$W_1 = 0.67$		$W_2 = 0.33$	
WMA 4 periods	$W_1 = 0.58$	$W_2 = 0$	$W_3 = 0.17$	$W_4 = 0.25$
รูปแบบการพยากรณ์	ค่าพารามิเตอร์			
	Alpha	Beta	Gamma	
EPS	0.22	-	-	
STA	0	0.34	-	
STM	0	0.34	-	
DES	0.10	0.23	-	
HWA	0	0	0.34	
HWM	0	0	0.34	

ตารางที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์กาวดักแมลงวันแบบซองสีฟ้า

รูปแบบการพยากรณ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก			
	$W_1$		$W_2$	
WMA 2 periods	$W_1 = 0.18$		$W_2 = 0.82$	
WMA 4 periods	$W_1 = 0.18$	$W_2 = 0.03$	$W_1 = 0.18$	$W_2 = 0.079$

รูปแบบการพยากรณ์	ค่าพารามิเตอร์		
	Alpha	Beta	Gamma
EPS	0.91	-	-
STA	0	0.16	-
STM	0	0.16	-
DES	0.92	0	-
HWA	0.91	0	0
HWM	1	0	1

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสีเขี้ยว

รูปแบบการพยากรณ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก			
	$W_1$		$W_2$	
WMA 2 periods	$W_1 = 0.53$		$W_2 = 0.47$	
WMA 4 periods	$W_1 = 0$	$W_2 = 0.17$	$W_1 = 0$	$W_2 = 0.17$
รูปแบบการพยากรณ์	ค่าพารามิเตอร์			
	Alpha	Beta	Gamma	
EPS	0.54	-	-	
STA	0.37	0.55	-	
STM	0.31	0.94	-	
DES	0.20	1	-	
HWA	0.37	0	0.55	
HWM	0.21	1	1	

4.2 ผลการพยากรณ์

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลยอดขายและค่าการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสีเหลือง

เดือน-ปี	ยอดขาย (ชิ้น)	SMA 2 periods	SMA 4 periods	WMA 2 periods	WMA 4 periods	EPS	Stationary additive	Stationary mul	DMA	DES	Holt addi	Holt multi
พ.ย. 62	100					100.00						
ธ.ค. 62	379					100.00				100.00		
ม.ค. 63	1038	239.50		286.10		162.22				135.07		
ก.พ. 63	852	708.50		818.57		357.54				255.08		
มี.ค. 63	1129	945.00	592.25	913.93	584.09	467.82	100.00	100.00		357.76	100.00	100.00
เม.ย. 63	906	990.50	849.50	1,036.77	926.26	615.28	379.00	379.00		496.33	379.00	379.00
พ.ค. 63	1227	1,017.50	981.25	980.25	929.83	680.12	1,038.00	1,038.00		607.50	1,038.00	1,038.00
มิ.ย. 63	362	1,066.50	1,028.50	1,120.12	1,116.74	802.08	852.00	852.00	1,304.54	754.64	852.00	852.00
ก.ค. 63	239	794.50	906.00	650.02	645.68	703.93	453.98	453.98	847.15	789.06	453.98	453.98
ส.ค. 63	194	300.50	683.50	279.96	572.86	600.24	560.29	560.29	322.98	794.51	560.29	560.29
ก.ย. 63	130	216.50	505.50	208.98	480.46	509.64	1,103.02	1,103.02	46.54	780.75	1,103.02	1,103.02
ต.ค. 63	1416	162.00	231.25	151.31	206.40	424.97	683.44	683.44	(352.60)	746.62	683.44	683.44
พ.ย. 63	2458	773.00	494.75	987.80	915.14	645.99	380.02	380.02	521.42	863.17	380.02	380.02
ธ.ค. 63	379	1,937.00	1,049.50	2,111.04	1,498.39	1,050.11	434.28	434.28	1,848.25	1,111.70	434.28	434.28
ม.ค. 64	-	1,418.50	1,095.75	1,071.25	492.36	900.44	768.30	768.30	1,725.65	1,105.03	768.30	768.30
ก.พ. 64							935.44	935.44	1,977.60	1,173.30	935.44	935.44
มี.ค. 64							1,094.85	1,094.85	2,229.56	1,241.57	1,094.85	1,094.85
เม.ย. 64							415.27	415.27	2,481.52	1,309.84	415.27	415.27
<b>MSE</b>		774,771.7	732,896.1	764,245.05	648,361.95	625,565.6	759,721.6	759,721.6	1,474,120.0	551,161.21	759,721.6	759,721.6

จากตารางที่ 4 แสดงถึงผลการพยากรณ์ทั้ง 11 วิธีของผลิตภัณฑ์กาวดักแมลงวันสีเหลืองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนเมษายน 2564 และแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยรูปแบบการพยากรณ์ Double exponential smoothing (Holt's method) มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดอยู่ที่ 551,161.6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสีเหลืองด้วยวิธีนี้ มีความแม่นยำมากที่สุด



ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลยอดขายและค่าการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์ กาวตักแมลงวันแบบของสีฟ้า

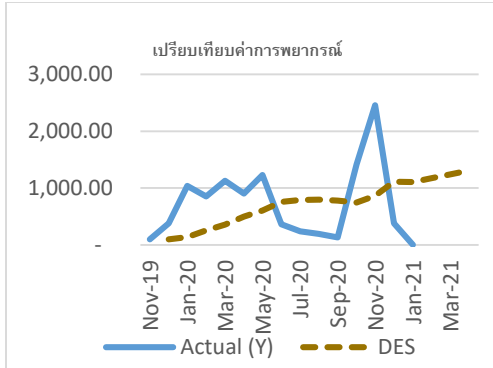
เดือน-ปี	ยอดขาย (ชิ้น)	SMA 2 periods	SMA 4 periods	WMA 2 periods	WMA 4 periods	EPS	Stationary additive	Stationary mul	DMA	DES	Holt addi	Holt multi
ส.ค. 62	62					62						
ก.ย. 62	56					62				62.00		
ต.ค. 62	0	59.00		57.11		56.54				56.49		
พ.ย. 62	0	28.00		45.66		5.09				4.61		
ธ.ค. 62	119	-	29.50	-	12.92	0.45	62.00			0.38	62.00	
ม.ค. 63	376	59.50	43.75	97.04	104.20	108.32	108.11			109.32	108.11	
ก.พ. 63	213	247.50	123.75	306.60	296.64	351.90	297.03	62.00		354.24	297.03	62.00
มี.ค. 63	115	294.50	177.00	173.69	171.25	225.50	220.21	56.00	316.17	224.53	220.21	192.39
เม.ย. 63	259	164.00	205.75	93.78	122.76	124.94	186.02	119.00	319.40	123.94	186.02	244.38
พ.ค. 63	285	187.00	240.75	211.20	279.31	246.93	246.74	376.00	330.65	247.98	246.74	818.35
มิ.ย. 63	434	272.00	218.00	232.40	267.17	281.57	225.72	85.61	230.71	281.98	225.72	46.99
ก.ค. 63	222	359.50	273.25	353.90	370.55	420.27	416.14	65.23	337.94	421.59	416.14	392.00
ส.ค. 63	89	328.00	300.00	181.03	230.51	239.85	300.65	140.89	370.00	238.29	300.65	471.75
ก.ย. 63	98	155.50	257.50	72.57	134.37	102.58	101.15	361.77	249.69	101.18	101.15	281.21
ต.ค. 63	22	93.50	210.75	79.91	163.21	98.41	42.27	140.09	128.04	98.26	42.27	16.16
พ.ย. 63	19	60.00	107.75	17.94	60.63	28.87	23.74	89.74	(77.67)	28.22	23.74	19.87
ธ.ค. 63	15	20.50	57.00	15.49	34.02	19.88	81.41	132.78	(111.75)	19.75	81.41	40.38
ม.ค. 64		17.00	38.50	12.23	30.47	15.44	14.69	320.52	(69.83)	15.39	14.69	47.39
ก.พ. 64							(41.31)	121.62	(113.17)	15.39	(41.31)	7.82
มี.ค. 64							(41.31)	78.68	(156.50)	15.39	(41.31)	7.06
เม.ย. 64							20.69	114.36	(199.83)	15.39	20.69	15.00
<b>MSE</b>		21,444.13	23,039.57	15,957.26	15,935.83	17,531.52	17,742.32	27,745.80	23,959.32	14,447.7	17,742.32	61,171.31

จากตารางที่ 5 แสดงผลการพยากรณ์ทั้ง 11 รูปแบบของแผ่นกาวตักแมลงวันแบบของสีฟ้าตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2562 ถึงเดือนเมษายน 2564 และแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยรูปแบบการพยากรณ์ Double exponential smoothing (Holt's method) มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดอยู่ที่ 14,447.7 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวตักแมลงวันแบบของสีฟ้าด้วยวิธีนี้ มีความแม่นยำมากที่สุด

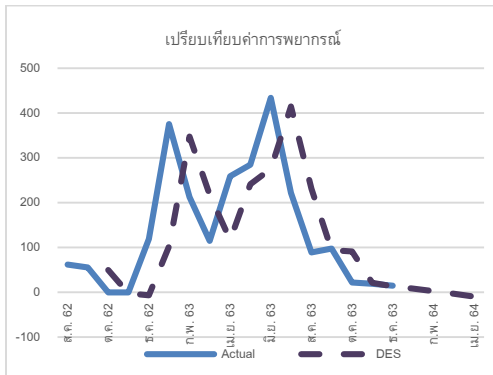
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์ แผ่นกาวดักแมลงวันสีเขี้ยว

เดือน-ปี	ยอดขาย (ตัน)	SMA 2 periods	SMA 4 periods	WMA 2 periods	WMA 4 periods	EPS	Stationary additive	Stationary mul	DMA	DES	Holt addi	Holt multi
ส.ค. 62	20,800					20,800.00						
ก.ย. 62	25,100					20,800.00						
ต.ธ. 62	32,300	22,950.00		22,819.45		23,120.36				29,400.00		
พ.ย. 62	30,300	28,700.00		28,481.41		28,073.86				34,887.45		
ธ.ค. 62	34,400	31,300.00	27,125.00	31,360.72	30,310.99	29,275.13	20,800.00	20,800.00		37,902.77	20,800.00	20,800.00
ม.ค. 63	37,800	32,350.00	30,525.00	32,225.52	32,198.86	32,040.60	30,129.45	30,258.30		40,423.04	30,132.05	32,127.62
ก.พ. 63	33,640	36,100.00	33,700.00	35,996.78	34,991.46	35,148.48	40,166.12	41,988.37		42,586.39	40,169.22	48,991.00
มี.ค. 63	44,270	35,720.00	34,035.00	35,846.30	35,639.32	34,334.48	35,752.68	36,926.97	38,516.25	41,623.54	35,753.38	45,498.92
เม.ย. 63	46,810	38,955.00	37,527.50	38,632.28	38,388.06	39,695.87	34,147.59	36,342.86	43,495.21	43,575.93	34,138.95	47,401.97
พ.ค. 63	54,410	45,540.00	40,630.00	45,462.89	43,419.86	43,534.78	41,061.50	40,720.51	47,558.13	46,310.74	41,062.24	46,679.25
มิ.ย. 63	25,350	50,610.00	44,782.50	50,379.27	49,263.17	49,403.25	48,244.67	43,541.49	54,013.75	51,699.79	48,258.69	43,517.75
ก.ค. 63	40,950	39,880.00	42,710.00	40,762.26	42,073.99	36,423.67	43,026.65	46,049.38	44,872.50	44,641.36	43,020.10	48,487.23
ส.ค. 63	35,050	33,150.00	41,880.00	32,676.39	36,237.30	38,866.16	38,950.01	42,991.33	40,845.63	41,466.10	38,934.77	44,656.53
ก.ย. 63	25,370	38,000.00	38,940.00	38,179.12	36,045.37	36,806.89	39,978.31	42,521.69	33,709.79	36,419.42	39,967.92	40,706.71
ต.ธ. 63	29,030	30,210.00	31,680.00	30,503.88	32,380.42	30,635.33	24,177.30	20,725.71	19,773.73	28,136.18	24,179.57	13,838.71
พ.ย. 63	22,290	27,200.00	32,600.00	27,088.88	28,412.99	29,769.07	36,484.10	38,120.41	26,446.13	22,493.99	36,466.22	27,972.57
ธ.ค. 63	25,420	25,660.00	27,935.00	25,864.63	25,844.92	25,733.22	27,290.10	30,245.09	19,823.10	16,585.29	27,269.87	23,153.05
ม.ค. 64		23,855.00	25,527.50	23,759.97	24,629.70	25,564.20	25,332.91	24,254.40	18,998.21	14,335.85	25,304.58	19,292.54
ก.พ. 64							21,724.27	23,690.04	16,392.79	10,277.65	21,733.05	21,157.22
มี.ค. 64							25,590.97	21,797.59	13,787.38	6,219.46	25,601.53	16,138.55
เม.ย. 64							25,946.03	25,620.64	11,181.96	2,161.27	25,941.44	17,884.88
MSE		83,595,540.4	83,678,504.8	83,489,042.0	81,037,958.4	87,102,310.4	129,466,235.9	132,264,595.0	116,651,159.0	77,545,737.4	129,590,781.0	115,302,596.4

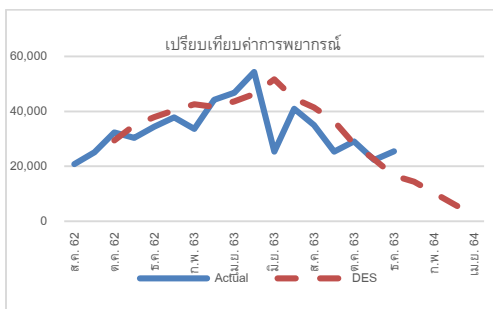
จากตารางที่ 6 แสดงผลการพยากรณ์ทั้ง 11 รูปแบบของแผ่นกาวดักแมลงวันสีเขี้ยว ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2562 ถึงเดือนเมษายน 2564 และแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของกาพยากรณ์ โดยรูปแบบการพยากรณ์ Double exponential smoothing (Holt's method) มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดอยู่ที่ 77,545,737.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสีเขี้ยวด้วยวิธีนี้ มีความแม่นยำมากที่สุด



ภาพที่ 1 กราฟแสดงยอดขายจริงกับค่าการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสีเหลือง ด้วยวิธี Double exponential smoothing (Holt's method)



ภาพที่ 2 กราฟแสดงยอดขายจริงกับค่าการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันแบบของสีฟ้าด้วยวิธี Double exponential smoothing (Holt's method)



ภาพที่ 3 กราฟแสดงยอดขายจริงกับค่าการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสีเขียวยด้วยวิธี Double exponential smoothing (Holt's method)

จากภาพที่ 1-3 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างยอดขายจริงและค่าการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำที่สุดในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยจะเห็นได้ว่าแนวโน้มหรือทิศทางของกราฟมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการพยากรณ์ยอดขายในครั้งนี้มีความน่าเชื่อถือ

### 5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่องการพยากรณ์ความต้องการใช้กาวดักแมลงวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์การสั่งซื้อกาวดักแมลงวันในไตรมาสแรกของปีถัดไป โดยเปรียบเทียบว่าเทคนิคการพยากรณ์ใดมีความแม่นยำและเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุดซึ่งวัดจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

การศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ความต้องการมีเทคนิคการพยากรณ์ดังนี้ Simple Moving average, Weighted Moving Average, Exponential Smoothing, Stationary data with additive seasonal effect, Stationary data with multiplicative seasonal effect, Trend model และ Holt-Winter's method โดยรวบรวมยอดขายกาวดักแมลงวัน 3 ประเภทคือ แผ่นกาวดักแมลงวันสีเหลือง เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง เดือนธันวาคม 2563, แผ่นกาวดักแมลงวันแบบของสีฟ้า เริ่มเก็บข้อมูลยอดขายตั้งแต่ เดือนสิงหาคม 2562 ถึง ธันวาคม 2563 และแผ่นกาวดักแมลงวันสีเขียว เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2562 ถึง เดือนธันวาคม 2563 เมื่อนำผลการพยากรณ์ความต้องการมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธี Double exponential smoothing (Holt's method) ของแผ่นกาวดักแมลงวันสีเหลืองให้ค่า MSE ที่มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 551,161.21 ค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธี Double exponential smoothing (Holt's method) ของแผ่นกาวดักแมลงวันแบบของสีฟ้าให้ค่า MSE ที่มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 14,447.7 และค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธี Double exponential smoothing (Holt's method) ของแผ่นกาวดักแมลงวันสีเขียวให้ค่า MSE ที่มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 77545737.4 เพราะฉะนั้นจึงเลือกวิธี Double

exponential smoothing (Holt's method) สำหรับแผน กาวดักแมลงวันทั้งสามชนิด

#### 6. ข้อเสนอแนะ

คณะผู้จัดทำเสนอให้ผู้ประกอบการธุรกิจนำผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มาปรับใช้ในการดำเนินธุรกิจ โดยเสนอให้ใช้วิธีการพยากรณ์ Exponential Smoothing กับผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสี่ เหลือง วิธีการพยากรณ์ Double exponential smoothing (Holt's method) กับผลิตภัณฑ์แผ่นกาว ดักแมลงวัน แบบซองสีฟ้า และวิธี Double exponential smoothing (Holt's method) กับ ผลิตภัณฑ์แผ่นกาวดักแมลงวันสี่เขี้ยว ซึ่งผู้ประกอบการ ธุรกิจอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมในปัจจุบันที่เกี่ยวข้อง ต่างๆ นอกเหนือจากการใช้ข้อมูลในอดีตที่ขึ้นอยู่กับ เวลาเพียงอย่างเดียว โดยอาจจะใช้วิธีการพยากรณ์ แบบ Regression หรือ Machine Learning ซึ่งเป็น ทางเลือกอื่น ๆ ในการพยากรณ์ และข้อมูลที่ได้จาก การพยากรณ์สามารถใช้เป็นแนวทางการวางแผนการ บริหารสินค้าคงคลัง นอกจากนี้ผู้ประกอบการสามารถ ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ดังที่แสดงในการศึกษานี้ ไปใช้สำหรับพยากรณ์สินค้าอื่น ๆ เพื่อเพิ่มโอกาส ให้ธุรกิจเติบโตในตลาดต่อไป

#### 7. เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ อินทร์ทอง. 2556. การกำหนดเป้าหมาย ยอดขายที่เหมาะสมกรณีศึกษาสินค้าไฟเบอร์ ซีเมนต์. ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ชัชชญา เสริมพงษ์พันธ์. 2560. การพยากรณ์ความ ต้องการใช้ปูนซีเมนต์ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขา พ า ณี ช ย ศ า ส ต ร์ และ ก า ร บั ญ ชี , มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ธีระพงษ์ ทับพร และคณะ. 2561. “การพยากรณ์ ยอดขายและการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้า คางหมึกยี่ห้อแซ่แซ่ : บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน.” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย ธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) 2 (2): 30- 33.

นภาพร ธิยาม. ประโยชน์ของการพยากรณ์ [อินเทอร์เน็ต]. 2554 [เข้าถึงเมื่อ19 มกราคม 2564เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/napayaran/home/bth-thi10>

นรวัฒน์ เหลืองทอง และ นันทชัย กานตานันท์.

2558. “การพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรด้วย วิธีอนุกรมเวลา.” วารสารวิจัยมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์กรุงเทพมหานคร 1 (1): 8-9.

เนตรนภา เสียงประเสริฐ. 2558. การวิเคราะห์ ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับวัตถุดิบใน ประเทศกรณีธุรกิจผลิตยางผสม. ปริญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการ จัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน, มหาวิทยาลัย บูรพา.

ปิยะกิจ กิจจิตตูลากานนท์. 2560. “วิธีการการ พยากรณ์ความต้องการปุ๋ยเคมี กรณีศึกษา สหกรณ์การเกษตรชุมตาบง จังหวัด นครสวรรค์.” วารสารวิจัยเทคโนโลยี อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง10(1): 90-99.

ปิยมาส กล้าแข็ง. 2561. การประยุกต์ใช้เทคนิคการ

- พยากรณ์ เพื่อการจัดการสินค้าคงคลัง.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการซัพพลายเชนธุรกิจ,  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ปิยานันท์ ทองโพธิ์. 2558. การประยุกต์เทคนิค  
การพยากรณ์ความต้องการสินค้าเพื่อวางแผนการผลิตกรณีศึกษาโรงงานผลิตชุดชั้นใน.  
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- มหาวิทยาลัยรังสิต. 2563.งานประชุมวิชาการ  
ระดับชาติ เรื่องการพยากรณ์ความต้องการใช้  
แท็กซี่ของผู้โดยสารท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ  
โดยใช้เทคนิค Exponential Smoothing  
Method.
- ลักขณา ฤกษ์เกษม. ม.ป.ป. “การพยากรณ์ความ  
ต้องการสินค้าสำหรับการวางแผนการผลิต:  
กรณีศึกษาการผลิตชุดสะอาด.” วารสารปารี  
ชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ 28 (3): 293-299.
- วนิดยา วงศ์ระวีง. 2556. การจัดการคลังสินค้าผ้าที่  
เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ.  
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ,  
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- แหวดดาว พูนสวน. 2550. การศึกษาการพยากรณ์  
แบบอนุกรมเวลาเพื่อวางแผนการของบริษัท  
เอส บี อุตสาหกรรมเครื่องเรือนจำกัด.  
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต,  
สาขาวิศวกรรม อุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย,  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศิริภัก ชนชลนันท์ และอังกร ลากษเนศ. ม.ป.ป.  
การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดซื้อเพื่อการแข่งขัน  
ทางธุรกิจ กรณีศึกษาร้าน เอ็น เอส แอร์.  
วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการ  
จัดการโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- สุภัทสรยา ปัญโญรัฐโรจน์. 2559. การวิเคราะห์  
ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษา  
บริษัทผลิตอะไหล่ และอุปกรณ์ไฟฟ้า. ภาค  
นิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย  
ราชพฤกษ์
- อนุสรณ์ บุญสง่า. 2559. การพยากรณ์ความต้องการ  
แว่นตา กรณีศึกษา: ร้านรักแว่น. วิทยานิพนธ์  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ  
จัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานวิทยาลัยโลจ  
ิสติกส์และซัพพลายเชน, มหาวิทยาลัยศรีประ  
ทุม.
- Hancerliogullari, G. 2010. Sales forecast  
inaccuracy and inventory turnover  
performance: An empirical analysis of U.S.  
retail sector. the degree of Master of  
Science Industrial Engineering, Bilkent  
University.
- John Galt Solutions. Double Exponential  
Smoothing Holt [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึง  
เมื่อ 15 มกราคม 2564]. เข้าถึงได้จาก  
<https://johngalt.zendesk.com/hc/en-us/articles/360021967791-Double-Exponential-Smoothing-Holt>
- Kahforoushan and Mashahir. 2010. Prediction of

added value of agricultural subsections  
using artificial neural networks: Box-  
Jenkins and Holt-Winters methods.

Neelamegham and Chintagunta. 1999. A  
Bayesian Model to Forecast New Product  
Performance in Domestic and International  
Markets. the degree of Master of  
Marketing Science.

Ostertagova and Ostertag. 2012. Forecasting  
Using Simple Exponential Smoothing  
Method. Department of Mathematics and  
Theoretical Informatics, Faculty of  
Electrical Engineering and Informatics,  
Technical University of Kosice.

Song, H. 2017. Tourism Demand Modelling and  
Forecasting A Review of Recent Research.  
School of Hotel and Tourism Management,  
The Hong Kong Polytechnic University.