

**การพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโตรมิเตอร์  
ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**Forecasting the Number of Gas Chromatograph-Mass Spectrometer  
Service Recipients at the Scientific Instruments Center,  
Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**

สุดใจ ผุดผาด<sup>1\*</sup>  
Sudjai Phutphat<sup>1\*</sup>

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ศึกษาแนวทางการพยากรณ์จำนวนผู้มารับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 โดยวิธีพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา ใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย เทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เพื่อนำเสนอตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูล เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการเครื่องมือ ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยงานวิจัยเริ่มต้นจากรวบรวมข้อมูลปริมาณผู้รับบริการ ในแต่ละปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2561 และวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นจึงหาแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูล ระหว่างเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย และเทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย พบว่า เทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย ค่าปรับเรียบเท่ากับ 0 มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดคือ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 9 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 166 และค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์เท่ากับ 15.91 ซึ่งมีความแม่นยำของการพยากรณ์ อยู่ในระดับดี จากการพยากรณ์โดยเทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย คาดว่าจะมีผู้รับบริการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 อย่างน้อย 47 รายต่อปีงบประมาณ หลักการหรือแนวคิดนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการ ตามวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลได้ในอนาคต

**คำสำคัญ:** การพยากรณ์ เทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย

**Abstract**

The objective of this research was to investigate forecasting methods that could be used to predict the number of gas chromatography-mass spectrometer service requirements at the Scientific Instruments Center, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. For the fiscal years 2019 and 2020 the time series forecasting method using simple moving averages techniques was employed, including simple exponential smoothing techniques, to present the most appropriate model for the data. The objective was to obtain information as a guideline for decision making in the management of the Scientific Instrument Center. The research started with the collection of data from the service recipients for each year from 2007 to 2018, which was then analyzed to find the model that was most suitable. By comparison between two models, the simple moving average technique and the simple

<sup>1</sup>ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

<sup>1</sup>Scientific Instruments Center, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

\*Corresponding author: e-mail: sudjai.ph@kmitl.ac.th

**Received:** 2 August 2019, **Accepted:** 15 September 2019, **Published:** 19 October 2019



exponential smoothing technique, it was shown that the simplified exponential smoothing technique gave a smoothing value equal to 0, had the lower error value, its mean absolute deviation value was 9, its mean square error value was 166 and its mean absolute error was 15.91 for the accuracy of forecasting, which was superior to the simple moving average technique. It was concluded that this principle or concept can be applied to predict future use, therefore using forecasting by the simple exponential smoothing technique it was predicted that gas chromatography-mass spectrometer service requirements per year over the period 2019 to 2020 would be at least 47.

**Keywords:** forecasting, simple exponential smoothing, simple moving averages

## บทนำ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้จัดตั้งศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อการบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีราคาสูง ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยจัดให้เป็นหน่วยงานกลางที่ให้บริการเครื่องมือ เพื่อการจัดการเรียนการสอน การวิจัยทั้งของบุคลากรภายใน และภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ ตลอดจนให้บริการเครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์และทดสอบตัวอย่างสำหรับหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ทั้งนี้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer: GC-MS) เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์สารประกอบที่ซับซ้อน มีความเฉพาะเจาะจงสูง สามารถเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับฐานข้อมูล เพื่อความถูกต้องโดยไม่จำเป็นต้องใช้สารมาตรฐาน สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในวงการอุตสาหกรรม การศึกษา และการวิจัย แม้น และคณะ (2553) มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบจำนวนผู้มารับบริการในอนาคต จึงนำการพยากรณ์เข้ามาช่วยในการหาจำนวนผู้มารับบริการเครื่อง GC-MS ในอดีตไม่เคยมีการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการอย่างเป็นทางการ อาศัยเพียงประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่ที่ทำงานมานานเท่านั้น แนวทางเช่นนี้มีความคลาดเคลื่อนสูง

การพยากรณ์เป็นกระบวนการทำนายลักษณะ หรือคาดคะเนการเกิดเหตุการณ์ หรือสภาพการณ์ในอนาคต โดยศึกษาจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมอย่างมีระบบ ต้องใช้ทฤษฎีทางสถิติมาทำการพยากรณ์ ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ 1.การพยากรณ์เชิงปริมาณ เป็นการพยากรณ์ที่ต้องอาศัยสถิติข้อมูลเชิงปริมาณในอดีตมาใช้เป็นฐานในการพยากรณ์ วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ หรือเรียกว่า การวิเคราะห์อนุกรมเวลา หรือการพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time-Series Methods) ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีเอกซ์โพเนนเชียล วิธีวิเคราะห์แนวโน้ม ซึ่งการพยากรณ์อนุกรมเวลา หมายถึงข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ในช่วงเวลาต่อเนื่อง ซึ่งช่วงเวลาอาจเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปี เช่น ข้อมูลค่าการส่งออกเครื่องนุ่งห่มรายเดือนของปี ข้อมูลยอดขายรายไตรมาสของปี เป็นต้น ข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีลักษณะขึ้นบ้างลงบ้าง ราบเรียบบ้าง การขึ้นลงของข้อมูลเรียกว่าข้อมูลมีความผันแปร ความผันแปรของข้อมูลเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น การผันแปรตามฤดูกาล การผันแปรตามวัฏจักร การผันแปรแบบผิดปกติ 2.การพยากรณ์เชิงคุณภาพ เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลเชิงพรรณนา เช่น ความรู้สึก วิจารณ์ญาณ ทศนคติ ความคิดเห็นส่วนตัว ประสบการณ์เป็นฐานในการพยากรณ์ เหมาะสำหรับกรณี ที่สถิติข้อมูลเชิงปริมาณในอดีตมีไม่เพียงพอหรือไม่สามารถรวบรวมได้ วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพมีหลายวิธี เช่น วิธีเดลฟี วิธีสอบถามผู้บริหารสูง วิธีสอบถามพนักงานระดับปฏิบัติ สอบถามผู้เชี่ยวชาญ วิธีสำรวจตลาด สำหรับวิธีหรือเทคนิคการพยากรณ์ โดยใช้หลักการทางสถิติ ได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย เทคนิคหลัก คือ exponential smoothing, auto regression, seasonal decomposition, และ ARIMA (Autoregressive Integrated Movingaverage) แต่ที่ นิยมใช้กันมาก คือ exponential smoothing และ seasonal decomposition กัลยา (2552) การคำนวณวิธีการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพนั้นพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดของการพยากรณ์ ซึ่งการเลือกวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม ควรพิจารณาจากหลาย ๆ ปัจจัย ได้แก่ ช่วงการพยากรณ์ที่ต้องการเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ ลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลา และขนาดของ

อนุกรมเวลา (ทรงศิริ, 2549) เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้ต้องมีความรู้ความเข้าใจในแต่ละวิธีจึงจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสม จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ดาว และคณะ(2558) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ในการศึกษาได้นำเทคนิคการพยากรณ์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งประกอบด้วย วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีตัดส่วนกับแนวโน้ม และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ ทั้งนี้พิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม จากค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด พบว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มและฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ส่วนข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ เช่นเดียวกับการศึกษาเรื่องการพยากรณ์การเกิดโรคหัดพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน พ.ศ. 2557 โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ได้แก่ Simple Exponential Smoothing (SES), Double Exponential Smoothing (DES), Holt-Winters-Multiplicative, Holt-Winters No Seasonal, Holt-Winters-Additive เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ พบว่าวิธี Holt-Winters-Multiplicative มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุดคือ 22.85 เมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ จึงสรุปได้ว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ และจากการศึกษาวิจัยของ ธนพร และคณะ(2556) ได้ศึกษาการพยากรณ์การรับบริการของลูกค้าในศูนย์บริการค้าปลีก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการในศูนย์บริการค้าปลีก เพื่อช่วยแก้ปัญหาในการวางแผนกำลังคนในการให้บริการให้สามารถรองรับปริมาณลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาตัวอย่างเช่น วิธีการแยกส่วนประกอบบ็อกซ์-เจนกินส์ และอาร์มา สำหรับนำเสนอตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในข้างต้น โดยงานวิจัยเริ่มต้นจากรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น และวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลปริมาณลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวัน และแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยจะแบ่งออกเป็น 22 ช่วงเวลา จากนั้นจึงหาแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูล ในแต่ละประเภทของการให้บริการ โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่มีการปรับปรุงการพยากรณ์โดยการตัดเหตุการณ์ และวิธีการพยากรณ์แบบบ็อกซ์-เจนกินส์ ผลการศึกษาพบว่าพยากรณ์ข้อมูลลูกค้า ตามลักษณะการเข้ามาทำรายการของลูกค้า และการตัดเหตุการณ์ไม่ปกติออก ทำให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น โดยความคลาดเคลื่อน MAPE ลดลง 2-7% และพบว่าพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบเมื่อทำการตัดเหตุการณ์ไม่ปกติออก ทำให้มีความแม่นยำมากขึ้น เทียบเท่ากับการพยากรณ์แบบบ็อกซ์-เจนกินส์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้เวลานานกว่า

จากการศึกษาเห็นได้ว่า ที่ผ่านมการพยากรณ์เข้ามามีบทบาทในงานวิจัยมากขึ้น กล่าวคือการพยากรณ์มีประโยชน์อย่างมากในการวางแผนและการตัดสินใจในการดำเนินงาน ทั้งระยะสั้น ระยะยาว และการพยากรณ์ยังเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่ง ที่จะช่วยให้ทราบข้อมูลในอนาคต จึงเป็นที่ยอมรับกันว่าพยากรณ์ มีบทบาทสำคัญทั้งในงานของภาครัฐและภาคเอกชน มุกดา (2549) ผู้วิจัยจึงสนใจงานการพยากรณ์เชิงปริมาณ ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลในการศึกษาวิจัย มีลักษณะที่คงที่ ไม่มีแนวโน้ม และไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล จึงเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในการวิจัยการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาของผู้รับบริการเครื่อง GC-MS โดยใช้เทคนิคปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing: SES) เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average: SMA) มาทำการวิเคราะห์หาแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการเครื่อง GC-MS ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 จากข้อมูลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนจัดเตรียมความพร้อมเบื้องต้น ตอบสนองในการให้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการวางแผน ประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการเครื่อง GC-MS เพื่อตอบสนองในการบริการ และพัฒนาการให้บริการให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำหลักการหรือแนวคิดเกี่ยวกับการพยากรณ์นี้ไปประยุกต์ใช้ในการการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่องมืออื่น ๆ ภายในและภายนอกศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ตามวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลได้ในอนาคต

## วัตถุประสงค์

ศึกษาแนวทางการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 โดยใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย เทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เพื่อนำเสนอตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูล เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการเครื่องมือของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ ใช้ข้อมูลในอดีตโดยเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS รายปี ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 - 2561 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเลือกตัวแบบที่เหมาะสม โดยวิธีพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา ใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย เทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เนื่องจากจำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS เป็นข้อมูลที่ไม่มีแนวโน้ม (trend) และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (seasonal)

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel เพื่อสร้างตัวแบบอนุกรมเวลา ตัวชี้วัดความสำคัญในการประเมินผลการพยากรณ์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นค่าวัดการกระจายตัวแบบหนึ่งของข้อมูล ว่าข้อมูลมีการกระจายมากน้อยเพียงใด โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานควรมีค่าน้อย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานควรในการศึกษานี้ประกอบด้วย ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute deviation, MAD) ค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error, MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนที่กำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error, MSE) ที่มีค่าต่ำสุดมาประเมินระดับความแม่นยำ จากการพยากรณ์ด้วยค่า MAPE ตามเกณฑ์ของ Lewis (1982) คือ  $MAPE < 10\%$  ถือว่าการพยากรณ์นั้นมีความแม่นยำมาก  $MAPE = 10-20\%$  ถือว่าการพยากรณ์นั้นดี  $MAPE = 20-50\%$  ถือว่าการพยากรณ์นั้นใช้ได้ และ  $MAPE > 50\%$  ถือว่าการพยากรณ์นั้นไม่มีความแม่นยำ

### ตัวชี้วัดผลการพยากรณ์

ตัวชี้วัดผลการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS พิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย ค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ดังสมการ

- 1) ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย

$$MAD = \frac{\sum (D_t - F_t)}{n}$$

- 2) ค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์

$$MAPE = \frac{100 * \sum (D_t - F_t)^2}{n}$$

โดยที่  $D_t$  คือ ค่าจริง

$F_t$  คือ ค่าพยากรณ์

$n$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

- 3) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

$$MSE = \frac{\sum (D_t - F_t)^2}{n}$$

### เทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing : SES)

คือ การพยากรณ์ที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลเก่าทุกค่า โดยให้ความสำคัญแก่ค่าที่ใกล้ปัจจุบันมากที่สุด ลดหลั่นลงไปตั้งแต่ค่าที่ 1 จนถึงค่าล่าสุด และถ่วงน้ำหนักข้อมูลโดยใช้สัมประสิทธิ์การปรับเรียบ  $\alpha$  ดังสมการ

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (D_{t-1} - F_{t-1})$$

โดยที่  $F_t$  คือ ค่าพยากรณ์ครั้งใหม่

$F_{t-1}$  คือ ค่าพยากรณ์ครั้งที่แล้ว

$D_{t-1}$  คือ ค่าที่เกิดขึ้นจริงครั้งที่แล้ว

$\alpha$  คือ ค่าคงที่ถ่วงน้ำหนัก ( $0 < \alpha \leq 1$ )

**เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย** (Simple Moving Average: SMA) คือ การหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีตติดต่อกัน ตามจำนวนคาบเวลาที่ผู้พยากรณ์ต้องการแล้วหารด้วยจำนวนคาบเวลา ผลลัพธ์ที่ได้คือค่าพยากรณ์ของคาบเวลาเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่ถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย ดังสมการ

$$F_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + D_{t-3} + \dots + D_{t-n}}{n} = \frac{\text{ผลรวมของข้อมูลในครั้งก่อน } n \text{ งวด}}{n}$$

โดยที่  $F_t$  คือ ค่าพยากรณ์ครั้งใหม่  
 $D_{t-1}$  คือ ค่าที่เกิดขึ้นจริงครั้งที่แล้ว  
 $D_{t-n}$  คือ ค่าที่เกิดขึ้นจริงครั้งที่  $n$   
 $n$  คือ จำนวนครั้งในการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

### ผลการวิจัย

การพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2561 ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยเทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เมื่อ  $0 < \alpha \leq 1$  พบว่า ค่าปรับเรียบเท่ากับ 0 มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด โดยมีค่า MAD เท่ากับ 9 ค่า MASE เท่ากับ 166 และ ค่า MAPE เท่ากับ 15.91% (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** การพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2561 ด้วยเทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เมื่อ  $0 < \alpha \leq 1$

ปีงบประมาณ	จำนวนผู้รับบริการ	$0 < \alpha \leq 1$										
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.0
2550	47	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00
2551	69	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00
2552	53	49.20	51.40	53.60	55.80	58.00	60.20	62.40	64.60	66.80	69.00	47.00
2553	53	49.58	51.72	53.42	54.68	55.50	55.88	55.82	55.32	54.38	53.00	47.00
2554	49	49.92	51.98	53.29	54.01	54.25	54.15	53.85	53.46	53.14	53.00	47.00
2555	44	49.83	51.38	52.01	52.00	51.63	51.06	50.45	49.89	49.41	49.00	47.00
2556	47	49.25	49.90	49.60	48.80	47.81	46.82	45.94	45.18	44.54	44.00	47.00
2557	66	49.02	49.32	48.82	48.08	47.41	46.93	46.68	46.64	46.75	47.00	47.00
2558	33	50.72	52.66	53.98	55.25	56.70	58.37	60.20	62.13	64.08	66.00	47.00
2559	44	48.95	48.73	47.68	46.35	44.85	43.15	41.16	38.83	36.11	33.00	47.00
2560	43	48.45	47.78	46.58	45.41	44.43	43.66	43.15	42.97	43.21	44.00	47.00
2561	76	47.91	46.83	45.50	44.45	43.71	43.26	43.04	42.99	43.02	43.00	47.00
MAD		9.28	9.43	9.49	9.81	10.00	10.26	10.75	11.23	11.72	12.25	9.00
MASE		166.30	176.74	188.77	200.85	212.87	225.07	237.84	251.79	267.90	287.58	166.00
MAPE		17.14%	17.62%	17.73%	18.30%	18.63%	19.18%	20.30%	21.45%	22.64%	23.96%	15.91%

การพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2561 ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อน MAD เท่ากับ 11.78 ค่า MSE เท่ากับ 249.65 และค่า MAPE เท่ากับ 22.56% (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ.2550-2561 ระหว่างเทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย และเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย พบว่าเทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย  $\alpha = 0$  ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 2** การพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ.2550-2561 ด้วยเทคนิค ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย

ปีงบประมาณ	Time	จำนวนผู้รับบริการ	ค่าพยากรณ์	ความคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อน  <sup>2</sup>	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
2550	1	47				
2551	2	69				
2552	3	53				
2553	4	53	56.33	3.33	11.11	6.29%
2554	5	49	58.33	9.33	87.11	19.05%
2555	6	44	51.67	7.67	58.78	17.42%
2556	7	47	48.67	1.67	2.78	3.55%
2557	8	66	46.67	19.33	373.78	29.29%
2558	9	33	52.33	19.33	373.78	58.59%
2559	10	44	48.67	4.67	21.78	10.61%
2560	11	43	47.67	4.67	21.78	10.85%
2561	12	76	40.00	36.00	1296.00	47.37%
MAD	11.78					
MSE	249.65					
MAPE	22.56%					

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ.2550-2561 ระหว่างเทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย

วิธีการ	ตัวชี้วัด		
	MAD	MSE	MAPE
Simple Exponential Smoothing $\alpha=0$	9	166	15.91
Simple Moving Averages	11.78	249.65	22.56

หลังจากทำการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่องมือ GC-MS ด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย โดยกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ ระหว่าง 0 ถึง 1 พบว่าค่าคงที่ปรับเรียบที่เท่ากับ 0 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำสุด คือค่า MAD เท่ากับ 9 ค่า MSE เท่ากับ 166 และค่า MAPE เท่ากับ 15.91% ซึ่งมีความแม่นยำของการพยากรณ์อยู่ในระดับดี Lewis (1982)

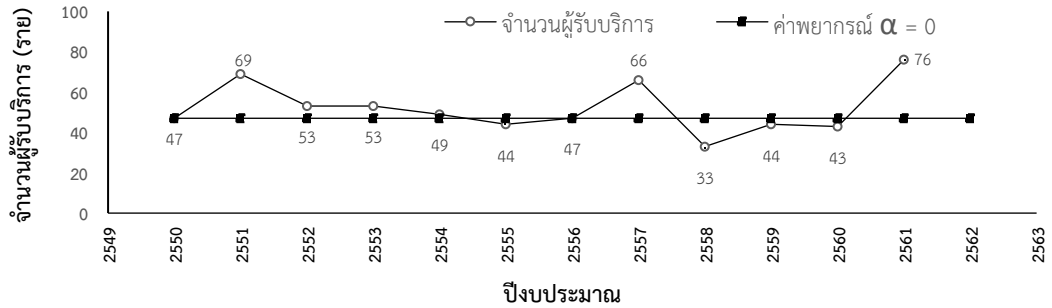
ดังนั้นจึงกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบเท่ากับ 0 ทำการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คาดว่าจะมีผู้รับบริการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

$$\text{จากสมการ } F_t = F_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - F_{t-1}) = 47 + 0 \times (76 - 47) = 47 + 0 = 47 \text{ ราย}$$

ผลการพยากรณ์ พบว่า คาดว่ามีจำนวนผู้รับบริการเครื่องมือ GC-MS ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในปีงบประมาณ พ.ศ.2562 อย่างน้อย 47 ราย ดังแสดงในภาพที่ 1

จำนวนผู้รับบริการเครื่องมือ GC-MS ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 คาดว่ามีอย่างน้อย 47 ราย เมื่อพิจารณาจำลองใช้ข้อมูลผู้รับบริการ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 เป็นประชากรมาตรฐานที่เข้ารับบริการจริง ด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย  $\alpha = 0$  เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่องมือ GC-MS ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 ผลการพยากรณ์พบว่า คาดว่ามีจำนวนผู้รับบริการเครื่องมือ GC-MS ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 อย่างน้อย 47 รายต่อปีงบประมาณ และให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำสุดคือค่า MAD เท่ากับ 10.38 ค่า MSE เท่ากับ 262.43 และค่า MAPE เท่ากับ 19.09% (ตารางที่ 4)





ภาพที่ 1 ค่าการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2562

ตารางที่ 4 พยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 โดยจำลองใช้ผู้รับบริการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 เป็นประชากรมาตรฐานที่เข้ารับบริการจริง

จำนวน (ราย)	ปีงบประมาณ	ตัวชี้วัด		
47	2563	MAD	MSE	MAPE
		10.38	262.43	19.09

### การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ได้นำเสนอการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ จำนวนผู้รับบริการเครื่องมือ GC-MS ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยการสร้างตัวแบบอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เปรียบเทียบกับเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย เพื่อหาแบบการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 จากการศึกษาพบว่าเทคนิคปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย ค่าคงที่ปรับเรียบเท่ากับ 0 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำสุด และเมื่อแทนค่าคงที่ปรับเรียบเท่ากับ 0 ในตัวแบบพยากรณ์ พบว่าจำนวนผู้รับบริการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 อย่างน้อย 47 รายต่อปีงบประมาณ มีแนวโน้มคงที่ในระยะเวลา 2 ปี มีค่า MAPE เท่ากับ 19.09% ซึ่งความแม่นยำของการพยากรณ์อยู่ในระดับดี Lewis (1982) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุมิตรา (2559) ได้ศึกษาการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในโรคหลอดเลือดหัวใจที่จำหน่ายออกจากโรงพยาบาลในคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในโรคหลอดเลือดหัวใจที่จำหน่ายออกจากโรงพยาบาล รายปีงบประมาณ พ.ศ. 2559-2563 ในคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล โดยใช้เทคนิคปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย การศึกษานี้เป็นรูปแบบติดตามไปข้างหน้าโดยใช้ข้อมูลในอดีต เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในโรคหลอดเลือดหัวใจ ที่คาดว่าจะจำหน่ายรายปีงบประมาณ พ.ศ. 2559-2563 กลุ่มตัวอย่างคือ จำนวนผู้ป่วยในโรคหลอดเลือดหัวใจ ICD-10 รหัส I25 ที่จำหน่ายรายปี ของปีงบประมาณ พ.ศ. 2549-2558 เก็บรวบรวมข้อมูลจากสถิติผลการปฏิบัติงานปีงบประมาณ พ.ศ. 2549-2558 ของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราชินี สำหรับดัชนีที่ใช้ประเมินความแม่นยำ ของการพยากรณ์ในการศึกษานี้ ได้แก่ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ที่มีค่าต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่าแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยในโรคหลอดเลือดหัวใจ ที่คาดว่าจะจำหน่ายรายปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ประมาณอย่างน้อยเท่ากับ 608 ราย ต่อปีงบประมาณ โดยกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบหรือค่า  $\alpha$  เท่ากับ 1 จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ต่ำที่สุด ได้แก่ ค่า MAD=162.78 ค่า MAPE=19.01% และค่า MSE=36749.67 ซึ่งถือว่าความแม่นยำของการพยากรณ์อยู่ในระดับดี และในปีงบประมาณ พ.ศ. 2560-2563 อย่างน้อย 608 ราย ต่อปีงบประมาณ มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำสุดคือ ค่า MAD=104.64 ค่า MAPE=12.22 และค่า MSE=23624.79 ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 สรุปการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในโรคหลอดเลือดหัวใจ ที่คาดว่าจะจำหน่ายรายปีงบประมาณ พ.ศ. 2559-2563 โดยใช้เทคนิคปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย และ

กำหนดค่าคงที่ปรับเทียบเท่ากับ 1 พบว่าแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยในโรคหลอดเลือดหัวใจ ที่คาดว่าจะจำหน่ายประมาณอย่างน้อยเท่ากับ 608 รายต่อปีงบประมาณ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการวางแผนจัดเตรียมความพร้อม เพื่อตอบสนองในการดูแลผู้ป่วยและพัฒนาให้การดูแลรักษาผู้ป่วย ได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ซึ่งหมายถึงการพยากรณ์ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 มีความแม่นยำในระดับดี

ในการศึกษาหาตัวแบบพยากรณ์สามารถทำได้หลายวิธี เพื่อมาเปรียบเทียบหาตัวแบบอนุกรมเวลา โดยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลเพื่อหาแบบพยากรณ์ เช่นการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์ราคาข้าวโพด โดยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งได้นำข้อมูลด้านราคารายเดือน ตั้งแต่ มกราคม 2540 ถึงเดือนธันวาคม 2554 มาพยากรณ์โดยใช้วิธี SES, DES, Holt-Winters-Multiplicative และ Holt-Winters-Additive เพื่อหาแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุดในการคาดการณ์ราคาข้าวโพด โดยพิจารณาจากค่า RMES ที่ให้ค่าต่ำสุด พบว่าวิธี Winters-Multiplicative ให้ค่า RMES ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ นิตินกรม (2554) อย่างไรก็ตามข้อมูลที่นำมาศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ที่ได้มาจากการเก็บสถิติ ผลการปฏิบัติงานการให้บริการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง GC-MS ภายในปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2561 ของผู้วิจัยเองที่ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างให้แก่ผู้ขอรับบริการเครื่องมือ ทั้งของบุคลากรภายใน และภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ ตลอดจนหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน และด้วยภาระหน้าที่ของผู้วิจัยที่ไม่ได้มีหน้าที่เฉพาะการให้บริการเครื่อง GC-MS เท่านั้น แต่ยังมีหน้าที่ในการให้บริการเครื่องอื่น ๆ ด้วยเช่น Thermogravimetric Analyzer (TGA), Fourier-transform infrared spectrometer (FTIR) โดยในบางกรณีผู้ขอรับบริการมีการยกเลิกการขอรับบริการเครื่อง GC-MS อาจส่งผลให้ข้อมูลผู้ขอรับบริการมีความคลาดเคลื่อนได้

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ให้มากขึ้น และอาจศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ เช่น การวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งเป็นรูปแบบที่จะนำตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลต่อจำนวนผู้รับบริการเครื่อง GC-MS เข้ามาพิจารณาเพิ่มเติม นอกเหนือจากตัวแปรเวลาเพียงอย่างเดียว เพื่อให้ผลของการพยากรณ์มีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

### สรุปผลการวิจัย

การพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่องมือ GC-MS ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 เปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ด้วย 1. เทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย 2. เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย พบว่าเทคนิคปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย  $\alpha = 0$  ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด คือค่า MAD เท่ากับ 10.38 ค่า MSE เท่ากับ 262.43 และค่า MAPE เท่ากับ 19.09% ผลการพยากรณ์คาดว่าจะมีจำนวนผู้รับบริการเครื่องมือ GC-MS ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562-2563 อย่างน้อย 47 รายต่อปีงบประมาณ เมื่อเทียบกับเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนที่ค่า MAD เท่ากับ 11.78 ค่า MSE เท่ากับ 249.65 และค่า MAPE เท่ากับ 22.56%

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถดำเนินการและสำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของโครงการคลินิกวิชาการ โดยสภาคณาจารย์และพนักงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ อาจารย์ภาควิชาสถิติ ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการพยากรณ์ และนางสาววีรณัฐ เกษอุดม ที่ให้ข้อมูลผู้รับบริการของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทำให้การทำวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2545. การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6 : บริษัทธรรมสาร. ทรงศิริ แด่สมบัติ 2549. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



- ธนพร ชัยวุฒิศักดิ์ และปารเมศ ชูติมา 2556. การพยากรณ์การรับบริการของลูกค้าในศูนย์บริการค้าปลีก. ภาควิชาวิศวกรรม-  
อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- ดาว สงวนรังศิริกุล หารษา เขียวอนันตวานิช และมณีนรัตน์ แสงเกษม. 2558. การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสม  
สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.  
38(1): 37.
- นิติกรณ์ สุภาพันธ์. 2554. การพยากรณ์ราคาข้าวโพดโดยวิธี Exponential Smoothing Method [thesis].  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา. 2558. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.
- มุกดา แม้นมิตร 2549. อนุกรมเวลาและการพยากรณ์. กรุงเทพฯ : โฟร์พรีนติ้ง.
- แมน อมรสิทธิ์ อมรเพชรสม พลฤชณ แสงวงษ์ ภาควดี สุทธิไวยกิจ มาณฑ สิริติเดช สายสุนีย์ เหลี้ยวเรืองรัตน์ อุมภาพร สุขม่วง  
และวันเพ็ญ ช้อนแก้ว. 2553. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ 2 (Principles and Techniques of  
Instrumental Analysis Part II Chromatography and Others). กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์. กรุงเทพมหานคร. 623 หน้า.
- สุมิตรา เมื่องขวา. 2559. การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในโรคหลอดเลือดหัวใจ ที่จำหน่ายออกจากโรงพยาบาลในคณะแพทยศาสตร์  
วชิรพยาบาล. วชิรเวชสารและวารสารเวชศาสตร์เขตเมือง มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช. 60(3): 277-286.
- Lewis, C.D. 1982. Industrial and Business Forecasting Methods. London Butterworth Scientific.