

การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยรายเดือนฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิม

Forecasting the Monthly Average of Particulate Matter 2.5 in Chiang Mai Province using the Classical Decomposition Method

วัฒนา ชยธวัช

Vadhana Jayathavaj

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University

E-mail : vadhana.j@ptu.ac.th

(Received: 27 March 2024, Revised: 31 May 2024, Accepted: 4 June 2024)

<https://doi.org/10.57260/stc.2024.800>

บทคัดย่อ

การพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีแยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิมสามารถพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน จึงเลือกมาใช้ในการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยรายเดือนฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจวัดถาวรจังหวัดเชียงใหม่ในเขตอำเภอเมือง ศาลากลางเมือง อำเภอเมือง (35T) ปี พ.ศ. 2563, 2564, 2565 และ 2566 (มกราคม ถึง เดือนมิถุนายน) วิธีแยกส่วนประกอบ 4 วิธี คือ วิธีตัวแบบการบวก วิธีตัวแบบการคูณ 3 วิธี ประกอบด้วย วิธีค่าเฉลี่ยอย่างง่าย วิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม และ วิธีอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ถูกนำมาใช้กับข้อมูล $PM_{2.5}$ ผลปรากฏว่า เมื่อใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือนปี พ.ศ. 2563, 2564 และ 2565 พัฒนาตัวแบบ ความแม่นยำของตัวแบบการบวกเมื่อเทียบค่าสังเกต 36 เดือนมีค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ต่ำสุดเท่ากับ 7.06 อยู่ในเกณฑ์สามารถใช้พยากรณ์ได้แม่นยำสูง แต่เมื่อนำค่าพยากรณ์รายเดือนปี พ.ศ. 2566 เปรียบเทียบกับค่าสังเกต เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2566 ซึ่งมีเหตุการณ์ค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงผิดปกติในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายนแล้ว ตัวแบบตัวแบบการคูณ วิธีค่าเฉลี่ยอย่างง่ายมีค่า MAPE ต่ำสุดเท่ากับ 28.72 จึงใช้เป็นตัวแบบในการพยากรณ์ค่าพยากรณ์ของเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคมมีค่าเฉลี่ยรายเดือน $PM_{2.5}$ อยู่ระหว่าง 17 ถึง 26 มค.ก./ลบ.ม.

คำสำคัญ: การพยากรณ์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน การแยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิม เชียงใหม่

Abstract

Time series forecasting using the classical decomposition method can be predicted 12 months ahead, this method was chosen to forecast the monthly average of particulate matter no larger than 2.5 microns ($PM_{2.5}$) in Chiang Mai Province. The data was collected from a permanent measuring station in Mueang District, Chiang Mai Province, City Hall, Mueang District (35T) for the years 2020, 2021, 2022, and January to June 2023. The four decomposition methods—the additive model and the three multiplicative models—the simple average method, ratio to trend, and centered moving average—were applied to $PM_{2.5}$ data. The results showed that when using the monthly average data for the years 2020, 2021, and 2022 to develop the model, the accuracy of the model when compared with 36-month observational values, the additive model has the lowest mean absolute percentage error (MAPE) of 7.06, which is within the criteria for highly precise forecasting. But when the monthly forecast values for the year 2023 are compared with the observation values from January to June 2023, there have already been abnormally high monthly average events in February, March, and April, the multiplicative model with the simple average method had the lowest MAPE at 28.72. The forecast values for July–December will have a monthly average $PM_{2.5}$ between 17 and 26 micrograms per cubic meter.

Keywords: Forecasting, Particulate matter 2.5, Classical decomposition method, Chaing Mai

บทนำ

คุณภาพอากาศเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่มีข้อมูลจากสถานีตรวจวัดถาวรจังหวัดเชียงใหม่ 2 สถานี ในเขตอำเภอเมือง ศาลากลางเมือง อำเภอเมือง (35T)) ครอบคลุมคุณภาพอากาศในพื้นที่บริเวณตำบลช้างเผือก และ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (36T) ครอบคลุมคุณภาพอากาศในพื้นที่บริเวณ ตำบลศรีภูมิ สภาพอากาศในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน พ.ศ. 2566 ผุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ที่สถานีตรวจวัดถาวร 35T มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 51, 88, และ 105 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วนที่สถานีตรวจวัดถาวร 36T มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 52, 80, และ 106 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน 50 มคก./ลบ.ม. และสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสามปีที่ผ่านมา ค่ามาตรฐาน $PM_{2.5}$ ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 50 มคก./ลบ.ม. ประกาศใช้ถึง 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 และ ปรับลดเป็น 37.5 มคก./ลบ.ม. ตั้งแต่ 1 มิถุนายน พ.ศ.2566 เป็นต้นไป (กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, 2566) เนื่องจากช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยจะประสบปัญหาการบุกรุกเผาป่า โดยเฉพาะรอยต่อ 4 จังหวัด ได้แก่ ลำพูน เชียงใหม่ ตาก และลำปาง ตั้งแต่อำเภอฝาง จังหวัดลำพูน อำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ตำบลแม่ต๋อน อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก และอำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง โดยมีอาณาบริเวณอยู่ภายใต้การดูแลของอุทยานแห่งชาติแม่ปิงและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ล้อมรอบอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล (ประชาชาติธุรกิจ ออนไลน์, 2566) ปริมาณ $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นตามฤดูกาลบุกรุกเผาป่า แม้ว่าจะมีมาตรการลงโทษผู้ฝ่าฝืนก็ตาม

อนุกรมเวลาเป็นส่วนประกอบสามส่วน คือ แนวโน้ม (Trend) ฤดูกาล (Seasonal) และส่วนที่เหลือ (Remainder) ตัวแบบการบวก (Additive model) เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่ขนาดของฤดูกาลแต่ละปีไม่แตกต่างกันมาก ส่วนตัวแบบการคูณ (Multiplicative model) เมื่อข้อมูลมีความผันแปรไปตามแนวโน้ม แต่หากวงจรฤดูกาลที่มีแนวโน้มข้อมูลเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็วจนเกินไป วิธีการแยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิม (Classical decomposition) ก็ไม่ตอบสนองต่อค่าที่ผิดปกติได้ (Li, 2020)

การนำข้อมูลอนุกรมเวลาค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงรายเดือน ปี พ.ศ. 2563 2564 และ 2565 มาพยากรณ์ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงรายเดือน ปี พ.ศ. 2566 ได้นำวิธีการพยากรณ์แยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิมมาใช้คำนวณดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ปริมาณ $PM_{2.5}$ 12 เดือนล่วงหน้า เนื่องจากสามารถคำนวณด้วยโปรแกรมในรูปแบบตารางได้โดยสะดวก และมีข้อมูลจำนวนไม่มากพอที่จะใช้วิธีบอกซ์เจนกินส์แบบจำลอง ARIMA การพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิมจะสามารถประเมินมาตรการป้องกันบังคับใช้ที่ผ่านมามีส่งผลต่ออนาคตอย่างไร และทำให้หน่วยงานรับผิดชอบในพื้นที่ประเมินสถานการณ์ เพื่อเตรียมการป้องกันตนเองนอกจากกระบบรายงานรายชั่วโมง รายวันหรือรายสัปดาห์ (IQAir, 2566) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศสามารถใช้วางแผนการดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อทำการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยรายเดือนปริมาณ $PM_{2.5}$ ปี 2566 รายเดือน 12 เดือนล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือน $PM_{2.5}$ (มคก./ลบ.ม.) จากสถานีตรวจวัดถาวรจังหวัดเชียงใหม่ในเขตอำเภอเมืองศาลากลางเมือง อำเภอเมืองเชียงใหม่ (35T) ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิม

ระเบียบวิธีวิจัย

การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือน $PM_{2.5}$ (มค.ก./ลบ.ม.) เป็นข้อมูลจากสถานีตรวจวัดถาวรจังหวัดเชียงใหม่ ในเขตอำเภอเมือง ศาลากลางเมือง อำเภอเมือง (35T) ปี พ.ศ. 2563, 2564, 2565 และเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน 2566 (กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, 2566)

การพยากรณ์แยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิม

การพยากรณ์ คือ การทำนายอนาคตโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่รวมถึงข้อมูลในอดีตและความรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ในอนาคตที่อาจส่งผลกระทบต่อผลการคาดการณ์การพยากรณ์ การพยากรณ์เป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมการตัดสินใจของฝ่ายบริหาร มีบทบาทสำคัญในองค์กรสมัยใหม่ต้องการการคาดการณ์ในระยะสั้นระยะกลาง และระยะยาว ขึ้นอยู่กับการใช้งานเฉพาะ ส่วนช่วงเวลาที่ต้องพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน, 6 เดือน หรือ 10 ปี จำเป็นต้องใช้ตัวแบบ/วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน (Hyndman & athanasopoulos, 2018)

ส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลา

ข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีส่วนประกอบต่อไปนี้อย่างน้อยหนึ่งรายการ (PennState eberly college of science, 2023)

แนวโน้ม (Trend - T) เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลเพิ่มขึ้นหรือลดลงในระยะยาว มันไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นตรง บางครั้งเราจะเรียกแนวโน้มว่า "ทิศทางที่เปลี่ยนไป" ซึ่งอาจจะเปลี่ยนจากแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นไปสู่แนวโน้มที่ลดลง

รูปแบบฤดูกาล (Seasonal pattern - S) เกิดขึ้นเมื่ออนุกรมเวลาได้รับผลกระทบจากปัจจัยตามฤดูกาล เช่น เวลาของปี หรือ วันในสัปดาห์ ฤดูกาลจะมีความถี่ที่ แสดงด้วย ค่าดัชนีฤดูกาล (Seasonal index) เรียกอีกอย่างว่า ผลกระทบตามฤดูกาล หรือ องค์ประกอบตามฤดูกาล เป็นตัววัดว่าฤดูกาลใดฤดูกาลหนึ่งมีการเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของรอบฤดูกาลนั้นอย่างไร ดัชนีฤดูกาลจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1 ซึ่งสามารถแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เพื่อให้ตีความได้ง่ายขึ้น ดัชนีฤดูกาล 1.2 (หรือ 120%) จะบ่งชี้ว่าฤดูกาลนั้นมีมากกว่าค่าเฉลี่ยตามฤดูกาล 20% ความผันแปรตามฤดูกาล คือ การเคลื่อนไหวในระยะสั้นซึ่งบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกันในอนุกรมเวลาระหว่างฤดูกาลที่สอดคล้องกัน สิ่งเหล่านี้มีลักษณะเป็นรอบระยะเวลาและเกิดขึ้นซ้ำด้วยรูปแบบเดียวกันภายในช่วงเวลาที่กำหนด

วัฏจักร (Cyclical component - C) เป็นความผันผวนของวัฏจักรเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยทางเศรษฐกิจมหภาค เช่น ภาวะถดถอย ที่มีช่วงเวลาระหว่างการเกิดซ้ำมากกว่าสองสามปี ช่วงเวลาของความผันผวนของวัฏจักรไม่คงที่ ความยาวเฉลี่ยของรูปแบบวัฏจักรจะยาวกว่าความยาวเฉลี่ยของรูปแบบตามฤดูกาล

ความผันผวนที่ไม่สม่ำเสมอ (Irregular fluctuation, White noise - I) เป็นองค์ประกอบสุ่มที่ไม่สัมพันธ์กันของข้อมูลอนุกรมเวลาที่อาจถูกกระทบกระเทือนจากปัจจัยภายนอก

การรวมส่วนประกอบที่นิยมใช้มี 2 รูปแบบ คือ

ตัวแบบการบวก (Additive model - ADD)

ตัวแบบการบวกใช้กับอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาผ่านไป
การคำนวณส่วนประกอบฤดูกาลตัวแบบการบวก (Seasonal component additive model)

$$Y = T + S + C + I \text{ เมื่อให้ } C \text{ รวมใน } T \text{ แล้วดรูปเป็น } Y = T + S + I$$

ขั้นที่ 1 เขียนค่าจริง (Y) และคำนวณค่าดัชนีฤดูกาลตามรูปแบบในตัวแบบการคูณ (S) แสดงในวิธี
อัตราส่วนต่อการเฉลี่ยเคลื่อนที่หวัข้อถัดไป

ขั้นที่ 2 ทำการหักค่าดัชนีฤดูกาลออกจากค่าจริง (Y-S) ซึ่ง $Y-S = T+I$ เป็นการ De-seasonalised

ขั้นที่ 3 หาสมการถดถอยเชิงเส้นตรงจาก Y-S ด้วยสมการ $(Y-S)_t = a+bt$ นำไปคำนวณค่าแนวโน้ม (T+I)

ขั้นที่ 4 นำ S ไปบวกกับ T จะเป็นค่าพยากรณ์ตามตัวแบบการบวก

วิธีการคำนวณในรายละเอียดสามารถดูได้จาก Youtube (Chan, 2015a) ซึ่งใช้วิธีการวิธีอัตราส่วน
ต่อการเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการคำนวณดัชนีฤดูกาล

ตัวแบบการคูณ (Multiplicative model)

$$Y = T \times S \times C \times I$$

ตัวแบบการคูณใช้กับอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลที่เป็นไปตามแนวโน้ม

โดยทั่วไปนิยมใช้ตัวแบบการคูณ ซึ่งบางอนุกรมเวลาอาจมีส่วนประกอบเพียงอย่างเดียวหรืออาจมี
หลายส่วนประกอบก็ได้

ส่วนประกอบของอนุกรมเวลาตามตัวแบบการคูณ เมื่อแยกอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนประกอบก็มักจะ
รวมแนวโน้มและวัฏจักรอยู่ในองค์ประกอบแนวโน้ม ($T \times C$) ทำให้คิดว่าอนุกรมเวลาประกอบด้วยส่วนประกอบ
สามส่วน ได้แก่ แนวโน้ม (T) ฤดูกาล (S) และองค์ประกอบส่วนที่เหลือ (I) ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่พบการผัน
แปรตามวัฏจักรและการผันแปรผิดปกติของข้อมูลที่ชัดเจน การพยากรณ์จึงมีเฉพาะที่เป็นค่าแนวโน้มและการ
ผันแปรตามฤดูกาล คือ $Y = T \times S$

วิธีการแยกส่วนประกอบ (Decomposition) (Shukla & Trivedi, 2017)

1. วิธีค่าเฉลี่ยอย่างง่าย (Simple average method - SAM)

ขั้นที่ 1: จัดเรียงข้อมูลตามปี เดือน หรือไตรมาส หากมีข้อมูลรวบรวมเป็นรายปี รายเดือน หรือ
รายไตรมาส

ขั้นที่ 2: หลังจากจัดเรียงข้อมูลอนุกรมเวลาแล้ว ก็จะคำนวณหาค่าเฉลี่ยเดือนที่ i ของปีต่าง ๆ $\bar{y}_i$
กรณีที่เป็นข้อมูลรายเดือน

ขั้นที่ 3: หลังจากคำนวณค่าเฉลี่ยรายเดือนแล้ว ก็คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยรายเดือน นั่นก็คือ
$$\bar{y} = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \dots + \bar{y}_{12}}{12}$$

ขั้นที่ 4: หลังจากคำนวณค่าเฉลี่ย $\bar{y}$ แล้ว ค่าเฉลี่ยรายเดือน $\bar{y}_i$ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย $\bar{y}$
เรียกว่า **ดัชนีฤดูกาล** ดังนั้น ดัชนีฤดูกาลสำหรับเดือนที่ $i = \frac{\bar{y}_i}{\bar{y}} \times 100$

2. วิธีอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Ratio to moving average หรือ Centered moving average - CMA)

ขั้นที่ 1: จัดเรียงข้อมูลตามลำดับเวลา กรณีนี้ใช้เป็นข้อมูลรายเดือน

ขั้นที่ 2: ถ้าคาบเวลา คือ 1 ปี ก็จะใช้เวลา 12 เดือน ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 12 เดือน จะเรียกย่อ ๆ ว่า MA(1) จากข้อมูลมกราคมถึงธันวาคมของปีแรกสำหรับเดือนแรกอยู่ที่ตำแหน่งกลางคือระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม ซึ่งจะหาค่าประมาณของผลรวมผลกระทบของแนวโน้ม (T) และความผันผวนของวัฏจักร (C)

ขั้นที่ 3: คำนวณ MA(1) สำหรับเดือนที่ 2 จากข้อมูลกลุ่มภาพันธถึงมกราคมของปีถัดไป อยู่ที่ตำแหน่งกลางคือระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 12 เดือนสำหรับเดือนที่ 3, 4, 5, ... ไปจนหมดข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย

ขั้นที่ 4: คำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ตรงกลาง จะเรียกย่อ ๆ ว่า MA(2) ตัวแรกจาก MA(1) เดือนแรกอยู่ที่ตำแหน่งกลางคือระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคมและ MA(1) เดือนที่ 2 อยู่ที่ตำแหน่งกลางคือระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม เป็น MA(2) ของรายการแรกซึ่งจะอยู่ที่เดือนกรกฎาคม แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยตรงกลางสำหรับเดือนที่ 2, 3, 4, ... ซึ่งจะอยู่ที่ตำแหน่งเดือนสิงหาคม, กันยายน, ตุลาคม, ... ตามลำดับไปจนหมดข้อมูล MA(1)

ขั้นที่ 5: หลังจากคำนวณ MA(1) และ MA(2) แล้ว นำค่าของข้อมูลจริงในเดือนนั้น ๆ หารด้วย MA(2) ที่อยู่ตำแหน่งเดือนเดียวกัน เป็นค่าฤดูกาลสัมพัทธ์ (Seasonal Relative) จะเรียกว่า SR ซึ่งเป็นค่าที่มีการขจัดแนวโน้มและความแปรผันของวัฏจักรจากข้อมูลดั้งเดิม

ขั้นที่ 6: เตรียมตารางสองทางเรียงค่า SR ตามแถวเดือนและสดมภ์ปี หามัธยฐานของค่า SR ของแต่ละเดือน (หรือใช้ค่าเฉลี่ย ในการคำนวณนี้ใช้ค่าเฉลี่ย) ก็จะได้ค่าดัชนีฤดูกาลเบื้องต้นของเดือนนั้น ๆ กรณีฤดูกาล 12 เดือน หากค่าดัชนีโดยรวมแตกต่างไปจาก 12 ให้นำค่าดัชนีโดยรวมปรับค่าดัชนีแต่ละเดือนเพื่อให้ผลรวมของดัชนี 12 เดือน เท่ากับ 12 โดยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์

วิธีการคำนวณในรายละเอียดสามารถดูได้จาก Youtube (Chan, 2015b)

3. วิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม (Ratio to trend method - RTT) ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณค่าดัชนีฤดูกาลโดยใช้หลักการกำจัดส่วนประกอบอนุกรมเวลาอื่น ๆ ให้หมดไปเพื่อคงเหลือแต่ความผันแปรตามฤดูกาลเพียงอย่างเดียว มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณค่าแนวโน้มจากสมการเส้นแนวโน้ม (T) (สัมประสิทธิ์ a, b ได้จากสมการ $Y_t = a + bt$ เมื่อ Y เป็นข้อมูลจริง/ค่าสังเกต และ t คือ เดือนที่ 1,2,3, ... ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด - the Least Square Method) แล้วคำนวณค่าแนวโน้ม $T_t = a + bt$

ขั้นตอนที่ 2 กำจัดค่าแนวโน้มจากข้อมูล โดยหารข้อมูล Y ด้วยค่าแนวโน้ม T

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม (Y/T) โดยการเฉลี่ยค่า (หรือใช้ค่ามัธยฐาน ถ้ามีค่าผิดปกติ) ของข้อมูลแต่ละเดือน เป็นค่าดัชนีฤดูกาลเบื้องต้นของแต่ละเดือน (S) ซึ่งเป็นการกำจัดอิทธิพลเนื่องจากความผันแปรตามวัฏจักรและความผันแปรผิดปกติ (กำจัด CxI) ได้

ขั้นตอนที่ 4 นำผลรวมของค่าดัชนีทั้ง 12 เดือนที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 3 จะต้องเท่ากับ 12 ถ้าแตกต่าง ก็ทำการปรับค่าดัชนีฤดูกาลให้กับ 12 โดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์

การพยากรณ์

ขั้นที่ 1: ทำการแยกส่วนประกอบเพื่อหาค่าดัชนีฤดูกาล

ขั้นที่ 2: ทำการคำนวณตัดอิทธิพลฤดูกาล (S_t) และความผันผวนที่ไม่สม่ำเสมอ (I_t) โดยการหารค่าสังเกต (Y_t) ด้วย S_t เรียกว่า D_t

ขั้นที่ 3: คำนวณสมการแนวโน้มกับข้อมูลที่ไม่มีฤดูกาล (D_t) ได้สมการแนวโน้มเชิงเส้นตรง $y_t = a + bt$ ค่า a และ b ตามวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด

ขั้นที่ 4: คำนวณค่าพยากรณ์เบื้องต้น ณ เวลา t ด้วยสมการ $y_t = a + bt$

ขั้นที่ 5: ปรับเป็นค่าพยากรณ์ y_t โดยการคูณ y_t ด้วย S_t

ซึ่งจะพบว่า ในการพยากรณ์นั้นหากใช้ตัวแบบการบวกแทนตัวแบบการคูณก็จะใช้การบวกหรือลบค่าที่เกี่ยวข้องแทนการหารหรือคูณ

การวัดความแม่นยำของตัวแบบที่นำมาใช้พยากรณ์ (Andrés, 2023)

เมื่อกำหนดให้ y_i ค่าจริงเดือนที่ i y_i ค่าพยากรณ์เดือนที่ i และ $i = 1, 2, \dots, n$

ค่าเฉลี่ยของผลต่างสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error - MAE) MAE วัดค่าเฉลี่ยความแตกต่างสัมบูรณ์ระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - y_i|$$

ค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Mean Squared Error - MSE) MSE วัดค่าเฉลี่ยผลต่างกำลังสองระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_i)^2$$

รากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Squared Error - RMSE) RMSE คือรากที่สองของ MSE ที่ทำให้ตีความขนาดของความแตกต่างได้ง่ายขึ้น

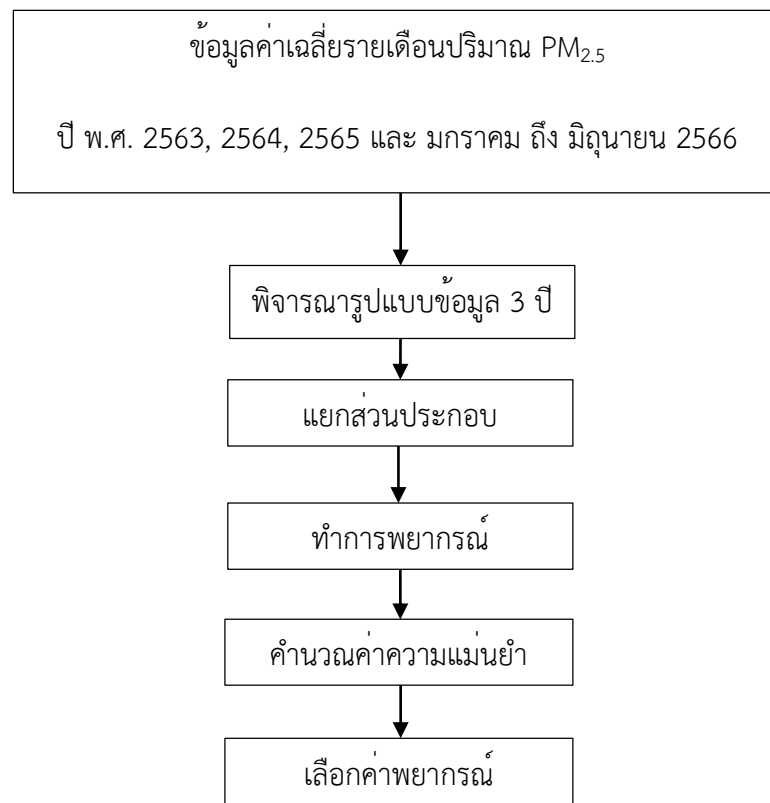
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_i)^2}$$

ค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) MAPE ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสัมบูรณ์ระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - y_i}{y_i} \right| \times 100$$

ความหมายของ MAPE หน่วยเป็นร้อยละ ถ้าน้อยกว่า 10 มีความแม่นยำสูง ระหว่าง 10-20 ใช้พยากรณ์ได้ดี ระหว่าง 20-50 มีเหตุผลพอที่จะใช้พยากรณ์ และ มากกว่า 50 ไม่มีความแม่นยำ (Lewis, 1982)

ขั้นตอนการพยากรณ์



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการพยากรณ์ (ที่มา: วัฒนา ชยวิช, 2567)

ผลการวิจัย

การรวบรวมข้อมูล

ค่าเฉลี่ยรายเดือนฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{2.5} (มค.ก./ลบ.ม.) พื้นที่บริเวณตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2563 ถึง 2566

เดือน	ปี พ.ศ.			
	2563	2564	2565	2566
มกราคม	43	44	24	33
กุมภาพันธ์	56	47	30	51
มีนาคม	91	78	43	88
เมษายน	65	38	41	105
พฤษภาคม	26	21	19	31
มิถุนายน	14	16	14	16
กรกฎาคม	13	14	12	n.a.
สิงหาคม	15	15	12	n.a.
กันยายน	15	13	14	n.a.
ตุลาคม	15	15	18	n.a.
พฤศจิกายน	22	20	22	n.a.
ธันวาคม	28	28	31	n.a.
ค่าต่ำสุด	13	13	12	16
ค่าสูงสุด	91	78	43	105
จำนวนเดือนที่เกิน ค่ามาตรฐาน	4	4	2	3

ที่มา: กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2566)

หมายเหตุ: n.a. ยังไม่มีข้อมูล

ค่ามาตรฐานที่ใช้ในตารางนี้ คือ 37.5 (มค.ก./ลบ.ม.)

รูปแบบข้อมูล

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือนฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ตามตารางที่ 1 พบว่า ค่าความชัน (Slope) ของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น คือ ค่า a ในสมการ $y=ax+b$ เมื่อ x คือ เดือนที่ 1,2,3,...,12 ในปี พ.ศ. 2563, 2564 และ 2565 และ เป็น 1,2,3,...,36 สำหรับปี 2563 ถึง 2565 และ y คือค่าสังเกตแล้ว มีค่าความชันเป็นลบ กล่าวคือ ลดลงในอัตราที่ลดลงจาก -4.500 ลงมาที่ -1.469 ขณะที่ค่าความชันของ 36 เดือน เท่ากับ -0.437 ดังนี้

$$\text{พ.ศ. 2563} \quad y = -4.500x + 62.833 \quad \text{พ.ศ. 2564} \quad y = -3.514x + 51.924$$

$$\text{พ.ศ. 2565} \quad y = -1.469x + 30.788 \quad \text{พ.ศ. 2563-2565} \quad y = -0.437x + 36.761$$

ซึ่งสอดคล้องกับการแยกส่วนประกอบด้วยตัวแบบการคูณ

ตารางที่ 2 สมการแนวโน้มค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{2.5} (มค.ก./ลบ.ม.) ของการพยากรณ์ 4 วิธี
ใช้ข้อมูลรายเดือนปี พ.ศ. 2563 ถึง 2565

สมการแนวโน้ม $T=ax+b$	วิธีการพยากรณ์			
	ADD	SAM	RTT	CMA
สัมประสิทธิ์ b	36.76	58.49	41.93	32.79
สัมประสิทธิ์ a	-0.44	-0.62	-0.72	-0.28

ตารางที่ 3 ดัชนีฤดูกาลค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{2.5} (มค.ก./ลบ.ม.) ของการพยากรณ์ 4 วิธี ใช้ข้อมูลรายเดือนปี พ.ศ. 2563 ถึง 2565

เดือน	วิธีการพยากรณ์			
	ADD	SAM	RTT	CMA
มกราคม	8.79	1.14	1.18	1.27
กุมภาพันธ์	13.38	1.45	1.40	1.46
มีนาคม	35.46	2.37	2.29	2.28
เมษายน	14.42	2.08	1.50	1.55
พฤษภาคม	-5.14	0.80	0.75	0.77
มิถุนายน	-10.21	0.52	0.54	0.88
กรกฎาคม	-16.50	0.44	0.49	0.44
สิงหาคม	-14.06	0.46	0.53	0.51
กันยายน	-13.52	0.46	0.54	0.50
ตุลาคม	-11.02	0.56	0.65	0.57
พฤศจิกายน	-4.37	0.71	0.88	0.80
ธันวาคม	2.77	1.00	1.25	1.09

ค่าดัชนีฤดูกาลดังแสดงในตารางที่ 3 กรณีตัวแบบการบวก ค่าดัชนีฤดูกาลจะเป็นค่าเฉลี่ยของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในเดือนนั้น ๆ สำหรับดัชนีฤดูกาลสำหรับตัวแบบการคูณ ค่าดัชนีรายเดือนเป็นสัดส่วนเมื่อเทียบกับ 1 สำหรับเดือนนั้น ซึ่งก็พบว่าจะลดลงในช่วงเริ่มฝนถึงต้นฤดูหนาวราวเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน

ตารางที่ 4 ความแม่นยำของการพยากรณ์รายเดือน 36 เดือน ปี พ.ศ. 2563, 2564 และ 2565

ค่าความแม่นยำ	วิธีการพยากรณ์-ตัวแบบ			
	ADD	SAM	RTT	CMA
MAE	9.86	19.17	12.68	4.88
MSE	207.76	570.31	258.94	48.26
RMSE	14.41	23.88	16.09	6.95
MAPE	7.06	69.81	43.88	17.30

ตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์รายเดือนค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{2.5} (มค.ก./ลบ.ม.) พ.ศ. 2566

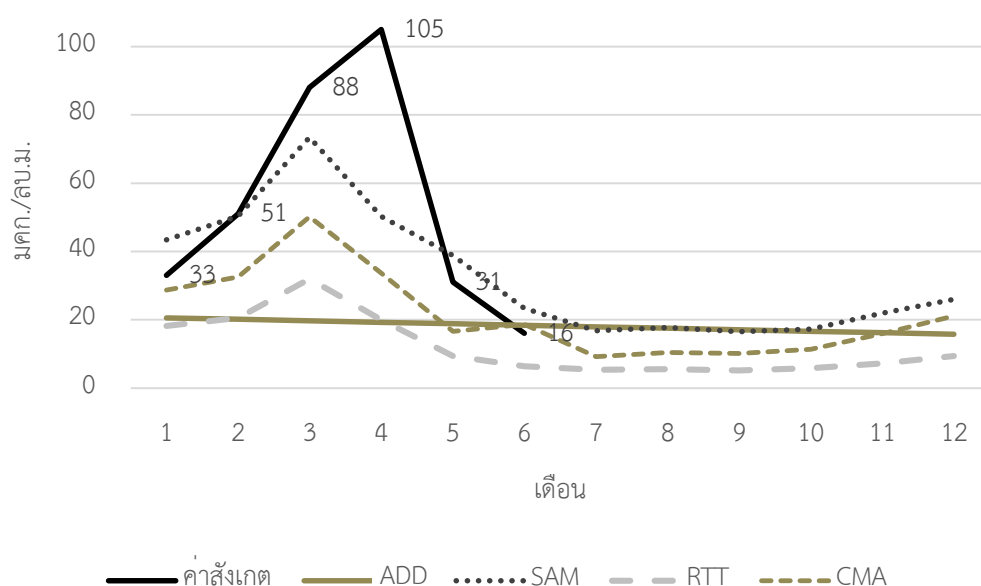
เดือน	ค่าสังเกต	วิธีการพยากรณ์-ตัวแบบ			
		ADD	SAM	RTT	CMA
มกราคม	33	21	43	18	29
กุมภาพันธ์	51	20	50	21	33
มีนาคม	88	20	73	32	50
เมษายน	105	19	50	20	34
พฤษภาคม	31	19	39	9	17
มิถุนายน	16	18	23	6	19
กรกฎาคม		18	17	5	9
สิงหาคม		18	18	6	10
กันยายน		17	17	5	10
ตุลาคม		17	17	6	11
พฤศจิกายน		16	22	7	16
ธันวาคม		16	26	9	21

รายละเอียดของค่าแสดงความแม่นยำของตัวแบบเมื่อเทียบค่าสังเกต 36 เดือน แสดงในตารางที่ 4 จากความหมายของ MAPE ที่มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 10 สามารถใช้พยากรณ์มีความแม่นยำสูง มีค่าร้อยละ 10-20 สามารถใช้พยากรณ์ได้ดี (Lewis, 1982) จึงพบว่า ตัวแบบการบวก มีค่า MAPE ต่ำที่สุดเท่ากับ 7.06 อยู่ในเกณฑ์พยากรณ์มีความแม่นยำสูง ค่าพยากรณ์รายเดือน ปี พ.ศ. 2566 แสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 2

ความแตกต่างของค่าพยากรณ์เมื่อเทียบกับค่าสังเกตเดือนมกราคม ถึงมิถุนายน 2566 ที่แสดงในตารางที่ 6 เมื่อแปลงเป็นค่าสัมบูรณ์แล้ว คำนวณค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ MAPE 6 เดือนนี้พบว่า ตัวแบบการคูณ วิธีค่าเฉลี่ยอย่างง่าย (SAM) มีค่า MAPE ต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ร้อยละของความแตกต่างของการพยากรณ์จากค่าสังเกต 6 เดือน (มกราคม ถึง มิถุนายน) ปี พ.ศ. 2566

เดือน	วิธีการพยากรณ์-ตัวแบบ			
	ADD	SAM	RTT	CMA
มกราคม	-12.43	10.44	-14.80	-4.27
กุมภาพันธ์	-30.87	-0.62	-30.44	-18.46
มีนาคม	-68.31	-14.61	-55.98	-37.81
เมษายน	-85.74	-54.71	-85.07	-71.34
พฤษภาคม	-12.18	7.79	-21.66	-14.42
มิถุนายน	2.38	7.30	-9.64	2.66
MAPE	51.94	28.72	63.21	37.20



ภาพที่ 2 ค่าสถิติและค่าพยากรณ์รายเดือน พ.ศ. 2566 (ที่มา: วัฒนา ชยธวัช, 2567)

การอภิปรายผล

การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{2.5} (มค.ก./ลบ.ม.) ในปี พ.ศ. 2566 ค่าพยากรณ์เทียบกับค่าสังเกตในอดีต 36 เดือน ตัวแบบการบวก มีค่า MAPE ต่ำที่สุดเท่ากับ 7.06 (ดังแสดงในตารางที่ 4) แต่เมื่อพิจารณา MAPE กับค่าสังเกต 6 เดือน มกราคมถึงมิถุนายนในปีที่พยากรณ์ พ.ศ. 2566 แล้วแล้ว ตัวแบบการคูณ วิธีค่าเฉลี่ยอย่างง่าย มีค่า MAPE ต่ำที่สุด (ดังแสดงในตารางที่ 6) หากไม่มีเหตุการณ์ค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงผิดปกติในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายนแล้ว ตัวแบบตัวแบบการคูณ วิธีค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ก็ใช้เป็นค่าพยากรณ์ของเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคมได้ (เส้น SAM ในภาพที่ 1) สอดคล้องกับวิธีการจำแนกส่วนประกอบแบบดั้งเดิมที่กำหนดว่าองค์ประกอบตามฤดูกาลเกิดซ้ำทุกปี (Hyndman and athanasopoulos, 2018) ซึ่งเป็นลักษณะปกติของข้อมูลอนุกรมเวลาโดยทั่วไป แต่หากวงจรฤดูกาลที่มีแนวโน้มข้อมูลเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็วจนเกินไป วิธีการแบบดั้งเดิมไม่ตอบสนองต่อค่าที่ผิดปกติได้ (Li, 2020)

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษาพบว่า ดัชนีฤดูกาลค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{2.5} (มค.ก./ลบ.ม.) มีค่าลดลงในช่วงฤดูฝน ค่าพยากรณ์เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม เมื่อใช้ตัวแบบตัวแบบการคูณ วิธีค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ก็มีค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{2.5} อยู่ระหว่าง 17 ถึง 26 มค.ก./ลบ.ม. ซึ่งสูงกว่าค่าต่ำสุด 16 มค.ก./ลบ.ม. ในรอบ 42 เดือนที่ผ่านมา ซึ่งต้องมีการใช้มาตรการที่กวดขันมากขึ้น

ข้อเสนอแนะการใช้ดัชนีฤดูกาลเพื่อเตรียมการงบประมาณในการเฝ้าระวังและหยุดยั้งต้นกำเนิดของมลพิษและการเตรียมสิ่งสนับสนุนทางการแพทย์ล่วงหน้าตามฤดูกาล เนื่องจาก PM_{2.5} ส่งผลต่อสุขภาพทำให้เกิดโรคจากมลพิษทางอากาศ ตัวอย่างเช่น การเตรียมป้องกันโรคมาลาเรีย ในแฮมเปีย บูร์กินาฟาโซ และซิมบับเว (United states agency for international development, 2017) การศึกษารูปแบบตามฤดูกาล (เดือน สัปดาห์ วันในสัปดาห์) ในการนัดตรวจของผู้ป่วยนอกโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ของประเทศจีน กับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของระดับน้ำตาลในเลือดที่พบในการศึกษาก่อนหน้านี้ การทำความเข้าใจฤดูกาลรูปแบบตามฤดูกาลของผู้ป่วยนอกโรคเบาหวานชนิดที่ 2 นำไปสู่การให้บริการผู้ป่วยนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และปรับปรุงการรักษาผู้ป่วย (Huang et al., 2019) ความเชื่อมโยง (Association) กับดัชนีฤดูกาลอื่น เช่น จำนวนผู้ป่วยจากโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศในช่วงเวลาฤดูกาลเดียวกัน หรือช่วงเวลาที่ผ่านมา (Lag) เนื่องจากใช้เวลาในการดำเนินโรค จากสถิติจำนวนผู้ป่วย จำแนกรายกลุ่มโรค และรายโรค รายเดือน โรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ (กระทรวงสาธารณสุข, 2566) ก็จะเป็นข้อมูลในการเตรียมการสนับสนุนทางการแพทย์ได้อย่างเหมาะสม

การศึกษาความสัมพันธ์ตัวแปรมลภาวะกับจำนวนผู้ป่วยในโรคที่เกี่ยวข้อง การพยากรณ์แบบผสม กล่าวคือพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยของโรคที่เกี่ยวข้องกับมลภาวะเป็นรายปีแล้วจึงพยากรณ์รายเดือนด้วยสัดส่วนของดัชนีฤดูกาลของโรคดังกล่าว เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเตรียมการให้บริการล่วงหน้าของหน่วยงานในพื้นที่ (Hikmah & Kartikasari, 2022)

องค์ความรู้ใหม่และผลที่เกิดต่อสังคม ชุมชน ท้องถิ่น การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยรายเดือนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิม เป็นการนำเสนอวิธีการพยากรณ์เชิงพื้นที่ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้เพียงโปรแกรม Excel กับข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2566). จำนวนป่วย จำแนกรายกลุ่มโรค และรายโรค รายเดือนด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ. สืบค้นจาก

https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?&cat_id=9c647c1f31ac73f4396c2cf987e7448a&id=5968980caf87d4518aa9f0263a9299c6

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. (2566). สรุปข้อมูลรายเดือน (สถานี) 2566, 2565, 2564, 2563. สืบค้นจาก <http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php>

ประชาชาติธุรกิจ ออนไลน์. (2566). เผาป่าเหนือ 5.8 แสนไร่ ชาวบ้าน 4 พันคนแลกเก็บ “เห็ดถอบ”. สืบค้นจาก <https://www.prachachat.net/local-economy/news-1242280>

IQAir. (2566). ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) และมลพิษทางอากาศ PM2.5 ใน เชียงใหม่. สืบค้นจาก <https://www.iqair.com/th/thailand/chiang-mai>

Andrés, D. (2023). *Error Metrics for Time Series Forecasting*. Retrieved from <https://mlpills.dev/time-series/error-metrics-for-time-series-forecasting/>

Chan, B. (2015a). *Classical Additive Decomposition*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=YA8MJFdk-C4>

Chan, B. (2015b). *Classical Multiplicative Decomposition*. Retrieved from <https://www.You tube.com/watch?v=S31b-vh0Ce0>

Hikmah, N., & Kartikasari, M. D. (2022). Decomposition Method with Application of Grey Model GM(1,1) for Forecasting Seasonal Time Series. *Pakistan Journal of Statistics and Operation Research*, 18(2), 411-416. DOI:10.18187/pjsor.v18i2.3533

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. (2nd ed.). Melbourne: OTexts.

Huang, Y., Li, J., Hao, H., Xu, L., Nicholas, S., & Wang, J. (2019). Seasonal and Monthly Patterns, Weekly Variations, and the Holiday Effect of Outpatient Visits for Type 2 Diabetes Mellitus Patients in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(15), 2653. DOI:10.3390/ijerph16152653

- Lewis, C. D. (1982). *Industrial and business forecasting methods*. Kent: Butterworths.
- Li, L. (2020). *STAT481/581: Introduction to Time Series Analysis Ch3*. Retrieved from <https://math.unm.edu/~li/Stat581/6-decomposition.pdf>
- PennState Eberly College of Science. (2023). *STAT 510 Applied Time Series Analysis*. Retrieved from <https://online.stat.psu.edu/stat510/lesson/5/5.1>
- Shukla, G. K., & Trivedi, M. (2017). *MSTE-002 Industrial Statistics-II Block 4 TIME SERIES MODELLING Unit-14 Seasonal Component Analysis*. Indira Gandhi National Open University. Retrieved from <http://egyankosh.ac.in/handle/123456789/20805>
- United States Agency for International Development. (2017). *Malaria Seasonality and Calculating Resupply Applications of the Look-Ahead Seasonality Indices in Zambia, Burkina Faso, and Zimbabwe*. Retrieved from <https://www.ghsupplychain.org/sites/default/files/2017-02/MalaSeasCalcResu.pdf>