

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ Forecasting the Number of Asthma and Bronchitis Cases using the Box and Jenkins Method

นิพนธ์ต้นฉบับ

Received: Apr.13, 2023

Revised: Aug.14, 2024

Accepted: Oct. 14, 2024

Published Oct. 30, 2024

เจริญสุข อัสวพิพิธ¹, วัฒนา ชยธวัช²

¹ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

² คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

Jarurnsook Ausavapit¹, Vadhana Jayathavaj²

¹ Faculty of Nursing, Pathumthani University

² Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University

บทคัดย่อ

จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและหลอดลมอักเสบของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปี พ.ศ. 2565 และ 2566 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบรายเดือนของประเทศไทยปี พ.ศ. 2567 รวบรวมข้อมูลจากรายงานของกระทรวงสาธารณสุข วิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์แบบมีฤดูกาล เมื่อนำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบรายเดือน พ.ศ. 2563 ถึง 2566 มาเป็นข้อมูลในการสร้างตัวแบบ ประมวลผลด้วยโปรแกรม R ฟังก์ชัน `auto.arima()` ได้ตัวแบบ `ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[12]` with drift และ `ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12]` ตามลำดับ และ มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) 7.30 และ 30.28 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับใช้พยากรณ์ได้แม่นยำสูง และพอที่จะใช้พยากรณ์ได้ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม โดยรวมทั้งปี พ.ศ. 2567 จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2566 ร้อยละ 8.17 ขณะที่โรคหลอดลมอักเสบลดลงร้อยละ 5.09

คำสำคัญ: การพยากรณ์, จำนวนผู้ป่วย, โรคหอบหืด, โรคหลอดลมอักเสบ, วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์, อนุกรมเวลา

Corresponding Author: วัฒนา ชยธวัช Email: vadhana.j@ptu.ac.th

Abstract

The number of cases of asthma and bronchitis in Thailand continued to increase during 2022 and 2023. The study objective aimed to forecast the monthly number of asthma and bronchitis cases in 2024. The data were collected from the report by Ministry of Public Health. The time series analysis was the seasonal Box and Jenkins method. When using data on monthly asthma and bronchitis cases from 2020 to 2023 as in-sample/training dataset in model development processed with the R program, the `auto.arima()` function yielded the model $ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[12]$ with drift, and $ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12]$, respectively, and had the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 7.30, and 30.28 respectively, which can be used for highly accurate predictions, and enough to be used to make predictions, respectively. However, in 2024, the number of asthma cases increase from 2023 by 8.17 percent, while bronchitis cases decrease by 5.09 percent.

Keywords: Forecasting, The number of cases, Asthma, Bronchitis, The Box and Jenkins method, Time series

Corresponding Author: Vadhana Jayathavaj, Email: vadhana.j@ptu.ac.th

บทนำ

โรคหอบหืด หรือโรคหลอดลมอักเสบจากภูมิแพ้ (asthma) เป็นโรคที่พบประมาณร้อยละ 10-15 ของประชากร พบได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ จากการสรุปตามรายงานสถิติกระทรวงสาธารณสุข ระหว่างปี พ.ศ. 2564 ถึง 2566 เพิ่มขึ้นปีต่อปีร้อยละ 12.07 ถึง 29.46 (ดังแสดงในตารางที่ 1) (Ministry of Public Health, 2024) โรคนี้เกิดจากเยื่อหลอดลมมีความไวผิดปกติ ทำให้เกิดอาการ ไอ หอบเหนื่อย หายใจขัด แน่นหน้าอก หายใจมีเสียงวี๊ด หายใจลำบากหรือหายใจเร็ว โดยเฉพาะตอนกลางคืน ตอนเช้ามืด หรือขณะออกกำลังกาย หรือขณะเป็นไข้หวัด สาเหตุเชื่อว่าเกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม อาการของโรคหอบหืดจะทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยโรคนี้ต่ำกว่าคนปกติ เช่น ทำให้ไม่สามารถนอนหลับได้ตามปกติ ทำให้เรียนและทำงานได้ไม่เต็มที่ ไม่สามารถทำกิจกรรมประจำวันหรือเล่นกีฬาได้ตามปกติ เด็กอาจเจริญเติบโตน้อยกว่าปกติหรือมีพัฒนาการเรียนรู้ได้ช้า นอกจากนั้นการที่ไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้องอาจทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนตามมา เช่น โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังหรือเสียชีวิตจากสมองขาดออกซิเจน การรักษาโรคนี้อย่างถูกต้อง นอกจากจะทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้นแล้วยังสามารถป้องกันโรคแทรกซ้อนดังกล่าวได้ด้วย ผู้ป่วยโรคหอบหืดมีโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ร่วมด้วยถึงร้อยละ 50 ถึง 85 เมื่อผู้ป่วยมีอาการทางจมูกอักเสบมากขึ้นจะทำให้ผู้ป่วยมีอาการหอบมากขึ้นได้ และในทางตรงกันข้าม ถ้าได้ควบคุมอาการของโรคจมูกอักเสบได้ดีก็จะทำให้อาการหอบหืดน้อยลงด้วย (Assanasen, 2010)

โรคหลอดลมอักเสบ 2 ชนิด คือ 1) โรคหลอดลมอักเสบชนิดเฉียบพลัน (acute bronchitis) มีอาการไม่เกิน 3 สัปดาห์ มากกว่าร้อยละ 90 ของผู้ป่วยหลอดลมอักเสบเฉียบพลันเกิดจากเชื้อไวรัส เหมือนไข้หวัด เช่น rhinovirus, adenovirus, corona virus, influenza virus, parainfluenza virus, respiratory syncytial virus (RSV) มีเพียงร้อยละ 10 ที่เกิดจากเชื้อ *Bordetella pertussis*, *Chlamydia pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae* ส่วนใหญ่มักเป็นตามหลังไข้หวัด ซึ่งไม่ได้รับการรักษา หรือปฏิบัติตนอย่างถูกต้อง ทำให้การติดเชื้อลามลงไปถึงหลอดลม ดังนั้นผู้ป่วยที่เป็นหวัดแล้วมีอาการไอ มีเสมหะเป็นระยะเวลามากกว่า 1 สัปดาห์ อาจเป็นหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน เมื่อผู้ป่วยมีการอักเสบของโพรงจมูก หรือเป็นหวัด การรักษาหรือปฏิบัติตนให้ถูกต้องตั้งแต่ต้นจะช่วยป้องกันไม่ให้เป็นหลอดลมอักเสบ 2) โรคหลอดลมอักเสบชนิดเรื้อรัง (chronic bronchitis) มีอาการเกิน 3 สัปดาห์อาจเกิดจากโรคภูมิแพ้ โรคหืด (asthma) หรือเกิดจากการสูบบุหรี่เป็นระยะเวลานาน อยู่ในกลุ่มของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: COPD) คือมีอาการไอมีเสมหะมากกว่า 3 เดือน/ปี เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี หรือสัมผัสกับมลพิษทางอากาศ (air pollution) หรือสารระคายเคืองจากการประกอบอาชีพ (occupational irritants) เช่น ฝุ่น คาร์บอน หรือสารเคมีที่ระเหยได้ โรคหลอดลมอักเสบชนิดเรื้อรังทำให้ผู้ป่วยเสี่ยงต่อการติดเชื้อแบคทีเรียได้ง่ายขึ้น เชื้อแบคทีเรียดังกล่าว ได้แก่ *Streptococcus pneumoniae*, *Hemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis* ซึ่งอาจทำให้เสมหะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือเขียว (Assanasen, 2013)

การพยากรณ์ด้านสุขภาพเป็นเครื่องมือทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์ด้านสุขภาพในอนาคต เช่น ความต้องการบริการและความต้องการด้านการดูแลสุขภาพ ช่วยอำนวยความสะดวกในการแพทย์เชิงป้องกันและกลยุทธ์การแทรกแซงการดูแลสุขภาพ สามารถแจ้งผู้ให้บริการด้านสุขภาพล่วงหน้าเพื่อดำเนินการบรรเทาที่เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงและจัดการความต้องการ การพยากรณ์สุขภาพจำเป็นต้องมีข้อมูลและเครื่องมือวิเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับการทำนายสภาวะสุขภาพหรือสถานการณ์เฉพาะ การพยากรณ์สุขภาพมีหลายวิธีที่สามารถเลือกใช้ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ (Soyiri & Reidpath, 2012) ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนที่วัดตามช่วงเวลาต่อเนื่องกัน และมีระยะห่างสม่ำเสมอ เช่น จำนวนผู้ป่วยรายวัน รายเดือน หรือรายสัปดาห์ อนุกรมเวลาเป็นวิธีการทางสถิติสำหรับการอธิบายข้อมูลสุขภาพที่ผันผวนแบบสุ่มและคาดการณ์ข้อมูลในอนาคต (Chatfield, 2004; Shumway & Stoffer, 2006)

การพยากรณ์อนุกรมเวลาที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนมากคือ วิธีบอกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยการถ่วงน้ำหนักข้อมูลในอดีตจำนวน p ค่า และค่าความคลาดเคลื่อนในอดีต q ค่า กับข้อมูลที่ถูกทำให้หนึ่ง (stationary) คือมีความแปรปรวนคงที่เสียก่อนโดยการคำนวณค่าส่วนต่างจำนวน d ครั้ง เป็นตัวแบบ ตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ตัวแบบอาร์มา) (Autoregressive Integrated Moving Average, ARIMA) ซึ่งมี p, d, q เป็นพารามิเตอร์ของตัวแบบ เรียกว่า ARIMA(p, d, q) วิธีการนี้เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีข้อมูลปานกลางขึ้นไป (อย่างน้อย 50 ค่าสังเกต) ที่ในอดีตต้องเลือกตัวแบบโดยการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์จนมีความสอดคล้องกับข้อมูลในอดีต (NCSS Statistical Software, 2024) เมื่อพิจารณาปัจจัยฤดูกาลร่วมด้วยจะเป็นตัวแบบ ARIMA ที่มีฤดูกาล (Seasonal ARIMA, SARIMA) มีพารามิเตอร์ส่วนของฤดูกาลเพิ่มขึ้น คือ P, D, Q โดยนัยเช่นเดียวกับ p, d, q และ m คือ จำนวนข้อมูลใน 1 ฤดูกาล เรียกว่าตัวแบบ SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)[m] หรือ ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)[m] ก็ได้ โปรแกรม R ได้พัฒนาให้มี package forecast ที่มีฟังก์ชัน auto.arima() ที่สามารถเลือกตัวแบบ ARIMA ให้โดยอัตโนมัติ ตัวแบบโดยโปรแกรมจะทำการแทนค่าพารามิเตอร์ (p, d, q)(P, D, Q)[m] ที่มีค่าความสอดคล้องระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ที่มากที่สุดให้ (Hyndman & Athanasopoulos, 2018) แม้ว่าตัวแบบ ARIMA ตามฤดูกาลจะมีพารามิเตอร์เพียงไม่กี่ตัว แต่การพยากรณ์ย้อนหลังจำเป็นต้องมีการประมาณค่าพารามิเตอร์หนึ่งหรือสองฤดูกาลเพื่อเริ่มต้น ดังนั้น จึงควรมีข้อมูลอย่างน้อย 4 หรือ 5 ฤดูกาลในการสร้างตัวแบบ ARIMA ที่มีฤดูกาล (Nur, n.d.)

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดบวมในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีรูปแบบรายเดือนจะใกล้เคียงกันทุกปี กรณีโรคปอดอักเสบประจำเดือนเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวแล้วลดลงในช่วงฤดูร้อนถึงต้นฤดูฝน จำนวนผู้ป่วยโรคปอดบวมรายเดือน 12 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2546 ถึง 2557 คำนวณตัวแบบ SARIMA 12 ตัวแบบ แล้วเลือกตัวแบบ ARIMA (1,0,2)(2,0,0)[12] ที่มีค่าความสอดคล้องของตัวแบบตามเกณฑ์สารสนเทศของอะกะอิเกะ (เอไอซี) (Akaike's information criterion, AIC) AIC ต่ำสุดที่ -38.29 ผลการพยากรณ์เดือนมกราคมถึงมีนาคม 2556 พบว่าค่าพยากรณ์ต่ำกว่าค่าจริงร้อยละ 9.58 ถึง 18.55 (Ruchiraset & Tantrakarnapa, 2018) เทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ในการศึกษา 3 วิธี คือ วิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลของวินเตอร์เซิงผลคูณ และวิธีบอกซ์และเจนกินส์โดยใช้ข้อมูลผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในประเทศไทยรายไตรมาส ตั้งแต่ พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2561 เปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมภายใต้เกณฑ์ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute percentage error, MAPE) ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด ตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ คือ ตัวแบบการถดถอยในตัวเองรวมเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล SARIMA(0,1,1)(0,1,1)[4] MAPE 8.09 (Thuathong & Hinsharanan, 2020)

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดบวมเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี ปี พ.ศ. 2562 ถึง 2564 ประชากรที่ศึกษาคือเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปีที่เป็นโรคปอดบวมในปี พ.ศ. 2555 ถึง 2561 เมืองเซมารัง ประเทศอินโดนีเซีย ในช่วงการพัฒนาตัวแบบใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรายเดือนระยะเวลา 7 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2555 ถึง 2561 ตัวแบบที่เหมาะสม คือ ARIMA (2,0,2) ซึ่งมีอัตราความผิดพลาด MAPE อยู่ที่ 25% (Cahyati & Sari, 2019) การพยากรณ์การเสียชีวิตของเด็กวัยหัดเดินด้วยโรคปอดบวมโดยใช้ตัวแบบเปรียบเทียบ ARIMA และ วิธีการโครงข่ายประสาทเทียม แบบ the Multilayer Perceptron (MLP) method กรณีของ ARIMA ต้องเปรียบเทียบตัวแบบ 9 แบบเพื่อหาตัวแบบที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลปี พ.ศ. 2557 ถึง 2564 จำนวน 96 เดือน แล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุดจากค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และ MAPE วิธี MLP มีความคลาดเคลื่อนในอดีตน้อยกว่า (Suryani, Sudana & Wirdiani, 2022)

กระทรวงสาธารณสุขได้จัดทำสถิติ กลุ่มรายงานมาตรฐาน การป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ จำนวนผู้ป่วย จำแนกรายกลุ่มโรค และรายโรค รายเดือน ด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2567 เป็นสถิติผู้ป่วยรายเดือนจำแนกตามโรค คือ Chronic Obstructive Pulmonary disease, Asthma, Pneumonia, Influenza, Acute pharyngitis, Chronic rhinitis, Bronchitis,

Acute ischemic heart disease, Cerebrovascular disease (stroke), กลุ่มโรคตาอักเสบ, กลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ, กลุ่มโรคอื่นๆ, และ Long-term effect ผู้สืบค้นข้อมูลสามารถเลือกเขตสุขภาพ จังหวัด อำเภอ ลงไปถึงหน่วยบริการในอำเภอนั้นๆ ได้ (Ministry of Public Health, 2024) ซึ่งข้อมูลรายเดือนจาก พ.ศ. 2563 ถึง 2566 มีจำนวน 4 ปี หรือ 48 เดือนนี้มากพอที่ใช้วิธีบอกซ์และเจนกินส์ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์โรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศได้ แต่เนื่องจากรายงานสถิติจำนวนผู้ป่วยของประเทศไทยมีมากถึง 13 โรค โรคหอบหืด (asthma) มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปีต่อปี เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปี พ.ศ. 2563 ไปยัง 2564, 2564 ไปยัง 2565, และ 2565 ไปยัง 2566 เท่ากับ 29.46, 12.07, และ 25.3 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 1) และโรคโรคหลอดลมอักเสบ (bronchitis) ลดลงจากปี พ.ศ. 2563 ไปยัง 2564 และเพิ่มขึ้นสูงมาก เท่ากับ -33.65, 71.12, 47.53 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 2) จึงเลือกโรคทั้งสองมาทำการศึกษา

วัตถุประสงค์

เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบรายเดือนของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2567 ด้วยวิธีบอกซ์และเจนกินส์แบบมีฤดูกาล

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณทำการพยากรณ์อนาคตด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Forecasting)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างคือจำนวนผู้ป่วยโดยรวมรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ถึง 2567

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและจำนวนผู้ป่วยโรคหลอดลมอักเสบรายเดือนของประเทศไทยรวบรวมจากสถิติ กลุ่มรายงานมาตรฐาน การป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ จำนวนผู้ป่วย จำแนกรายกลุ่มโรค และรายโรค รายเดือน ด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ถึง 2567 รวมทุกเขตสุขภาพของกระทรวงสาธารณสุขประมวลผลเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2567 (Ministry of Public Health, 2024)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

อนุกรมเวลา คือ ข้อมูลที่เรียงลำดับตามเวลา การวิเคราะห์อนุกรมเวลาใช้เพื่อตรวจสอบรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางสถิติในช่วงเวลาปกติ การคาดการณ์รูปแบบข้อมูลที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้ค่าประมาณสำหรับอนาคต เป็นการฉายภาพรูปแบบในอดีตแสดงความสัมพันธ์ในอนาคต อนุกรมเวลาสามารถเป็นแบบอยู่กับที่ (stationary) และไม่อยู่กับที่ (non-stationary) อนุกรมเวลาจะเรียกว่า คงที่ (stationary) หากมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่

การพัฒนาเกี่ยวกับทฤษฎีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาการพิจารณาเลือกตัวแบบจากสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) กับค่าที่เกิดขึ้นก่อนหน้า (lag) จากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation function; ACF) และ คอเรโลแกรม (Correlogram) (Box, Jenkins, 1976; Madsen, 2008; Makridakis et al., 1982; Meese & Geweke, 1982) การเลือกตัวแบบที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลมากที่สุด คือการเลือกตัวแบบที่มีค่า p, d, q ในส่วนที่ไม่มีฤดูกาล และ P, D, Q ส่วนที่มีฤดูกาล m ซึ่งเป็นความยุ่งยากเนื่องจากมีตัวแบบที่ต้องคำนวณเป็นจำนวนมาก เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกตัวแบบ คือ

Akaike's Information Criterion (AIC) และ the corrected AIC (AICc) ของตัวแบบที่มีค่าน้อยที่สุด (Hyndman, Athanasopoulos, 2018)

การเลือกตัวแบบที่เหมาะสมตามวิธีการบอกซ์และเจนกินส์มีความซับซ้อนจึงต้องใช้ผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมเป็นผู้ดำเนินการ (Osarumwense, 2013) ซึ่งในทางการศึกษาเน้นแสดงวิธีการเลือกตัวแบบ แต่ในธุรกิจเป็นที่มีสายผลิตภัณฑ์จำนวนมากที่ต้องคาดการณ์ยอดขายอย่างน้อยเดือนละครั้ง จำเป็นต้องใช้โปรแกรมที่สามารถคำนวณตามพารามิเตอร์ของตัวแบบ เลือกตัวแบบที่เหมาะสม และคำนวณค่าพยากรณ์ให้โดยอัตโนมัติ ผู้ใช้โปรแกรมเพียงตัดสินใจเลือกนำค่าพยากรณ์ไปใช้งาน โปรแกรมที่ให้ผลลัพธ์เป็นตัวแบบ ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)[m] โดยอัตโนมัติ คือฟังก์ชัน `auto.arima()` ใน packages (forecast) ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม R ทำงานบน R Studio (Hyndman & Khandakar, 2008)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ความแม่นยำของตัวแบบ

ค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) เป็นสิ่งที่ใช้วัดความแม่นยำของตัวแบบ โดยการคำนวณร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ของค่าพยากรณ์เทียบกับค่าจริง (Absolute Percentage Error, APE) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่า MAPE มีหน่วยเป็นร้อยละ ค่า MAPE ต่ำ หมายถึง ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมาก จึงมีความแม่นยำสูง กล่าวได้ว่า MAPE เป็นตัววัดความแม่นยำของตัวแบบที่เข้าใจได้ง่าย เพราะเป็นการคำนวณขนาดของความแตกต่างระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงอย่างตรงไปตรงมา (Andrés, 2023) MAPE ถ้าน้อยกว่า 10 ตัวแบบมีความแม่นยำสูง ถ้าอยู่ระหว่าง 10-20 ตัวแบบสามารถใช้พยากรณ์ได้ดี ถ้าอยู่ระหว่าง 20-50 เป็นตัวแบบที่มีเหตุผลพอที่จะนำไปใช้พยากรณ์ได้ และถ้ามากกว่า 50 ก็เป็นตัวแบบไม่มีความแม่นยำ (Lewis, 1982) MAPE มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \times 100$$

เมื่อ n จำนวนค่าที่พยากรณ์ y_i คือ ค่าจริงรายการที่ i $\hat{y}_i$ คือ ค่าพยากรณ์รายการที่ i

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

พิจารณารูปแบบข้อมูลว่ามีลักษณะของฤดูกาลซ้ำ ๆ กันหรือไม่ จำนวนผู้ป่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง

นำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรายเดือน พ.ศ. 2563 ถึง 2566 จำนวน 48 เดือน ไปสร้างตัวแบบ ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)[m] ด้วยฟังก์ชัน `auto.arima()` ใน packages (forecast) ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม R ทำงานบน R Studio

รายงานค่าพยากรณ์รายเดือนจำนวนผู้ป่วยปี พ.ศ. 2567

จริยธรรมวิจัย

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมและเผยแพร่ในเว็บไซต์ของกระทรวงสาธารณสุขที่สามารถเข้าถึงได้โดยทั่วไป เป็นรายงานสถิติแสดงจำนวนผู้ป่วยโดยรวม ไม่มีข้อมูลรายบุคคลที่สามารถระบุถึงตัวตนบุคคลใด ๆ ได้ จึงไม่สามารถขอคำยินยอมจากอาสาสมัคร และไม่ได้เก็บข้อมูลจากผู้ป่วยเป็นรายบุคคล จึงไม่ใช้การวิจัยในคนและไม่ต้องขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน (Mahidol University Central Institutional Review Board, 2024)

ผลการวิจัย

รูปแบบข้อมูล

ข้อมูลรายเดือนจำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบของประเทศไทยรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ถึง 2567 ประมวลผลเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2567 แสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ตามลำดับ

จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดรายปีเพิ่มขึ้นปีต่อปีจากปี พ.ศ. 2563 ถึงปี พ.ศ. 2566 ร้อยละ 29.46, 12.07, และ 25.33 ตามลำดับ ขณะที่จำนวนผู้ป่วยรายปีโรคหลอดลมอักเสบลดลงในปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 33.65 แล้วกลับเพิ่มขึ้นร้อยละ 71.12 ในปี พ.ศ. 2565 และเพิ่มขึ้นร้อยละ 47.53 ในปี พ.ศ. 2566 ซึ่งเพิ่มสูงกว่าจำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดรายปีเกือบเท่าตัว

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดของประเทศไทย พ.ศ. 2563 ถึง 2567

เดือน	2563	2564	2565	2566	2567*
ม.ค.	4,828	7,058	5,892	8,925	8,911
ก.พ.	4,469	6,141	5,555	8,175	3,591
มี.ค.	4,250	7,145	5,832	8,799	50
เม.ย.	3,272	5,077	5,135	7,115	
พ.ค.	3,143	5,721	5,930	7,687	
มิ.ย.	3,715	5,284	6,891	7,866	
ก.ค.	3,819	5,313	6,192	7,824	
ส.ค.	4,198	5,156	7,624	8,308	
ก.ย.	4,336	5,377	7,231	8,536	
ต.ค.	5,632	4,956	6,989	8,518	
พ.ย.	5,994	6,258	7,746	6,933	
ธ.ค.	3,287	2,463	2,894	3,946	
รวม	50,943	65,949	73,911	92,632	12,552
% เพิ่มขึ้น		29.46	12.07	25.33	

หมายเหตุ: *วันที่ประมวลผล 5 มีนาคม 2567

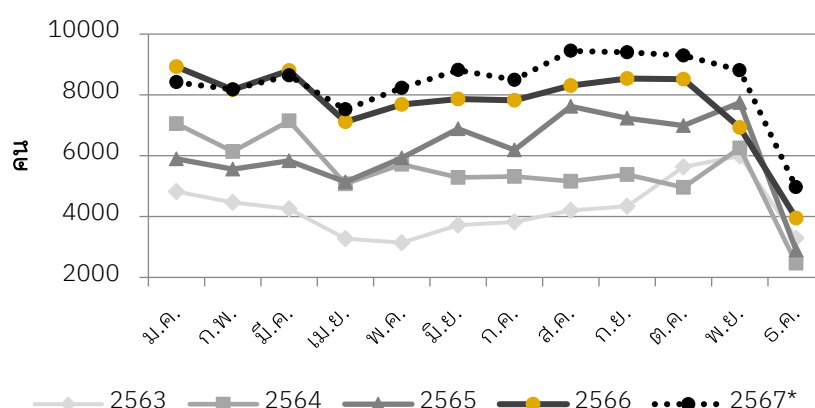
ตารางที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดลมอักเสบของประเทศไทย พ.ศ. 2563 ถึง 2567

เดือน	2563	2564	2565	2566	2567*
ม.ค.	81,733	56,356	33,173	88,611	104,358
ก.พ.	70,435	50,274	33,058	82,867	57,293
มี.ค.	60,205	57,685	35,484	81,596	664
เม.ย.	19,246	38,947	31,341	44,226	
พ.ค.	12,559	20,773	31,986	45,071	
มิ.ย.	13,230	18,003	50,954	63,938	
ก.ค.	24,735	19,679	52,536	78,110	

ตารางที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองของประเทศไทย พ.ศ. 2563 ถึง 2567 (ต่อ)

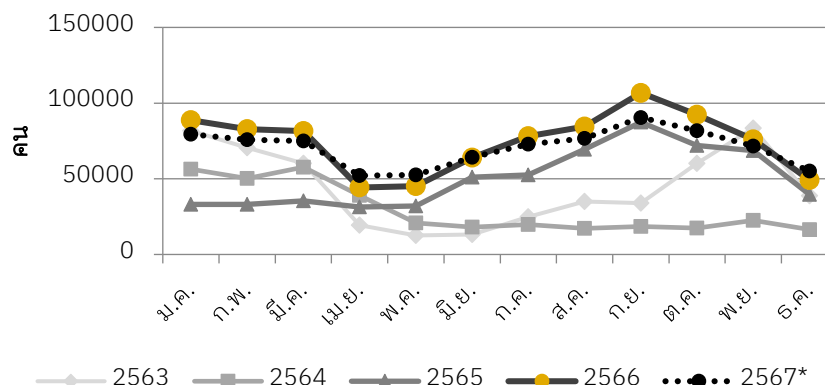
เดือน	2563	2564	2565	2566	2567*
ส.ค.	34,885	17,256	69,397	84,382	
ก.ย.	34,009	18,437	87,382	106,777	
ต.ค.	60,114	17,337	71,951	92,380	
พ.ย.	83,406	22,574	68,591	75,966	
ธ.ค.	38,690	16,465	39,554	49,230	
รวม	533,247	353,786	605,407	893,154	162,315
% เพิ่มขึ้น/-ลดลง		-33.65	71.12	47.53	

หมายเหตุ: *วันที่ประมวลผล 5 มีนาคม 2567



ภาพที่ 1 จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองรายเดือนของประเทศไทย พ.ศ. 2563 ถึง 2566 และค่าพยากรณ์ พ.ศ. 2567*

จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองและจำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองพบข้อมูลรายเดือน 4 ปี พ.ศ. 2563 ถึง 2566 และเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ของปี พ.ศ. 2567 ซึ่งข้อมูล 4 ฤดูกาล เพียงพอที่จะใช้พัฒนาตัวแบบ SARIMA (Nur, n.d.) จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองรายเดือนดังแสดงในภาพที่ 1 มีรูปแบบฤดูกาลที่ไม่ชัดเจนลดลงในเดือนเมษายนแล้วเพิ่มขึ้นกลับลดลงอีกครั้งในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองรายเดือนดังแสดงในภาพที่ 2 พบว่าลดลงในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม แล้วเพิ่มขึ้นไปสูงสุดที่เดือนกันยายนถึงตุลาคมแล้วลดลงเป็นวงจรซ้ำ



ภาพที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองรายเดือนของประเทศไทย พ.ศ. 2563 ถึง 2566 และค่าพยากรณ์ พ.ศ. 2567*

ตารางที่ 3 ตัวแบบ SARIMA จำนวนผู้ป่วยโรคและโรคหลอดลมอักเสบของประเทศไทย

		โรคหอบหืด		โรคหลอดลมอักเสบ	
ตัวแบบจำนวนผู้ป่วย		ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[12] with drift	s.e.	ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12]	s.e.
สัมประสิทธิ์	ar1	0.3436	0.1554		
	ar2	0.3236	0.1742		
	sar1	-0.4658	0.1800	0.6138	0.1401
	drift	87.0062	22.4836		
MAPE		7.30		30.28	

ตัวแบบที่สอดคล้องกับข้อมูล

ตัวแบบ SARIMA ที่สอดคล้องกับข้อมูลจากฟังก์ชัน auto.arima() และ MAPE เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนที่นำมาพัฒนาตัวแบบ (In-sample/Training Dataset) พ.ศ. 2563 ถึง 2566 ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า โรคหอบหืดมี MAPE เท่ากับ 7.30 ซึ่งน้อยกว่า 10 เป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำสูง ขณะที่โรคหลอดลมอักเสบมี MAPE เท่ากับ 30.28 อยู่ระหว่าง 20 ถึง 50 ซึ่งเป็นตัวแบบที่มีเหตุผลพอที่จะใช้พยากรณ์ได้ (Lewis, 1982)

ตารางที่ 4 จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืด ค่าพยากรณ์ พ.ศ. 2567 และความแตกต่างจากค่าจริง

เดือน	ค่าพยากรณ์ จำนวน ผู้ป่วย พ.ศ. 2567 [a]	ค่าจริง พ.ศ. 2566 [b]	ความแตกต่างค่า พยากรณ์กับ ค่า จริง พ.ศ. 2566 $100 \times ([a] - [b]) / [b]$	ค่าจริง พ.ศ. 2567 [c]	ความแตกต่างค่า พยากรณ์กับค่า จริง พ.ศ. 2567 $100 \times ([a] - [c]) / [c]$
ม.ค.	8,413	8,925	-5.73	8,911	-5.59
ก.พ.	8,179	8,175	0.05		
มี.ค.	8,639	8,799	-1.82		
เม.ย.	7,518	7,115	5.66		
พ.ค.	8,229	7,687	7.05		
มิ.ย.	8,817	7,866	12.09		
ก.ค.	8,496	7,824	8.59		
ส.ค.	9,446	8,308	13.69		
ก.ย.	9,401	8,536	10.14		
ต.ค.	9,293	8,518	9.09		
พ.ย.	8,809	6,933	27.05		
ธ.ค.	4,961	3,946	25.72		
รวม	100,200	92,632	8.17		

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดรายเดือนปี พ.ศ. 2567 ด้วยตัวแบบ ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[12] with drift ความแตกต่างร้อยละที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าจริงปี พ.ศ. 2566 แต่ละเดือน พ.ศ. 2566 และ ความแตกต่างร้อยละที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าจริงปี พ.ศ. 2567 แสดงในตารางที่ 4 พบว่า โรคหอบหืดปี พ.ศ. 2567 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นกว่าปี พ.ศ. 2566 ร้อยละ 8.17 มีเพียงเดือนมกราคมถึงมีนาคมที่มีโอกาสจะต่ำกว่าปี พ.ศ. 2566 ส่วนเดือนอื่น ๆ มีโอกาสเพิ่มสูงกว่าปี พ.ศ. 2566 เปรียบเทียบเดือนต่อเดือน ตั้งแต่ร้อยละ 5.66 ถึง 27.05 เมื่อเทียบค่าพยากรณ์กับข้อมูลจริงเดือนมกราคม พ.ศ. 2567 พบว่าค่าพยากรณ์ต่ำกว่าค่าจริงร้อยละ 5.59

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดลมอักเสบรายเดือนปี พ.ศ. 2567 ด้วยตัวแบบ ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12] ความแตกต่างร้อยละที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าจริงปี พ.ศ. 2566 แต่ละเดือน พ.ศ. 2566 และ ความแตกต่างร้อยละที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าจริงปี พ.ศ. 2567 แสดงในตารางที่ 5 โรคหลอดลมอักเสบปี พ.ศ. 2567 มีแนวโน้มลดลงจากปี พ.ศ. 2566 ร้อยละ 5.09 ค่าพยากรณ์รายเดือนมีโอกาสดูสูงกว่าในบางเดือนคือ เมษายน พฤษภาคม และธันวาคม เดือนอื่น ๆ มีโอกาสจะต่ำกว่าปี พ.ศ. 2566 เปรียบเทียบเดือนต่อเดือน ร้อยละ 5.77 ถึง 15.25 เมื่อเทียบค่าพยากรณ์กับข้อมูลจริงเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 พบว่าค่าพยากรณ์ต่ำกว่าค่าจริงร้อยละ 23.97 และสูงกว่าค่าจริงร้อยละ 32.33 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดลมอักเสบ ค่าพยากรณ์ พ.ศ. 2567 และความแตกต่างจากค่าจริง

เดือน	ค่าพยากรณ์ จำนวน ผู้ป่วย พ.ศ. 2567 [a]	ค่าจริง พ.ศ. 2566 [b]	ความแตกต่างค่า พยากรณ์กับ ค่า จริง พ.ศ. 2566 $100 \times ([a] - [b]) / [b]$	ค่าจริง พ.ศ. 2567 [c]	ความแตกต่างค่า พยากรณ์กับค่า จริง พ.ศ. 2567 $100 \times ([a] - [c]) / [c]$
ม.ค.	79,343	88,611	-10.46	104,358	-23.97
ก.พ.	75,817	82,867	-8.51	57,293	32.33
มี.ค.	75,037	81,596	-8.04		
เม.ย.	52,098	44,226	17.80		
พ.ค.	52,617	45,071	16.74		
มิ.ย.	64,198	63,938	0.41		
ก.ค.	72,897	78,110	-6.67		
ส.ค.	76,747	84,382	-9.05		
ก.ย.	90,494	106,777	-15.25		
ต.ค.	81,657	92,380	-11.61		
พ.ย.	71,581	75,966	-5.77		
ธ.ค.	55,170	49,230	12.06		
รวม	847,658	893,154	-5.09		

อภิปรายผล

เนื่องจากเป็นข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรวมทั้งประเทศ ฤดูกาลของประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน เริ่มต้นประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝน เริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และฤดูหนาว เริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ (Thai Meteorological Department, 2024) จำนวนผู้ป่วยทั้งสองโรคจากภาพที่ 1 และภาพที่ 2 จำนวนผู้ป่วยลดลงในฤดูร้อนเพิ่มขึ้นในฤดูฝน และกลับลดลงอีกครั้งในฤดูหนาวต่อเนื่อง

ไปยังฤดูร้อน ซึ่งค่าพยากรณ์อนุกรมจากตัวแบบ SARIMA ก็ได้ถ่ายทอดรูปแบบจำนวนผู้ป่วยรายเดือนดังกล่าว สอดคล้องกับหลักการของการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ว่ารูปแบบข้อมูลตัวเลขในอดีตมีเหตุผลที่จะสรุปได้ว่าจะดำเนินต่อไปในอนาคต (Hyndman & Athanasopoulos, 2021)

การเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์โรคหอบหืดตามภาพที่ 1 เส้นกราฟจำนวนผู้ป่วยรายเดือนแต่ละปีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ค่าพยากรณ์รายเดือนปี พ.ศ. 2567 แสดงเส้นกราฟสูงกว่าปี พ.ศ. 2566 ตัวแบบโรคหอบหืด ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[12] with drift มี MAPE เท่ากับ 7.30 ซึ่งน้อยกว่า 10 เป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำสูง ซึ่งต่ำกว่าการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในประเทศไทย ใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วย พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2561 ตัวแบบ ARIMA(0,1,1)(0,1,1)[4] มี MAPE 8.09 (Thuathong & Hinshernan, 2020) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่าจริงเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2567 ก็ต่ำกว่าค่าจริงถึงร้อยละ 5.59

การเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์โรคหลอดลมอักเสบตามภาพที่ 2 เส้นกราฟจำนวนผู้ป่วยรายเดือนแต่ละปีเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันบ้างในแต่ละปีส่งผลให้ค่าพยากรณ์รายเดือนปี พ.ศ. 2567 แสดงเส้นกราฟอยู่ระหว่างปี พ.ศ. 2565 และ 2566 ตัวแบบโรคหลอดลมอักเสบ ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12] มี MAPE เท่ากับ 30.28 อยู่ระหว่าง 20-50 ซึ่งเป็นตัวแบบที่มีเหตุผลพอที่จะใช้พยากรณ์ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่าจริงเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2567 ก็ต่ำกว่าค่าจริงถึงร้อยละ 23.97 และสูงกว่าค่าจริงถึงร้อยละ 32.33 ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

โปรแกรม R ฟังก์ชัน auto.arima() เมื่อนำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบของประเทศไทยรายเดือน พ.ศ. 2563 ถึง 2566 มาเป็นข้อมูล (In-sample/Training Dataset) ในการพัฒนาตัวแบบ ได้ตัวแบบ ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[12] with drift และ ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12] ตามลำดับ และมี MAPE 7.30 และ 30.28 ตามลำดับ ซึ่งใช้พยากรณ์ได้แม่นยำสูง และพอที่ใช้พยากรณ์ได้ ตามลำดับ

ข้อจำกัดในการวิจัย

วิธีบอกซ์และเจนกินส์เป็นการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ใช้ข้อมูลตัวแปรเดียวอันเป็นผลของสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตไม่ได้นำมาปัจจัยมาตรการต่าง ๆ มาพิจารณาร่วมด้วยแต่อย่างใด

การนำผลการวิจัยไปใช้

การวิจัยนี้ได้แสดงรูปแบบจำนวนผู้ป่วยรายเดือนในอดีต พ.ศ. 2563 ถึง 2566 นำไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยรายเดือนปี พ.ศ. 2567 เพื่อการวางแผนงานด้านสาธารณสุขเกี่ยวกับการรณรงค์เชิงป้องกัน การเฝ้าระวัง และการเตรียมการให้บริการในภาพรวม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การประเมินผลการพยากรณ์โดยการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับข้อมูลจริง โดยพิจารณาผลต่างที่เกิดขึ้นจากปัจจัยที่ควบคุมได้และการดำเนินนโยบายด้านสาธารณสุข เพื่อพัฒนาตัวแบบที่เหมาะสมต่อไป

การพยากรณ์ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของโรคทั้งสองทั้งทางด้านอุตุนิยมวิทยา ด้านสิ่งแวดล้อม (Toskala, Kennedy, 2015) ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงพื้นที่ เช่น การศึกษาเชิงพื้นที่ความสัมพันธ์ของคุณภาพอากาศกับจำนวนผู้ป่วย เช่นความเชื่อมโยงจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศกับคุณภาพอากาศอำเภอเมืองนครราชสีมา พบว่า คุณภาพอากาศเฉลี่ยยังอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จำนวนผู้ป่วยโดยรวม 12 กลุ่มอาการ โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน โรคหลอดเลือดสมอง โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคตาอักเสบ และโรคผิวหนังอักเสบ ยังไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ชัดเจน (Choocheep, Jayathavaj & Swangsoonthonwes, 2024)การขยายการพยากรณ์ไปยังโรคอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจให้ครบถ้วน เช่น โรคคอ หรือต่อมทอนซิลอักเสบ (acute pharyngitis or tonsillitis) (Assanasen, 2014)

References

- Andres, D. (2023). Error Metrics for Time Series Forecasting. Retrieved 5 March 2024 from: <https://mlpills.dev/time-series/error-metrics-for-time-series-forecasting/>
- Assanasen, P. (2014). Have a cold or have an acute respiratory infection...do I have to take antibiotics? Retrieved March 3, 2024 from <https://www.si.mahidol.ac.th/th/healthdetail.asp?aid=1137>. (in Thai)
- Assanasen, P. (2013). When the doctor says it's bronchitis. Retrieved March 3, 2024 from <https://www.si.mahidol.ac.th/th/healthdetail.asp?aid=645>. (in Thai)
- Assanasen, P. (2010). Allergic asthma...a chronic disease that requires urgent treatment. Retrieved March 3, 2024 from <https://www.si.mahidol.ac.th/Th/healthdetail.asp?aid=647>. (in Thai)
- Box, G.E.P., and Jenkins G.M. (1976). Time Series Analysis, forecasting and Control. San Francisco: Holden-Day,.
- Cahyati, W.H., Sari, M.P. (2019). Forecasting of Childhood Pneumonia in Semarang City. the International Conference on Research and Academic Community Services (ICRACOS 2019) at the Institute of Research and Community Services, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia., on September 7, 2019. p. 226-249.
- Chatfield, C. (2004). The analysis of time series: an introduction. 6th ed. London: CRC Press.
- Choocheep, P., Jayathavaj, V. & Swangsoonthonwes, P. (2024). Association between the Number of Cases of Air Pollution-Related Diseases and Air Quality in Mueang Nakhon Ratchasima District. *Regional Health Promotion Center 9 Journal*, 18(2): 473-484. (in Thai)
- Hyndman, R.J. & Athanasopoulos, G. (2021). Forecasting: principles and practice. (3rd edition). Melbourne: OTexts.
- Hyndman, R,J, & Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: Principles and Practice (2nd ed). Melbourne: OTexts.
- Hyndman, R.J. & Khandakar, Y. (2008). Automatic Time Series Forecasting: the forecast Package for R. *Journal of Statistical Software*, 27(3): 1-23. doi: 10.18637/jss.v000.i00.
- Lewis, C.D. (1982). Industrial and business forecasting methods. London: Butterworths;1982.
- Madsen, H. (2008). Time Series Analysis. London: chapman & Hall/CRC.
- Mahidol University Central Institutional Review Board. (2024). Self-Assessment form whether an activity is human subject research which requires ethical approval. Retrieved March 3, 2024 from : <https://sp.mahidol.ac.th/th/ethics-human/forms/checklist/2022-Human%20Research%20Checklist-researcher.pdf>. (in Thai)
- Makridakis, S.A., Anderson, R., Filds, M., Hibon, R., Lewandowski, J., Newton, E., et al. (1982). The Accuracy of Extrapolation (Time Series) method, Results of a Forecasting Competition. *Journal Forecasting*, 1: 111-153.
- Meese, R. & Geweke, J. (1984). A Comparison of Autoregressive Univariate Forecasting Procedures for Macroeconomic Time Series. *Journal of Business & Economic Statistics*, 2(3): 191-200.

- Ministry of Public Health. (2024). Standard reporting group >> Diseases from air pollution >> Number of illnesses classified by disease group and disease by month with diseases related to air pollution from 2013 to 2024. Retrieved March 3, 2024 from <https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?&catid=9c647c1f31ac73f4396c2cf987e7448a&id=5968980caf87d4518aa9f0263a9299c6>. (in Thai)
- Nau, R. (n.d.). Statistical forecasting: notes on regression and time series analysis. Retrieved 5 March 2024 from: <https://people.duke.edu/~rnau/411home.htm>
- NCSS Statistical Software. (2024). Chapter 470 The Box-Jenkins Method. Retrieved 5 March 2024 from: https://www.ncss.com/wp-content/themes/ncss/pdf/Procedures/NCSS/The_Box-Jenkins_Method.pdf
- Osarumwense, O-I. (2013). Applicability of Box Jenkins SARIMA Model in Rainfall Forecasting: A Case Study of Port-Harcourt South, South Nigeria. *Canadian Journal on Computing in Mathematics, Natural Sciences, Engineering and Medicine*, 4(1): 1-4.
- Ruchiraset, A. & Tantrakarnapa, K. (2018). Time series modeling of pneumonia admissions and its association with air pollution and climate variables in Chiang Mai Province, Thailand. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(33):33277-33285. doi: 10.1007/s11356-018-3284-4.
- Shumway, R.H. & Stoffer, D.S. (2006). Time series analysis and its applications with R examples. New York: Springer.
- Soyiri, I.N. & Reidpath, D.D. (2013). An overview of health forecasting. *Environ Health Prev Med*. 2013 Jan;18(1):1-9. doi: 10.1007/s12199-012-0294-6. Epub 2012 Jul 28. PMID: 22949173; PMCID: PMC3541816.
- Suryani, N.K.A.I., Sudana, O. & Wirdiani, A. (2022). Forecasting Pneumonia Toddler Mortality Using Comparative Model ARIMA and Multilayer Perceptron. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 6(4): 528-37.
- Thai Meteorological Department. (2024). Thailand's seasons. Retrieved March 3, 2024 from <https://tmd-dev.azurewebsites.net/info/%E0%B8%A4%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A5%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A2>. (in Thai)
- Thuathong, W. & Hinsharanan, S. (2020). Comparison of Time Series Models for Forecasting Pneumonia Cases in Thailand. *Thai Science and Technology Journal*, 29(3): 365-377. (in Thai)
- Toskala, E. & Kennedy, D.W. (2015). Asthma risk factors. *International Forum of Allergy & Rhinology*, 5(Suppl 1):S11-16. doi: 10.1002/alr.21557.