

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศและความสัมพันธ์กับระดับมลพิษทางอากาศ จังหวัดเชียงราย

นิชชาภัทร ธนศิริรักษ์ วท.ม.*, นุชนาท ชำนิเช็งคำ พย.ม.*, วัฒนา ชยธวัช ปส.ด., รัชฎาภรณ์ สุทิน วท.ม.**

บทคัดย่อ

ความเป็นมา : พ.ศ. 2566 จังหวัดเชียงรายมีจำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศจำนวน 231,390 คน เป็นอันดับสองในเขตสุขภาพที่ 1 รองจากจังหวัดเชียงใหม่ การศึกษาผลกระทบดังกล่าวจึงมีความสำคัญต่อการบริหารสาธารณสุขเชิงพื้นที่

วัตถุประสงค์ : เพื่อทำการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยรายเดือนด้วยโรคเฝ้าระวังผลกระทบจากมลพิษทางอากาศรวม 12 กลุ่มโรค และจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ปี พ.ศ. 2567 ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยฯ กับคุณภาพอากาศ

วิธีการศึกษา : รวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรายเดือนและคุณภาพอากาศจากฐานข้อมูลกระทรวงสาธารณสุขและกรมควบคุมมลพิษตามลำดับ สร้างแบบจำลองอนุกรมเวลา ARIMA ด้วยฟังก์ชัน `auto.arima()` และคำนวณสหสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ jamovi

ผลการศึกษา : เมื่อใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วย 36 เดือน พ.ศ. 2564 ถึง 2566 ได้แบบจำลองพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยรายเดือนด้วยโรคเฝ้าระวังผลกระทบจากมลพิษทางอากาศรวม 12 กลุ่มโรค $ARIMA(1,0,1)(1,1,0)_{12}$ with drift ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) 6.28 และแบบจำลองพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง $ARIMA(1,0,0)(0,1,0)_{12}$ MAPE 7.30 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยฯ และค่าเฉลี่ยรายเดือนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ที่มีข้อมูลตรงกัน คือ กรกฎาคม 2563 ถึง ตุลาคม 2566 สหสัมพันธ์สเปียร์แมนจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคโดยรวมกับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีค่าระหว่าง 0.17 ถึง 0.39 มีความสัมพันธ์กันอย่างมากถึงอย่างอ่อน สหสัมพันธ์สเปียร์แมนจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกับค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีค่าระหว่าง 0.43 ถึง 0.60 ($p\text{-value} < .001$) มีค่าความสัมพันธ์อย่างอ่อน

สรุปและข้อเสนอแนะ : MAPE มีค่าน้อยกว่า 10 อยู่ในเกณฑ์ใช้พยากรณ์ได้ดี การตรวจสอบผลการพยากรณ์กับค่าจริงตามรายงานของกระทรวงสาธารณสุขเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาแบบจำลองให้มีความแม่นยำสูงขึ้น

คำสำคัญ : การพยากรณ์ สหสัมพันธ์ ผู้ป่วย มลพิษทางอากาศ จังหวัดเชียงราย

*คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

**คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

Corresponding Author: Vadhana Jayathavaj E-mail: vadhana.j@ptu.ac.th

Received: 16 May 2024

Revised: 12 October 2024

Accepted: 13 October 2024

FORECASTING THE NUMBER OF PATIENTS WITH THE DISEASE DUE TO THE EFFECTS OF AIR POLLUTION AND ITS RELATIONSHIP WITH AIR POLLUTION LEVELS, CHIANG RAI PROVINCE

Nichapat Tanasirak M.Sc.*, Nuchanat Chamnichongkha M.N.S.*,
Vadhana Jayathavaj Ph.D.***, Rungsarit Sunan M.Sc.**

ABSTRACT

BACKGROUND: In 2023, Chiang Rai Province had 231,390 patients due to the effects of air pollution, ranking second in Regional Health 1 after Chiang Mai Province. Studying such impacts is important for spatial public health management.

OBJECTIVE: To predict the number of monthly patients of 12 disease groups due to the effects of air pollution and the number of monthly chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients in 2024 using the Box-Jenkins method and find the relationship between the number of patients and air quality.

METHODS: The monthly patients and air quality data collected from the Ministry of Public Health database and the Pollution Control Department, respectively. The time series analysis model ARIMA was created with the auto.arma() function and calculate the correlation with the jamovi statistical analysis program.

RESULTS: Using data on the number of patients for 36 months from 2021 to 2023, a model to predict the number of monthly patients of 12 disease groups due to the effects of air pollution was ARIMA (1,0,1) (1,1,0)₁₂ with drift and a mean absolute percentage error (MAPE) of 6.28, and a model to predict the number of monthly COPD patients was ARIMA (1,0,0) (0,1,0)₁₂ MAPE 7.30. The data on the number of patients and the monthly average of dust particles no larger than 10 microns (PM₁₀) and dust particles no more than 2.5 microns (PM_{2.5}) in the same period were from July 2020 to October 2023. The Spearman correlation of overall monthly patients and monthly average PM₁₀ and PM_{2.5} ranged from 0.17 to 0.39, with poor to fair correlation. The Spearman correlation between the number of monthly COPD patients and monthly averages of PM₁₀ and PM_{2.5} ranged from 0.43 to 0.60 (p-value <.01), with fair correlation.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS: MAPE less than 10 is among the criteria for good prediction. Verifying the forecast results with the actual values that will be reported by the Ministry of Public Health is necessary in order to develop a model with higher accuracy.

KEYWORDS: Forecasting, Correlation of data, Patients, Air pollution, Chiang Rai Province

* Faculty of Nursing, Pathumthani University

**Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University

Corresponding Author: Vadhana Jayathavaj E-mail: vadhana.j@ptu.ac.th

Received: 16 May 2024

Revised: 12 October 2024

Accepted: 13 October 2024

ความเป็นมา

นอกจากสารพิษที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพแล้ว ยังมีมลพิษที่เป็นปัญหาด้านสาธารณสุข ได้แก่ ฝุ่นละออง (PM) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โอโซน (O₃) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) อนุภาคละเอียดเป็นแหล่งความเสี่ยงต่อสุขภาพที่สำคัญ เนื่องจากอนุภาคขนาดเล็กมากเหล่านี้สามารถเจาะลึกเข้าไปในปอดเข้าสู่กระแสเลือดและเดินทางไปยังอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบเนื้อเยื่อและเซลล์¹ การพยากรณ์ด้านสุขภาพเป็นเครื่องมือในการทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์ด้านสุขภาพในอนาคต เช่น ความต้องการบริการด้านสุขภาพและความต้องการด้านการดูแลสุขภาพ ช่วยในการบริหารการสาธารณสุขเชิงป้องกันและกลยุทธ์การแทรกแซงการดูแลสุขภาพ² การคาดการณ์สถานการณ์การแพร่ระบาดในอนาคตสามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับแนวทางทางวิทยาศาสตร์ในการควบคุมและป้องกันการสร้างแบบจำลองการทำนายที่แม่นยำจึงมีความสำคัญ³ การพยากรณ์ในสถานการณ์โควิด-19 มีการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ประมาณการจำนวนผู้ติดเชื้อและจำนวนผู้เสียชีวิตที่มีความแม่นยำสูง สามารถใช้เพื่อการตัดสินใจกำหนดนโยบายจัดสรรทรัพยากรทางการแพทย์บนทางเลือกที่เหมาะสม⁴ ในประเทศอินเดียมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) กับอัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นจากมะเร็งปอด⁵

ปี 2566 เขตสุขภาพที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย มีรายงานจำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่เข้ารับบริการ จำนวน 360,263 คน และ 231,390 คน ตามลำดับ⁶ ประชากรกลางปี จังหวัดเชียงใหม่ และ จังหวัดเชียงราย คือ 1,793,639 และ 1,299,486 คน ตามลำดับ⁷ คิดเป็น

อัตราจำนวนผู้ป่วยต่อประชากรกลางปี ร้อยละ 20.09 และร้อยละ 17.81 ตามลำดับ และในปี 2565 จังหวัดเชียงรายมีอัตราจำนวนผู้ป่วยต่อประชากรกลางปี ร้อยละ 18.04 ขณะที่จังหวัดเชียงใหม่มีอัตราจำนวนผู้ป่วยต่อประชากรกลางปี ร้อยละ 16.87 เท่านั้น การเป็นจังหวัดที่มีผู้ป่วยมากเป็นอันดับสองรองจากจังหวัดเชียงใหม่ การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศและความสัมพันธ์กับระดับมลพิษทางอากาศในพื้นที่จึงเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนเฝ้าระวังด้านสาธารณสุข จากสถิติรายงานผู้ป่วย ปี 2564 ถึง 2566⁶ จังหวัดเชียงรายมีผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) ถึง 105,430 ราย มากเป็นอันดับที่ 3 รองจาก อันดับ 1 กลุ่มโรคผิวหนังอีกเสบ 140,763 คน และ อันดับ 2. กลุ่มโรคตาอีกเสบ 108,254 คน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเป็นโรคเรื้อรังที่มีผลกระทบต่อสุขภาพต่อเนื่องและรุนแรงกว่าทั้งสองโรค การคาดการณ์จำนวนผู้ป่วยในอนาคตเมื่อรวมกับผู้ป่วยเดิมทำให้ทราบถึงปริมาณผู้ป่วยที่ระบบบริการสาธารณสุขต้องเตรียมรองรับ

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศของจังหวัดเชียงรายรายเดือน ปี 2567 และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศกับระดับมลพิษทางอากาศของจังหวัดเชียงราย

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศของจังหวัดเชียงราย โดยรวมรายเดือน ปี 2563 ถึง 2566⁶ โดยนำข้อมูลมกราคม 2564 ถึง ธันวาคม 2566 จำนวน 36 เดือน ไปทำการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ และข้อมูลคุณภาพอากาศย้อนหลัง รายเดือน ภาคเหนือ จังหวัดเชียงราย รายเดือน ปี 2563 ถึง 2566⁸ ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศและข้อมูลคุณภาพอากาศ กรกฎาคม 2563 ถึง ตุลาคม 2566 จำนวน 40 เดือน นำไปใช้วิเคราะห์สหสัมพันธ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศของจังหวัดเชียงราย จากกลุ่มรายงานมาตรฐาน การป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ จำนวนป่วย จำแนกรายกลุ่มโรค และรายโรค รายเดือน ด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ เขตสุขภาพที่ 1 จังหวัดเชียงราย ปี 2563 (มีข้อมูลตั้งแต่กรกฎาคม) ถึง 2566 ของกระทรวงสาธารณสุข⁶ ตัวแปรที่ศึกษา คือ จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศรวมทุกโรค และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease)

คุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงราย⁸ เว็บไซต์ Air4Thai มีข้อมูลคุณภาพอากาศย้อนหลัง รายเดือน ภาคเหนือ จังหวัดเชียงรายมีสถานีตรวจวัดอากาศ 2 แห่ง คือ สถานีตรวจวัดอากาศ - ทสจ. เชียงราย (57T) คุณภาพอากาศในพื้นที่บริเวณ ต.เวียง อ.เมือง จ.เชียงราย และ สถานีสำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย อ.แม่สาย (73T) คุณภาพอากาศในพื้นที่บริเวณต.เวียงพางคำ อ.แม่สาย จ.เชียงราย ปี 2563

ถึง 2566 (มีข้อมูลถึงตุลาคมเท่านั้น) ตัวแปรที่เลือกมาศึกษา คือ ค่าเฉลี่ยรายเดือนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) และ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) มีหน่วยเป็น มค.ก./ลบ.ม.

การวิเคราะห์ข้อมูล

การพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ อนุกรมเวลา คือ ข้อมูลที่เรียงลำดับตามเวลา การวิเคราะห์อนุกรมเวลาใช้เพื่อตรวจจบบรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางสถิติในช่วงเวลาปกติ การสร้างแบบจำลองรูปแบบเหล่านี้เพื่อพยากรณ์ช่วงเวลาในอนาคต ข้อมูลอนุกรมเวลาจะเรียกว่า คงที่ (stationary) หากมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่แบบจำลอง ARIMA มาจากคำว่า Autoregressive integrated moving average ซึ่งคำพยากรณ์มาจากค่าถ่วงน้ำหนักค่าจริงย้อนไปในอดีตจำนวน p ค่า กับค่าเฉลี่ยเคลื่อนของความคลาดเคลื่อนในอดีตจำนวน q ค่า และเนื่องจากข้อมูลที่จะใช้วิธีการนี้ต้องเป็นข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์และมีความแปรปรวนที่คงที่ (Stationary) จึงต้องทำการนำค่าในอดีตมาลบกันเอง d ครั้ง จน Stationary เสียก่อน การพัฒนาเกี่ยวกับทฤษฎีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา การพิจารณาเลือกตัวแบบจากสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelations) กับค่าที่เกิดก่อนหน้า (lag) จากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation function; ACF) และ คอเรโลแกรม (Correlogram) การเลือกแบบจำลองที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลมากที่สุด คือการเลือกแบบจำลองที่มีค่าพารามิเตอร์ p, d, q ในส่วนที่ไม่มีฤดูกาล และ P, D, Q ส่วนที่มีฤดูกาล m ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ต้องคำนวณมีการคำนวณซ้ำ ๆ เป็นจำนวนมาก เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกแบบจำลอง คือ Akaike's Information Criterion (AIC) และ the corrected AIC (AICc) ของแบบจำลองที่มีค่าน้อยที่สุด⁹⁻¹⁰ การเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดตาม

วิธีการบอกซ์และเจนกินส์มีความซับซ้อนที่ต้องใช้ ผู้ได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสมเป็นผู้ดำเนินการ เลือกพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่สอดคล้องกับข้อมูล จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมให้โดยอัตโนมัติ คือ ฟังก์ชัน `auto.arima()` ใน `packages (forecast)` ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม R¹¹ ทำงานบน R Studio¹²⁻¹³

ความแม่นยำของแบบจำลอง ค่าเฉลี่ยร้อยละ ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) MAPE เป็นสถิติที่ใช้กัน อย่างแพร่หลายในการเปรียบเทียบความแม่นยำของ แบบจำลองต่าง ๆ¹⁰ เมื่อกำหนดให้ y_i ค่าจริงคาบที่ i y_i ค่าพยากรณ์คาบที่ i และ $i=1,2,...,n$

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

MAPE ซึ่งมีหน่วยเป็น ร้อยละ MAPE ถ้า น้อยกว่า 10 แบบจำลองมีความแม่นยำสูง, ระหว่าง 10-20 แบบจำลองใช้พยากรณ์ได้ดี, ระหว่าง 20-50 แบบจำลองมีเหตุผลพอที่จะใช้พยากรณ์, และ มากกว่า 50 ขึ้นไป ไม่มีความแม่นยำ¹⁴

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ผู้ป่วยรายเดือนกับคุณภาพอากาศรายเดือนใช้ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนสเปียร์แมน (Spearman's Correlation, r_s) เป็นสถิติอันดับพารา เมตริก (สถิติที่ใช้กับตัวแปรที่ไม่มีการกระจายแบบปกติ) เทียบได้กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน¹⁵ ประมวลผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ jamovi¹⁶

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

n จำนวนจุดข้อมูลของตัวแปรทั้งสอง

d_i ความแตกต่างในอันดับของคู่ตัวแปรที่ i ค่าสัมประสิทธิ์สเปียร์แมน ถ้าเป็นบวก หมายถึง ตัวแปรทั้งสองเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปในทิศทางเดียวกัน

ถ้าเป็นลบ หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มขึ้นอีกตัว แปรหนึ่งจะลดลง การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้งสอง เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม และมีค่าระหว่าง +1 ถึง -1 โดยที่ +1 หมายถึงการเชื่อมโยงอันดับที่สมบูรณ์ แบบ 0 หมายถึง ไม่มีการเชื่อมโยงอันดับ และ -1 หมายถึง การเชื่อมโยงเชิงลบที่สมบูรณ์แบบระหว่าง อันดับ ค่าที่เข้าใกล้ 0 หมายถึง การมีการเชื่อมโยง อันดับอย่างอ่อน เกณฑ์การพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ ในทางการแพทย์ ถ้าพิจารณาด้านบวก <0.1 ไม่มี ความสัมพันธ์ (None), >0.1-0.3 ต่ำมาก (Poor), >0.3-0.6 อ่อน (Fair), >0.6-0.8 ปานกลาง (Moderate), >0.8-0.99 เข้มแข็งมาก (Very Strong), และ >0.9-1.0 สมบูรณ์แบบ (Perfect)¹⁷

การพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย ในมนุษย์

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมและ เผยแพร่ในเว็บไซต์ของกระทรวงสาธารณสุขที่สามารถ เข้าถึงได้โดยทั่วไป เป็นรายงานสถิติแสดงจำนวนผู้ป่วย โดยรวม ไม่มีข้อมูลรายบุคคลที่สามารถระบุถึงตัวตน บุคคลใด ๆ ได้ จึงไม่สามารถขอคำยินยอมจาก อาสาสมัคร และไม่ได้เก็บข้อมูลจากผู้ป่วยเป็นรายบุคคล จึงไม่ทำการวิจัยในคนและไม่ต้องขอรับรองจริยธรรมการ วิจัยในคน¹⁸

ผลการศึกษา

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจาก มลพิษทางอากาศ 2567 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้าง แบบจำลอง คือ จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากมลพิษ ทางอากาศรวม 12 กลุ่มโรค รายเดือน 2564 ถึง 2566 จำนวน 36 เดือน ประมวลผลด้วยฟังก์ชัน `auto.arima()` ใน `packages (forecast)` ที่พัฒนาด้วย โปรแกรม R ทำงานบน R Studio แบบจำลอง ที่สอดคล้องกับข้อมูลมากที่สุด คือ ARIMA (1,0,1) (1,1,0)₁₂ with drift สัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง คือ

ar1 = 0.32, ma1 = 0.78, sar1 = -0.88, drift=203.72
ค่าความสอดคล้อง AIC=464.06, AICc=467.40, และ
BIC=469.95 โดยมี MAPE 2564 ถึง 2566 = 6.28
(ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1) ผลรวมจากค่าพยากรณ์
รายเดือน ในปี 2567 จะมีจำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวัง
จากมลพิษทางอากาศ รวม 290,587 คน เพิ่มขึ้นจาก
ปี 2566 ร้อยละ 25.58

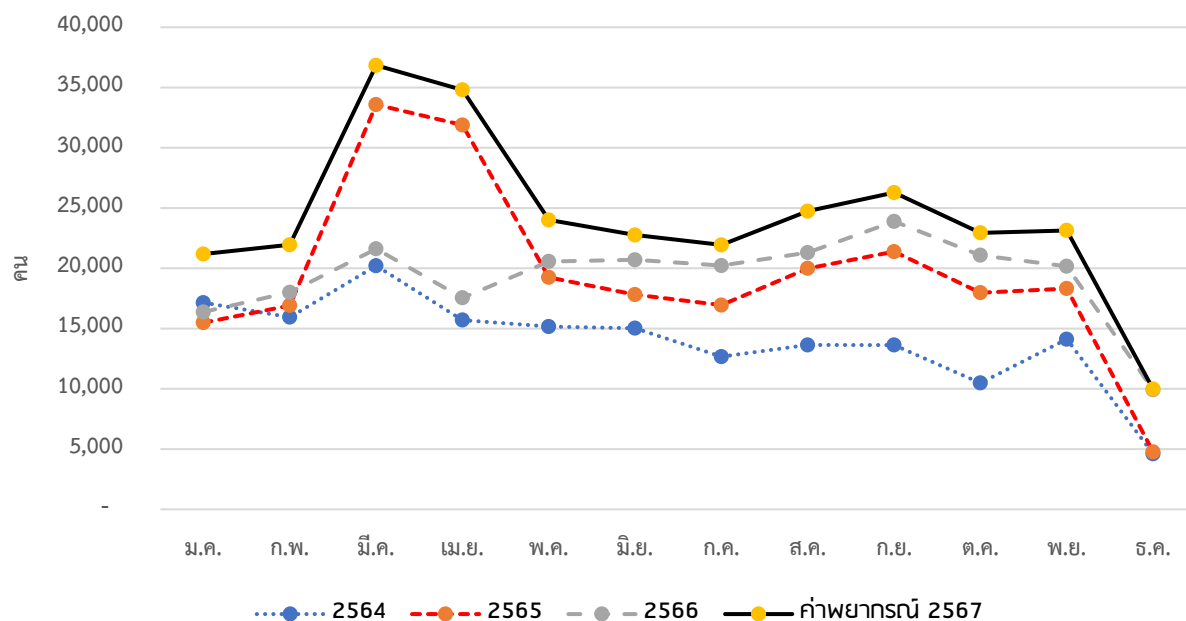
**การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้น
เรื้อรัง 2567** ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง คือ
จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง รายเดือน 2564 ถึง
2566 จำนวน 36 เดือน ประมวลผลด้วยฟังก์ชัน

auto.arima() ใน packages (forecast) ที่พัฒนาด้วย
โปรแกรม R ทำงานบน R Studio แบบจำลองที่
สอดคล้องกับข้อมูลมากที่สุด คือ ARIMA (1,0,0)
(0,1,0)₁₂ สัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง คือ ar1 = 0.73
ค่าความสอดคล้อง AIC=350.80, AICc=351.37, และ
BIC=353.16 โดยมี MAPE 2564-2566 = 7.30
(ตารางที่ 2) (ภาพที่ 2) ผลรวมจากค่าพยากรณ์
รายเดือนในปี 2567 จะมีจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้น
เรื้อรัง รวม 39,649 คน เพิ่มขึ้นจากปี 2566 ร้อยละ
5.47

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากมลพิษทางอากาศรวม 12 กลุ่มโรค 2564 ถึง 2566 และค่าพยากรณ์ 2567

เดือน	ค่าพยากรณ์			
	2564	2565	2566	2567
มกราคม	17,143	15,494	16,372	21,183
กุมภาพันธ์	15,942	16,913	18,008	21,952
มีนาคม	20,213	33,581	21,612	36,845
เมษายน	15,702	31,891	17,550	34,804
พฤษภาคม	15,168	19,249	20,562	24,013
มิถุนายน	15,028	17,815	20,705	22,761
กรกฎาคม	12,669	16,947	20,225	21,937
สิงหาคม	13,636	19,991	21,302	24,745
กันยายน	13,632	21,385	23,888	26,281
ตุลาคม	10,484	17,978	21,081	22,946
พฤศจิกายน	14,118	18,322	20,168	23,140
ธันวาคม	4,609	4,768	9,917	9,981
รวม	168,344	234,334	231,390	290,587
+/- ร้อยละ		39.20	-1.26	25.58

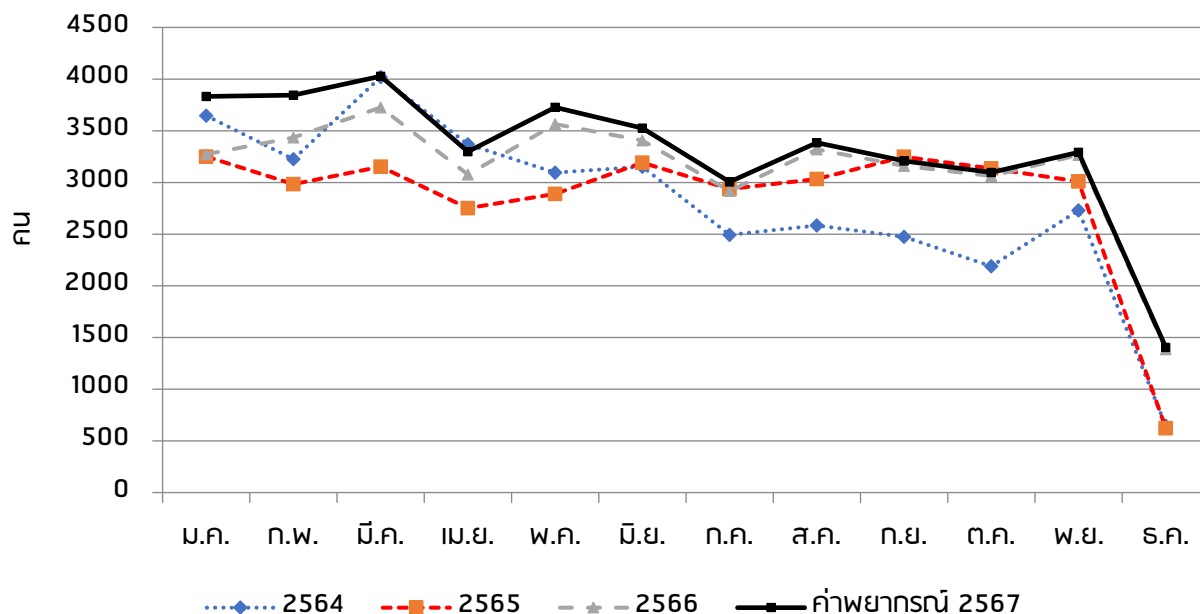
การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศและความสัมพันธ์กับระดับมลพิษทางอากาศ จังหวัดเชียงราย



ภาพที่ 1 จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากมลพิษทางอากาศรวม 12 กลุ่มโรค 2564 ถึง 2566 และค่าพยากรณ์ 2567

ตารางที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง 2564 ถึง 2566 และค่าพยากรณ์ 2567

เดือน	ค่าพยากรณ์			
	2564	2565	2566	2567
มกราคม	3,646	3,251	3,273	3,833
กุมภาพันธ์	3,225	2,984	3,434	3,845
มีนาคม	4,020	3,152	3,726	4,028
เมษายน	3,369	2,752	3,077	3,299
พฤษภาคม	3,095	2,890	3,564	3,727
มิถุนายน	3,152	3,192	3,406	3,525
กรกฎาคม	2,493	2,938	2,918	3,006
สิงหาคม	2,585	3,033	3,320	3,384
กันยายน	2,474	3,249	3,161	3,208
ตุลาคม	2,190	3,135	3,063	3,098
พฤศจิกายน	2,730	3,011	3,266	3,291
ธันวาคม	647	623	1,386	1,405
รวม	33,626	34,210	37,594	39,649
+/- ร้อยละ		1.74	9.89	5.47



ภาพที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง 2564 ถึง 2566 และค่าพยากรณ์ 2567

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จำนวนผู้ป่วยรายเดือนกับคุณภาพอากาศ ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรายเดือน และคุณภาพอากาศของสถานีตรวจอากาศตำบลเวียง และตำบลเวียงพางคำ ในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งข้อมูลรายเดือนที่ตรงกัน คือ ข้อมูลกรกฎาคม 2563 ถึง ตุลาคม 2566 จำนวน 40 เดือน ค่าสถิติรายเดือนจำนวนผู้ป่วยและคุณภาพอากาศ (ตารางที่ 3)

ค่าสถิติจำนวนผู้ป่วยรายเดือนจำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากมลพิษทางอากาศรวม 12 กลุ่มโรค จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ค่าเฉลี่ยรายเดือนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีหน่วยเป็น มค.ก./ลบ.ม. เนื่องจากตัวแปรทั้งหมดไม่มีการกระจายแบบปกติ พิจารณาจากสถิติ Shapiro-Wilk มี $p\text{-value} < .001$ ในตารางที่ 3 จึงใช้สหสัมพันธ์สเปียร์แมนในการความสัมพันธ์ของตัวแปรข้างต้น (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ค่าสถิติจำนวนผู้ป่วยรายเดือนและคุณภาพอากาศจังหวัดเชียงราย

รายการ	จำนวนผู้ป่วย		คุณภาพอากาศ			
	รวมทุกโรค	โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง	ต.เวียง		ต.เวียงพางคำ	
			PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$
ค่าเฉลี่ย	16,084	2,684	35.20	34.50	55.20	24.80
ค่ามัธยฐาน	16,930	3,070	22.50	16.50	34.00	15.50
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6,914.00	1,009.00	28.70	42.50	53.10	25.50
ค่าต่ำสุด	2,379	320	12	9	19	7
ค่าสูงสุด	33,581	4,020	138	171	229	119
Shapiro-Wilk W	0.93	0.77	0.72	0.58	0.62	0.69
Shapiro-Wilk (p-value)	0.017	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยรายเดือนกับคุณภาพอากาศจังหวัดเชียงราย

รายการ	จำนวนผู้ป่วย		คุณภาพอากาศ			
	รวม 12 กลุ่มโรค	โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง	ต.เวียง		ต.เวียงพางคำ	
			PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁₀	PM _{2.5}
โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง						
สหสัมพันธ์สเปียร์แมน	0.67					
p-value	< .001					
ต.เวียง PM ₁₀						
สหสัมพันธ์สเปียร์แมน	0.39	0.60				
p-value	0.014	< .001				
ต.เวียง PM _{2.5}						
สหสัมพันธ์สเปียร์แมน	0.35	0.57	0.97			
p-value	0.029	< .001	< .001			
ต.เวียงพางคำ PM ₁₀						
สหสัมพันธ์สเปียร์แมน	0.32	0.52	0.96	0.96		
p-value	0.045	< .001	< .001	< .001		
ต.เวียงพางคำ PM _{2.5}						
สหสัมพันธ์สเปียร์แมน	0.17	0.43	0.91	0.92	0.97	
p-value	0.293	0.006	< .001	< .001	< .001	

สรุปและอภิปรายผล

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศของจังหวัดเชียงรายรายเดือน ปี 2567 พบว่า จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศรวม 12 กลุ่มโรคกับ จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังของจังหวัดเชียงราย จะเพิ่มขึ้นจากปี 2566 ร้อยละ 25.58 และ 5.47 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ 2) และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศกับระดับมลพิษทางอากาศกับคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงรายมีความสัมพันธ์ในทางบวก (เพิ่มหรือลดไปด้วยกัน) โดยจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังรายเดือนมีความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศอย่างอ่อน 0.43 ถึง 0.60 ขณะที่จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษ

ทางอากาศรวมทุกโรคมีความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศต่ำ 0.17 ถึง 0.39 (ตารางที่ 4) การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากมลพิษทางอากาศรวม 12 กลุ่มโรค 2567 ของจังหวัดเชียงรายได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับข้อมูล 36 เดือน มี MAPE 6.28 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น้อยกว่า 10 เป็นแบบจำลองที่มีความแม่นยำสูงเมื่อเทียบกับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยนอกรายเดือนของเมืองขุนซานเป็นส่วนหนึ่งของซูโจว มณฑลเจียงซู ประเทศจีน¹⁹ ใช้ข้อมูล 79 เดือน MAPE 4.45 ซึ่งการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลมากขึ้นจะมี MAPE ก็จะทำต่ำกว่าการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง 2567 ของจังหวัดเชียงรายได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับข้อมูลมากที่สุด มี MAPE 7.30 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น้อยกว่า 10 เป็นแบบจำลองที่มีความแม่นยำสูง ขณะที่การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในประเทศจีน²⁰ ได้ใช้

ข้อมูลจำนวน 31 ปี พยากรณ์ปี 2563 ถึง 2568 มี MAPE 0.36 อย่างไรก็ตามการพยากรณ์ผู้ป่วยรายเดือนโรงพยาบาลแห่งหนึ่งที่เมืองฉงชิ่งประเทศจีน ใช้ข้อมูลผู้ป่วยรายเดือน รวม 90 เดือน MAPE ก็อยู่ในเกณฑ์ 6.81 ใกล้เคียงกับการพยากรณ์ในครั้งนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศกับระดับมลพิษทางอากาศกับคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงรายมีความสัมพันธ์ในทางบวกสอดคล้องกับผลการศึกษาห่าเมืองของประเทศโปแลนด์ระหว่างปี 2557 ถึง 2560²¹

ข้อจำกัด

การพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาใช้เพียงข้อมูลในอดีตนำมาสร้างแบบจำลองซึ่งรูปแบบในอดีตจะส่งผลไปในอนาคต ส่วนความสัมพันธ์ที่คำนวณด้วยสหสัมพันธ์เป็นเพียงความเชื่อมโยงทางสถิติ (association) ที่ตรวจพบ แต่สถานการณ์ปัจจุบันมีความผันผวนสูง การพยากรณ์จึงต้องพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย ได้แก่ การบริหารจัดการสาธารณสุขในพื้นที่ มาตรการรณรงค์ด้านการป้องกันตนเองจากมลพิษ มาตรการบังคับใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อมและความเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ

ข้อเสนอแนะ

จำนวนผู้ป่วยโรคเฝ้าระวังจากมลพิษทางอากาศของจังหวัดเชียงราย มีความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศทั้งค่าเฉลี่ยรายเดือน PM_{10} และค่าเฉลี่ยรายเดือน $PM_{2.5}$ การที่จำนวนผู้ป่วยสัมพันธ์กับระดับมลพิษ เมื่อระดับมลพิษเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการกำหนดมาตรการเชิงพื้นที่ในการลดมลพิษรวมไปถึงการป้องกันตนเองของประชาชนจึงมีความสำคัญต่อการลดจำนวนผู้ป่วยรายเดือน

การตรวจสอบผลการพยากรณ์กับค่าจริงตามรายงานของกระทรวงสาธารณสุข⁶ เพื่อปรับปรุงพัฒนาแบบจำลองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการพยากรณ์ล่วงหน้ามีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลเชิงปริมาณตามรูปแบบของข้อมูลในอดีต

References

1. World Health Organization. Air quality, energy and health [Internet]. 2024 [cited 2024 Jan 15]. Available from: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-energy-and-health/health-impacts>
2. Soyiri IN, Reidpath DD. An overview of health forecasting. Environ Health Prev Med. 2013;18(1):1-9.
3. Zheng YL, Zhang LP, Zhang XL, Wang K, Zheng Y-J. Forecast model analysis for the morbidity of tuberculosis in Xinjiang, China. PLoS ONE. 2015;10(3):e0116832.
4. Khan N, Arshad A, Azam M, Al-Marshadi AH, Aslam M. Modeling and forecasting the total number of cases and deaths due to pandemic. J Med Virol. 2022;94(4):1592-1605.
5. Singh T, Kaur A, Katyal SK, Walia SK, Dhand G, Sheoran K, et al. Exploring the relationship between air quality index and lung cancer mortality in India: predictive modeling and impact assessment. Sci Rep. 2023;13(1):20256.

6. Ministry of Public Health [Internet]. 2024. Standard reporting group >> Illness from air pollution >> Number of sick people, classified by disease group, disease, and month, with diseases related to air pollution Regional Health Office 1 Chiang Rai, 2020 to 2023; 2024 [cited 2024 May 15]. Available from:
https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?&cat_id=9c64%207c1f31ac73f4396c2cf987e7448a&id=5968980caf87d4518aa9f0263a9299c6#
7. Department of Provincial Administration. Registration Management Office [Internet]. Pathum Thani: Registration Management Office; c2024. Official population statistics from the civil registration (monthly), population by age, provinces 51 Chiang Mai, 57 Chiang Rai, June 2023; 2024 [cited 2024 May 15]. Available from:
https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?&cat_id=9c647c1f31ac73f4396c2cf987e7448a&id=5968980caf87d4518aa9f0263a9299c6#
8. Pollution Control Department [Internet]. Bangkok: Pollution Control Department; c2022. Air4Thai Monthly historical data, Northern Region, Chiang Rai - Provincial Office of Natural Resources and Environment Chiang Rai (57T) and Mae Sai District Health Office (73T); 2024 [cited 2024 Jan 15]. Available from:
<http://air4thai.pcd.go.th/webV3/#/History>
9. Hyndman, R.J. and Athanasopoulos, G. Forecasting: Principles and Practice. 2nd ed. Melbourne: OTexts; 2018.
10. Makridakis S, Wheelwright SC, Hyndman RJ. Forecasting methods and applications. 3rd ed. Delhi: Wiley India; 2008
11. Hyndman R, Athanasopoulos G, Bergmeir C, Caceres G, Chhay L, O'Hara-Wild M, et al. Forecasting functions for time series and linear models. R package version 8.21.1 [Internet]. 2023 [cited 2024 Jan 10]. Available from: <https://pkg.robjhyndman.com/forecast/>
12. R a language and environment for statistical computing: reference index [Internet]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2010 [cited 2024 Jan 10]. Available from: <https://cran.r-project.org>
13. The R Project for Statistical Computing [Internet]. 2024 [cited 2024 Jan 10]; Available from: <https://www.r-project.org/>
14. Lewis CD. Industrial and business forecasting methods. Butterworths: London; 2023.
15. Statistics How To [Internet]. [cited 2024 Jan 10]. Spearman Rank Correlation (Spearman's Rho): Definition and How to Calculate it. Available from:
<https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/correlation-coefficient-formula/spearman-rank-correlation-definition-calculate/>

16. The jamovi project. jamovi. (Version 2.3) [Internet]. 2022 [cited 2024 Jan 10]; Available from: <https://www.jamovi.org>
17. Chan YH. Biostatistics 104: correlational analysis. Singap Med J. 2003;44(12):614–9.
18. Mahidol University Central Institutional Review Board (MU-CIRB). Self-Assessment form whether an activity is human subject research which requires ethical approval [Internet]. 2022 [cited 2024 Jan 15]. Available from: <https://sp.mahidol.ac.th/th/ethics-human/forms/checklist /2022-Human%20Research%20Checklist-researcher.pdf>
19. Bai L, Lu K, Dong Y, Wang X, Gong Y, Xia Y, et al. Predicting monthly hospital outpatient visits based on meteorological environmental factors using the ARIMA model. Sci Rep. 2023 15;13(1):2691.
20. Teng Y, Jian Y, Chen X, Li Y, Han B, Wang L. Comparison of three prediction models for predicting chronic obstructive pulmonary disease in China. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2023;18: 2961–9.
21. Slama A, Sliwczynski A, Woznica J, Zdrolik M, Wisnicki B, Kubajek J, et al. Impact of air pollution on hospital admissions with a focus on respiratory diseases: a time-series multi-city analysis. Environ Sci Pollut Res Int. 2019;26(17):16998-17009.