การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาค่าฝุ่น PM2.5 ในจังหวัดนครสวรรค์

จิตราพันธ์ มหันโต* และ วริยา ชาติสุทธิ์

โรงเรียนนวมินทราชูทิศ มัชฌิม ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย
Corresponding author: jitrapan1501@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาแนวโน้มค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ในจังหวัดนครสวรรค์ในปีพ.ศ.2569 โดยใช้ค่าฝุ่นในช่วงปี พ.ศ. 2564–2568 (2) พัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ค่าฝุ่น PM2.5 ในอนาคต และ (3) เสนอแนวทางการวางแผนรับมือปัญหามลพิษทางอากาศ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากเว็บไซต์ Air4Thai โดยวิเคราะห์ข้อมูลรายวันของค่าฝุ่น PM2.5 ด้วยอนุกรมเวลา ประกอบด้วยการเตรียมข้อมูล ตรวจสอบค่าที่ขาดหาย สำรวจข้อมูลเบื้องต้น วิเคราะห์ฤดูกาล สร้างแบบจำลอง การใช้เทคนิค Moving Average และปรับแต่งแบบจำลองด้วยค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละช่วงเวลา

ผลการศึกษา พบว่า ฝุ่น PM2.5 มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยมีค่าสูงในช่วงฤดูหนาวถึงก่อนฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม) และมีค่าต่ำในช่วงฤดูฝน มีแนวโน้มลักษณะเดียวกันในทุกปี การใช้แบบจำลอง Moving Average สามารถหาค่าแนวโน้มได้ดีในระดับหนึ่ง แต่พบความคลาดเคลื่อนในบางช่วงและปรับแบบจำลองโดยแบ่งกลุ่มความคลาดเคลื่อนตามช่วงวัน ผลการปรับแบบจำลองทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงความแม่นยำของแบบจำลองที่เพิ่มขึ้น

การพยากรณ์ค่าฝุ่น PM2.5 ในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2569 แบบจำลองที่ปรับปรุงคาดการณ์แนวโน้มสอดคล้องกับรูปแบบข้อมูลจริงในอดีต โดยเป็นช่วงที่แนวโน้มค่าฝุ่นเพิ่มสูงขึ้นตามฤดูกาล ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการวางแผนรับมือมลพิษทางอากาศ การเตือนประชาชน ตลอดจนเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาแบบจำลองในอนาคต

การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาสามารถนำมาใช้ในการติดตามและพยากรณ์แนวโน้มมลพิษทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการพัฒนาระบบติดตามคุณภาพอากาศแบบเชิงพื้นที่ในระดับจังหวัดต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: อนุกรมเวลาค่าฝุ่น PM2.5 / การสร้างแบบจำลอง Moving Average / พยากรณ์แนวโน้มมลพิษทางอากาศทางเลือก

Time series analysis of PM2.5 concentrations in Nakhon Sawan Province

Jitrapan Mahanto* **and Wariya Chatsut**

Nawaminthrachuthit Matchim School, Nakhon Sawan Tok, Mueang Nakhon Sawan District, Nakhon Sawan, Thailand
**Corresponding author: jitrapan1501@gmail.com*

Abstract

Research aims to: (1) examine the trends of particulate matter smaller than 2.5 microns (PM2.5) in Nakhon Sawan Province and forecast concentrations for 2026 using historical data from 2021–2025; (2) develop a predictive model for future PM2.5 concentrations; and (3) propose guidelines for air pollution management. Daily PM2.5 data were retrieved from the Air4Thai website and analyzed using time series analysis techniques. The methodology involved data preprocessing, missing value imputation, exploratory data analysis (EDA), seasonal analysis, and the construction of a Moving Average (MA) model, which was further refined through error adjustment across specific intervals.

The findings reveal that PM2.5 concentrations exhibit a distinct seasonal pattern, consistently peaking during the period from November to May (winter to pre-monsoon season) and decreasing during the rainy season. While the initial Moving Average model effectively identified general trends, periodic inaccuracies were observed. Consequently, the model was optimized by categorizing and adjusting for errors based on specific time intervals. This refinement significantly reduced the error rates, thereby enhancing the model's predictive accuracy.

Predictions for January to December 2026 using the improved model align with historical seasonal trends, indicating a rising trajectory during these months. The results of this study can be utilized for air pollution contingency planning, public health alerts, and as a foundational framework for future model development.

This study demonstrates that time series analysis is an effective tool for monitoring and forecasting air pollution trends, providing a vital pathway for the development of localized spatial air quality monitoring systems in the future.

Keywords: PM2.5 Time Series / Moving Average Modeling / Air Pollution Trend Forecasting

1. บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประเทศไทยยังคงเผชิญกับปัญหามลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน หรือ PM2.5 (Particulate Matter with a diameter of less than 2.5 microns) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างต่อเนื่อง[2], [3] โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวถึงก่อนฤดูฝนของทุกปีที่มักเกิดการสะสมของมลพิษในบรรยากาศ จากทั้งกิจกรรมการเผาในพื้นที่เกษตร การคมนาคมขนส่ง และภาคอุตสาหกรรม[2] ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ ระบุว่าหลายพื้นที่ของประเทศยังคงมีค่าฝุ่นเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศ (37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) เป็นจำนวนหลายวันต่อปี[1], [2] โดยเฉพาะในภาคเหนือ ภาคกลาง และเขตเมืองขนาดใหญ่ ขณะเดียวกัน องค์การอนามัยโลก ได้จัดให้ PM2.5 เป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อสุขภาพมนุษย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร[3]

จังหวัดนครสวรรค์เป็นพื้นที่กึ่งเมืองกึ่งเกษตรกรรม และเป็นศูนย์กลางการคมนาคมของภาคกลางตอนบน เชื่อมต่อระหว่างภาคเหนือและภาคกลาง มีทั้งกิจกรรมทางการเกษตร การคมนาคมหนาแน่น และการขยายตัวของเขตเมือง ส่งผลให้มีแหล่งกำเนิดมลพิษหลากหลายรูปแบบ[2], [8] นอกจากนี้ในบางช่วงฤดูกาลยังได้รับอิทธิพลจากการเผาในพื้นที่ใกล้เคียง ทำให้คุณภาพอากาศแปรผันตามฤดูกาลอย่างชัดเจน จากข้อมูลย้อนหลังปี พ.ศ. 2564–2568 พบว่าค่าฝุ่น PM2.5 ของจังหวัดมีแนวโน้มสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม และลดลงในช่วงฤดูฝน[1], [8] รูปแบบดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในหลายปีที่ผ่านมา สะท้อนถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลที่ชัดเจน จากบริบทดังกล่าว การติดตามและพยากรณ์แนวโน้มค่าฝุ่น PM2.5 อย่างเป็นระบบจึงมีความสำคัญต่อการวางแผนรับมือสถานการณ์ล่วงหน้า การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาแนวโน้มค่าฝุ่น PM2.5 ของจังหวัดนครสวรรค์เพื่อประเมินสถานการณ์ในปี พ.ศ. 2569 โดยใช้ข้อมูลรายวันย้อนหลังระหว่างปี พ.ศ. 2564–2568 จากเว็บไซต์ Air4Thai[1], [8] และนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลา ประกอบด้วยการเตรียมข้อมูล การตรวจสอบค่าที่ขาดหาย การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์ฤดูกาล และการสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิค Moving Average พร้อมทั้งปรับปรุงแบบจำลองโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงเวลา

จากเหตุผลที่กล่าวข้างต้น คณะผู้จัดทำโครงงาน จึงมีแนวคิดในการศึกษา “การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาค่าฝุ่น PM2.5 ในจังหวัดนครสวรรค์เพื่อประเมินแนวโน้มและพยากรณ์ค่าในอนาคต” โดยมุ่งหวังที่จะวิเคราะห์รูปแบบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าฝุ่นละอองในช่วงห้าปีที่ผ่านมา และพัฒนาแบบจำลองการทำนายค่าฝุ่นในระยะสั้น ซึ่งจะช่วยให้สามารถคาดการณ์สถานการณ์ล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวโน้มค่าฝุ่นละออง PM2.5 ในจังหวัดนครสวรรค์ระหว่างปี พ.ศ. 2564–2568
2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองทำนายค่าฝุ่นละออง PM2.5 จังหวัดนครสวรรค์ในปี พ.ศ. 2569
3. เพื่อเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์จากผลการศึกษาสำหรับหน่วยงานหรือประชาชนในจังหวัดนครสวรรค์

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ศึกษา

3.1.1 ค่าฝุ่นละออง PM2.5 รายวันในหน่วย μg/m³ รายวัน ในจังหวัดนครสวรรค์ ตั้งแต่ พ.ศ.2564 – 2568

3.1.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าฝุ่น PM2.5 รายวัน

3.1.3 การวิเคราะห์ทางสถิติและกราฟแนวโน้ม (Trend Analysis)

3.2 ขอบเขตของด้านตัวแปร

3.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ค่าของฝุ่นละอองPM2.5 ในหน่วย μg/m³ รายวัน ในจังหวัดนครสวรรค์ตั้งแต่ พ.ศ.2564 – 2568

3.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ แนวโน้มของค่าฝุ่นละออง PM2.5 ในหน่วย μg/m³ ในจังหวัดนครสวรรค์ ปี พ.ศ. 2569

3.2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ระดับการเผาไหม้ในภูมิภาคใกล้เคียง, นโยบายควบคุมมลพิษ

3.3 ขอบเขตด้านพื้นที่

ศึกษาเฉพาะข้อมูลค่าฝุ่นละออง PM2.5 ที่ตรวจวัดในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ โดยเน้นข้อมูลจากสถานีตรวจวัดหลักของกรมควบคุมมลพิษหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

3.4 ขอบเขตด้านเวลา

ศึกษาข้อมูลในช่วงเวลา ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2568

4.วิธีการศึกษา

4.1 การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เพื่อศึกษารูปแบบของข้อมูล ได้แก่

ความแปรผัน (Variation)

รูปแบบฤดูกาล (Seasonality)

แนวโน้ม (Trend)

การพยากรณ์ค่าฝุ่น PM2.5 ในอนาคต (Forecasting)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลคุณภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา[4], [5], [6], [7], [9]

4.2 แหล่งข้อมูล

ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department) เว็บไซต์: http://air4thai.pcd.go.th/ [1], [8] ข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบด้วยค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 รายวันของสถานีวัดคุณภาพอากาศในจังหวัดนครสวรรค์ ต.ปากน้ำโพ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ โครงการชลประทานนครสวรรค์

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

เครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ Microsoft Excel ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูล ทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) การคำนวณสถิติพื้นฐาน การสร้างกราฟแสดงแนวโน้ม และการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเบื้องต้น เช่น Moving Average

4.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้

4.4.1 การรวบรวมข้อมูล (Data Collection) ดาวน์โหลดข้อมูลค่าฝุ่น PM2.5 ของจังหวัดนครสวรรค์จากเว็บไซต์ Air4Thai เลือกช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษา 5 ปี

4.4.2 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล จัดการข้อมูลที่หายไป (Missing Values) เช่น เติมค่าด้วยค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านข้าง แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมต่อการวิเคราะห์

4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น (Exploratory Data Analysis: EDA) จัดรูปแบบตามเงื่อนไขใส่แถบสีเพื่อดูแนวโน้มข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลทั้งหมด

4.4.4 ตรวจหาฤดูกาลที่มีค่าฝุ่นสูงและต่อเนื่องกัน พร้อมกำหนดช่วงของค่าที่จะศึกษาแนวโน้ม

4.4.5 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ Moving Average เพื่อหาค่าแนวโน้มในรอบแรก

4.4.6 ตรวจสอบรูปแบบข้อมูลโดยการหาค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าฝุ่น pm2.5 พ.ศ. 2568 กับ ค่าแนวโน้มที่ได้มา

4.4.7 ศึกษาพฤติกรรมค่าความคลาดเคลื่อนว่าเป็นอย่างไร พร้อมทั้งแบ่งช่วงค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกันโดยใช้ช่วงของวันที่

4.4.8 คำนวณหาค่าคงที่ที่จะพัฒนาค่าแนวโน้มค่าฝุ่น pm2.5 จากการแบ่งช่วงค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกัน โดยใช้การหาค่าเฉลี่ย

4.4.9 นำค่าคงที่ของแต่ละช่วงไปบวกค่าแนวโน้มค่าฝุ่น pm2.5 รอบแรก และคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนใหม่ พร้อมเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของรอบแรกและรอบสองโดยการสร้างกราฟเส้น

4.4.10 นำค่าคงที่ที่ได้ในแต่ละช่วงที่คณะผู้จัดทำศึกษานำไปบวกกับค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของฝุ่นย้อนหลัง 5 ปี โดยให้น้ำหนักปีล่าสุดมากกว่าปีที่ไกลสุด เพื่อนำไปพยากรณ์ค่าฝุ่น ในช่วงเดือน 1 ม.ค. – 9 พ.ค. และ 2 พ.ย. – 31 ธ.ค 2569 (ช่วงที่มีค่าฝุ่นที่เฉลี่ย 4 ปี มากกว่า 20 µg/m³ และมีแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญ)

4.4.11 สร้างแนวโน้มค่าฝุ่นช่วงที่ศึกษาและจัดทำกราฟพยากรณ์ค่าฝุ่นในช่วงเดือน 1 ม.ค. – 9 พ.ค. และ 2 พ.ย. – 31 ธ.ค 2569

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลอนุกรมเวลาค่าฝุ่น PM2.5 ในจังหวัดนครสวรรค์ และพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยอาศัยขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลตามที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 ผลการศึกษาแสดงดังต่อไปนี้

5.1 ผลการรวบรวมข้อมูล

ได้ทำการรวบรวมข้อมูลค่าฝุ่น PM2.5 ของจังหวัดนครสวรรค์เป็นระยะเวลา 5 ปี จากเว็บไซต์ Air4Thai ซึ่งข้อมูลมีความต่อเนื่องเพียงพอสำหรับใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าฝุ่น PM2.5 รายวัน (พ.ศ. 2564–2568)

วันเดือน	2021	2022	2023	2024	2025	วันเดือน	2021	2022	2023	2024	2025
1-ม.ค.	20	16	24	26.4	36.2	1-ธ.ค.	33	10	33.9	41.5	39.13628
2-ม.ค.	27	17	29	26.8	31.9	2-ธ.ค.	31	12	27.7	42.3	39.49401
3-ม.ค.	38	25	27	32.9	31.8	3-ธ.ค.	34	13	21.4	43.4	37.4587
4-ม.ค.	35	32	29	27.6	41.4	4-ธ.ค.	31	20	20.5	40.5	31.995
5-ม.ค.	37	34	24	35.5	43.9	5-ธ.ค.	37	17	22	28.3	31.4643
6-ม.ค.	36	34	22	36.9	50.6	6-ธ.ค.	44	12	31.6	25.2	27.3477
7-ม.ค.	30	34	19	38.3	52.6	7-ธ.ค.	47	18	20.3	32.1	28.703
8-ม.ค.	19	33	36	39.5	57.2	8-ธ.ค.	43	18	24.4	31	27.2605
9-ม.ค.	18	35	36	46.6	48.1	9-ธ.ค.	42	26	35.3	17.2	30.9377
10-ม.ค.	27	41	35	61.2	30.5	10-ธ.ค.	30	21	38.7	28.8	32.686
11-ม.ค.	25	49	20	56.7	22.5	11-ธ.ค.	24	20	43.3	38.8	27.653
12-ม.ค.	30	40	21	45.4	29	12-ธ.ค.	22	19	44.9	29.5	23.0818
13-ม.ค.	29	42	35	42.7	37	13-ธ.ค.	27	22	30.7	20.9	22.4759
14-ม.ค.	40	33	41	33.9	48.4	14-ธ.ค.	35	37	27.9	15	18.3788
15-ม.ค.	49	40	33	23.9	42.2	15-ธ.ค.	40	34	32	16	19.7029
16-ม.ค.	66	43	39	24.8	38.2	16-ธ.ค.	33	39	30.6	18.6	24.53312
17-ม.ค.	48	51	37	32	27.8	17-ธ.ค.	35	36	25.7	24.9	28.83611
18-ม.ค.	26	39	28	41.4	40.5	18-ธ.ค.	31	34	17	32.3	20.63386
19-ม.ค.	34	24	29	51.5	44.9	19-ธ.ค.	31	35	29.9	31.2	26.94877

จากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าในบางช่วงมีข้อมูลหายไปเล็กน้อย จึงมีการตรวจสอบและจัดการตามขั้นตอน

5.2 ผลการเตรียมข้อมูล

ได้ทำการตรวจความสมบูรณ์ของข้อมูล และจัดการข้อมูลที่หายไป (Missing Values) ด้วยการแทนค่าด้วยค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้านข้าง เพื่อให้ข้อมูลมีความต่อเนื่องเหมาะสำหรับใช้ในแบบจำลอง นอกจากนี้ยังได้จัดรูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบรายวันเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มและฤดูกาล

5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น (Exploratory Data Analysis: EDA)

ได้ทำการจัดรูปแบบข้อมูลจากค่าเฉลี่ยรายวันของทั้ง 4 ปี พร้อมใช้การใส่สีตามเงื่อนไขเพื่อให้เห็นแนวโน้มความรุนแรงของค่าฝุ่นในแต่ละช่วงเวลาอย่างชัดเจน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แนวโน้ม PM2.5 รายวัน (Heat-colored)

วันเดือน	2564	2565	2566	2567	เฉลี่ย4ปี
28-เม.ย.	15	30	29	33.3	26.825
29-เม.ย.	12	12	35	31.5	22.625
30-เม.ย.	15	23	24	36.2	24.55
1-พ.ค.	18	16	26	47.6	26.9
2-พ.ค.	23	11	28	53.5	28.875
3-พ.ค.	22	12	30	47.6	27.9
4-พ.ค.	25	18	26	37.1	26.525
5-พ.ค.	24	16	24	40.8	26.2
6-พ.ค.	21	22	27	44.7	28.675
7-พ.ค.	20	10	32	34.2	24.05
8-พ.ค.	21	9	22	26.6	19.65
9-พ.ค.	15	10	23	27.1	18.775
10-พ.ค.	22	11	13	21.4	16.85
11-พ.ค.	19	12	18	18.8	16.95
12-พ.ค.	23	9	21	12.9	16.475
13-พ.ค.	23	13	13	19.7	17.175
14-พ.ค.	27	13	17	12.9	17.475

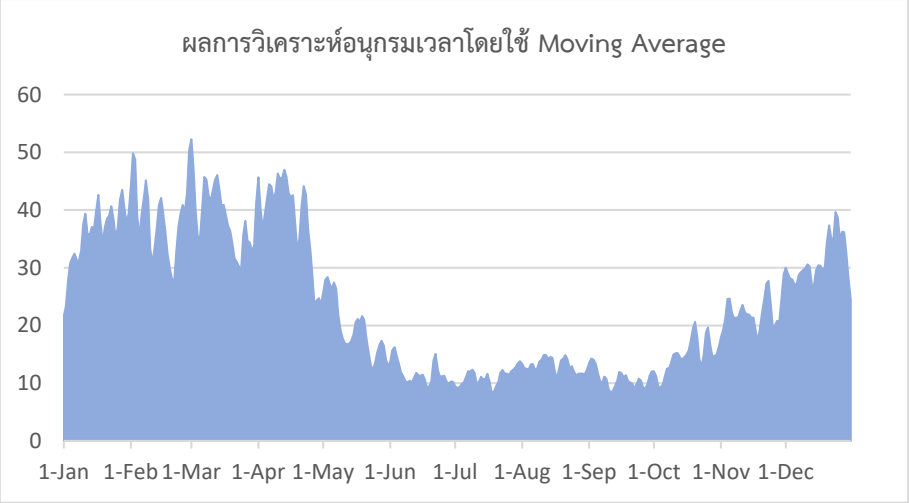
วันเดือน	2564	2565	2566	2567	เฉลี่ย4ปี
25-ต.ค.	16	34	12	19.1	20.275
26-ต.ค.	20	28	11.5	16.6	19.025
27-ต.ค.	20	10	11.3	16.1	14.35
28-ต.ค.	19	11	13.8	16.2	15
29-ต.ค.	14	16	11.2	16.3	14.375
30-ต.ค.	10	26	6.5	19.8	15.575
31-ต.ค.	10	35	5.6	17.3	16.975
1-พ.ย.	13	32	10.9	19.6	18.875
2-พ.ย.	12	29	18.9	18.8	19.675
3-พ.ย.	17	30.5	22.6	20.9	22.75
4-พ.ย.	18	30.5	23.4	33.8	26.425
5-พ.ย.	19	30.5	24.6	17.4	22.875
6-พ.ย.	21	30.5	22.3	12.8	21.65
7-พ.ย.	23	30.5	12.3	17.7	20.875
8-พ.ย.	17	32	15.3	22.9	21.8
9-พ.ย.	15	34	12.5	22.1	20.9
10-พ.ย.	20	30	17.5	30.2	24.425

5.4 การตรวจหาฤดูกาลและช่วงค่าฝุ่นที่สูง

จากการตรวจสอบข้อมูลรายปี พบว่าช่วงที่ค่าฝุ่นสูงและต่อเนื่องมากที่สุด คือช่วง วันที่ 3 เดือน พฤศจิกายน ถึง วันที่ 8 เดือน พฤษภาคม ของทุกปี จึงกำหนดช่วงนี้เป็นช่วงสำคัญในการศึกษาแนวโน้มและสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์

5.5 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยใช้ Moving Average

ได้ใช้วิธี Moving Average เพื่อหาค่าแนวโน้มในรอบแรก (Initial Trend) ของข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 1

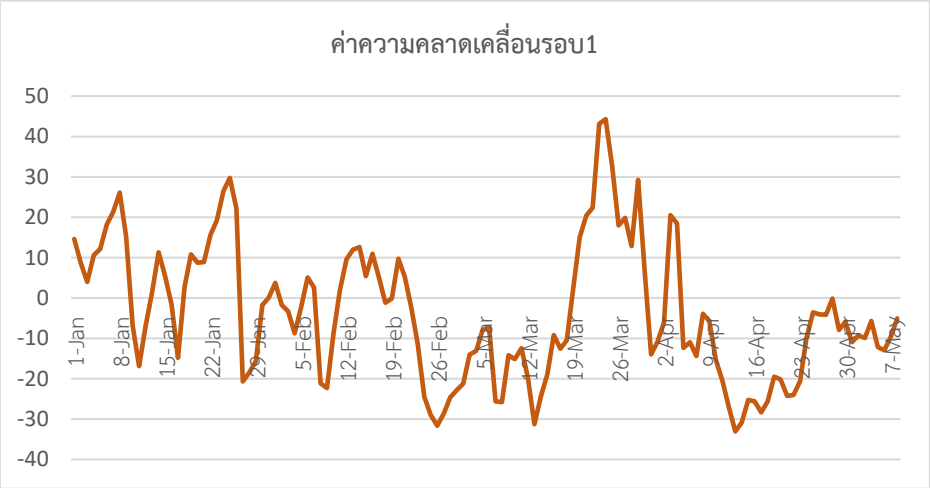


รูปที่ 1 แสดงกราฟค่าแนวโน้มแบบ Moving Average รอบที่ 1

5.6 ผลการตรวจสอบความคลาดเคลื่อน (Error Analysis รอบ 1)

หลังจากได้ค่าแนวโน้มรอบแรก ได้ทำการคำนวณ **ค่าความคลาดเคลื่อน (Error1)** โดยนำค่าฝุ่นจริงในปี พ.ศ. 2568 มาเปรียบเทียบกับค่าแนวโน้มที่คำนวณได้

- ค่าความคลาดเคลื่อนมีทั้งบวกและลบ ขึ้นกับช่วงฤดูกาล
- มีบางช่วงที่ค่าความคลาดเคลื่อนสูง แสดงว่าค่าแนวโน้มยังไม่สามารถจับลักษณะจริงของข้อมูลได้ครบถ้วน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงกราฟค่าความคลาดเคลื่อนรอบแรก

5.7 การแบ่งช่วงค่าความคลาดเคลื่อนและการศึกษาพฤติกรรม

ทำการแบ่งช่วงของค่าความคลาดเคลื่อนตามช่วงของวันที่ เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่แท้จริงของข้อมูล สรุปผลพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นจำนวนบวกและจำนวนลบสลับกันเป็นช่วงติดต่อกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนตามช่วงของวันที่

ช่วงวันที่	1 ม.ค.- 9 ม.ค.	10 ม.ค.- 17 ม.ค.	18 ม.ค.- 26 ม.ค.	27 ม.ค.- 10 ก.พ.	11 ก.พ.- 22 ก.พ.	23 ก.พ.- 18 มี.ค.	19 มี.ค.- 4 เม.ย.	5 เม.ย.- 23 เม.ย.	24 เม.ย.- 8 พ.ค.
จำนวนวัน	9 วัน	8 วัน	9 วัน	15 วัน	12 วัน	24 วัน	17 วัน	19 วัน	15 วัน
ช่วงวันที่	3 พ.ย.- 23 พ.ย.	24 พ.ย.- 11 ธ.ค.	12 ธ-ค.- 29 ธ.ค.	30 ธ.ค.- 31 ธ.ค.					
จำนวนวัน	21 วัน	18 วัน	18 วัน	15 วัน					

5.8 การคำนวณค่าคงที่เพื่อปรับค่าแนวโน้ม

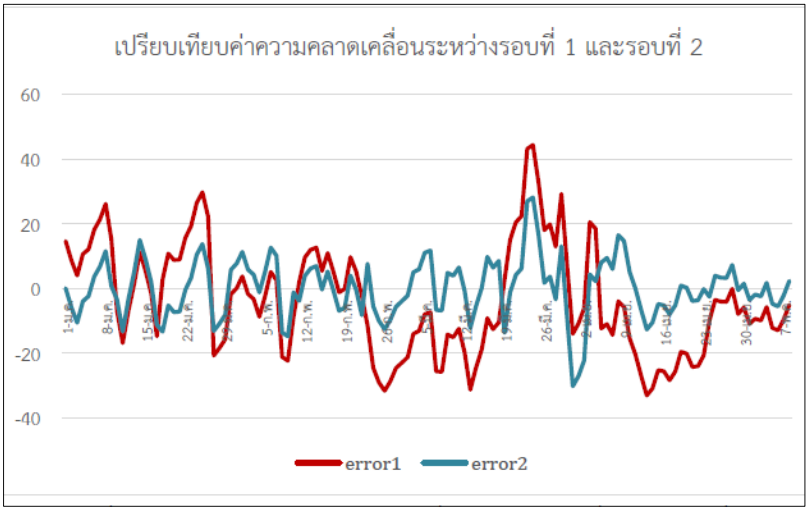
จากการแบ่งช่วงค่าความคลาดเคลื่อน ได้คำนวณหาค่าคงที่ (Adjustment Constant) ของแต่ละช่วง โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อน ค่าคงที่เหล่านี้ถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงค่าแนวโน้มรอบแรกให้มีความแม่นยำมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าคงที่ที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละช่วง

ช่วงวันที่	1 ม.ค.- 9 ม.ค.	10 ม.ค.- 17 ม.ค.	18 ม.ค.- 26 ม.ค.	27 ม.ค.- 10 ก.พ.	11 ก.พ.- 22 ก.พ.	23 ก.พ.- 18 มี.ค.	19 มี.ค.- 4 เม.ย.	5 เม.ย.- 23 เม.ย.	24 เม.ย.- 8 พ.ค.
ค่าคงที่	14.525	-3.625	16.044	-7.555	5.747	-18.999	16.205	-20.389	-7.41
ช่วงวันที่	3 พ.ย.- 23 พ.ย.	24 พ.ย.- 11 ธ.ค.	12 ธ-.ค. 29 ธ.ค.	30 ธ.ค.- 31 ธ.ค.					
ค่าคงที่	-9.336	5.251	-5.752	14.000					

5.9 ผลการปรับค่าแนวโน้มรอบที่สอง และการเปรียบเทียบ

หลังจากนำค่าคงที่ไปปรับปรุงค่าแนวโน้มใหม่ ได้ทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนรอบที่สอง และสร้างกราฟเปรียบเทียบกับรอบแรก ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 2

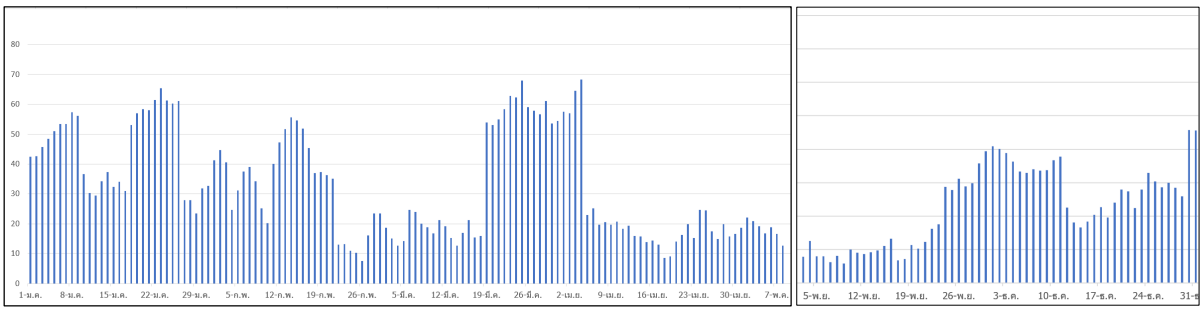
ผลพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนรอบที่สองลดลงอย่างเห็นได้ชัดโดยยิ่งค่าความคลาดเคลื่อนใกล้ 0 ยิ่งมีผลลัพธ์ที่ดีขึ้น การกระจายตัวของ Error สม่ำเสมอและไม่มีค่าแหลมสูงมากเหมือนรอบแรก แสดงว่าแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้วมีความแม่นยำสูงขึ้น

5.10 นำค่าค่าฝุ่น 5 ปีย้อนหลังคำนวณค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

ค่าคงที่ที่ได้ในแต่ละช่วงที่คณะผู้จัดทำศึกษานำไปบวกกับค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของฝุ่นย้อนหลัง 5 ปี โดยให้น้ำหนักปีล่าสุดมากกว่าปีที่ไกลสุด เพื่อนำไปพยากรณ์ค่าฝุ่น ในช่วงเดือน 1 ม.ค. – 9 พ.ค. และ 2 พ.ย. – 31 ธ.ค 2569 (ช่วงที่มีค่าฝุ่นที่เฉลี่ย 4 ปี มากกว่า 20 $\mu g/m^3$ และมีแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญ) และนำค่าที่ได้ไปบวกค่าคงที่ที่ได้จากค่าคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงที่คำนวณไว้

5.11 สร้างแนวโน้มค่าฝุ่นปี พ.ศ. 2569

ช่วงที่ศึกษาและจัดทำกราฟพยากรณ์ค่าฝุ่นในช่วงเดือน 1 ม.ค. – 9 พ.ค. และ 2 พ.ย. – 31 ธ.ค 2569 มีผลดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงแผนภูมิแท่งการพยากรณ์ค่าฝุ่น PM2.5 1 ม.ค. – 9 พ.ค. และ 2 พ.ย. – 31 ธ.ค 2569

5.12 อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.12.1 แนวโน้มค่าฝุ่นที่สูงในฤดูหนาวสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศของภาคเหนือและภาคกลางตอนบน

- อากาศปิด ลมอ่อน และสภาพการยกตัวของอากาศต่ำ ทำให้ฝุ่นสะสมง่าย
- พฤติกรรมนี้ตรงกับข้อมูลจากหลายงานวิจัยที่แสดงว่าฝุ่น PM2.5 จะสูงในช่วงปลายปีถึงต้นปี[2]

5.12.2 การใช้ Moving Average ทำให้ได้แนวโน้มที่ค่อนข้างราบเรียบ[4], [5] แต่ยังขาดความละเอียดในบางช่วง

- จึงจำเป็นต้องปรับค่าคงที่ตามความคลาดเคลื่อน
- การแบ่งช่วง Error ตามรูปแบบข้อมูล ช่วยสะท้อนลักษณะจริงของข้อมูลได้ดีกว่าใช้ค่าเฉลี่ยเพียงค่าเดียว

5.12.3 แบบจำลองรอบที่สองมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพราะมีการแก้ไขความคลาดเคลื่อนเฉพาะจุด[9]

- แสดงว่า ข้อมูลมีลักษณะเฉพาะตามฤดูกาลในแต่ละช่วงของปี
- การปรับแบบจำลองให้เหมาะกับช่วงเวลาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงสิ่งแวดล้อม

5.12.4 ผลพยากรณ์รองรับวัตถุประสงค์ข้อ 1 และ 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- แนวโน้มข้อมูลและแบบจำลองสอดคล้องกัน
- สามารถนำไปใช้วางแผนในอนาคตได้ในระดับหนึ่ง แม้จะยังมีข้อจำกัด เช่น ไม่มีปัจจัยภายนอก เช่น ลม อุณหภูมิ ไฟป่า เป็นต้น

6. สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาค่าฝุ่น PM2.5 ของจังหวัดนครสวรรค์ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2564–2568) สามารถสรุปผลสำคัญได้ดังนี้

6.1 แนวโน้มและฤดูกาลของค่าฝุ่น PM2.5

- พบว่าค่าฝุ่นมีความผันแปรตามฤดูกาลอย่างชัดเจน
- ช่วงที่ค่าฝุ่นสูงต่อเนื่อง คือ เดือนพฤศจิกายนถึงต้นพฤษภาคมของทุกปี ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวถึงก่อนฤดูฝน
- ช่วงฤดูฝนมีค่าฝุ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ
- รูปแบบดังกล่าวเกิดซ้ำในทุกปี แสดงถึงความสม่ำเสมอของปรากฏการณ์ (Seasonality) ที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองได้ดี

6.2 ผลการพัฒนาแบบจำลองแนวโน้ม (Trend Model)

- การใช้วิธี Moving Average ช่วยให้มองเห็นแนวโน้มข้อมูลได้ชัดเจน
- การนำค่าความคลาดเคลื่อน (Error) จากข้อมูลปี 2568 มาใช้ปรับค่าคงที่ ทำให้แบบจำลองรอบที่สองมีความแม่นยำมากขึ้น
- ค่าความคลาดเคลื่อนลดลงใกล้ศูนย์ แสดงถึงคุณภาพแบบจำลองที่ดีขึ้น

6.3. การพยากรณ์ค่าฝุ่น PM2.5 จังหวัดนครสวรรค์ในปี พ.ศ. 2569

- แบบจำลองให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับพฤติกรรมพื้นฐานของข้อมูลจริงในอดีต
- สามารถใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการคาดการณ์คุณภาพอากาศล่วงหน้าในระดับเบื้องต้นแต่ครอบคลุมแนวโน้มทั้งปีได้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ. (2568). ระบบรายงานคุณภาพอากาศ Air4Thai. สืบค้นจาก https://www.air4thai.pcd.go.th

[2] กรมควบคุมมลพิษ. (2566). *รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศประเทศไทย ปี 2565*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[3] World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva*: WHO Press.

[4] จันทร์เพ็ญ ศรีสุข. (2564). *การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control* (5th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

[6] Chatfield, C. (2004). *The analysis of time series: An introduction* (6th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

[7] Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction to time series analysis and forecasting* (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

[8] Pollution Control Department. (2567). ข้อมูลค่าฝุ่นละออง PM2.5 รายวัน จังหวัดนครสวรรค์. สืบค้นจาก https://www.pcd.go.th

[9] Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and practice* (3rd ed.). Melbourne: OTexts. สืบค้นจาก https://otexts.com/fpp3/