

# वायु गुणवत्ता सूचकांक का पूर्वानुमान

अंकिता नंदी

स्वतन्त्र अन्वेषक, हूघली, पश्चिम बंगाल, भारत

Email – ankitanandy@gmail.com

**सार संक्षेप:** पंजाब में स्थित अमृतसर के अर्थव्यवस्था में पर्यटन का उल्लेखनीय योगदान रहा है। धार्मिक स्थल होने के कारण यहाँ के कई पर्यटक वृद्धावस्था में होते हैं। परन्तु यहाँ का वायु प्रदूषण का स्तर इसको पर्यटकों के लिए कष्टप्रद बना रहा है। महत्वपूर्ण भवनों के सतह क्षतिग्रस्त हो रहे हैं। इस क्षेत्र का वायु गुणवत्ता सूचकांक, आंग्लभाषा में "एयर क्वालिटी इंडेक्स", स्वास्थ्य के लिए हानिकारक श्रेणी में आ गया है। वायु में स्थिति सूक्ष्म कण, जिनको प.म. २.५ से इंगित किया जाता है, इसका प्रमुख कारण है। गत तीन वर्ष की अवधि में इस क्षेत्र के प.म. २.५ के स्तर का अध्ययन करके, भविष्य में इस क्षेत्र की वायु के गुणवत्ता के पूर्वानुमान हेतु सांख्यिकीय मॉडल प्रस्तुत किया जा रहा है। इसके पूर्वकालन से इस क्षेत्र के अधिकारियों को यहाँ के वायु प्रदूषण को नियंत्रित करने में सहायता मिलेगी। स्थानीय निवासियों और पर्यटकों के स्वास्थ्य और पर्यटन स्थलों के संरक्षण की ओर यह महत्वपूर्ण कदम होगा।

**मूल शब्द:** वायु गुणवत्ता सूचकांक, एयर क्वालिटी इंडेक्स, पूर्वानुमान, अमृतसर, पर्यटन।

## 1. पृष्ठभूमि :

पंजाब में स्थित अमृतसर प्रतिवर्ष अपने भव्य गुरुद्वारों, प्राचीन मंदिरों, स्वतंत्रता संग्राम के स्मृतिचिन्हों और स्वादिष्ट व्यंजनों से अनेकों पर्यटकों को आकर्षित करता है। गुरुद्वारा हरमिंदर साहिब सिख समुदाय का धार्मिक व आध्यात्मिक केंद्र है। मान्यता है कि श्री दुर्गियाना मंदिर के प्रांगण में श्री राम के पुत्रों ने हनुमान को बंदी बना लिया था। जलियांवाला बाग में हुई नरसंहार भारत के स्वतंत्रता संग्राम की एक प्रमुख घटना है। अतः यह शहर धार्मिक, सांस्कृतिक एवं ऐतिहासिक कारणों से विशेष है। यहाँ की सरकार ने पर्यटकों की सुख-सुविधाओं के लिए पर्याप्त व्यवस्था की है। विस्तृत पैदलपथ बनी हुई है। भिन्न प्रकार के परिवहन जैसे तांगा, ऑटोरिक्षा और गाड़ियाँ रहती हैं। पारम्परिक कलाकृतियाँ, पोशाकों और खाद्यपदार्थों की अनेकों दुकानें, पंक्तिबद्ध, गुरुद्वारा परिसर को घेरे हुए हैं, जो प्रतिदिन पर्यटकों से व्यस्त रहता है।

वायु गुणवत्ता सूचकांक वायु में प्रदूषक तत्वों की उपस्थिति और मात्रा के आधार पर निश्चित किया जाता है। इसके मापदंड को पर्यावरण संरक्षण संस्थान द्वारा ६ समूहों में विभाजित किया गया है। ० से ५० का अंक सर्वश्रेष्ठा माना जाता है और ५१ से १०० का अंक संतोषजनक। जब वायु गुणवत्ता सूचकांक १०० से अधिक हो, तो जिस व्यक्ति को फेफड़ों अथवा हृदय की समस्या है उसको श्वासकष्ट होने की संभावना रहती है। अधिक समय के लिए इस प्रकार के वायु में रहने से स्वस्थ व्यक्ति भी श्वास की समस्याओं का अनुभव कर सकता है। ये लेख प्रदूषकों की सूची में से प.म. २.५ पर केंद्रित है। इनका सूक्ष्म आकार इनको शरीर में प्रवेश करने में सहजता प्रदान करता है। [10] के अनुसार ये फेफड़ों को गंभीर रूप से क्षतिग्रस्त कर सकते हैं। श्वास में प.म. २.५ की अत्यधिक मात्रा असामयिक मृत्यु का कारण बन सकती है। लकड़ी जलाने से उत्पन्न अथवा वाहनों और चिमनियों से निकालित धुआँ इस प्रदूषक के स्रोत हैं।

अमृतसर के स्वर्ण मंदिर की चमक प्रदूषित वायु से क्षय होने की चेतावनी २०१५ में ही मिल गई थी। पर्यटकों के गमन-आगमन से यहाँ वाहनों की संख्या भी अधिक रहती है। इस क्षेत्र का हरित आवरण नगण्य है। इस सीमित क्षेत्र में वृद्ध पर्यटकों और निवासियों की उपस्थिति प.म. २.५ प्रदूषक को और घातक बना देती है।

किसी शहर के नियोजन व प्रबंधन में पूर्वानुमान का विशेष महत्व है। संभावित जनसंख्या और आर्थिक उन्नति के अनुमान संसाधनों के विवेकपूर्ण उपयोग सुनिश्चित करते हैं। इसी प्रकार अगर पर्यावरण पर मानवजनित प्रक्रियाओं का प्रभाव भी अनुमानित किया जाए, तो स्थानीय निवासियों के लिए न केवल सहज बल्कि स्वस्थ जीवनशैली भी सुनिश्चित की जा सकती है। यह तकनीकी लेखन अमृतसर के वायु में प.म. २.५ का स्तर का प्राक्कलन करने हेतु एक सांख्यिकीय मॉडल प्रस्तुत करता है।

## 2. साहित्य की समीक्षा :

विश्वभर में वायु प्रदूषण न केवल हमारे स्वास्थ्य के लिए हानिकारक, बल्कि वनस्पति और पशु-पक्षी के लिए घातक सिद्ध हो रहा है। इन्हीं प्रदूषकों के फलस्वरूप हम "ग्लोबल वार्मिंग" और जलवायु में उसका प्रभाव देख रहे हैं। अतः वायु में इन प्रदूषकों की गतिविधि को अनुमानित करने के लिए अनेकों विधियाँ सम्बंधित अनुसंधान साहित्य में मिल जाती हैं, [8] में इन विधियों का विस्तृत वर्णन मिलता है। "केमिकल ट्रांसपोर्ट मॉडल" अर्थात् रसायनों के परिवहन पर आधारित मॉडल कृत्रिम उपग्रहों से प्राप्त जानकारी और भौतिक विज्ञान के सिद्धांतों पर आधारित समीकरणों का प्रयोग करते हैं, उदाहरण के लिए जो [6] में प्रस्तुत किया गया है।

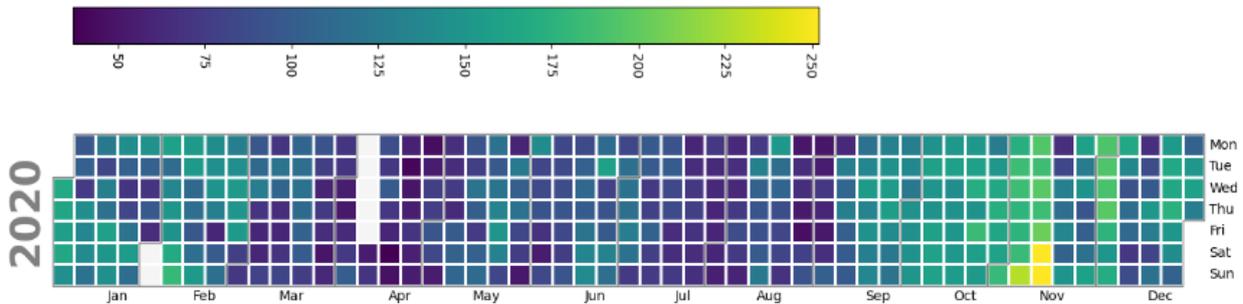
अन्य अन्वेषक, उदाहरण के लिए [1][9], वायु गुणवत्ता सूचकांक के पूर्वानुमान के लिए सांख्यिकीय विधियों को प्रयोग में लाते हैं। इसी क्षेत्र में "न्यूरल नेटवर्क्स", जो मस्तिष्क की संरचना से प्रेरित हैं, जटिल स्थितियों में भी सटीक अनुमान देने के लिए विख्यात हैं। [3][5][7] में न्यूरल नेटवर्क्स का पूर्वानुमान हेतु प्रयोग देखे जा सकते हैं। हालांकि जब आंकड़ों की मात्रा सीमित हो तो सांख्यिकीय मॉडल बेहतर प्रदर्शन दिखाते हैं [9]। पूर्वानुमान की समस्या को वर्गीकरण में रूपांतरित करके [2][4] स्तर के वर्ग का अनुमान करते हैं।

## 3. संकलित आकड़े:

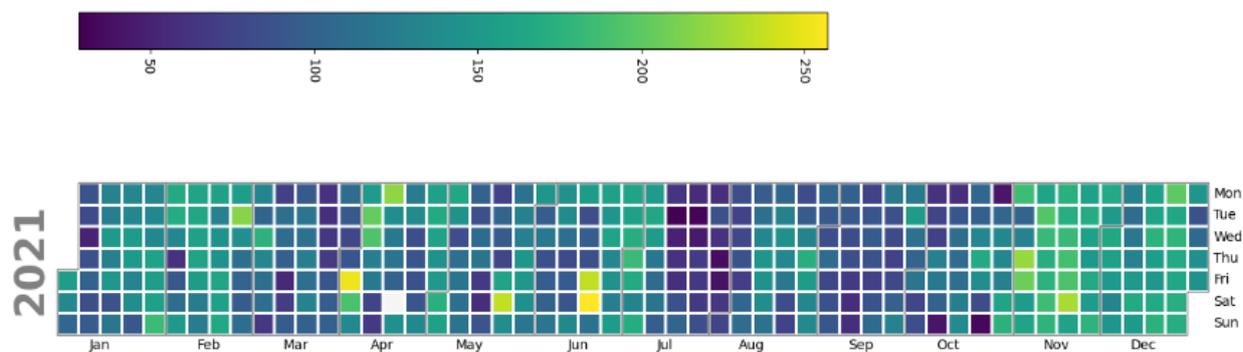
किसी गतिविधि के सूचकों का निश्चित अंतराल पर मापन करने से उसके गतिशील स्वभाव का अध्ययन किया जा सकता है। इसी उद्देश्य से वायु गुणवत्ता सूचकांक में प.म. २.५ के गत तीन वर्षों के दैनिक मापों का [www.aqicn.org/here] से संकलन किया गया है। कुछ दिनों पर कोई मापन नहीं था, ऐसे खाली स्थानों को निकटतम अंकों से पूरित किया गया है, इस विधि को "इम्प्युटेशन" कहते हैं।

वर्ष २००० में आई वैश्विक महामारी के कारण अमृतसर में पर्यटक नहीं आये, व्यवसाय अधिकांश वर्ष बंद रहे। चित्र १ में प.म. २.५ का सूचकांक पूरे वर्ष कम रहा, नवंबर में कुछ वृद्धि देखी गई।

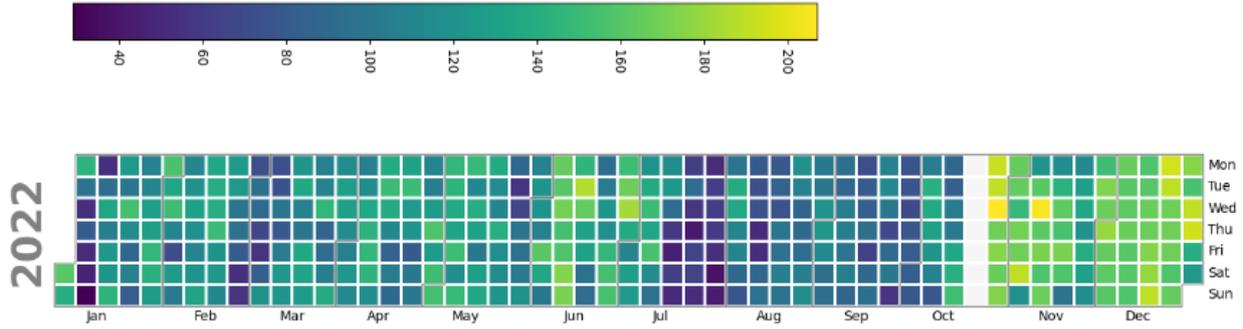
२०२१ और २०२२ में इस महामारी को नियंत्रण में लाने के पश्चात् अमृतसर अपने सामान्य चहल-पहल में लौट आया। इनके चित्रण (चित्र २ और ३) से ज्ञात होता है कि शीतकाल में प्रदूषक की मात्रा में वृद्धि आती है। इसके संभावित कारण अधिक पर्यटकों का आगमन हो सकता है, जो गुरपुरब इत्यादि उत्सवों में सम्मिलित होते हैं, और निवासियों का ठण्ड से बचने के लिए अलाव जलाना, जिसका धुआँ कुहासे में स्तगित हो जाता है। जुलाई के महीने में ये सूचकांक कम हो जाते हैं, जिसका संभावित कारण वर्षाऋतु में पर्यटकों की संख्या कम हो जाना है, और फलस्वरूप वाहनों का प्रयोग घट जाना।



चित्र १. २०२० में प.म. २.५ स्तर का कैलेंडर चित्रण



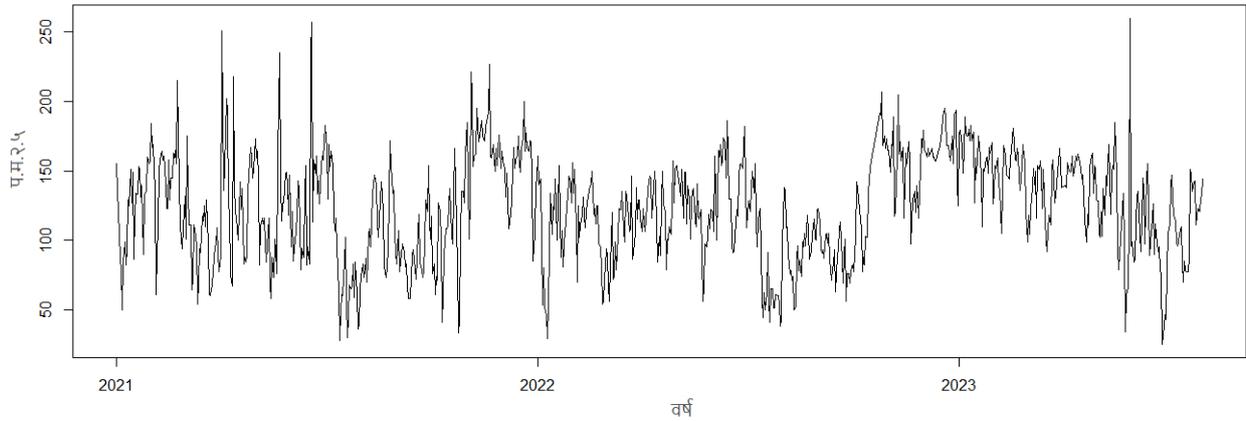
चित्र २. २०२१ में प.म. २.५ स्तर का कैलेंडर चित्रण



चित्र ३. २०२२ में प.म. २.५ स्तर का कैलेंडर चित्रण

#### 4. विश्लेषण की विधि:

२०२० महामारी के कारण एक असामान्य वर्ष था, अतः इसको विश्लेषण में सम्मिलित नहीं किया जा रहा है।



चित्र ४. अमृतसर में २०२१ पर्यन्त प.म.२.५ के सूचांक मूल्यों का चित्रण

१ जनवरी, २०२१ से आरम्भ करके १२ अगस्त, २०२३ तक के स्तरों को दो भागों में विभाजित किया गया है- प्रथम भाग, जो १ जनवरी, २०२१ से ३१ जुलाई, २०२३ तक की है, का उपयोग ARIMA नामक मॉडल के प्रशिक्षण में किया गया है, शेष भाग इस मॉडल की उपयोगिता सुनिश्चित करने में प्रयोग किया गया।

#### 5. विश्लेषण के परिणाम:

ARIMA (5,1,0) आंकड़ों के अनुसार सर्वश्रेष्ठ मॉडल है, सरल शब्दों में, वर्तमान प.म. २.५ का स्तर पिछले पांच दिनों से स्तरों से अनुमानित किया जा सकता है। तालिका १ से देखा जा सकता है कि मॉडल द्वारा अनुमानित स्तर १०० से अधिक ही है।

तालिका १. अगस्त २०२३ के १२ दिवसों के प.म. २.५ अनुमान और उनकी वास्तविक मापों से तुलना।

ARIMA (5,1,0)	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	9/8	10/8	11/8	12/8
वास्तविक	141	146	135	151	130	131	140	162	151	149	125	159
अनुमानित	138	134	134	135	136	136	136	136	135	135	136	136

#### 6. संभावित विस्तार:

वायु गुणवत्ता सूचकांक के अनुमान में मौसम तापमान, नमी, हवा की गति इत्यादि, अनेकों मापों का ARIMA मॉडल के प्रशिक्षण में उपयोग किया जा सकता है। भौतिक विज्ञान पर आधारित गणितीय मॉडल भी प्रयोग में लाए जा सकते हैं। आसपास के ग्रामीण व औद्योगिक क्षेत्रों की गतिविधियों का अमृतसर के वायु प्रदूषण पर कैसे प्रभाव पड़ता है, यह भी अध्ययन का रोचक विषय है।

## 7. समाप्ति:

अमृतसर पंजाब राज्य के पर्यटन का एक प्रमुख केंद्र है। वायु प्रदूषण इसके पर्यटकों के स्वास्थ्य और पर्यटन के आर्थिक लाभ, दोनों के लिए हानिकारक है। विख्यात हरमंदिर साहिब गुरुद्वारा के आसपास के क्षेत्र में वायु गुणवत्ता सूचकांक का अध्ययन व विश्लेषण से यह स्थापित होता है कि प्रदूषक प.म. २.५ का स्तर, पर्यटकों की संख्या और ऋतुओं के परिवर्तन से प्रभावित होता है। अधिकांश वर्ष यह हानिकारक वर्ग में रहता है और उत्सवों में घातक वर्ग की ओर अग्रसर हो जाता है। ARIMA (५,१,०) मॉडल से प.म. २.५ के स्तर के पूर्वानुमान १०० से अधिक ही प्राप्त हुए। ऐसे में दुकानदारों के लिए फेस मास्क का प्रयोग उनके स्वस्थ के लिए कल्याणकारी होगा। भोजनालय इत्यादि में वायु शोधक यंत्रों का प्रयोग किया जाए। पर्यटकों के लिए वैद्युत वाहनों का प्रयोग हो, और अलाव जलने पर रोक लगाई जाए, तो वायु गुणवत्ता सूचकांक में कुछ सुधार संभव है। यह अत्यावश्यक है कि क्षेत्र प्रबन्धक वायु की गुणवत्ता के सुधार के लिए शीघ्र कुछ ठोस कदम उठाएँ। दीर्घकालिक नियोजन में अधिक वृक्षों को लगाने का प्रयास किया जाए।

## सन्दर्भ :

1. Atoui, A., Slim, K., Andaloussi, S. A., Moilleron, R., & Khraibani, Z. (2022). Time Series Analysis and Forecasting of the Air Quality Index of Atmospheric Air Pollutants in Zahleh, Lebanon. *Atmospheric and Climate Sciences*, 12(4), 728-749.
2. Chen, C. W., & Chiu, L. M. (2021). Ordinal time series forecasting of the air quality index. *Entropy*, 23(9), 1167.
3. Handhayani, T. (2023). An integrated analysis of air pollution and meteorological conditions in Jakarta. *Scientific Reports*, 13(1), 5798.
4. Haq, M. A. (2022). SMOTEDNN: A novel model for air pollution forecasting and AQI classification. *Computers, Materials & Continua*, 71(1).
5. He, H., & Luo, F. (2020, February). Study of LSTM air quality index prediction based on forecasting timeliness. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 446, No. 3, p. 032113). IOP Publishing.
6. Jena, C., Ghude, S. D., Kumar, R., Debnath, S., Govardhan, G., Soni, V. K., ... & Rajeevan, M. (2021). Performance of high resolution (400 m) PM<sub>2.5</sub> forecast over Delhi. *Scientific reports*, 11(1), 4104.
7. Jin, N., Zeng, Y., Yan, K., & Ji, Z. (2021). Multivariate air quality forecasting with nested long short term memory neural network. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(12), 8514-8522.
8. Liu, H., Yan, G., Duan, Z., & Chen, C. (2021). Intelligent modeling strategies for forecasting air quality time series: A review. *Applied Soft Computing*, 102, 106957.
9. Nath, P., Saha, P., Middy, A. I., & Roy, S. (2021). Long-term time-series pollution forecast using statistical and deep learning methods. *Neural Computing and Applications*, 1-20.
10. Xing, Y. F., Xu, Y. H., Shi, M. H., & Lian, Y. X. (2016). The impact of PM<sub>2.5</sub> on the human respiratory system. *Journal of thoracic disease*, 8(1), E69.