



PHẦN THỨ HAI: NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG

Xây dựng bản đồ phân bố hàm lượng các thông số ô nhiễm không khí khu vực tỉnh Hải Dương từ dữ liệu vệ tinh Sentinel 5P TROPOMI

Lê Văn Phú¹, Trịnh Lê Hùng^{1*}

¹Học viện Kỹ thuật quân sự, Hà Nội, Việt Nam
Email tác giả liên hệ: tringlehung@lqdtu.edu.vn

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13236987>

Tóm tắt:

Hải Dương là địa phương có tốc độ phát triển kinh tế - xã hội cũng như đô thị hóa cao. Do tiếp giáp với tỉnh Quảng Ninh, là địa bàn khai thác than lớn nhất cả nước, chất lượng không khí ở Hải Dương có những diễn biến phức tạp, đòi hỏi phải có sự theo dõi và quan trắc liên tục. Nghiên cứu này trình bày kết quả thành lập bản đồ phân bố không gian theo tháng và theo năm hàm lượng các thông số ô nhiễm không khí bao gồm CO, NO₂ và SO₂ trên địa bàn tỉnh Hải Dương từ dữ liệu vệ tinh Sentinel 5P TROPOMI sử dụng nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine (GEE). Kết quả xác định hàm lượng không khí từ dữ liệu viễn thám được so sánh với giá trị giới hạn của các thông số cơ bản trong không khí tại QCVN 05:2013/BTNMT “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí”. Kết quả thu được trong nghiên cứu này cung cấp thông tin khách quan, kịp thời giúp các nhà quản lý trong giám sát chất lượng không khí tại các địa phương.

Từ khóa: Ô nhiễm không khí, Viễn thám, Sentinel 5P TROPOMI, Hải Dương

Ngày nhận bài: 10/04/2024

Ngày sửa lại: 20/04/2024

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2024

Ngày xuất bản: 30/06/2024

Mapping the spatial distribution of air pollutants in Hai Duong province using Sentinel 5P TROPOMI satellite data

Le Van Phu¹, Trinh Le Hung^{1*}

¹Military Technical Academy, Ha Noi, Viet Nam
Corresponding Author Email: tringlehung@lqdtu.edu.vn

Abstract:

Hai Duong is a region with high economic and social development as well as urbanization. Due to its proximity to Quang Ninh province - the largest coal mining area in the country, air quality in Hai Duong undergoes complex changes, necessitating continuous monitoring and surveillance. This study presents the results of mapping the spatial distribution of air pollution parameters, including CO, NO₂, and SO₂, on a monthly and yearly basis in Hai Duong province using Sentinel 5P TROPOMI satellite data and the Google Earth Engine (GEE) cloud computing platform. The air pollutants concentration calculated from remote sensing data are compared with the limit values of basic air parameters in the Vietnamese National Technical Regulation on Air Quality (QCVN 05:2013/BTNMT). The obtained results in this study provide objective and timely information to assist local authorities in monitoring air quality in the region.

Keywords: Air pollution, Remote sensing, Sentinel 5P TROPOMI, Hai Duong

Submission received: 10/04/2024

Revised: 20/04/2024

Accepted: 25/04/2024

Published: 30/06/2024

1. Giới thiệu chung

Ô nhiễm không khí là một trong những vấn đề môi trường cấp bách nhất đối với các quốc gia do tác động của quá trình phát triển kinh tế - xã hội cũng như sự gia tăng dân số. Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy, chất lượng không khí ở nhiều khu vực đã xuống cấp nghiêm trọng, ảnh hưởng lớn đến sức khỏe của người dân xung quanh [1,2,3]. Việc ước tính và giám sát nồng độ các chất gây ô nhiễm không khí có vai trò quan trọng, cung cấp thông tin kịp thời giúp các nhà quản lý ứng phó với ô nhiễm môi trường.

Hải Dương là địa phương có tốc độ phát triển kinh tế nhanh, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ. Bên cạnh đó, Hải Dương cũng tiếp giáp với tỉnh Quảng Ninh, là địa phương có trữ lượng than lớn nhất cả nước [4]. Than đã đóng vai trò quan trọng trong sản xuất năng lượng ở Việt Nam trong nhiều thập kỷ, cung cấp năng lượng cho các ngành công nghiệp và hoạt động của con người. Mặc

dù có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội nhưng việc khai thác và sử dụng than đã gây ra những tác động tiêu cực đến môi trường và sức khỏe cộng đồng [5]. Điều này cũng ảnh hưởng đến chất lượng không khí ở các khu vực xung quanh, trong đó có tỉnh Hải Dương.

Các nghiên cứu trước đây thường sử dụng dữ liệu quan trắc tại các trạm đo để đánh giá chất lượng không khí. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu viễn thám quang học để đánh giá chất lượng không khí dựa trên mối quan hệ giữa hàm lượng PM10 và phản xạ khí quyển xác định từ dữ liệu viễn thám. Thời gian gần đây, vệ tinh Sentinel 5P với bộ cảm biến TROPOMI cho phép quan trắc hàm lượng nhiều thông số chất lượng không khí khác nhau như CH₄, CO, NO₂, SO₂ là một nguồn dữ liệu quan trọng và hiệu quả cao phục vụ nghiên cứu ô nhiễm không khí. Với độ phân giải thời gian cao và phạm vi bao phủ rộng, dữ liệu Sentinel 5P được sử dụng rộng rãi và hiệu quả trong việc theo dõi nồng độ các thông số ô nhiễm không khí ở nhiều khu vực khác nhau trên thế giới [6,7,8,9].

Bài viết này trình bày kết quả lập bản đồ phân bố nồng độ các chất ô nhiễm không khí tại khu vực tỉnh Hải Dương từ dữ liệu vệ tinh Sentinel 5P. Dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI tại khu vực nghiên cứu vào năm 2023 được thu thập để xây dựng bản đồ nồng độ trung bình hàng tháng của 3 chất gây ô nhiễm không khí, bao gồm CO, NO₂ và SO₂. Kết quả nhận được trong nghiên cứu là những thông tin khách quan, kịp thời, giúp các nhà quản lý theo dõi và ứng phó với tình trạng ô nhiễm không khí tại tỉnh Hải Dương.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1.1 Khu vực nghiên cứu

Hải Dương là tỉnh thuộc Đồng bằng sông Hồng, trải dài từ 20°43' đến 21°14' độ vĩ Bắc, 106°03' đến 106°38' độ kinh Đông (Hình 1). Hải Dương có diện tích 1.662 km², là tỉnh có diện tích trung bình trong số các tỉnh thành ở Việt Nam, được chia làm 2 vùng: vùng đồi núi và vùng đồng bằng. Ngoài ra, Hải Dương cũng tiếp giáp với Quảng Ninh, là địa bàn khai thác và chế biến than lớn nhất cả nước.





Hình 1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu

2.1.2 Dữ liệu sử dụng

Trong nghiên cứu này, dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI được thu thập liên tục trong năm 2023 tại tỉnh Hải Dương được sử dụng để xây dựng bản đồ phân bố nội dung của 3 thông số ô nhiễm không khí gồm CO, NO₂ và SO₂. Nền tảng Google Earth Engine (GEE) đã được sử dụng để thu thập và xử lý dữ liệu Sentinel 5P bằng công cụ harpconverbin_spatial. Dữ liệu được xử lý sau ở cấp độ L3, loại bỏ các pixel có giá trị QA nhỏ hơn 80% đối với AER_AI, 75% đối với dải mật độ tropospheric_NO2_column_number của NO₂ và 50% đối với tất cả các bộ dữ liệu khác ngoại trừ O₃ và SO₂ [10].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI ở định dạng NetCDF (cấp độ L2) được thu thập từ cơ sở dữ liệu Copernicus, sau đó được xử lý trên nền tảng GEE để đạt được cấp độ L3 và chuyển đổi sang định dạng TIFF dựa trên công cụ harpconverbin_spatial.

Google Earth Engine là nền tảng phân tích dữ liệu không gian địa lý dựa trên đám mây cho phép người dùng trực quan hóa và phân tích dữ liệu hình ảnh vệ tinh. GEE là một công cụ hiệu quả và mạnh mẽ khi xử lý dữ liệu viễn thám đa thời gian, chẳng hạn như với ảnh Sentinel 5P. Nồng độ CO, NO₂ và SO₂ tính toán từ dữ liệu Sentinel 5P có đơn vị là mol/m², trong khi đơn vị theo tiêu chuẩn Việt Nam là µg/m³ nên sau khi xử lý cần chuyển đổi đơn vị đo theo nghiên cứu [11]:

$$C = \frac{C_{col.}}{H} \times M \times A \quad (1)$$

Trong đó: C là nồng độ các chất ô nhiễm không khí, đơn vị µg/m³;

Ccol. - nồng độ cột chất ô nhiễm không khí, tính bằng đơn vị mol/cm²;

H - độ cao khí quyển (10000 m);

A - hằng số chuyển đổi từ (g/m³) sang (µg/m³) (bằng 1000000);

M - khối lượng mol của chất ô nhiễm không khí (g/mol).

Hàm lượng các thông số ô nhiễm không khí xác định từ dữ liệu Sentinel 5P được so sánh với Quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh để đánh giá chất lượng không khí tại khu vực nghiên cứu (Bảng 1).

Bảng 1. Giá trị giới hạn tối đa (µg/m³) của các chất gây ô nhiễm không khí trong QCVN 05:2013/BTNMT [12]

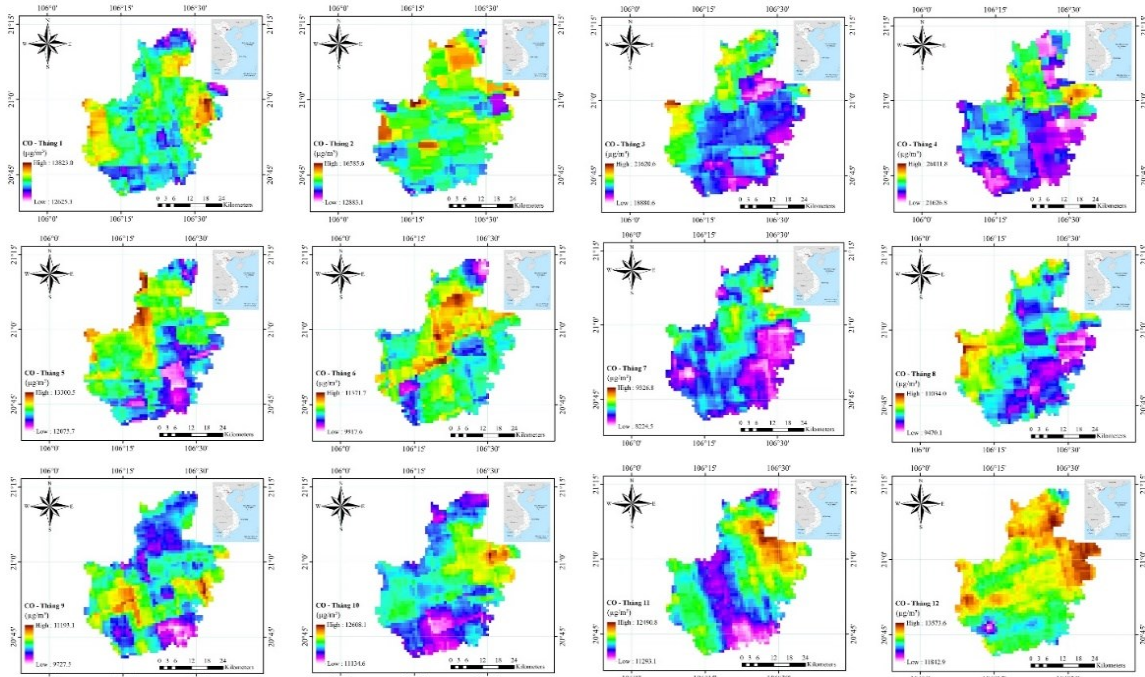
TT	Thông số	Trung bình 1 giờ	Trung bình 8 giờ	Trung bình 24 giờ	Trung bình năm
1	CO	30000	10000	-	-
2	NO ₂	200	-	100	40
3	SO ₂	350	-	125	50

3. Kết quả và bàn luận

Dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI cho cả năm 2023, sau khi thu thập và xử lý, được sử dụng để xây dựng bản đồ phân bố nồng độ trung bình CO, NO₂ và SO₂ theo tháng bằng phần mềm ArcGIS 10.8. Đơn vị nồng độ của các khí ô nhiễm không khí cũng được quy đổi từ mol/m² sang µg/m³ theo công thức (1).

3.1. Bản đồ phân bố hàm lượng CO trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

Hình 2 thể hiện bản đồ phân bố hàm lượng CO theo tháng năm 2023 tại tỉnh Hải Dương từ dữ liệu Sentinel 5P. Có thể thấy, nồng độ CO tại Hải Dương có sự chênh lệch lớn giữa các tháng của năm 2023, trong đó nồng độ CO cao nhất vào tháng 4 với giá trị dao động từ 21326,8 µg/m³ đến 26011,8 µg/m³. Khu vực có nồng độ CO cao nhất nằm ở các huyện Kinh Môn và huyện Nam Sách. Trong tháng 7, nồng độ CO trong không khí đạt mức thấp nhất (từ 8224,5 µg/m³ đến 9326,8 µg/m³). Nồng độ CO tăng trong các tháng cuối năm 2023 (trên 10000 µg/m³), nhưng vẫn thấp hơn nồng độ CO trong 4 tháng đầu năm.

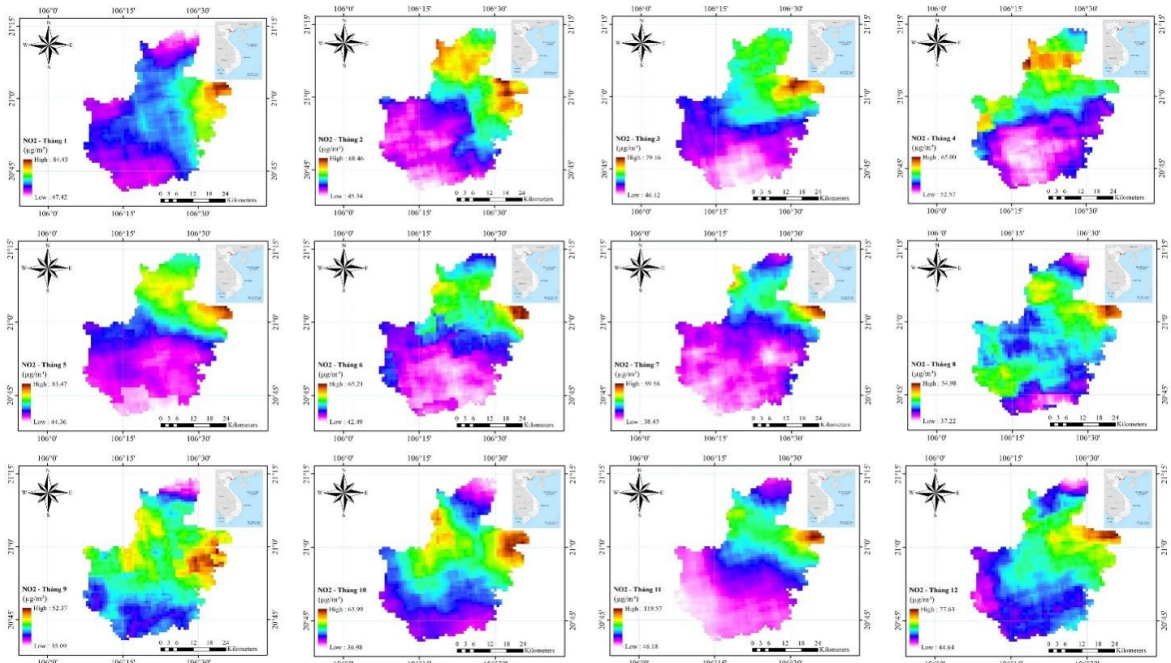


Hình 2. Bản đồ phân bố hàm lượng CO trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

Mặc dù QCVN 05:2013/BTTMT không quy định giá trị giới hạn nồng độ CO trung bình hàng tháng nhưng qua so sánh với Bảng 1 cho thấy nồng độ CO tại Hải Dương rất cao, thấp nhất từ 8224,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gần bằng giới hạn cho phép) theo giá trị trung bình 8 giờ trong QCVN 05:2013/BTTMT).

3.2. Bản đồ phân bố hàm lượng NO_2 trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

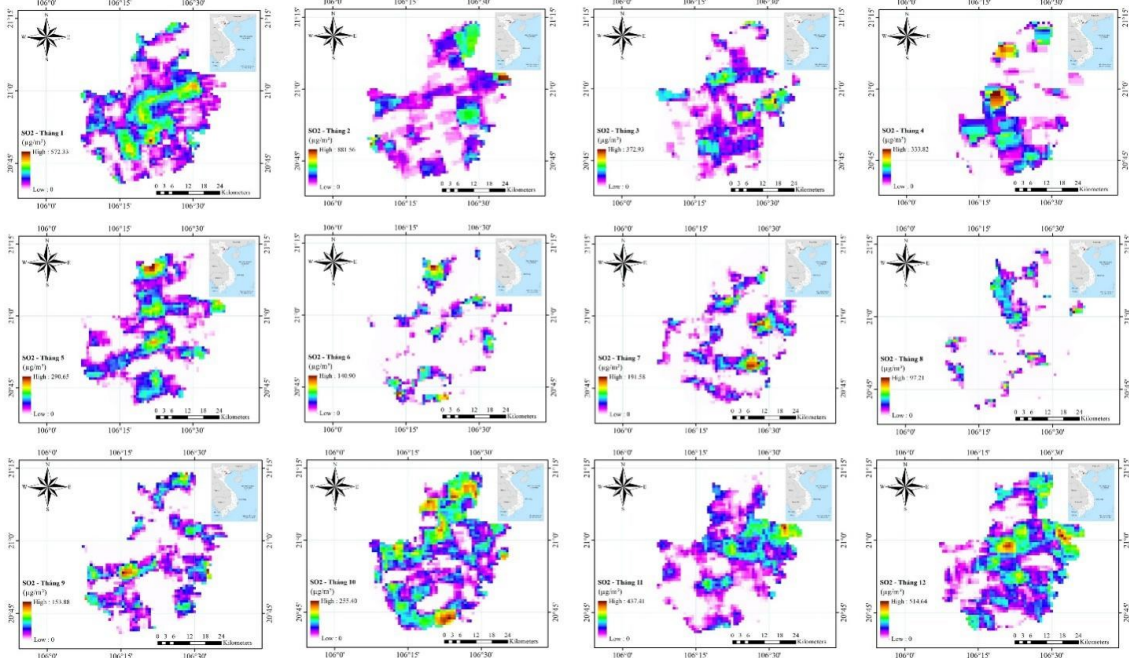
Hình 3 thể hiện bản đồ phân bố không gian theo tháng về nồng độ NO_2 theo tháng năm 2023 tại tỉnh Hải Dương. Kết quả cho thấy, tương tự như chất gây ô nhiễm CO, nồng độ NO_2 cao nhất ở khu vực các huyện Kinh Môn, Chí Linh, Nam Sách. Nồng độ NO_2 trung bình cao nhất diễn ra vào tháng 11 với dao động từ 46,18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ đến 119,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và thấp nhất vào tháng 9 với dao động từ 35,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ đến 52,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bên cạnh đó, nồng độ NO_2 trung bình hàng tháng năm 2023 giảm dần từ phía Bắc tới phía Nam khu vực nghiên cứu.



Hình 3. Bản đồ phân bố hàm lượng NO_2 trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

3.2. Bản đồ phân bố hàm lượng SO_2 trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

Bản đồ nồng độ SO_2 trung bình hàng tháng năm 2023 trên địa bàn tỉnh Hải Dương được trình bày trên Hình 4. Kết quả thu được cho thấy nồng độ SO_2 tại khu vực nghiên cứu đạt mức thấp nhất vào tháng 8 năm 2023 (từ 0 đến 97,21 $\mu g/m^3$). Nồng độ SO_2 thu được cao nhất diễn ra vào tháng 2 (từ 0 đến 881,56 $\mu g/m^3$) tại các huyện Kinh Môn, Chí Linh.



Hình 4. Bản đồ phân bố hàm lượng SO_2 trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

4. Kết luận

Nghiên cứu này trình bày kết quả ứng dụng dữ liệu vệ tinh Sentinel 5P TROPOMI để lập bản đồ phân bố theo không gian - thời gian của 3 nồng độ chất ô nhiễm không khí (CO , NO_2 và SO_2) tại tỉnh Hải Dương. Từ dữ liệu Sentinel 5P, trong nghiên cứu đã xây dựng bản đồ nồng độ các chất ô nhiễm không khí trung bình hàng tháng năm 2023, bao gồm CO , NO_2 và SO_2 , sau đó so sánh với các giá trị giới hạn trong tiêu chuẩn Việt Nam về chất lượng không khí (QCVN 05:2013/BTNMT). Kết quả cho thấy nồng độ CO , NO_2 và SO_2 trên địa bàn tỉnh Hải Dương năm 2023 đều cao so với quy định tại QCVN.

Ngoài ra, bản đồ phân bố nồng độ các chất gây ô nhiễm không khí thu được trong nghiên cứu là thông tin khách quan và kịp thời, cho phép các nhà quản lý đánh giá mức độ ô nhiễm không khí cũng như xác định các nguồn phát thải không khí tại khu vực nghiên cứu. Với phạm vi bao phủ rộng, dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI có thể được sử dụng hiệu quả trong việc giám sát và đánh giá ô nhiễm không khí, tiết kiệm thời gian và chi phí so với các phương pháp nghiên cứu truyền thống.

Tài liệu tham khảo

- [1] Krishnan A, Panicker S, Sandeep S, Jithin S, Daniel J, Sajjad T. “Electrochemical based gas sensing for ambient air quality monitoring in opencast coal mines”. First International Conference on Electrical, Electronics, Information and Communication Technologies (ICEEICT), Trichy, India, 2022, pp. 1-8, doi: 10.1109/ICEEICT53079.2022.9768541, 2022.
- [2] Li S, Chen X, Peng G, Han M, Guo Q, Hou J, Gao, B “Research on the evaluation of air quality in underground coal mines based on a generalized contrastive weighted comprehensive scale index method”. *Atmosphere* 14(6), 1021. <https://doi.org/10.3390/atmos14061021>, 2023.



- [3] Trinh LH, “Air pollution determination using remote sensing technique: a case study study in Quang Ninh province, Vietnam”. *European Geographical Studies*, 9(1), 4 - 11. DOI: 10.13187/egs.2016.9.4, 2016.
- [4] Luu DH, Trinh HL, “Renewable energy policies for sustainable development in Vietnam”. *Vietnam National University Journal of Sciences, series Earth Sciences*, 25(3), 133 – 142, 2009.
- [5] Gopikrishnan GS, Kuttippurath J, Raj S, Singh A, Abhishek, K, “Air quality during the COVID–19 lockdown and unlock periods in India analyzed using satellite and ground-based measurements”. *Environmental Processes*, 9(2): 28. DOI 10.1007/s40710-022-00585-9, 2022.
- [6] Amiri F, Jamali AA, Gharibvan, LK, “Tracing air pollution changes (CO, NO₂, SO₂, and HCHO) using GEE and Sentinel 5P images in Ahvaz, Iran”. *Environment Monitoring and Assessment* 195, 1259. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11885-4>, 2023.
- [7] Halder B, Ahmadianfar I, Heddam, Mussa Z, Goliatt L, Tan M, Saadi Z, Al-Khafaji Z, Al-Ansaru N, Jawad A, Yaseen Z, “Machine learning-based country-level annual air pollutants exploration using Sentinel-5P and Google Earth Engine”. *Scientific Reports* 13, 7968. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34774-9>, 2023.
- [8] Hassaan M.A, Abdallah S., Shalab, EA, Ibrahim AA “Assessing vulnerability of densely populated areas to air pollution using Sentinel-5P imageries: a case study of the Nile Delta, Egypt”. *Scientific Reports* 13, 17406. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44186-4>, 2023.
- [9] Mehrabi M, Scaioni M, Previtali M, “Air quality monitoring in Ukraine during 2022 military conflict using Sentinel-5P imagery”. *Air Qual Atmos Health*. <https://doi.org/10.1007/s11869-023-01488-w>, 2023.
- [10] Gopinathan P, Subramani T, Barbosa S, Yuvaraj D, “Environmental impact and health risk assessment due to coal mining and utilization”. *Environmental Geochemistry and Health* 45, 6915 – 6922, 2023.
- [11] Savenets M, “Air pollution in Ukraine: a view from the Sentinel 5P satellite”. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service* 125(2), 271 – 290, 2021.
- [12] Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE). *QCVN 05:2013/BTNMT National technical regulation on ambient air quality*, pp .6, 2013.

