



ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ KHU VỰC BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN HUYỆN ĐÀ BẮC, TỈNH HÒA BÌNH BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHỈ SỐ RAPI

BÙI NGỌC MINH¹, PHẠM THỊ VIỆT ANH^{2*}

¹Viện Các Khoa học Trái đất, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt

Các bãi chôn lấp chất thải rắn quy mô cấp huyện tại Việt Nam thường sử dụng công nghệ chôn lấp đơn giản, thiếu hệ thống xử lý khí thải, tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm không khí và ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng. Nghiên cứu này đánh giá chất lượng môi trường không khí khu vực bãi chôn lấp chất thải rắn huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình bằng chỉ số ô nhiễm không khí tương đối RAPI, nhằm làm rõ mức độ ô nhiễm và xu thế biến đổi theo thời gian. Số liệu quan trắc các thông số TSP, NH₃ và H₂S được thu thập tại 10 vị trí trong và xung quanh bãi chôn lấp vào tháng 11/2020 và tại 9 vị trí vào tháng 11/2022, kết hợp với điều tra xã hội học đối với cộng đồng dân cư lân cận. Kết quả cho thấy, năm 2020 chất lượng không khí tại tất cả các vị trí khảo sát đều ở mức ô nhiễm nghiêm trọng, trong đó H₂S là thông số chi phối. Đến năm 2022, sau khi bãi chôn lấp bổ sung công nghệ đốt rác sinh hoạt, nồng độ các chất ô nhiễm giảm rõ rệt; chất lượng không khí được cải thiện lên mức tốt tại 7/9 vị trí, trung bình tại 1 vị trí và chỉ còn 1 vị trí ở mức ô nhiễm nghiêm trọng theo thang đánh giá RAPI. Kết quả nghiên cứu chứng minh tính hiệu quả của chỉ số RAPI trong đánh giá tổng hợp chất lượng không khí khu vực bãi chôn lấp và có thể áp dụng làm công cụ hỗ trợ quản lý, giám sát môi trường và cảnh báo rủi ro sức khỏe cho cộng đồng tại các bãi rác quy mô tương tự.

Từ khóa: Chất lượng không khí, bãi chôn lấp chất thải rắn, chỉ số RAPI, H₂S, Đà Bắc.

Ngày nhận bài: 26/2/2026; **Ngày sửa chữa:** 9/3/2026; **Ngày duyệt đăng:** 23/3/2026.

Assessment of air quality in the solid waste landfill area of da bac district, Hoa Binh province using the rapi index

Abstract

Municipal solid waste landfills at the district level in Vietnam commonly apply simple landfilling technologies and lack gas collection and treatment systems, posing potential risks of air pollution and adverse impacts on public health. This study assesses ambient air quality in the vicinity of the Da Bac district municipal solid waste landfill, Hoa Binh province, using the Relative Air Pollution Index (RAPI) in order to clarify pollution levels and temporal variation trends. Monitoring data for TSP, NH₃, and H₂S were collected at 10 locations within and surrounding the landfill area in November 2020 and at 9 locations in November 2022, in combination with a sociological survey of the neighboring residential communities. The results indicate that in 2020, air quality at all monitoring sites was classified as severely polluted, with H₂S identified as the dominant contributing parameter. By 2022, following the introduction of municipal solid waste incineration technology at the landfill, concentrations of air pollutants decreased markedly; air quality improved to a good level at 7 out of 9 sites, to a moderate level at 1 site, and only 1 site remained at a severely polluted level. The findings demonstrate the effectiveness of the RAPI index in the integrated assessment of air quality in landfill areas and suggest its applicability as a supporting tool for environmental management, monitoring, and community health risk warning for landfills of similar scale

Keywords: Air quality, solid waste landfill, RAPI, H₂S, Da Bac.

JEL Classifications: Q51, Q52, Q53, Q55, Q58.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chất lượng môi trường không khí xung quanh các bãi chôn lấp (BCL) chất thải rắn là một trong những vấn đề môi trường được quan tâm trên thế giới và tại Việt Nam do nguy cơ phát thải bụi, khí độc hại, khí nhà kính và

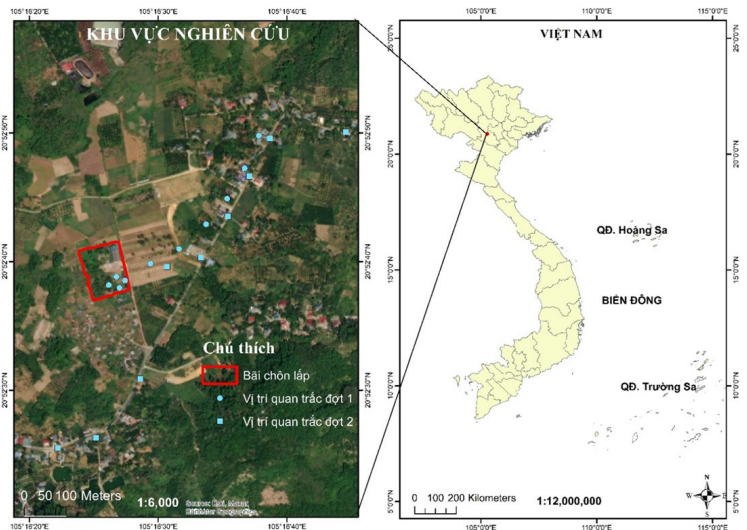
mùi hôi ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe cộng đồng và hệ sinh thái xung quanh. Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã chỉ ra rằng hoạt động chôn lấp chất thải rắn (CTR) có thể làm gia tăng nồng độ bụi, các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC), khí CH₄, H₂S, NH₃..., đồng thời chịu

ảnh hưởng đáng kể của các yếu tố vi khí hậu như hướng gió, nhiệt độ và điều kiện địa hình (Conte và cs. 2018; Njoku và cs. 2019; Pekdogan và cs. 2024). Đánh giá chất lượng không khí (CLKK) được thực hiện bằng các phương pháp như quan trắc truyền thống và khảo sát thực địa (Hossain và cs. 2019; Pop và cs. 2022; Gumede và Gumede, 2025). Bên cạnh đó, những hướng tiếp cận mới như ứng dụng công nghệ IoT, máy bay không người lái, vệ tinh, mô hình hóa lan truyền, đã được triển khai nhằm làm rõ mối liên hệ giữa phát thải từ BCL và tác động đến môi trường không khí cũng như đời sống người dân (Kishore và cs. 2019; Białowicz và cs. 2021; Kannankai và Devipriya, 2024; Balasus và cs. 2024; Wang và cs. 2025; Ferrari và cs. 2025; Citrasari và cs. 2025). Các nghiên cứu này cũng cho thấy, tác động của BCL đến CLKK có thể được kiểm soát nếu công tác quản lý và xử lý chất thải được thực hiện hiệu quả.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về CLKK xung quanh BCL đã được thực hiện với nhiều phương pháp khác nhau. Đánh giá CLKK cho thấy môi trường không khí tại khu vực ranh giới và vùng lân cận BCL thường chịu tác động đáng kể của các khí gây mùi như H₂S, NH₃, đặc biệt trong điều kiện gió thịnh hành, gây ảnh hưởng đến sức khỏe và mức độ hài lòng của cộng đồng dân cư sinh sống gần bãi rác (Phạm Thị Anh, 2005; Phạm Thị Thu Hà, 2021).

Tuy nhiên, việc đánh giá CLKK trong nhiều nghiên cứu vẫn chủ yếu dựa trên từng thông số riêng lẻ hoặc kết quả mô hình lan truyền, chưa phản ánh đầy đủ bức tranh tổng hợp về mức độ ô nhiễm không khí của toàn khu vực nghiên cứu. Trong bối cảnh đó, phương pháp đánh giá CLKK thông qua các chỉ số tổng hợp, đặc biệt là chỉ số ô nhiễm không khí tương đối RAPI, đã được đề xuất và chứng minh hiệu quả trong việc tổng hợp thông tin từ nhiều thông số ô nhiễm, cho phép đánh giá mức độ ô nhiễm không khí một cách trực quan, đồng bộ và dễ so sánh giữa các khu vực và khoảng cách khác nhau. Việc ứng dụng chỉ số RAPI giúp khắc phục hạn chế của các phương pháp đánh giá đơn lẻ, đồng thời hỗ trợ công tác quản lý môi trường và ra quyết định trong quy hoạch, kiểm soát ô nhiễm không khí (Phạm Thị Việt Anh và cs. 2020; Phạm Thị Thu Hà và Phạm Thị Việt Anh, 2021).

Bãi chôn lấp chất thải rắn huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình nằm trong khu vực có địa hình



Hình 1. Vị trí địa lý của khu vực nghiên cứu và vị trí quan trắc đợt 1, đợt 2

đồi núi phức tạp, xen kẽ khu dân cư và chịu ảnh hưởng rõ rệt của hướng gió thịnh hành Tây Nam. Hoạt động xử lý CTR tại đây bao gồm cả chôn lấp và đốt rác, tiềm ẩn nguy cơ phát thải bụi, khí độc hại và mùi hôi, đặc biệt đối với các khu dân cư nằm ở khoảng cách gần bãi chôn lấp. Phạm Thị Việt Anh và Phạm Thị Thu Hà (2021) đã sử dụng mô hình để tính toán lan truyền ô nhiễm tại khu vực này. Tuy nhiên, việc đánh giá CLKK một cách tổng hợp cho khu vực nghiên cứu là chưa có. Xuất phát từ thực tiễn trên, bài báo được thực hiện nhằm đánh giá một cách toàn diện hiện trạng CLKK khu vực nghiên cứu, làm rõ mức độ và phạm vi ảnh hưởng của các chất ô nhiễm không khí, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học phục vụ công tác quản lý, giám sát và đề xuất các giải pháp bảo vệ môi trường không khí tại địa phương.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Khu xử lý rác thải có diện tích 10.484 m² bao gồm BCL rác thải; lò đốt rác; nhà che để phân loại, phơi rác; nhà nghỉ cho công nhân, bảo vệ;... Theo số liệu thống kê từ phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Đà Bắc, trung bình mỗi ngày có 6,674 tấn rác thải đô thị phát sinh. Trong đó, khối lượng thu gom được là 6,44 tấn. Rác thải được thu gom cho tới khi đầy phương tiện vận chuyển thì sẽ được đưa về BCL để xử lý với tần suất trung bình 1 – 2 ngày/chuyến.

Trước tháng 3/2022, khu xử lý rác chưa đưa vào hoạt động, rác thải chỉ được chôn lấp và xử lý theo phương pháp thủ công. Từ tháng 3/2022, lò đốt chính thức được đưa vào hoạt động.

Rác thải sau khi đưa về nơi tập kết sẽ được phân loại, phơi 2 – 3 ngày để giảm ẩm và khử mùi hôi trước khi xử lý. Sau khi khử mùi, phân loại, rác hữu cơ được tiến hành đốt bằng lò đốt CNC1000 của hãng T-Tech với công suất 1000 kg/h. Khối lượng rác trung bình đốt hàng ngày vào khoảng 3,5 tấn và phần còn lại được đem đi chôn. Trong 3,5 tấn rác được đốt sẽ có khoảng 10% sản phẩm sau khi đốt là tro xỉ, tương đương 0,35



tấn/ngày. Vì vậy, trung bình mỗi ngày có khoảng 3,29 tấn rác được xử lý bằng biện pháp chôn lấp.

Đối tượng nghiên cứu của bài báo là CLKK xung quanh khu vực bãi rác huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình. Các thông số lựa chọn để đánh giá bao gồm TSP, NH₃ và H₂S. Phạm vi nghiên cứu là BCL và khu vực xung quanh cách BCL 450m. Chất lượng không khí được đánh giá thông qua số liệu 2 đợt quan trắc là tháng 11 năm 2020 và tháng 11 năm 2022. Kết quả quan trắc giữa 2 thời điểm 2020 và 2022 nhằm đánh giá sự thay đổi chất lượng môi trường không khí trước và sau khi BCL thay đổi bổ sung thêm lò đốt rác sinh hoạt.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp điều tra phỏng vấn

Phương pháp điều tra, phỏng vấn được thực hiện qua 2 hình thức là phỏng vấn trực tiếp và phỏng vấn bằng bảng hỏi. Phỏng vấn trực tiếp đối với cán bộ, công nhân làm việc tại BCL huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình để thu thập số liệu sơ cấp, các thông tin liên quan như cách thức, phương tiện thu gom rác thải sinh hoạt; thời gian, quy trình và tần suất, những khó khăn trong công tác thu gom, phân loại rác; nguyên nhân và thực trạng của ô nhiễm không khí xung quanh bãi chôn lấp; các giải pháp đã thực hiện để hạn chế tác động của ô nhiễm MTKK từ BCL. Phỏng vấn thông qua bảng hỏi được thực hiện tại 20 hộ dân cư ở xã Toàn Sơn, huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình. Phỏng vấn bằng bảng hỏi đối với cộng đồng dân cư xung quanh trên địa bàn nghiên cứu để thu thập các thông tin, số liệu về thực trạng ô nhiễm MTKK xung quanh khu vực bãi chôn lấp, những ảnh hưởng đến sức khỏe người dân, các kiến nghị của người dân.

2.2.2. Phương pháp quan trắc, phân tích môi trường

Nghiên cứu được kế thừa tài liệu khu vực khu vực BCL năm 2020 từ đề tài QG 20.08. Số liệu kế thừa bao gồm số liệu khí tượng; số liệu quan trắc, phân tích CLKK tại 4 vị trí trong phạm vi BCL để xem xét ảnh hưởng từ BCL đến công nhân làm việc tại đây và 6 vị trí gần khu dân cư theo hướng Đông Bắc của BCL để đánh giá ảnh hưởng một phần từ BCL đến sức khỏe cộng đồng.

Sáu vị trí lấy mẫu (KK1 - KK6) tại khu vực dân cư nằm về phía Đông Bắc của BCL, cách biên BCL lần lượt 50 m, 100 m, 150 m, 250 m, 350 m và 450 m. Cả 6 vị trí quan trắc đều nằm ở cuối hướng gió chính (gió Tây Nam thịnh hành tại khu vực nghiên cứu đặc biệt vào mùa hè do ảnh hưởng của điều kiện địa hình khu vực Đà Bắc). Theo điều tra khảo sát, đây là khu vực xóm Tân Sơn - nơi có phản ánh của người dân về mùi khó chịu thường xuyên xuất hiện.

Quan trắc môi trường được thực hiện 2 đợt vào tháng 11/2020 (chưa vận hành lò đốt) và 11/2022 (sau khi lò đốt vận hành được 9 tháng). Mỗi đợt quan trắc lấy liên tục 3 ngày vào các thời điểm trong ngày lúc 9h, 13h và 17h. Tại mỗi vị trí trong từng thời điểm, số mẫu được lấy là 3 mẫu.

Nghiên cứu lấy mẫu, phân tích 3 thông số NH₃, H₂S và TSP ở 9 vị trí khác nhau (KK1-KK9) vào tháng 11/2022 xung quanh khu vực BCL theo 2 hướng khác nhau theo thông tư 24/2017/TT-BTNMT. Hướng thứ nhất là 6 điểm quan trắc từ KK1 - KK6 theo hướng Đông - Đông Bắc của BCL, dọc theo khu dân cư và trước cổng các hộ dân, lần lượt cách biên giới BCL 50 m, 150 m, 250 m, 350 m, 450 m và 600 m. Hướng thứ hai là 3 điểm quan trắc KK7 - KK9 theo hướng Nam Đông Nam - Nam Tây Nam của BCL, dọc theo tuyến đường xe thu gom vận chuyển rác đến BCL, lần lượt cách biên giới BCL 250 m, 400 m và 450 m. Sáu vị trí quan trắc theo hướng Đông - Đông Bắc nhằm đánh giá diễn biến CLKK trong phạm vi thời gian nghiên cứu (2020 - 2022) và 3 vị trí quan trắc KK7 - KK9 nhằm bổ sung đánh giá CLKK xung quanh khu vực dân cư dọc tuyến đường xe thu gom di chuyển.

Hàm lượng TSP được xác định bằng phương pháp đo nhanh bằng thiết bị đo bụi Haz-Dust EPAM 5000. H₂S được xác định bằng phương pháp đo nhanh bằng thiết bị Gray Wolf TOX - TG 501. NH₃ được lấy mẫu, bảo quản và xác định bằng phương pháp MASA 401. Mẫu khí NH₃ được phân tích ở Trung tâm nghiên cứu Quan trắc và Mô hình hóa Môi trường (CEMM), Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

2.2.3. Phương pháp đánh giá CLKK bằng chỉ số ô nhiễm không khí tương đối RAPI

Nghiên cứu sử dụng phương pháp của tác giả Phạm Ngọc Hồ [19, 20] để đánh giá CLKK từ số liệu quan trắc định kỳ, cụ thể là chỉ số RAPIh (giờ).

Phương pháp RAPI có thể tính toán được cho số liệu quan trắc định kỳ; không giới hạn thông số khảo sát (như chỉ số VN_AQI); thang phân cấp của chỉ số RAPI được thiết lập dựa trên cơ sở toán học nên có cơ sở khoa học, ko tự quy định như các phương pháp khác (nghĩa là ngưỡng đánh giá tổng hợp phụ thuộc thông số khảo sát n được lựa chọn tùy ý; [19]). Vì vậy, phương pháp này là phù hợp với phạm vi nghiên cứu của một bãi rác cấp huyện như Đà Bắc (không có số liệu quan trắc tự động).

RAPIh được tính tại điểm quan trắc có ít nhất 1 chất khảo sát có nồng độ lớn hơn tiêu chuẩn cho phép (TCCP), ứng với $q_i > 1$. $RAPI_h = 100 \left(1 - \frac{P_m}{P} \right)$ (1)

$$P_m = \sum_1^{m_1} W_i q_i + \sum_1^{m_2} W_i (1 - q_i); P_k = \sum_1^k W_i (q_i - 1); P_n = P_m + P_k \quad (1)$$

Trong đó: P_m là nhóm chất có nồng độ ≤ TCCP ứng với $q_i \leq 1$; P_k là nhóm chất có nồng độ > TCCP, ứng với $q_i > 1$; P_n là tổng lượng chung của các chất; W_i là trọng số của thông số i; m₁ là số

các chỉ số đơn lẻ có $q_i = 1$ theo tiêu chuẩn (TC) 1h; m_2 là số các chỉ số đơn lẻ có $q_i < 1$ theo TC 1h; k là số các chỉ số đơn lẻ có $q_i > 1$ theo TC 1h; q_i là chỉ số đơn lẻ hay chỉ số phụ của chất i , được tính bằng công thức: $q_i = \frac{C_i}{C_i^*}$ (3).

- C_i là nồng độ thực tế quan trắc được của chất i ;
- C_i^* là giá trị giới hạn cho phép của chất i theo TC trung bình 1h.

Công thức tính RAPI $_h^*$ được áp dụng trong trường hợp tại điểm quan trắc có tất cả các chất có nồng độ nhỏ hơn hoặc bằng TCCP (ứng với $q_i \leq 1$).

Do $q_i \leq 1 \Rightarrow W_i q_i \leq W_i \Rightarrow \sum_1^n W_i q_i \leq \sum_1^n W_i$

Mặt khác $\sum_1^n W_i = 1$, nên: $RAPI_h^* = \sum_1^n W_i q_i \leq 1$ (4).

Thang đánh giá mức độ ô nhiễm được chia thành 2 cấp.

Trọng số phụ W_i' và trọng số cuối cùng W_i được tính theo công thức:

$$W_n' = \frac{\sum_1^n C_i^* (TC1h)}{C_n^* \cdot n}; W_i = \frac{W_i'}{\sum_1^n W_i'} \quad (5)$$

Trong đó: n là số các chất khảo sát; W_i' biểu thị mối tương quan của chất i so với các chất khác có cùng TC 1h. Dễ thấy $\sum_1^n W_i = 1$.

(Bảng 1)

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Để tính toán chỉ số đơn q_i và chỉ số tổng hợp RAPI, cần số liệu đầu vào là số liệu quan trắc trung bình giờ. Số liệu quan trắc trung bình giờ đại diện cho 1 ngày được lấy là giá trị cao nhất trong 3 thời điểm quan trắc trong ngày hôm đó. Giá trị cuối cùng để tính toán sẽ là giá trị trung bình của 3 ngày quan trắc (sau khi đã lấy giá trị lớn nhất).

3.1. Kết quả đo nồng độ NH₃, H₂S, TSP và tính toán chỉ số q_i

Bảng 2 trình bày kết quả quan trắc nồng độ NH₃, H₂S và TSP và tính toán chỉ số q_i cho khu vực xung quanh BCL huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình tại đợt quan trắc tháng 11/2020. Tại 4 vị trí nằm trong phạm vi BCL, kết quả quan trắc cho thấy không khí chưa bị ô nhiễm bởi TSP. Tuy nhiên, CLKK bị ô nhiễm nghiêm trọng bởi H₂S và một phần từ NH₃. Đối với 6 vị trí gần khu dân cư, tại khu vực Đông Bắc có dân cư xóm Tân Sơn, xã Toàn Sơn sinh sống chưa bị ô nhiễm bởi TSP và NH₃ (khu dân cư cách BCL 150 m). Đối với H₂S, phạm vi ảnh hưởng có thể lên tới 450 m tính từ biên giới BCL. Tại khu vực có dân cư sinh sống, nồng độ H₂S đều vượt giá trị cho phép từ 3 - 3,5 lần.

Bảng 3 trình bày kết quả quan trắc nồng độ NH₃, H₂S và TSP và tính toán chỉ số q_i cho BCL huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình tại đợt quan trắc tháng 11/2022. Kết quả trên cho thấy, cả khu vực Đông Bắc và khu vực phía Nam (dọc theo tuyến đường xe thu gom di chuyển) của BCL có dân cư sinh sống đều không bị ô nhiễm NH₃, H₂S và TSP. Vị trí duy nhất bị ô nhiễm H₂S cách biên giới BCL 50 m, chủ yếu là nghĩa trang, đồng ruộng và bãi đất trống.

“-” biểu thị nồng độ H₂S tại các điểm khảo sát từ KK3 - KK9 là rất nhỏ, < 0,03 ppm tương đương với 0,045 µg/m³

3.2. Kết quả đánh giá CLKK bằng chỉ số RAPI

Bảng 4. Trọng số của các thông số quan trắc

Trọng số tạm thời và trọng số cuối cùng của từng thông số được tính theo công thức (5) ở mục 2.2.3 và trình bày ở Bảng 4. Kết quả cho thấy H₂S có trọng số lớn hơn đáng kể so với các thông số còn lại (0,74 so với 0,1 và 0,16 của TSP và NH₃). Việc H₂S có trọng số lớn phản ánh đặc trưng ô nhiễm khí gây mùi tại các BCL

Bảng 1. Bảng phân cấp đánh giá mức độ ô nhiễm không khí của chỉ số , (6 cấp) (Phạm Ngọc Hồ, 2017)

<u>n</u> <u>chấ</u>	<u>n</u> <u>lê</u>	<u>Mức độ ô nhiễm</u>	<u>Màu sắc</u>
$100 \frac{n-1}{n} < RAPI_h \leq 100$	$100 \frac{n-1}{n} < RAPI_h \leq 100$	<u>Nguy hiểm</u> (<u>Nghiêm trọng</u>)	<u>Nâu</u>
$50 < RAPI_h \leq 100 \frac{n-1}{n}$	$50 \frac{n-1}{n} < RAPI_h \leq 100 \frac{n-1}{n}$	<u>Ô nhiễm rất nặng</u> (<u>Rất xấu</u>)	<u>Tím</u>
$\frac{100}{n} < RAPI_h \leq 50$	$\frac{100}{n} < RAPI_h \leq 50 \frac{n-1}{n}$	<u>Ô nhiễm nặng</u> (<u>Xấu</u>)	<u>Đỏ</u>
$0 < RAPI_h \leq \frac{100}{n}$	$0 < RAPI_h \leq \frac{100}{n}$	<u>Ô nhiễm nhẹ</u> (<u>Kém</u>)	<u>Da cam</u>
$0,5 < RAPI_h^* \leq 1$	$0,5 < RAPI_h^* \leq 1$	<u>Biên giới ô nhiễm</u> (<u>Trung bình</u>)	<u>Vàng</u>
$0 \leq RAPI_h^* \leq 0,5$	$0 \leq RAPI_h^* \leq 0,5$	<u>Không ô nhiễm (Tốt)</u>	<u>Xanh</u>



Bảng 2. Kết quả đo nồng độ NH₃, H₂S và TSP và tính toán chỉ số q_i cho 4 vị trí nằm trong BCL và 6 vị trí gần khu dân cư xung quanh BCL huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình tháng 11/2020

Vị trí	Vị trí so với biên BCL	Nồng độ chất ô nhiễm và giá trị q _i tương ứng					
		C _{NH₃} (µg/m ³)	q _i (NH ₃)	C _{H₂S} (µg/m ³)	q _i (H ₂ S)	C _{TSP} (µg/m ³)	q _i (TSP)
K1	Nằm trong BCL	126,1	0,63	247	5,88	72	0,24
K2	Nằm trong BCL	199,3	0,99	465	11,07	48	0,16
K3	Nằm trong BCL	411,2	2,06	573	13,64	56	0,19
K4	Nằm trong BCL	230,6	1,15	392	9,33	65	0,22
KK1	50 m	216	1,08	187	4,45	84	0,28
KK2	100 m	195	0,98	181	4,31	68,5	0,23
KK3	150 m	157	0,79	145	3,45	65	0,22
KK4	250 m	119,5	0,60	134	3,19	57,5	0,19
KK5	350 m	116	0,58	143	3,40	54,5	0,18
KK6	450 m	105	0,53	134	3,19	61	0,20
QCVN 06:2009/BTNMT		200		42			
QCVN 06:2009/BTNMT (Trung bình 1h)						300	

Bảng 3. Kết quả quan trắc nồng độ NH₃, H₂S và TSP và tính toán chỉ số q_i cho BCL huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình tháng 11/2022

Vị trí	Khoảng cách so với biên BCL (m)	Nồng độ chất ô nhiễm và giá trị q _i tương ứng					
		C _{NH₃} (µg/m ³)	q _i (NH ₃)	C _{H₂S} (µg/m ³)	q _i (H ₂ S)	C _{TSP} (µg/m ³)	q _i (TSP)
KK1	50	96,5	0,48	105	2,50	57	0,19
KK2	150	107,3	0,54	23	0,55	40	0,13
KK3	250	68,1	0,34	-	-	38	0,13
KK4	350	72,9	0,36	-	-	25	0,08
KK5	450	114,2	0,57	-	-	18	0,06
KK6	600	105,7	0,53	-	-	23	0,08
KK7	250	154,4	0,77	-	-	25	0,08
KK8	400	121,3	0,61	-	-	30	0,10
KK9	450	109,6	0,55	-	-	83	0,07
QCVN 06:2009/BTNMT (Trung bình 1h)		200		42			
QCVN 05:2013/BTNMT (Trung bình 1h)						300	

CTR, do đó biến động của thông số này có ảnh hưởng đáng kể đến giá trị chỉ số RAPI.

Với số các chất ô nhiễm là 3 (n = 3), thay vào Bảng 1 ứng với n lẻ, ta được Bảng 5 thể hiện thang phân cấp mức độ ô nhiễm trong nghiên cứu ứng với n = 3. Vì chỉ số RAPIh áp dụng trong trường hợp tại điểm quan trắc có ít nhất 1 chất ô nhiễm có nồng độ lớn hơn

TCCP (ứng với q_i > 1) nên CLKK tại điểm quan trắc đó luôn ở mức ô nhiễm. Thang phân cấp cho chỉ số RAPIh gồm 3 mức ô nhiễm là “ô nhiễm nhẹ”, “ô nhiễm rất nặng” và “ô nhiễm nghiêm trọng”.

Trong khi đó, chỉ số RAPIh* được áp dụng trong trường hợp tại điểm quan trắc có tất cả các chất có nồng độ nhỏ hơn hoặc bằng TCCP (ứng với q_i ≤ 1),

Bảng 5. Thang phân cấp đánh giá mức độ ô nhiễm không khí của RAPIh

RAPI (n = 3)	Chất lượng môi trường	Màu
$66,67 < RAPI_h \leq 100$	Ô nhiễm nghiêm trọng (Nguy hiểm)	Nâu
$33,33 < RAPI_h \leq 66,67$	Ô nhiễm rất nặng (Rất xấu)	Tím
$0 < RAPI_h \leq 33,33$	Ô nhiễm nhẹ (Kém)	Da cam
$0,5 < RAPI_h^* \leq 1$	Biên giới ô nhiễm (Trung bình)	Vàng
$0 < RAPI_h^* \leq 0,5$	Không ô nhiễm (Tốt)	Xanh

Bảng 6. Kết quả chỉ số ô nhiễm không khí RAPI tháng 11/2020 và tháng 11/2022

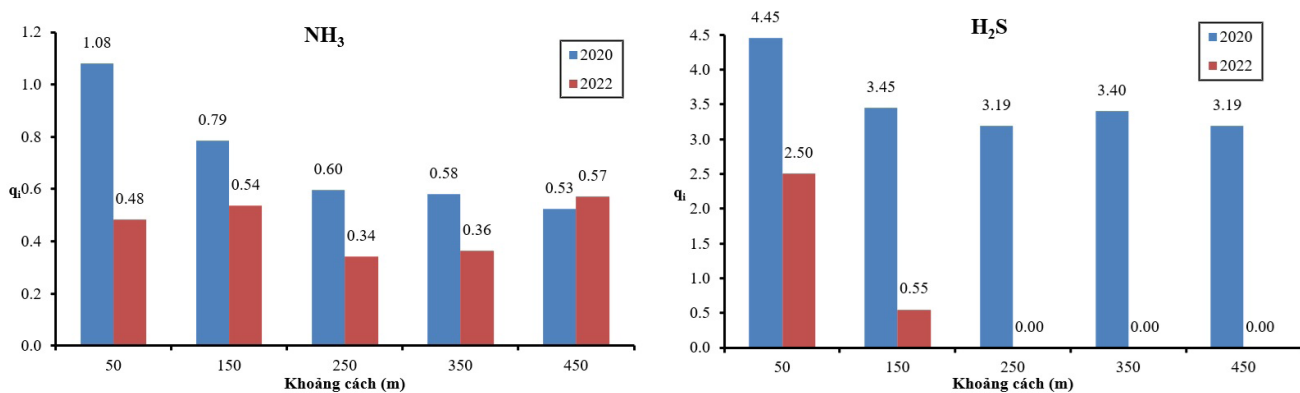
Tháng 11/2020			Tháng 11/2022		
Vị trí	RAPI	Mức độ ô nhiễm	Vị trí	RAPI	Mức độ ô nhiễm
KK1	97,18	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK1	87,10	Ô nhiễm nghiêm trọng
KK2	96,69	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK2	0,503	Biên giới ô nhiễm
KK3	94,06	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK3	0,07	Không ô nhiễm
KK4	91,72	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK4	0,07	Không ô nhiễm
KK5	92,22	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK5	0,10	Không ô nhiễm
KK6	91,20	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK6	0,09	Không ô nhiễm
K1	96,37	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK7	0,13	Không ô nhiễm
K2	98,84	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK8	0,10	Không ô nhiễm
K3	99,12	Ô nhiễm nghiêm trọng	KK9	0,09	Không ô nhiễm
K4	98,71	Ô nhiễm nghiêm trọng			

nên CLKK tại điểm quan trắc chưa bị ô nhiễm. Thang phân cấp cho chỉ số RAPIh* được chia làm 2 mức là “không ô nhiễm” và “biên giới ô nhiễm”.

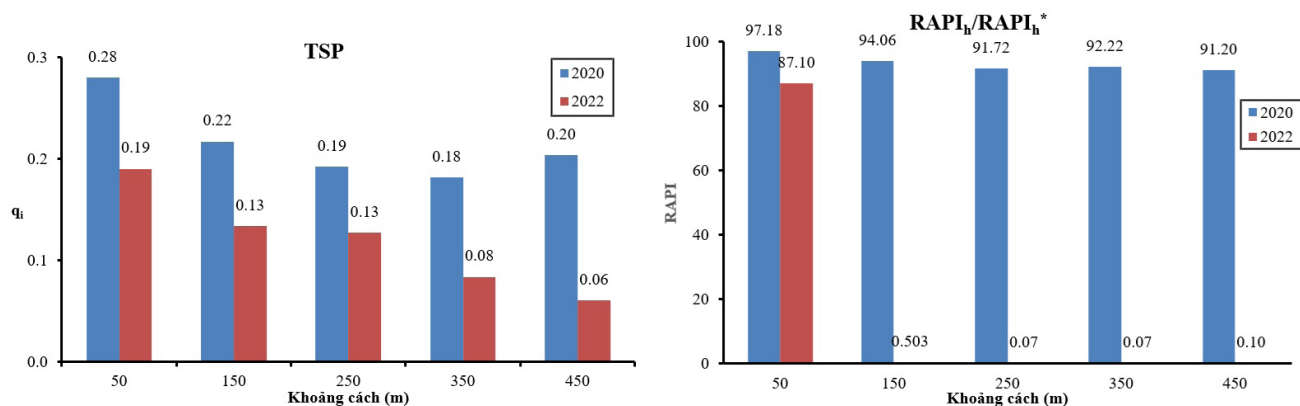
Bảng 6 cho thấy giá trị RAPI/RAPI* tại các vị trí quan trắc thời điểm tháng 11/2020 và mức độ ô nhiễm tương ứng. Đối với 4 vị trí trong phạm vi BCL (K1 - K4), chỉ số RAPIh đều ở mức rất cao (>90) và CLKK ở mức ô nhiễm nghiêm trọng. Tại 6 vị trí gần khu dân cư (KK1 - KK6), chỉ số RAPIh và mức độ ô nhiễm cũng tương đồng với 4 vị trí trong phạm vi BCL. Kết hợp với kết quả đã phân tích tại Bảng 2, nguyên nhân khiến chỉ số RAPIh cao như vậy là do nồng độ H2S tại các điểm quan trắc đều ở mức rất cao, vượt ngưỡng cho phép từ khoảng 3,19 - 13,64 lần và do khối lượng rác thu gom cần xử lý, chôn lấp hàng ngày rất lớn. Ngoài ra, vào các tháng mùa đông khí quyển thường ở trạng thái ổn định nên hạn chế khả năng phát tán chất ô nhiễm. Không chỉ vậy, nồng độ NH3 tại các vị trí quan trắc đều từ mức trung bình đến vượt TCCP 2,06 lần. Trái ngược với H2S, nồng độ TSP tại cả 10 điểm quan trắc đều thấp hơn giới hạn cho phép của QCVN 05:2013/BTNMT. Giá trị q tương ứng tại 10 điểm quan trắc đều ở mức thấp, từ 0,16 - 0,28. Nồng độ TSP cũng có xu hướng giảm dần theo khoảng cách từ biên giới BCL ra xa BCL.

Với CLKK như vậy có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân làm việc tại BCL khi phải tiếp xúc với bụi và các khí phát thải từ BCL với nồng độ cao trong thời gian dài, cũng như cộng đồng dân cư xung quanh, đặc biệt đối với các đối tượng nhạy cảm như trẻ em, người già và người mắc bệnh hô hấp nên hạn chế ra ngoài. Qua khảo sát thực tế phỏng vấn người dân, đa số dân cư đều phản ánh về mùi từ BCL gây khó chịu cả ngày.

Đối với đợt quan trắc tháng 11/2022, chỉ có vị trí KK1 có giá trị RAPIh rất cao và điểm quan trắc này có mức ô nhiễm nghiêm trọng (cách biên giới BCL 50m). Nguyên nhân dẫn đến chỉ số RAPIh tại điểm KK1 cao là do nồng độ H2S cao gấp 2,5 lần giá trị cho phép. Tại các điểm quan trắc còn lại, không có chất ô nhiễm nào vượt giới hạn cho phép. Tại vị trí KK2 (cách biên giới BCL 150m), chỉ số RAPIh* bắt đầu chạm ngưỡng trung bình, CLKK ở biên giới ô nhiễm. Mặc dù nồng độ TSP rất thấp so với giới hạn cho phép, tuy nhiên nồng độ NH3 và H2S đều xấp xỉ bằng 0,55 lần giá trị cho phép nên CLKK ở mức trung bình. Trong khi đó, chỉ số RAPIh* tại 7 điểm quan trắc còn lại (KK3 - KK9) đều ở mức rất nhỏ (<0,13) và CLKK đều ở mức tốt. Tại 7 điểm quan trắc này, ngoài nồng độ NH3 ở mức trung bình thì nồng độ H2S và TSP đều ở mức rất thấp, đặc



Hình 2. Giá trị q_i của NH_3 (trái) và H_{2S} (phải) tại các điểm quan trắc cho 2 đợt quan trắc tháng 11/2020 và 11/2022



Hình 3. Giá trị q_i của TSP (trái) và giá trị $RAPI_h/RAPI_h^*$ (phải) tại các điểm quan trắc cho 2 đợt quan trắc tháng 11/2020 và 11/2022

biệt là nồng độ H₂S không được phát hiện tại các vị trí quan trắc này. Kết quả phân tích này phù hợp với kết quả đã phân tích tại Bảng 3.

Với kết quả trên, sức khỏe công nhân làm việc tại BCL có thể bị ảnh hưởng khi tiếp xúc với khí thải từ BCL với nồng độ cao trong thời gian dài. Qua khảo sát thực tế công nhân làm việc tại BCL, BCL có mùi khó chịu nhất vào thời điểm 8 - 9h sáng (thời điểm xe thu gom mang rác tới).

3.3. Kết quả so sánh CLKK qua 2 đợt quan trắc

Để so sánh CLKK xung quanh BCL, nghiên cứu sử dụng 5 điểm quan trắc KK1, KK3, KK4, KK5, KK6 của đợt quan trắc tháng 11/2020 lần lượt tương ứng với các điểm KK1, KK2, KK3, KK4 và KK5 của đợt quan trắc tháng 11/2022. Các cặp điểm quan trắc này lần lượt cách biên giới BCL lần lượt là 50 m, 150 m, 250 m, 350 m và 450 m.

Hình 2, Hình 3 cho thấy nồng độ NH₃, H₂S và TSP tại các điểm quan trắc tại thời điểm 2022 so với cùng vị trí tại thời điểm 2020 đều được cải thiện đáng kể (giá trị q_i giảm đáng kể).

Đối với NH₃, giá trị q_i tại khoảng cách 50 m tới BCL thời điểm 2022 đã giảm 2,25 lần so với năm 2020. Từ các điểm quan trắc 150 m - 450 m, nồng độ NH₃

chịu ảnh hưởng từ hoạt động chăn nuôi của các hộ gia đình xung quanh điểm quan trắc.

Đối với H₂S, giá trị q_i tại khoảng cách 50m tới BCL thời điểm 2022 giảm 1,78 lần so với thời điểm 2020. Mặc dù đã giảm nhưng nồng độ H₂S tại đây thời điểm 2022 vẫn gấp 2,5 lần giới hạn cho phép. Từ khoảng cách bắt đầu có khu dân cư (150 m), nồng độ H₂S thời điểm 2022 đã giảm xuống mức trung bình, q_i giảm từ 3,45 còn 0,55. Càng ra xa, nồng độ H₂S càng giảm và không còn phát hiện thấy nồng độ H₂S từ khoảng cách 250m so với biên giới BCL.

Đối với TSP, giá trị q_i tại cả 5 điểm quan trắc trong năm 2020 đều nhỏ hơn 0,3 (CLKK tốt). Đến năm 2022, giá trị q_i TSP giảm tại tất cả các điểm quan trắc.

Hình 3 cho thấy giá trị $RAPI_h/RAPI_h^*$ tại cả 5 điểm quan trắc thời điểm 2022 đều giảm và CLKK đều được cải thiện so với năm 2020. Tại điểm KK1 cách biên giới BCL 50m, mặc dù nồng độ NH₃ thời điểm 2022 đã giảm đáng kể, nồng độ TSP cũng giảm và rất nhỏ so với giá trị giới hạn cho phép, tuy nhiên nồng độ H₂S vẫn cao gấp 2,5 lần giới hạn cho phép nên chỉ số $RAPI_h^*$ tại đây vẫn cao và CLKK vẫn ở mức ô nhiễm nghiêm trọng. Tại 4 điểm quan trắc còn lại, do nồng độ các chất ô nhiễm thời điểm 2022 đều

có xu hướng giảm, đặc biệt là H₂S giảm còn rất nhỏ so với thời điểm 2020 nên chỉ số RAPI^{h*} năm 2022 tại các điểm quan trắc này đều rất nhỏ và CLKK ở mức tốt.

3.4. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy CLKK khu vực bãi chôn lấp chất thải rắn huyện Đà Bắc có sự biến đổi rõ rệt theo thời gian, phản ánh trực tiếp tác động của công nghệ xử lý rác thải được áp dụng. Năm 2020, kết quả đánh giá bằng chỉ số RAPI cho thấy toàn bộ các vị trí quan trắc đều ở mức ô nhiễm nghiêm trọng, trong đó H₂S là thông số chi phối chính. Kết quả này phù hợp với đặc điểm chung của các bãi chôn lấp quy mô nhỏ tại Việt Nam, sử dụng công nghệ chôn lấp đơn giản, không có hệ thống thu gom và xử lý khí thải, dẫn đến phát thải mạnh các khí gây mùi như H₂S và NH₃. Đến năm 2022, CLKK ở mức tốt (7/9 vị trí khảo sát), trung bình (1 vị trí), nguy hiểm (1 vị trí). Đối với khu vực có dân cư sinh sống (KK2 – KK9), CLKK đều ở mức tốt, nồng độ ô nhiễm của 3 chất khảo sát đều nằm trong giới hạn cho phép. CLKK đã được cải thiện, điều này có thể được giải thích như sau:

Từ tháng 3/2022, BCL đã bổ sung thêm phương pháp đốt để xử lý rác thải sinh hoạt. Rác thải sinh hoạt được phân thành 2 loại vô cơ và hữu cơ. Sau đó, rác hữu cơ được đốt và rác vô cơ được chôn lấp theo phương pháp cũ. Tỷ lệ rác được đốt – chôn lấp phụ thuộc vào tỷ lệ rác hữu cơ – vô cơ phân loại. Trung bình, tỷ lệ rác hữu cơ – vô cơ ở khoảng 80% - 20%. Thực tế khảo sát cho thấy, sau khi bổ sung thêm phương pháp đốt, dân cư xung quanh cho biết mùi từ BCL đã được cải thiện đáng kể. Mùi hôi, khó chịu không còn, thay vào đó là mùi khét vào khoảng thời gian lò đốt bắt đầu vận hành (7 – 8h hàng ngày, trừ chủ nhật).

So sánh với nghiên cứu của Phạm Thị Việt Anh và Phạm Thị Thu Hà (2021) thực hiện trên cùng bãi chôn lấp bằng phương pháp mô hình lý thuyết bán thực nghiệm cho thấy sự tương đồng về bản chất ô nhiễm. Nghiên cứu mô hình chỉ ra rằng H₂S là chất ô nhiễm chính, với phạm vi ảnh hưởng có thể lên tới 1.000 m theo hướng gió Tây Nam, trong khi TSP và NH₃ nhìn chung chưa vượt quy chuẩn tại hầu hết các vị trí [18]. Kết quả quan trắc và đánh giá bằng chỉ số RAPI trong nghiên cứu này đã xác nhận thực nghiệm xu thế đó, đồng thời cho thấy mức độ ô nhiễm tổng hợp tại từng vị trí cụ thể, đặc biệt tại các khu dân cư nằm cuối hướng gió chính.

Đây là nghiên cứu đầu tiên áp dụng chỉ số ô nhiễm không khí tương đối RAPI để đánh giá tổng hợp CLKK khu vực bãi chôn lấp huyện Đà Bắc. Khác với phương pháp mô hình hóa chủ yếu phản ánh sự phân bố nồng độ từng chất ô nhiễm, chỉ số RAPI cho phép đánh giá

tổng hợp đồng thời nhiều thông số (TSP, NH₃, H₂S). Trên cơ sở đó, cung cấp một bức tranh tổng thể, trực quan và dễ so sánh về chất lượng không khí theo không gian và thời gian. Đặc biệt, việc so sánh kết quả RAPI giữa hai thời điểm 2020 và 2022 đã cho thấy rõ hiệu quả cải thiện CLKK sau khi bãi chôn lấp đưa vào vận hành lò đốt rác sinh hoạt.

Tuy nhiên, nghiên cứu vẫn còn một số hạn chế: (1) Số lượng thông số ô nhiễm được xem xét còn hạn chế, chưa bao gồm các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC) hoặc khí nhà kính như CH₄. (2) Quan trắc mới chỉ thực hiện vào thời điểm mùa đông, chưa phản ánh đầy đủ biến động theo mùa và ảnh hưởng của các điều kiện khí tượng khác nhau. Ngoài ra, chỉ số RAPI mang tính tổng hợp nên chưa cho phép phân tích chi tiết cơ chế phát sinh và lan truyền của từng chất ô nhiễm riêng lẻ. Do đó, trong các nghiên cứu tiếp theo, cần kết hợp đồng thời quan trắc liên tục, mô hình hóa lan truyền và chỉ số tổng hợp để có thể nâng cao độ tin cậy và giá trị ứng dụng của kết quả nghiên cứu.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở phương pháp chỉ số ô nhiễm không khí tương đối (RAPI), nghiên cứu đã đánh giá được chất lượng môi trường không khí tổng hợp cho khu vực bãi chôn lấp chất thải rắn huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình. Kết quả đánh giá cho thấy, năm 2020, CLKK tại tất cả các vị trí quan trắc đều ở mức ô nhiễm nghiêm trọng, trong đó H₂S là thông số chi phối chính, phản ánh đặc trưng ô nhiễm của bãi chôn lấp sử dụng công nghệ chôn lấp đơn giản.

Kết quả phân tích năm 2022 cho thấy chất lượng môi trường không khí khu vực nghiên cứu đã được cải thiện rõ rệt sau khi bãi chôn lấp bổ sung công nghệ đốt rác thải sinh hoạt. Nồng độ các chất ô nhiễm quan trắc được đều giảm đáng kể; CLKK được cải thiện lên mức tốt tại đa số các vị trí quan trắc, chỉ còn một vị trí ở mức trung bình và một vị trí ô nhiễm nghiêm trọng. Kết quả này thể hiện rõ xu thế cải thiện CLKK theo thời gian và theo sự thay đổi công nghệ xử lý chất thải.

Việc áp dụng chỉ số RAPI đã cung cấp một cách tiếp cận trực quan, đồng bộ và dễ so sánh trong đánh giá chất lượng môi trường không khí xung quanh bãi chôn lấp, cho phép tổng hợp thông tin từ nhiều thông số ô nhiễm và phản ánh rõ mức độ ô nhiễm theo không gian và thời gian. Kết quả nghiên cứu góp phần bổ sung cơ sở khoa học cho công tác đánh giá, quản lý và giám sát chất lượng môi trường không khí tại các bãi chôn lấp chất thải rắn quy mô cấp huyện.

Lời cảm ơn: Các tác giả xin cảm ơn Đề tài QG.20.08, ĐHQGHN đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này■



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Conte M., Cagnazzo V., Donateo A., Cesari D., Grasso F. M., Contini D. (2018). A Case Study of Municipal Solid Waste Landfills Impact on Air Pollution in South Areas of Italy. *The Open Atmospheric Science Journal*, 12, 1-13.
2. Njoku P. O., Edokpayi J. N., & Odiyo J. O. (2019). Health and environmental risks of residents living close to a landfill: A case study of thohoyandou landfill, Limpopo province, South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(12), 1-27.
3. Pekdogan T., Yildizhan H., and Ameen A. (2024). Unveiling the Air Quality Impacts of Municipal Solid Waste Disposal: An Integrative Study of On-Site Measurements and Community Perceptions. *Atmosphere*, 15, 410. [10.3390/atmos15040410](https://doi.org/10.3390/atmos15040410).
4. Hossain Md. F., Kamal A. M., Sikder A. H. F., & Parveen Z. (2019). Air Quality Measurement at the Solid Waste Disposal of Matuail Landfill Site at Dhaka, Bangladesh. *American Journal of Environmental Sciences*, 15(5), 167-179.
5. Pop M., Bucur I., Zoldan D., Imre K., Nichita I., Cristina G., Tîrziu A., Tîrziu E. (2022). Chemical and microbiological air quality in a municipal solid waste landfill and its surroundings, in south-eastern Romania. *Sustainability (Switzerland)*, 14(1), 1-14.
6. Gumede P. R., Gumede D. (2025). Air quality and health risks of residents living near a landfill site in Durban, South Africa. *J Public Health Africa*, 16(1), a1274.
7. Kishore S., Rogan N., Aman Pandey S., Nagasudhan N., and Vikram Raj K. (2019). IoT based unmanned aerial vehicle for mobile monitoring and management of municipal solid waste (MSW) landfill sites and air quality index (AQI). *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(11), 3671-3678.
8. Białowicz J. S., Kozłowska W. R., Krasuski A., Salamonowicz Z. (2021). The critical factors of landfill fire impact on air quality. *Environmental Research Letters*, 16(10).
9. Kannankai M. P., Devipriya S. P. (2024). Air quality impacts of landfill fires: A case study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India. *Science of The Total Environment*, 916.
10. Balasus N., Jacob D. J., Maxemin G., Jenks C., Nesser H., Maasackers J. D., Cusworth D. H., Scarpelli T. R., Varon D. J., Wang, X. (2025). Satellite monitoring of annual US landfill methane emissions and trends. *Environmental Research Letters*, 20(2), 024007.
11. Wang X., Jacob D. J., Nesser H., Balasus N., Estrada L., Sulprizio M., Cusworth D. H., Scarpelli T. R., Chen Z., East J. D., Varon D. J. (2025). Quantifying urban and landfill methane emissions in the United States using TROPOMI satellite data. *Atmospheric and Oceanic Physics*, 10835.
12. Ferrari A., Laneve G., Tellez R. A. C., Pampanoni V., Saquella S., Guarini R. (2025). Analysis of Local Methane Emissions Using Near-Simultaneous Multi-Satellite Observations: Insights from Landfills and Oil-Gas Facilities. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. *arXiv preprint arXiv:2506.01113*.
13. Citrasari N., Wasturani C. M. G., Zahra C. D. A., Isnadina D. R. M., Hariyanto S., Jawwad M. A. S., Rachman I., Matsumoto T. (2025). Dispersion modelling of methane emissions from Indonesian landfills using air quality dispersion modeling. *Journal of Ecological Engineering*, 26(10), 360-373. <https://doi.org/10.12911/22998993/207168>
14. Phạm Thị Anh (2005). Sự phát sinh và phát thải khí bãi chôn lấp, các phương án giảm thiểu. *Nội san Khoa học & Đào tạo, Trường Đại học Dân lập Văn Lang*, 5, 54-60
15. Phạm Thị Thu Hà (2021). Đánh giá rủi ro sức khỏe của ô nhiễm không khí từ khu liên hợp xử lý chất thải rắn Trảng Cát, Hải Phòng. *Tạp chí Nghiên cứu Địa lý Nhân văn*, 35(4), 49-55.
16. Anh P. T. V., Dung D. M., Ha P. T. T., Trang P. T., Ho P. N. (2020). Application of relative air pollution index (RAPI)—a new method for aggregate assessment of current air pollution in Cam Pha coal mining area, Quang Ninh province, Vietnam. *Environ Monit Assess* 192, 411.
17. Phạm Thị Thu Hà, Phạm Thị Việt Anh (2021). Đánh giá chất lượng không khí xung quanh khu liên hợp xử lý chất thải rắn Trảng Cát, Hải Phòng. *Tạp chí Môi trường, số đặc biệt*, 32-36.
18. Phạm Thị Việt Anh, Phạm Thị Thu Hà (2021). Ứng dụng lý thuyết bán thực nghiệm để tính toán lan truyền chất ô nhiễm không khí phát thải từ bãi rác chôn lấp huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình. *Tạp chí Môi trường, số đặc biệt*, 18-21.
19. Phạm Ngọc Hồ, Đồng Kim Loan, Phạm Thị Việt Anh, Phạm Thị Thu Hà, Dương Ngọc Bách (2015). Hướng dẫn đánh giá chất lượng môi trường không khí, nước, đất bằng chỉ số đơn lẻ và chỉ số tổng hợp. NXB Giáo dục Việt Nam.
20. Ho P. N. (2017). Relative Air Pollution Index (RAPI) - A New Method for Aggregate Air Pollution Assessment. *Advances in Applied Science Research*, 8(4), 62-69
21. QCVN 06:2009 - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về một số chất độc hại trong không khí xung quanh.
22. QCVN 05:2013 - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh.