

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

Phạm Thị Việt Anh*, Phạm Thị Thu Hà⁽¹⁾

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả đánh giá chất lượng môi trường không khí (MTKK) xung quanh bãi rác huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình dựa vào phương pháp mô hình lý thuyết bán thực nghiệm để tính toán lan truyền TSP, NH₃, H₂S phát thải từ bãi rác chôn lấp huyện Đà Bắc hiện tại chưa được giám sát và xử lý. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, MTKK xung quanh bãi rác không bị ô nhiễm TSP, NH₃. Khi có gió Tây Nam thổi, MTKK bị ô nhiễm H₂S với phạm vi ảnh hưởng có thể lên đến 1.000 m, trong đó có khu vực dân cư thuộc thôn Trúc Sơn, xã Toàn Thắng nằm về phía Đông Bắc so với bãi rác.

Từ khóa: Bãi rác, mô hình, ô nhiễm, huyện Đà Bắc, Hòa Bình.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bãi rác huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình là bãi rác cấp huyện, quy mô nhỏ khoảng hơn 2 ha, sử dụng công nghệ chôn lấp đơn giản, khí thải không được xử lý. Khí thải phát ra từ bãi rác gồm các chất CH₄, NH₃, H₂S, CO₂, CO, bụi, mùi hôi có thể gây ô nhiễm MTKK và ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của các hộ dân cư sinh sống ở khu vực xung quanh. Để đánh giá chất lượng MTKK thường có 2 cách tiếp cận chính là sử dụng số liệu quan trắc và mô hình hóa môi trường. Đối với các bãi rác cấp huyện như Đà Bắc, quan trắc môi trường thường không được thực hiện. Thêm vào đó, số liệu quan trắc một vài điểm chưa đủ để đánh giá sự lan truyền bụi và khí thải tới môi trường xung quanh. Ở Việt Nam, hướng nghiên cứu ứng dụng mô hình tính toán lan truyền các chất khí phát thải từ các bãi rác chôn lấp mới được chú ý trong khoảng vài năm gần đây, trong đó có mô hình nguồn mặt của Gifford-Hanna [1]. Tuy nhiên, hạn chế của mô hình này là công thức tính toán phức tạp và không đưa ra phương pháp hiệu chỉnh mô hình để đạt hiệu suất cao, nên khó áp dụng vào thực tế [2]. Để khắc phục, Phạm Ngọc Hồ đã dựa trên lý thuyết bán thực nghiệm [3] nhằm cải tiến mô hình Gifford-Hanna bằng mô hình hồi quy hàm đa thức dạng tổng quát bậc 6 và đối với bãi rác có quy mô nhỏ chỉ cần ứng dụng hàm đa thức bậc 3. Trong nghiên cứu này, phương pháp mô hình lý thuyết bán thực nghiệm [2] nói trên sẽ được nghiên cứu, ứng dụng để tính toán lan truyền TSP, NH₃, H₂S phát thải từ bãi rác chôn lấp huyện Đà Bắc tới khu vực dân cư xung quanh, nhằm cung cấp thông tin cho cơ quan quản lý môi trường địa phương và cảnh báo ô nhiễm.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Chất lượng không khí khu vực bãi rác huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình; các thông số được lựa chọn để đánh giá là TSP, NH₃, H₂S.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp lý thuyết bán thực nghiệm nhằm cải tiến mô hình Gifford-Hanna của Phạm Ngọc Hồ [3] để xây dựng mô hình lan truyền ô nhiễm từ bãi rác có dạng sau [2]:

$$\bar{C}(x^*) = \frac{\bar{M}}{u \times C_{TC}^*} (ax^{*3} + bx^{*2} + cx^* + d) \quad (1)$$

Trong đó: $x^* = \frac{x}{x_0}$

là đại lượng vô thứ nguyên, với x là khoảng cách (m); x₀ là khoảng cách tối đa tính từ biên giới bãi rác theo các vị trí quan trắc trực tiếp của mỗi bãi rác cụ thể, được lấy làm kích thước chuẩn hóa (m); u - tốc độ gió tức thời đo tại các thời điểm quan trắc theo các hướng gió (m/s); C_{TC}^{*} C_{TC}^{*} - Giá trị giới hạn nồng độ chất ô nhiễm được quy định trong QCVN 05:2013/BTNMT [4] và QCVN 06:2009/BTNMT [5]; a,b,c,d là các hệ số được xác định từ hàm hồi quy đa thức bậc 3, dựa vào các số liệu đo đạc thực tế tại khu vực bãi rác nghiên cứu; \bar{M} là tải lượng ô nhiễm (μg/m².s) được tính theo công thức cải tiến từ mô hình Gifford và Hanna trên cơ sở lý thuyết đồng dạng và thứ nguyên [3]: $\bar{M} = (\bar{C}_{đo} - C_{nền}) \times \bar{u}$ (2); \bar{u} (m/s) là tốc độ gió ứng với khoảng cách đo theo

¹Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

tất cả các hướng gió; sai số tương đối của mô hình (công thức 1) được đánh giá theo công thức thống kê cơ bản sau:

$$\varepsilon(x^*) = \frac{|\bar{C}_{tt}(1h) - \bar{C}_{db}(1h)|}{\bar{C}_{tt}(1h)} \quad (3)$$

và hiệu suất mô hình μ theo công thức:

$$\mu(x^*) = 1 - \varepsilon(x^*), \% \quad (4)$$

Trong đó, $C_{tt}(1h)$ là giá trị trung bình giờ của nồng độ chất ô nhiễm thực tế đo được ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); $C_{db}(1h)$ là nồng độ dự báo theo công thức (1). Nếu sai số $\varepsilon(x^*)$ tại các khoảng cách x^* nhỏ, khoảng từ 0,01 - 0,2 tương ứng với hiệu suất mô hình đạt được từ 80% - 99% thì không cần hiệu chỉnh. Trường hợp có sai số lớn thì mô hình cần hiệu chỉnh theo tài liệu [3]:

$$C_{hc}^*(x^*) = \bar{C}_{db}(x^*) + \alpha(x^*) \quad (5)$$

trong đó, C_{hc}^* - Nồng độ chất ô nhiễm được hiệu chỉnh; $\bar{C}_{db}(x^*)$ - Nồng độ dự báo theo công thức (1); $\alpha(x^*)$ - Hệ số hiệu chỉnh trung bình được tính từ các khoảng cách chuẩn hóa.

Cơ sở số liệu để tính toán: Nồng độ TSP, NH_3 , H_2S được quan trắc hai đợt vào tháng 11 và tháng 12/2020. Các vị trí lấy mẫu nằm về phía Đông Bắc của bãi rác - nơi có khu dân cư sinh sống lần lượt là 50 m, 100 m, 150 m, 250 m, 350 m và 450 m. Khoảng cách được lấy làm kích thước chuẩn hóa x_0 là 450 m. Hàm lượng TSP được xác định bằng phương pháp đo nhanh, sử dụng thiết bị đo bụi Haz-Dust EPAM 5000. H_2S được xác định bằng phương pháp đo nhanh, sử dụng thiết bị Gray Wolf. NH_3 được xác định bằng phương pháp MASA 401. Mẫu khí có chứa NH_3 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. Giá trị nồng độ nền của TSP, NH_3 và H_2S quan trắc tại khu vực nghiên cứu lần lượt là 29,5; 48,5; 41. Giá trị được sử dụng để xây dựng hàm hồi quy bậc 3 là giá trị nồng độ trung bình giờ cao nhất trong 2 đợt quan trắc tại từng vị trí.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng hàm đa thức bậc 3 cho các thông số TSP, NH_3 , H_2S

Các hàm đa thức bậc 3 được xây dựng từ số liệu đo thực tế TSP, NH_3 , H_2S , thể hiện trong Hình 2. Có thể thấy rằng, hệ số tương quan hồi quy R^2 đều có giá trị xấp xỉ từ 9,0 trở lên. Do vậy, nghiên cứu sử dụng các hệ số thu được từ các hàm này, kết hợp với cách tính M (xem công thức thứ 2) để xác định công thức tính lan truyền ô nhiễm cho từng chất (xem công thức 6,7,8) như dưới đây.

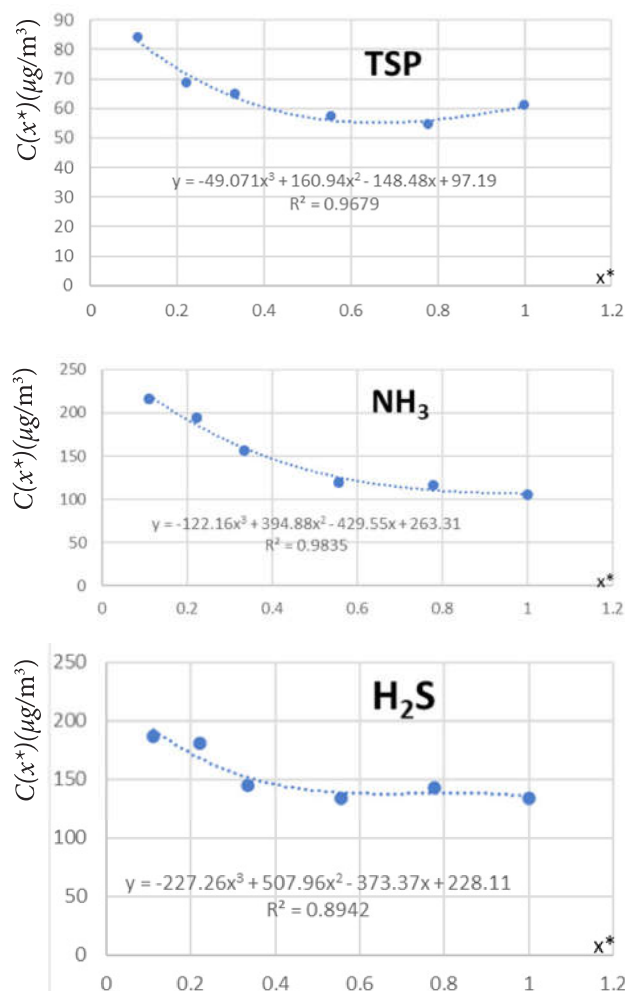


▲ Hình 1. Sơ đồ khu vực lấy mẫu và khu dân cư xung quanh bãi rác (Nguồn: Google map)

$$+ \text{TSP: } C(x^*) = \frac{86.25}{u \times 300} (-49.071.26x^{*3} + 160.94x^{*2} - 148.48x^* + 97.19) \quad (6)$$

$$+ \text{NH}_3: C(x^*) = \frac{86.25}{u \times 200} (-122.16x^{*3} + 394.88x^{*2} - 429.55x^* + 263.31) \quad (7)$$

$$+ \text{H}_2\text{S: } C(x^*) = \frac{158.13}{u \times 42} (-227.26x^{*3} + 507.96x^{*2} - 373.37x^* + 228.11) \quad (8)$$

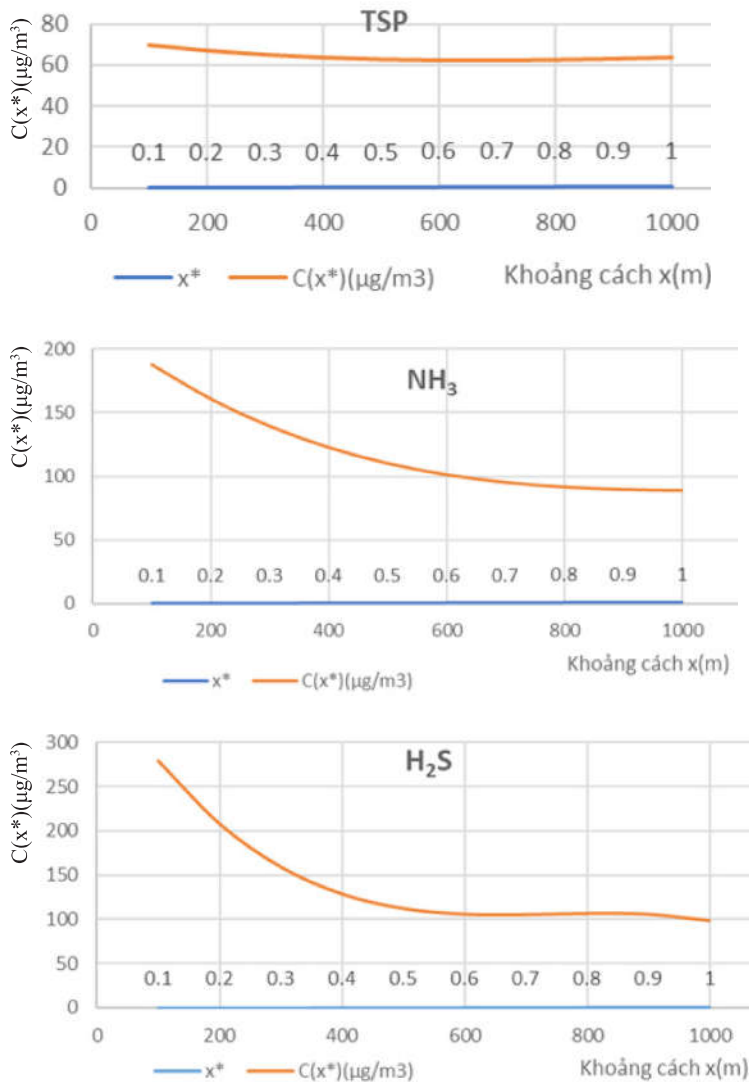


▲ Hình 2. Mô phỏng hàm hồi quy bậc 3 đối với các thông số TSP, NH_3 , H_2S (kích thước chuẩn hóa 450 m)

Hiệu chỉnh mô hình: Kết quả tính phân bố nồng độ TSP, H₂S từ bãi rác theo công thức (6), (8) rơi vào trường hợp có sai số tương đối từ 0,4 - 0,5 nên cần phải hiệu chỉnh kết quả tính C_{hc}^{*} theo công thức (5). Mô hình sau hiệu chỉnh có hiệu suất từ 83,4% - 99,57% đối với TSP và từ 78% - 95,7% đối với H₂S (trừ vị trí cách bãi rác 50 m, hiệu suất mô hình chỉ đạt hơn 50%). Mô hình tính cho NH₃ không cần phải hiệu chỉnh do hiệu suất mô hình dự báo đạt 80 - 88%. Như vậy, có thể sử dụng các công thức (6), (7), (8) để tính toán lan truyền TSP, H₂S và NH₃ đến những khoảng cách bất kỳ xung quanh bãi rác.

3.2. Kết quả tính lan truyền ô nhiễm theo phương pháp lý thuyết bán thực nghiệm

Vì quy mô bãi rác nhỏ (diện tích chỉ khoảng hơn 2 ha), nghiên cứu lựa chọn khoảng cách tối đa để tính toán là 1.000 m. Kết quả tính lan truyền TSP, NH₃ và H₂S được thể hiện trên Hình 3.



▲ Hình 3. Phân bố nồng độ TSP, H₂S, NH₃ theo khoảng cách

Hướng gió chính ở khu vực huyện Đà Bắc vào mùa đông là Đông Bắc, mùa hè thì bị ảnh hưởng của gió Tây khô nóng do điều kiện địa hình khu vực. Tuy nhiên, cuối các hướng gió này so với nguồn (bãi rác) là nghĩa trang, vùng đồi và ruộng, chỉ có một hai hộ dân sinh sống. Trên bản đồ Hình 1 cho thấy, về phía Đông Bắc của bãi rác có khu dân cư thuộc thôn Trúc Sơn, xã Toàn Thắng sinh sống, có thể chịu ảnh hưởng bởi khí thải từ bãi rác khi gió Tây Nam thổi.

Căn cứ vào QCVN 0:5/2013 quy định về giới hạn cho phép của TSP trong môi trường xung quanh là 300 µg/m³ và QCVN 06/2009:BTNMT quy định về giới hạn các chất độc hại trong môi trường (đối với NH₃ là 200 µg/m³; H₂S là 42 µg/m³) có thể thấy rằng: Khu vực phía Đông Bắc so với bãi rác (khi có gió Tây Nam thổi) không bị ô nhiễm TSP và NH₃. Giá trị TSP nhỏ hơn rất nhiều lần QCCP, giá trị cao nhất chỉ đạt 70 µg/m³ (tại vị trí 50 m gần nguồn phát thải). MTKK xung quanh bãi rác bị ô nhiễm H₂S, phạm vi ảnh hưởng có thể lên tới 1.000 m cách biên giới bãi rác. Giá trị nồng độ H₂S vượt quá giới hạn cho phép từ 2,5 đến hơn 6 lần QCCP, cao nhất tại vị trí gần bãi rác. Tại khu vực có dân cư thôn Trúc Sơn, Xã Toàn Thắng sinh sống (từ vị trí khoảng 300 m - 400 m cách bãi rác) giá trị H₂S vẫn vượt QCCP từ 2 - 3 lần.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở ứng dụng lý thuyết bán thực nghiệm và các số liệu quan trắc thực tế, nghiên cứu đã xây dựng được mô hình tính toán lan truyền TSP, NH₃, H₂S phát thải từ bãi rác huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình có dạng các hàm đa thức bậc 3. Kết quả ứng dụng mô hình cho thấy, MTKK xung quanh bãi rác bị ô nhiễm H₂S và khu vực dân cư thuộc thôn Trúc Sơn, Xã Toàn Thắng nằm về phía Đông Bắc của bãi rác bị ô nhiễm H₂S khi có gió Tây Nam thổi. Bụi TSP và NH₃ vẫn nằm trong giới hạn cho phép theo quy chuẩn hiện hành. Kết quả nghiên cứu cung cấp thêm thông tin phục vụ công tác quản lý môi trường địa phương và cảnh báo ô nhiễm; là cơ sở để tính toán đền bù cho các hộ dân (nếu cần thiết). Mô hình tính toán đơn giản, hiệu suất cao, có thể được áp dụng cho những bãi rác nhỏ, cấp huyện ở tỉnh Hòa Bình ■

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. Mai Thị Thu Thảo, Đinh Xuân Thắng, Bùi Tá Long (2015). Nghiên cứu, xây dựng hệ số phát thải các chất ô nhiễm từ bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt (CH_4 , NH_3 , Methyl Mercaptan) tại TP. Hồ Chí Minh và các khu đô thị. *Tạp chí Phát triển Công nghệ*, số M2, trang 115 - 125.
2. Phạm Ngọc Hồ (2017). Báo cáo tổng hợp nhiệm vụ "Đánh giá mức độ ô nhiễm không khí tại một số khu xử lý chất thải tại Hà Nội để điều chỉnh chính sách hỗ trợ đối với vùng ảnh hưởng môi trường". Sở TN&MT Hà Nội (2017).
3. Phạm Thị Thu Hà, Phạm Thị Việt Anh, Dương Ngọc Bach, Phan Thu Trang, and Phạm Ngọc Hồ (2020). Application of Daily Air Pollutant Index Forecasting Model Based on Semi-Empirical Statistical Theory: Case Study in Hanoi, Vietnam. *EnvironmentAsia* 12, no. 2.
4. QCVN 05:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh.
5. QCVN 06:2009/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về một số chất độc hại trong không khí xung quanh.

APPLYING SEMI-EMPIRICAL THEORY TO CALCULATE THE TRANSPORTATION OF AIR POLLUTANTS EMMITTED FROM THE LANDFILLS IN DA BAC DISTRICT, HOA BINH PROVINCE

Phạm Thị Việt Anh^{1*}, Phạm Thị Thu Hà¹

Faculty of Environmental Sciences, University of Science,
Vietnam National University, Hanoi

ABSTRACT

This paper presents the results of air quality assessment around the landfill in Da Bac district, Hoa Binh province. Based on the semi-empirical theoretical method, a model was established to calculate the transportation of TSP, NH_3 , H_2S emitted from the Da Bac landfill site that has not been monitored and treated. The results show that the air environment surrounding the landfill site is not polluted by TSP, NH_3 . Air environment are polluted by H_2S with an affected range of up to 1.000 m when the southwest winh blows, including residential areas in Truc Son hamlet, Toan Thang commune located to the northeast compared to the landfill.

Key words: Landfill, pollution, model, Da Bac, Hoa Binh.