

NGHIÊN CỨU, ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG LAN TRUYỀN Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ XUYÊN BIÊN GIỚI

TS. Dương Hồng Sơn, CN. Trương Anh Sơn

Trung tâm Nghiên cứu Môi trường - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Nghiên cứu lan truyền ô nhiễm không khí xuyên biên giới đã và đang được rất nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm. Phương pháp mô hình là một trong những phương pháp chính để nghiên cứu, đánh giá lan truyền ô nhiễm xuyên biên giới. Trong bài báo này mô hình chất lượng không khí đa quy mô CMAQ (Community Multiscale Air Quality Modeling System) được sử dụng để nghiên cứu ảnh hưởng của lan truyền ô nhiễm xuyên biên giới giữa Trung Quốc và Việt Nam.

Kết quả cho thấy, nồng độ các chất ô nhiễm không khí ở khu vực phía Bắc Việt Nam chịu ảnh hưởng rất lớn từ các nguồn phát thải của Trung Quốc. Vào mùa đông, khoảng 50% nồng độ SO_2 và 40% nồng độ NO_2 ở khu vực phía bắc có nguồn gốc từ Trung Quốc. Kết quả này khá phù hợp với các nguyên cứu của Châu Âu và một số tác giả của Mỹ và của Nhật Bản.

1. Mở đầu

Ô nhiễm không khí xuyên biên giới đang là mối quan tâm của nhiều nước. Có thể đưa ra nhiều thí dụ cho thấy các thảm họa môi trường có thể tác động nghiêm trọng đến các nước lân cận hơn là ở nước sở tại. Singapore và Malaysia bị thiệt hại nặng do thảm họa cháy rừng xảy ra ở Indônêxia. Miền Bắc Trung Quốc đốt rất nhiều than, nhưng lại gây ra mưa axit ở Nam và Tây nam Trung Quốc. Các nước Scandinave bị ô nhiễm bụi không khí phóng xạ do sự cố Chernobyl nặng hơn nhiều vùng ở Ukraine và Nga. Nếu xảy ra sự cố ở nhà máy điện hạt nhân Đại Á (gần Hồng Kông) vào những tháng mùa đông thì đám mây phóng xạ có xu hướng kéo sang Việt Nam hơn là bay lên phía Bắc [9].

Ở Việt Nam, những ảnh hưởng do quá trình ô nhiễm xuyên biên giới chưa thấy rõ ràng nhưng bắt đầu có những biểu hiện của nó. Ở các tỉnh Lạng Sơn, Lào Cai, những nơi mà các nhà nghiên cứu cho rằng không có nguồn gây ô nhiễm không khí đáng kể nhưng kết quả quan trắc lại cho thấy những giá trị của SO_2 , NO_x khá cao và đặc biệt là có hiện tượng mưa

axit trong thời kỳ mùa đông, khi khu vực phía Bắc Việt Nam chịu ảnh hưởng của các đợt gió mùa đông bắc từ Trung Quốc sang [2], [3].

Một số nghiên cứu của các tác giả nước ngoài cho thấy :

- Trên 50 % lượng SO_2 lắng đọng tại miền Bắc Việt Nam có nguồn gốc từ Trung Quốc ;
- Lượng SO_2 lắng đọng tại Trung Quốc gấp 1 - 3 lần ngưỡng cho phép của tiêu chuẩn Châu Âu trong đó lắng đọng tại Việt Nam là xấp xỉ ngưỡng này.



Hình 1. Lắng đọng lưu huỳnh ($mgS/m^2/năm$) theo nghiên cứu của Châu Âu

Người phản biện: TS. Nguyễn Kiên Dũng

Từ kinh nghiệm của các nước trên thế giới, Việt Nam cần phải có những nghiên cứu cụ thể về lan truyền ô nhiễm xuyên biên giới và đánh giá mức độ ảnh hưởng của ô nhiễm không khí từ các quốc gia lân cận.

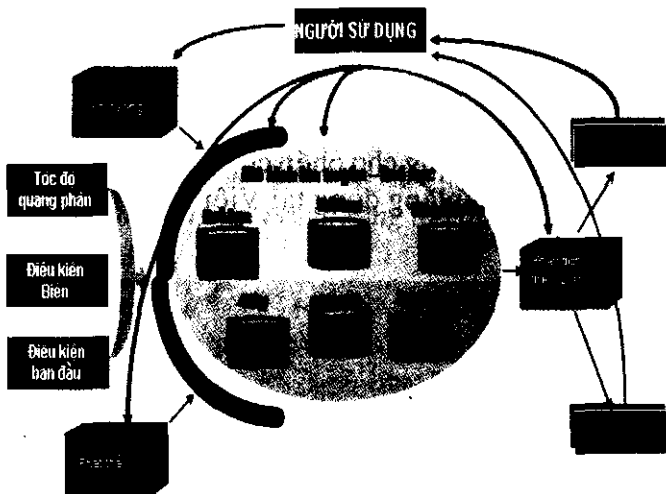
Trong bài báo này chúng tôi sử dụng hệ thống mô hình chất lượng không khí đa quy mô CMAQ (Community Multiscale Air Quality Modeling System) nghiên cứu và đánh giá mức độ ảnh hưởng của lan truyền ô nhiễm không khí xuyên biên giới giữa Trung Quốc và Việt Nam, dựa trên số liệu kiểm kê phát thải của Châu Á năm 2003.

2. Giới thiệu mô hình CMAQ

Mô hình dự báo chất lượng không khí đa quy mô CMAQ do Cục Khí quyển và Đại dương Quốc gia (NOAA) kết hợp với Cục Bảo vệ môi trường (EPA) của Mỹ xây dựng và phát triển từ những năm 1990 tới nay. CMAQ có khả năng mô phỏng các quá trình khí quyển

phức tạp ảnh hưởng tới sự biến đổi hóa học, lan truyền và lắng đọng của các chất ô nhiễm như: ôzôn, NO_x, SO₂, CO, bụi, a xít v.v.

Mô hình CMAQ tiếp cận bài toán dự báo chất lượng không khí một cách tổng quát với các kỹ thuật hiện đại, trong đó các vấn đề như: ô zôn trên tầng đối lưu, chất độc, bụi mịn, lắng đọng a xít, suy giảm tầm nhìn, v.v. đều được giải quyết. CMAQ cũng được thiết kế đa quy mô để khỏi phải tạo ra các mô hình riêng biệt cho vùng đô thị hay nông thôn. Độ phân dải và kích thước miền tính có thể khác nhau một vài bậc đại lượng theo không gian và thời gian. Tính mềm dẻo theo thời gian cho phép thực hiện các mô phỏng nhằm đánh giá dài hạn của các chất ô nhiễm (trung bình khí hậu) hay lan truyền hạn ngắn mang tính địa phương. Tính mềm dẻo theo không gian cho phép sử dụng CMAQ để mô phỏng quy mô đô thị hay khu vực.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc của mô hình CMAQ

CMAQ được thiết kế để phù hợp với các bài toán trên nhiều quy mô khác nhau, các phương trình điều khiển được biểu diễn trong hệ tọa độ tổng quát. Phương pháp tiếp cận này sẽ đảm bảo tính phù hợp giữa CMAQ và các mô hình khí tượng. Hệ tọa độ tổng quát xác định lưới tính, phép chuyển tọa độ cần thiết và nó có thể thỏa mãn nhiều hệ tọa độ thẳng đứng cũng như các phép chiếu khác nhau. Ngoài ra, hệ tọa độ

tổng quát sẽ đảm bảo khối lượng được bảo toàn khi số liệu được chuyển đổi từ các mô hình khí tượng phi thủy tĩnh sang CMAQ. Nếu không, sai số của mật độ không khí và trường gió có thể gây ra sai số lớn cho nồng độ chất ô nhiễm. Hình 2 mô tả khái quát cấu trúc hệ thống mô hình chất lượng không khí đa quy mô CMAQ.

3. Ứng dụng CMAQ nghiên cứu, đánh giá ô nhiễm xuyên biên giới

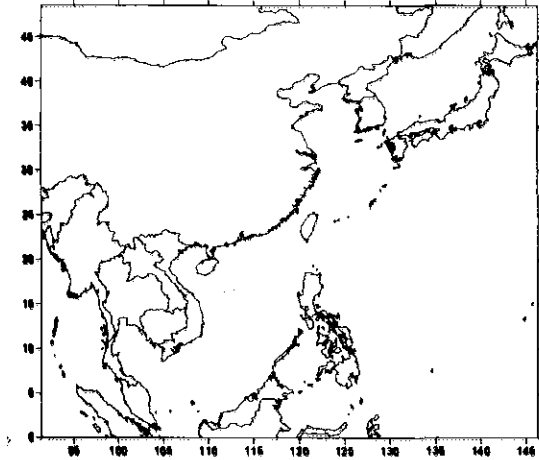
a. Phạm vi không gian

kích thước 55 km x 55 km theo phương ngang (từ 90° -150°E và từ 0,0° – 47,5°N) với độ phân giải 6 lớp thẳng đứng theo lưới σ .

Miền tính bao gồm các nước: Trung Quốc, Triều Tiên, Hàn Quốc, Nhật Bản, Mông Cổ, Đài Loan thuộc khu vực Đông Á; các nước: Việt Nam, Campuchia, Lào, Thái Lan, Myanmar, Malaysia, Indonesia, Philippin, Singapore, Brunei khu vực Đông Nam Á.

b. Số liệu đầu vào

Số liệu phát thải: Số liệu phát thải sử dụng trong nghiên cứu này được cung cấp từ nguồn số liệu kiểm kê phát thải cho khu vực Châu Á (REAS) được thực hiện bởi Trung tâm Nghiên cứu Biến đổi Toàn cầu (FRCGC) và Cục Khoa học Kỹ thuật Biển-Địa cầu Nhật Bản. Cơ sở dữ liệu này có độ phân giải 0,5° x 0,5° bao gồm các chất như: SO₂, NO_x, NH₃, CO, NMVOC, BC (các bon đen) từ các nguồn đốt và NO_x, NH₃, N₂O, CH₄ từ nguồn sinh học [1], [8].



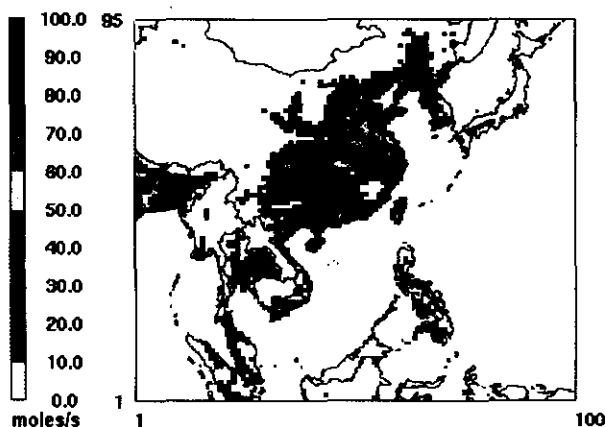
Hình 3. Sơ đồ miền tính

Mục tiêu của bài báo là tính toán, đánh giá lan truyền ô nhiễm không khí xuyên biên giới ở Việt Nam, nên miền tích được chọn sẽ bao quát toàn bộ khu vực và các quốc gia có thể ảnh hưởng tới chất lượng không khí ở Việt Nam. Miền tính bao gồm 100 x 95 điểm lưới có

Bảng 1. Số liệu phát thải NO_x của các quốc gia Đông Á và Đông Nam Á (103 tấn/năm)

Tên nước	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ĐÔNG NAM Á									
Brunei	19,7	21,0	22,7	20,7	19,9	20,3	20,7	21,6	23,9
Cambodia	40,1	41,8	43,4	44,7	46,2	47,7	47,7	48,3	48,3
Indonesia	1250,0	1380,0	1530,0	1490,0	1530,0	1650,0	1770,0	1820,0	1850,0
Lào	12,5	13,4	14,7	15,9	17,1	18,4	19,1	19,7	19,7
Malaysia	278,0	313,0	333,0	329,0	359,0	388,0	412,0	436,0	449,0
Myanmar	80,3	83,9	75,2	84,8	87,3	92,7	80,1	91,3	103,0
Philippines	396,0	432,0	476,0	470,0	476,0	473,0	499,0	494,0	506,0
Singapore	181,0	183,0	178,0	171,0	161,0	157,0	160,0	161,0	161,0
Thailand	688,0	745,0	716,0	625,0	615,0	591,0	612,0	656,0	692,0
Vietnam	229,0	253,0	285,0	304,0	306,0	330,0	350,0	402,0	433,0
ĐÔNG Á									
Trung Quốc	9310,0	9950,0	10000,0	10500,0	10700,0	11200,0	11800,0	12700,0	14500,0
Nhật Bản	1890,0	1910,0	1980,0	1900,0	1910,0	1960,0	1930,0	1960,0	1960,0
Hàn Quốc	1550,0	1670,0	1690,0	1400,0	1490,0	1560,0	1590,0	1660,0	1730,0
Bắc Triều Tiên	242,0	215,0	195,0	200,0	194,0	221,0	223,0	215,0	218,0
Mông Cổ	35,0	36,2	37,3	38,5	39,6	40,8	45,2	45,5	45,5
Đài Loan	561,0	562,0	570,0	601,0	625,0	648,0	653,0	692,0	715,0

Bảng 1, phân bố phát thải NO_x của các quốc gia trong khu vực nghiên cứu theo thời gian (từ năm 1995 – năm 2003), cho thấy hầu hết lượng phát ở các quốc gia đều tăng đáng kể. Trong đó Trung Quốc là nước phát thải lớn nhất chiếm 61,8 % lượng phát thải của toàn khu vực (năm 2003) và tăng khoảng 1,56 lần so với năm 1995. Việt Nam và Malaysia là 2 nước có lượng phát thải gia tăng nhanh nhất, trong khoảng 9 năm (từ năm 1995 -2003) lượng phát thải của 2 nước này đã tăng khoảng 1.89 và 1,61 lần.



Hình 4. Phân bố phát thải NO₂ năm 2003 (PA0)

Hình 4 cho ta thấy bức tranh tổng thể về sự phân bố hàm lượng phát thải NO₂ (moles/s) theo không gian, ta thấy tại các khu vực phía Bắc, Đông Bắc của Trung Quốc, Triều Tiên và Hàn Quốc là những vùng có hàm lượng phát thải cao nhất, lượng phát phổ biến nằm trong khoảng từ 50 - 80 (mole/s), có những nơi đạt tới trên 200 (mole/s).

Để nghiên cứu lan truyền ô nhiễm xuyên biên giới và đánh giá mức độ ảnh hưởng của nó giữa Trung Quốc và Việt Nam, 3 phương án tính toán ứng với các kịch bản:

- Phương án 0 (PA0) Thực hiện tính toán với số liệu phát thải thực (hình 4);
- Phương án 1 (PA1): Thực hiện tính toán

với số liệu phát thải từ Việt Nam bằng 0;

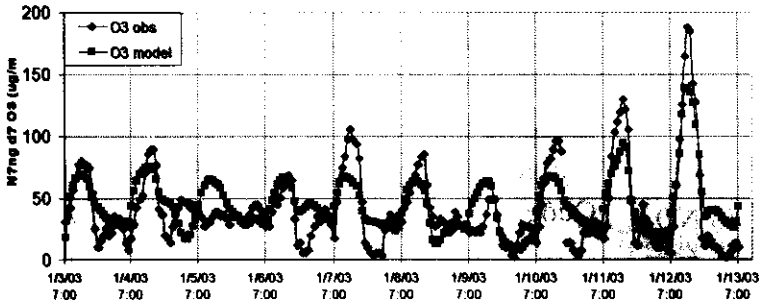
- Phương án 2 (PA2): Thực hiện tính toán với số liệu phát thải từ Trung Quốc bằng 0.

Số liệu khí tượng: Số liệu khí tượng đầu vào được mô hình Nghiên cứu và Dự báo thời tiết (WRF) tích phân từ các trường số liệu phân tích lại do UCAR cung cấp với độ phân giải 10 x 10 [7]. Cơ sở lý thuyết và các kết quả kiểm nghiệm của mô hình WRF được miêu tả chi tiết trong tài liệu tham khảo [1].

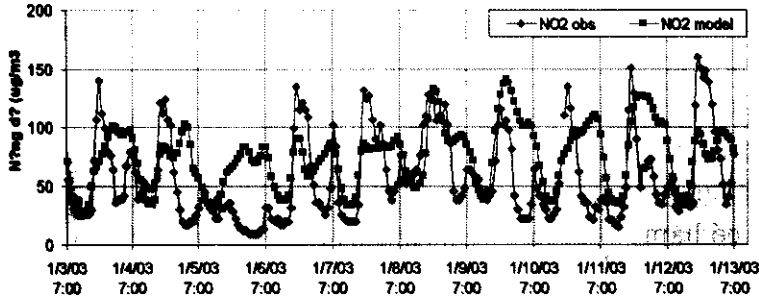
c. Kết quả tính toán

Để đánh giá mức độ tin cậy của mô hình, các số liệu quan trắc tự động tại Trạm Láng trong năm 2003 sẽ được so sánh với các nồng độ tính toán được bởi mô hình CMAQ ở tọa độ của trạm này (hình 5 - 7).

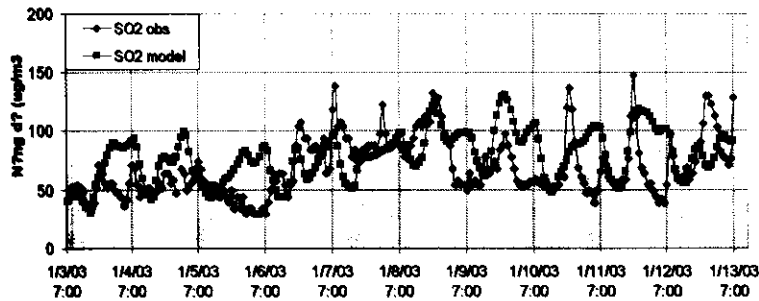
Hình 5 cho ta kết quả so sánh nồng độ O₃ giữa tính toán và thực đo từ ngày 3/1/2003 đến ngày 13/1/2003, kết quả cho thấy mô hình đã tính toán và mô phỏng được xu thế diễn biến của O₃ trong quá trình nghiên cứu. Hình 6 và 7 cho thấy kết quả tính toán đối với NO₂ và SO₂ cũng rất khả quan, xu thế diễn biến của các chất ô nhiễm khá phù hợp với thực tế. Các giá trị tính toán thường có biên độ dao động nhỏ hơn so với giá trị thực đo, các đỉnh giá trị cực trị lớn nhất thường nhỏ hơn, giá trị cực trị nhỏ nhất lại thường lớn hơn giá trị thực đo và nhìn chung giá trị tính toán thường nhỏ hơn so với số liệu thực đo, điều này cũng có thể giải thích do số liệu kiểm kê phát thải đầu vào được lấy từ số liệu kiểm kê phát thải cho toàn Châu Á với bước lưới là 0,50 x 0,50 và dựa trên số liệu năng lượng tiêu thụ nên có thể chưa tính hết được các yếu tố gây ô nhiễm khác. Nhưng với bài toán nghiên cứu khoa học thì kết quả đã đạt được như vậy có thể chấp nhận được.



Hình 5. Kết quả so sánh số liệu tính toán và thực đo O₃ (µg/m³) trung bình 1 giờ từ ngày 3/1/2003 đến ngày 13/1/2003



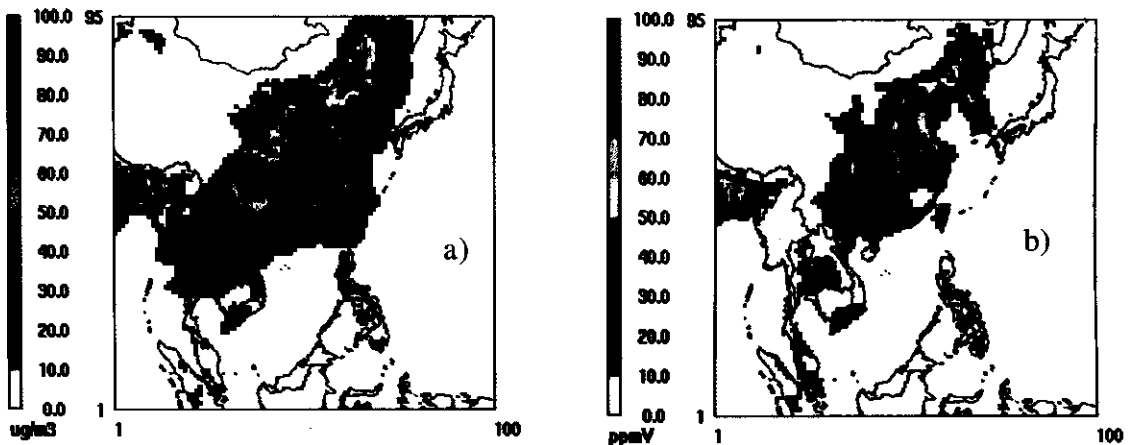
Hình 6. Kết quả so sánh số liệu tính toán và thực đo NO₂(µg/m³) trung bình 1 giờ từ ngày 3/1/2003 đến ngày 13/1/2003



Hình 7. Kết quả so sánh số liệu tính toán và thực đo SO₂(µg/m³) trung bình 1 giờ từ ngày 3/1/2003 đến ngày 13/1/2003

Kết quả nghiên cứu của PA0 (hình 8) cho ta thấy sự phân bố nồng độ NO₂ trong khu vực nghiên cứu vào tháng 1 (hình 8a) và tháng 7 (hình 8b). Từ hình vẽ ta thấy, nồng độ các chất khí được phát tán xa hơn và giá trị nồng độ

cũng lớn hơn ứng với thời tiết hanh khô (tháng 1) với mùa mưa (tháng 7) các chất khí thường bị lắng đọng nhiều hơn nên cả giá trị nồng độ và mức độ phát tán của các khí cũng nhỏ hơn so với các tháng mùa khô.



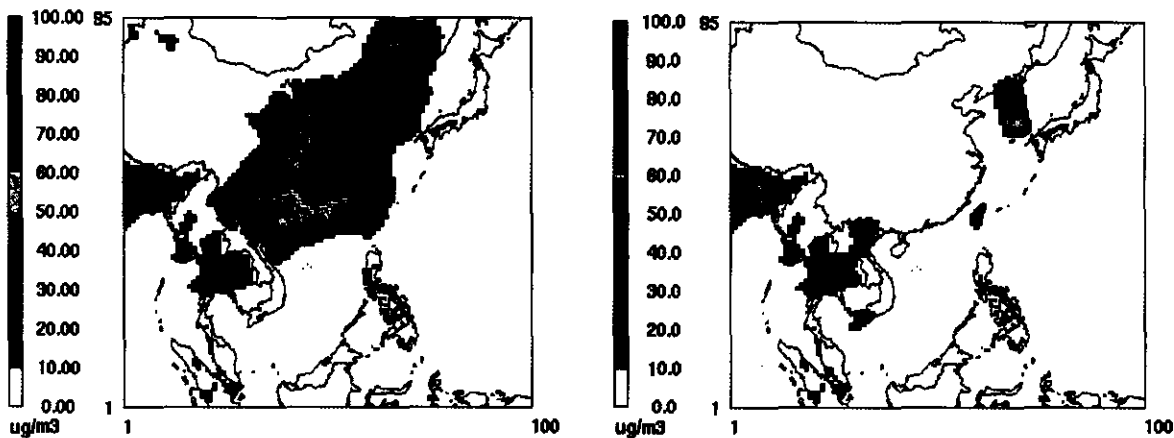
Hình 8. Phân bố nồng độ NO₂ trung bình tháng 1 (a) tháng 7 (b) theo PA₀

Hình 9 và hình 10 cho ta sự phân bố nồng độ ô nhiễm của NO_2 ứng với hai trường hợp mùa đông và mùa hè, trong các phương án PA1 và PA2.

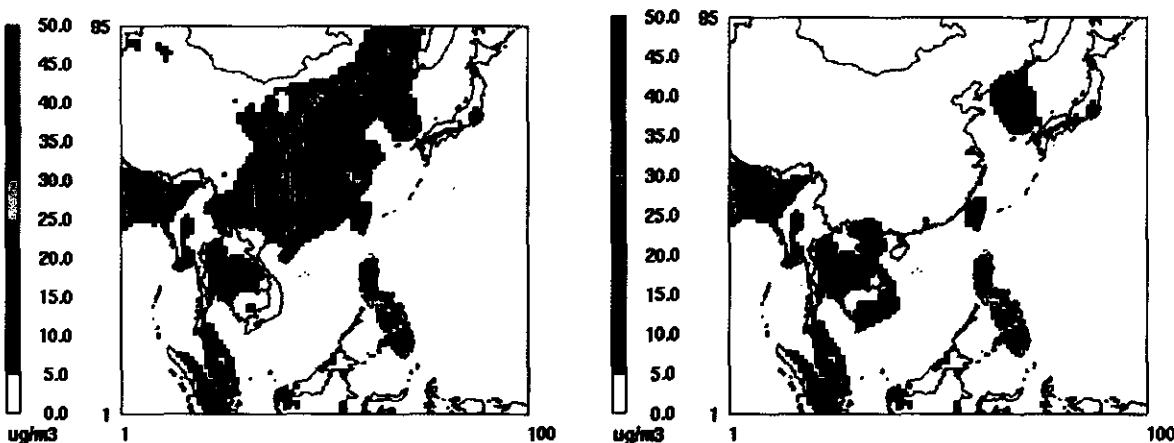
Hình 10 cho thấy sự phân bố nồng độ NO_2 vào mùa đông. Do ảnh hưởng của gió mùa đông bắc nên nồng độ ô nhiễm không khí từ Trung Quốc đã ảnh hưởng đến toàn bộ Miền Bắc Việt Nam với giá trị nồng độ từ $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ - $40\mu\text{g}/\text{m}^3$. Điều này cũng góp phần giải thích rõ hơn cho hiện tượng mưa axit ở các tỉnh phía Bắc của Việt Nam, những nơi được đánh giá là không có nguồn phát thải đáng kể nhưng lại thường xuyên xuất hiện các trận mưa có hàm

lượng axit cao, có hàm lượng lắng đọng axit cao vào mùa đông [2], [3], [4]. Từ kết quả này ta không thấy được sự ảnh hưởng rõ ràng của ô nhiễm không khí từ Việt Nam đến Trung Quốc.

Sự phân bố nồng độ ô nhiễm không khí vào mùa hè được thể hiện qua hình 10. Qua hình vẽ ta không thấy được sự ảnh hưởng của lan truyền ô nhiễm không khí xuyên biên giới giữa Trung quốc và Việt Nam rõ ràng như thời kỳ mùa đông. Chỉ những vùng ngay sát biên giới là có chịu ảnh hưởng này nhưng giá trị nồng độ cũng rất nhỏ khoảng dưới $10\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Hình 9. Phân bố nồng độ NO_2 trung bình tháng 1 khi bỏ qua số liệu phát thải từ Việt Nam (PA1) và khi bỏ qua số liệu phát thải của Trung Quốc (PA2)



Hình 10. Phân bố nồng độ NO_2 trung bình tháng 7 khi bỏ qua số liệu phát thải từ Việt Nam (PA1) và khi bỏ qua số liệu phát thải của Trung Quốc (PA2)

Để đánh giá cụ thể mức độ lan truyền ô nhiễm xuyên biên giới giữa Việt Nam và Trung Quốc, chúng tôi đã xây dựng bảng ma trận nguồn thải và nơi tiếp nhận như (bảng 2). [3], [5]

Ma trận nguồn thải và nơi tiếp nhận (bảng

2) cho thấy sự ảnh hưởng của lan truyền ô nhiễm xuyên biên giới giữa Trung Quốc và Việt Nam vào mùa đông và mùa hè: 2 cột bên trái chỉ tên của các nguồn phát thải (PA0, PA1, PA2) trong các mùa và 4 cột bên phải cho biết tỷ lệ nồng độ các chất SO₂ và NO₂ tại nơi tiếp nhận so với PA0.

Bảng 2. Ma trận nguồn thải và nơi tiếp nhận

Nguồn Phát thải		SO ₂ (%)		NO ₂ (%)	
		Việt Nam	Trung Quốc	Việt Nam	Trung Quốc
Mùa đông	PA0	100	100	100	100
	PA1	57.88	96.08	48.98	108.87
	PA2	40.40	0.24	44.40	0.09
Mùa hè	PA0	100	100	100	100
	PA1	4.70	92.38	1.45	88.13
	PA2	95.50	6.77	103.43	11.75

Nếu coi nồng độ của các chất ô nhiễm tại nơi tiếp nhận khi có sự tham gia đầy đủ của tất cả các nguồn phát thải là 100% ta thấy rằng, vào mùa đông ô nhiễm không khí từ Trung Quốc ảnh hưởng đến Việt Nam rất lớn 57,88 % đối với SO₂ và 48,98% đối với NO₂, trong khi đó sự ảnh hưởng từ Việt Nam đến nồng độ của các chất ô nhiễm không khí ở Trung Quốc lại không đáng kể 0,24% đối với SO₂ và 0,09% đối với NO₂.

Vào mùa hè Việt Nam ít bị ảnh hưởng của gió mùa đông bắc hơn, thay vào đó là gió mùa tây nam và đông nam lại đóng vai trò chủ đạo. Nên mức độ ảnh hưởng từ việc lan truyền xuyên biên giới giữa Việt Nam và Trung Quốc cũng có sự thay đổi đáng kể. Nồng độ các chất ô nhiễm không khí tại Việt Nam có nguồn gốc từ Trung Quốc chỉ chiếm 4,70% đối với SO₂ và 1,45% đối với NO₂. Nhưng nồng độ các chất ô nhiễm tại Trung Quốc có nguồn gốc từ Việt Nam lại tăng lên đáng kể so với thời kỳ mùa đông. Sự đóng góp của các nguồn phát thải từ

Việt Nam đến nồng độ các chất ô nhiễm tại Trung Quốc là 6,77% đối với SO₂ và 11,75% đối với NO₂.

Qua kết quả nghiên cứu ta thấy có một điều hơi bất thường đối với NO₂. Vào mùa đông khi không có sự tham gia của số liệu phát thải từ Việt Nam, giá trị nồng độ NO₂ tại Trung Quốc lại lớn hơn so với trường hợp có đầy đủ số liệu phát thải của tất cả các quốc gia trong khu vực (108,87%). Điều này cũng xảy ra tương tự đối với NO₂ vào thời kỳ mùa hè ở Việt Nam, giá trị này cũng là 103,43%. Điều này có thể do ảnh hưởng của các quá trình quang hoá trong khí quyển gây ra.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy chúng ta có thể sử dụng mô hình chất lượng không khí đa quy mô CMAQ nghiên cứu lan truyền ô nhiễm không khí xuyên biên giới cho Việt Nam.

Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, vào mùa đông khoảng 40% - 50% nồng độ các chất

ô nhiễm ở Miền Bắc Việt Nam có nguồn gốc từ Trung Quốc.

Bài báo này dựa trên kết quả nghiên cứu của đề tài nghiên cứu cơ bản "Nghiên cứu cơ

sở khoa học nhằm đánh giá lan truyền ô nhiễm không khí xuyên biên giới" được hỗ trợ bởi Bộ Khoa học và Công nghệ và do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường thực hiện.

Tài liệu tham khảo

1. Dương Hồng Sơn và nnk (2007) "Nghiên cứu thử nghiệm dự báo thời hạn ngắn chất lượng không khí vùng đồng bằng bắc bộ" Báo cáo tổng kết Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.
2. Trần Thị Diệu Hằng và nnk (2006) "Đánh giá hiện trạng mưa axit ở Việt Nam" Báo cáo tổng kết Đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở.
3. Nguyễn Hồng Khánh (2006) "Nghiên cứu đánh giá hiện trạng, dự báo xu thế diễn biến và đề xuất các giải pháp kiểm soát mưa axit ở miền Bắc Việt Nam" Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước.
4. P. Seibert and A. Frank 2004. Source – receptor matrix calculation with a Lagrangian particle dispersion mode, *Atmos. Chem. Phys.*, 4 51-63 2004.
5. Hien P.D, Bac V.T, Tham H. C., Vinh L. D, Nhan D. D. (2002), *Influence of meteorological conditions on PM2.5 and PM2.5-10 concentrations during the monsoon season in Hanoi, Vietnam.*
6. Trancey Holloway et al. 2002. *Transfer of reactive nitrogen in Asia : Development and evaluation of source – receptor model.* *Atmospheric Environment* 3, p 4251-4264
7. <https://dss.ucar.edu/datazone/dsszone/ds083.2>
8. <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d4/emission.htm>.
9. <http://www.nea.gov.vn/tapchi/Toanvan/02-2k-28.htm>