

TÍNH TOÁN CÁC ĐẶC TRƯNG BIẾN ĐỘNG CỦA TỔNG LƯỢNG ÔZÔN KHÍ QUYỂN TẠI MIỀN BẮC VIỆT NAM

GS.TS. Phạm Ngọc Hồ, ThS. Vũ Văn Mạnh
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội

1. Mở đầu

Như chúng ta đã biết, môi trường sống trên trái đất là một hệ thống rất nhạy cảm bao gồm rất nhiều các thành phần có liên quan mật thiết với nhau tạo thành như khí quyển, sinh quyển, thạch quyển, thủy quyển,..., trong đó ôzôn là một trong những thành phần của khí quyển trái đất. Tuy chỉ chiếm một phần rất nhỏ trong thành phần khí quyển nhưng nó lại là một thành phần khá quan trọng và mang nhiều nghịch lý nhất.

Ở tầng đối lưu, nơi chúng ta sống và hít thở, thì ôzôn được xem như là một khí vết có hại nghiêm trọng cho động và thực vật như kích thích hệ hô hấp, giảm năng suất cây trồng,... nếu như nồng độ của nó vượt quá mức cho phép. Ngược lại, ở tầng bình lưu, ôzôn có khả năng hấp thụ phần lớn bức xạ cực tím UV-B của mặt trời (nó có khả năng hấp thụ mạnh đến nỗi các tia này bị hấp thụ ngay ở độ cao 50 - 55 km trên không), do đó nó giữ vai trò quan trọng đối với khí hậu và các hệ sinh thái trên trái đất trong việc ngăn chặn bức xạ UV-B mà khi cường độ lớn sẽ gây ra các ảnh hưởng bất lợi cho đời sống tự nhiên. Sự hấp thụ bức xạ UV-B của tầng ôzôn bình lưu cũng tạo ra nguồn nhiệt, do đó nó đóng vai trò chủ yếu trong hình thành nên cấu trúc nhiệt của khí quyển. Nếu tầng ôzôn bị suy giảm thì lượng bức xạ của mặt trời tới bề mặt trái đất sẽ tăng lên và dẫn đến các ảnh hưởng về nhiệt độ toàn cầu cũng như các ảnh hưởng sinh học. Do vậy, ôzôn có thể xem là có lợi hay có hại tùy theo vị trí mà nó xuất hiện.

Tiếp theo kết quả đã công bố của đề tài *Nghiên cứu tính khả biến của tổng lượng ôzôn khí quyển tại Hà Nội và TP Hồ Chí Minh* (Phạm Ngọc Hồ, Vũ Văn Mạnh, Thông báo khoa học của các trường Đại học, ISSN.0868.3034, Hà Nội 2000) với hai vấn đề đặc biệt cần phải lưu ý là: hiện tượng tổng lượng ôzôn (TLO) ở Hà Nội suy giảm và hiện tượng TLO ở TP Hồ Chí Minh gia tăng một cách khác thường. Vào mùa thu và đặc biệt là vào mùa đông năm 1997, TLO ở Hà Nội đã giảm xuống dưới mức cho phép 200 DU (215,35 và 196 DU), tuy nhiên đây là lần đầu tiên có hiện tượng ôzôn suy giảm trong một thời gian dài ở nước ta, tác giả cũng đã khuyến nghị cần phải tiếp tục nghiên cứu trước khi có được một kết luận chính thức về hiện tượng này. Vì những lý do trên, đề tài *Tính toán các đặc trưng biến động của tổng lượng ôzôn khí quyển tại miền Bắc Việt Nam (lấy Hà Nội và Sa Pa làm ví dụ)* được tiếp tục tiến hành nhằm tập trung nghiên cứu các đặc trưng biến đổi của TLO khí quyển tại khu vực miền Bắc nước ta, nơi có dấu hiệu ôzôn suy giảm, tìm hiểu diễn biến của hiện tượng ôzôn suy giảm tại Hà Nội trên cơ sở của số liệu mới đo đạc được trong thời gian vừa qua tại một số trạm đo TLO khí quyển tại miền Bắc nước ta, nghiên cứu qui luật và nguyên nhân gây biến đổi TLO trong khu vực, góp phần thiết thực vào việc thực hiện Chương trình Quốc gia về bảo vệ tầng ôzôn ở nước ta.

2. Đối tượng và khu vực nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là TLO tại 2 khu vực có đặt máy đo TLO là Hà Nội và Sa Pa với toạ độ địa lý như sau:

- Hà Nội : 21°02'N, 105°51'E,

- Sa Pa : 22°21'N, 103°49'E.

3. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

- Sử dụng cơ sở lý thuyết về hàm ngẫu nhiên vào việc nghiên cứu và đánh giá tính biến động của TLO khí quyển tại miền Bắc nước ta như biến trình ngày, biến trình mùa, các hàm đặc trưng cho tính biến động của ôzôn.

- Sử dụng công cụ toán và máy tính để phân tích, lập mô hình tính toán các đặc trưng thống kê cơ bản của TLO khu vực phía Bắc, đưa ra các biểu đồ và đồ thị thể hiện qui luật biến đổi của TLO, tạo lập một cơ sở dữ liệu (Database) cho việc nghiên cứu tính biến động của ôzôn ở nước ta.

- Mô tả, đánh giá tính biến động của TLO tại khu vực nghiên cứu.

- Nghiên cứu các yếu tố chính gây ra sự biến đổi của TLO tại các khu vực nghiên cứu như các yếu tố địa lý, địa hình, khí tượng, thủy văn,... và ảnh hưởng của sự biến đổi của tầng ôzôn đối với nguồn tài nguyên khí hậu nước ta.

- Trên cơ sở đánh giá và dự báo về tính biến động của TLO kết hợp với hiện trạng sử dụng các chất phá hủy tầng ozôn (ODS) ở nước ta, sẽ đề xuất các biện pháp bảo vệ tầng ôzôn góp phần thực hiện Chương trình Quốc gia về bảo vệ tầng ôzôn.

Nghiên cứu này được tiến hành trên cơ sở sử dụng chuỗi số liệu trong 2 năm liên tục 1999-2000 tại trạm Sa Pa – Lào Cai và chuỗi số liệu trong 3 năm liên tục 1998-2000 tại trạm Láng - Hà Nội. Tổng lượng ôzôn được đo bằng máy đo ôzôn kế dải rộng M - 124 của Liên Xô cũ sản xuất. Việc đo đạc được tiến hành theo hai phương pháp: quan trắc theo ánh sáng mặt trời trực tiếp và quan trắc theo ánh sáng tán xạ của vùng trời thiên đỉnh, theo 7 lần đo vào các giờ tròn từ 9 giờ đến 15 giờ (giờ Hà Nội) với khoảng linh hoạt là 15 phút.

Tổng lượng ôzôn trung bình ngày được tính riêng cho từng loại quan trắc. Kết quả tính TLO trung bình ngày được ghi vào dòng cuối cùng của ngày quan trắc theo dạng:

$$(n_o)X_o = N_o$$

$$(n_x)X_x = N_x$$

Trong đó:

+ X_o, X_x : ký hiệu TLO quan trắc được theo ánh sáng mặt trời trực tiếp và theo ánh sáng tán xạ của vùng trời thiên đỉnh.

+ n_o, n_x : số lượng kỳ quan trắc theo ánh sáng mặt trời trực tiếp và theo ánh sáng tán xạ của vùng trời thiên đỉnh.

+ N_o, N_x : TLO trung bình ngày quan trắc được theo ánh sáng mặt trời trực tiếp và theo ánh sáng tán xạ của vùng trời thiên đỉnh.

Nếu số trường hợp quan trắc theo mặt trời nhỏ hơn 3 thì TLO trung bình ngày được tính như sau:

$$X_{tb} = (N_o \cdot X_o + N_x \cdot X_x) / (n_o + n_x).$$

Nếu số trường hợp quan trắc theo mặt trời lớn hơn 3 thì TLO trung bình ngày là TLO trung bình ngày quan trắc được theo ánh sáng trực tiếp của mặt trời.

Sau đó, dựa vào lý thuyết hàm ngẫu nhiên để tính toán tính khả biến và các đặc trưng thống kê của TLO tại Hà Nội và TP Hồ Chí Minh theo bốn mùa xuân, hạ, thu và đông với một số thông số chính như sau:

* Giá trị trung bình của TLO:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

* Phương sai của TLO:

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2$$

* Độ lệch chuẩn của TLO:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}$$

* Hệ số biến động của TLC

$$C_{vx} = \frac{\sigma_x}{\bar{X}}$$

* Hàm tương quan thời gian của TLO:

$$R_x(K\tau_1) = \frac{1}{N-K} \sum_{i=1}^{N-K} (x_i - \bar{X})(x_{i+K} - \bar{X})$$

* Hàm tương quan chuẩn hoá của TLO:

$$r_x(K\tau_1) = \frac{R_x(K\tau_1)}{\sigma_x^2}$$

* Hàm cấu trúc thời gian của TLO:

$$B_x(K\tau_1) = \frac{1}{N-K} \sum_{i=1}^{N-K} (x_{i+K} - x_i)^2$$

* Hàm cấu trúc chuẩn hoá của TLO:

$$D_x(K\tau_1) = \frac{B_x(K\tau_1)}{(\bar{X})^2}$$

Trong đó:

x_i : các giá trị của TLOX quan trắc được trong ngày.

N : tổng số các giá trị x_i .

$\tau = K\tau_1$.

Vì các quan trắc TLO cách nhau 1 giờ nên $\tau_1 = 1$ giờ và ta có $K = 1, 2, \dots, N-1 (<N)$.

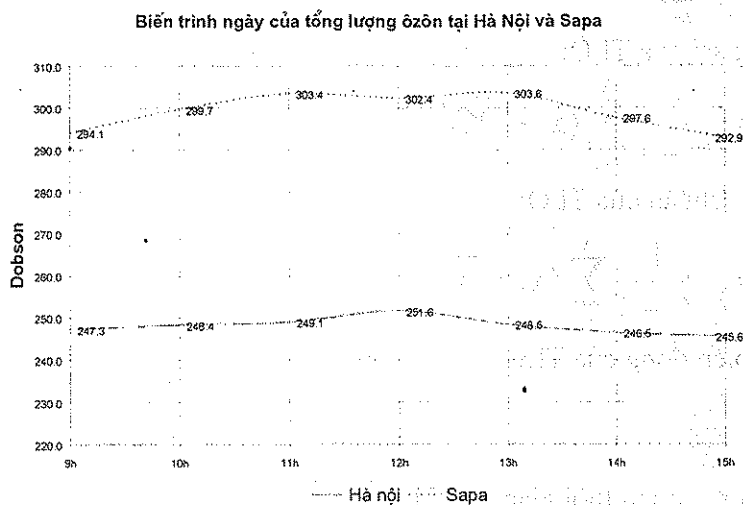
Việc tính toán được tiến hành theo từng thể hiện, sau đó kết quả được lấy trung bình cho các thể hiện. Kết quả tính toán nhận được bằng cách lập chương trình xử lý chuỗi số liệu nói trên qua máy tính.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

a. Biến trình ngày

Nghiên cứu cũng đã cho thấy một số đặc trưng và khác biệt cơ bản trong cấu trúc biến trình ngày của TLO tại Hà Nội và Sa Pa. Biến trình ngày của TLO tại Hà Nội cho thấy nhìn chung TLO đều đạt cực đại vào lúc giữa trưa (12 giờ) vào các mùa

xuân, hạ và đông, vào 13 giờ mùa thu lúc mặt trời có độ cao lớn nhất và đạt cực tiểu vào lúc 9 giờ hoặc 15 giờ tức là vào lúc độ cao mặt trời thấp.



Hình 1. Biến trình ngày của TLO tại Hà Nội và Sa Pa

Vào các mùa xuân, hạ, thu, đông trong 2 năm 1999 và 2000, TLO tại Hà Nội nhìn chung giống nhau, tăng dần từ cực tiểu vào buổi sáng cho đến cực đại vào lúc giữa trưa, sau đó giảm dần về cực tiểu vào buổi chiều. Điều này hoàn toàn phù hợp với quá trình quang hoá tạo thành ôzôn tự nhiên trong lớp khí quyển trên cao do tác động của bức xạ cực tím của mặt trời: bức xạ mặt trời tăng làm cho lượng ôzôn được tạo thành gia tăng.

Đồng thời nhận thấy TLO trung bình ngày của Hà Nội có xu hướng tăng dần kể từ năm 1998 cho tới năm 2000 (TLO trung bình năm theo thứ tự từ 1998-2000 là: 225,5 DU, 254,5 DU và 265,4 DU). Đây là một dấu hiệu tốt về ôzôn bình lưu tại Hà Nội. Kết quả này kết hợp cùng với những kết quả quan trắc và phân tích ôzôn đối lưu gần đây tại Hà Nội (Phạm Ngọc Hồ, Vũ Văn Mạnh: “*Nghiên cứu xu thế biến động của ôzôn đối lưu tại Hà Nội*”, Thông báo khoa học các trường đại học, Bộ GD&ĐT, 2002) cho thấy lượng ôzôn đối lưu ở Hà Nội vẫn giữ ở mức thấp càng khẳng định kết quả do nghiên cứu về TLO khí quyển trong những năm 1996, 1997 trước đây là TLO có suy giảm kể từ năm 1996, đặc biệt là mùa thu, mùa đông năm 1997 và hiện tượng xuất hiện “lỗ thủng ôzôn mini” tại Hà Nội vào thời gian trên là có thực.

Biến trình ngày của TLO tại Sa Pa xét trong 2 năm 1999 - 2000 có nhiều phức tạp hơn so với tại Hà Nội và có vẻ như không phù hợp với quá trình quang hoá tạo thành ôzôn tự nhiên trong khí quyển, đó là TLO tại Sa Pa có 2 cực đại vào lúc 11 h và 13h. Hiện tượng TLO không đạt cực đại vào giữa trưa khi mặt trời lên cao nhất mà lại đạt cực đại vào lúc 11 giờ và 13 giờ có thể được giải thích bằng quá trình tạo thành ôzôn chỉ cần năng lượng bức xạ vừa đủ và phải trải qua một quá trình tích lũy năng lượng của các thành phần tham gia như ôxy và nguyên tử nitơ hay nguyên tử bất kỳ nào có khả năng mang theo nguồn năng lượng thoát ra khi tạo thành ôzôn theo phản ứng: $O + O_2 + M = O_3 + M$.

Qua số liệu cao không đã có trong khu vực, dựa vào kết quả phân tích trên các mặt đẳng áp chuẩn cho thấy tại Hà Nội và Sa Pa cả hai đều chịu ảnh hưởng của hoàn lưu gió mùa, gió đông ở lớp dưới tầng đối lưu và gió tây ở lớp trên (gió đông mạnh

dân theo chiều cao), ở Sa Pa do đặc điểm địa hình khu vực phức tạp nên đã làm tăng thành phần gió đông ở hầu hết các tháng trong năm. Chính vì lý do này mà vào các thời điểm 11 giờ và 13 giờ là lúc năng lượng bức xạ phù hợp nhất cho quá trình tạo thành ôzôn của khu vực.

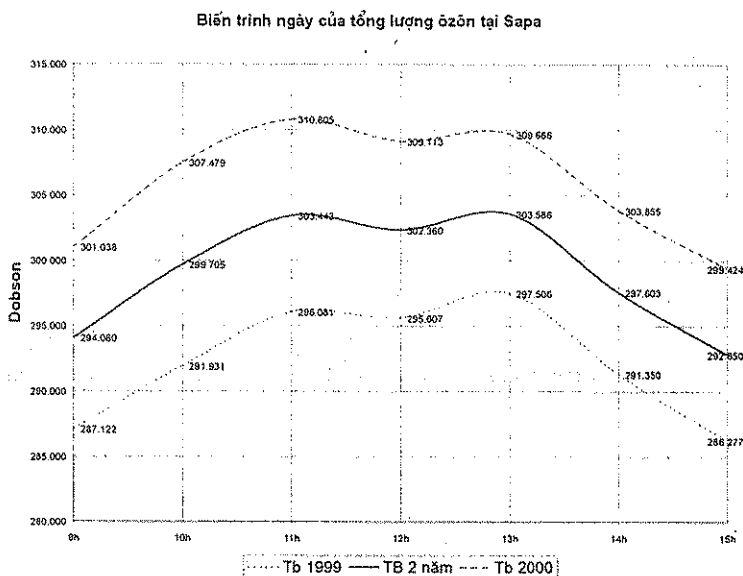
Một vấn đề khác nữa cũng cần phải lưu tâm đó là TLO tại Hà Nội trung bình trong toàn bộ các năm đều nhỏ hơn Sa Pa mặc dù Hà Nội có vị trí địa lý gần với xích đạo hơn (về nguyên lý thì ôzôn được tạo thành nhiều nhất ở các khu vực gần vành đai xích đạo). Điều này cũng cần phải được nghiên cứu tiếp để làm rõ nguyên nhân nhưng trước hết Hà Nội cần phải hạn chế việc sử dụng các chất làm suy giảm ôzôn.

b. Độ lệch chuẩn

Độ lệch chuẩn trung bình 2 năm của Hà Nội (124,8) nhìn chung thấp hơn của Sa Pa (150,9) chứng tỏ khả năng biến đổi (biên độ dao động) của TLO ở Hà Nội nhỏ hơn, nói cách khác là tính nhiễu động của TLO ở Hà Nội nhỏ hơn Sa Pa. Đồng thời, từ kết quả thu được cho thấy độ lệch chuẩn của TLO có xu hướng tăng dần.

c. Hệ số biến động

Từ kết quả tính toán thu được nhận thấy hệ số biến động của TLO cả 2 năm ở Hà Nội lớn hơn ở Sa Pa, tuy nhiên, độ sai lệch là nhỏ và không đáng kể, điều này hoàn toàn phù hợp với việc phân tích kết quả về độ lệch chuẩn của phần trên, đồng thời nó cũng nói lên tính ổn định của hoàn lưu khí quyển ở Sa Pa lớn hơn ở Hà Nội và độ ổn định của hoàn lưu chung.



Hình 2. Biến trình ngày của TLO tại Sa Pa tính trung bình trong các năm 1999 và 2000

Địa điểm	TLO trung bình ngày	Phương sai	Hệ số biến động	Độ lệch chuẩn
Hà Nội 1998	224,5	13092,79	0,5027	112,8
Hà Nội 1999	254,4	16371,59	0,5026	127,8
Hà Nội 2000	265,5	17890,94	0,5032	133,6
Sa Pa 1999	292,2	21666,93	0,5031	147,0
Sa Pa 2000	307,8	23965,01	0,5026	154,6

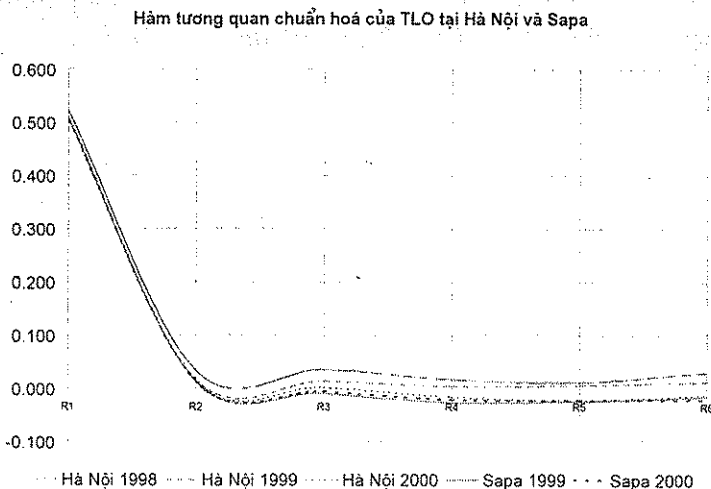
d. Hàm tương quan chuẩn hoá

Từ đồ thị (hình 3) thu được nhận thấy hàm tương quan chuẩn hoá của TLO ở cả hai khu vực đều có hình dạng chuẩn. Trong tất cả các năm, giá trị hàm tương quan chuẩn hoá của TLO ở Hà Nội đều lớn hơn ở Sa Pa, điều này cho thấy mối liên hệ thống kê theo thời gian của TLO, Hà Nội lớn hơn ở Sa Pa. Nhìn chung, giá trị hàm tương quan chuẩn hoá thu được của hai khu vực đều chỉ ở mức trung bình.

e. Hàm cấu trúc chuẩn hoá

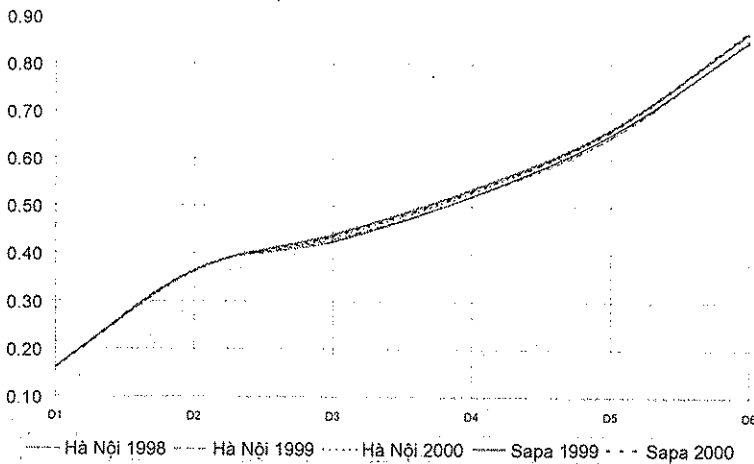
Nhìn chung, đường cong thể hiện hàm cấu trúc chuẩn hoá của TLO ở cả Hà Nội và Sa Pa đều có dạng giống nhau, tăng dần từ $\tau_1 = 1h$ đến $\tau_2 = 6h$ và nếu làm trơn một cách gần đúng thì có dạng gần tuyến tính. Giá trị hàm cấu trúc chuẩn hoá của TLO ở Hà Nội cao hơn ở Sa Pa và của năm 1999 lớn hơn của năm 2000 nhưng không đáng kể.

Tóm lại, hàm cấu trúc chuẩn hoá thể hiện tính khả biến của TLO tại 2 trạm cho thấy TLO ở cả 2 trạm có đặc điểm của một quá trình ngẫu nhiên gần đúng, cho nên có thể áp dụng quy luật và tính chất của các quá trình ngẫu nhiên dừng cho việc tính toán TLO ở các khu vực này.



Hình 3. Hàm tương quan chuẩn hoá của TLO tại Hà Nội và Sa Pa.

Hàm cấu trúc chuẩn hoá của TLO tại Hà Nội và Sapa



Hình 4. Hàm cấu trúc chuẩn hoá của TLO tại Hà Nội và Tp. Hồ Chí Minh 1996-1997

5. Khuyến nghị

Các kết quả nghiên cứu thu được ở trên đã góp phần bổ sung vào công tác nghiên cứu ôzôn đang được triển khai trong một thời gian ngắn ở nước ta, góp phần làm sáng tỏ qui luật biến đổi của TLO mà các nghiên cứu trước đây còn chưa có điều kiện tiến hành do chuỗi số liệu về ôzôn ở nước ta còn ngắn, vì thế nghiên cứu này còn mang một ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao trong công tác nghiên cứu về ôzôn ở nước ta, góp phần thiết thực vào việc thực hiện Chương trình quốc gia bảo vệ tầng ôzôn khí quyển.

Trên cơ sở các kết quả đã đạt được từ trước đến nay trong công tác nghiên cứu về ôzôn, chúng ta cần phải ưu tiên thực hiện một số biện pháp:

- Tiếp tục theo dõi sự biến đổi của TLO ở nước ta, đặc biệt là tại khu vực miền Bắc, nơi có sự biến đổi rất lớn (theo xu hướng giảm) của TLO.
- Tiếp tục đánh giá thống kê về TLO trên cơ sở các số liệu quan trắc từ các trạm mặt đất kết hợp cùng với các số liệu khí tượng thủy văn, tình hình và đặc điểm thời tiết khu vực.
- Nghiên cứu mối liên hệ tương quan giữa bức xạ cực tím và TLO tại Việt Nam.
- Mở rộng phạm vi nghiên cứu cho các khu vực khác như khu vực miền Trung và miền Nam, tăng cường số máy đo cho một số khu vực khác trong nước.
- Thực hiện có hiệu quả Chương trình Quốc gia của Việt Nam về bảo vệ tầng ôzôn nhằm loại trừ dần các chất làm suy giảm tầng ôzôn, tuân thủ Nghị định thư Montreal và Công ước Vienna mà nước ta đã tham gia.
- Mở rộng hợp tác quốc tế với các cơ quan chính phủ và phi chính phủ trong việc nghiên cứu ôzôn như tăng cường chất lượng và số lượng trạm quan trắc TLO, sử dụng số liệu thu thập được từ vệ tinh cũng như tìm hiểu và trang bị các thiết bị quan trắc ôzôn đối lưu thụ động PSD,...

Tài liệu tham khảo

1. Ashmore, M.R. & Bell, J.N.B. The role of ozone in global change, *Annals of Botany*. 67 (suppl. 1), p.39-48, 1991.
2. David D. Kemp. *Global Environmental Issues (A climatological approach)*. Second edition, Routledge Publisher, p.122-143, 1994.
3. *Environmental Science & Technology*, Vol.35, No.5, 2001.
4. Phạm Ngọc Hồ. Nghiên cứu đặc trưng cấu trúc của tầng ôzôn khí quyển ở Hà Nội. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ B91-05-42, 1993.
5. Phạm Ngọc Hồ. Mô hình tính toán đặc trưng cấu trúc của tầng ôzôn khí quyển theo sự suy giảm của cường độ phổ bức xạ mặt trời. *Thông báo khoa học các trường Đại học*, số 2, 1992.
6. Phạm Ngọc Hồ, Đồng Kim Loan, Vũ Văn Mạnh và nnk: Nghiên cứu hiệu chỉnh và tham số hoá mô hình dự báo sự lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí trên cơ sở số liệu của các trạm quan trắc và phân tích chất lượng không khí cố định tự động tại Hà Nội, Sở KH-CN&MT Hà Nội. 2001.
7. John L. Seitz. *Global issues: An introduction*, Blackwell Publishers, p.146-148, 1995.
8. Trần Duy Sơn, Lê Đình Vinh. Kết quả quan trắc ôzôn khí quyển ở Việt Nam, *Tạp san Khoa học Kỹ thuật Khí tượng Thủy văn*, Tổng cục Khí tượng Thủy văn, số 8 (440), tr. 22-24. 1997.
9. Nguyễn Văn Thắng, Phạm Ngọc Hồ, Nguyễn Thị Bích Hợp. Đánh giá về sự biến đổi tổng lượng ôzôn trong thời gian hoạt động của gió mùa mùa hè khu vực Đông Nam Á và Việt Nam, *Tổng cục Khí tượng Thủy văn*, Hà Nội, 1995.
10. Đào Đức Tuấn, Nguyễn Đức Ngũ. Việt Nam với vấn đề bảo vệ tầng ôzôn. *Tạp san Khoa học Kỹ thuật Khí tượng Thủy văn*, Tổng cục Khí tượng Thủy văn, số 8 (440), tr. 1-5, 1997.
11. Nguyễn Văn Thắng, Lê Đình Vinh. Vấn đề nghiên cứu và bảo vệ tầng ôzôn khí quyển. *Tổng cục Khí tượng Thủy văn: Tạp san Khoa học Kỹ thuật Khí tượng Thủy văn*, Tổng cục Khí tượng Thủy văn, số 9 (453), tr. 6-13, 1998.
12. Văn phòng Ôzôn: Hoạt động của chương trình quốc gia của Việt Nam về bảo vệ tầng ôzôn. *Thông tin ôzôn*, Tổng cục Khí tượng Thủy văn-Văn phòng Ôzôn, số 3, 1998.
13. Gribbin J. *The hole in the sky* (revised editon), New York: Bantam, 1993.
14. Peter D. Moore, Bill Chaloner, Philip Stott. *Global Environmental Change*, Blackwell Science Publisher, p.120-135, 1996.
15. Scientific Review presented by The World Climate Research program: *Global climate Change*, January 1990, p.3-4, 1994.