

ĐÁNH GIÁ KỸ NĂNG DỰ BÁO QUỶ ĐẠO BÃO CỦA MÔ HÌNH WRF

ThS. Võ Văn Hòa

Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương

Mô hình Nghiên cứu và Dự báo thời tiết (WRF) đã được nghiên cứu và chạy thử nghiệm cho mục đích dự báo thời tiết và quỹ đạo bão tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương (TTDBKTTVTU) từ tháng 9 năm 2006. Bài báo này trình bày một số kết quả đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo bão của mô hình WRF với 518 trường hợp nghiên cứu của 31 cơn bão hoạt động trên Biển Đông từ năm 2002 - 2006 dựa trên số liệu phân tích 6 giờ một của mô hình toàn cầu GFS. Các kết quả đánh giá sai số dự báo vị trí khoảng cách tâm bão - DPE cho thấy mô hình WRF có kỹ năng dự báo quỹ đạo tốt, đặc biệt là trong trường hợp các cơn bão có quỹ đạo cong và phức tạp. Kết quả đánh giá khuynh hướng sai số đã chỉ ra rằng mô hình WRF thường dự báo quỹ đạo bão nằm về phía trái và di chuyển chậm hơn với thực tế. Tuy nhiên, các đánh giá chi tiết cho hai đại lượng AT và CT đã cho thấy sai số về hướng chuyển động chiếm ưu thế hơn so với sai số về tốc độ trong tất cả các hạn dự báo. Hay nói cách khác, có một sai số hệ thống trong dự báo quỹ đạo bão của mô hình WRF và đây là một thông tin quan trọng trong việc nghiên cứu lựa chọn các phương pháp thống kê sau mô hình cho WRF.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, những hiểu biết mới về động lực và vật lý vùng nhiệt đới đã tạo ra những thay đổi lớn trong động lực và vật lý của các mô hình dự báo bão. Bên cạnh đó, việc bổ sung các nguồn thông tin thám sát phi truyền thống thu nhận được từ các thiết bị quan trắc hiện đại như Radar, ảnh mây vệ tinh,... trong các sơ đồ đồng hóa số liệu đã nâng cao chất lượng trường đầu vào cho các mô hình dự báo toàn cầu. Thông qua đó, nâng cao chất lượng dự báo của các mô hình số trị dự báo bão. Hai cải tiến quan trọng trong cấu trúc mô hình và trường số liệu đầu vào này cùng với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học máy tính ngày nay đã cho phép các mô hình dự báo bão hạ độ phân giải và có thể nắm bắt được những quá trình vật lý mà trước đây phải tham số hóa thông qua các trường quy mô lớn. Tại Việt Nam, việc nghiên cứu ứng dụng các mô hình

dự báo số trị phân giải cao đã được tiến hành từ đầu năm 2002. Cho đến nay, các mô hình HRM [1], [3] và ETA [2] đã được chạy nghiệp vụ tại TTDBKTTVTU cho mục đích dự báo thời tiết. Trong công tác dự báo bão, bên cạnh các phương pháp truyền thống như dự báo syn-ôp và thống kê, các sản phẩm dự báo bão từ các mô hình dự báo số trị cũng đang được sử dụng. Hiện tại, TTDBKTTVTU đang sử dụng các sản phẩm dự báo quỹ đạo bão từ 2 mô hình chính áp WBAR [6], [7] và BARO [4], [5] trong nghiệp vụ dự báo bão và một số sản phẩm dự báo tổ hợp quỹ đạo bão dựa trên mô hình WBAR [8], [9]. Tuy nhiên, do WBAR và BARO chỉ là các mô hình chính áp đơn thuần về mặt động lực nên chỉ có thể dự báo được quỹ đạo bão mà không có khả năng dự báo cường độ bão và các trường khí tượng khác do bão sinh ra. Ngoài ra, các nghiên cứu đánh giá và cải tiến chất lượng dự báo của 2 mô hình

Người phản biện: ThS. Đỗ Lệ Thủy

này [4], [5], [6], [7], [8], [9] chỉ ra rằng kỹ năng dự báo quỹ đạo bão chỉ tốt trong các trường hợp cơn bão mạnh có tốc độ di chuyển ổn định và quỹ đạo đơn giản. Do đó, việc nghiên cứu ứng dụng các mô hình tầ áp để nâng cao chất lượng dự báo bão từ các mô hình dự báo số trị tại TTDBKTTVTU là hết sức cần thiết và cấp bách.

Trong khuôn khổ hợp tác giữa TTDBK-TTVTU với Viện Nghiên cứu Khí tượng (METRI) thuộc Cơ quan Khí tượng Hàn Quốc (KMA), mô hình WRF, gọi tắt là mô hình WRF) đã được nghiên cứu và cài đặt tại Phòng Nghiên cứu ứng dụng thuộc TTDBKTTVTU từ tháng 9 năm 2006. Mô hình WRF là kết quả của sự hợp tác nghiên cứu của một số trung tâm nghiên cứu của Mỹ và các trung tâm khí tượng quốc tế. Ngoài những thành viên sáng lập chính của WRF nêu trên, còn có rất nhiều các học viện, trường đại học và nhà nghiên cứu khí tượng tại Mỹ và trên toàn thế giới tham gia vào dự án phát triển mô hình WRF. Theo thống kê gần đây (cho đến ngày 13/09/2006) [10] thì đã có 4211 cơ quan và cá nhân đăng ký làm thành viên và sử dụng mô hình WRF trong nghiên cứu cũng như chạy nghiệp vụ. Cụ thể, tại Mỹ mô hình WRF đang được chạy nghiệp vụ tại Trung tâm dự báo môi trường quốc gia NCEP (từ năm 2004) và Cơ quan Khí tượng Không lực Hoa Kỳ AFWA (từ tháng 7 năm 2006). Trên thế giới, mô hình WRF được chạy nghiệp vụ tại KMA (từ năm 2006), tại Ấn Độ, Israel và Đài Loan (từ năm 2007). Ngoài ra, một số nước khác có dự định sử dụng mô hình WRF trong dự báo nghiệp vụ phải kể đến như Trung Quốc, New Zealand và Brazil. Một cách khái quát, mô hình WRF là một hệ thống mô hình hóa hết sức hiện đại, linh hoạt và tối ưu cho cả mục đích nghiên cứu cũng như chạy nghiệp vụ. Trong mô hình WRF, rất nhiều lựa chọn nguồn động lực phi thủy tĩnh và các sơ đồ tham số hóa vật lý được tích hợp. Một đặc điểm quan trọng khác của mô hình WRF cần phải nói đến là khả

năng mô phỏng được quá trình khí quyển có quy mô từ vài mét cho đến hàng chục kilômét. Ngoài việc ứng dụng để dự báo thời tiết, mô hình WRF còn có thể được ứng dụng trong các nghiên cứu khí hậu, dự báo chất lượng không khí, mô phỏng lý tưởng hóa các hiện tượng, lồng ghép với dự báo sóng và nghiên cứu hóa học khí quyển. Hơn nữa, WRF là một trong rất ít mô hình dự báo số trị trên thế giới có hỗ trợ cả hệ thống đồng hóa số liệu cũng như các công cụ hiển thị và đánh giá kết quả. Bên cạnh đó, sự tối ưu hóa trong mã nguồn tính toán của WRF cho phép người sử dụng có thể chạy WRF trên rất nhiều loại máy tính với các hệ điều hành khác nhau cũng như các máy tính bộ song song sử dụng bộ nhớ chia sẻ OpenMP hay bộ nhớ phân tán MPI. Bài báo này sẽ trình bày một số kết quả đánh giá kỹ năng cũng như bản chất sai số dự báo quỹ đạo bão của mô hình WRF dựa trên tập số liệu nghiên cứu bao gồm 518 trường hợp của 31 cơn bão hoạt động trên Biển Đông từ năm 2002 đến năm 2006. Các kết quả đánh giá chất lượng dự báo quỹ đạo bão dựa trên mô hình WRF đã cho thấy những tín hiệu khả quan trong việc ứng dụng mô hình WRF vào dự báo nghiệp vụ.

2. Cấu hình mô hình WRF và mô tả tập số liệu nghiên cứu

a. Cấu hình mô hình WRF sử dụng trong nghiên cứu

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng mô hình WRF và chương trình ban đầu hóa chuẩn SI phiên bản 2.1.2. Trong bài báo này tác giả không trình bày chi tiết về cấu trúc mô hình WRF, nhiệt động lực học, tham số hóa vật lý và các phương pháp số sử dụng trong WRF, bạn đọc có thể tham khảo trong [11]. Một số đặc tính chính của hệ thống WRF được sử dụng trong nghiên cứu này như sau:

- Nguồn động lực: ARW
- Tham số tham số hóa đối lưu: sơ đồ Kain-Fritsch

- Tham số tham số hóa vi vật lý mây: sơ đồ Lin

- Tham số tham số hóa bức xạ: sơ đồ RRTM cho bức xạ sóng dài và Dudhia cho bức xạ sóng ngắn

- Tham số tham số hóa lớp biên: sơ đồ YSU

- Tham số tham số hóa bề mặt: sơ đồ Monin-Obukhov

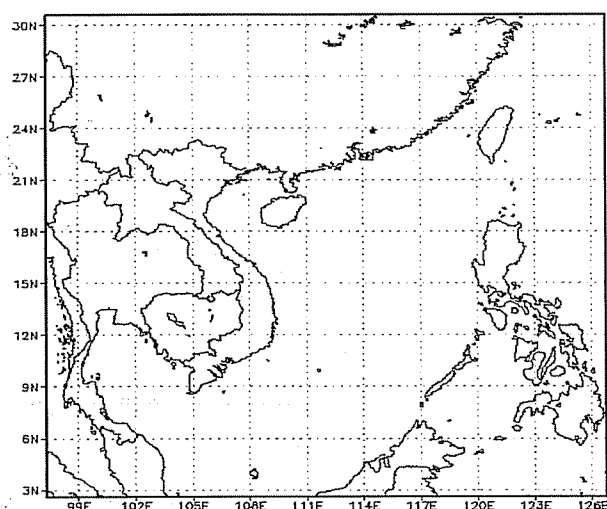
- Sơ đồ tích phân theo thời gian: Runge-Kutta bậc 3

- Hệ tọa độ thẳng đứng: hệ tọa độ áp suất thủy tĩnh theo địa hình η .

- Điều kiện biên: điều kiện chỉ định

- Sai phân ngang: sử dụng lưới xen kẽ Arakawa-C

b. Mô tả miền tính toán



Hình 1. Miền tính toán của mô hình WRF

Để có thể nắm bắt được những cơn bão hình thành từ phía Đông của Philippine và di chuyển vào Biển Đông, trong nghiên cứu này tác giả lựa chọn miền tính toán bao phủ miền địa lý như được thấy trong hình vẽ 1. Tâm lưới tính toán có tọa độ $17,1^{\circ}\text{N}$ và $112,05^{\circ}\text{E}$ với số nút lưới theo vĩ hướng và kinh hướng là 114 nút. Độ phân giải ngang được lựa chọn là 28km, số mực thẳng đứng là 31 và bước thời gian tích phân là 120 giây. Mực áp suất cao nhất (biên

trên của mô hình) có giá trị là 50hPa. Phép chiếu được chọn là Mercator với tọa độ điểm thấp nhất bên góc trái miền tính toán là $2,47^{\circ}\text{N}$ và $97,17^{\circ}\text{E}$. Với miền tính toán này, tất cả các trường hợp có thể có của 31 cơn bão hoạt động trên Biển Đông từ năm 2002 - 2006 sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này.

c. Mô tả tập số liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu mô phỏng này, các trường phân tích 6 giờ một của mô hình toàn cầu GFS với độ phân giải 10×10 sẽ được sử dụng như là điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình WRF. Với miền tính toán như được thấy trong hình 1, tất cả các trường hợp có thể có của 31 cơn bão hoạt động trên biển Đông trong 5 mùa bão từ năm 2002 cho đến năm 2006 sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này. Tổng cộng có 518 trường hợp của được sử dụng trong nghiên cứu mô phỏng dự báo quỹ đạo bão dựa trên mô hình WRF. Số trường hợp nghiên cứu ở đây được tính dựa trên số lần tích phân mô hình tại các thời điểm 00Z, 06Z, 12Z và 12Z. Như vậy, sẽ có 4 lần dự báo trong một ngày và tất cả các thử nghiệm mô phỏng được tiến hành cho tới hạn dự báo 72h. Bảng 1 liệt kê tên, mã quốc tế và số trường hợp nghiên cứu tương ứng của 31 cơn bão được mô phỏng trong nghiên cứu này. Từ bảng 1 có thể thấy năm có số lượng cơn bão cũng như số trường hợp nghiên cứu nhiều nhất là năm 2006 và năm có số lượng cơn bão ít nhất và số trường hợp nghiên cứu ít nhất là năm 2004. Ngoài ra, theo hạn dự báo thì số trường hợp nghiên cứu cũng bị giảm đi do không có số liệu quan trắc hoặc không có số liệu dự báo. Cụ thể, hạn dự báo 24h có 518 trường hợp, hạn dự báo 48h và 72h tương ứng chỉ có 422 và 307 trường hợp. Cơn bão có nhiều trường hợp nghiên cứu nhất là MUIFA (0425) và các cơn bão có số trường hợp nghiên cứu ít nhất là DUJUAN (0313) và TEMBIN (0522).

Bảng 1. Danh sách 31 cơn bão từ năm 2002-2006 được sử dụng trong nghiên cứu mô phỏng dự báo quỹ đạo bão dựa trên mô hình WRF (STH là số trường hợp, những cơn đổ bộ vào Việt Nam được bôi đậm tên)

Mùa bão	Tên cơn bão (ID)	STH	Mùa bão	Tên cơn bão (ID)	STH
2002 (89)	NOGURI (0204)	15	2003 (106)	LINFA (0304)	12
	KAMMURI (0212)	17		IMBUDO (0307)	13
	VONGFONG (0214)	16		KONI (0308)	20
	HAGUPIT (0218)	21		MORAKOT (0309)	7
	MEKKHALA (0220)	20		KROVANH (0312)	16
				DUJUAN (0313)	5
2004 (80)	CONSON (0404)	18		MELOR (0319)	12
	CHANTHU (0405)	21		NEPARTAK (0320)	21
	MUIFA (0425)	35	2005 (87)	WASHI (0508)	9
	NAMADOL (0427)	6		SANVU (0510)	12
				VICENTE (0516)	12
2006 (156)	CHANCHU (0601)	25		DAMREY (0518)	32
	JELAWAT (0602)	13		KAI-TAK (0521)	17
	PRAPIROON (0606)	20		TEMBIN (0522)	5
	XANGSANE (0615)	21	Hạn dự báo		Số trường hợp
	CIMARON (0619)	31	+ 12h		518
	CHEBI (0620)	10	+ 24h		518
	DURIAN (0621)	17	+ 36h		417
	UTOR (0622)	19	+ 48h		422
			+ 60h		356
			+ 72h		307

3. Mô tả phương pháp đánh giá dự báo quỹ đạo bão

Để đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo bão của mô hình WRF, trong nghiên cứu này tác giả sử dụng phương pháp đánh giá thường được sử dụng tại một số cơ quan dự báo nghiệp vụ bão như MetOffice của Anh. Cụ thể, sai số dự báo khoảng cách vị trí tâm bão trực tiếp DPE (Direct Positional Error) sẽ được sử dụng và được tính theo công thức lượng giác cầu dựa trên phương pháp vòng tròn lớn để tính đến hiệu ứng cong của trái đất. Trong phương pháp vòng tròn lớn này, khoảng cách tính bằng kilômét giữa hai điểm có tọa độ địa lý (lat1, lon1) và (lat2, lon2) được tính như sau:

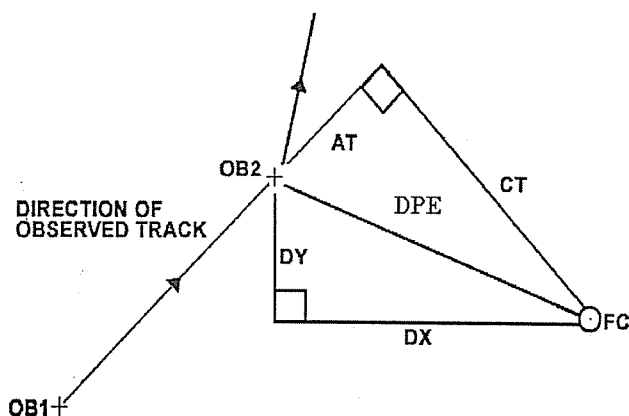
$$DPE = 1.852 * \arccos[\sin(\text{lat1}) * \sin(\text{lat2}) + \cos(\text{lat1}) * \cos(\text{lat2}) * \cos(DL)] \quad (1)$$

với DL là hiệu kinh độ giữa điểm 1 và điểm 2. Ngoài ra, để hiểu thêm về bản chất của sai số dự báo tổ hợp quỹ đạo bão dựa trên mô hình WRF, đại lượng sai số DPE sẽ được phân tích thành các thành phần sai số là AT (Along track Error), CT (Cross track Error) như được thấy trên hình 2. Đại lượng AT đặc trưng cho sai số dọc theo hướng chuyển động thực của bão và cho biết dự báo là nhanh hay chậm hơn so với thực tế. Trong khi đó, đại lượng CT đặc trưng cho sai số dọc theo phương pháp tuyến với hướng chuyển động và cho biết dự báo là nằm về phía bên trái hay bên phải so với thực tế.

Ngoài hai đại lượng AT và CT, hai đại lượng sai số khác là DX và DY cũng được đưa vào trong quá trình đánh giá. DX và DY tương ứng đặc trưng cho sai số dọc theo phương vĩ hướng và kinh hướng. Nói chung, trong đánh giá dự báo quỹ đạo bão người ta thường hay sử dụng 2 đại lượng AT và CT. Nếu gọi ANG_{ERR} là góc giữa vectơ dự báo và vectơ quan trắc (sai số dự báo góc), DIS_{OBF} là khoảng cách từ điểm ban đầu OB1 (tâm phân tích ban đầu) tới điểm dự báo FC và DIS_{OBS} là khoảng cách giữa 2 điểm quan trắc OB1 và OB2, khi đó công thức tính hai đại lượng AT và CT có dạng như sau:

$$AT = DIS_{OBF} * \cos(ANG_{ERR}) - DIS_{OBS} \quad (2)$$

$$CT = DIS_{OBF} * \sin(ANG_{ERR}) \quad (3)$$



Hình 2. Sơ đồ minh họa các thành phần sai số dự báo quỹ đạo bão (ký hiệu OB là quan trắc và FC là dự báo). Điểm OB1 là tâm quan trắc tại thời điểm bắt đầu dự báo và dấu mũi tên chỉ hướng di chuyển của bão

4. Một số kết quả nghiên cứu ban đầu

Các kết quả đánh giá sai số dự báo khoảng cách tâm bão DPE trung bình cùng với hai thành phần sai số AT và CT tương ứng cho từng mùa bão và cho cả 6 mùa bão được đưa ra trong hình 3. Từ hình 3a có thể nhận thấy sai số vị trí tâm phân tích ban đầu của mô hình GFS là khá lớn với giá trị trung bình là 75km cho cả 5 mùa bão và đạt giá trị lớn nhất cho mùa bão năm 2004. Ngoài ra, từ các kết quả đánh giá cho từng cơn bão như được thấy trong hình 5 thì có 4 cơn bão trong tổng số 31 cơn bão nghiên cứu cho giá trị DPE trung bình tại thời điểm phân tích lớn hơn 100km. Đây là một trong những nguyên nhân dẫn đến sai số dự

báo quỹ đạo bão của mô hình WRF. Về mặt trung bình, DPE nhận các giá trị 143, 193 và 257km tương ứng cho các hạn dự báo 24h, 48h và 72h. Kết quả đánh giá này cho thấy kỹ năng mô phỏng dự báo quỹ đạo bão của mô hình WRF là khá tốt và nằm trong sai số cho phép. Mùa bão 2005 có giá trị DPE thấp nhất trong khi mùa bão 2004 có sai số dự báo vị trí tâm bão lớn nhất. Điều này có thể được giải thích do mùa bão năm 2004 có sai vị trí tâm bão ban đầu lớn nhất (xem hình 4c). Đối với mùa bão 2005, phần lớn các trường hợp nghiên cứu có DPE cho hạn dự báo 48h nhỏ hơn 160km và hạn 72h nhỏ hơn 200km (ngoại trừ cơn bão SANVU). Đặc biệt, các kết quả đánh giá sai

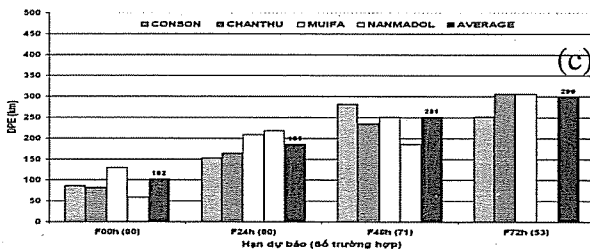
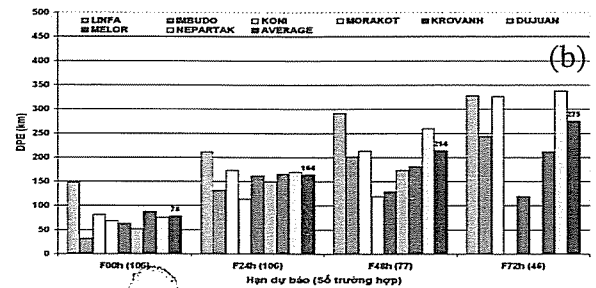
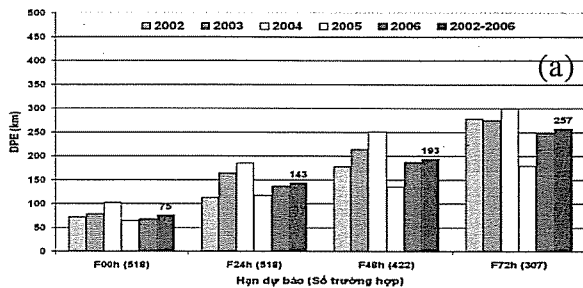
số DPE cho mùa bão 2006 (đây là năm có rất nhiều cơn bão có đường đi khá phức tạp cả về hướng lẫn tốc độ dịch chuyển) cho thấy kỹ năng dự báo của mô hình WRF là tương đối tốt, nhất là cho các hạn dự báo 48h và 72h. Chẳng hạn, trong trường hợp cơn bão CHANCHU (đổi hướng đột ngột), các dự báo quỹ đạo của mô hình WRF đã có thể mô phỏng được sự chuyển hướng này từ 1-2 ngày trước thời điểm đó. Kỹ năng dự báo của mô hình WRF đối với cơn bão này là khá cao với DPE tại các hạn dự báo 24h, 48h và 72h tương ứng là 103, 173 và 262km (xem hình 4a). Đối với hai cơn bão có quỹ đạo thất nút là CIMARON và HAGUPIT, chất lượng dự báo quỹ đạo của mô hình WRF là khá tốt cho các hạn dự báo 24h và 48h, nhưng lại khá lớn đối với hạn dự báo 72h (DPE lớn hơn 400km). Nếu chỉ đánh giá riêng cho 10 cơn bão từ năm 2002-2006 ảnh hưởng trực tiếp đến Việt Nam, thì giá trị DPE tương ứng cho các hạn dự báo 24h, 48h và 72h là 131, 171 và 210km. Trong đó, chất lượng dự báo tốt nhất tìm thấy trong các trường hợp của cơn bão XANGSANE và DAMREY. Nói chung, trong tổng số 31 cơn bão được nghiên cứu, sai số dự báo lớn thường xuất hiện trong trường hợp các cơn bão yếu và có sai số vị trí tâm bão phân tích lớn. Ngoài ra, các kết quả nghiên cứu mô phỏng còn cho thấy mô hình WRF có khả năng mô phỏng khá tốt các trường hợp các cơn bão có quỹ đạo phức tạp. Đối với các kết quả đánh giá hai thành phần sai số dự báo AT và CT, từ các hình 3b và 3c chúng ta có thể nhận thấy về trung bình cho cả 5 mùa bão, hai đại lượng AT và CT đều đạt giá trị âm tại tất cả các hạn dự báo. Kết quả này chứng tỏ các mô phỏng quỹ đạo bão dựa trên mô hình WRF thường lệch về phía bên trái so với hướng chuyển động và chậm hơn so với thực tế. Tuy nhiên, khuynh hướng sai số CT bộc lộ rõ rệt hơn so với AT, đặc biệt là các hạn dự báo lớn. Đối với khuynh hướng sai số AT, chỉ có mùa bão 2002 và 2003 là thể hiện rõ, trong khi các mùa bão còn lại khuynh hướng sai số AT là thay đổi và có giá trị không đáng kể. Ngược lại, khuynh hướng CT bộc lộ khá rõ

và thường có biên độ lớn hơn so với AT. Một điểm đáng chú ý ở đây là có một sự đảo dấu giữa 2 đại lượng này trong rất nhiều trường hợp. Kết quả so sánh hai đại lượng AT và CT trung bình cho từng cơn bão và trung bình cho từng mùa bão được đưa ra trong hình 5. Từ hình 5 có thể thấy rõ ràng bản chất sai số dự báo quỹ đạo của mô hình WRF là thay đổi theo từng cơn bão và mùa bão. Đặc biệt, rất ít trường hợp nghiên cứu có hai đại lượng AT và CT có giá trị gần như nhau, điều này chứng tỏ nguồn đóng góp tới sai số DPE thường do hoặc là sai số về hướng hoặc do sai số về tốc độ di chuyển. Về mặt trung bình, chúng ta có thể nhận thấy trong nghiên cứu này, nguồn đóng góp sai số chủ yếu là do sai số về hướng di chuyển. Nói chung, đối với các cơn bão di chuyển lên phía bắc như các cơn bão VONG-FONG, LINFA, MELOR, CONSON, SANVU và CHANCHU thì đại lượng CT thường mang giá trị âm lớn. Tức là, dự báo quỹ đạo bão từ mô hình WRF trong các trường hợp này thường nằm về phía bên trái so với hướng chuyển động thực. Tuy nhiên, đối với các cơn bão di chuyển từ phía Đông vào thì khuynh hướng sai số CT lại không rõ ràng và thay đổi từ cơn bão này sang cơn bão khác.

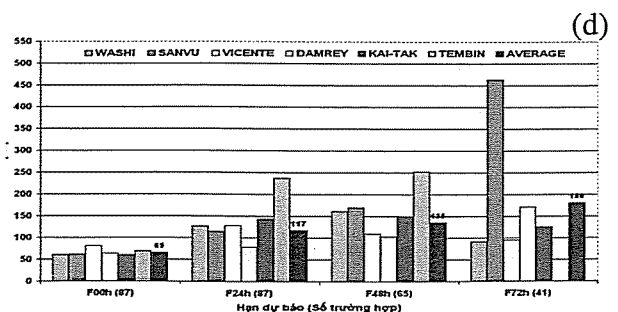
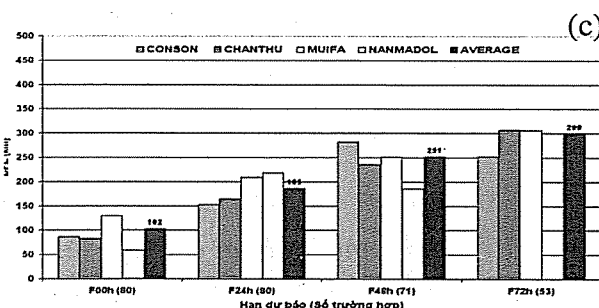
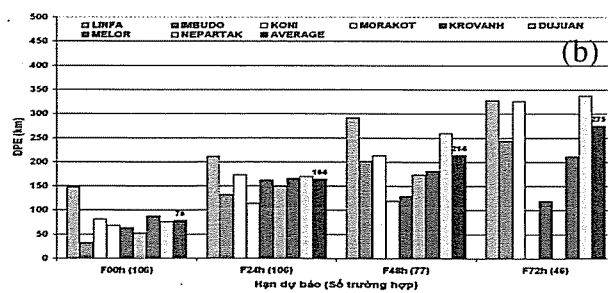
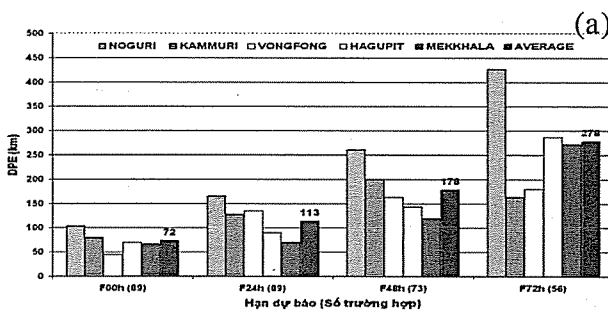
Hình 6 minh họa lại toàn bộ các quỹ đạo dự báo của mô hình WRF và quỹ đạo quan trắc tương ứng cho 6 cơn bão CHANCHU, DAMREY, MUIFA, XANGSANE, DURIAN và CHANTHU. Đây là những cơn bão có quỹ đạo chuyển hướng hoặc đổ bộ vào Việt Nam. Từ hình 6a đến 6d có thể nhận thấy mô hình WRF đã dự báo khá tốt quỹ đạo chuyển động của các cơn bão ngay từ khi cơn bão đi vào miền dự báo của mô hình. Đặc biệt, quỹ đạo dự báo của các trường hợp nghiên cứu trong một cơn bão là khá thống nhất cả về hướng lẫn tốc độ di chuyển. Kết quả này cho thấy tính ổn định trong dự báo quỹ đạo của mô hình WRF. Từ hình 6a, 6c và 6e có thể thấy mô hình WRF đã mô phỏng khá tốt sự chuyển hướng của 3 cơn bão này. Bên cạnh những cơn bão được mô

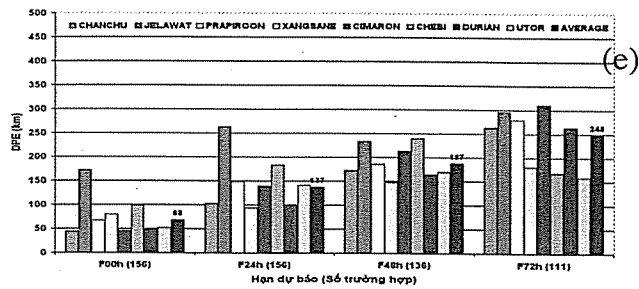
hình WRF dự báo tốt như trên, thì cũng có một số trường hợp cơn bão có quỹ đạo đơn giản như cơn bão CHANTHU (hình 6f), mô hình WRF lại cho kết quả dự báo không chính xác. Để giải thích được cho những sai số dự báo lớn này, cần phải có những nghiên cứu sâu hơn về tính độc lực và vật lý của mô hình, độ chính xác trong trường ban đầu và điều kiện biên cũng như độ nhạy của vật lý mô hình tới cấu trúc và cường độ bão. Tuy nhiên, một đặc

trưng sai số nổi bật có thể nhận thấy trong các dự báo quỹ đạo của cơn bão CHANTHU đó là một khuynh hướng sai số rất rõ ràng (lệch về phía phải so với quỹ đạo thực). Và rất may, hầu hết các trường hợp bão được nghiên cứu mà có sai số dự báo lớn thì đều tồn tại một sai số hệ thống lớn. Đây là một thông tin quan trọng để nghiên cứu ứng dụng các phương pháp hiệu chỉnh thống kê cho bài toán dự báo quỹ đạo bão dựa trên mô hình WRF.

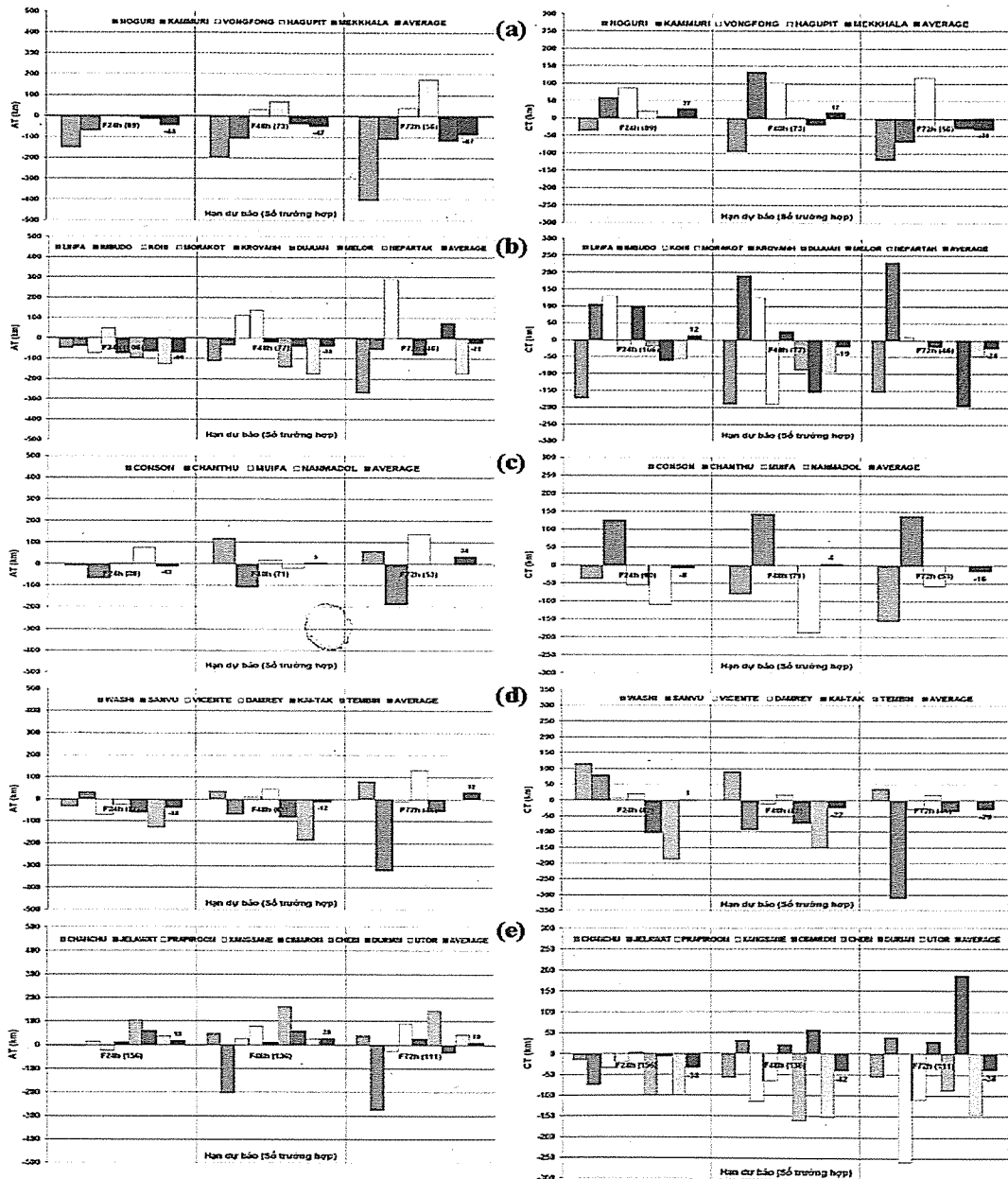


Hình 3. Kết quả đánh giá các đại lượng DPE (a), AT (b) và CT (c) trung bình tại các hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho từng năm và cho cả 5 mùa bão (ký hiệu 2002-2006). Các con số bên trong ngoặc trên trục hoành chỉ số trường hợp nghiên cứu tương ứng.

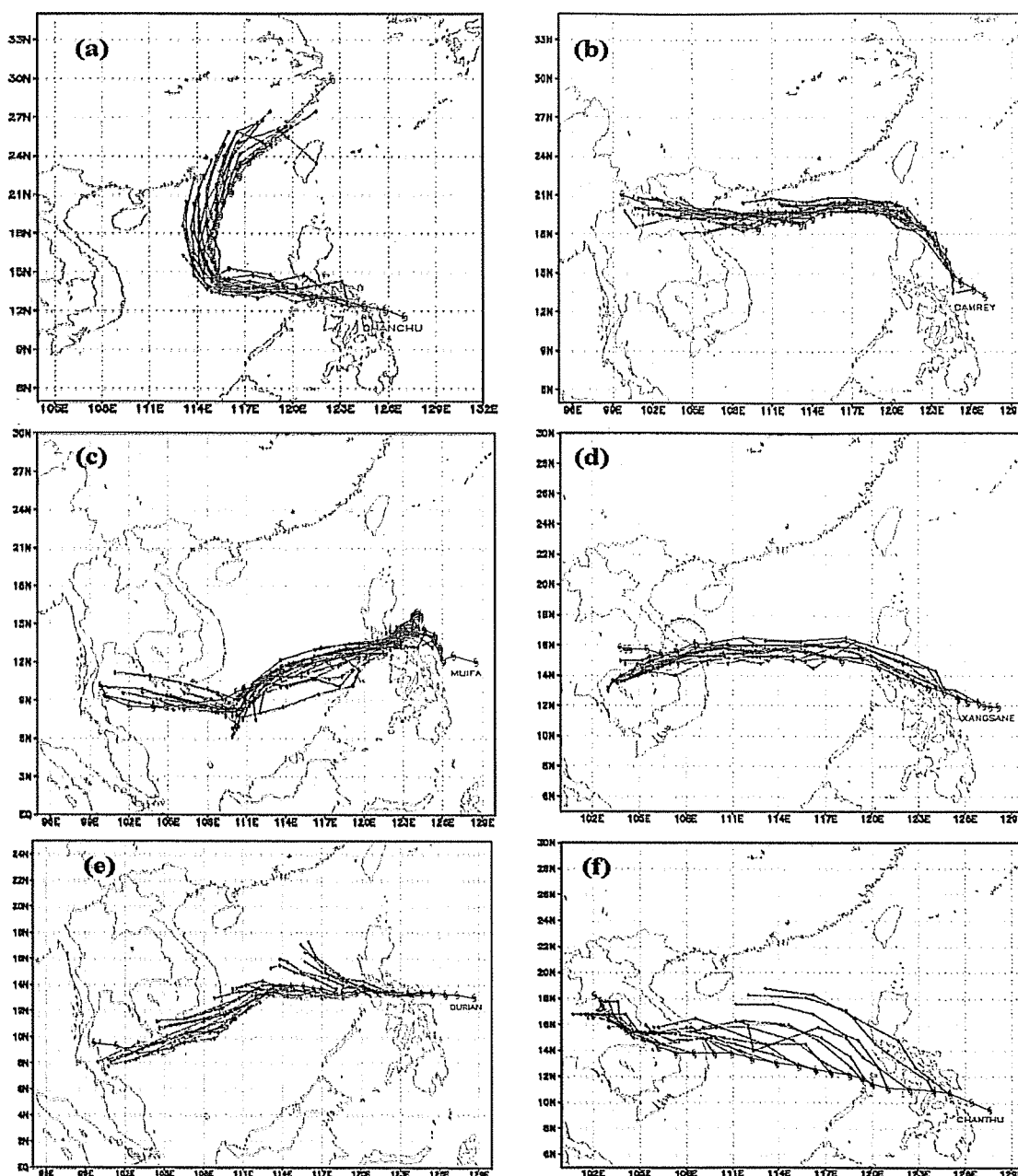




Hình 4. Kết quả đánh giá các đại lượng DPE trung bình tại các hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho từng cơn bão trong năm 2002 (a), 2003 (b), 2004 (c), 2005 (d) và 2006 (e). Ký hiệu AVERAGE ám chỉ trung bình cho cả mùa bão



Hình 5. Kết quả đánh giá các đại lượng AT (trái) và CT (phải) trung bình tại các hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho từng cơn bão trong năm 2002 (a), 2003 (b), 2004 (c), 2005 (d) và 2006 (e). Ký hiệu AVERAGE ám chỉ trung bình cho cả mùa bão.



Hình 6. Các quỹ đạo quan trắc (màu đỏ) và dự báo tương ứng của mô hình WRF (màu đen) tại các thời điểm nghiên cứu (ký hiệu bão màu xanh) đối với cơn bão CHANCHU (a), DAMREY (b), MUIFA (c), XANGSANE (d), DURIAN (e) và CHANTHU (f)

5. Kết luận và kiến nghị

Bài báo này đưa ra một số kết quả đánh giá sai số dự báo quỹ đạo bão của mô hình WRF cho 518 trường hợp nghiên cứu của 31 cơn bão từ năm 2002-2006 với số liệu đầu vào từ các trường phân tích của mô hình toàn cầu GFS.

Dựa trên các chỉ số đánh giá DPE, AT và CT, các kết quả thống kê đã cho thấy quỹ đạo bão được mô phỏng bởi mô hình WRF có sai số trung bình tương đối nhỏ và nằm trong phạm vi sai số cho phép. Đặc biệt, kỹ năng dự báo quỹ đạo bão của mô hình WRF trong trường hợp

các cơn bão có quỹ đạo phức tạp là khá tốt. Kết quả đánh giá khuynh hướng sai số đã chỉ ra rằng mô hình WRF thường dự báo quỹ đạo bão nằm về phía trái và di chuyển chậm hơn với thực tế. Tuy nhiên, các đánh giá chi tiết cho hai đại lượng AT và CT đã cho thấy sai số về hướng chuyển động chiếm ưu thế hơn so với sai số về tốc độ trong tất cả các hạn dự báo. Ngoài ra, phần lớn các cơn bão nghiên cứu đều có một khuynh hướng sai số nhất định và có biên độ tương đối lớn. Hay nói cách khác, có một sai số hệ thống trong dự báo quỹ đạo bão của mô hình WRF và sai số hệ thống này thay đổi theo từng cơn bão cụ thể. Đây là

một thông tin quan trọng trong việc nghiên cứu lựa chọn các phương pháp thống kê sau mô hình cho WRF. Để sớm có thể đưa được mô hình WRF vào dự báo nghiệp vụ bão tại Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương, tác giả kiến nghị 3 hướng nghiên cứu tiếp theo:

1. Khảo sát độ nhạy của các sơ đồ tham số hóa vật lý tới kỹ năng dự báo bão của mô hình WRF
2. Thử nghiệm dự báo tổ hợp dựa trên phương pháp nhiễu động mô hình cho WRF
3. Thử nghiệm áp dụng lọc Kalman để hiệu chỉnh kết quả dự báo quỹ đạo trực tiếp từ mô hình WRF cho tập số liệu nghiên cứu nói trên.

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Lệ Thủy và ctv. Nghiên cứu nâng cao chất lượng dự báo bằng mô hình HRM và ứng dụng vào dự báo thời tiết nghiệp vụ. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cấp Bộ, 210 tr, 12/2006.
2. Đỗ Ngọc Thắng. Thử nghiệm biến đổi, cải tiến sơ đồ tham số hóa đối lưu Kain-Fritsch trong mô hình ETA. Tạp chí KTTV số 530, tr 28-37, 2/2005.
3. Kiều Thị Xin, Lê Công Thành, Phan Văn Tân, Đỗ Lệ Thủy. Mô hình dự báo số phân giải cao HRM và thử nghiệm áp dụng dự báo thời tiết khu vực Đông Nam Á-Việt Nam. Tạp chí KTTV, số 488, tr 36-44, 8/2004.
4. Nguyễn Thị Minh Phương. Lựa chọn một tham số cho sơ đồ ban đầu hóa xoáy trong mô hình số trị chính áp dụng dự báo đường đi của bão trên Biển Đông. Tạp chí KTTV số 516, tr 13-22, 12/2003.
5. Nguyễn Thị Minh Phương. Hiệu chỉnh công thức tính thành phần xoáy bất đối xứng trong sơ đồ ban đầu hóa xoáy. Tạp chí KTTV số 529, tr 35-45, 1/2005.
6. Võ Văn Hòa. Lựa chọn profile gió tiếp tuyến đối xứng giả tối ưu cho mô hình chính áp dụng báo quỹ đạo bão WBAR. Tạp chí KTTV số 535, tr 28-35, 7/2005.
7. Võ Văn Hòa. Lựa chọn mực dòng dẫn tối ưu cho mô hình chính áp dụng báo quỹ đạo bão WBAR. Tạp chí KTTV số 536, tr 6-19, 8/2005.
8. Võ Văn Hòa. Dự báo quỹ đạo xoáy thuận nhiệt đới dựa trên dự báo tổ hợp hàng nghìn thành phần. Tạp chí KTTV số 547, tr 7-18, 7/2006.
9. Võ Văn Hòa, Đỗ Lệ Thủy, Nguyễn Chi Mai. Các phương pháp tạo nhiễu động trong dự báo tổ hợp quỹ đạo xoáy thuận nhiệt đới. Phần II: Một số kết quả nghiên cứu. Tạp chí KTTV số 543, tr 21-31, 3/2006.
10. Joe Klemp, 2006: The Advanced Research WRF (ARW): Overview and Status.
11. William C. Skamarock, et al, 2005: A description of the advanced research WRF version 2.

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

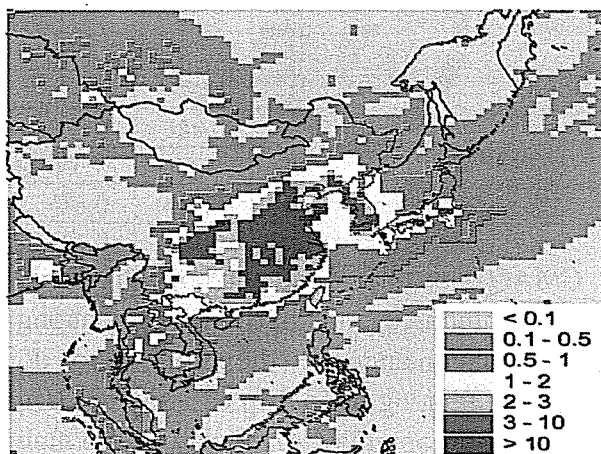
Ô nhiễm không khí xuyên biên giới đang là mối quan tâm của nhiều nước. Có thể đưa ra nhiều thí dụ cho thấy các thảm họa môi trường có thể tác động nghiêm trọng đến các nước lân cận hơn là ở nước sở tại. Singapore và Malaysia bị thiệt hại nặng do thảm họa cháy rừng xảy ra ở Indônêxia. Miền Bắc Trung Quốc 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