

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH KHÍ TƯỢNG KHU VỰC ĐỘ PHÂN GIẢI CAO TẠO SỐ LIỆU ĐẦU VÀO CHO MÔ HÌNH TÍNH TOÁN PHÁT TÁN CHẤT PHÓNG XẠ KHU VỰC VIỆT NAM VÀ LÂN CẬN

¹TS. NGUYỄN VĂN HIỆP, ¹CN. NGUYỄN ĐỨC NAM, ¹TS. NGUYỄN XUÂN ANH

²TS. NGUYỄN HÀO QUANG, ²TS. HOÀNG SỸ THÂN, ³TS. TRẦN ĐỨC TRÚ

¹*Viện Vật lý địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)*

²*Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam (VINATOM)*

³*Viện Nghiên cứu biển và hải đảo*

E-mail: hiepwork@gmail.com

Abstract: Hiện nay vấn đề an toàn phóng xạ đang được quan tâm ở các quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam, đặc biệt là khi phía Trung Quốc xây dựng các nhà máy điện hạt nhân Xương Giang và Cảng Phòng Thành gần Việt Nam. Do đó yêu cầu xây dựng kịch bản lan truyền chất phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân trên đến Việt Nam được đặt ra. Để xây dựng các kịch bản lan truyền chất phóng xạ trong không khí bằng các mô hình lan truyền chất phóng xạ thì chất lượng số liệu đầu vào, trong đó số liệu khí tượng rất quan trọng. Nghiên cứu này sẽ tiến hành sử dụng mô hình WRF (Weather Research and Forecasting) mô phỏng các điều kiện khí tượng làm đầu vào cho mô hình phát tán phóng xạ. Mô hình WRF được sử dụng với ba miền tính với độ phân giải lần lượt là 54km, 18km, 6km bao phủ trên khu vực Việt Nam và các nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành và Xương Giang của Trung Quốc. Các kết quả của mô hình WRF sẽ được đánh giá với số liệu quan trắc. Nghiên cứu cũng tiến hành tạo số liệu khí tượng cho một số điều kiện khí tượng cực đoan đặc trưng. Kết quả ban đầu cho thấy mô hình WRF có khả năng tạo số liệu với chất lượng tốt cho bài toán mô phỏng nguy cơ lan truyền chất phóng xạ từ phía các nhà máy điện hạt nhân Xương Giang và Cảng Phòng Thành sang Việt Nam. Mô phỏng cho thấy trong điều kiện gió mùa đông bắc mạnh, nếu sự cố hạt nhân xảy ra, hầu hết toàn bộ khu vực Miền bắc Việt Nam, trong đó có thủ đô Hà Nội có nguy cơ cao chịu ảnh hưởng chất phóng xạ từ sự cố. Kết quả của nghiên cứu có thể là nguồn thông tin quan trọng để xây dựng kịch bản ứng phó với sự cố hạt nhân nếu xảy ra ở một trong hai nhà máy điện hạt nhân Xương Giang hoặc Cảng Phòng Thành của Trung Quốc.

Keywords: *Mô hình WRF, Mô hình phát tán phóng xạ*

1. GIỚI THIỆU

Các bài học từ sự cố tại nhà máy điện hạt nhân Fukushima vào tháng 3 năm 2011 cho thấy tầm quan trọng đặc biệt của việc quan trắc phóng xạ môi trường, mô phỏng, tính toán và đánh giá phát tán chất phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân trong công tác chuẩn bị và ứng phó các sự cố bức xạ và hạt nhân, đặc biệt là các sự cố nghiêm trọng có khả năng xảy ra trong quá trình hoạt động của các nhà máy điện hạt nhân. Khi sự cố xảy ra, con đường vận chuyển phóng xạ sớm nhất và nhanh nhất là phát tán chất phóng xạ trong môi trường không khí. Trong môi trường không khí mô hình vận chuyển chất phóng xạ cần các dữ liệu khí tượng làm các biến đầu vào. Bên cạnh việc sử dụng các số liệu quan trắc trực tiếp, người ta thường dựa vào kết quả mô hình khí tượng để lấy các biến như gió, nhiệt độ và lượng mưa cho tính toán vận chuyển và phát tán khí vì các mô hình khí tượng nội suy các biến theo không gian và thời gian phù hợp với các phương trình của chuyển động khí quyển [1]. Các biến đầu ra của mô hình khí tượng thường được lưu trữ theo giờ hoặc theo khu vực và toàn cầu [2] – [4].

Các mô hình khí quyển phổ biến hiện nay có thể kể đến như MM5, WRF, ECMWF, GFS, v.v. Trong số đó, các mô hình khí hậu khu vực (RCM - Regional Climate Model) đóng một vai trò rất quan trọng trong các nghiên cứu khí quyển. Ngoài sự tác động của các quá trình quy mô lớn, khí hậu địa phương còn chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi các yếu tố khu vực như địa hình núi, tương tác đất liền - đại dương, đặc tính đất v.v, các quá trình khí tượng quy mô nhỏ như các

ô đối lưu - những hiện tượng không được mô phỏng chi tiết trong các mô hình khí hậu toàn cầu (GCM - Global climate model) [5]. Yêu cầu cần phải sử dụng tài nguyên máy tính lớn cho các tính toán mô phỏng cũng là một trở ngại đối với việc chạy trực tiếp một mô hình toàn cầu tại một quốc gia [6], [7]. Do đó, các mô hình khu vực được thiết kế để mô phỏng và dự báo điều kiện thời tiết, khí hậu cho những khu vực cụ thể với độ phân giải cao và có thể nắm bắt được sự biến đổi của thời tiết, khí hậu trên quy mô địa phương. Mô hình khu vực lấy các điều kiện biên từ các mô hình toàn cầu và chi tiết hóa số liệu cho địa phương thông qua các chương trình toán học đã được gọi là kỹ thuật hạ quy mô động lực [5]. Việc ứng dụng mô hình độ phân giải cao trong tính toán phát tán và đánh giá rủi ro phóng xạ đã và đang được thực hiện rộng rãi trên thế giới. Năm 2014, Christoudias và các cộng sự đã sử dụng mô hình EMAC (mô hình hoàn lưu hóa khí quyển) với độ phân giải 50 km để đánh giá rủi ro toàn cầu về phát tán chất phóng xạ vào khí quyển từ những tai nạn phóng xạ có thể xảy ra trong tương lai [8]. Yoshikane và cộng sự (2016) đã sử dụng mô hình khí hậu khu vực để nghiên cứu sự lan truyền của đám mây phóng xạ từ nhà máy điện hạt nhân Fukushima Daiichi đến Thủ đô Tokyo [9]. Kết quả các nghiên cứu trên đã chỉ ra vai trò quan trọng của mô hình khu vực độ phân giải cao trong đánh giá phát tán chất phóng xạ. Trong số các mô hình khu vực mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết WRF được sử dụng rộng rãi và có nhiều đặc tính ưu việt.

Mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết WRF là mô hình được phát triển từ những đặc tính ưu việt nhất của mô hình MM5 với sự cộng tác của nhiều cơ quan tổ chức lớn trên thế giới. Hiện nay, mô hình WRF đang được sử dụng rộng rãi trong dự báo thời tiết nghiệp vụ cũng như trong nghiên cứu ở nhiều quốc gia trên thế giới, như Mỹ (từ năm 2004), tại Ấn Độ, Đài Loan và Israel (từ năm 2007). Ngoài ra một số nước khác đang sử dụng WRF trong nghiên cứu và dự định sử dụng mô hình này trong nghiệp vụ như Trung Quốc, New Zealand, Braxin, v.v. WRF là một hệ thống bao gồm nhiều module khác nhau, linh hoạt và tối ưu cho cả mục đích nghiên cứu cũng như chạy nghiệp vụ, cho phép sử dụng các tùy chọn khác nhau đối với tham số hóa các quá trình vật lý và thường xuyên được cập nhật các phiên bản mới.

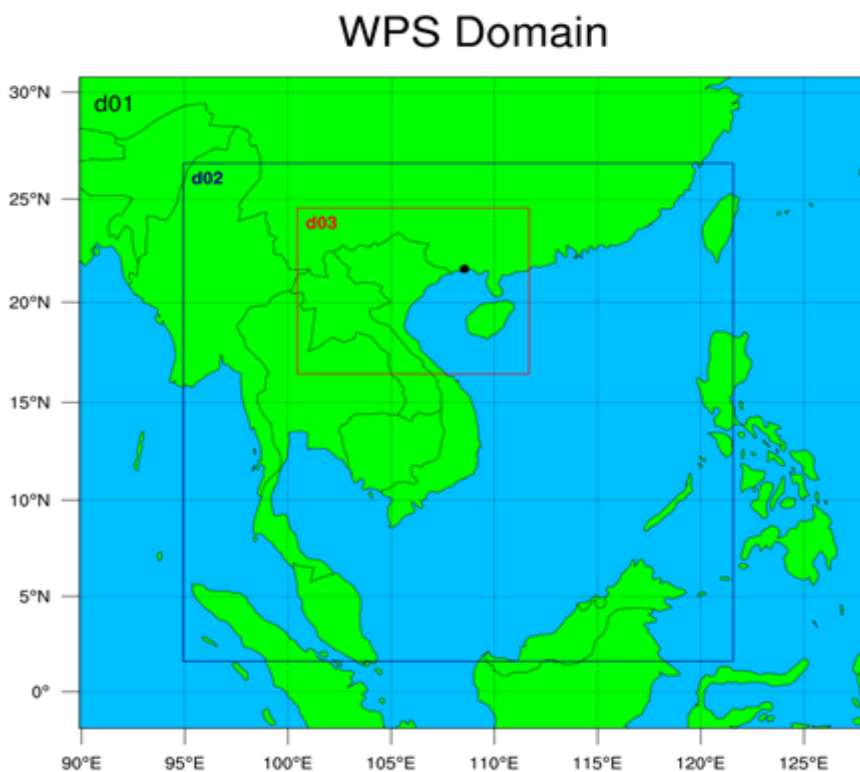
Các mô hình phát tán phóng xạ thông thường tính toán tốc độ gió (u), độ cao lớp biên hành tinh (PBL- Planetary Boundary Layer), thông lượng nhiệt bề mặt dựa trên đặc trưng về nhiệt độ và gió trung bình, tuy nhiên WRF tự tính toán được các biến đó và cho giá trị phù hợp hơn, và mô hình phát tán chất phóng xạ FLEXPART-WRF có thể đọc trực tiếp các biến đó từ sản phẩm đầu ra của WRF [16]. Đã có nhiều nghiên cứu sử dụng mô hình WRF làm dữ liệu đầu vào cho mô hình phát tán chất ô nhiễm. Năm 2011, Foy và cộng sự nghiên cứu sự vận chuyển và chuyển hóa các hạt ở khu vực đô thị Mexico thông qua sử dụng mô hình FLEXPART-WRF [17]. Rất nhiều nghiên cứu khác cũng đã chỉ ra ưu điểm của việc sử dụng mô hình WRF trong nghiên cứu phát tán chất ô nhiễm trong không khí. Sự vận chuyển chất ô nhiễm tại khu vực California được Angevine và cộng sự (2013) nghiên cứu sử dụng mô hình phát tán hạt Lagrangian FLEXPART, các trường khí tượng được lấy từ mô hình WRF chạy 3 miền tính với độ phân giải 36, 12 và 4 km [18]. Madala và cộng sự (2015) tiến hành mô phỏng sự phát tán của NO_x trong khí quyển trên khu vực địa hình phức tạp Ranchi, Ấn Độ bằng mô hình FLEXPART-WRF. Mô hình WRF được áp dụng với độ phân giải miền tính 3km. Ba sơ đồ tham số hóa lớp biên được thử nghiệm gồm YSU, MYNN2 và ACM2. Các mô phỏng WRF cho thấy sơ đồ ACM2 và MYNN2 cho sai số nồng độ chất ô nhiễm nhỏ hơn [19]. Năm 2016, Madala và cộng sự cũng đã mô phỏng chất lượng không khí khu vực Chennai, Ấn Độ (khí NO_x làm đại diện). Các trường khí tượng được mô phỏng bởi WRF với độ phân giải 3km. Các sơ đồ mô phỏng quá trình vật lý của lớp biên hành tinh gồm YSU, ACM2 và MYNN2 được sử dụng trong mô hình ARW (Advanced Research WRF). Mô phỏng với sơ đồ lớp biên ACM2 làm giảm đáng kể sai số và thiên lệch giảm trong nồng độ do mô hình nắm bắt tốt trường gió và các biến khí tượng khác [20].

Từ những phân tích trên, có thể thấy tầm quan trọng của dữ liệu khí tượng trong đánh giá phát tán chất ô nhiễm nói chung và chất phóng xạ nói riêng. Mô hình WRF có nhiều ưu điểm và có thể dùng để tạo bộ dữ liệu khí tượng tốt cho mô hình phát tán phóng xạ, đặc biệt là phát tán phóng xạ tầm gần. Vì vậy, trong nghiên cứu này thực hiện xây dựng cấu hình và sử dụng mô hình WRF để tạo bộ dữ liệu khí tượng làm đầu vào cho mô hình phát tán chất phóng xạ. Mô hình WRF được sử dụng với miền tính bao phủ trên khu vực Việt Nam và các nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành và Xương Giang của Trung Quốc. Các kết quả của mô hình WRF sẽ được đánh giá với số liệu quan trắc. Nghiên cứu cũng tiến hành tạo số liệu khí tượng cho một số điều kiện khí tượng cực đoan đặc trưng nhằm phục vụ đánh giá phát tán chất phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành và Xương Giang của Trung Quốc.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2. 1. Phương pháp

Nghiên cứu sẽ sử dụng mô hình WRF để mô phỏng trường khí tượng cho khu vực Việt Nam. Mô hình WRF được cấu tạo bởi hai bộ phận chính là bộ phận xử lý (tiền xử lý và hậu xử lý), bộ phận mô phỏng, trong đó: Bộ phận mô phỏng: chương trình chính của WRF (ARW solver). Bộ phận tiền xử lý: gồm chương trình mô phỏng dữ liệu ban đầu (The WRF Preprocessing System, WPS) và chương trình đồng hóa số liệu (WRF-Var). Bộ phận hậu xử lý: Công cụ đồ họa xử lý sản phẩm của mô hình (Post-processing & Visualization tools). Đầu tiên, nghiên cứu đã thực hiện các thí nghiệm để xây dựng cấu hình tốt nhất của mô hình WRF (lựa chọn độ phân giải ngang, độ phân giải địa hình, miền tính, sơ đồ tham số hóa đối lưu, sơ đồ vi vật lý, sơ đồ lớp biên hành tinh,...). Từ cấu hình mô hình WRF tốt nhất đã xây dựng được, nghiên cứu tiến hành chạy mô phỏng các trường khí tượng độ phân giải cao cho khu vực. Nghiên cứu sử dụng mô hình WRF với ba miền tính có độ phân giải lần lượt là 54km, 18km, 6km. Thời gian mô phỏng từ 01/01/2010-31/12/2010.



Hình 1: Miền tính sử dụng trong mô hình WRF;

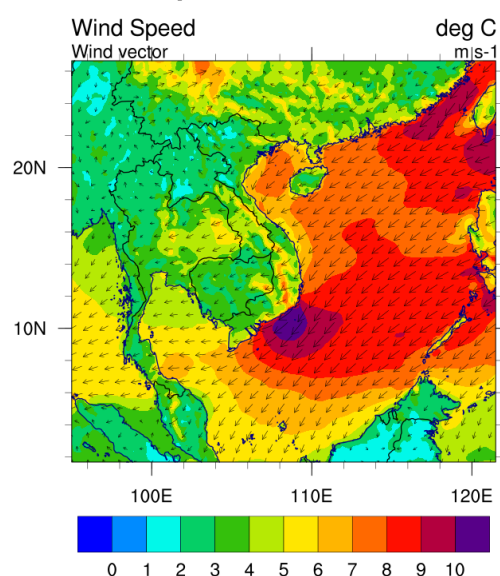
2.2. Số liệu:

Số liệu sử dụng trong nghiên cứu là số liệu các biến khí tượng từ số liệu quan trắc tại trạm, quan trắc thám không, số liệu tái phân tích. Số liệu trường ban đầu là các trường tái phân tích cách nhau 6 giờ CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) cung cấp bởi Trung tâm Dự báo Môi trường Quốc gia Hòa Kỳ (NCEP- National Centers for Environmental Prediction) được sử dụng làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên phụ thuộc thời gian cho mô hình WRF. Độ phân giải không gian của số liệu là 0.5×0.5 độ kinh vĩ với 38 mực theo chiều thẳng đứng từ 1000 mb cho đến 1 mb, số liệu được lưu dưới dạng GRIB2.

3. KẾT QUẢ

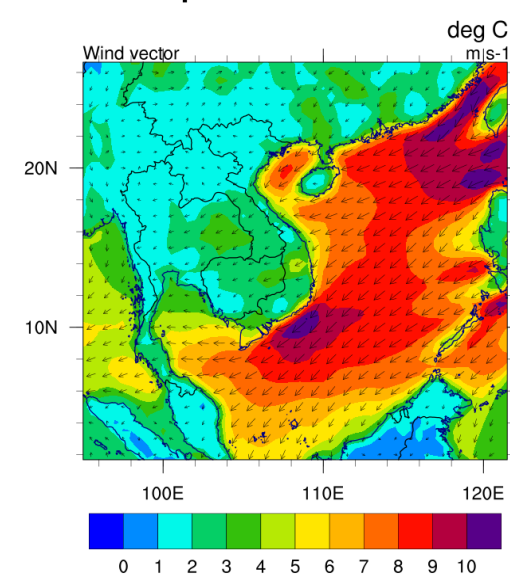
Kết quả mô phỏng từ mô hình WRF năm 2010 được trích xuất để đánh giá các trường mô phỏng khí tượng với số liệu quan trắc và so sánh với bộ số liệu tái phân tích. Dưới đây là một số kết quả ban đầu của nghiên cứu.

10m-Wind Speed and Wind vector WRF



a)

10m-Wind Speed and Wind vector CFSR

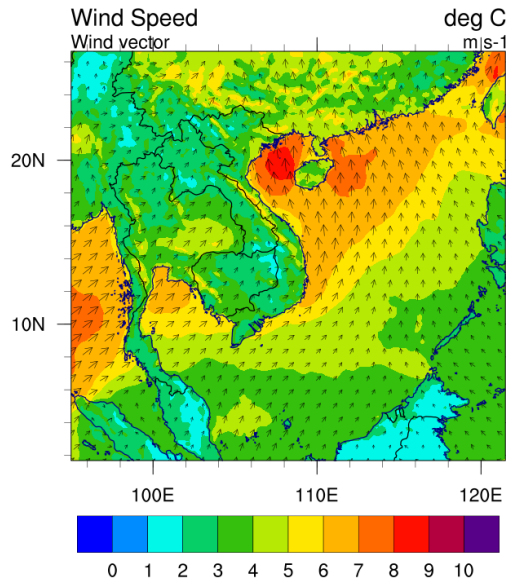


b)

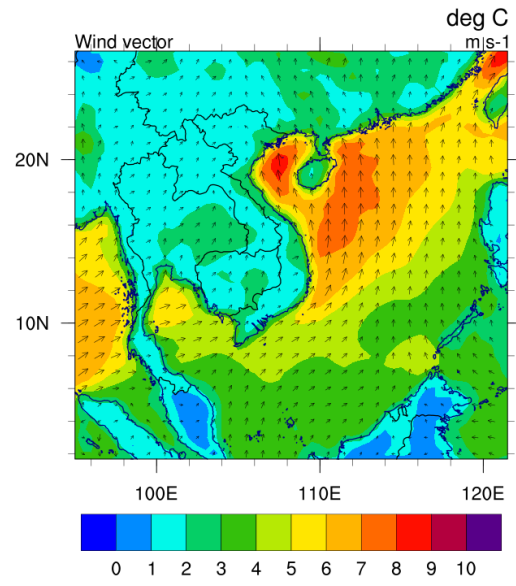
Hình 2: Trường gió 10m trung bình tháng 1 (Mùa Đông) mô phỏng bởi mô hình WRF (a) và số liệu tái phân tích CFSR (b).

Hình 2 thể hiện đánh giá trường gió 10m trung bình tháng 1 đặc trưng mùa đông của mô hình WRF với số liệu tái phân tích CFSR. Có thể thấy hướng gió phổ biến vào tháng 1 là Đông Bắc đều thể hiện trên mô phỏng của mô hình và số liệu tái phân tích. Về tốc độ gió cả hai hình đều thể hiện các vùng gió mạnh trên biển khu vực Việt Nam ở vịnh Bắc Bộ khoảng 7-9m/s và khu vực vùng biển Nam Trung Bộ khoảng trên 9m/s. Trên đất liền khu vực Việt Nam, tốc độ gió mô phỏng bởi mô hình WRF thể hiện chi tiết hơn các vùng gió lớn so với số liệu tái phân tích độ phân giải thô hơn. Nhìn chung tốc độ gió mô phỏng của mô hình và số liệu tái phân tích tương đối giống nhau ở trên biển. Ngược lại ở trên đất liền có sự khác biệt lớn ở tốc độ gió mô phỏng do yếu tố địa hình thay đổi.

10m-Wind Speed and Wind vector WRF



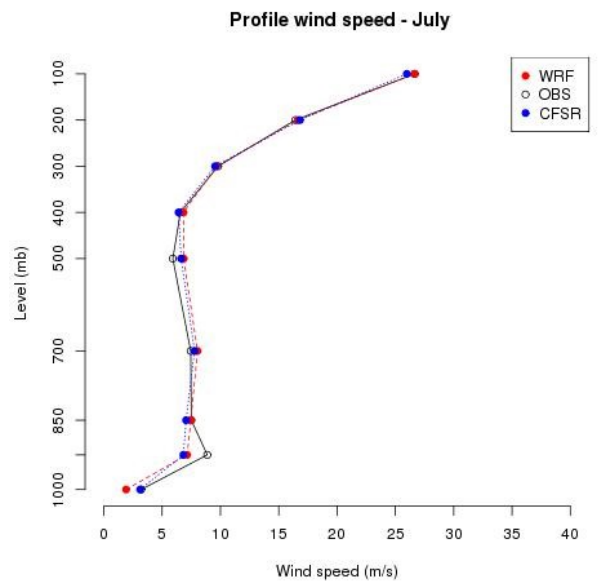
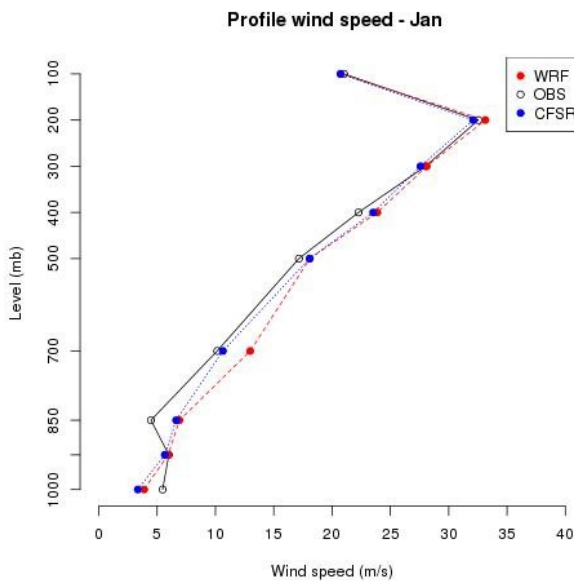
10m-Wind Speed and Wind vector CFSR



a)

b)

Hình 3: Trường gió trung bình tháng 7 (Mùa Hè) mô phỏng bởi mô hình WRF (a) và số liệu tái phân tích CFSR (b).

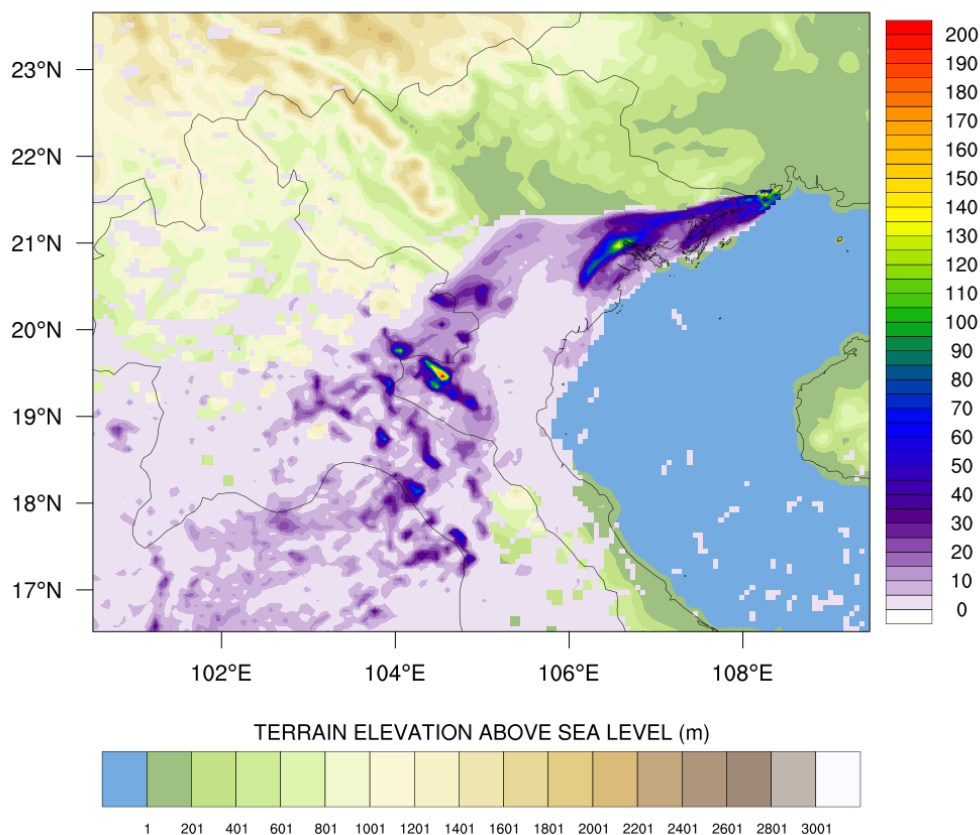


a)

b)

Hình 4: So sánh profile tốc độ gió trung bình tháng 1 (a), tháng 7 (b) mô phỏng và số liệu quan trắc và số liệu tái phân tích CFSR tại trạm cao không Hà Nội.

CONCENTRATION OF AIRBORNE SPECIES



Hình 5: Mô phỏng phát tán chất ô nhiễm từ nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành thời gian phát thải từ 02z 08/01/2018 đến 00z 12/01/2018 của mô hình FLEXPART-WRF.

Hình 3 thể hiện đánh giá trường gió 10m trung bình tháng 7 đặc trưng mùa hè của mô hình WRF với số liệu tái phân tích CFSR. Nhìn chung có thể thấy trường gió trung bình tháng 7 có tốc độ thấp hơn trường gió trung bình tháng 1. Về hướng gió trung bình tháng 7 ở khu vực Việt Nam chủ yếu là gió Nam đến Tây Nam. Tốc độ gió trên đất liền mô phỏng bởi mô hình có tốc độ cao hơn tốc độ gió trên đất liền của số liệu tái phân tích. Các vùng gió mạnh cũng thể hiện rõ ràng hơn số liệu tái phân tích. Ở trên biển trường gió mô phỏng bởi mô hình và trường gió của số liệu tái phân tích khá tương đồng.

Hình 4 thể hiện kết quả so sánh đánh giá profile tốc độ gió trung bình tháng 1 hình 4a và tháng 7 hình 4b tại trạm cao không Hà Nội. Tốc độ gió ở các mực thấp có sai số lớn hơn các mực cao. Phân bố tốc độ gió mô phỏng của WRF và tốc độ gió tái phân tích CFSR khá tương đồng và tương quan tốt với phân bố tốc độ gió quan trắc được tại trạm cao không Hà Nội.

Nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm sử dụng mô hình FLEXPART-WRF mô phỏng phát tán chất ô nhiễm từ nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành trong thời gian có đợt không khí lạnh. Thời gian mô phỏng từ ngày 08 tháng 01 đến ngày 12 tháng 01 năm 2018 thể hiện trên hình 5. Hình 5 thể hiện nồng độ chất ô nhiễm (ng/m^3) phát tán từ nhà máy điện hạt nhân tích lũy từ 02z 08/01/2018 đến 00z 12/01/2018. Có thể thấy nếu xảy ra sự cố tại nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành trùng với thời điểm có đợt không khí lạnh thì khu vực ảnh hưởng ở Việt Nam là rất lớn. Đặc biệt là các tỉnh Đông Bắc Bộ, Đồng Bằng sông Hồng và Bắc Trung Bộ.

4. TÓM TẮT VÀ THẢO LUẬN

Nghiên cứu này sẽ tiến hành sử dụng mô hình WRF mô phỏng các điều kiện khí tượng làm đầu vào cho mô hình phát tán phóng xạ. Mô hình WRF được sử dụng với ba miền tính với độ phân giải lần lượt là 54km, 18km, 6km bao phủ trên khu vực Việt Nam và các nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành và Xương Giang của Trung Quốc. Các kết quả của mô hình WRF sẽ được đánh giá với số liệu quan trắc. Nghiên cứu cũng tiến hành tạo số liệu khí tượng cho một số điều kiện khí tượng cực đoan đặc trưng. Kết quả ban đầu cho thấy mô hình WRF có khả năng tạo số liệu với chất lượng tốt cho bài toán mô phỏng nguy cơ lan truyền chất phóng xạ từ phía các nhà máy điện hạt nhân Xương Giang và Cảng Phòng Thành sang Việt Nam. Mô phỏng cho thấy trong điều kiện gió mùa đông bắc mạnh, nếu sự cố hạt nhân xảy ra, hầu hết toàn bộ khu vực Miền bắc Việt Nam, trong đó có thủ đô Hà Nội có nguy cơ cao chịu ảnh hưởng chất phóng xạ từ sự cố. Kết quả của nghiên cứu có thể là nguồn thông tin quan trọng để xây dựng kịch bản ứng phó với sự cố hạt nhân nếu xảy ra ở hai nhà máy điện hạt nhân Xương Giang và Cảng Phòng Thành của Trung Quốc.

Lời cảm ơn: Công trình này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu, đánh giá khả năng phát tán và ảnh hưởng của phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân Cảng Phòng Thành và Xương Giang đến Việt Nam” Mã số: KC.05.07/16-20 thuộc Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp quốc gia giai đoạn 2016 – 2020: “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng”.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K. P. Bowman et al., “*Input Data Requirements for Lagrangian Trajectory Models*,” Bull. Am. Meteorol. Soc., vol. 94, no. 7, pp. 1051–1058, Jan. 2013.
- [2] E. Kalnay, “*The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project*,” Bull. Amer. Meteor. Soc., vol. 77, pp. 437–471, 1996.
- [3] Z. I. Janjic, “*A nonhydrostatic model based on a new approach*,” Meteorol. Atmospheric Phys., vol. 82, no. 1–4, pp. 271–285, Jan. 2003.
- [4] M. Kanamitsu, “*Description of the NMC Global Data Assimilation and Forecast System*,” Weather Forecast., vol. 4, no. 3, pp. 335–342, Sep. 1989.
- [5] F. Feser, B. Rockel, H. von Storch, J. Winterfeldt, and M. Zahn, “*Regional Climate Models Add Value to Global Model Data: A Review and Selected Examples*,” Bull. Am. Meteorol. Soc., vol. 92, no. 9, pp. 1181–1192, Sep. 2011.
- [6] M. Déqué, C. Drevet, A. Braun, and D. Cariolle, “*The ARPEGE/IFS atmosphere model: a contribution to the French community climate modelling*,” Clim. Dyn., vol. 10, no. 4–5, Sep. 1994.
- [7] K. Hamilton and W. Ohfuchi, Eds., *High resolution numerical modelling of the atmosphere and ocean*. New York: Springer, 2008.
- [8] T. Christoudias, Y. Proestos, and J. Lelieveld, “*Atmospheric Dispersion of Radioactivity from Nuclear Power Plant Accidents: Global Assessment and Case Study for the Eastern Mediterranean and Middle East*,” Energies, vol. 7, no. 12, pp. 8338–8354, Dec. 2014.
- [9] T. Yoshikane, K. Yoshimura, E.-C. Chang, A. Saya, and T. Oki, “*Long-distance transport of radioactive plume by nocturnal local winds*,” Sci. Rep., vol. 6, p. 36584, Nov. 2016.
- [10] J. Zarauz, “*WRF model validation for complex terrain and integration with pollutant dispersion models*.” [Online]. Available: <http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/workshops/WS2010/abstracts/P-60.pdf>. [Accessed: 19-Jan-2017].
- [11] T. J. Greenwald, C. L. Combs, A. S. Jones, D. L. Randel, and T. H. Vonder Haar, “*Further Developments in Estimating Cloud Liquid Water over Land Using Microwave and Infrared Satellite Measurements*,” J. Appl. Meteorol., vol. 36, no. 4, pp. 389–405, Apr. 1997.

- [12] M. Buehner, R. McTaggart-Cowan, and S. Heilliette, “An Ensemble Kalman Filter for Numerical Weather Prediction Based on Variational Data Assimilation: VarEnKF,” *Mon. Weather Rev.*, vol. 145, no. 2, pp. 617–635, Feb. 2017.
- [13] M. Kunii, K. Ito, and A. Wada, “Preliminary Test of a Data Assimilation System with a Regional High-Resolution Atmosphere–Ocean Coupled Model Based on an Ensemble Kalman Filter,” *Mon. Weather Rev.*, vol. 145, no. 2, pp. 565–581, Feb. 2017.
- [14] S.-Y. Ha and C. Snyder, “Influence of Surface Observations in Mesoscale Data Assimilation Using an Ensemble Kalman Filter,” *Mon. Weather Rev.*, vol. 142, no. 4, pp. 1489–1508, Apr. 2014.
- [15] C. S. Schwartz, Z. Liu, Y. Chen, and X.-Y. Huang, “Impact of Assimilating Microwave Radiances with a Limited-Area Ensemble Data Assimilation System on Forecasts of Typhoon Morakot,” *Weather Forecast.*, vol. 27, no. 2, pp. 424–437, Apr. 2012.
- [16] J. D. Fast, “A Lagrangian Particle Dispersion Model Compatible with WRF.” [Online]. Available: http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/workshops/WS2006/abstracts/PSession06/P6_02_Fast.pdf. [Accessed: 17-Jan-2017].
- [17] B. de Foy et al., “Aerosol plume transport and transformation in high spectral resolution lidar measurements and WRF-Flexpart simulations during the MILAGRO Field Campaign,” *Atmospheric Chem. Phys.*, vol. 11, no. 7, pp. 3543–3563, Apr. 2011.
- [18] W. M. Angevine et al., “Pollutant transport among California regions: CALIFORNIA POLLUTANT TRANSPORT,” *J. Geophys. Res. Atmospheres*, vol. 118, no. 12, pp. 6750–6763, Jun. 2013.
- [19] S. Madala, K. B. R. Hari Prasad, C. V. Srinivas, and A. N. V. Satyanarayana, “Air quality simulation of NO_x over the tropical coastal city Chennai in southern India with FLEXPART-WRF,” *Atmos. Environ.*, vol. 128, pp. 65–81, Mar. 2016.
- [20] P. T. Rakesh, R. Venkatesan, T. Hedde, P. Roubin, R. Baskaran, and B. Venkatraman, “Simulation of radioactive plume gamma dose over a complex terrain using Lagrangian particle dispersion model,” *J. Environ. Radioact.*, vol. 145, pp. 30–39, Jul. 2015.

APPLICATION OF HIGH RESOLUTION METEOROLOGICAL MODEL FOR GENERATION OF INPUT DATA FOR RADIOACTIVE DISPERSION MODEL SIMULATION OVER VIETNAM AND ADJACENT AREAS

HIEP VAN NGUYEN¹, NGUYEN DUC NAM¹, NGUYEN XUAN ANH¹
NGUYEN HAO QUANG², HOANG SY THAN², TRAN DUC TRU³

¹*Institute of Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)*

²*Vietnam Atomic Energy Institute (VINATOM)*

³*Vietnam Institute of Seas and Islands (VISI)*

E-mail: hiepwork@gmail.com

Abstract: Today, nuclear accidents are concerned by many countries around the world, including Vietnam, especially when the China has been installed the Changjiang and Fangchenggang Nuclear Power Plants close to Vietnam boundary. Therefore, it is required to construct pollutant radioactive scenario maps from accident scenarios from the nuclear power plants affecting Vietnam. The meteorological data are crucial to build scenarios of by dispersion models. This study used Weather Research and Forecasting (WRF) model to simulate the meteorological conditions as input data for the dispersion model. The WRF model configuration includes: three nested domains with horizontal resolution resolution of of 54 km, 18 km, 6 km, respectively. The 6-km domain covers North of Vietnam, Changjiang and Fangchenggang Nuclear Power Plants. The WRF model results were first compared with observation data for model verification. Other than data in normal meteorological conditions, data in the extreme meteorological events are also conducted. Results showed that WRF model is capable of providing reasonable quality data for radioactive dispersion model for Changjiang and Fangchenggang Nuclear Power Plant cases. It is suggested that if a nuclear power plant accidents occur in strong northeast monsoon conditions, the entire areas of North Vietnam, including Hanoi have high risk of radioactive effect from the nuclear power plant accidents.

Keywords: WRF model, radioactive model