

KHẢ NĂNG DỰ BÁO TUYẾT BẰNG MÔ HÌNH PHÂN GIẢI CAO TRÊN KHU VỰC BẮC BỘ

Trần Hồng Thái¹, Võ Văn Hòa², Dư Đức Tiên³, Lương Thị Thanh Huyền³

¹Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia

²Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đồng bằng Bắc Bộ

³Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương

Tóm tắt: Nghiên cứu trình bày thử nghiệm dự báo giáng thủy dạng rắn (tuyết) trên khu vực Bắc Bộ xảy ra vào tháng 1/2016 bằng mô hình bất thủy tĩnh phân giải cao Moloch phát triển bởi Viện Khoa học khí quyển và khí hậu thuộc Hiệp hội nghiên cứu quốc gia (ISAC-CNR) tại Bologna, Ý. Thử nghiệm cho thấy khả năng cung cấp dự báo chi tiết hiện tượng tuyết xảy ra diện rộng trên khu vực Bắc bộ trong khi các sản phẩm mô hình phân giải thô hơn (GFS của Mỹ) không thể nắm bắt được.

Từ khóa: dự báo tuyết, mô hình phân giải cao, Moloch.

1. Đặt vấn đề

Trong một vài năm trở lại đây tại khu vực Bắc Bộ xảy ra hiện tượng tuyết khá thường xuyên vào mùa đông và ở mức độ mạnh, không chỉ tồn tại dưới dạng băng giá như nhiều năm trước [5]. Gần đây nhất trong năm 2016 đã xảy ra 12 đợt không khí lạnh trong đó đáng kể nhất là đợt gió mùa đông bắc rất mạnh ảnh hưởng đến nước ta từ ngày 22 - 27/01, đã khiến cả miền Bắc từ ngày 23 - 27/01 đã xuất hiện rét hại trên diện rộng, nhiệt độ thấp nhất nhiều nơi vùng núi cao phía Bắc đã giảm xuống dưới 0 độ, thấp nhất tại Pha Đin (Điện Biên) -4,3°C (thấp hơn so lịch sử 16/12/1975 là 3,3°C), tại Bắc Yên là 1,7°C (thấp hơn so lịch sử 23/1/1983 là 0,8°C), tại Mẫu Sơn (Lạng Sơn) -5,0°C, tại Sapa -4,2°C, tại Hà Nội nhiệt độ ngày 24/01 giảm xuống còn 5,4°C, thấp nhất trong 40 năm trở lại đây. Băng giá mưa tuyết đã xuất hiện diện rộng nhiều nơi ở vùng núi phía Bắc, tại đỉnh núi Ba Vì trong ngày 24/01 cũng đã xuất hiện mưa tuyết. Đợt mưa tuyết trong tháng 1 năm 2016 đã xảy ra ở một diện

rộng khắp khu vực Bắc Bộ và thậm chí một phần của khu vực Bắc Trung Bộ (Hình 1).

Trong quá trình tham khảo các sản phẩm dự báo từ mô hình số trị bao gồm mô hình quy mô toàn cầu (độ phân giải từ 25 - 50 km) và khu vực (từ 10 -15 km) hiện nay tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương cho thấy chỉ cung cấp được diễn biến của nhiệt độ xuống tới 0°C tại nhiều vùng núi nhưng chưa mô phỏng và dự báo được hiện tượng tuyết cụ thể. Trong nghiên cứu đã thử nghiệm mô hình bất thủy tĩnh phân giải cao Moloch phát triển bởi Viện Khoa học khí quyển và khí hậu thuộc Hiệp hội nghiên cứu quốc gia (ISAC-CNR) tại Bologna. Thử nghiệm với độ phân giải 5 km cho thấy khả năng cung cấp dự báo chi tiết hiện tượng xảy ra diện rộng trên khu vực Bắc bộ trong khi các sản phẩm mô hình phân giải thô hơn (GFS của Mỹ) không thể nắm bắt được. Các chi tiết thử nghiệm và kết quả mô phỏng, dự báo được đưa ra trong phần 2 và phần 3 của nghiên cứu.



Hình 1. Các khu vực xảy ra hiện tượng tuyết vào tháng 1/2016

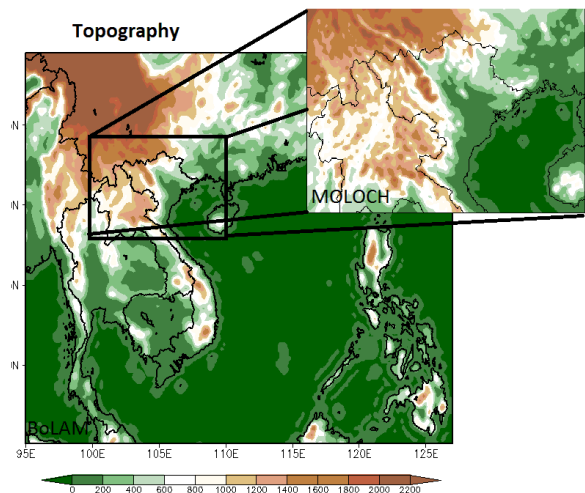
2. Thiết kế thí nghiệm

2.1 Số liệu điều kiện biên

Hiện nay, mô hình Moloch lấy điều kiện biên và điều kiện ban đầu duy nhất là kết quả dự báo từ mô hình khu vực Bolam. Trong đó, điều kiện biên và điều kiện ban đầu cho mô hình Bolam được khai thác từ các số liệu phân tích và dự báo từ mô hình dự báo toàn cầu GFS. Các trường phân tích và dự báo của GFS được định dạng mã grib2 trên lưới kinh vĩ, có độ phân giải $0,5 \times 0,5$ độ trên 47 mực áp suất. Các trường này được cập nhật biên 3 giờ một và có 4 phiên làm việc trong một ngày tại các thời điểm 00Z, 06Z, 12Z và 18Z.

Để thử nghiệm khả năng dự báo tuyết của mô hình phân giải cao Moloch, chúng tôi tiến hành thiết kế thí nghiệm như sau. Chúng tôi sử dụng tập số liệu phân tích và dự báo 3 giờ một của mô hình toàn cầu GFS có độ phân giải $0,5 \times 0,5$ độ làm điều kiện biên cho dự báo hạn 24 giờ của mô hình Bolam. Những kết quả từ mô hình này tiếp tục được sử dụng để làm biên cho mô hình Moloch. Mô hình phi thủy tĩnh này được thiết kế với hạn dự báo 24 giờ, đứng dự báo tại thời điểm 12Z ngày 22/01/2016. Phương pháp hạ quy mô thông qua phương pháp lưới lồng (nesting) cho phép làm giảm các nhiễu và sai số nhỏ trong quá trình hạ quy mô từ mô hình toàn cầu. Miền dự

báo được lựa chọn tập trung chính vào khu vực Bắc bộ Việt Nam, từ $18 - 24^{\circ}\text{N}$, $100 - 110^{\circ}\text{E}$ và chạy với độ phân giải cao 5 km, được nội suy từ các kết quả dự báo 55 km của GFS và 15 km của Bolam (Hình 2).



Hình 2. Miền dự báo Bolam (miền lớn, độ phân giải 15 km) và Moloch (miền nhỏ, độ phân giải 5 km)

2.2 Mô hình Moloch

Như đã nói ở trên, mô hình Bolam là nhân tố quan trọng trong quá trình vận hành mô hình Moloch bởi đây là mô hình duy nhất cung cấp điều kiện biên và điều kiện ban đầu cho Moloch. Đây là một mô hình thủy tĩnh khu vực hạn chế

với các hệ phương trình nguyên thủy và các sơ đồ tham số hóa đối lưu, được phát triển tại CNR-ISAC (Bologna, Ý) và đang được sử dụng chạy nghiệp vụ dự báo tại đây [1].

Khác với Bolam, mô hình Moloch là một mô hình phi thủy tinh, tuy phát triển sau Bolam nhưng với khả năng chi tiết hóa tốt hơn do có độ phân giải cao hơn, mô hình này được kì vọng sẽ đem đến các dự báo tốt hơn, nhất là có thể dự báo các hiện tượng đối lưu quy mô nhỏ. Mô hình này được xây dựng trên hệ phương trình với các biến tiên lượng như áp suất, nhiệt độ, độ ẩm, gió và động năng xoáy (TKE) và nằm thành phần nước (lượng nước trong mây, lượng băng trong mây, mưa, tuyết và mưa đá) được thể hiện trên lưới kinh vĩ Arakawa-C. Mô hình sử dụng bốn sơ đồ vật lý bao gồm bức xạ khí quyển, rối quy mô dưới lưới, chu trình nước vi vật lý và mô hình đất-thực vật.

Sơ đồ bức xạ khí quyển trong Moloch được tính toán tương tự như trong Bolam với sơ đồ RG (Ritter and Geleyn, 1992) và sơ đồ ECMWF (Morcrette, 199; Mlawer et al., 1997). Các quá trình đối lưu sâu trong Moloch được tham số hóa bằng sơ đồ Kain-Frisch (Kain, 2004). Sơ đồ rối được tính toán dựa trên lý thuyết E-1, bao gồm phương trình động năng rối có tính đến các thành phần bình lưu. Các thông lượng xoáy bề mặt của momen, độ ẩm riêng và nhiệt độ được tính toán trên lý thuyết cổ điển Monin-Obukhov với các chức năng Businger/Holtslag trong các trường hợp ổn định hoặc bất ổn định [2, 3, 4].

Sơ đồ vi vật lý trong mô hình dựa trên các quá trình tham số hóa được đề xuất bởi Drofa và Malguzzi (2004) và mô hình đất 4 - 6 lớp sơ đồ cân bằng năng lượng đất-thực vật trong với các đặc trưng tương tự như trong Bolam [3]. Theo đó, mô hình đất có tính đến các cân bằng tại bề mặt, sự vận chuyển thẳng đứng của nhiệt và nước cũng như hiệu ứng của lớp phủ thực vật ở bề mặt (như quá trình bay hơi và thoát hơi, đọng nước mưa,...) và trong đất (như quá trình hút nước của rễ cây, ...) có tính tới các tham số vật lý và dạng đất khác nhau. Ngoài ra, các quá trình tan chảy và đóng băng của nước cũng được đưa

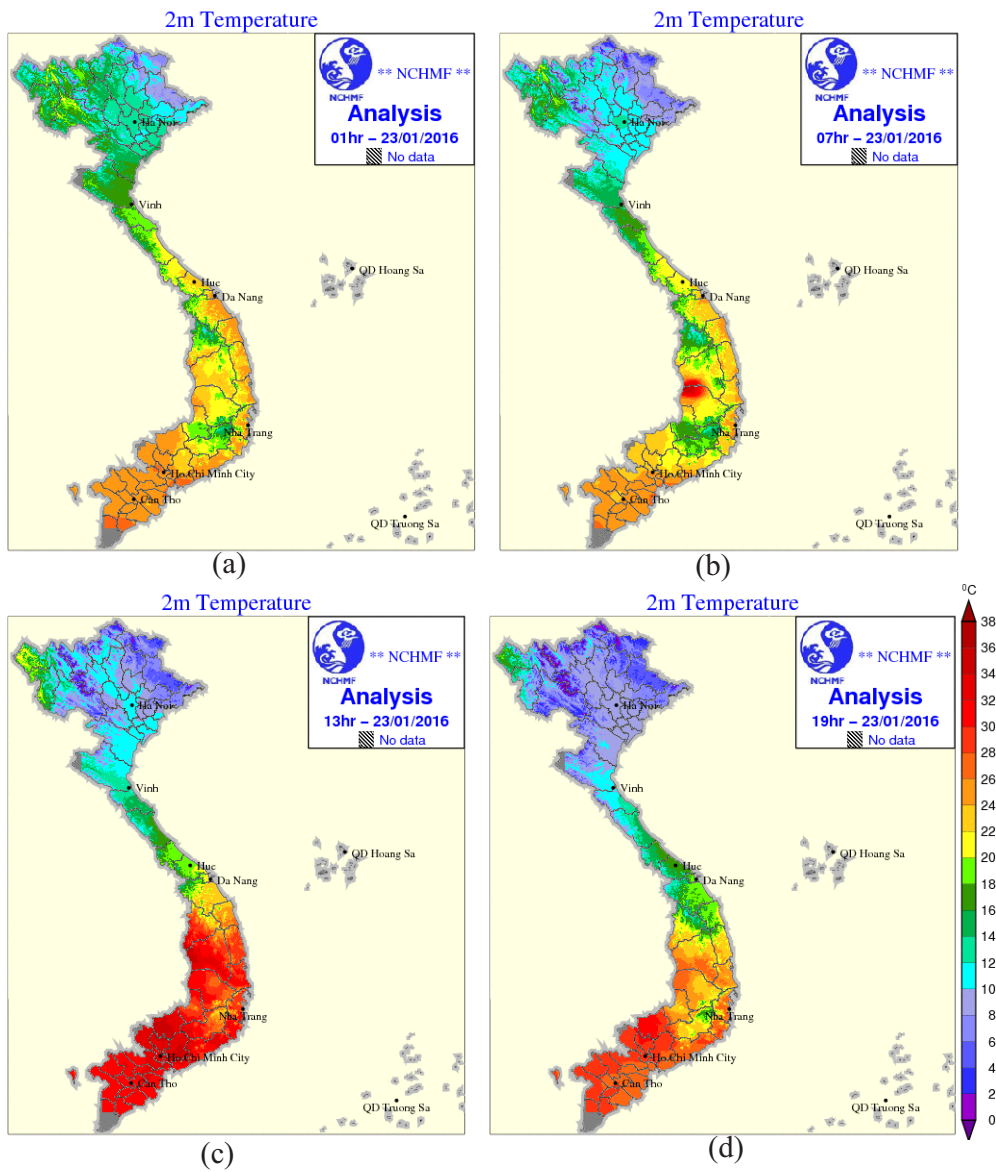
vào tính toán. Đối với các quá trình ở bề mặt, mô hình băng đơn lớp được sử dụng để tính lớp phủ tuyết thông qua quá trình tích lũy và tan chảy tuyết. Tuy nhiên, do được xây dựng nhằm nắm bắt được các quá trình đối lưu quy mô nhỏ nên Moloch cũng có một số điểm khác biệt nhất định. Thông qua mô tả các quá trình phi vật lý bằng bước tích phân theo thời gian các phân bố không gian thành phần động lực nước và băng trong mây, mô hình Moloch có khả năng mô tả được quá trình phát triển mây tốt hơn rất nhiều so với Bolam.

3. Kết quả dự báo

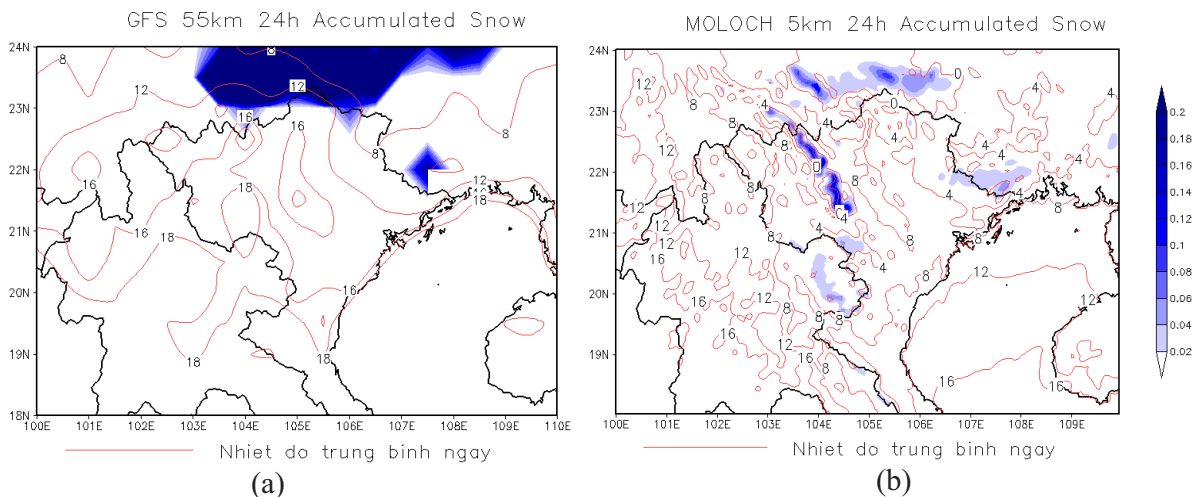
Hiện tượng tuyết rơi tại khu vực Bắc bộ Việt Nam bắt đầu xảy ra từ sáng ngày 23/01/2016 tại khu vực Sapa (Lào Cai), sau đó xuất hiện tại nhiều địa điểm khác. Khu vực xảy ra tuyết nhiều nhất là vùng núi Tây bắc Việt Nam. Hình 3 dưới đây cho thấy nhiệt độ quan trắc của khu vực Việt Nam, với nhiệt độ khá thấp ở khu vực được lựa chọn chạy dự báo Moloch.

Hình 4 thể hiện dự báo độ sâu tuyết tích lũy 24 giờ của hai mô hình GFS và Moloch và trường nhiệt độ trung bình ngày sau 24 giờ chạy dự báo, tức là ngày 23/01/2016. Trên hình 3a, các khu vực được dự báo có tuyết hầu hết nằm phía trên khu vực miền Bắc Việt Nam, với nhiệt độ trung bình ngày trong khu vực đều dưới 20°C. Trong lúc đó, nhiệt độ dự báo từ mô hình Moloch trên hình 3b khá thấp, chỉ từ 0-8°C, dự báo có tuyết ở khu vực phía tây bắc bộ Việt Nam và một số điểm vùng núi cao ở Bắc Trung Bộ. Các khu vực xảy ra tuyết đều có nhiệt độ dưới 0°C.

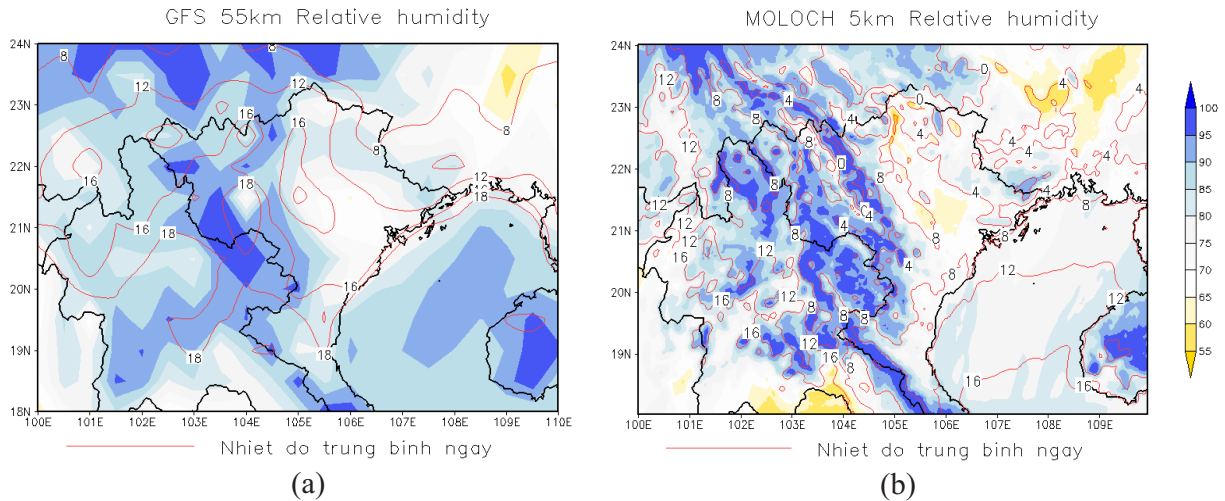
Để đánh giá sâu hơn về hiện tượng này, chúng tôi xem xét thêm dự báo trường độ ẩm tương đối dự báo từ hai mô hình trên hình 5. Có thể thấy phân bố theo không gian của trường này theo hai mô hình tương đối đồng đều. Mặc dù có độ phân giải thấp hơn rất nhiều, mô hình GFS đã mô phỏng được khu vực có độ ẩm tương đối lớn nhất ở khu vực phía tây bắc bộ Việt Nam. Những khu vực có tuyết tương ứng với độ ẩm trong khoảng 80 - 95%.



Hình 3. Nhiệt độ T2m quan trắc tại 00Z-06Z-12Z-19Z ngày 23/01/2016



Hình 4. Dự báo độ sâu của tuyết từ hai mô hình GFS và MOLOCH



Hình 5. Dự báo độ ẩm riêng từ hai mô hình GFS (a) và MOLOCH (b)

4. Kết luận

Nghiên cứu ứng dụng mô hình bất thủy tĩnh phân giải cao cho thấy khả năng chi tiết hóa chế độ nhiệt độ, độ ẩm và cả giáng thủy dạng rắn (ở đây là tuyết) so với các sản phẩm dự báo từ mô hình toàn cầu trên khu vực Bắc Bộ. Một trong những vấn đề cần tiếp tục được nghiên cứu và đánh giá khả năng cung cấp sản phẩm mô phỏng và dự báo tuyết cho Việt Nam bằng mô hình bất thủy tĩnh, phân giải cao bao gồm thu thập các quan trắc về tuyết một cách định lượng hơn để

đánh giá được chi tiết chất lượng dự báo tuyết của mô hình. Ngoài ra, dự báo các biến khí tượng bề mặt phụ thuộc nhiều vào mức độ chi tiết của địa hình địa phương và mức độ đồng hóa số liệu địa phương vào trường ban đầu nên cần thiết tiếp tục thử nghiệm ở các độ phân giải chi tiết hơn (1 - 2 km) cùng việc bổ sung đầy đủ các loại số liệu quan trắc mà Việt Nam không phát báo vào các trường ban đầu của mô hình toàn cầu làm điều kiện biên cho các mô hình khu vực hiện nay.

Lời cảm ơn: Bài báo này được hoàn thành dựa trên sự hỗ trợ từ Đề tài NCKH cấp Nhà nước “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu tới sự xâm nhập của các đợt lạnh và nóng ẩm bất thường trong mùa đông ở khu vực miền núi phía Bắc phục vụ phát triển kinh tế - xã hội” thuộc chương trình BDKH/16-20.

Tài liệu tham khảo

1. Davolio S., A. Buzzi and P. Malguzzi, (2007), *High resolution operational forecasting with MOLOCH for MAP DPHASE*. Proc. of the 29th ICAM Conference, Chambéry (France), 4-8 Jun. 2007, 567-570.
2. Morcrette, J.-J., (1991), *Radiation and cloud radiative properties in the ECMWF operational weather forecast model*. J. Geophys. Res., 96D, 9121-9132.
3. Mlawer, E.J., S.J. Taubman, P.D. Brown, M.J. Iacono, and S.A. Clough, (1997), *Radiative transfer for inhomogeneous atmospheres: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave*. J. Geophys. Res., 102D, 16, 663-682.
4. Drofa, O. V., and P. Malguzzi, (2004), *Parameterization of microphysical processes in a non hydrostatic prediction model*. Proc. 14th Intern. Conf. on Clouds and Precipitation (ICCP). Bologna, 19-23 July 2004, 1297-3000
5. Đặc điểm Khí tượng Thủy văn 2014, 2015 và 2016

SNOW FORECAST OVER BAC BO WITH HIGH RESOLUTION REGIONAL MODEL

Trần Hồng Thái¹, Võ Văn Hòa², Dư Đức Tiến³, Lương Thị Thanh Huyền³

¹National Hydro-Meteorological Service

²Hydrometeorological Observatory Northern Delta Region

³National Center of Hydro-Meteorological Forecasting

Abstract: *The non-hydrostatic high-resolution regional model Moloch developed at The Institute of Atmospheric Sciences and Climate (ISAC-CNR) in Bologna-Italia has been implemented in order to provide solid precipitation forecast (snow) over Bac Bo in January 2016. The snow forecast results show the skillful performance of large scale phenomenon forecast over Bac Bo compared to lower resolution model (Global Forecast System - GFS).*

Keyword: *Snow forecast, high resolution regional model, MOLOCH model.*

Ban Biên tập nhận bài: 25/12/2016

Ngày phản biện xong: 12/01/2017