

NGHIÊN CỨU VAI TRÒ CỦA VẬN TẢI ẨM TRONG ĐỢT MƯA LỚN THÁNG 11 NĂM 1999 Ở MIỀN TRUNG BẰNG MÔ HÌNH WRF

Đàng Hồng Như và Nguyễn Văn Hiệp

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Đợt mưa lớn lịch sử tháng 11 năm 1999 ở miền Trung đã gây ra cơn lũ thế kỷ gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản ở các tỉnh từ Quảng Bình đến Bình Định, trong đó Thừa Thiên-Huế là tỉnh chịu thiệt hại nặng nhất. Mưa lớn tập trung chủ yếu trong hai ngày 02/11 và 03/11, tổng lượng mưa quan trắc trong hai ngày này tại trạm Huế đạt trên 1800 mm, gần với ngưỡng kỷ lục về mưa lớn trên thế giới.

Bài báo này nghiên cứu cơ chế và vai trò của vận tải ẩm tới đợt mưa lớn này trên cơ sở phân tích sản phẩm mô phỏng mô hình số và số liệu quan trắc trạm, vệ tinh, tái phân tích. Kết quả cho thấy một trong những nguyên nhân chính gây ra đợt mưa lớn này là nguồn ẩm khí quyển dồi dào. Nguồn ẩm cung cấp cho đợt mưa lớn đến từ hai nguồn chính: (1) Nguồn ẩm từ phía Bắc Biển Đông đến khu vực do sự kết hợp giữa sóng lạnh và gió mùa đông bắc mạnh; (2) nguồn ẩm từ vĩ độ thấp và phía Nam Biển Đông do áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) mang ẩm từ vĩ độ thấp lên vĩ độ cao.

Bên cạnh vai trò của địa hình, sự tồn tại của sóng lạnh, gió mùa đông bắc mạnh mang không khí ẩm từ Bắc Biển Đông vào đất liền kết hợp với bổ sung ẩm từ vĩ độ thấp do hoạt động ATNĐ, hội tụ ẩm giữa hoàn lưu ATNĐ với gió đông bắc là một trong những nguyên nhân quan trọng gây ra đợt mưa lớn lịch sử này.

Từ khóa: Mưa lớn, vận tải ẩm, WRF.

1. Mở đầu

Mưa góp phần cung cấp nước sinh hoạt và một số hoạt động sản xuất, đem lại nguồn nước quý cho các vùng khô hạn. Tuy nhiên, mưa lớn lại có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng như ngập úng, lũ lụt, lũ quét, sạt lở đất,... ảnh hưởng đến môi trường, đời sống sinh hoạt và các hoạt động kinh tế - xã hội của người dân. Vì vậy, nhằm giảm thiểu và phòng tránh các hậu quả do mưa lớn gây ra, việc nghiên cứu dự báo mưa lớn là rất quan trọng. Ở Việt Nam, nghiên cứu dự báo mưa lớn đã được quan tâm từ rất lâu, đặc biệt là trong những năm gần đây do sự phát triển của công nghệ máy tính.

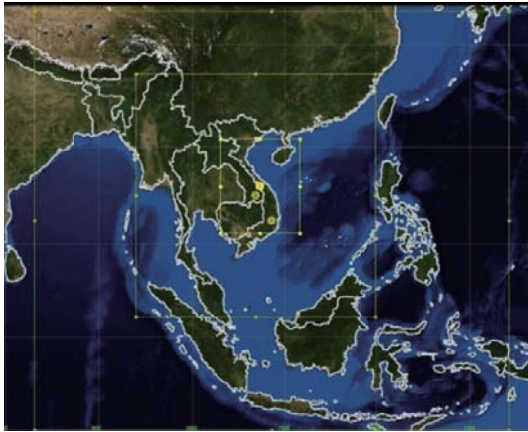
Đợt mưa lớn tháng 11 năm 1999 ở miền Trung là đợt mưa lớn lịch sử đã gây ra nhiều thiệt hại nghiêm trọng về người và của. Mưa lớn quan trắc được xảy ra từ ngày 01 - 04/11 với tâm mưa tại Thừa Thiên - Huế, mưa tập trung chủ yếu trong hai ngày 02 - 03/11. Tại trạm Huế, tổng lượng mưa trong hai ngày này đạt trên 1800 mm. Nghiên cứu của Matsumoto đã chỉ ra rằng sự tương tác giữa hoàn lưu gió mùa đông bắc và ATNĐ, vận tải ẩm từ vùng vĩ độ thấp lên vĩ độ cao và hiệu ứng ngăn chặn của địa hình dãy Trường Sơn với dòng gió mùa đông bắc mạnh là

những điều kiện thuận lợi cho đợt mưa lớn trên [1]. Tuy nhiên những nhận định của Matsumoto về vai trò của ẩm và vận tải ẩm mới chủ yếu dựa trên cảm tính mà chưa có bằng chứng về phân tích số liệu cụ thể. Vì vậy, mục đích chính của bài báo này là đánh giá và phân tích vai trò của vận tải ẩm đối với đợt mưa lớn trên dựa trên cơ sở số liệu quan trắc thực tế và mô phỏng mô hình. Phần tiếp theo của bài báo sẽ mô tả về mô hình và số liệu sử dụng. Tiếp đó kết quả mô phỏng và đánh giá được trình bày trong Mục 3. Mục 4 là một số kết luận bước đầu rút ra từ nghiên cứu.

2. Phương pháp và số liệu

2.1. Lựa chọn cấu hình cho mô hình WRF

Mô hình Nghiên cứu và Dự báo Thời tiết WRF (Weather Research and Forecasting) phiên bản 3.0 được sử dụng để mô phỏng đợt mưa lớn tháng 11 năm 1999 ở miền Trung. Cấu hình mô hình được thiết kế với ba miền tính lồng nhau tương tác hai chiều, độ phân giải ngang lần lượt là 45km, 15km và 5km với số nút lưới tương ứng là 121×107 , 184×187 , 181×217 . Trong đó, miền 3 bao phủ toàn bộ khu vực miền Trung. Số mực thẳng đứng trong mô hình là 47 mực (hình 1).



Hình 1. Miền tính của mô hình

Các sơ đồ tham số hóa vật lý được lựa chọn bao gồm: sơ đồ vi vật lý WSM6, sơ đồ tham số hóa đối lưu Grell 3D, sơ đồ bức xạ sóng dài RRTM, sơ đồ phát xạ sóng ngắn Dudhia, sơ đồ đất bề mặt MM5, sơ đồ lớp bề mặt MM5, sơ đồ lớp biên hành tinh Yonsei University.

Trong bài báo, vai trò của vận tải ẩm được phân tích thông qua hai yếu tố là tổng ẩm khí quyển và vận tải ẩm (Q).

Tổng ẩm khí quyển là lượng nước chứa trong một đơn vị diện tích cột khí từ mặt đất lên đến đỉnh khí quyển, được xác định như sau [2]:

$$W = \frac{1}{g} \int_0^{p_0} q dp \quad (1)$$

Vector vận tải ẩm được tính theo công thức [2]:

$$Q = \frac{1}{g} \int_0^{p_0} qV dp \quad (2)$$

Trong đó: q là độ ẩm riêng, V là véc tơ gió ngang, p là khí áp, p₀ là khí áp bề mặt.

2.2. Số liệu

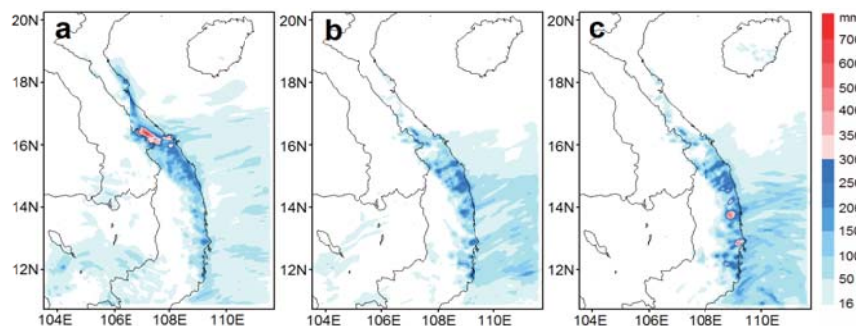
Điều kiện biên và điều kiện ban đầu của mô hình lấy từ bộ số liệu tái phân tích CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) cung cấp bởi Trung tâm Dự báo Môi trường Quốc gia Hoa Kỳ (NCEP) với độ phân giải 0,5° × 0,5°.

Số liệu mưa của các trạm quan trắc ở khu vực miền Trung, ảnh vệ tinh QuickScat (NASA's Quick Scatterometer) [5] và SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) [3], ảnh mây vệ tinh [4] được dùng trong phân tích cơ chế và đánh giá mô hình.

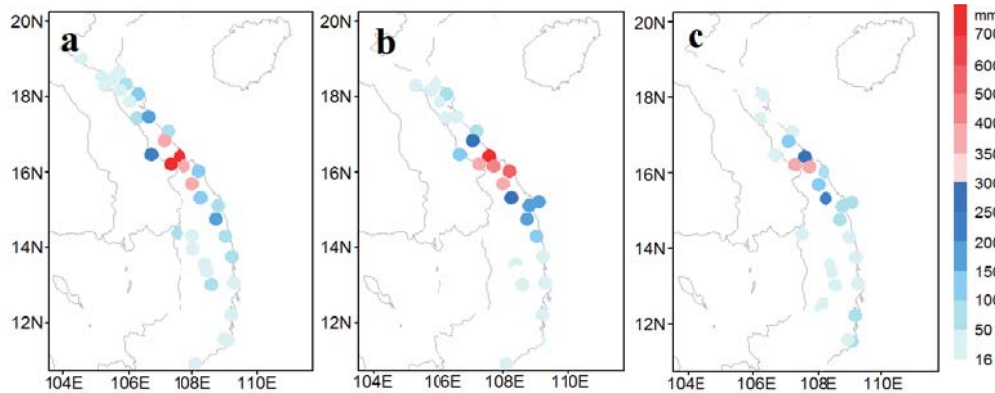
3. Kết quả và đánh giá

3.1. Kết quả mô phỏng trường mưa và gió mực 10 m

Nghiên cứu tiến hành mô phỏng đợt mưa lớn trên bằng mô hình WRF với thời gian mô phỏng là 3 ngày (00Z ngày 02/11/1999 – 00Z ngày 05/11/1999), thời điểm ban đầu là 00Z ngày 02/11/1999. Kết quả mô phỏng cho thấy lượng mưa tích lũy ngày 02/11 (00Z ngày 02/11 – 00Z ngày 03/11) đạt giá trị cao nhất trên 600 mm (hình 2a), thấp hơn so với quan trắc (trạm Huế – 863,7 mm, A Lưới – 758,1 mm), tâm mưa lớn ở Thừa Thiên – Huế khá phù hợp với mưa quan trắc (hình 3a). Lượng mưa mô phỏng ngày 03/11/1999 (từ 00Z ngày 03/11 – 00Z ngày 04/11) giảm còn khoảng trên 250 mm, thấp hơn so với mưa quan trắc (trạm Huế – 977,6 mm, A Lưới – 367,5 mm, Đà Nẵng – 592,6 mm). Ngày 04/11 lượng mưa mô phỏng tăng lên, mưa nhiều nhất tại khu vực duyên hải Nam Trung Bộ với lượng mưa cao nhất đạt trên 350mm, cao hơn so với mưa quan trắc (hình 2c, hình 3c). Về tổng thể, tuy mô hình không dự báo chính xác lượng mưa ở tâm mưa tại Huế nhưng về diện mưa mô hình mô phỏng khá phù hợp với quan trắc (hình 2b, hình 3b).



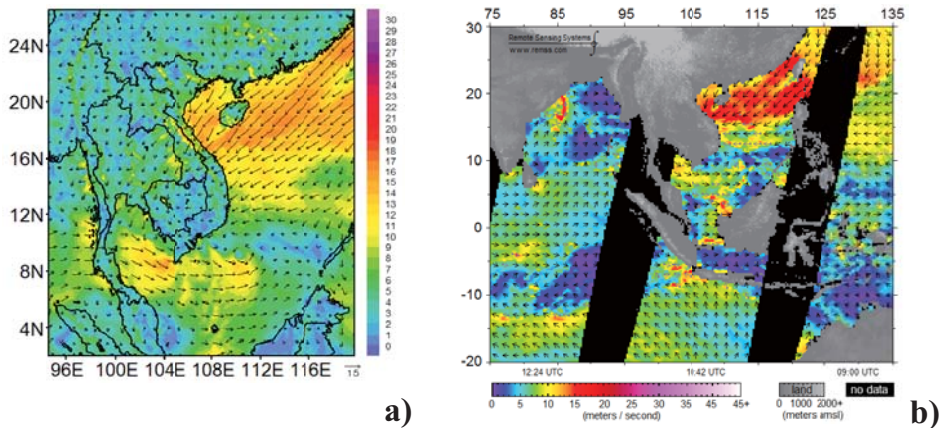
Hình 2. Lượng mưa tích lũy mô phỏng (mm) a) từ 00:00Z ngày 02/11 – 00:00Z ngày 03/11, b) từ 00:00Z ngày 03/11 – 00:00Z ngày 04/11, và c) từ 00:00Z ngày 04/11 – 00:00Z ngày 05/11



Hình 3. Tương tự hình 2 nhưng từ số liệu quan trắc.

Hình 4a thể hiện trường gió mô phỏng mực 10m tại thời điểm 10:00Z ngày 02/11/1999 với gió Đông Bắc có cường độ mạnh. Tốc độ gió mạnh nhất khu vực Bắc Biển Đông đạt tới khoảng 16. Vùng áp thấp phía Nam Biển Đông

có tốc độ gió khoảng 10. Cả hướng gió và cường độ gió mô phỏng trên khu vực Biển Đông tương đối phù hợp với trường gió từ vệ tinh QuickScat (hình 4b).

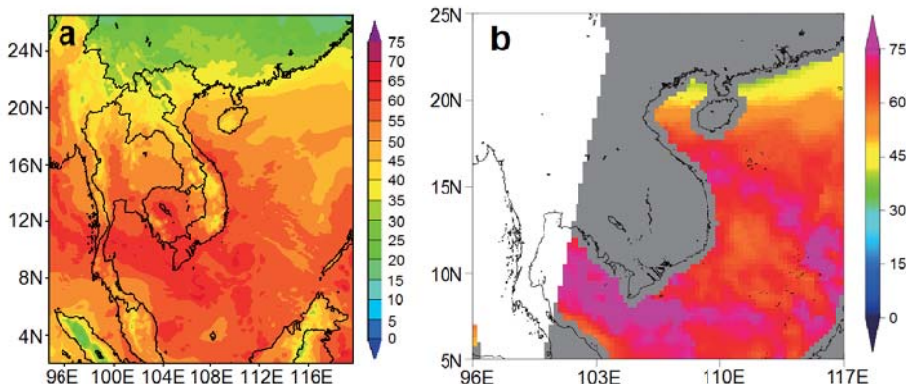


Hình 4. Trường gió mực 10 m ($m s^{-1}$) của a) mô hình tại 10:00Z ngày 02/11/1999 và b) vệ tinh QuickScat [5].

3.2. Vai trò của vận tải ẩm

Lượng ẩm khí quyển lớn là một trong những điều kiện quan trọng góp phần gây ra mưa lớn. Tổng ẩm khí quyển mô phỏng tại 18:00Z ngày 02/11/1999 khá lớn, khoảng trên 55 mm ở khu

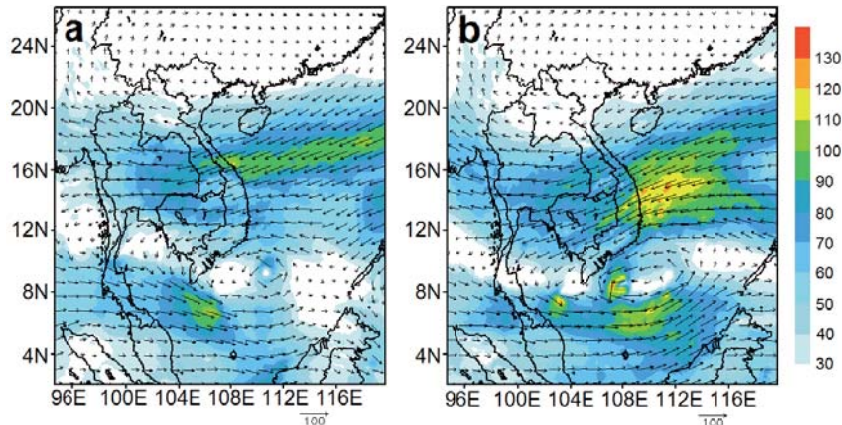
vực ven biển miền Trung và trên 60 mm ở phía Nam Biển Đông (hình 5a). Các giá trị này gần tương đương với giá trị ước lượng từ vệ tinh SSM/I (hình 5b).



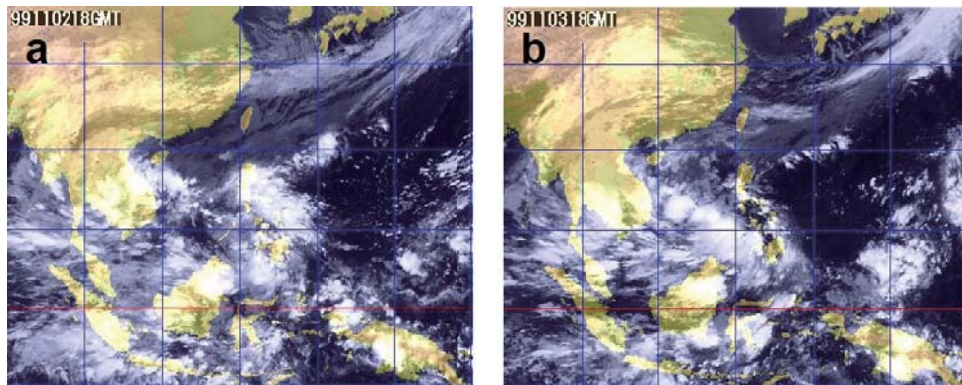
Hình 5. Tổng ẩm khí quyển (mm) a) của mô hình tại 18:00Z ngày 02/11 và b) ảnh vệ tinh SSM/I ngày 02/11 [3]

Để thấy rõ hơn vai trò của gió mùa đông bắc và ATNĐ đối với việc tăng cường ẩm tới vùng mưa lớn, vận tải ẩm trong khí quyển được tính và phân tích từ sản phẩm mô phỏng mô hình WRF. Hình 6 cho thấy có hai nguồn ẩm chính cung cấp cho đợt mưa lớn tháng 11 năm 1999 ở miền Trung gồm: 1) từ phía Bắc Biển Đông do gió mùa đông bắc mạnh; 2) từ phía Nam Biển Đông

và vùng vĩ độ thấp do hoàn lưu ATNĐ. Tại 18:00Z ngày 02/11/1999, tổng vận tải ẩm khí quyển mô phỏng từ phía Bắc Biển Đông đạt giá trị cao nhất khoảng 100 ($\times 10 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), từ phía Nam Biển Đông đạt khoảng 50 ($\times 10 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$) (hình 6a). Sau 24 giờ mô phỏng tiếp theo, giá trị này tăng lên tương ứng khoảng 130 ($\times 10 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$) và 100 ($\times 10 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$) (hình 6b).



Hình 6. Vận tải ẩm khí quyển mô phỏng ($\times 10 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$) tại 18:00Z của a) ngày 02/11 và b) ngày 03/11.



Hình 7. Ảnh mây vệ tinh tại 18:00Z của a) ngày 02/11 và b) ngày 03/11 [4].

Trên ảnh mây vệ tinh cho thể thấy tồn tại dải mây ở khu vực Huế tại 18:00Z ngày 02/11, dải mây kéo dài và phát triển rộng hơn, đối lưu sâu phát triển mạnh hơn khi gió đông bắc mạnh lên làm tăng hội tụ ẩm với ATNĐ ở phía Nam Biển Đông tại 18:00Z ngày 03/11 (hình 7).

Có thể nhận định rằng sự hội tụ ẩm thấp giữa gió mùa đông bắc và hoàn lưu ATNĐ góp phần tăng cường tốc độ gió trước khi thổi vào đất liền, mang không khí giàu ẩm gặp núi cao thúc đẩy hình thành mưa lớn trong trường hợp này.

4. Kết luận

Từ những phân tích trên có thể kết luận rằng vận tải ẩm đóng vai trò rất quan trọng đối với đợt mưa lớn tháng 11 năm 1999 ở miền Trung. Kết

quả mô phỏng cho thấy, ẩm cung cấp cho đợt mưa lớn đến từ hai nguồn: nguồn thứ nhất ở phía Bắc Biển Đông do sự kết hợp giữa sóng lạnh và gió mùa đông bắc mạnh mang ẩm vào đất liền; nguồn thứ hai ở phía vĩ độ thấp và Nam Biển Đông do ATNĐ mang ẩm từ vĩ độ thấp lên vĩ độ cao. Tổng hợp các kết quả phân tích từ bài báo này và công trình của Matsumoto [1] có thể nhận định rằng sự tồn tại của sóng lạnh, gió mùa đông bắc mạnh mang không khí ẩm từ Bắc Biển Đông vào đất liền kết hợp với bổ sung ẩm từ vĩ độ thấp do hoạt động ATNĐ, hội tụ ẩm giữa hoàn lưu ATNĐ với gió đông bắc là những nguyên nhân chính gây ra đợt mưa lớn lịch sử ở ven biển miền Trung Việt Nam.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành nhờ sự trợ giúp kinh phí của Đề tài “Nghiên cứu cơ chế nhiệt động lực gây mưa lớn và khả năng dự báo mưa lớn mùa hè khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên do tương tác gió mùa Tây Nam-Bão trên Biển Đông”, Mã số: 2015.05.12.

Tài liệu tham khảo

1. Matsumoto J. and S. Yokoi (2008), “Collaborative Effects of Cold Surge and Tropical Depression – Type Disturbance on Heavy Rainfall in Central Vietnam”, Mon. Wea. Rev., 136, pp. 3275-3287.
2. Smirnov, V. V., and G. W. K. Moore (1999): *Spatial and temporal structure of atmospheric water vapor transport in the Mackenzie River basin*, J. Climate, 12, pp.681–696.
3. <http://rain.atmos.colostate.edu>
4. <http://weather.is.kochi-u.ac.jp>
5. <http://images.remss.com>

THE ROLE OF MOISTURE TRANSPORT ON THE HEAVY RAINFALL EVENT DURING 2ND TO 3RD NOVEMBER 1999 OVER CENTRAL VIETNAM USING WRF MODEL

Dang Hong Nhu and Nguyen Van Hiep

Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

The heavy rainfall event from 2nd to 3rd Nov in November 1999 caused severe flood in Central Vietnam. Total precipitation at Hue station was more than 1800 mm in these 2 days. Large value of total precipitable water is one of the main reasons caused the heavy rainfall event. This study examined the role of moisture transport on the heavy rainfall event by WRF model. The results showed that moisture provided to the heavy rainfall event came from two sources: The first source from northern East Sea of Vietnam related to a combination of cold surge and strong northeast monsoon; the second source is from lower latitudes and the southern East Sea of Vietnam associated with a low latitude tropical depression. The existence of a cold surge and a strong northeast monsoon bringing moisture-laden air from the Northern East Sea to the mainland in combination with enhanced moisture from the low latitude, moisture convergence between a tropical depression with Northeast monsoon circulation are some of the main factors causing the record-breaking heavy rainfall event.

Key words: heavy rainfall, moisture transport, WRF.