

CƠ CHẾ NHIỆT ĐỘNG LỰC GÂY MƯA LỚN Ở NAM BỘ VÀ NAM TÂY NGUYÊN TỪ NGÀY 9-13/08/2013 DO BÃO HOẠT ĐỘNG Ở BẮC BIỂN ĐÔNG KẾT HỢP VỚI GIÓ MÙA TÂY NAM VÀ ĐỊA HÌNH

Vũ Văn Thăng^{(1)*}, Trần Duy Thức⁽¹⁾, Vũ Thế Anh⁽¹⁾,
Hoàng Thị Thúy Vân⁽¹⁾, Lã Thị Tuyết⁽¹⁾, Nguyễn Văn Hiệp⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài 9/10/2017; ngày chuyển phản biện 11/10/2017; ngày chấp nhận đăng 6/11/2017

Tóm tắt: Bài báo này sử dụng mô hình số độ phân giải cao WRF để nghiên cứu cơ chế nhiệt động lực gây đợt mưa lớn từ 9-13/08/2013 trên khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ trong trường hợp bão Utor hoạt động ở Bắc Biển Đông. Mô hình WRF được thiết kế với ba miền tính lồng nhau, độ phân giải lần lượt là 54km, 18km và 6km. Miền 3 bao trọn khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên. Số liệu sử dụng là số liệu quan trắc và số liệu GFS. Kết quả phân tích cho thấy mưa lớn xảy ra do sự tương tác giữa hoàn lưu bão Utor với gió mùa Tây Nam thể hiện qua dải vận tải ẩm Tây Nam từ vịnh Bengal đến khu vực và nối với dải vận tải ẩm của hoàn lưu bão. Sự tương tác này đã làm mạnh lên một bộ phận gió Tây Nam đến khu vực nghiên cứu, mang không khí giàu ẩm và động năng lớn, kết hợp với hiệu ứng chặn và nâng địa hình góp phần làm tăng cường sự hội tụ ẩm, hình thành các dòng thăng cường bức mạnh mẽ trước sườn đón gió gây mưa cho khu vực tạo điều kiện thuận lợi gây mưa lớn.

Từ khóa: Mưa lớn, Cơ chế nhiệt động lực, Bão, WRF.

1. Mở đầu

Mưa lớn là một trong những hiện tượng cực đoan quan trọng, tác động đến mọi lĩnh vực kinh tế - xã hội và môi trường. Các đợt mưa lớn xảy ra thường do các hình thể thời tiết đặc biệt như: Bão, áp thấp nhiệt đới, dải hội tụ nhiệt đới, gió mùa,... hoạt động đơn lẻ hoặc kết hợp của một trong các hình thể, tùy thuộc vào các khu vực địa lý khác nhau.

Áp dụng mô hình WRF với độ phân giải cao để nghiên cứu cơ chế gây mưa lớn do tương tác giữa bão, gió mùa kết hợp với địa hình đã được thực hiện ở một số khu vực (Chang và cộng sự 1993; Wu và Kuo 1999; Wu và cộng sự 2001, 2009; Hoang và Lin 2014; Lin và cộng sự 2001; Chien và cộng sự 2008; Nguyen Van Hiep và cộng sự, 2011; Yu và Cheng 2014; Chen

và cộng sự 2016). Wang và cộng sự (2009) sử dụng mô hình WRF để nghiên cứu vai trò của bão Songda (2006) trong trận mưa lớn ở Nhật Bản từ ngày 2 - 5/9/2004. Tác giả nhận định sự kết hợp của các hình thể bão Songda, rãnh trong dòng xiết gió Tây trên vùng biển Nhật Bản, xoáy nghịch cận nhiệt đã làm tăng hội tụ mực thấp giữa hai hoàn lưu xoáy nghịch, tạo điều kiện thuận lợi cho dòng thăng phát triển và hội tụ ẩm mạnh gây mưa lớn. Gao và các cộng sự (2009) sử dụng mô hình WRF để nghiên cứu cơ chế gây mưa lớn ở Trung Quốc do cơn bão Bilis (2006) trong trường hợp có và không có địa hình. Mưa lớn liên quan đến hoạt động của cơn bão Bilis được các tác giả chia làm 3 giai đoạn, tương ứng với các cơ chế gây mưa. Giai đoạn thứ nhất, mưa được gây ra bởi lõi bên trong hoàn lưu bão trong quá trình bão đổ bộ vào đất liền. Giai đoạn thứ hai, do có một quá trình hình thành đối lưu ẩm sâu

*Liên hệ tác giả: Vũ Văn Thăng
Email: vvthang26@gmail.com

mạnh mẽ từ sự kết hợp đồng thời giữa tương tác xoáy với quá trình bình lưu không khí nóng, sự hình thành front và địa hình, đã gây mưa lớn. Giai đoạn thứ ba, mưa được gây ra bởi sự tương tác giữa bão Bilis và gió mùa ở Biển Đông kết hợp với hiệu ứng nâng địa hình dọc theo bờ biển. Nguyễn Văn Hiệp và nnk (2011) nghiên cứu cơ chế gây mưa lớn do bão Marokot (2009) dựa trên kết quả mô phỏng từ mô hình WRF, theo các tác giả, sự kết hợp của không khí ẩm được thăng lên nhờ hiệu ứng địa hình, dòng ẩm bởi thành phần gió Tây mở rộng trong dải gió mùa và hoàn lưu bão Morakot là những nhân tố quan trọng gây nên trận mưa lớn trong hai ngày 7 và 8 tháng 9 năm 2009 ở phía Nam Đà Lạt.

Mưa lớn ở Việt Nam xảy ra do các hình thể thời tiết khác nhau trên các khu vực địa lý khác nhau và đã được nhiều tác giả phân tích, nghiên cứu. Ở Bắc Bộ mưa lớn thường do các hình thể: Rãnh thấp bị nén bởi không khí lạnh, hội tụ gió kinh hướng, xoáy thuận nhiệt đới, rãnh thấp (Phạm Thị Thanh Hương, 2009; Wu, 2011). Ở khu vực duyên hải miền Trung, mưa lớn thường do sự hoạt động riêng lẻ hoặc kết hợp của 2 hoặc 3 hình thể như dải hội tụ nhiệt đới, xoáy thuận nhiệt đới, không khí lạnh, nhiễu động gió Đông trên cao, hội tụ gió kinh hướng,... kết hợp với đặc điểm địa hình khu vực (Trần Gia Khánh, 1993; Nguyễn Khanh Vân, 2013; Bùi Minh Tăng, 2014). Đối với khu vực Nam Bộ và Tây Nguyên, mưa lớn thường do hoạt động đơn lẻ hoặc kết hợp của 4 nhóm hình thể chủ yếu bao gồm: Gió mùa Tây Nam mạnh, xoáy thuận nhiệt đới, rãnh thấp xích đạo và nhiễu động gió Đông (Vũ Anh Tuấn, 2016). Việc áp dụng mô hình WRF cho bài toán dự báo mưa lớn đã được quan tâm nghiên cứu chủ yếu theo các hướng lựa chọn các sơ đồ tham số hóa vật lý, sử dụng đồng hóa số liệu, cập nhật thêm số liệu vệ tinh, ra đa và số liệu địa phương và đánh giá kỹ năng dự báo của mô hình (Lê Văn Thiện và nnk, 2004; Đỗ Huy Dương, 2005; Nguyễn Văn Thắng và cộng sự, 2011; Trần Tân Tiến và nnk, 2011; Dư Đức Tiến và nnk, 2014; Bùi Minh Tăng và nnk, 2014; Đàng Hồng Như và nnk, 2016). Các kết quả

nghiên cứu đã chỉ ra mô hình WRF có khả năng dự báo định lượng khá tốt một số đợt mưa lớn.

Như vậy, có thể thấy ở Việt Nam các nghiên cứu xác định nguyên nhân gây mưa lớn chủ yếu dựa vào phân tích Synop và thống kê số liệu tái phân tích. Việc áp dụng mô hình số độ phân giải cao để chỉ ra cơ chế nhiệt động lực gây mưa lớn do tương tác bão-gió mùa-địa hình chưa được nghiên cứu sâu. Trong nghiên cứu này, các tác giả áp dụng mô hình WRF độ phân giải cao và số liệu quan trắc để chỉ ra cơ chế gây ra đợt mưa lớn từ ngày 9-13/8/2013 ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên do tương tác giữa hoàn lưu bão, gió mùa Tây Nam và địa hình.

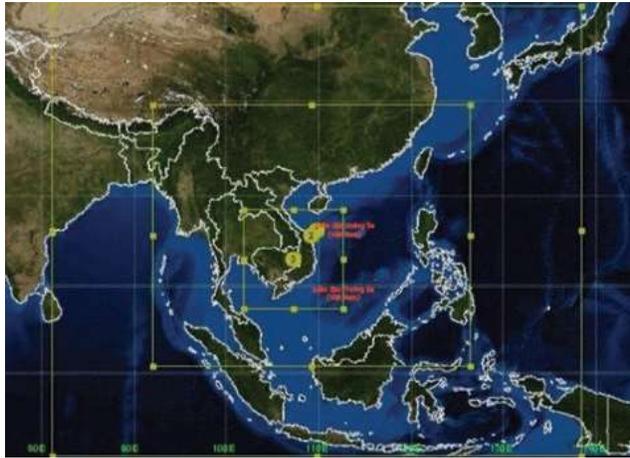
2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Số liệu

Số liệu ban đầu và số liệu điều kiện biên phụ thuộc thời gian cho mô hình được lấy từ dự báo của mô hình toàn cầu GFS cung cấp bởi Trung tâm Quốc Gia Dự báo Môi trường (NCEP) với độ phân giải $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ kinh vĩ. Số liệu mưa quan trắc của 17 trạm thuộc khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên (Bảo Lộc, Buôn Ma Thuột, Kon Tum, Đắk Nông, Đà Lạt, Pleiku, Liên Khương, Đắk Tô, Buôn Hồ, Ayunpa, Mdrak, Mỹ Tho, Phước Long, Sơn Hòa, Cà Mau, Rạch Giá, Tây Ninh).

2.2. Phương pháp

Nghiên cứu này sử dụng mô hình WRF với ba lưới lồng tương tác hai chiều, độ phân giải ngang tương ứng là: 54 km, 18 km và 6 km (Hình 2.1). Miền 1 gồm 110×100 điểm lưới, miền 2 gồm 199×175 điểm lưới, miền 3 gồm 187×199 điểm lưới cùng với 38 mực thẳng đứng. Miền một được thiết kế đủ rộng để mô hình có thể nắm bắt được các quá trình hoàn lưu quy mô lớn ảnh hưởng đến Việt Nam, các miền con được thu hẹp phạm vi bao trọn khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên. Quá trình thử nghiệm mô phỏng mưa lớn ở khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên được thực hiện với lựa chọn các tham số hóa vật lý trên Bảng 2.1. Mô phỏng được thực hiện từ 00 giờ ngày 10/8/2003 đến 00 giờ ngày 13/8/2013.



Hình 2.1. Miền tính của mô hình

Bảng 2.1. Sơ đồ vật lý trong thí nghiệm

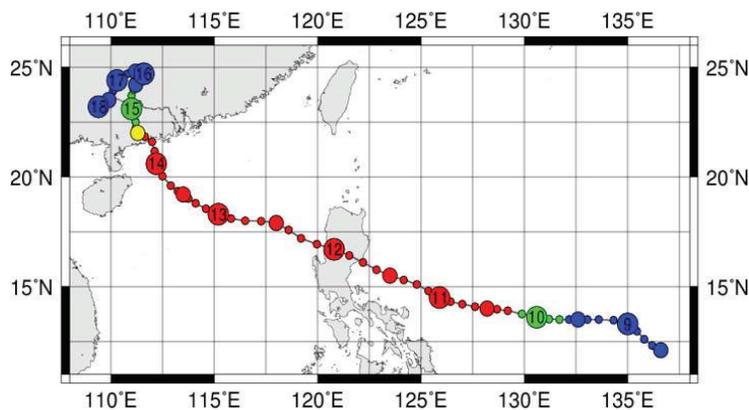
Lớp biên hành tinh	YSU
Tham số hóa đối lưu	Betts-Miller-Janjic
Sơ đồ vi vật lý mây	Thompson
Bức xạ sóng ngắn	Dudhia
Bức xạ sóng dài	RRTM

3. Kết quả và thảo luận

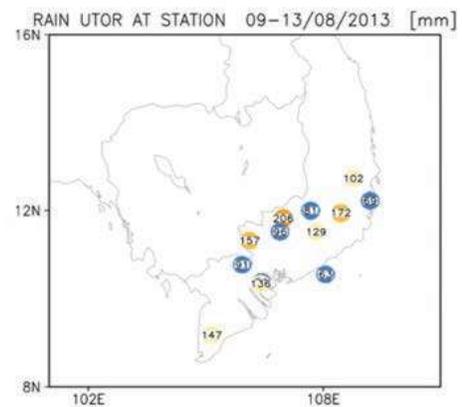
3.1. Diễn biến bão Utor và đợt mưa lớn từ ngày 9-13/08/2013

Utor là cơn bão hình thành ở vùng biển phía Đông của Philippines vào ngày 8/8/2013. Từ ngày 12/8/2013 bão bắt đầu di chuyển vào Biển

Đông nhưng trên khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên đã xảy ra mưa lớn từ ngày 9/8/2013. Vì vậy Utor được chọn là một điển hình của trường hợp bão xa Biển Đông, gây mưa lớn ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi bão đang ở ngoài kinh tuyến 115°E và đang đi vào Biển Đông.



Hình 3.1. Quỹ đạo bão Utor
(Nguồn: <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon>)



Hình 3.2. Tổng lượng mưa quan trắc từ 9-13/08/2013

Từ 18 giờ ngày 9/8/2013 khi bão Utor chưa đi vào Biển Đông, tại khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên đã có mưa nhưng lượng mưa phổ biến không lớn. Đến ngày 10/8, mưa lớn xảy ra trên khu vực Nam Tây Nguyên nhưng sang ngày 11/8 mưa bắt đầu giảm ở đây nhưng lại tăng rõ rệt ở Nam Bộ. Đến ngày 12 và 13/8, khi bão Utor vượt qua kinh tuyến 120°E đi vào Biển Đông, đồng thời gió mùa Tây Nam ở vùng biển phía Nam mạnh lên rõ rệt, Nam Bộ và Nam Tây Nguyên tiếp tục xảy ra mưa lớn. Trong đợt mưa

này, tại một số trạm đã đo được lượng đáng kể, như Mađrăk (Đắk Lắk): 97 mm ngày 10/8/2013, Tây Ninh: 121,1 mm ngày 11/8/2013 và Phước Long (Bình Phước): 153,1 mm ngày 12/8/2013.

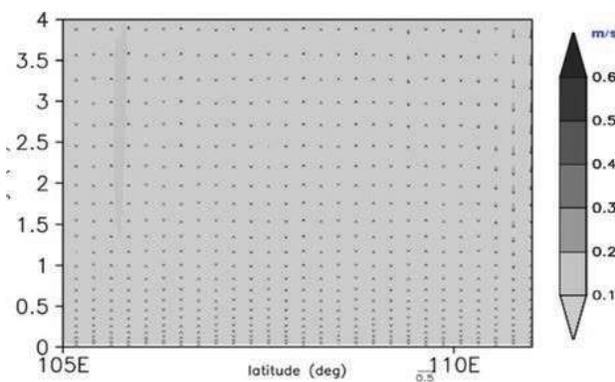
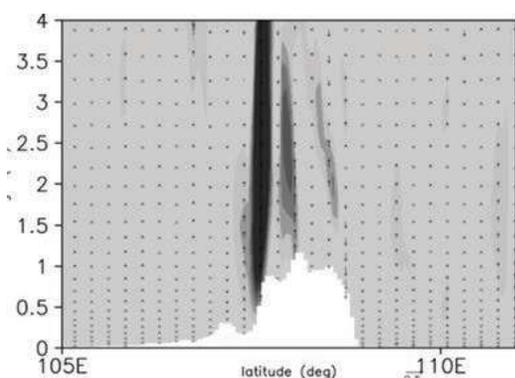
3.2. Cơ chế nhiệt động lực gây mưa lớn ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên từ ngày 9-13/8/2013

Để nghiên cứu cơ chế nhiệt động lực gây đợt mưa lớn ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên từ ngày 9-13/8/2013 do sự tương tác giữa bão Utor với gió mùa Tây Nam kết hợp với địa hình, sử dụng mô hình WRF mô phỏng cho các trường hợp

sau: 1) Loại bỏ địa hình (đưa toàn bộ độ cao địa hình khu vực Nam Bộ, Nam Tây Nguyên về bằng 2 m; 2) Giảm cường độ gió mùa Tây Nam đi 50%; 3) Tách xoáy bão Utor và trường hợp mặc định.

3.2.1. Vai trò của địa hình, gió mùa Tây Nam và bão trong đợt mưa lớn từ ngày 9 -13/8/2013

Mô hình WRF mô phỏng khá tốt đợt mưa lớn từ ngày 9-13/08/2013 ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên cả về diện và lượng mưa, đặc biệt là các điểm mưa lớn trên khu vực Nam Tây Nguyên.



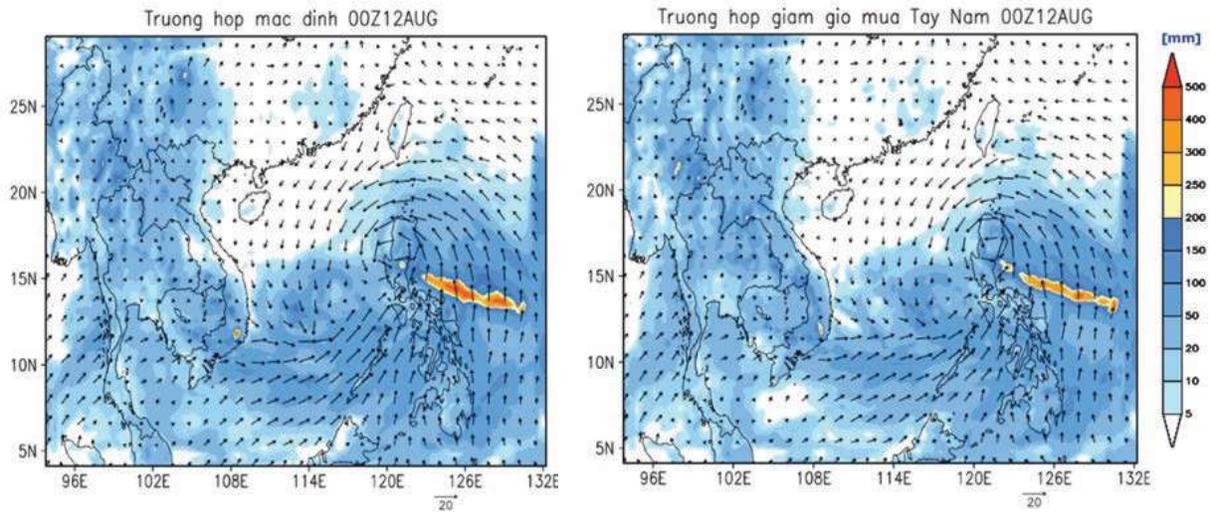
Hình 3.3. Mặt cắt thẳng đứng qua trạm Bảo Lộc, tại vĩ độ 11,53°N của gió thẳng đứng (m/s) trường hợp mặc định (a) và trường hợp không có địa hình (b) ngày 12/8/2013

Trong trường hợp giảm tốc độ gió Tây Nam, lượng mưa trên hai khu vực nghiên cứu cũng có xu hướng giảm hơn khi so sánh với trường hợp mặc định. Sự suy giảm mưa đặc biệt rõ rệt ở sườn đón gió tây trên khu vực Nam Tây Nguyên trong các ngày mưa lớn, mức giảm dao động khoảng 20-30% (Hình 3.4). Sự suy giảm mưa trong trường hợp giảm cường độ gió mùa Tây Nam đi 50% có thể được lý giải do sự giảm cường độ và phạm vi vùng dị thường áp cao tồn tại ở khoảng 11-12°N, 107-108°E, ở trước sườn đón gió trên khu vực nghiên cứu (Hình 3.5) và tốc độ dòng thẳng giảm đáng kể so với trường hợp mặc định, đặc biệt ở các khu vực có địa hình cao (Hình 3.6).

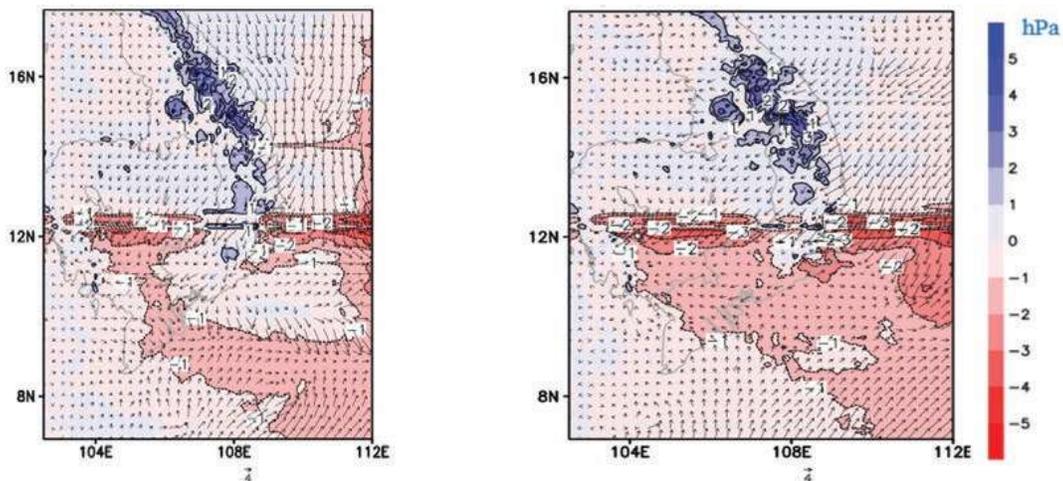
Kết quả mô phỏng hiệu trường mưa tích lũy từ ngày 9-13/8/2013 giữa trường hợp mặc định và tách xoáy bão Utor (Hình 3.7) cho thấy, trên cả hai khu vực nghiên cứu lượng mưa đều giảm đi so với thực tế khi không có bão hoạt động. Mức giảm có thể lên tới trên 50% trên khu vực

Đối với đợt mưa lớn này, địa hình là một nhân tố đóng vai trò quan trọng, so với trường hợp mặc định lượng mưa đã giảm đi khoảng 50% khi mô phỏng không có địa hình bên sườn đón gió Tây trên khu vực địa hình cao khu vực Nam Tây Nguyên. Trong các ngày mưa lớn, địa hình gây ra hiệu ứng cản và nâng khiến cho gió Tây Nam thẳng lên, mạnh hơn nhiều so với các khu vực khác và hình thành nên các dòng thẳng cưỡng bức gây mưa lớn rõ rệt trên khu vực Nam Tây Nguyên (Hình 3.3).

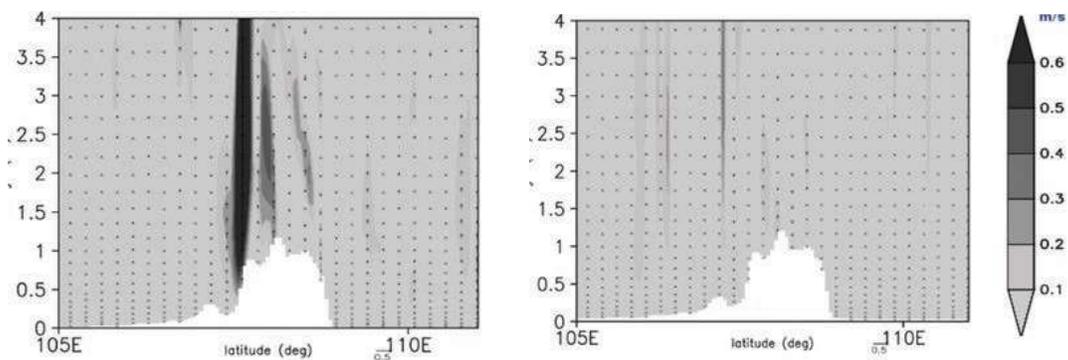
Nam Tây Nguyên, khoảng 10% ở Nam Bộ. Như vậy có thể thấy, dù là cơn bão hoạt động ở xa khu vực nghiên cứu nhưng bão Utor vẫn gián tiếp tác động đến cả diện mưa và lượng mưa tại Nam Bộ và Nam Tây Nguyên trong những ngày bão đang đi vào Biển Đông, trong thời kỳ có gió mùa Tây Nam hoạt động. Khi loại bỏ xoáy bão dải vận tải ẩm Tây Nam từ vịnh Bengal cung cấp cho mưa khu vực nghiên cứu là yếu hơn so với trường hợp mặc định (Hình 3.8). Ngoài ra, từ kết quả mô phỏng trường gió các mực cũng cho thấy, hoạt động của bão đóng vai trò tăng cường sự phát triển lên cao của gió Tây Nam (Hình 3.9). Trong trường hợp có bão (Hình 3.9a), ở trước sườn đón gió tốc độ gió tây gần bề mặt đạt 10-15 m/s; đồng thời lên đến độ cao 4 km gió tây vẫn phát triển mạnh mẽ. Khi tách bão, cường độ và độ cao phát triển của gió tây giảm hơn so với trường hợp mô phỏng có bão, ở các mực dưới thấp tốc độ gió phổ biến dưới 10 m/s, gió chỉ phát triển rõ rệt từ bề mặt lên đến 3 km.



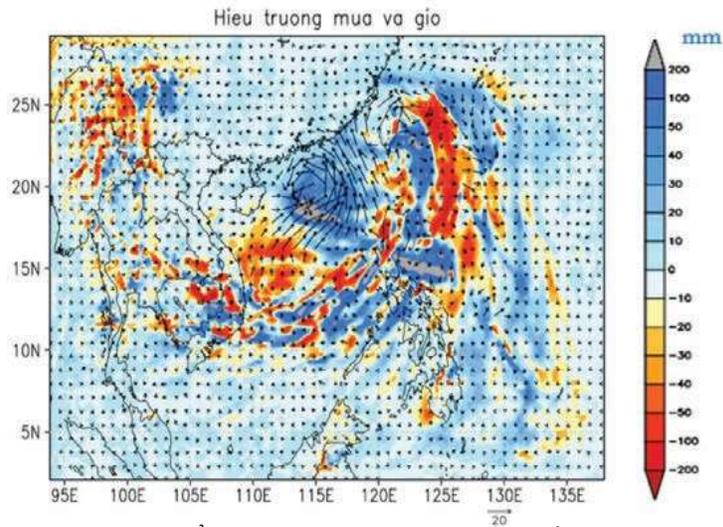
Hình 3.4. Lượng mưa tích lũy mô phỏng tích lũy ngày 12/8/2013 trường hợp mặc định (a), giảm tốc độ gió đi 50% (b)



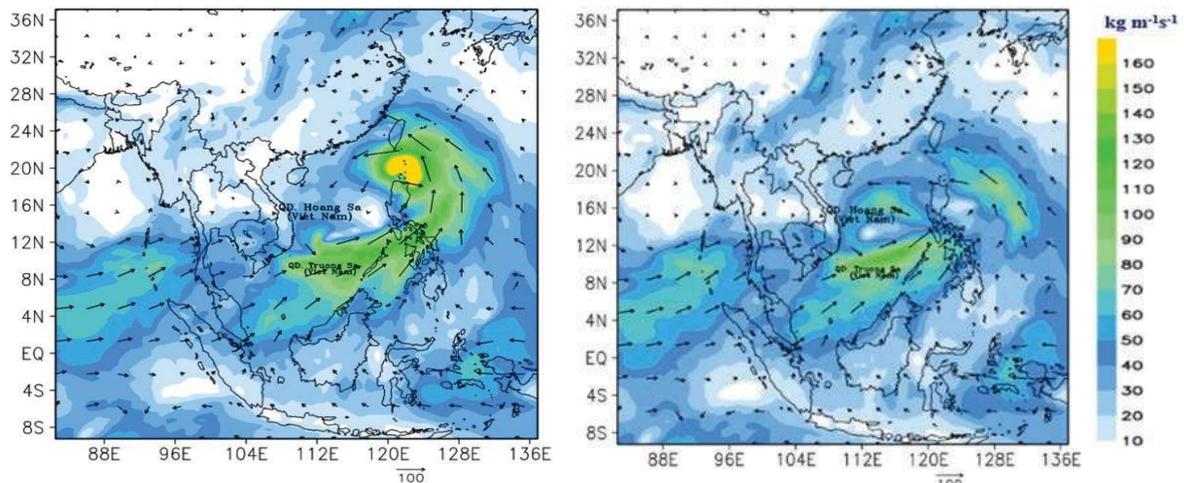
Hình 3.5. Dị thường khí áp mực biển (hPa) tại 06UTC ngày 12/8/2013 trường hợp mặc định (a), giảm tốc độ gió đi 50% (b)



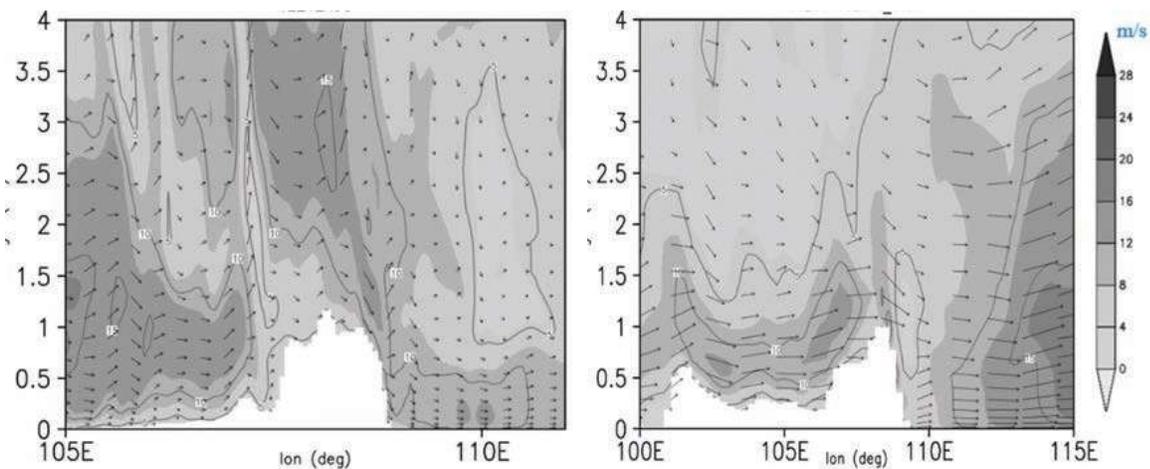
Hình 3.6. Mặt cắt thẳng đứng qua trạm Bảo Lộc, tại vĩ độ 11,53°N của gió thẳng đứng (m/s) trường hợp mặc định (a) và giảm gió mùa Tây Nam đi 50% (b) ngày 12/8/2013



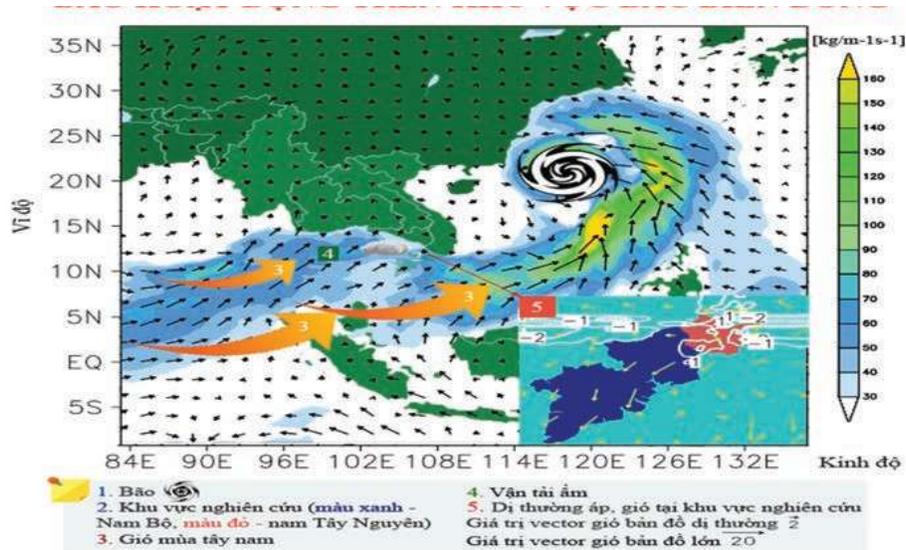
Hình 3.7. Hiệu trường mưa (đổ màu, mm) và gió (véc-tơ, m/s) giữa hai trường hợp có bão Utor và tách bão Utor



Hình 3.8. Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$) ngày 12/8/2013 giữa hai trường hợp có bão (a) và tách bão Utor (b)



Hình 3.9. Mặt cắt thẳng đứng qua $11,53^\circ\text{N}$ tại trạm Bảo Lộc ngày 12/08/2013 của tốc độ gió mô phỏng (m/s) và tổng véc-tơ gió mô phỏng trường hợp có bão (a) và tách bão Utor (b)



Hình 3.10. Mặt cắt ngang cơ chế tổng hợp gây đợt mưa lớn từ ngày 9-13/8/2013

3.2.2. Sơ đồ tổng quát tương tác bão, gió mùa Tây Nam và địa hình trong quá trình hình thành mưa lớn

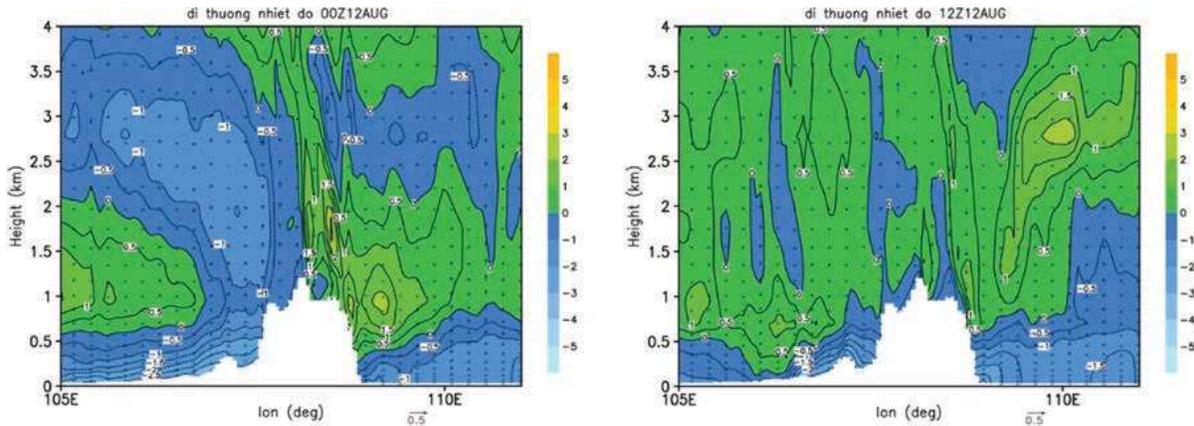
Trên cơ sở đánh giá vai trò của từng nhân tố gồm địa hình, gió mùa Tây Nam và hoàn lưu bão Utor hoạt động trên Biển Đông trong quá trình hình thành mưa lớn, sự tương tác giữa các nhân tố gây mưa trong trường hợp này được đúc kết và tổng quát hóa bằng các giản đồ mặt cắt ngang và mặt cắt thẳng đứng trên các Hình 3.10 và Hình 3.12.

Hình 3.10 là giản đồ mô tả mặt cắt ngang trong cơ chế tổng hợp gây đợt mưa lớn từ ngày 9-13/8/2013 trong trường hợp bão Utor hoạt động xa khu vực nghiên cứu, tâm bão ở phía Đông kinh tuyến 115°E. Giản đồ chỉ ra cơ chế quan trọng gây mưa trong trường hợp này là do sự kết hợp của bão Utor với gió mùa Tây Nam dẫn đến sự hình thành một dải vận tải ẩm có trục Đông - Tây với không khí giàu ẩm nằm ở vùng vĩ độ thấp, nối với hoàn lưu bão Utor và một bộ phận của gió mùa Tây Nam. Vùng vận tải ẩm này một phần nằm trên khu vực Nam Bộ, Nam Tây Nguyên góp phần cung cấp ẩm cho đợt mưa lớn. Kênh ẩm này nằm trong dải gió mùa Tây Nam hướng tới khu vực nghiên cứu, mang không khí ẩm gặp địa hình, kết hợp với hiệu ứng địa hình gây mưa lớn. Cường độ gió mùa Tây Nam đã quyết định lượng không khí giàu ẩm và động lượng mang tới ở khu vực nghiên cứu, kết

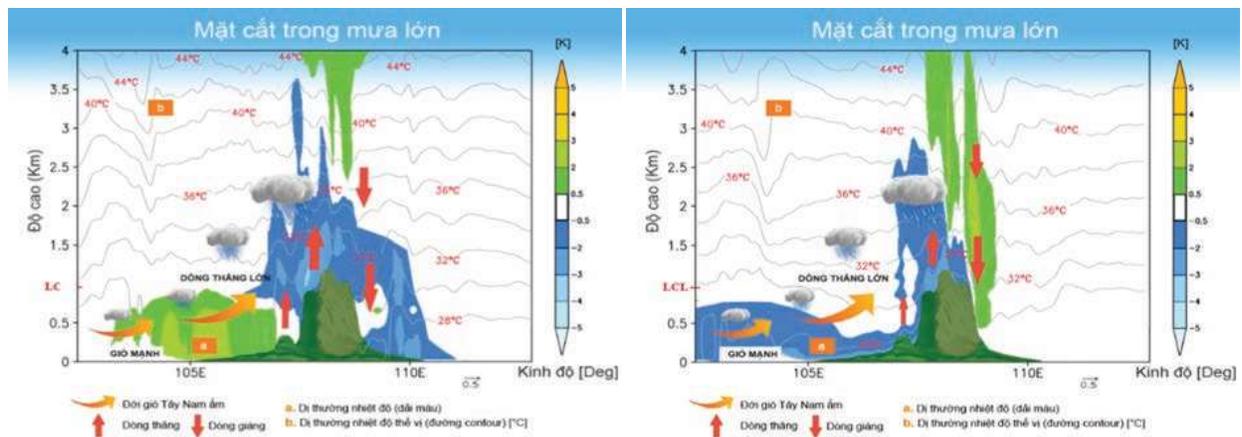
quả cho thấy lượng mưa tích lũy đã giảm rõ rệt khi cường độ gió mùa Tây Nam giảm. Đồng thời khi không khí giàu ẩm và động năng lớn (tốc độ lớn) do sự tăng cường hoạt động của gió mùa Tây Nam tới khu vực địa hình cao, hiệu ứng chặn của địa hình sẽ tạo một vùng dị thường áp cao do không khí mật độ lớn mực thấp bị cưỡng bức ở trước sườn đón gió. Dị thường áp này sẽ gây ra lực gradient dị thường khí áp (từ vùng dị thường áp cao tới vùng dị thường áp thấp) có hướng ngược với hướng gió mùa tới (Hình 3.9). Kết quả là hiệu ứng chặn địa hình này tăng cường hội tụ khu vực sườn đón gió, góp phần tạo các dòng thẳng cưỡng bức mạnh mẽ ở sườn đón gió, với độ cao phát triển có thể lên đến 4 km.

Giản đồ mô tả mặt cắt thẳng đứng ban ngày và ban đêm của cơ chế gây mưa lớn trong trường hợp này được chỉ ra trên Hình 3.12 dưới đây.

Vào ban ngày, do đốt nóng của mặt trời, dị thường nhiệt độ không khí trên đất liền lớn hơn nhiệt độ trên biển, đồng thời nhiệt độ mực thấp cao hơn nhiệt độ các mực trên cao; ở khu vực gần núi cao, khi xảy ra mưa lớn, tồn tại vùng dị thường nhiệt độ âm xen giữa vùng dị thường nhiệt độ dương; sự tồn tại của nhiệt độ thấp gần khu vực núi cao là do sự làm lạnh liên quan tới bốc hơi của các hạt giáng thủy (Hình 3.11a). Như vậy, vai trò nhiệt lực kết hợp với động lực được thể hiện rõ rệt hơn và quan trọng hơn vào ban ngày (Hình 3.12a). Vào ban đêm, vùng dị thường



Hình 3.11. Mặt cắt thẳng đứng dị thường nhiệt độ thế vị ($^{\circ}\text{C}$) qua $11,53^{\circ}\text{N}$ tại trạm Bảo Lộc ban ngày (a) và ban đêm (b)



Hình 3.12. Mặt cắt thẳng đứng cơ chế gây đợt mưa lớn 9-13/8/2013 a) ban ngày, b) ban đêm

hiệt độ không còn tồn tại, yếu tố tương phản dị thường nhiệt độ giảm (Hình 3.11b) lúc này vai trò động lực quyết định chính đến sự hình thành mưa lớn; mưa chủ yếu hình thành do động lực cưỡng bức gió mùa gặp địa hình và mặt đệm. Và vai trò động lực cũng thể hiện rõ hơn khi gió mùa Tây Nam mạnh. Ngược lại, khi gió mùa Tây yếu, vai trò nhiệt lực sẽ đóng vai trò quan trọng hơn (Hình 3.12b).

4. Kết luận

Nghiên cứu đã mô phỏng về một đợt mưa lớn điển hình xảy ra từ ngày 9-13/8/2013 trên khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ trong trường hợp có bão hoạt động ở xa và quan trắc thấy gió mùa Tây Nam trên khu vực nghiên cứu. Vai trò độc lập của các nhân tố địa hình, gió mùa Tây Nam và bão trong đợt mưa được đánh giá dựa

trên sự so sánh kết quả mô phỏng đối với các đặc trưng nhiệt động lực có khả năng gây mưa lớn giữa trường hợp mặc định với các trường hợp loại bỏ địa hình, giảm cường độ gió mùa Tây Nam và trường hợp tách bão. Kết quả thu được cho thấy, cả 3 nhân tố này đều đóng vai trò quan trọng trong cơ chế gây ra đợt mưa này, so với trường hợp mặc định, khi loại bỏ địa hình, lượng mưa giảm xuống 50% trên sườn đón gió khu vực địa hình cao; trường hợp giảm cường độ gió mùa Tây Nam đi một nửa lượng mưa mô phỏng cũng có xu hướng giảm khoảng 20-30%; lượng mưa tăng lên từ 10-50% trong trường hợp mô phỏng có bão so với trường hợp tách bão.

Trên cơ sở đánh giá một cách độc lập vai trò của từng nhân tố trong quá trình hình thành mưa lớn, cơ chế chính gây ra đợt mưa lớn từ ngày 9-13/8/2013 ở Nam Bộ, Nam Tây Nguyên do sự tương tác giữa các nhân tố địa hình, gió

mùa Tây Nam và bão Utor hoạt động ở xa khu vực cũng được chỉ ra. Mưa lớn xảy ra do sự tương tác giữa hoàn lưu bão Utor với gió mùa Tây Nam thể hiện qua dải vận tải ẩm Tây Nam từ vịnh Bengal đến khu vực và nối với dải vận tải ẩm của hoàn lưu bão. Sự tương tác này đã làm mạnh lên một bộ phận gió Tây Nam đến khu vực

nghiên cứu, mang không khí giàu ẩm và động năng lớn tạo điều kiện thuận lợi gây mưa lớn. Ngoài ra, đối với khu vực Nam Tây Nguyên, kết hợp thêm với hiệu ứng chặn và nâng địa hình cao góp phần làm tăng cường sự hội tụ ẩm, hình thành các dòng thăng cưỡng bức mạnh mẽ trước sườn đón gió gây mưa cho khu vực.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành nhờ kết quả nghiên cứu 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. Đỗ Huy Dương Dương (2005), “Khả năng dự báo mưa lớn ở Việt Nam bằng mô hình WRF”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số tháng 7/2005.
2. Phạm Thị Thanh Hương và nnk (2009), *Nghiên cứu về quan hệ gió mùa Đông Á và lượng mưa trong mùa lũ khu vực Vân Nam Trung Quốc và miền Bắc Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cấp Bộ.
3. Trần Gia Khánh (1993), *Phân tích và Dự báo quá trình mưa bão đổ bộ vào khu vực Quảng Ngãi - Đà Nẵng đến Quảng Ngãi trở vào có tác động của không khí lạnh ở phía Bắc*, Dự án Mưa lũ miền Trung - Cục Dự báo Khí tượng Thủy văn tháng 9/1993.
4. Đàng Hồng Như, Nguyễn Văn Hiệp (2016), “Nghiên cứu vai trò của vận tải ẩm trong đợt mưa lớn tháng 11 năm 1999 ở miền Trung bằng mô hình WRF”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số tháng 03/2016.
5. Bùi Minh Tăng và nnk (2014), *Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo mưa lớn thời hạn 2-3 ngày phục vụ công tác cảnh báo sớm lũ lụt khu vực Trung Bộ Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước.
6. Nguyễn Văn Thắng Thắng và nnk (2011), *Thử nghiệm dự báo mưa lớn bằng mô hình WRF cho khu vực Bắc Bộ Việt Nam*, Hội thảo Quốc tế gió mùa châu Á tại Đà Nẵng, tháng 3/2009.
7. Lê Văn Thiện, Nguyễn Văn Thắng (2004), *Dự báo mưa cực lớn trên khu vực Việt Nam bằng mô hình WRF*, Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 8 - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu
8. Dư Đức Tiến, Bùi Minh Tăng, Võ Văn Hòa, Phùng Thị Vui, Trần Anh Đức, Mai Khánh Hưng, Nguyễn Mạnh Linh (2014), “Đánh giá tác động của đồng hóa số liệu và điều kiện biên đến kết quả dự báo mưa lớn từ mô hình WRF cho khu vực tại miền Trung và Tây Nguyên”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số tháng 11/2014.
9. Trần Tân Tiến, Nguyễn Thị Thanh (2011), “Đồng hóa dữ liệu vệ tinh MORDIS trong mô hình WRF để dự báo mưa lớn ở khu vực Trung Bộ”, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 27, Số 3S (2011) 90-95.
10. Vũ Anh Tuấn và nnk (2016), *Nghiên cứu xây dựng hệ thống xác định khách quan các hình thế gây mưa lớn điển hình cho khu vực Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.
11. Nguyễn Khanh Vân và nnk (2013), *Nghiên cứu nguyên nhân, quy luật xuất hiện của thời tiết mưa lớn gây lũ lụt, lụt liên quan đến địa hình Nam Trung Bộ Việt Nam: Cảnh báo và đề xuất các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiên tai*, Báo cáo tổng kết đề tài. VAST05.01/12-13.
12. Chang, C. P., T.-C. Yeh, and J.-M. Chen (1993), *Effects of terrain on the surface structure of typhoons over Taiwan*. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 734-752.
13. Chen, T. C., & C. C. Wu (2016), *The remote effect of Typhoon Megi (2010) on the heavy rainfall over northeastern Taiwan*. *Monthly Weather Review*, 144(9), 3109-3131
Chen, Wu (2016), *The Remote Effect of Typhoon Megi (2010) on the Heavy Rainfall over Northeastern Taiwan*. *Mon. Wea. Rev.*, 144, 3109-3131.

14. Chien, Y., -C. Liu, and C.-S. Lee (2008), *Heavy rainfall and southwesterly flow after the leaving of Typhoon Mindulle (2004) from Taiwan*. *J. Meteor. Soc. Japan*, 86, 17–41, doi:10.2151/jmsj.86.17.
15. Gao, S., Z. Meng, F. Zhang & L. F. Bosart (2009), *Observational analysis of heavy rainfall mechanisms associated with severe Tropical Storm Bilis (2006) after its landfall*. *Monthly Weather Review*, 137(6), 1881-1897.
16. Huang, Y.-C., and Y.-L. Lin (2014), *A study on the structure and precipitation of Morakot (2009) induced by the Central Mountain Range of Taiwan*. *Meteor. Atmos. Phys.*, 123, 115-141, doi:10.1007/s00703-013-0290-4.
17. Lin, S. Chiao, T.-A. Wang, M. L. Kaplan, and R. P. Weglarz (2001), *Some common ingredients for heavy orographic rainfall*. *Wea. Forecasting*, 16, 633–660, doi:10.1175/1520-0434(2001)016,0633:SCIFHO.2.0.CO;2.
18. Nguyen Van Hiep and Yi-Leng Chen, 2011: *“High-Resolution Initialization and Simulations of Typhoon Morakot (2009)”*, *Mon. Wea. Rev.*, 139, 1463–1491.
19. Wang, Y., Y. Wang, and H. Fudeyasu (2009), *The role of Typhoon Songda (2004) in producing distantly located heavy rainfall in Japan*. *Mon. Wea. Rev.*, 137, 3699–3716, doi:10.1175/2009MWR2933.1.
20. Wu P., Y. Fukutomi and J. Matsumoto (2011), *An Observational Study of the Extremely Heavy Rain Event in Northern Vietnam during 30 October-1 November 2008*. *J. Meteor. Soc. Japan*, 89A, pp. 331-344.
21. Wu, K. K., W. Cheung, and Y.-Y. Lo (2009), *Numerical study of the rainfall event due to the interaction of Typhoon Babs (1998) and the northeasterly monsoon*. *Mon. Wea. Rev.*, 137, 2049-2064, doi:10.1175/2009MWR2757.1.
22. Yu, C.-K., and L.-W. Cheng (2014), *Dual-Doppler-derived profiles of the southwesterly flow associated with southwest and ordinary typhoons off the southwestern coast of Taiwan*. *J. Atmos. Sci.*, 71, 3202-3222, doi: 10.1175/JAS-D-13-0379.1.

THERMODYNAMIC MECHANISM CAUSING HEAVY RAINFALL OVER THE CENTRAL HIGHLAND AND THE SOUTH IN THE CASE OF A FAR TYPHOON OBSERVED OVER NORTHERN VIETNAM EAST SEA COMBINED WITH SOUTHWEST MONSOON AND TERRAIN

Vu Van Thang⁽¹⁾, Tran Duy Thuc⁽¹⁾, Vu The Anh⁽²⁾,
Hoang Thi Thuy Van⁽¹⁾, La Thi Tuyet⁽¹⁾, Nguyen Van Hiep⁽²⁾

⁽¹⁾*Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change*

⁽²⁾*Institute of Geophysics, Viet Nam Academy of Science and Technology*

Abstracts: *In this article, the simulated products from WRF high-resolution model were used to research the thermodynamic mechanism causing the typical heavy rain from 9-13/8/2013 in the Central Highlands and the South in the case of typhoon Utor observed over Northern East Sea. The model runs with three nested domains with resolutions of 54 km, 18 km and 6 km, respectively. Third domain covers the whole of the South and south of the Central Highlands. Data has been used in this study including observation data and re-forecast data of CFS model. The results show that interaction between circulation of typhoon Utor, southwest monsoon in forming this heavy rainfall event has been determined through Southwest moisture transport band which originate from Bengal gulf to the research region and connected typhoon circulation Utor. This interaction help to enhance a part of Southwest monsoon to the region which bring humid air and large kinetic energy combining with orographic blocking and lifting effects at high terrain leading to enhance moisture convergence and form the forced updraft in west windward side causing heavy rainfall.*

Key words: *Heavy rainfall, Thermodynamic mechanism, Typhoon, WRF.*