

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA VIỆC SỬ DỤNG THAM SỐ HÓA ĐỐI LƯU TRONG DỰ BÁO ĐỢT MƯA LỚN THÁNG 7 NĂM 2015 TRÊN KHU VỰC BẮC BỘ BẰNG MÔ HÌNH PHÂN GIẢI CAO

Dư Đức Tiến¹, Hoàng Đức Cường¹, Mai Khánh Hưng¹, Hoàng Phúc Lâm¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày thử nghiệm dự báo đợt mưa lớn kỉ lục trên khu vực Bắc Bộ tháng 7 năm 2015 bằng mô hình WRF-ARW với điều kiện biên từ mô hình toàn cầu GFS (Mỹ). Việc hạ quy mô thực hiện thông qua thiết lập hai lưới tính 15 km và 5 km cho mô hình WRF-ARW và dự báo đến hạn 72h. Hai lớp thử nghiệm đã được thực hiện gồm có sử dụng (CPS) và không sử dụng tham số hóa đối lưu (noCPS) trên lưới tính phân giải cao 5 km. Ứng với mỗi dự báo, 32 trường hợp gồm các cấu hình khác nhau được thiết lập để loại trừ trường hợp kết quả phụ thuộc vào một cấu hình vật lý cụ thể của mô hình WRF-ARW. Các kết quả đánh giá cho thấy ở hạn dự báo 24h tại các ngưỡng mưa lớn (50mm/24h và 100mm/24h) việc sử dụng các sơ đồ tham số hóa (CPS) cho kết quả tốt hơn so với việc không sử dụng tham số hóa đối lưu (noCPS) trên lưới tính phân giải cao 5km. Tuy nhiên ở các hạn 48h và 72h, khi không sử dụng tham số hóa đối lưu hay quá trình đối lưu được giải một cách tường minh trong mô hình (explicit) cho phép tăng được kĩ năng dự báo hơn khi thử nghiệm dự báo mưa lớn cho đợt mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ.

Từ khóa: Dự báo mưa lớn Bắc Bộ, mô hình WRF-ARW, tham số hóa vật lý đối lưu.

Ban Biên tập nhận bài: 08/12/2018 Ngày phản biện xong: 27/01/2019 Ngày đăng bài: 25/03/2019

1. Mở đầu

Phương pháp số trị (NWP- Numerical Weather Prediction) hoặc phương pháp động lực sử dụng phương pháp số giải xấp xỉ các phương trình toán, lý mô phỏng các quá trình chuyển động trong khí quyển (hệ phương trình nhiệt động lực Navie-Stoke). Với năng lực tính toán được phát triển vượt bậc trong 5 - 10 năm trở lại đây đã cho phép hạ quy mô tính toán xuống quy mô đối lưu (convective scale) với độ phân giải ngang từ 500 m đến 2 km (các mô hình ở độ phân giải này còn được gọi là các mô hình không sử dụng tham số hóa đối lưu). Trong các mô hình này, các sơ đồ tham số hóa đối lưu được loại bỏ bằng việc bổ sung các phương trình bảo toàn ẩm cho các biến giáng thủy ở dạng rắn, lỏng... và do đó cho phép tính toán được cả các quá trình bình lưu đối với các dạng giáng thủy này [3]. Khi đó các biến dự báo mưa gần như được xem là

¹Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia

Email: duductien@gmail.com

biến chuẩn đoán (*prognostics*). Mặc dù về mặt lý thuyết và thực hành, việc giải hiện (*explicit*) được các biến dự báo mưa sẽ có tính ưu việt hơn so với việc tham số hóa các quá trình dưới lưới (sub-grid) mà mô hình có thể mô phỏng/dự báo được, tuy nhiên vẫn nhiều công trình cho thấy các tham số hóa đặc biệt là tham số hóa đối lưu vẫn có vai trò và hiệu quả nhất định ngay cả ở độ phân giải dưới 5 km [4].

Với vấn đề nêu trên, nghiên cứu sẽ trình bày thử nghiệm việc có và không có sử dụng tham số hóa đối lưu trên lưới tính phân giải cao (5km) bằng mô hình WRF-ARW (Mỹ) trong bài toán dự báo mưa lớn cho đợt mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ. Mục 2 của bài báo là thiết kế thử nghiệm bao gồm giới thiệu mô hình dự báo, số liệu điều kiện biên, trường hợp thử nghiệm, số liệu quan trắc và phương pháp đánh giá. Những phân tích kết quả được đưa ra trong phần 3 của bài báo và

một số kết luận chính được tổng kết trong phần 4.

2. Thiết kế thí nghiệm

2.1. Mô hình số trị khu vực WRF-ARW

Trong nghiên cứu sử dụng hệ thống mô hình khu vực WRF với nhân động lực ARW phiên bản 3.9.1.1 do Trung tâm dự báo môi trường quốc gia Mỹ (NCEP) phát triển (gọi tắt là WRF-ARW). Đây là hệ thống mô hình khu vực được áp dụng trong nghiên cứu và nghiệp vụ với các ứng dụng đa dạng từ mô phỏng lý tưởng xoáy, sóng núi đến áp dụng các bài toán dự báo thời tiết hoặc các điều kiện thời tiết nguy hiểm như mưa, bão/xoáy thuận nhiệt đới và được cộng đồng khoa học hỗ trợ và phát triển. Mô hình WRF-ARW cũng được thử nghiệm và áp dụng trong nghiệp vụ tại Việt Nam trong các lĩnh vực dự báo thời tiết và dự báo bão. Chi tiết hơn về mô hình WRF-ARW có thể tham khảo trong [5]. Một trong những đặc tính quan trọng của hệ thống WRF-ARW là cung cấp một số lượng tùy chọn các thuật toán sai phân, các sơ đồ vật lý và các phương pháp đồng hóa số liệu được phát triển bởi cộng đồng khoa học có uy tín, cho phép các nhà ứng dụng lựa chọn được các tùy biến phù hợp với khu vực địa phương và đối tượng cần nghiên cứu. Mô hình WRF-ARW được nghiên cứu và áp dụng phổ biến tại Việt Nam những năm vừa qua, các công trình điển hình có thể kể đến gồm trong nghiên cứu dự báo thời tiết và bão [1] hay trong việc áp dụng và dự báo tổ hợp [2].

Thử nghiệm thiết lập hai lưới tính 15km và 5km cho mô hình WRF-ARW, số 41 mực thẳng đứng và dự báo đến hạn 72h, minh họa 2 miền tính được đưa ra trong hình 1. Lựa chọn vật lý cho mô hình WRF-ARW dựa trên việc thay đổi gồm (a) sơ đồ Kain-Fritsch (KF) hoặc Betts-Miller-Janjic (BMJ) cho tham số hóa đối lưu (cu-

mulus parameterization scheme-CPS); (b) sơ đồ bức xạ sóng ngắn s Goddard hoặc Dudhia; (d) sơ đồ tham số hóa lớp biên của Yonsei University (YSU) hoặc Mellor-Yamada-Janjic (MYJ) và (e) các sơ đồ vi vật lý mây từ đơn giản đến phức tạp gồm sơ đồ Lin, WSM3, WSM5 đến WSM6 (khép kín 6 bậc). Dựa trên việc tổ hợp các lựa chọn này có thể tạo ra tối đa gồm 32 cấu hình vật lý khác nhau và được chi tiết trong bảng 1. Lưu ý thêm ở đây đối với sơ đồ lớp biên MYJ thì sơ đồ rối bề mặt sẽ được đặt là sơ đồ Janjic Eta so với sơ đồ khép kín rồi dựa trên giả thiết của Monin-Obukhov.

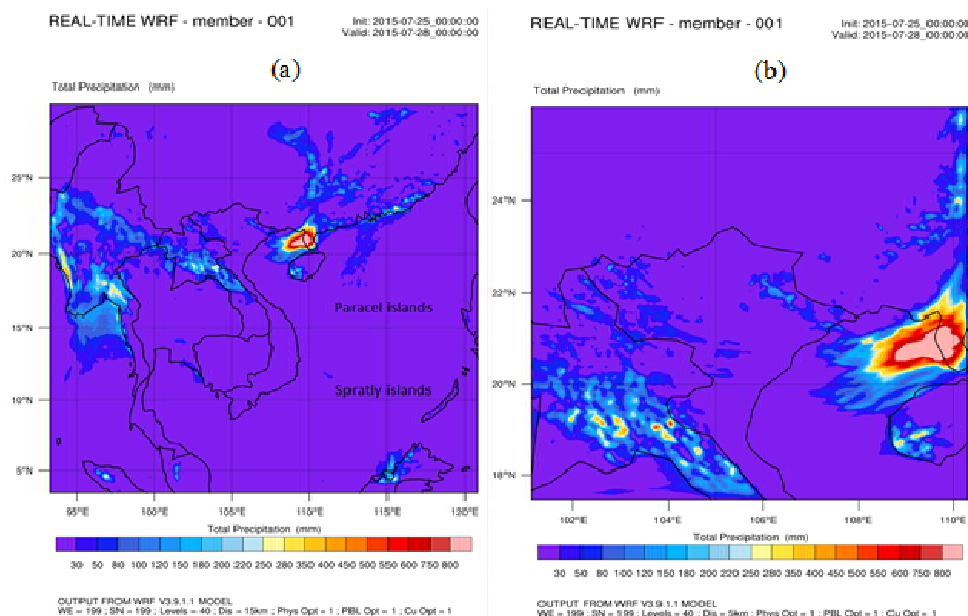
Như vậy, ứng với 32 cấu hình khác nhau sẽ có 2 thử nghiệm được thiết lập gồm giữ sơ đồ tham số hóa đối lưu ở cả hai miền tính 15km và 5km, kí hiệu là lớp thử nghiệm CPS. Thử nghiệm thứ hai gồm việc chỉ giữ tham số hóa đối lưu ở miền tính 15km và tắt sơ đồ đối lưu ở miền tính 5km, kí hiệu là lớp thử nghiệm này là noCPS. Khi đó ta sẽ khảo sát được ảnh hưởng của việc không sử dụng tham số hóa đối lưu ở độ phân giải cao mà vẫn xem xét được với các sơ đồ vật lý đa dạng khác nhau ở miền tính 15km. Ứng với mỗi dự báo sẽ thực hiện 32 cấu hình vật lý (Bảng 1) và với hai lựa chọn có và không sử dụng CPS ở độ phân giải 5km, như vậy 1 ộp dự báo sẽ gồm 64 thử nghiệm dự báo.

2.2. Số liệu điều kiện biên

Nghiên cứu sử dụng dự báo từ mô hình toàn cầu GFS (Mỹ) làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình WRF-ARW, được cung cấp thông qua địa chỉ sau: <http://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/products/gfs/>. Số liệu GFS có độ phân giải ngang là 55km với số mực áp suất thẳng đứng của mô hình GFS là 26 và được cập nhật 3 tiếng một cho mô hình WRF-ARW.

Bảng 1. Cấu hình vật lý và ký hiệu cho các thử nghiệm khác nhau cho mô hình WRF-RW

Kí hiệu thử nghiệm	Sơ đồ vi vật lý	Bức xạ sóng ngắn	Lớp biên	Đổi lưu
BMJ-Lin-Duh-MYJ	Lin	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-Lin-Duh-YSU	Lin	Duhia	YSU	BMJ
BMJ-Lin-God-MYJ	Lin	Goddard	MYJ	BMJ
BMJ-Lin-God-YSU	Lin	Goddard	YSU	BMJ
BMJ-WSM3-Duh-MYJ	WSM3	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-WSM3-Duh-YSU	WSM3	Duhia	YSU	BMJ
BMJ-WSM3-God-MYJ	WSM3	Goddard	MYJ	BMJ
BMJ-WSM3-God-YSU	WSM3	Goddard	YSU	BMJ
BMJ-WSM5-Duh-MYJ	WSM5	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-WSM5-Duh-YSU	WSM5	Duhia	YSU	BMJ
BMJ-WSM5-God-MYJ	WSM5	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-WSM5-God-YSU	WSM5	Goddard	YSU	BMJ
BMJ-WSM6-Duh-MYJ	WSM6	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-WSM6-Duh-YSU	WSM6	Duhia	YSU	BMJ
BMJ-WSM6-God-MYJ	WSM6	Goddard	MYJ	BMJ
BMJ-WSM6-God-YSU	WSM6	Goddard	YSU	BMJ
KF-Lin-Duh-MYJ	Lin	Duhia	MYJ	KF
KF-Lin-Duh-YSU	Lin	Duhia	YSU	KF
KF-Lin-God-MYJ	Lin	Goddard	MYJ	KF
KF-Lin-God-YSU	Lin	Goddard	YSU	KF
KF-WSM3-Duh-MYJ	WSM3	Duhia	MYJ	KF
KF-WSM3-Duh-YSU	WSM3	Duhia	YSU	KF
KF-WSM3-God-MYJ	WSM3	Goddard	MYJ	KF
KF-WSM3-God-YSU	WSM3	Goddard	YSU	KF
KF-WSM5-Duh-MYJ	WSM5	Duhia	MYJ	KF
KF-WSM5-Duh-YSU	WSM5	Duhia	YSU	KF
KF-WSM5-God-MYJ	WSM5	Goddard	MYJ	KF
KF-WSM5-God-YSU	WSM5	Goddard	YSU	KF
KF-WSM6-Duh-MYJ	WSM6	Duhia	MYJ	KF
KF-WSM6-Duh-YSU	WSM6	Duhia	YSU	KF
KF-WSM6-God-MYJ	WSM6	Goddard	MYJ	KF
KF-WSM6-God-YSU	WSM6	Goddard	YSU	KF



Hình 1. Minh họa 2 miền tính: (a) 15 km và (b) 5 km trong thử nghiệm dự báo mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ

2.3. Số liệu quan trắc

Thử nghiệm thực hiện dự báo liên quan đến đợt mưa lớn kỉ lục trên khu vực Bắc Bộ do sự hoạt động của rãnh thấp trên cao kết hợp với vùng thấp tồn tại trên Vịnh Bắc Bộ vào tháng 7

năm 2015 từ ngày 25/7/2015 đến 01/8/2015 và thực hiện dự báo tại các giờ 00z. Chi tiết số liệu quan trắc tại các trạm sử dụng trong đánh giá trên khu vực Bắc Bộ được đưa ra trong Bảng 2.

Bảng 2. Danh sách các trạm trên khu vực Bắc Bộ để đánh giá kết quả dự báo

Mã trạm	Tên trạm	Mã trạm	Tên trạm	Mã trạm	Tên Trạm	Mã trạm	Tên Trạm	Mã trạm	Tên Trạm
48/01	Muong Te	48800	Lai Chau	48/59	Chi Linh	48/29	Pho Rang	48820	Ha Noi
48/02	Sin Ho	48802	Sa Pa	48/60	Uong Bi	48/30	Bac Ha	48821	Phu Ly
48/03	Tam Duong	48803	Lao Cai	48/61	Kim Boi	48/31	Hoang Su Phi	48822	Hung Yen
48/05	Muong La	48805	Ha Giang	48/63	Chi Ne	48/32	Bac Me	48823	Nam Dinh
48/06	Than Uyen	48806	Son La	48/64	Lac Son	48/33	Bao Lac	48824	Ninh Binh
48/07	Quynh Nhai	48807	That Khe	48/65	Cuc Phuong	48/34	Bac Quang	48826	Phu Lien
48/08	Mu Cang Chai	48808	Cao Bang	48/67	Yen Dinh	48/35	Luc Yen	48827	Hai Duong
48/09	Tuan Giao	48809	Bac Giang	48/68	Sam Son	48/36	Ham Yen	48828	Hon Dau
48/10	Pha Din	48/81	Hon Ngu	48/69	Bai Thuong	48/37	Chiem Hoa	48829	Van Ly
48/14	Van Chan	48810	Bac Can	48/70	Nhu Xuan	48/39	Cho Ra	48830	Lang Son
48/16	Song Ma	48811	Dien Bien Phu	48/72	Tinh Gia	48/40	Nguyen Binh	48831	Thai Nguyen
48/17	Co Noi	48812	Tuyen Quang	48/74	Quy Chau	48/42	Ngan Son	48832	Nho Quan
48/18	Yen Chau	48813	Viet Tri	48/75	Quy Hop	48/43	Trung Khanh	48833	Bai Chay
48/19	Bac Yen	48814	Vinh Yen	48/76	Tay Hieu	48/44	Dinh Hoa	48834	Co To
48/20	Phu Yen	48815	Yen Bai	48/77	Quynh Luu	48/47	Bac Son	48835	Thai Binh
48/23	Minh Dai	48817	Son Tay	48/79	Con Cuong	48/48	Huu Lung	48836	Cua Ong
48/25	Moc Chau	48818	Hoa Binh	48/80	Do Luong	48/49	Dinh Lap	48837	Tien Yen
48/26	Mai Chau	48/82	Huong Son	48/51	Phu Ho	48/50	Quang Ha	48838	Mong Cai

2.4 Phương pháp đánh giá

Để đánh giá kỹ năng dự báo xảy ra mưa lớn chúng tôi sử dụng chỉ số kỹ năng TS (Threat Score). Trong bảng 3 là bảng phân loại (Contingency table) theo hiện tượng dự báo (ở đây là mưa với các ngưỡng đánh giá cụ thể, ví dụ > 25mm/24h tại từng trạm quan trắc).

Bảng 3. Bảng phân loại tần xuất cho biến dự báo dạng nhị phân

Dự báo	Quan trắc		
	Có	Không	
		A	B
Có			
Không		C	D

Khi đó chỉ số kỹ năng:

$$TS = \frac{A}{A+B+C} \quad (1)$$

TS có giá trị càng lớn (tiến đến 1) thì dự báo càng có kỹ năng, có giá trị thấp ứng với mô hình có kỹ năng thấp. Đây là chỉ số kỹ năng được sử dụng phổ biến khi đánh giá kết quả trên không gian trạm quan trắc. Mưa dự báo từ mô hình sẽ được nội suy theo phương pháp điểm lưới gần nhất với trạm để đưa kết quả về trạm quan trắc.

3. Đánh giá kết quả

Kết quả tính toán chỉ số kỹ năng TS tính cho 32 thử nghiệm trong đó đồng thời giữ các tham số hóa đối lưu (CPS) ở hai miền tính 15 km và 5km và chỉ giữ ở miền tính 15 km được đưa ra chi tiết trong bảng 4 cho hai ngưỡng 25mm/24h và 50mm/24h. Lưu ý rằng kết quả cuối cùng chỉ đánh giá trên miền tính 5 km. Mẫu tính toán ra chỉ số TS ứng với mỗi trường hợp là 896. Trung

bình giá trị kỹ năng TS ở hạn 24h, 48h và 72h: 50mm/24h ~ 0.2, ở ngưỡng cao hơn 100mm/24h đối với ngưỡng 25mm/24h ~ 0.33, ngưỡng chỉ số kỹ năng giảm mạnh ~ 0.1.

Bảng 4. Chỉ số kỹ năng TS tính cho 32 thử nghiệm trong đó đồng thời giữ các tham số hóa đối lưu (CPS) ở hai miền tính 15km và 5km và chỉ giữ ở miền tính 15km ở các hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho hai ngưỡng đánh giá 25m/24h và 48mm/24h

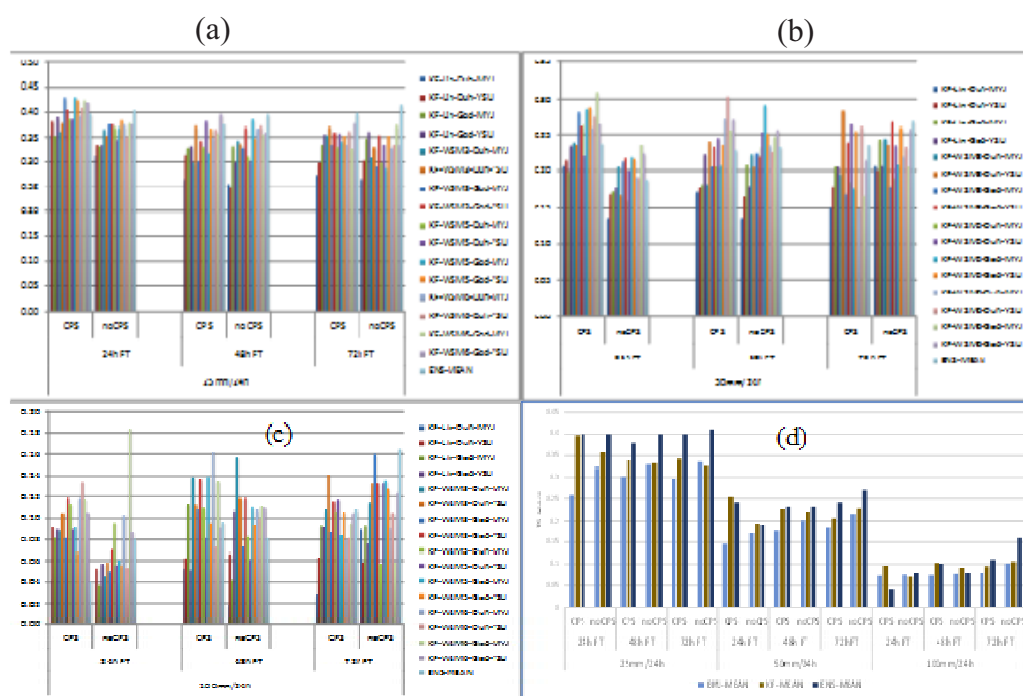
	25mm/24h						50mm/24h					
	24h FT		48h FT		72h FT		24h FT		48h FT		72h FT	
	CPS	noCPS	CPS	noCPS	CPS	noCPS	CPS	noCPS	CPS	noCPS	CPS	noCPS
BMJ-Lin-Duh-MYJ	0.19	0.28	0.22	0.25	0.28	0.27	0.09	0.12	0.12	0.19	0.17	0.19
BMJ-Lin-Duh-YSU	0.23	0.27	0.25	0.26	0.26	0.29	0.11	0.12	0.18	0.17	0.19	0.20
BMJ-Lin-God-MYJ	0.27	0.31	0.31	0.30	0.30	0.26	0.16	0.16	0.15	0.18	0.18	0.17
BMJ-Lin-God-YSU	0.29	0.30	0.30	0.33	0.28	0.30	0.15	0.15	0.16	0.21	0.16	0.22
BMJ-WSM3-Duh-MYJ	0.21	0.33	0.30	0.30	0.31	0.38	0.12	0.18	0.15	0.17	0.20	0.21
BMJ-WSM3-Duh-YSU	0.24	0.26	0.29	0.35	0.33	0.34	0.12	0.15	0.15	0.22	0.20	0.19
BMJ-WSM3-God-MYJ	0.31	0.36	0.36	0.35	0.32	0.34	0.16	0.18	0.22	0.22	0.17	0.23
BMJ-WSM3-God-YSU	0.31	0.36	0.32	0.40	0.32	0.39	0.15	0.21	0.19	0.21	0.20	0.26
BMJ-WSM5-Duh-MYJ	0.20	0.32	0.29	0.31	0.30	0.34	0.13	0.18	0.15	0.19	0.23	0.23
BMJ-WSM5-Duh-YSU	0.22	0.28	0.31	0.35	0.33	0.34	0.14	0.16	0.21	0.20	0.22	0.21
BMJ-WSM5-God-MYJ	0.27	0.35	0.32	0.36	0.31	0.38	0.12	0.16	0.23	0.20	0.20	0.25
BMJ-WSM5-God-YSU	0.30	0.34	0.30	0.34	0.29	0.34	0.16	0.17	0.22	0.21	0.16	0.24
BMJ-WSM6-Duh-MYJ	0.22	0.35	0.28	0.30	0.25	0.33	0.16	0.19	0.15	0.22	0.16	0.19
BMJ-WSM6-Duh-YSU	0.25	0.32	0.29	0.36	0.32	0.36	0.15	0.16	0.18	0.22	0.22	0.19
BMJ-WSM6-God-MYJ	0.32	0.36	0.32	0.37	0.28	0.36	0.20	0.21	0.18	0.23	0.15	0.22
BMJ-WSM6-God-YSU	0.30	0.37	0.36	0.34	0.26	0.35	0.21	0.22	0.20	0.17	0.14	0.26
KF-Lin-Duh-MYJ	0.36	0.31	0.27	0.25	0.27	0.27	0.21	0.14	0.17	0.14	0.15	0.21
KF-Lin-Duh-YSU	0.38	0.33	0.31	0.25	0.30	0.30	0.22	0.17	0.18	0.16	0.18	0.20
KF-Lin-God-MYJ	0.35	0.33	0.33	0.33	0.34	0.35	0.20	0.17	0.18	0.21	0.20	0.24
KF-Lin-God-YSU	0.39	0.34	0.33	0.30	0.36	0.36	0.23	0.18	0.22	0.18	0.21	0.21
KF-WSM3-Duh-MYJ	0.36	0.37	0.30	0.34	0.35	0.31	0.24	0.21	0.18	0.22	0.20	0.25
KF-WSM3-Duh-YSU	0.38	0.35	0.37	0.34	0.37	0.33	0.24	0.17	0.24	0.21	0.28	0.24
KF-WSM3-God-MYJ	0.43	0.38	0.30	0.33	0.34	0.29	0.28	0.21	0.20	0.22	0.17	0.18
KF-WSM3-God-YSU	0.41	0.38	0.34	0.37	0.36	0.36	0.26	0.22	0.23	0.22	0.24	0.27
KF-WSM5-Duh-MYJ	0.39	0.37	0.33	0.31	0.33	0.30	0.26	0.16	0.21	0.23	0.19	0.19
KF-WSM5-Duh-YSU	0.39	0.35	0.38	0.30	0.36	0.34	0.22	0.20	0.25	0.25	0.26	0.24
KF-WSM5-God-MYJ	0.43	0.37	0.32	0.39	0.34	0.29	0.29	0.22	0.21	0.29	0.18	0.21
KF-WSM5-God-YSU	0.43	0.38	0.37	0.35	0.35	0.35	0.29	0.22	0.24	0.25	0.25	0.26
KF-WSM6-Duh-MYJ	0.39	0.37	0.35	0.37	0.33	0.33	0.26	0.19	0.27	0.23	0.15	0.22
KF-WSM6-Duh-YSU	0.41	0.35	0.37	0.37	0.36	0.33	0.28	0.19	0.30	0.23	0.26	0.23
KF-WSM6-God-MYJ	0.43	0.38	0.36	0.36	0.33	0.37	0.31	0.24	0.26	0.25	0.17	0.21
KF-WSM6-God-YSU	0.42	0.38	0.40	0.36	0.38	0.33	0.27	0.22	0.27	0.26	0.22	0.26

Trong hình 2 minh họa dưới dạng biểu đồ cho chỉ số kỹ năng TS trên toàn bộ khu vực Bắc Bộ ở ngưỡng trên 25mm/24h (hình a), ngưỡng 50mm/24h (hình b, ngưỡng 100mm/24h (hình c) tại 3 hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho hai lớp thử nghiệm có dùng tham số hóa đối lưu ở miền tính

5km (CPS) và không sử dụng (noCPS). Đối với hạn dự báo 24h, các lớp thử nghiệm noCPS cho thấy kỹ năng hầu như thấp hơn CPS tại các ngưỡng mưa đánh giá khác nhau. Tại hạn dự báo dài hơn (48h và 72h), với ngưỡng mưa > 25mm/24h sự khác biệt giữa CPS và noCPS là

không đáng kể (hình 2.a). Tuy nhiên ứng với các hạn dự báo 48h và 72h này, ở ngưỡng mưa lớn hơn (50mm và 100mm), kỹ năng của noCPS tăng khá rõ rệt so với CPS. Kết quả này khá tương đồng với nghiên cứu của Gilliland và cộng sự [4] như đã đề cập đến trong phần 1 trong đó ở hạn dự báo ngắn, các sơ đồ tham số hóa đối lưu có thể giúp mô hình giảm thời gian thích ứng (spin-up) qua đó có thể tăng chất lượng nắm bắt các hiện tượng đối lưu ở hạn ngắn, tuy nhiên ở hạn dự báo dài hơn, việc các hệ thống đối lưu có tổ chức quy mô vừa hay đối lưu sâu phát triển mạnh thì sử dụng mô hình quy mô đối lưu và không sử dụng tham số hóa sẽ có ưu thế rõ rệt.

Kết quả này có thể thấy rõ trong hình 2d ứng với các giá trị trung bình TS được tích tách biệt cho các thử nghiệm sử dụng đối lưu BMJ (BMJ-MEAN) và sử dụng KF (KF-MEAN) tương ứng với hai lớp thử nghiệm CPS và noCPS. Bên cạnh đó, một đánh giá về trung bình tổ hợp đơn giản từ 32 dự báo khác nhau này cũng được thực hiện, kí hiệu là ENS-MEAN tại hình 2 cũng cho thấy rõ sự cải thiện khi không sử dụng CPS ở các ngưỡng mưa lớn và hạn sau 24h. Nếu so sánh riêng giữa BMJ và KF thì hầu hết việc không sử dụng CPS ở các lớp thử nghiệm BMJ đều giảm được sai số đi khá rõ.



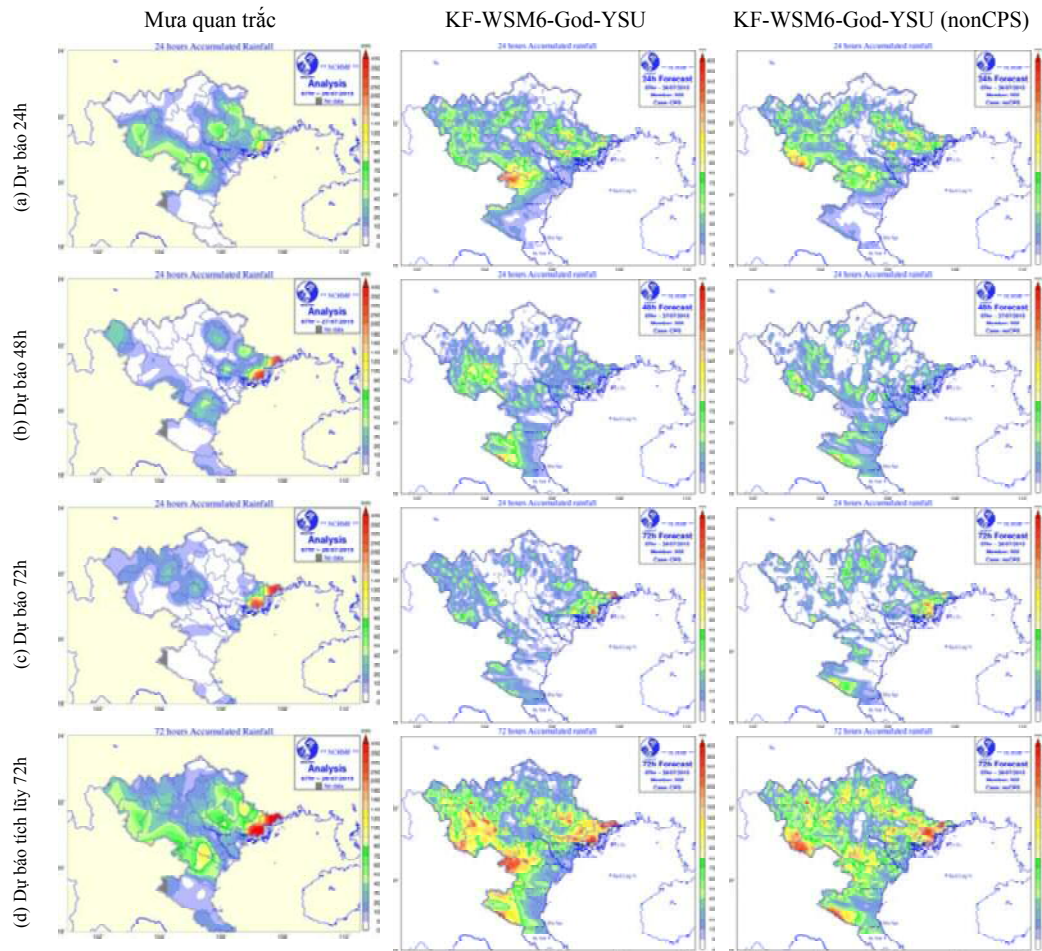
Hình 2. Biểu đồ minh họa chỉ số kỹ năng TS trên toàn bộ khu vực Bắc Bộ ở ngưỡng trên 25mm/24h (a) ngưỡng 50mm/24h; (b) ngưỡng 100mm/24h; (c) tại 3 hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho hai lớp thử nghiệm có dùng tham số hóa đối lưu ở miền tính 5km (CPS) và không sử dụng (noCPS). Hình d là giá trị trung bình TS ứng với các thử nghiệm sử dụng đối lưu BMJ (BMJ-MEAN) và sử dụng KF (KF-MEAN)

Minh họa chi tiết hơn về sự khác biệt giữa CPS và noCPS được đưa ra trong hình 3 cho thấy ở hạn dự báo 24h, việc không sử dụng CPS cho phép giảm sai số rõ rệt ở khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ, tuy nhiên ngược lại noCPS dự báo khá khổng trên khu vực Đông Bắc. Ở hạn dự báo 48h, cả hai trường hợp đều không thể nắm bắt

được mưa rất lớn xảy ra ở khu vực Đông Bắc do vùng thấp được dự báo lệch khá nhiều ra Vịnh Bắc Bộ, tuy nhiên ở hạn 48h các thử nghiệm noCPS tiếp tục cho phép giảm dự báo không ở các vùng còn lại một cách rõ rệt (Hình 4, hàng b). Ở hạn dự báo 72h, hai điểm mưa chính liên quan đến khu vực Móng Cái và Hải Phòng, các

thử nghiệm noCPS cho phép thể hiện tốt tâm mưa khu vực Hải Phòng so với thử nghiệm CPS. Ở hạn dự báo này, khu vực phía Tây Bắc được dự báo tốt hơn trong noCPS so với CPS (Hình 4, hàng c). Phân tích tổng thể thêm đối với dự

báo mưa tích lũy 72h (Hình 4, hàng d) cho thấy vùng mưa lớn khu vực phía Đông Bắc đã được mở rộng hơn trong dự báo noCPS so với CPS và giảm được sai số một cách rõ rệt ở khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ.



Hình 3. Minh họa dự báo tại thời điểm dự báo 00UTC 25/07/2015 với một số cấu hình khác nhau (xem thêm bảng 1) trong đó cột hình bên trái là mưa quan trắc, cột hình giữa là có sử dụng tham số hóa, cột hình bên phải là không sử dụng tham số hóa, hàng (a), (b) và (c) tương ứng là dự báo hạn 24h, 48h và 72h cho mưa tích lũy 24h, hàng (d) là dự báo mưa tích lũy 72h.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã thực hiện dự báo đợt mưa lớn kỉ lục trên khu vực Bắc Bộ tháng 7 năm 2015 bằng mô hình WRF-ARW với điều kiện biên từ mô hình toàn cầu GFS thông qua việc hạ quy mô động lực với thiết lập hai lưới tính 15 km và 5 km dự báo đến hạn 72h. Hai thử nghiệm (với 32 cấu hình vật lý khác nhau) đã được thực hiện gồm có sử dụng (CPS) và không sử dụng tham số hóa đối lưu (noCPS) trên lưới tính phân giải

cao 5 km. Các kết quả đánh giá cho thấy ở hạn dự báo 24h, việc sử dụng các sơ đồ tham số hóa cho kết quả tốt hơn so với việc không sử dụng tham số hóa đối lưu trên lưới tính phân giải cao 5 km. Tuy nhiên ở các hạn 48h và 72h, khi không sử dụng tham số hóa đối lưu hay quá trình đối lưu được giải một cách tường minh trong mô hình (explicit) cho phép tăng được kĩ năng dự báo hơn khi thử nghiệm dự báo mưa lớn cho đợt mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ. Việc thực hiện với

rất nhiều cấu hình vật lý khác nhau (32 cấu hình) cho phép đánh giá được tổng thể hơn khi không sử dụng CPS ở phân giải cao và có kết quả tương đồng với nhau, ít phụ thuộc vào các cấu hình khác nhau của mô hình thử nghiệm. Vấn đề chưa

giảm được sai số ở hạn dự báo 24h đối với thử nghiệm không sử dụng tham số hóa sẽ được tiếp tục cải thiện thông qua quá trình đồng hóa số liệu và sẽ được đề cập đến trong các công trình tiếp theo.

Lời cảm ơn: Các nội dung nghiên cứu trên nằm trong khuôn khổ của đề tài KC.08.06/16-20 “Nghiên cứu xây dựng hệ thống nghiệp vụ dự báo mưa lớn cho khu vực Bắc Bộ Việt Nam”, thuộc Chương trình KC.08/16-20 “Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai”.

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Đức Cường cùng cộng sự, (2011), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình WRF dự báo thời tiết và bão ở Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ TN&MT.
2. Võ Văn Hòa và cộng tác viên, (2010), *Nghiên cứu phát triển hệ thống dự báo tổ hợp thời tiết hạn ngắn cho khu vực Việt Nam*, Thuyết minh đăng ký đề tài NCKH cấp Bộ, 17 tr.
3. Walser, A., Lüthi, D. and Schär, C. (2004), Predictability of Precipitation in a Cloud-Resolving Model, *Mon. Wea. Rev.*, 132, 560-577.
4. Gilliland, E. and Rowe, C., (2007), A comparison of cumulus parameterization scheme in the WRF model, *21st conference on Hydrology*.
5. Skamarock, W.C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D.M., Duda, M.G., Huang, X.Y., Wang, W. and Powers, J.G. (2005), A description of the Advanced Research WRF Version 3, *NCAR Tech. Note NCAR/TN-475+STR*, 113 pp.
6. Michalakes, J., Dudhia, J., Gill, D., Henderson, T., Klemp, J., Skamarock, W. and Wang, W. (2005), The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance, *Proceedings of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology*, World Scientific, pp. 156-168.

EVALUATION ON THE USE OF CUMULUS PARAMETERIZATION SCHEMES FOR HEAVY RAIN FORECAST IN JULY 2015 OVER THE NORTH OF VIETNAM BY HIGH RESOLUTION REGIONAL MODEL

Du Duc Tien¹, Hoang Duc Cuong¹, Mai Khanh Hung¹, Hoang Phuc Lam¹

¹National center of hydro-meteorological forecasting

Abstract: *The paper presents the forecasting experiments for the record heavy rainfall in the Northern region in July 2015 by using the WRF-ARW model with boundary conditions from the global model GFS (NCEP, USA). The experiments using two-nested grid at 15 km and 5 km and with forecast ranges of 72 hours. Two tests were performed including use and non-use of cumulus parameterization schemes (CPS) on a the finest grid (5 km domain). The evaluation results show that in the 24-hour forecast ranges, the use of CPS gives better results than not using CPS (noCPS) on a 5km resolution grid. However, in the 48h and 72h forecast ranges and at higher warning thresholds (50mm/24h and 100mm/24h), it is possible to increase the prediction skill with noCPS for the heavy rain in the Northern part of Vietnam.*

Keyword: *Cumulus parameterization scheme, WRF-ARW model, heavy rainfall forecast for the northern part of Vietnam.*