

KHẢO SÁT ĐỘ NHẠY CỦA MỘT SỐ ĐỘ THAM SỐ HÓA ĐỐI LƯU TRONG DỰ BÁO ĐỊNH LƯỢNG MƯA TRÊN LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI DỰA TRÊN MÔ HÌNH WRF

CN. Trương Hoài Thanh, CN. Nguyễn Văn Tín, KS. Bùi Chí Nam

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Phương pháp dự báo thời tiết bằng mô hình số đã được sử dụng ở nhiều nước trên thế giới trong nhiều thập kỷ qua. Chất lượng dự báo của các mô hình số không ngừng được cải tiến và đã trở thành phương pháp dự báo chủ lực trong nghiệp vụ dự báo thời tiết ở các nước phát triển. Đặc biệt là dự báo định lượng về mưa, phương pháp dự báo bằng mô hình số cao hơn hẳn các phương pháp truyền thống khác như synop hay thống kê... Mặt khác, sản phẩm số của mô hình dự báo có thể đảm bảo các yêu cầu của các mô hình dự báo thủy văn đối với dự báo lũ lụt, lũ quét. Chính vì vậy, ưu tiên phát triển phương pháp dự báo số trị, mà trước hết là áp dụng các mô hình số là một hướng đi nhằm tăng cường chất lượng dự báo.

Trong bối cảnh đó, với mục đích tìm kiếm một mô hình thích hợp có khả năng áp dụng dự báo mưa cho lưu vực sông Đồng Nai chúng tôi đã chọn đề tài: **"Ứng dụng mô hình WRF trong dự báo lượng mưa trên lưu vực bộ phận hệ thống sông Đồng Nai"**.

1. Sơ lược về mô hình WRF

a. Mô tả mô hình WRF

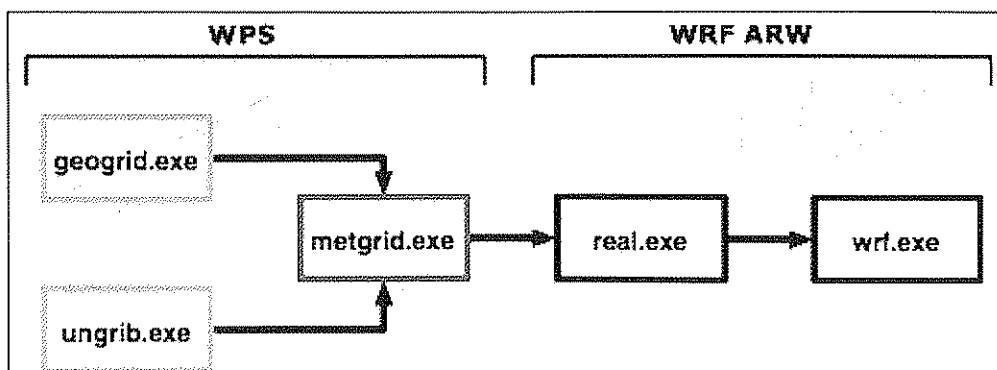
Mô hình WRF là mô hình khí quyển quy mô vừa, được thiết kế linh động, có độ tùy biến cao, có thể sử dụng trong nghiên cứu và dự báo nghiệp vụ. WRF là kết quả của sự hợp tác, phát triển của nhiều trường đại học, trung tâm nghiên cứu và dự báo khí tượng Hoa Kỳ. Hệ phương trình cơ bản của WRF là hệ phương trình đầy đủ phi thủy tĩnh viết cho chất lỏng nén được, có khả năng mô phỏng được các quá trình khí quyển trên nhiều quy mô khác nhau. WRF sử dụng hệ tọa độ áp suất cho phương thẳng đứng và lưới ngang xen kẽ Arkawa-C với sơ đồ tích phân thời gian Runge – Kutta bậc ba. Mô hình có thể sử dụng số liệu thực hoặc mô phỏng lý tưởng với điều kiện biên xung quanh là biên tuần hoàn, mở, đối xứng. Về cơ bản các sơ đồ tham số hóa vật lý của WRF đều dựa trên các mô hình MM5, ETA và một số mô hình khác. Các sơ đồ tham số hóa vật lý trong mô hình được chia thành 5 loại: các quá trình vi vật lý, các sơ đồ tham số hóa mây đối lưu, các quá trình bề mặt đất, lớp biên khí quyển và tham số hóa bức xạ.

b. Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

Mô hình dự báo thời tiết khu vực yêu cầu phải có điều kiện biên xung quanh. Trong WRF, các biến trường bắt buộc phải có dùng làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên xung quanh để chạy mô hình gồm các thành phần gió (U, V), nhiệt độ (T), độ cao địa thế vị (H), độ ẩm riêng (Q) trên các mực đẳng áp, khí áp mực biển trung bình và nhiệt độ bề mặt biển. Ngoài ra còn có thêm một số trường ban đầu khác như địa hình, lớp bề mặt đất, lớp phủ thực vật....

c. Cấu trúc của mô hình WRF

Mô hình WRF gồm hai bộ phận chính: Bộ phận xử lý và bộ phận mô phỏng. Bộ phận xử lý đầu tiên sẽ thực hiện nội suy ngang và thẳng đứng số liệu các trường khí tượng từ lưới mô hình toàn cầu NCEP cũng như nội suy số liệu địa hình (Topography), loại đất (Soil texture), lớp phủ thực vật (Vegetation)... về lưới của mô hình. Sau đó bộ phận mô phỏng của WRF sẽ thực hiện tích phân hệ các phương trình với các tham số đầu vào đã được xác định như: miền tính, độ phân giải, bước thời gian... bộ phận xử lý cuối cùng sẽ sử dụng các phần mềm đồ họa để hiển thị các kết quả dự báo của mô hình (các phần mềm đồ họa thường được sử dụng trong mô hình WRF là: GRADS, Vis5D.v.v...).



- File **Geogird.exe** là file đọc dữ liệu địa hình;
- File **Ungrib.exe** đọc số liệu dự báo mô hình toàn cầu;
- File **metgrid.exe** nội suy dữ liệu khí tượng theo chiều ngang vào miền mô hình;
- File **real.exe** nội suy dữ liệu theo chiều dọc vào các tọa độ mô hình;
- File **wrf.exe** tạo ra kết quả dự báo cho mô hình.

2. Kết quả tính toán và phân tích

a. Thiết lập miền tính

Để tiến hành thử nghiệm, mô hình được chạy với hai miền tính lồng nhau, theo tỷ lệ 1/3. Miền 1 (domain 1) có kích thước 100x120 điểm nút lưới, bước lưới 19,2 km, miền 2 (domain 2) có kích thước 88x109 điểm nút lưới, bước lưới 6.4 km. Tương tác giữa miền 1 và miền 2 là tương tác hai chiều (two way Nesting). Bước thời gian tích phân là 180 giây, số mực thẳng đứng là 27 mực.

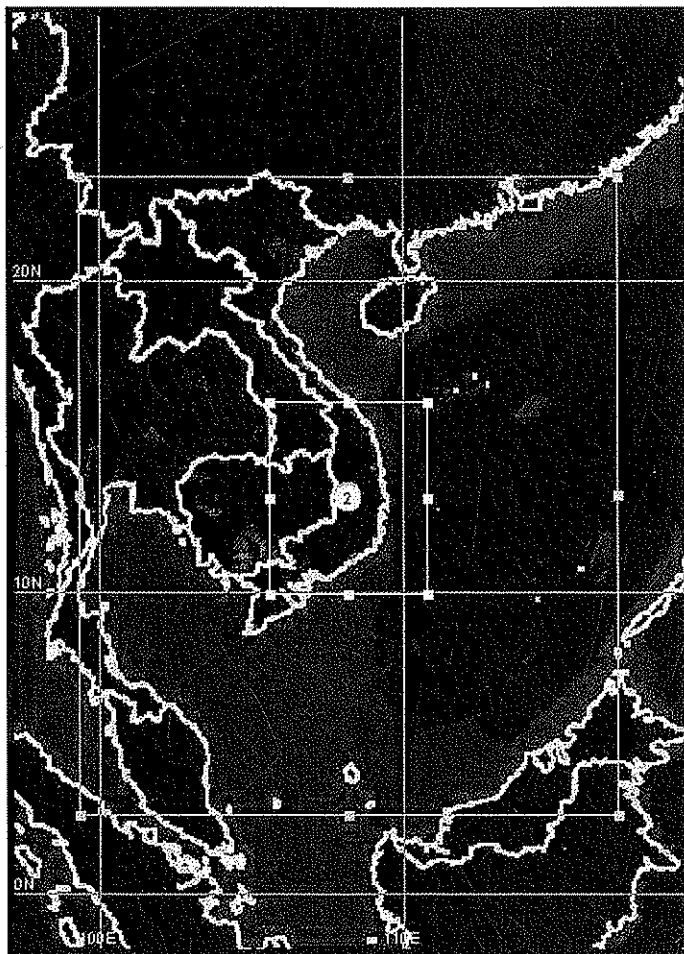
b. Các tham số vật lý

Mô hình WRF hỗ trợ khá nhiều tùy chọn sơ đồ tham số hóa vật lý. Tuy nhiên, không có một tùy chọn nào có thể áp dụng cho tất cả mọi miền địa lý và trong mọi điều kiện thời tiết. Cách duy nhất để chỉ ra được một bộ sơ đồ tham số hóa vật lý thích hợp nhất cho từng khu vực là phải thử nghiệm nhiều lần và tiến hành đánh giá một cách đầy đủ. Trong đề tài này, chúng tôi không thể thử nghiệm cho tất cả các tùy chọn hiện có của mô hình. Do đó, trên cơ sở tìm hiểu các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước, các sơ đồ tham số hóa sau đây đã được lựa chọn cho những thử nghiệm: Sơ đồ vi vật lý mây WSM3 bằng đơn giản, sơ đồ bức xạ sóng dài RRTM, sơ đồ bức xạ sóng ngắn Dudhia, sơ đồ lớp bề mặt Unified Noah, sơ đồ bề mặt đất Monin Obukhov, sơ đồ lớp biên hành tinh YSU. Riêng với sơ đồ tham số hóa đối lưu, mô hình WRF có đến 7 lựa chọn, nếu thực hiện hết các lựa chọn này thì khối lượng tính toán sẽ quá lớn. Bởi vậy chúng tôi chỉ chạy thử nghiệm với 3 sơ đồ là:

- Sơ đồ 1: Kain Fritsh;
- Sơ đồ 2: Bett – Miller;
- Sơ đồ 3: Grell.

c. Nguồn số liệu

Số liệu sử dụng trong đề tài gồm: số liệu để chạy mô hình và số liệu quan trắc thực tế để đánh giá kết quả mô hình. Số liệu chạy mô hình WRF gồm 2 loại: số



liệu về độ cao địa hình, lớp phủ bề mặt, loại đất và các đặc tính của đất. Số liệu làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên là trường dự báo của mô hình toàn cầu GFS (độ phân giải 1x1) của NCEP được lấy từ website: <http://nomad3.ncep.noaa.gov/pub/gfs1p0/>. Để cập nhật biên theo thời gian chúng tôi lấy các trường số liệu cách nhau 6h một.

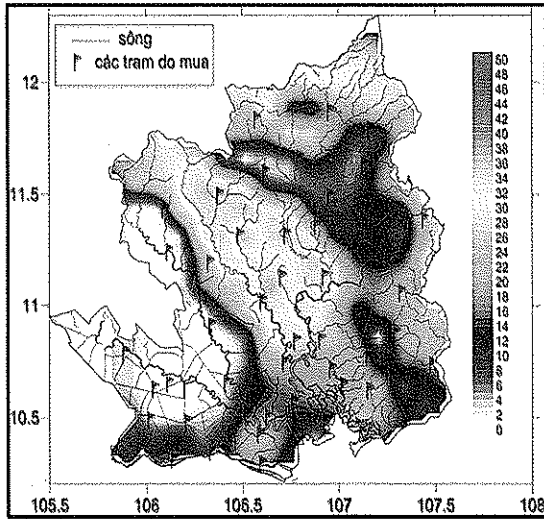
Số liệu quan trắc: là số liệu lượng mưa ngày thu thập được tại 50 trạm thuộc lưu vực sông Đồng Nai trong thời gian từ 01/07/2011 đến 30/09/2011.

d. Các trường hợp thử nghiệm

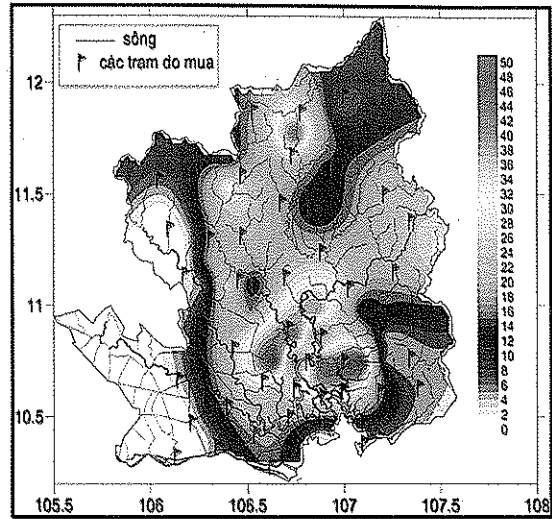
Trường hợp 1: sử dụng mô hình WRF với cấu hình đã nêu ở mục 2.c nhưng chỉ sử dụng sơ đồ tham số hóa đối lưu là sơ đồ 1 (sơ đồ Kain Fritsh) với 3 ngày dự báo trong tháng 07/2011 (ngày 12, 13, 14).

Trường hợp 2: tương tự như trường hợp 1 nhưng sử dụng sơ đồ tham số hóa đối lưu là sơ đồ 2 (sơ đồ Betts-Miller).

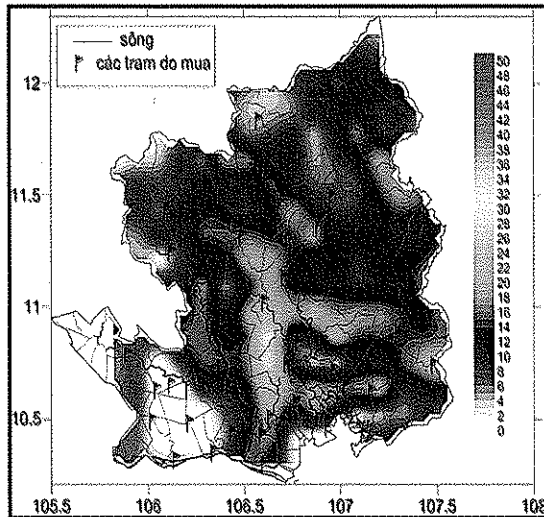
Trường hợp 3: tương tự như trường hợp 1 nhưng sử dụng sơ đồ tham số hóa đối lưu là sơ đồ 3 (sơ đồ Grell).



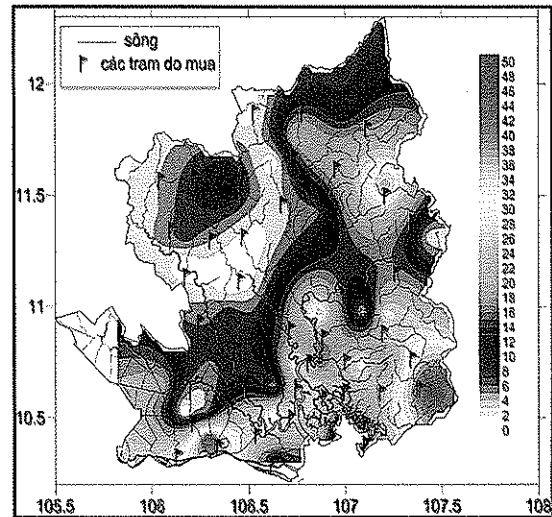
Lượng mưa dự báo 12/07/2011 theo sơ đồ 1 (hình a)



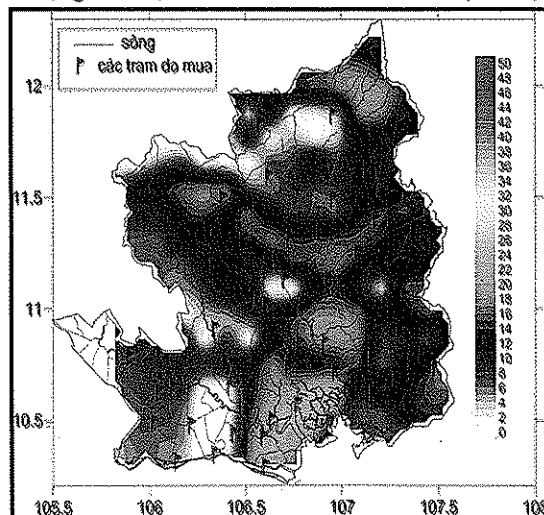
Lượng mưa thực đo ngày 12/07/2011(a1)



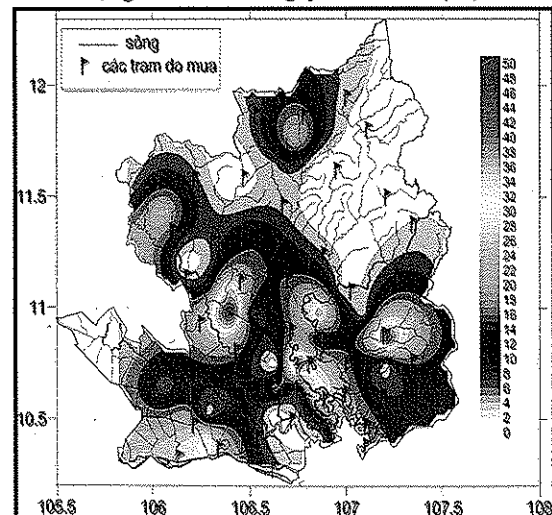
Lượng mưa dự báo 13/07/2011 theo sơ đồ 1 (hình b)



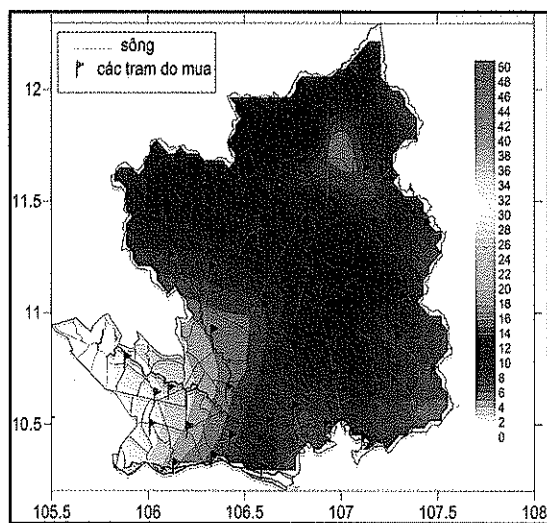
Lượng mưa thực đo ngày 13/07/2011(b1)



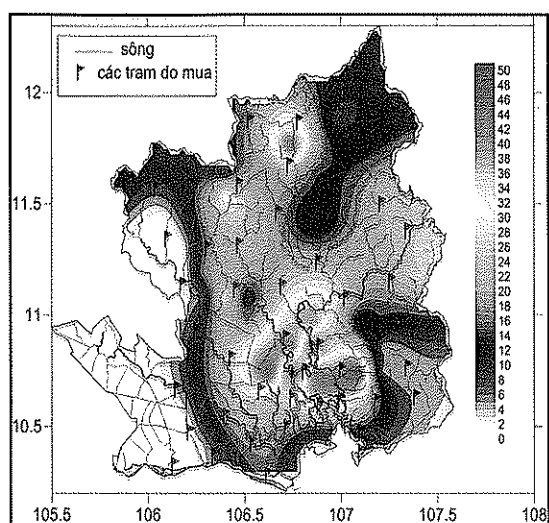
Lượng mưa dự báo 14/07/2011 theo sơ đồ 1 (hình c)



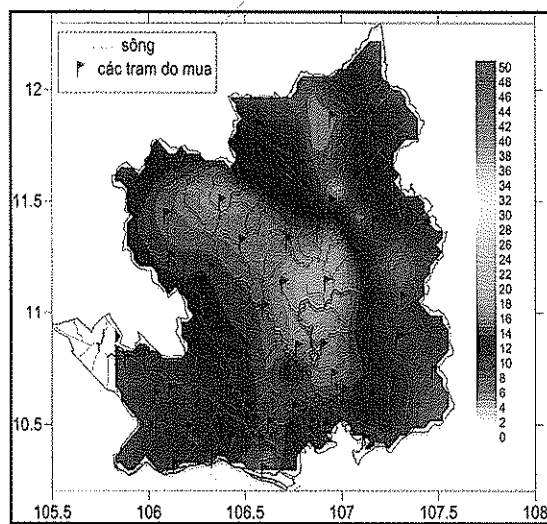
Lượng mưa thực đo ngày 14/07/2011 (c1)



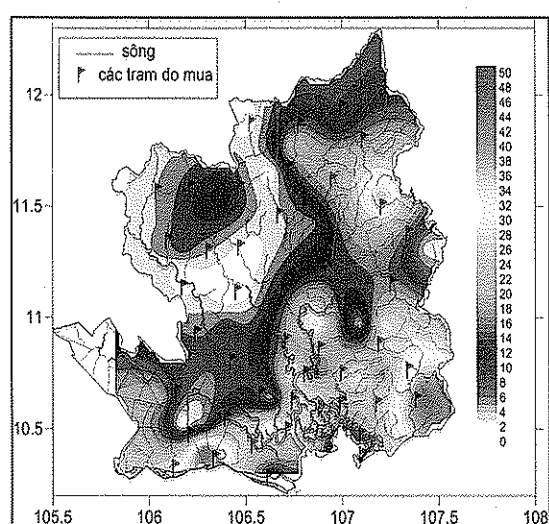
Lượng mưa dự báo 12/07/2011 theo sơ đồ 2 (hình 2a)



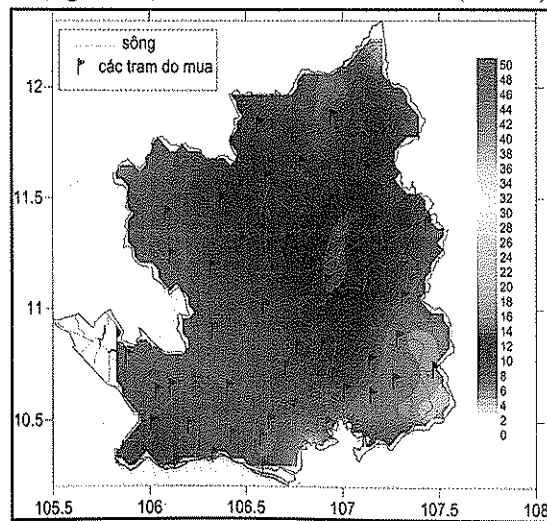
Lượng mưa thực đo ngày 12/07/2011(a1)



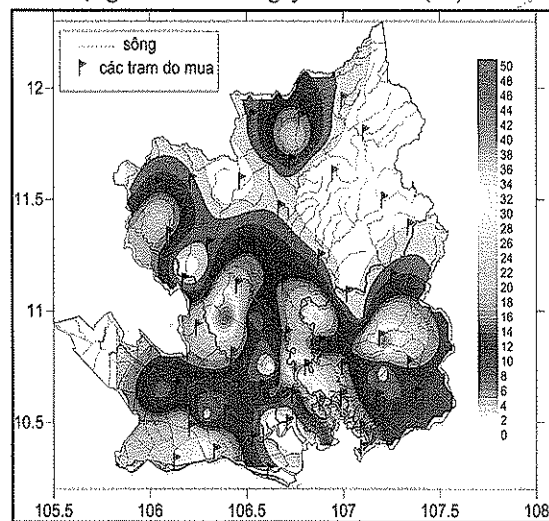
Lượng mưa dự báo 13/07/2011 theo sơ đồ 2 (hình 2b)



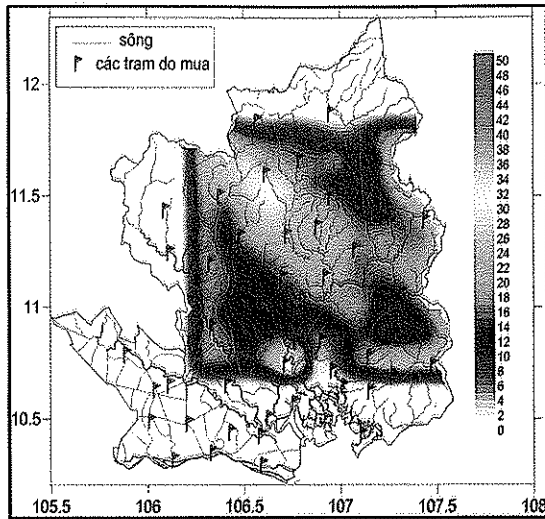
Lượng mưa thực đo ngày 13/07/2011(b1)



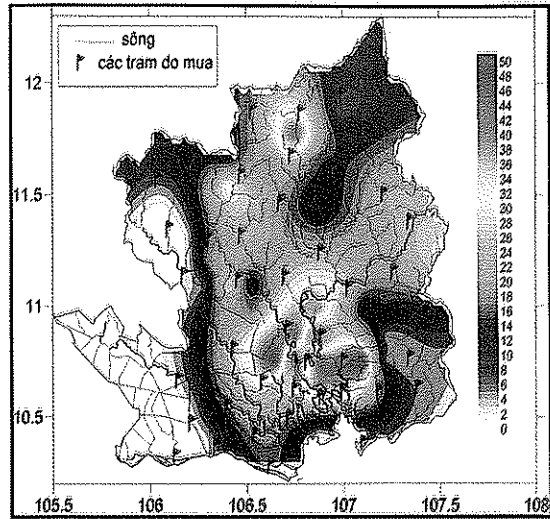
Lượng mưa dự báo 14/07/2011 theo sơ đồ 2 (hình 2c)



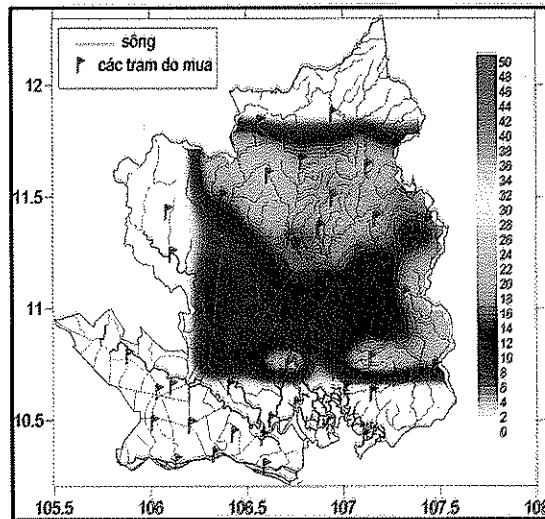
Lượng mưa thực đo ngày 14/07/2011(c1)



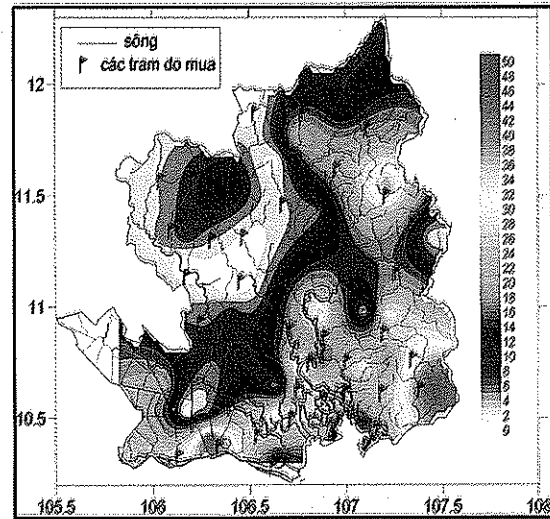
Lượng mưa dự báo 12/07/2011 theo sơ đồ 3 (hình 3a)



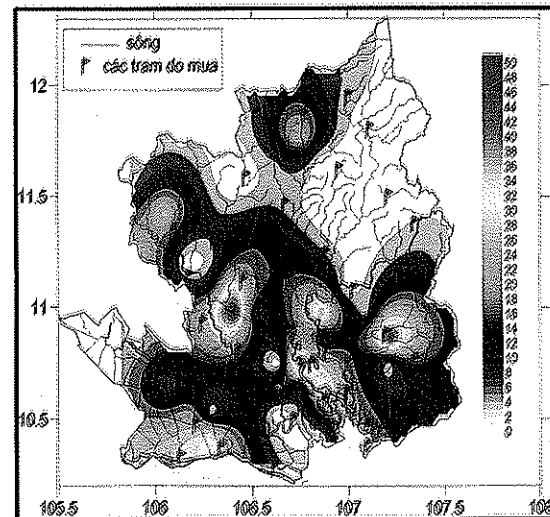
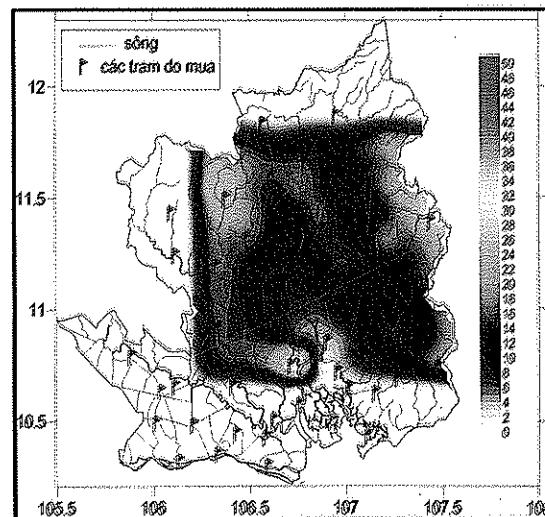
Lượng mưa thực đo ngày 12/07/2011 (a1)



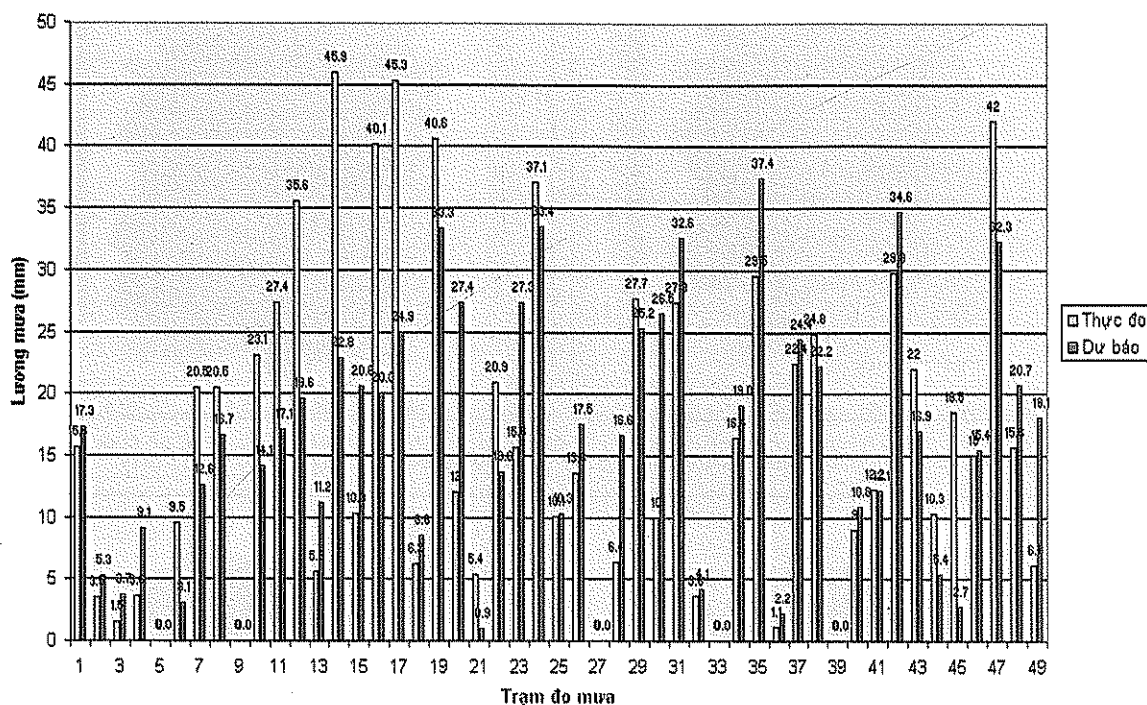
Lượng mưa dự báo 13/07/2011 theo sơ đồ 3 (hình 3b)



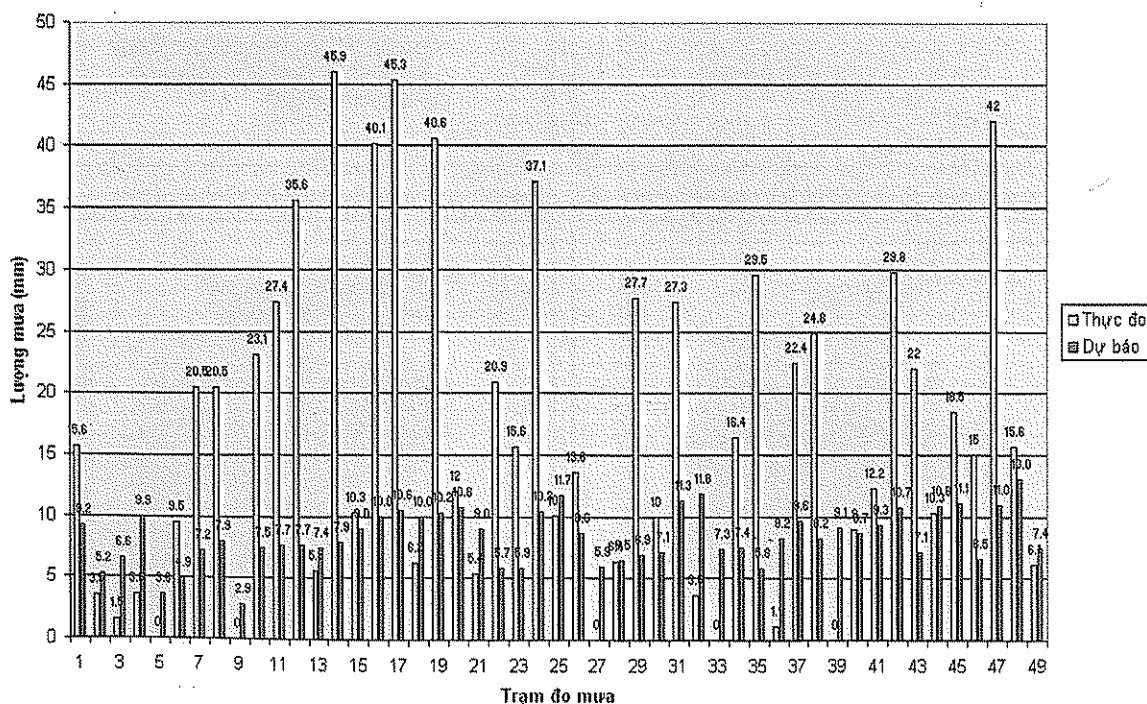
Lượng mưa thực đo ngày 13/07/2011 (b1)



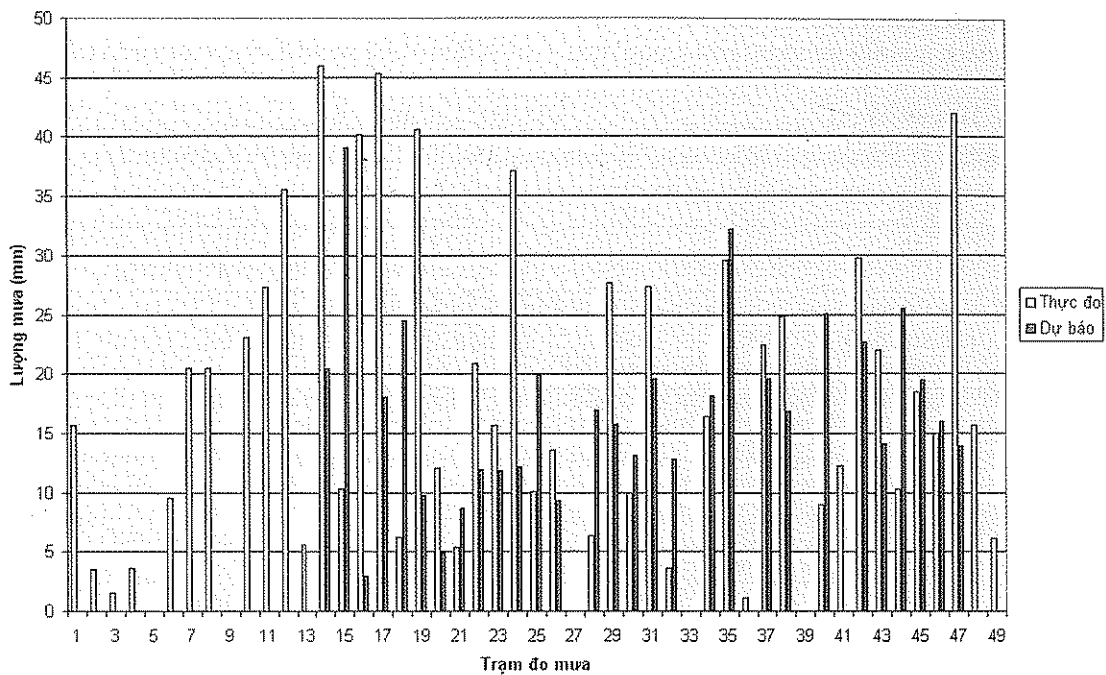
Biểu đồ lượng mưa thực đo và dự báo ngày 12/07/2011 theo sơ đồ 1



Biểu đồ lượng mưa thực đo và dự báo ngày 12/07/2011 theo sơ đồ 2



Biểu đồ lượng mưa thực đo và dự báo ngày 12/07/2011 theo sơ đồ 3



e. Phương pháp đánh giá

Hiện nay, có nhiều phương pháp đánh giá sản phẩm mô hình số, trong nghiên cứu này tôi sử dụng phương pháp đánh giá định lượng bằng các chỉ

số thống kê. Đánh giá thống kê các biến liên tục là số đo sự tương ứng giữa giá trị dự báo và giá trị quan trắc. Phương pháp đánh giá thống kê dựa vào mômen bậc nhất hay bậc hai trong đó phổ biến sử dụng các chỉ số sau:

- Sai số trung bình (ME):

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F - O)$$

- Sai số trung bình tuyệt đối (MAE):

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F - O|$$

- Sai số bình phương trung bình quân phương (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F - O)^2}$$

Các ký hiệu được sử dụng trên đây gồm: F là dự báo, O là quan trắc, N là tổng số trường hợp (theo pha hay toàn bộ).

Dưới đây trình bày kết quả đánh giá kỹ năng dự báo của mô hình đối với yếu tố thời tiết cơ bản là lượng mưa tích lũy 24h, 48h, 72h. Số liệu mưa (50 trạm) quan trắc thực tế được trích xuất tương ứng với thời gian dự báo của mô hình. Việc đánh giá sai số của mô hình dựa trên các chỉ số thống kê được tính căn cứ

vào các chuỗi số liệu quan trắc và dự báo. Số liệu quan trắc được thu thập từ mạng lưới trạm trên khu vực, còn số liệu dự báo được nội suy từ các trường dự báo về vị trí trạm khi sử dụng phần mềm GrADS. Lượng mưa tích lũy được tính theo hạn dự báo, tức là với hạn dự báo 24h thì lượng mưa tích lũy từ 0 - 24h.

Có thể nhận thấy chỉ số ME < 0 trong 2 thời hạn dự báo, nhưng thời hạn dự báo 72h thì chỉ số ME > 0, điều này có nghĩa là lượng mưa dự báo của mô hình theo

sơ đồ 1 thấp hơn lượng mưa quan trắc. Hạn dự báo 24h chỉ số ME là -1,01 mm và giảm -1,34 mm ở hạn dự báo 48h. Sai số bình phương trung bình RMSE lớn hơn so với MAE ở tất cả các hạn dự báo, nó phản ánh một thực tế khách quan là sai số dự báo lượng mưa

biến động khá mạnh. Tỷ số giữa sai số MAE với giá trị trung bình quan trắc từ 0,37 đến 1,23, điều đó cho thấy sai số dự báo lượng mưa của mô hình chỉ bằng 37% đến 123% so với lượng mưa quan trắc.

Hạn dự báo (theo sơ đồ 1)	Các đặc trưng thống kê			
	ME	MAE	RMSE	Tỷ số MAE/trung bình
24h	-1,01	6,35	8,69	0,37
48h	-1,34	10,07	12,62	0,81
72h	5,34	11,16	13,29	1,23

Hạn dự báo (theo sơ đồ 2)	Các đặc trưng thống kê			
	ME	MAE	RMSE	Tỷ số MAE/trung bình
24h	-8,39	11,24	15,14	0,67
48h	0,77	10,03	11,67	0,81
72h	0,97	7,99	9,60	0,88

Hạn dự báo (theo sơ đồ 3)	Các đặc trưng thống kê			
	ME	MAE	RMSE	Tỷ số MAE/trung bình
24h	-6,61	11,53	15,56	0,69
48h	-3,77	11,05	14,45	0,89
72h	-0,47	10,73	13,01	1,19

3. Kết luận

Sau khi thử nghiệm áp dụng mô hình WRF với 3 sơ đồ để dự báo 3 ngày mưa trên lưu vực sông Đồng Nai (12 đến ngày 14/07/2011) chúng tôi có nhận xét như sau:

- Mô hình WRF đã dự báo tương đối chính xác về

diện mưa của 3 ngày được chọn để thử nghiệm. Tuy nhiên, lượng mưa dự báo của mô hình luôn có xu hướng nhỏ hơn lượng mưa quan trắc thực tế.

- Trong 3 sơ đồ tham số hóa đối lưu đã thử nghiệm, sơ đồ 1 (sơ đồ Kain Fritsh) cho dự báo ổn định hơn so với 2 sơ đồ còn lại.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Tân Tiến: Dự báo thời tiết bằng phương pháp số trị.- NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 1997.
2. Kiều Thị Xin và CTV. Nghiên cứu ứng dụng bộ mô hình số trị khu vực cho dự báo chuyển động của bao ở Việt Nam.- Báo cáo tổng kết đề tài KHCN độc lập cấp Nhà nước, Hà Nội, 2002, 184tr
3. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc (1993): Khí hậu Việt Nam. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
4. Nguyễn Đức Ngũ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004), Khí hậu và Tài nguyên khí hậu Việt Nam, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
5. Trần Gia Khánh (1998), Hướng dẫn nghiệp vụ dự báo thời tiết, Trung tâm Quốc gia Dự báo Khí tượng Thủy văn, Hà Nội.
6. Trần Tân Tiến, Nguyễn Đăng Quế (2002), Xử lý số liệu Khí tượng và dự báo thời tiết bằng phương pháp thống kê vật lý, NXB ĐHQG, Hà Nội.
7. Trần Công Minh (2001), Khí tượng Synop, NXB ĐHQG, Hà Nội.
8. Hoàng Đức Cường (2004), "Nghiên cứu thử nghiệm mô hình quy mô vừa MM5 vào dự báo hạn ngắn ở Việt Nam". Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ, 147 trang.
9. Hoàng Đức Cường (2008), "Nghiên cứu thử nghiệm dự báo mưa lớn ở Việt Nam bằng mô hình MM5". Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ.
10. Nguyễn Lê Dũng, Phan Văn Tân (2008), "Thử nghiệm ứng dụng hệ thống WRF-VAR kết hợp ban đầu hóa xoáy dự báo quỹ đạo bão trên khu vực biển Đông".
11. Vũ Thanh Hằng (2008), "Nghiên cứu tác động của tham số hóa đối lưu đối với dự báo mưa bằng mô hình HRM ở Việt Nam".
12. Bùi Hoàng Hải, Phan Văn Tân, Nguyễn Minh Trường, "Nghiên cứu lý tưởng sự tiến triển của xoáy thuận nhiệt đới bằng mô hình WRF".