

ĐÁNH GIÁ TRƯỜNG MƯA DỰ BÁO CỦA MÔ HÌNH WRF

CN. Nguyễn Hữu Thành¹, CN. Trương Anh Sơn², TS. Dương Hồng Sơn²

¹Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

²Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Sau khi có được kết quả dự báo của mô hình WRF, việc xác định xem chất lượng dự báo của mô hình phải được thông qua việc đánh giá kết quả dự báo của mô hình so với thực tế. Báo cáo trình bày kết quả dự báo trường mưa của mô hình WRF từ ngày 8/10/2005 trong khoảng thời gian dự báo là 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ thí nghiệm ban đầu cho miền tính bao trùm Việt Nam và những đánh giá của những kết quả này so với thực tế.

1. Mở đầu

Mô hình WRF (The Weather Research and Forecasting model) là một hệ thống dự báo thời tiết bằng phương pháp số quy mô vừa, nó được thiết kế để phục vụ cho cả công tác dự báo lẫn nghiên cứu khí quyển. WRF có thể được sử dụng để mô phỏng và dự báo các quá trình khí quyển có quy mô từ vài mét đến hàng nghìn km. Mô hình WRF có nhiều đặc tính ưu việt, chẳng hạn WRF có một hệ thống đồng hoá số liệu biến phân 3 chiều (3DVAR) và một cấu trúc phần mềm cho phép các hệ thống tính toán có thể song song cùng thực hiện. Ngoài ra, WRF cũng cho phép các nhà nghiên cứu có khả năng thực hiện những mô phỏng sử dụng số liệu thực tế hoặc lý tưởng hoá. WRF ra đời là kết quả của sự hợp tác nghiên cứu giữa Trung tâm nghiên cứu khí quyển Quốc gia Hoa Kỳ (NCAR, The National Center for Atmospheric Research), Cơ quan quản lý khí quyển và đại dương Quốc gia (The National Oceanic and Atmospheric Administration), Trung tâm dự báo môi trường Quốc gia (NCEP, The National Center for Environment Prediction), Phòng thí nghiệm các hệ thống dự báo (FSL, The Forecast Systems Laboratory), Cơ quan thời tiết hàng không (AFWA, The Air Force Weather Agency), Phòng thí nghiệm nghiên cứu của Hải quân, Trường đại học Oklahoma và Cơ quan quản lý hàng không Liên bang (FAA, The Federal Aviation Administration), tất cả các tổ chức này đều thuộc Hoa Kỳ.

2. Các chỉ số đánh giá mưa

Đối với việc đánh giá dự báo mưa, người ta không chỉ quan tâm đến pha xuất hiện của nó mà còn quan tâm đến sự phân bố của lượng mưa. Rất nhiều các chỉ tiêu khác nhau đã được sử dụng trong quá trình đánh giá định lượng và mỗi một chỉ tiêu

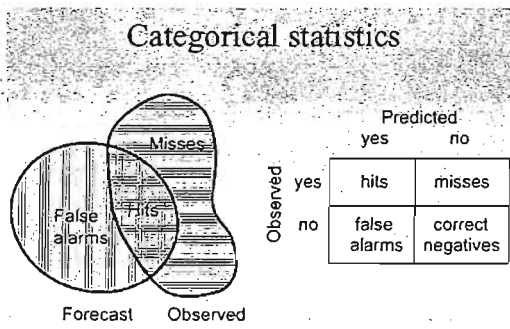
mang một ý nghĩa đặc trưng riêng đối với độ chính xác của dự báo. Trong thử nghiệm này, chúng tôi đã lựa chọn các chỉ số sau để đánh giá kết quả dự báo mưa của mô hình WRF, đó là: CSI (Critical Success Index), POD (Probability of Detection of Event), FAR (False Alarm Rate) và PEC (Percentage Correct). Để tiện cho quá trình theo dõi, trước hết định nghĩa:

- *H* (Hits) là số lần dự báo đúng sự xuất hiện của mưa lớn hơn một ngưỡng được chọn nào đó.

- *F* (False alarms) là số lần dự báo mưa xuất hiện lớn hơn một ngưỡng được chọn nào đó nhưng thực tế không xảy ra.

- *M* (Misses) là số lần mưa thám sát lớn hơn một ngưỡng được chọn nào đó mà mô hình không dự báo được.

- *CN* (Correct Negative) là số lần dự báo đúng không có mưa với từng ngưỡng.



Hình 1. Sơ đồ minh họa phương pháp đánh giá mưa nghiệp vụ

2.1. Phân tích sự biến thiên của chỉ số CSI (Critical Success Index)

Chỉ số CSI được tính bằng tỷ số giữa vùng giao nhau của hai tập số liệu dự báo và thám sát, giá trị của CSI nằm trong khoảng $0 \leq CSI \leq 1$.

$$CSI = \frac{H}{H + F + M} \quad (1)$$

CSI nói lên mức độ trùng khớp giữa vùng mưa dự báo và vùng mưa thám sát. Khi $CSI = 1$ có nghĩa dự báo mưa là hoàn hảo, vùng mưa dự báo trùng với vùng mưa thám sát. Đặc tính của chỉ số này là rất nhạy với các dự báo sự xuất hiện mưa đúng, nhưng nó không quan tâm tới các trường hợp không dự báo được sự xuất hiện của hiện tượng và số lần dự báo sai. Chỉ số này không nói lên nguồn gốc của sai số dự báo. Trong các mùa khác nhau, CSI bị ảnh hưởng bởi tần suất khí hậu của hiện tượng.

2.2. Chỉ số POD (Probability of Detection of Event)

Chỉ số POD được tính bằng tỷ số giữa số dự báo đúng xuất hiện mưa lớn hơn một ngưỡng chọn trước nào đó trên tổng số lần thám sát có mưa.

$$POD = \frac{H}{H + M} \quad (2)$$

Điều đó có nghĩa là dự báo đúng bao nhiêu phần trăm so với thực tế. Giá trị của POD nằm trong khoảng $0 \leq POD \leq 1$ và mô hình dự báo hoàn hảo khi $POD=1$. Cũng tương tự như chỉ số CSI, chỉ số POD rất nhạy khi sự giao nhau giữa vùng dự báo và thám sát là lớn, nhưng lại không quan tâm tới các trường hợp không dự báo được sự xuất hiện của hiện tượng và số lần dự báo sai, POD cũng bị ảnh hưởng bởi tần suất khí hậu khi xét trong các mùa khác nhau. Có thể cải tiến bằng cách cho nhiều dự báo có, để tăng phần giao nhau giữa vùng dự báo và thám sát, khi đó POD sẽ tăng lên.

2.3. Chỉ số FAR (False Alarm Rate)

Chỉ số FAR cho biết dự báo sai sự xuất hiện mưa với ngưỡng tùy chọn chiếm bao nhiêu phần trăm trong tổng số lần dự báo:

$$FAR = \frac{F}{H + F} \quad (3)$$

Giá trị của FAR nằm trong khoảng $[0,1]$ và mô hình dự báo hoàn hảo khi FAR bằng 0. FAR rất nhạy đối với vùng báo động sai, không quan tâm đến vùng sự kiện nhỏ. Chỉ số này không quyết định trực tiếp đến chất lượng dự báo và thường được dùng kết hợp với chỉ số POD.

2.4. Chỉ số PEC (Percentage Correct)

Chỉ số PEC được tính bằng tỷ số giữa tổng số lần dự báo đúng trên tổng số lần dự báo. Khác với POD, PEC phản ánh khả năng dự báo đúng của mô hình cho cả 2 trường hợp dự báo xuất hiện hoặc không xuất hiện mưa lớn hơn một ngưỡng nào đó.

$$PEC = \frac{H + CN}{H + F + M + CN} \quad (4)$$

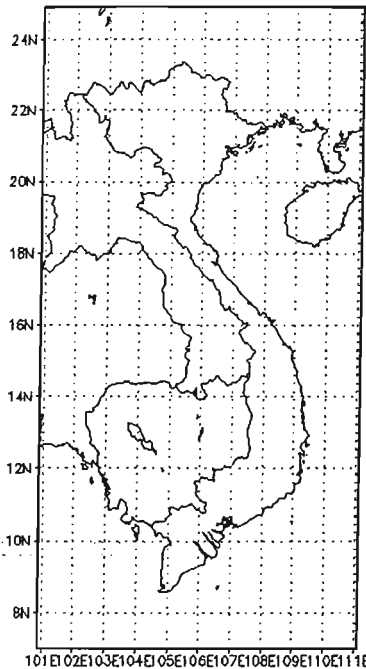
Giá trị của PEC nằm trong khoảng $0 \leq PEC \leq 1$. Khi $PEC=1$, nghĩa là dự báo hoàn hảo.

3. Đánh giá trường mưa báo từ mô hình WRF

3.1. Miền tính

Với mục đích dự báo chất lượng không khí cho toàn Việt Nam, mà đầu vào cho các mô hình không khí là mô hình WRF vì vậy chúng tôi lựa chọn miền tính ở đây bao trùm toàn bộ khu vực Việt Nam. Độ phân giải lưới theo phương ngang được sử

dụng ở đây là 6km với 139x290 nút lưới tương ứng theo chiều vĩ tuyến và kinh tuyến (hình 2).

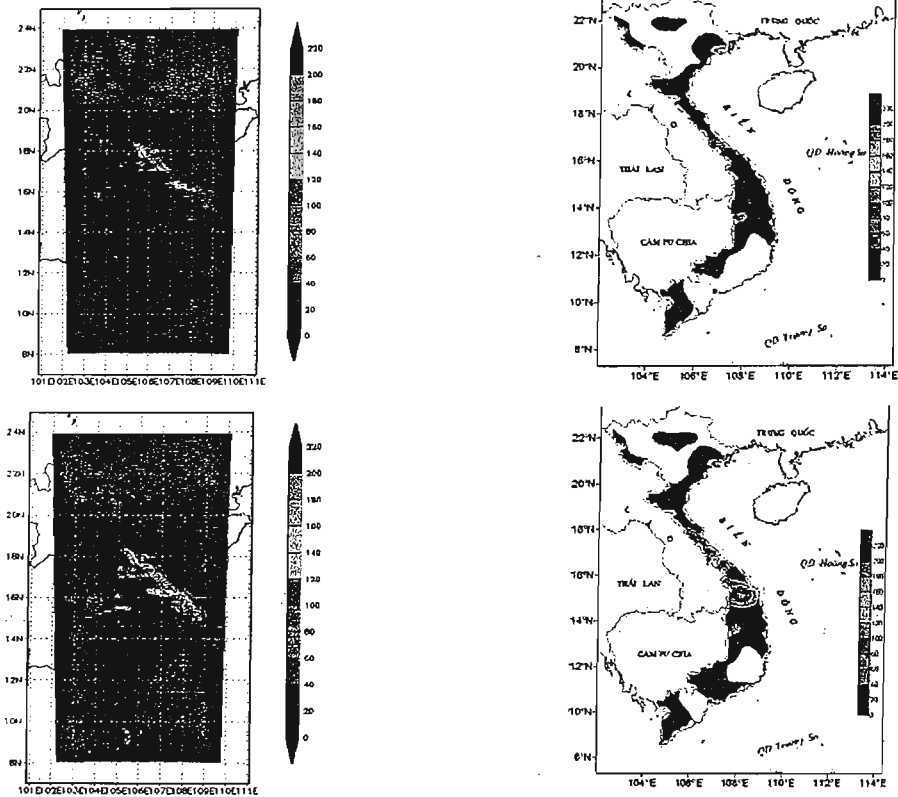


Hình 2. Miền tích phân của mô hình WRF

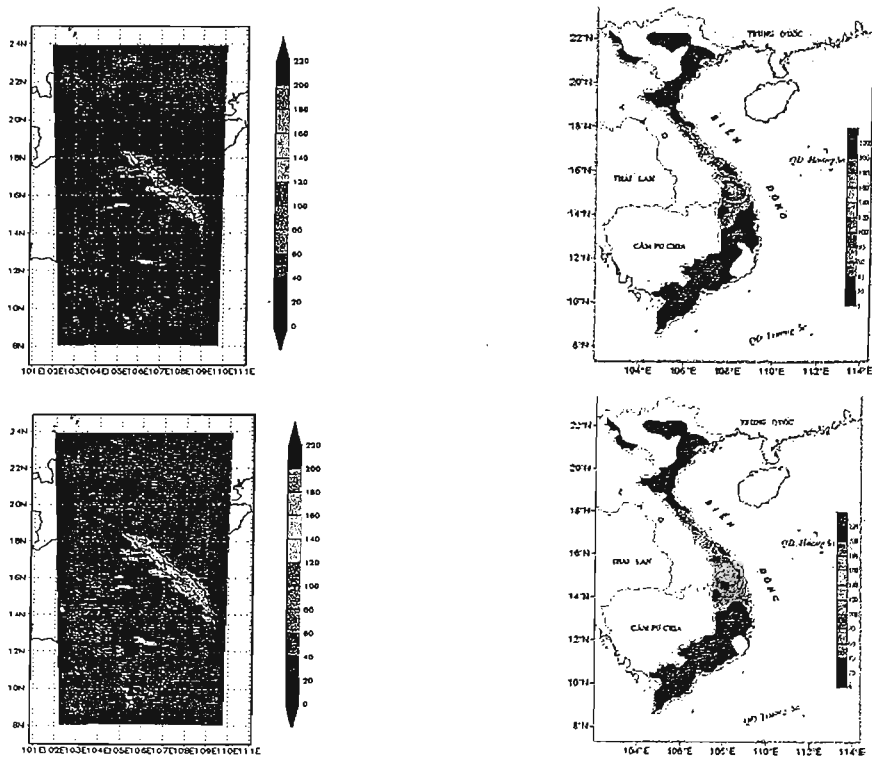
3.2. Đánh giá thử nghiệm kết quả dự báo trường mưa từ ngày 8/10/2005

So sánh kết quả dự báo và quan trắc của lượng mưa tích lũy trong khoảng thời gian 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ (hình 3 và 4) cho thấy, giữa vùng mưa quan trắc và mưa mô hình có tương quan rất lớn. Tổng quan cho thấy lượng mưa dự báo lớn hơn so với thực tế, song vùng mưa và diện mưa thì tương đối phù hợp.

Để đánh giá kết quả dự báo, chúng tôi đã sử dụng 4 chỉ số đánh giá đó là chỉ số CSI (Critical Success Index), POD (Probability of Detection of Event), FAR (False Alarm Rate) và PEC (Percentage Correct). Như chúng ta đã biết, có nhiều cách để đánh giá kết quả của một mô hình số, trong đó việc sử dụng các chỉ số biểu diễn mối quan hệ giữa vùng mưa, diện mưa và lượng mưa,... cũng là một phương pháp đánh giá đang phổ biến hiện nay. Tuy nhiên, do sự không đồng nhất về chuỗi số liệu, về độ phân giải mô hình và khoảng cách giữa các trạm quan trắc, cho nên, để đánh giá được chính xác sản phẩm của mô hình cũng thật không đơn giản. Để đồng nhất số liệu quan trắc và số liệu dự báo của mô hình, chúng tôi đã nội suy số liệu từ lưới của mô hình về vị trí các trạm quan trắc. Song, đây lại là một trong những nguyên nhân dẫn đến sai số trong đánh giá, bởi mạng lưới quan trắc của nước ta còn rất ít đặc biệt là khu vực Trung Bộ và Nam Bộ. Vì thế, kết quả đánh giá mà chúng tôi đưa ra ở đây cũng chỉ mang tính chất tương đối về chất lượng dự báo của mô hình.



Hình 3. Bản đồ dự báo (hình trái) và quan trắc (hình phải) lượng mưa tích lũy (tương ứng từ trên xuống dưới) trong khoảng thời 6 giờ, 12 giờ từ ngày 8/10/2005



Hình 4. Bản đồ dự báo (hình trái) và quan trắc (hình phải) lượng mưa tích lũy (tương ứng từ trên xuống dưới) trong khoảng thời 18 giờ, 24 giờ từ ngày 8/10/2005

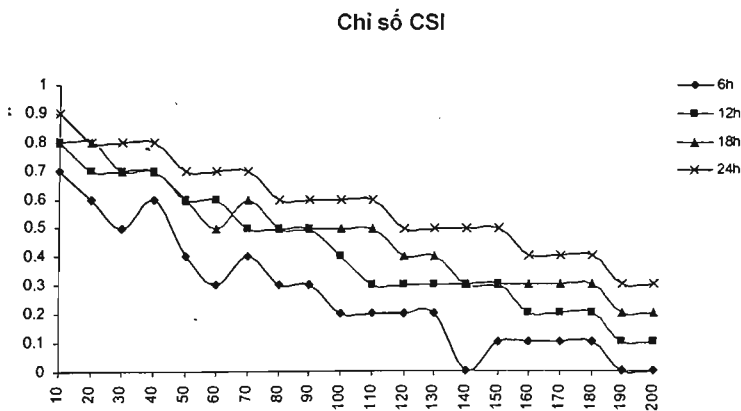
Để tiến hành đánh giá, chúng tôi thực hiện hoà hợp hai tập số liệu thám sát và mô hình thành một file đầu vào, sau đó viết chương trình tính toán các chỉ số đánh giá trên cho 20 ngưỡng mưa từ 10 mm đến 200 mm. Các hình vẽ 5, 6, 7 và 8 minh họa các kết quả tính toán cho từng chỉ số nêu trên.

Dựa vào hình 5 ta thấy CSI giảm dần khi lượng mưa tích lũy sau 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ tăng dần từ ngưỡng 10 mm đến ngưỡng 200 mm. Thời gian mưa tích lũy càng dài thì chỉ số CSI càng cao. Với các ngưỡng mưa từ 10 đến 50mm thì chỉ số CSI là 0.7 đến 0.9 chứng tỏ mưa mô hình và quan trắc là gần trùng khớp. Với các ngưỡng mưa từ 150 đến 200 mm chỉ số CSI chỉ còn là 0.3 đến 0.4, cho thấy mức độ chính xác của dự báo đã giảm đi một nửa. Vì vậy với ngưỡng mưa nhỏ và vừa thì vùng mưa dự báo là tương đối phù hợp, còn đối với ngưỡng mưa lớn thì vùng dự báo không chính xác bằng dự báo vùng mưa nhỏ và vừa.

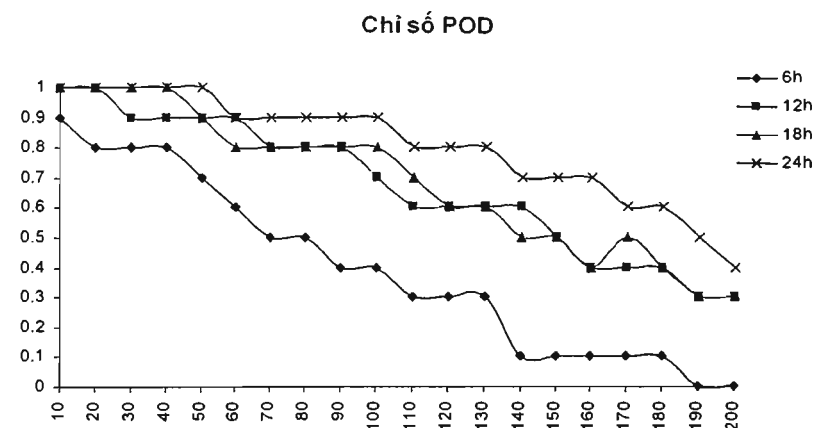
Dựa vào hình 6 cho thấy: chỉ số POD giảm dần khi lượng mưa tích lũy 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ tăng từ 10 đến 200 mm. POD tăng dần cùng với sự tăng của lượng mưa tích lũy 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ.

Hình 7 chỉ ra rằng chỉ số FAR tăng dần khi ngưỡng mưa tăng, tức là số lần mô hình dự báo sai sự xuất hiện của mưa lớn hơn một ngưỡng nào đó trong thực tế càng nhiều. Ứng với lượng mưa tích lũy 24 giờ, độ chính xác của dự báo giảm dần từ 90% ở ngưỡng mưa 10 mm đến 40% ở ngưỡng 200 mm. Chất lượng dự báo mưa tăng cùng với sự tăng của lượng mưa tích lũy 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ.

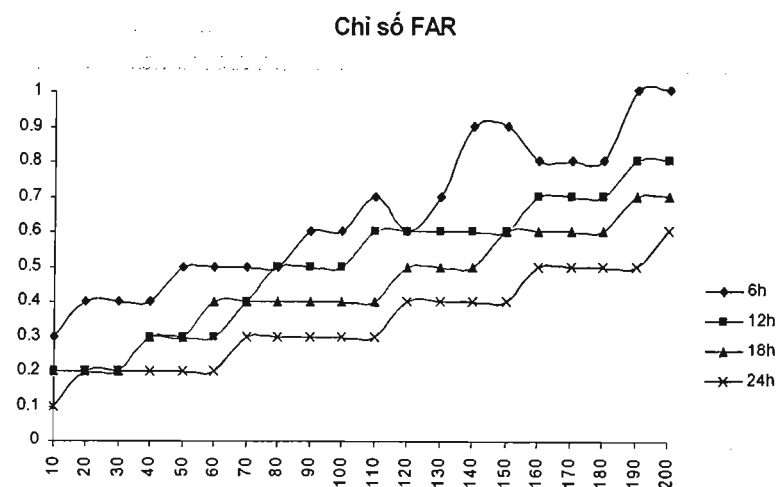
Phân tích hình 8 cho thấy PEC giảm dần theo sự tăng của ngưỡng mưa. Với lượng mưa tích lũy 24 giờ, PEC giảm từ 0.9 tại các ngưỡng nhỏ hơn hoặc bằng 10 mm xuống còn 0.6 tại các ngưỡng 150 - 200 mm, tức là độ chính xác của dự báo giảm dần từ 100% xuống còn 60%. Ứng với lượng mưa tích lũy 6 giờ, 12 giờ và 18 giờ, chỉ số này có sự dao động tăng giảm.



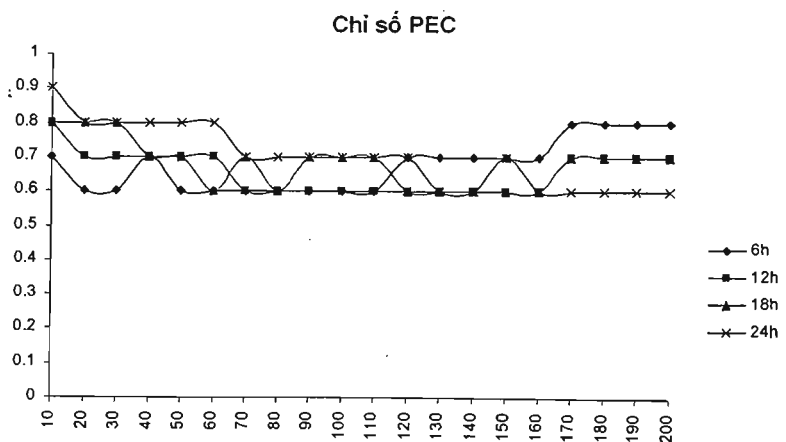
Hình 5. Chỉ số CSI của các ngưỡng mưa ứng với lượng mưa tích lũy 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ



Hình 6. Chỉ số POD của các ngưỡng mưa ứng với lượng mưa tích lũy 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ



Hình 7. Chỉ số FAR của các ngưỡng mưa ứng với lượng mưa tích lũy 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ



Hình 8. Chỉ số PEC của các ngưỡng mưa ứng với lượng mưa tích lũy 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ

4. Kết luận và kiến nghị

Trong đợt mưa từ ngày 8/10/2005 sau khi so sánh kết quả dự báo và quan trắc của lượng mưa tích lũy trong khoảng thời gian 6 giờ, 12 giờ, 18 giờ và 24 giờ (hình 3.2 và 3.3) cho thấy, giữa vùng mưa quan trắc và mưa mô hình có tương quan rất lớn. Tổng quan cho thấy lượng mưa dự báo lớn hơn so với thực tế, song vùng mưa và diện mưa thì tương đối phù hợp. Chỉ số phản ánh sự trùng khớp về vị trí địa lý giữa hai vùng mưa thám sát và mưa thực tế CSI giảm dần khi lượng mưa sau 6 giờ, 12 giờ 18 giờ và 24 giờ ngày tăng từ 10 mm đến 200 mm. Với ngưỡng mưa nhỏ và vừa thì vùng mưa dự báo là tương đối phù hợp, còn đối với ngưỡng mưa lớn thì vùng dự báo không chính xác bằng dự báo vùng mưa nhỏ và vừa. Các chỉ số FAR và POD cũng phản ánh các nhận xét trên về khả năng dự báo của mô hình. Chỉ số phản ánh khả năng dự báo đúng của mô hình cho cả 2 trường hợp dự báo xuất hiện hoặc không xuất hiện mưa lớn hơn một ngưỡng nào đó (PEC) giảm dần theo ngưỡng mưa. Với lượng mưa tích lũy 24 giờ, PEC giảm từ 0.9 tại các ngưỡng nhỏ hơn hoặc bằng 10 mm xuống còn 0.6 tại các ngưỡng 150 - 200 mm, tức là độ chính xác của dự báo giảm dần từ 100% xuống còn 60%.

Trong tương lai chúng tôi sẽ thử nghiệm dự báo trong thời gian đủ dài để đưa ra kết luận về ưu, nhược điểm chính xác về mô hình. Từ đó sẽ xác định hướng cải tiến mô hình hoặc lựa chọn sơ đồ tham số hoá vật lý phù hợp với Việt Nam. Ngoài ra, cần thiết nghiên cứu áp dụng sơ đồ đồng hoá số liệu ba và bốn chiều để có thể cập nhật những số liệu địa phương nhằm làm tăng chất lượng của trường phân tích ban đầu, dẫn đến có được những kết quả dự báo chính xác hơn.