

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NOAH - MP DỰ BÁO ĐIỀU KIỆN KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

Trần Thị Tâm, Nguyễn Đăng Mậu, Trịnh Hoàng Dương
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 13/11/2023; ngày chuyển phản biện: 14/11/2023; ngày chấp nhận đăng: 5/12/2023

Tóm tắt: Mô hình Noah-MP là mô hình bề mặt, được thiết kế để mô phỏng quá trình cân bằng năng lượng và nước ở bề mặt, bao gồm cả chương trình được kết hợp và không kết hợp với mô hình khí quyển, ở các quy mô không gian khác nhau, từ quy mô địa phương tới quy mô toàn cầu, và quy mô thời gian từ dưới ngày tới quy mô thập kỉ. Bài báo bước đầu nghiên cứu ứng dụng mô hình Noah - MP để thử nghiệm dự báo các điều kiện khí tượng nông nghiệp (KTNN) vùng Đồng bằng sông Hồng với hạn dự báo 1 - 3 tháng ở độ phân giải 3 km x 3 km, bao gồm các yếu tố: Nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm không khí, độ ẩm đất. Kết quả dự báo cho thấy: Nhiệt độ trung bình có xu thế tăng từ Tây sang phía ven biển phía Đông; Phân bố lượng mưa không đồng đều theo các tháng, mưa lớn tập trung vào các tháng mùa hè; Độ ẩm không khí không có sự khác biệt nhiều giữa các vùng trong khu vực, độ ẩm thấp nhất xảy ra trong các tháng mùa đông; Dự báo độ ẩm đất phía Tây khu vực thấp hơn phía Đông, độ ẩm đất cao vào các tháng mùa thu và đầu đông, thấp hơn vào mùa xuân và hè. Kết quả nghiên cứu của bài báo sẽ là cơ sở để xây dựng bản tin dự báo KTNN phục vụ xây dựng kế hoạch sản xuất nông nghiệp.

Từ khóa: Mô hình Noah - MP, dự báo điều kiện KTNN.

1. Mở đầu

Ở Việt Nam, nghiên cứu mô hình dự báo khí hậu cơ bản đã được thực hiện từ khá sớm tại nhiều cơ quan đơn vị, như Trung tâm Dự báo Quốc Gia, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Viện Vật lý địa cầu. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu trong nước chủ yếu dừng lại ở việc đưa ra các thông tin dự báo điều kiện khí hậu, chưa đưa ra được thông tin tác động và khuyến cáo, đồng thời các thông tin chưa phân loại theo dạng đối tượng sử dụng. Trong khi đó, hầu hết các mô hình cây trồng hiện nay đang được ứng dụng mô phỏng cây trồng như DSSAT, ORYZA2000 chỉ áp dụng cho từng điểm, vì vậy nó chưa phản ánh được về điều kiện KTNN phân bố theo không gian, và khó khăn cho việc đồng hóa số liệu từ các công nghệ khác như thông tin xác định từ ảnh viễn thám để hiệu chỉnh kết quả đầu ra của các mô hình cây trồng và khó khăn hơn cho việc chỉ đạo sản xuất bởi thiếu thông tin

điều kiện KTNN trực quan và chi tiết trên lưới.

Trong giai đoạn hiện nay các sản phẩm nghiên cứu cần tiếp cận và phục vụ đến người dùng cuối cùng, đáp ứng được nhu cầu thực tiễn đề ra. Trong sản xuất nông nghiệp, việc dự báo được những tác động của khí hậu, thời tiết để có phương án, kế hoạch sản xuất hợp lý, mang lại năng suất cao, tránh được những điều kiện thời tiết bất lợi là rất cần thiết hiện nay.

Trước những nhu cầu đó, việc nghiên cứu ứng dụng mô hình Noah - MP dự báo điều kiện KTNN vùng Đồng bằng sông Hồng trên từng ô lưới với độ phân giải 3 km x 3 km sẽ là một hướng nghiên cứu đổi mới công nghệ trong dự báo KTNN, đáp ứng được nhu cầu thực tiễn.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu nghiên cứu

- Số liệu khí tượng quan trắc tại trạm: Số liệu quan trắc ngày đối với các yếu tố khí tượng (nhiệt độ, lượng mưa, nhiệt độ tối cao và tối thấp, độ ẩm, bốc hơi) trong thời kỳ 2017 - 2021. Số liệu quan trắc được thu thập tại 15 trạm

Liên hệ tác giả: Trần Thị Tâm

Email: trantam1810@gmail.com

quan trắc khí tượng khu vực Đồng bằng sông Hồng (Hình 1).

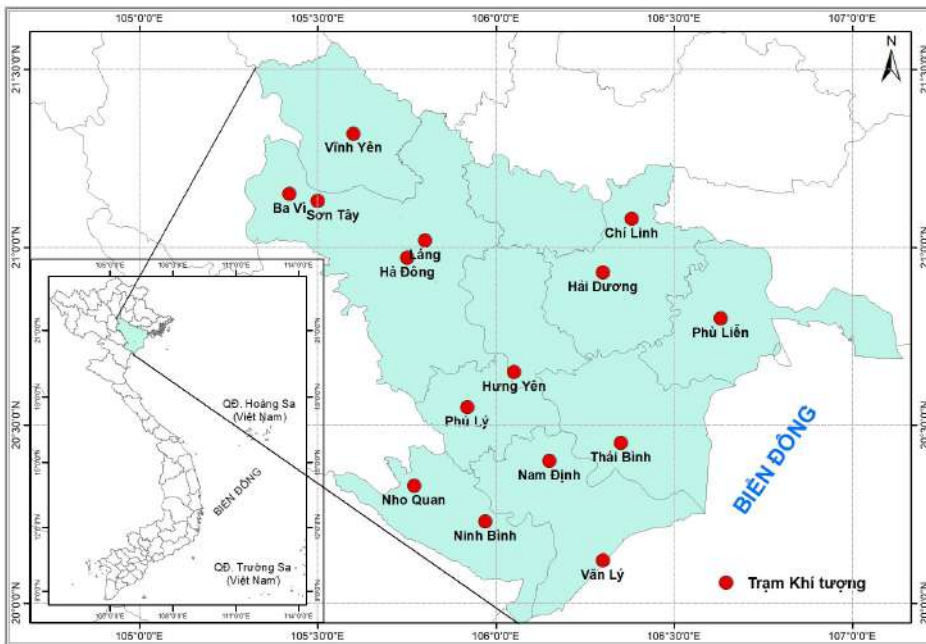
- Số liệu toàn cầu CFS: Được phát triển bởi Trung tâm Dự báo Môi trường Hoa Kỳ (NCEP), các dữ liệu được tải miễn phí và lưu trữ trên máy chủ của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu tại thư mục: /imhen-data/share-imhen/tuanbm/CFS-realtime từ năm 2015 đến 2021. Các trang web truy cập tải dữ liệu [8]:

<https://www.ncei.noaa.gov/data/climate-forecast-system/access/operational-9-month-forecast/6-hourly-flux/>;

<https://www.ncei.noaa.gov/data/climate-forecast-system/access/operational-9-month-forecast/6-hourly-by-pressure/>

- Dữ liệu lớp phủ, sử dụng đất: Bộ dữ liệu sử dụng đất và lớp phủ (Land-Use and Land-Cover LULC) hàng năm độ phân giải 30 m trên toàn Việt Nam thu thập từ Cơ quan Thám hiểm Hàng không Vũ trụ Nhật Bản (JAXA) do P.C. Dương và cộng sự phát triển [5], [6] được sử dụng để xây dựng dữ liệu đầu vào cho miền tính trong mô hình WRF - NOAH MP - CROP.

- Dữ liệu độ ẩm đất: Thu thập dữ liệu độ ẩm đất C3S trong giai đoạn 2017 - 2021 theo tháng, lấy dữ liệu ở đơn vị đo m^3/m^3 từ trang web Dịch vụ Biến đổi khí hậu Copernicus (C3S) của Trung tâm Dự báo thời tiết Châu Âu (ECMWF)[7] (Soil moisture gridded data from 1978 to present (copernicus.eu).



Hình 1. Sơ đồ vị trí trạm quan trắc khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp thu nhỏ quy mô dựa trên vật lý bề mặt đất:

Thu nhỏ quy mô dựa trên vật lý bề mặt đất LSP-DS (Land Surface Physics based Downscaling) là phương pháp được đề tài xây dựng dựa trên mô hình mặt đất offline Noah Multi-Physics (Noah-MP) được phát triển tại NCAR. Nội dung chủ yếu của phương pháp là thu nhỏ quy mô dự báo với phạm vi không gian là vùng Đồng bằng sông Hồng với độ phân giải

được nâng lên lưới 3 km x 3 km.

- Phương pháp đánh giá chất lượng mô hình dự báo:

Có nhiều nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp đánh giá dựa trên các sai số trung bình, sai số tuyệt đối trung bình và sai số quân phương [1], [2], [4]. Bài báo này sử dụng các phương pháp đánh giá dựa trên các sai số trung bình (ME), sai số tuyệt đối trung bình (MAE) và sai số quân phương (RMSE) để đánh giá kỹ năng mô phỏng của mô hình.

Sai số trung bình ME (Mean error)

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)$$

Trong đó: F là giá trị dự báo của mô hình, O là giá trị của quan trắc, $i = 1, 2, \dots, N$ và N là tổng số dự báo hoặc quan trắc của tập số liệu

Sai số tuyệt đối trung bình MAE (Mean absolute error)

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - O_i|$$

Sai số quân phương RMSE (Root mean square error)

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

- Phương pháp hiệu chỉnh sai số BJP:

Về BJP, phương pháp này sử dụng lý thuyết xác suất kết hợp để xây dựng mối quan hệ giữa nhân tố dự báo (mô hình dự báo) và yếu tố dự báo (số liệu quan trắc) [3]. Phân bố xác suất kết hợp được mô hình hóa bằng một hàm phân bố chuẩn song biến (bivariate normal distribution) sau khi chuỗi số liệu đã được chuẩn hóa bằng phép biến đổi log-sinh. Phép biến đổi log-sinh [9], [10], biến đổi chuỗi số liệu mô hình và quan trắc thành một chuỗi mới mà kỳ vọng là sẽ cải thiện được các giá trị ở rất gần 0.

Các bước hiệu chỉnh như sau:

1) Biến đổi giá trị của nhân tố dự báo bằng phép biến đổi log-sinh với các tham số đã biết.

2) Tìm một sự kiện mới h_{new} với điều kiện xác suất của g_{new} đạt cực đại.

3) Biến đổi ngược lại giá trị mô hình với các tham số của yếu tố dự báo.

4) Dựa vào khoảng đã biết để tìm ra giá trị thực của mô hình.

5) Thiết lập các giá trị nhỏ hơn không thành không.

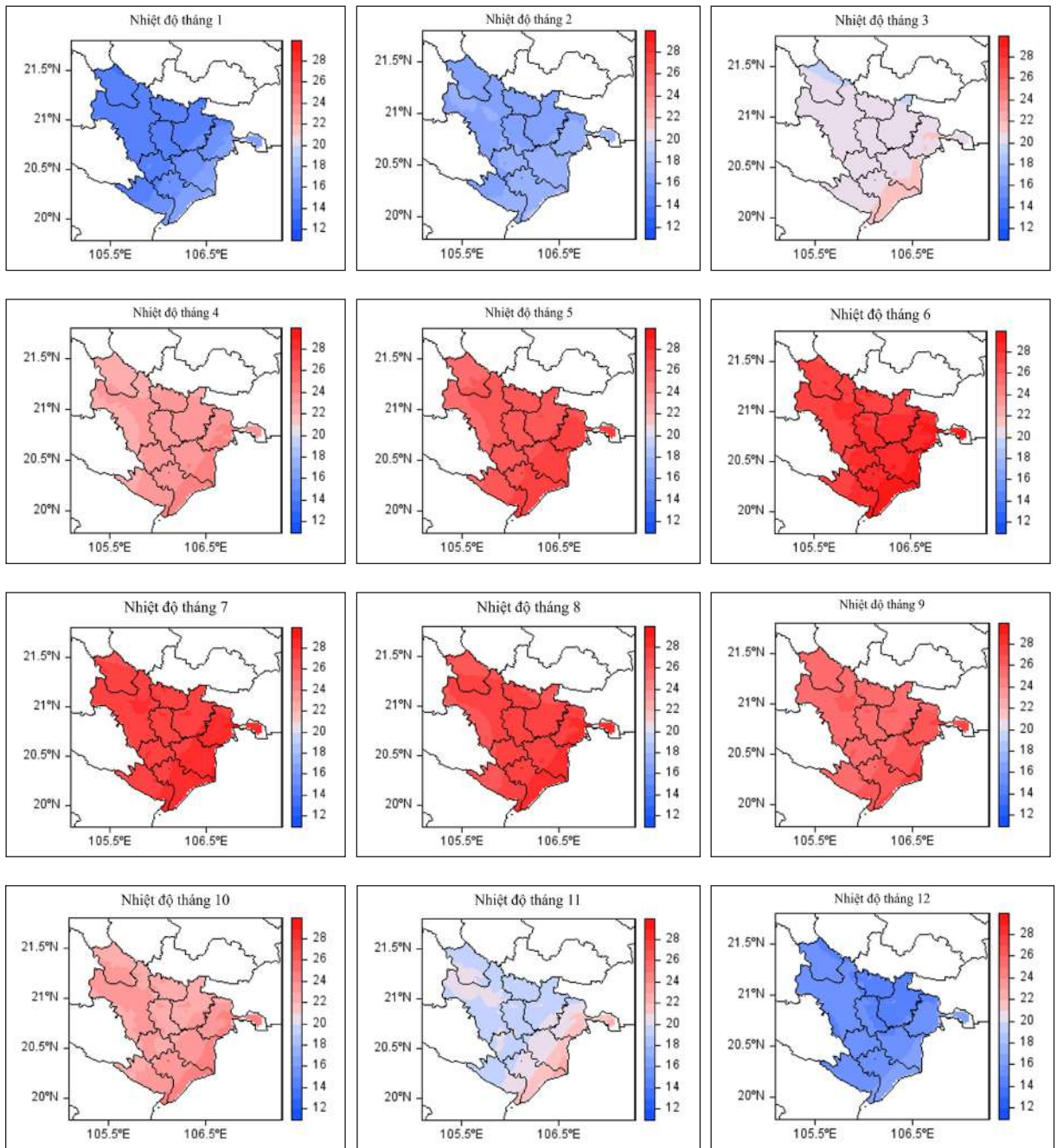
3. Kết quả

Để dự báo điều kiện KTNN, đề tài sử dụng các bước thời gian 1 - 3 tháng nhằm đưa ra các thông tin làm cơ sở cho việc chỉ đạo sản xuất nông nghiệp. Trên cơ sở số liệu và phương pháp nghiên cứu trình bày ở trên bài báo đã đánh giá được một số yếu tố dự báo có liên quan trực tiếp đến quá trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng bao gồm: Nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm không khí, độ ẩm đất. Sau khi hiệu chỉnh mô hình các kết quả được hiển thị như sau:

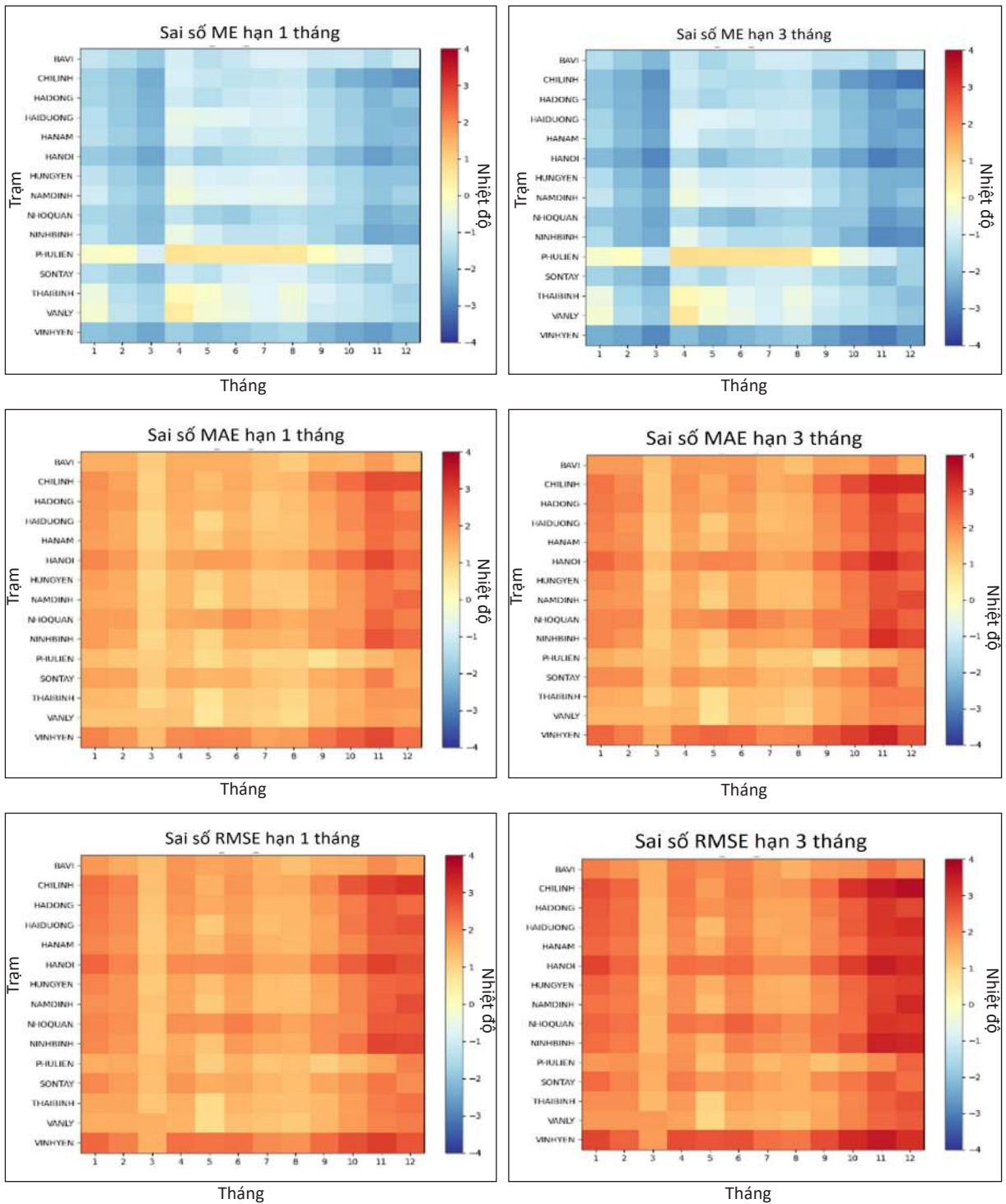
3.1. Dự báo trường nhiệt

Nhiệt độ trung bình ở Đồng bằng Bắc Bộ trong các tháng được dự báo có xu thế tăng từ Tây sang phía ven biển phía Đông; trong đó, sự khác biệt về nhiệt rõ ràng nhất ở phía Đông khu vực. Nền nhiệt cao nhất vào tháng chính hè VI - VII - VIII, phổ biến 27 - 29°C; thấp nhất vào các tháng chính đông, phổ biến dưới 20°C. Phân hóa mùa nóng lạnh phù hợp với TBNN: Mùa nóng kéo dài trong 5 tháng (nhiệt độ trung bình trên 25°C), từ tháng V đến tháng IX; mùa lạnh là 3 tháng I, II và XII (nhiệt độ trung bình dưới 20°C). Riêng tháng X, ở phía Tây khu vực, nhiệt độ đạt ngưỡng mùa lạnh, trong khi đó, ở phía Đông và ven biển, nhiệt độ vẫn ở mức trên 20°C (Hình 2).

Đánh giá mô hình dự báo về nhiệt độ cho thấy, ở cả leadtime 1 và leadtime3, mô hình dự báo thiên âm trong hầu hết các tháng trên đại bộ phận diện tích khu vực; riêng ở Phủ Liễn có dự báo thiên dương rõ rệt vào các tháng IV đến tháng VIII và ở Thái Bình, Văn Lý vào tháng IV. Chỉ số MAE và MRSE nhỏ vào các tháng III, V, VII, VIII trên hầu hết diện tích khu vực và cao vào các tháng X - XII (Hình 3). Như vậy, có thể thấy, mô hình cho dự báo tốt trong các tháng mùa xuân và hè, kém hơn vào mùa thu, đông.



Hình 2. Dự báo trường nhiệt độ các tháng (°C)



Hình 3. Chỉ số đánh giá ME, MAE, RMSE cho dự báo nhiệt độ

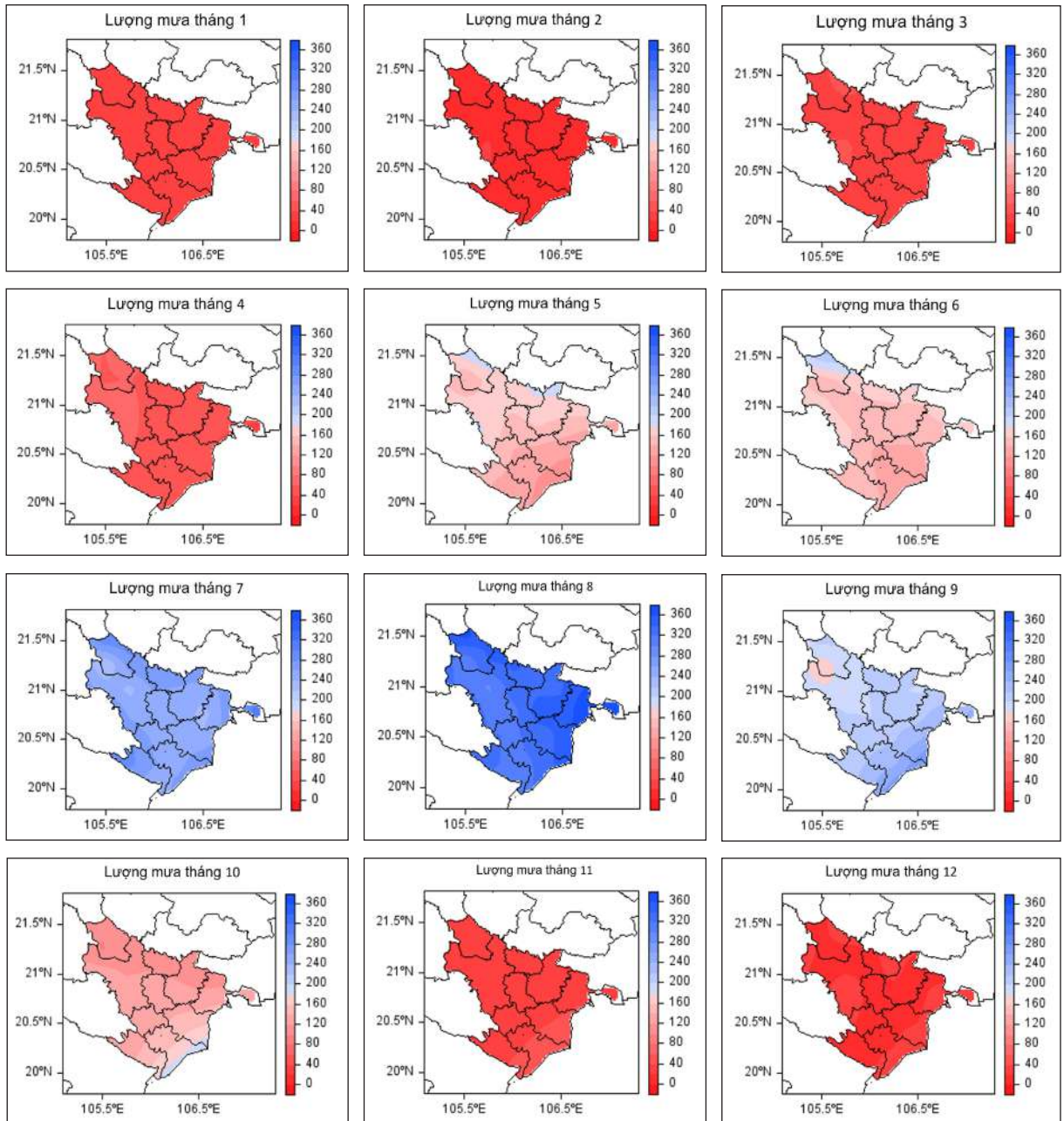
3.2. Dự báo trường mưa

Lượng mưa: Vào các tháng mùa ít mưa, lượng mưa phổ biến dưới 40 mm; riêng tháng IV, lượng mưa phía Tây đạt 70 - 80 mm. Mùa

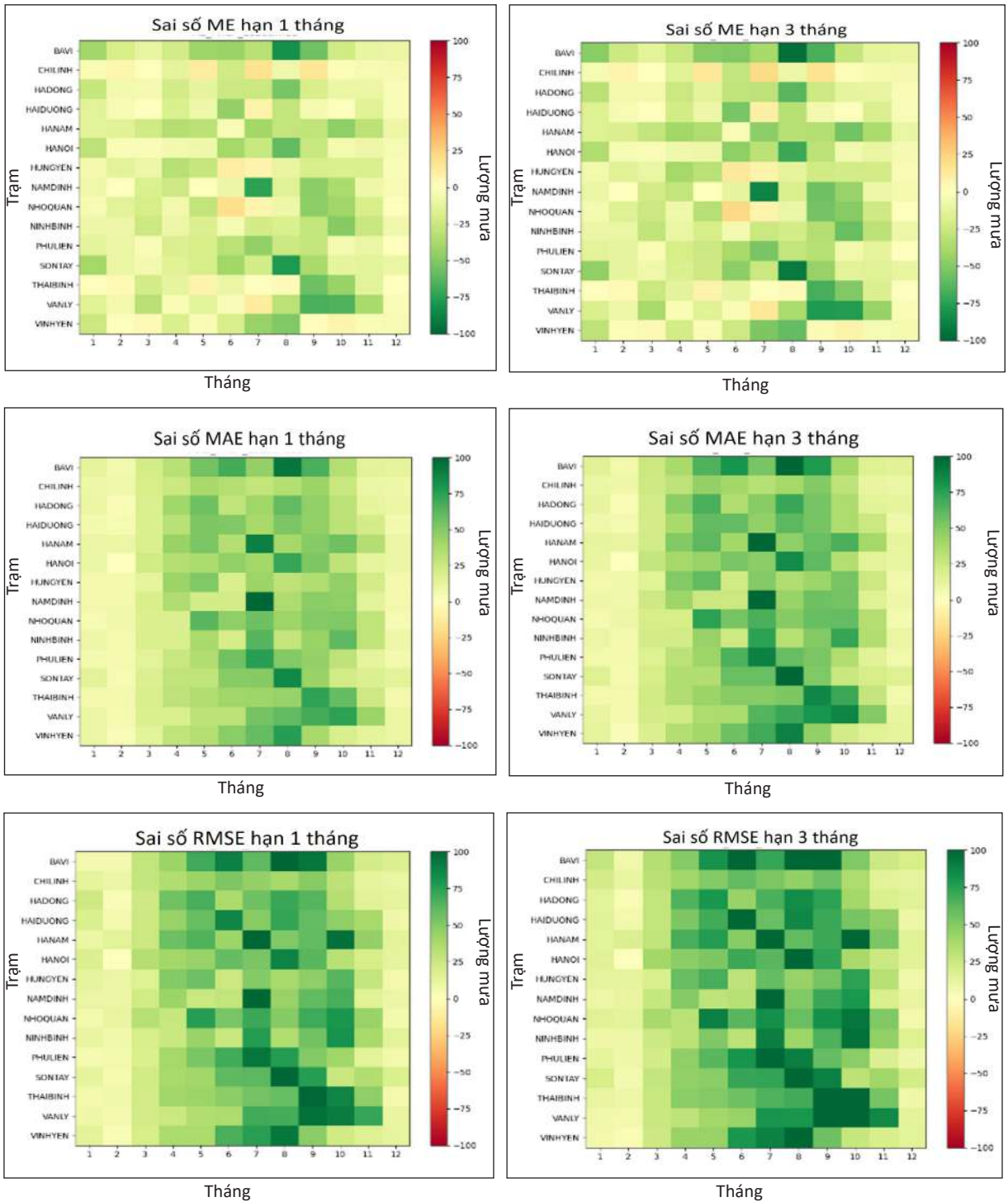
mưa bắt đầu vào tháng V và lượng mưa tăng dần đạt cực đại vào tháng VIII, khoảng 250 - 350 mm. Sự phân hóa lượng mưa giảm dần theo hướng Tây Bắc xuống Đông Nam rõ ràng vào

các tháng V, VI, với lượng mưa dự báo phổ biến 100 - 180 mm/tháng. Trong các tháng VIII-IX-X, lượng mưa có phân bố ngược lại, tăng dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam hoặc từ Đông sang Tây. Lượng mưa tháng IX được dự báo từ 180 - 240 mm; tháng X từ 100 - 180 mm. Riêng tháng VII, không có sự phân hóa rõ ràng giữa các khu vực, lượng mưa dự báo phổ biến 200 - 250 mm (Hình 4).

Đánh giá mô hình dự báo về lượng mưa cho thấy, ở cả leadtime1 và leadtime3, mô hình dự báo thiên âm trong hầu hết các tháng trên đại bộ phận diện tích khu vực; một số nơi có dự báo thiên dương rõ rệt là Chí Linh vào các tháng V, VII, IX, Hưng Yên và Nho Quan vào tháng VI, VII và Văn Lý vào tháng VII (Hình 5). Chỉ số MAE và MRSE nhỏ vào các tháng mùa đông, xuân, cao vào các tháng hè thu.



Hình 4. Dự báo trường mưa cho các tháng (mm)



Hình 5. Chỉ số đánh giá ME, MAE, RMSE cho dự báo lượng mưa

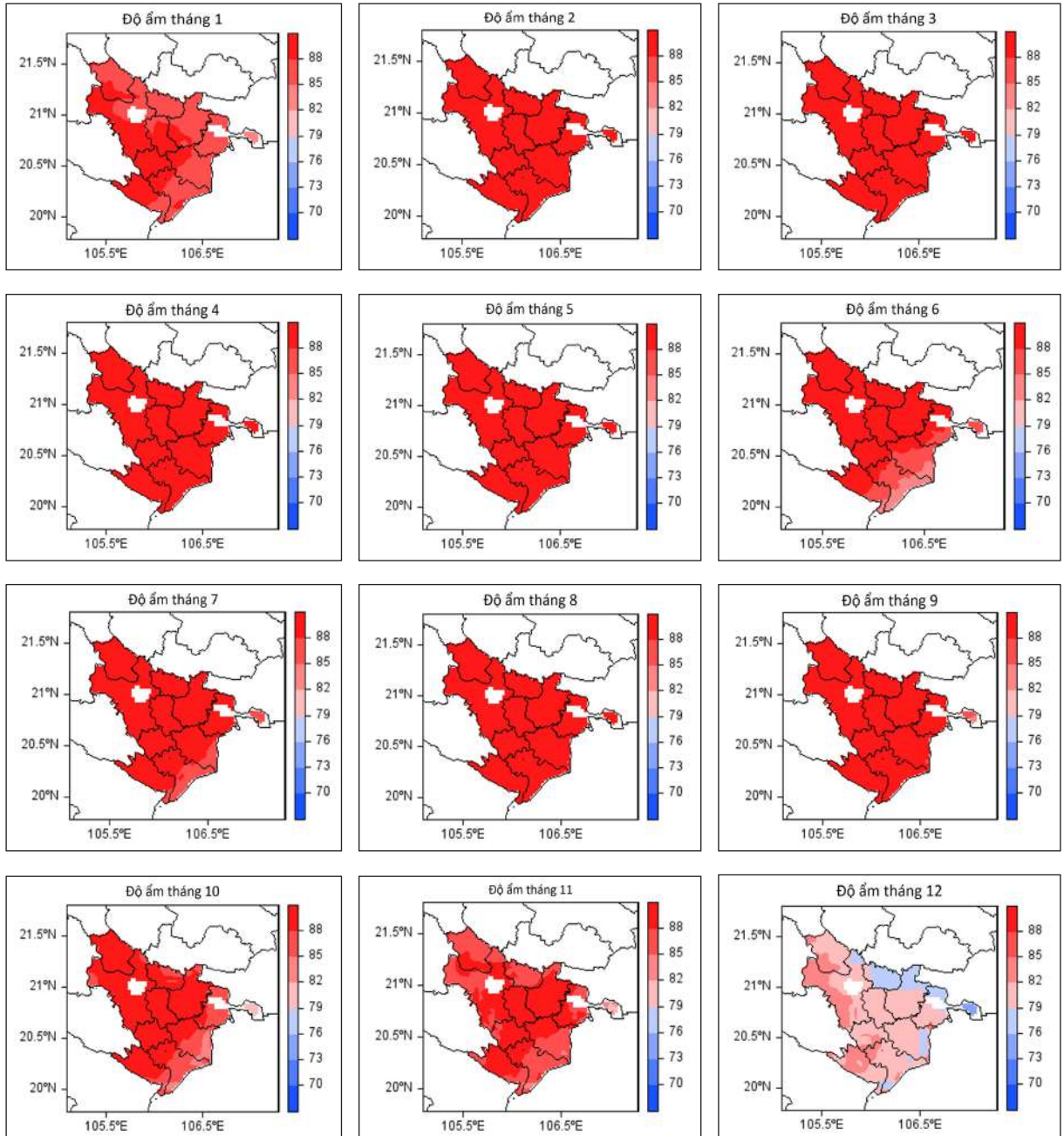
3.3. Dự báo độ ẩm không khí

Độ ẩm không khí: Độ ẩm không khí không có sự khác biệt nhiều giữa các vùng trong khu vực. Vào các tháng II, III, IV, V, VIII, IX, độ ẩm

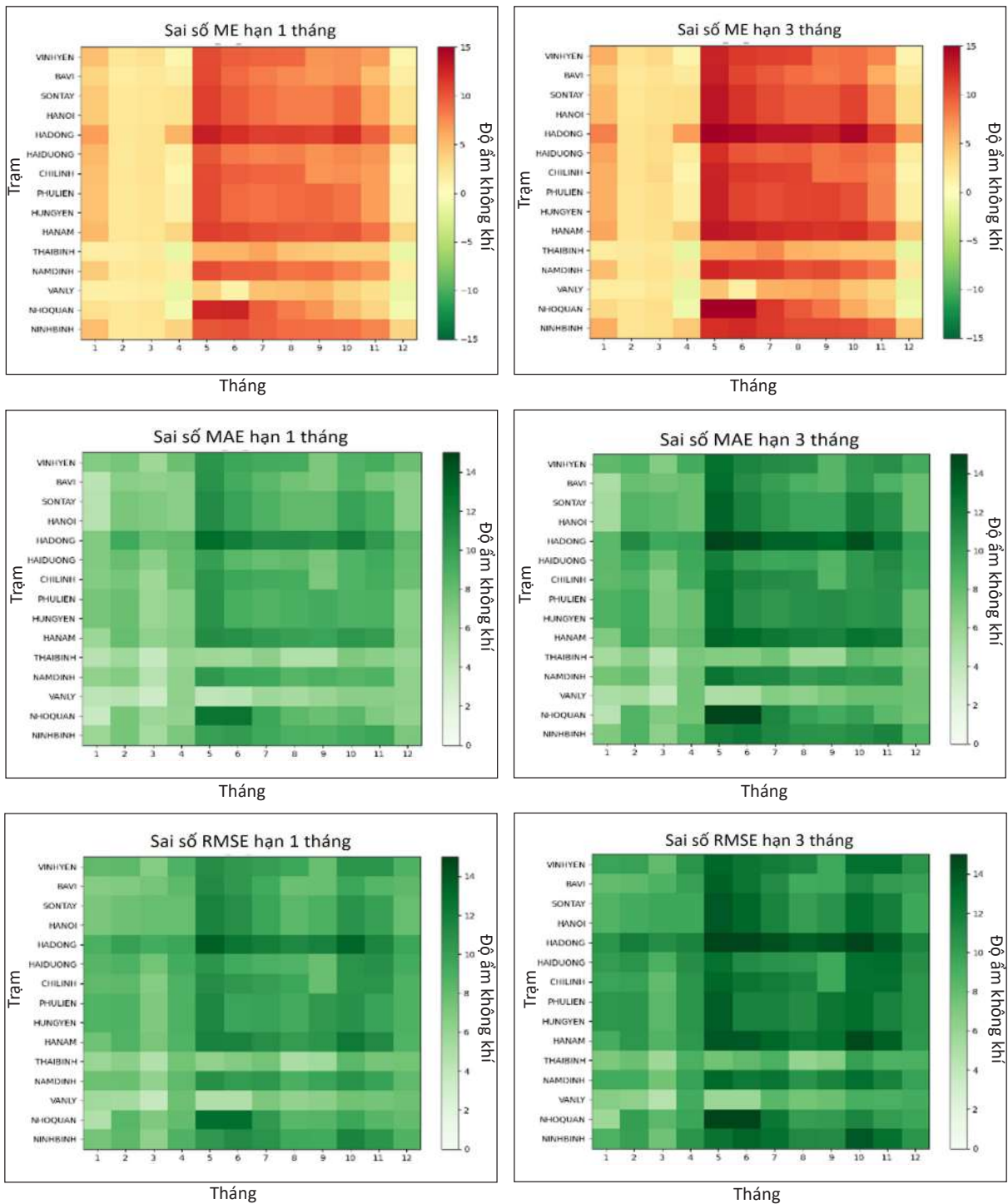
không khí được dự báo trên 88% trên toàn khu vực; tháng I, độ ẩm ở các tỉnh phía Đông và Bắc khu vực thấp hơn một chút so với các tỉnh phía Nam; các tháng VI, VII, X, độ ẩm không khí ở

ven biển thấp hơn; còn trong tháng X, ở vùng trung tâm cao hơn các khu vực xung quanh; tuy nhiên, trị số được dự báo trong các tháng này đều phổ biến ở mức từ 85 đến trên 88%. Riêng tháng XII, độ ẩm không khí thấp nhất trong năm và thấp nhất ở phía Đông Bắc của khu vực, dưới 80% và các khu vực khác là 80 - 85% (Hình 6).

Đánh giá mô hình dự báo về độ ẩm không khí cho thấy, ở cả leadtime 1 và leadtime3, mô hình dự báo thiên dương trong hầu hết các tháng trên hầu khắp diện tích khu vực. Mô hình dự báo độ ẩm không khí tốt vào mùa đông, xuân, với chỉ số MAE và MRSE nhỏ. Trong khu vực này thì trạm Thái Bình và Văn Lý được dự báo tốt hơn cả (Hình 7).



Hình 6. Dự báo trường độ ẩm không khí cho các tháng (%)



Hình 7. Chỉ số đánh giá ME, MAE, RMSE cho dự báo độ ẩm không khí

3.4. Dự báo độ ẩm đất

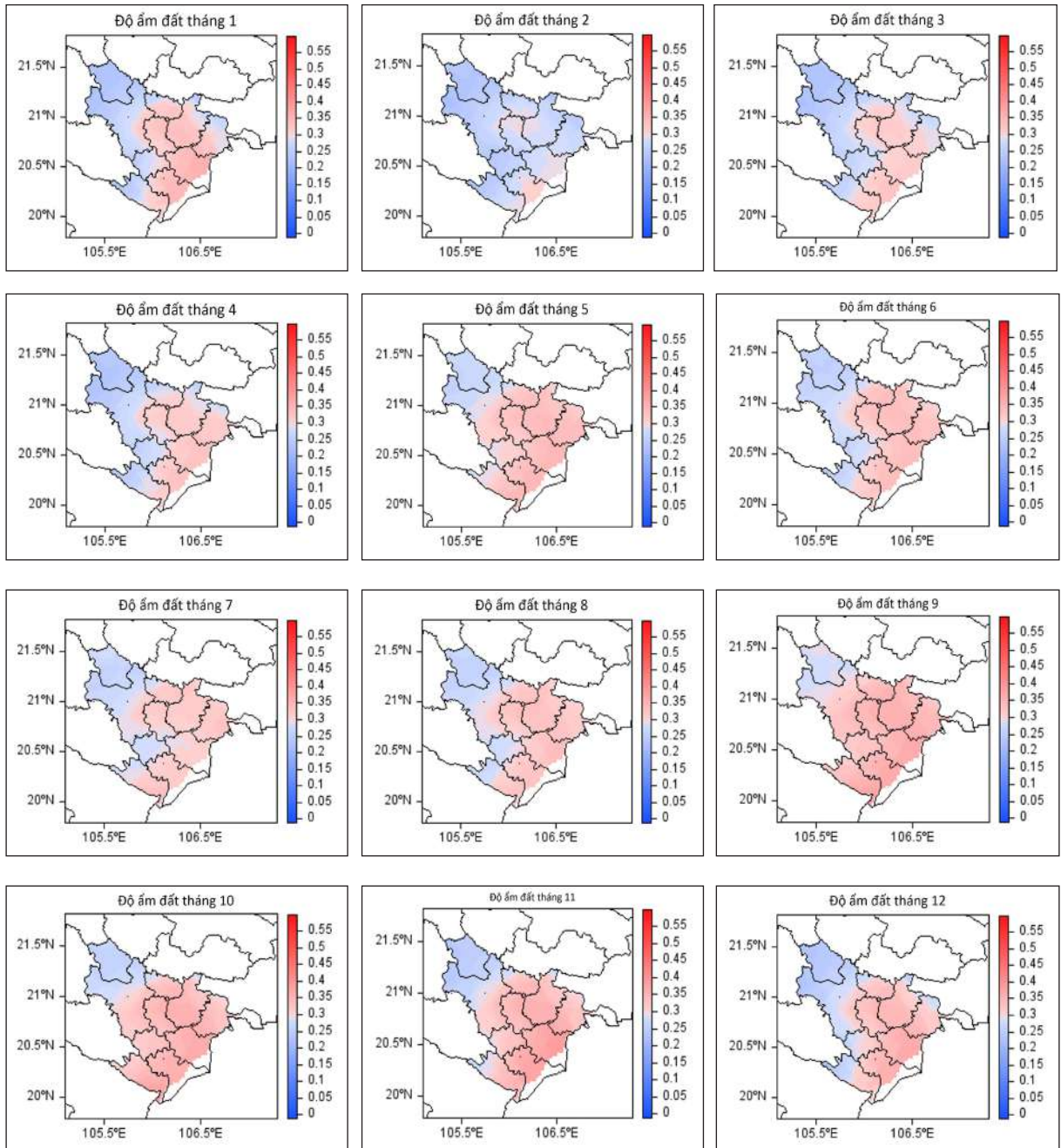
Độ ẩm đất: Dự báo độ ẩm đất phía Tây khu vực thấp hơn phía Đông. Trong các tháng I, III, IV, VI, VII, VIII, độ ẩm có mức khoảng 0,2 đến

0,3 ở Vĩnh Phúc, hầu hết diện tích TP. Hà Nội, Hà Nam, phía Tây Ninh Bình; các khu vực còn lại thuộc phía Đông, độ ẩm đất cao hơn, có mức khoảng 0,3 - 0,4. Trong tháng V, IX, X, XI, XII, diện

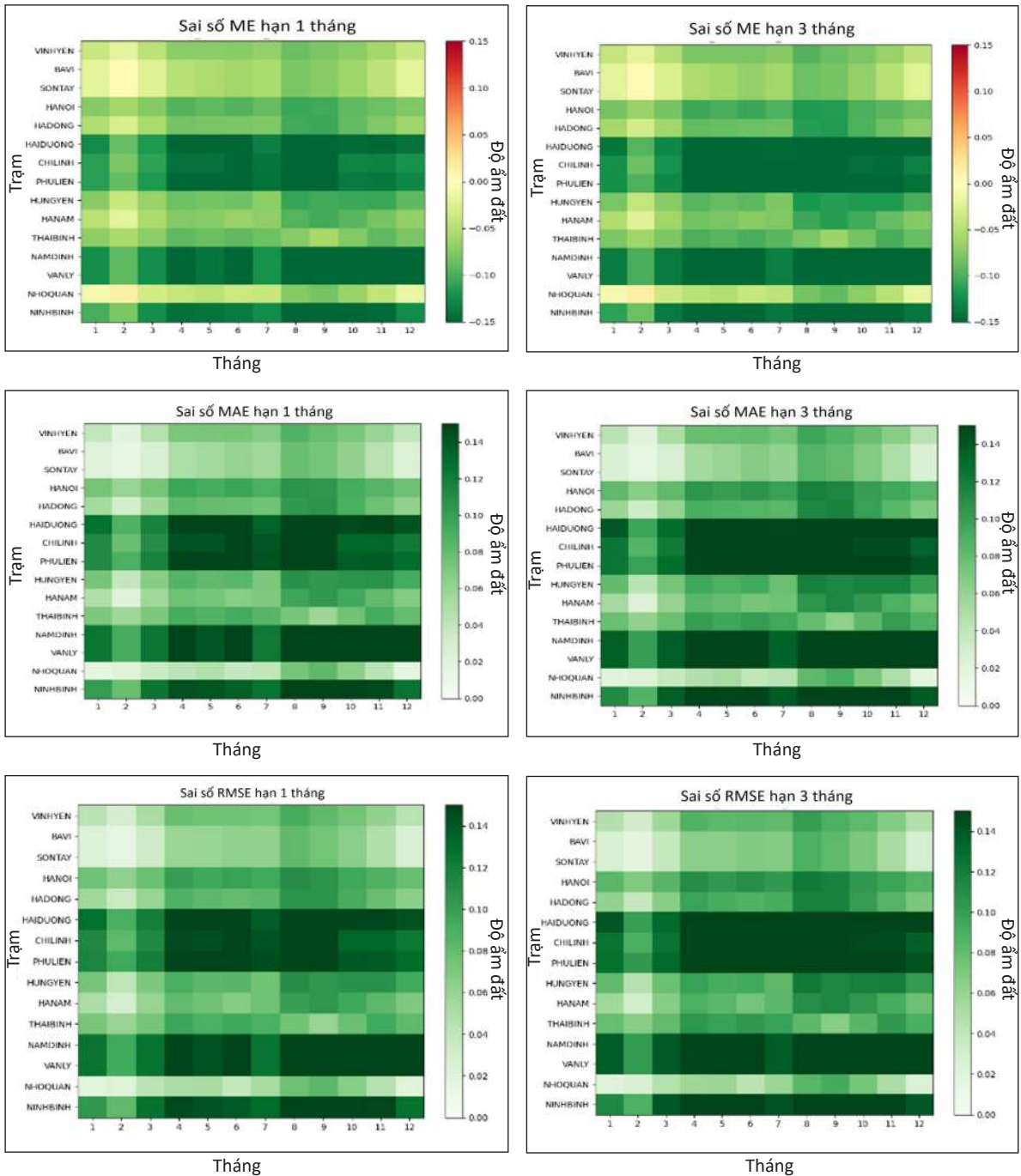
tích đất có độ ẩm ở mức 0,2 - 0,3 được dự báo thu hẹp lại chỉ còn ở Vĩnh Phúc và phía Tây Hà Nội; các vùng khác có độ ẩm đất 0,3 đến 0,45. Riêng tháng II độ ẩm đất được dự báo là thấp nhất trong năm, trên hầu hết diện tích Đồng bằng sông Hồng có độ ẩm dưới 0,3. Như vậy, có thể thấy, độ ẩm đất cao vào các tháng mùa thu và đầu đông, thấp hơn vào mùa xuân và hè

(Hình 8).

Đánh giá mô hình dự báo về độ ẩm đất thấy, ở cả leadtime1 và leadtime3, mô hình dự báo thiên âm trong hầu hết các tháng trên hầu hết khu vực. Mô hình dự báo khá tốt vào tháng II, tiếp đến là tháng III, VII, XII và các trạm có dự báo tốt hơn là Nho Quan, Hà Nam, Ba Vì, Sơn Tây, với chỉ số MAE và MRSE nhỏ (Hình 9).



Hình 8. Dự báo trường độ ẩm đất



Hình 9. Chỉ số đánh giá ME, MAE, RMSE cho dự báo độ ẩm đất

4. Kết luận

Mô hình Noah - MP bước đầu được ứng dụng nghiên cứu tại Việt Nam với bước đầu thử nghiệm dự báo các điều kiện cho vùng Đồng bằng sông Hồng đã đạt được những kết quả khá khả quan.

Nghiên cứu đã thử nghiệm dự báo cho các yếu tố KTNN bao gồm: Nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm không khí, độ ẩm đất. Các yếu tố đều được dự báo theo tháng và sử dụng các chỉ số sai số trung bình (ME), sai số tuyệt đối trung bình (MAE) và sai số quân phương (RMSE) làm thước đo để đánh giá hiệu quả của mô hình. Kết quả

cho thấy: Đối với nhiệt độ mô hình cho dự báo tốt trong các tháng mùa xuân và hè, kém hơn vào mùa thu, đông; Đối với lượng mưa và độ ẩm không khí mô hình dự báo tốt hơn vào các tháng

mùa đông, xuân, cao vào các tháng hè, thu; Đối với độ ẩm đất mô hình dự báo khá tốt vào tháng II, tiếp đến là tháng III, VII, XII, các tháng còn lại sai số xảy ra cao hơn.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ sự trợ giúp từ đề tài KHCN cấp Bộ "Nghiên cứu đổi mới công nghệ dự báo khí hậu nông nghiệp. Áp dụng cho dự báo điều kiện khí hậu nông nghiệp và tác động đến sản xuất lúa ở khu vực Đồng bằng sông Hồng", mã số TNMT.2022.02.15 do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu chủ trì thực hiện.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu Tiếng Việt

1. Công Thanh và cộng sự (2020), "Đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình Rams cho khu vực Nam Bộ", *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, số 13, tr.11-19.
2. Lê Ánh Ngọc và cộng sự (2019), "Đánh giá khả năng dự báo thời tiết của mô hình WRF (weather, research and forecasting) cho khu vực Nam Bộ", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* số 708, tr.55-63, DOI: 10.36335/VNJHM.2019(708).
3. Mai Văn Khiêm (2019), *Nghiên cứu xây dựng hệ thống nghiệp vụ dự báo khí hậu hạn mùa cho Việt Nam bằng các mô hình động lực*, báo cáo tổng kết đề tài KC.08.01/16-20.
4. Trương Bá Kiên và cộng sự (2022), "Đánh giá chất lượng dự báo mưa định lượng của mô hình WRF cho khu vực Việt Nam", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 738, 1-11; doi:10.36335/VNJHM.2022(738).

Tài liệu Tiếng Anh

5. Duong C. P. et al (2021), "First comprehensive quantification of annual land use/cover from 1990 to 2020 across mainland Viet Nam", *Scientific Reports*, 1, doi:10.1038/s41598-021-89034-5.
6. Duong C.P. et al (2018), "JAXA high-resolution land use/land cover map for Central Viet Nam in 2007 and 2017", *Remote Sens*, 10, 1406, doi.org/10.3390/rs10091406.
7. Copernicus Climate Change Service, data download access website: Soil moisture gridded data from 1978 to present (copernicus.eu)
8. National Centers for Environmental Prediction, data download access website: <https://www.ncei.noaa.gov/data/climate-forecast-system/access/operational-9-month-forecast/6-hourly-flux/>; <https://www.ncei.noaa.gov/data/climate-forecast-system/access/operational-9-month-forecast/6-hourly-by-pressure/>
9. Schepen, A. et al (2018), "A Bayesian modelling method for post-processing daily sub-seasonal to seasonal rainfall forecasts from global climate models and evaluation for 12 Australian "catchments", *Hydrology and Earth System Sciences*, 22, 1615-1628, DOI: 10.5194/hess-22-1615-2018.
10. Wang, Q. J. (2012), "A log-sinh transformation for data normalization and variance stabilization", *Water Resour. Res.*, 48, W05514, doi:10.1029/2011WR010973.

APPLICATION OF THE NOAH - MP MODEL TO FORECAST AGRICULTURAL METEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE RED RIVER DELTA

Tran Thi Tam, Nguyen Dang Mau, Trinh Hoang Duong
The Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 13/11/2023; Accepted: 5/12/2023

Abstract: *The Noah-MP model is a surface model, designed to simulate energy and water balance processes at the surface, including both coupled and uncoupled programs with atmospheric models, at different spatial scales, from local to global scales, and time scales from sub-daily to decadal scales. The article initially studies the application of the Noah - MP model to test forecasting agricultural meteorological conditions in the Red River Delta with a forecast period of 1 - 3 months at a resolution of 3 km x 3 km, including the following factors: Factors: temperature, rainfall, air humidity, soil moisture. Forecast results show that: Average temperature tends to increase from the west to the east coast; Rainfall distribution is uneven across months, heavy rain is concentrated in the summer months; Air humidity does not vary much between regions in the region, the lowest humidity occurs in the winter months; It is forecast that soil moisture in the western region is lower than in the east, soil moisture is high in the fall and early winter months, lower in spring and summer. The research results of the article will be the basis for developing an agricultural meteorological forecast bulletin to serve the development of agricultural production plans.*

Keywords: *Noah - MP model, forecasting agricultural meteorological conditions.*