

NGHIÊN CỨU DỰ BÁO MƯA NHỎ MƯA PHÙN CHO SÂN BAY PHÚ BÀI BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ VẬT LÝ

Trần Chấn Nam, Vũ Thị Hằng

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Nghiên cứu xây dựng phương trình dự báo mưa nhỏ, mưa phùn dựa trên mối quan hệ giữa việc xuất hiện mưa nhỏ, mưa phùn với các yếu tố nhiệt độ, nhiệt độ điểm sương, độ ẩm tương đối, độ ẩm riêng và gió ở các mực 1000 mb, 925 mb, 850 mb. Bằng việc sử dụng số liệu của các trạm khí tượng bề mặt Huế, A Lưới và Nam Đông của tỉnh Thừa Thiên - Huế để thử nghiệm dự báo cho khu vực sân bay Phú Bài, nhằm đánh giá khả năng dự báo và tính chính xác của phương pháp được lựa chọn sử dụng dự báo. Nghiên cứu tiến hành đánh giá trên chuỗi số liệu phụ thuộc từ năm 2014 đến 2018 và trên chuỗi số liệu độc lập cho tháng 1 đến tháng 3/2019. Các tháng dự báo trong năm bao gồm những đợt thường xuất hiện mưa nhỏ, mưa phùn vào các tháng từ tháng 1 - 3.

Từ khóa: Dự báo mưa; Phương pháp thống kê vật lý; Phú Bài

Abstract

Study on drizzle forecast for Phu Bai airport using physical statistical method

This study aims to develop an appropriate rainfall project, based on the relationship between the rainfall occurrence rate and the coefficients, dew point temperature, relative humidity, specific humidity and wind at 1000 mb, 925 mb, 850 mb. Data from meteorological stations at Hue city, A Luei and South East part of Thua Thien - Hue province was used to test projects for the Phu Bai airport area and to assess the predictability and accuracy of the selected methods. The assessment depends on chain data from 2014 to 2018 and independent series data from January to March 2019. The drizzle forecast was applied for months which often occur light rain, from January to March in Thua Thien - Hue province.

Keywords: Rainfall forecast; Physical statistical method; Phu Bai

1. Mở đầu

Mưa nhỏ, mưa phùn (MNMP) không có ý nghĩa lớn về phương diện cung cấp lượng nước nhưng vẫn có tác dụng rất lớn đối với nông nghiệp. Những đợt mưa kéo dài, tạo điều kiện bão hoà hơi ẩm, hạn chế tới mức tối thiểu sự hao hụt nước vì bay hơi, đảm bảo cho giai đoạn phát triển của lúa và những cây mùa Đông đang cần nước. MNMP xảy ra cũng gây trở ngại cho giao thông vận tải và du lịch đặc biệt là hàng không. Trung bình mỗi năm từ tháng 1 đến tháng 3 sân bay Phú Bài có khoảng 10 chuyến bay phải bay chờ

hoặc chuyển hướng đi sân bay khác vì tầm nhìn và mây thấp do MNMP. Vì vậy, việc nghiên cứu và dự báo đúng hiện tượng khí tượng này cho khu vực Bắc Trung Bộ đặc biệt là khu vực sân bay Phú Bài trong các tháng mùa Đông là một bài toán có ý nghĩa khoa học và thực tiễn lớn đối với ngành Khí tượng hàng không.

Vấn đề MNMP từ lâu đã thu hút sự chú ý của nhiều nhà khí tượng Việt Nam. Vì thế, nhiều công trình nghiên cứu về hiện tượng thời tiết này đã được ra đời và đã thu được những kết quả đáng kể.

Nghiên cứu

Bằng phương pháp thống kê synop để dự báo MNMP ở Bắc Bộ trong các tháng 1, 2 và 3, Phùng Ngọc Diệp [1] đã tiến hành phân loại hình thể thời tiết và tác giả đã nhận thấy, trong những tháng nói trên có hai hình thể synop thường cho MNMP, đó là:

- Lưỡi áp cao phía Bắc, tâm nằm trong khoảng từ 112° - 115° E, với hướng gió thịnh hành từ Đông đông bắc - Tây tây bắc (ENE - WNW) và tốc độ nhỏ hơn 2 m/s.

- Lưỡi áp cao phía Đông, tâm nằm trong khoảng từ 120° - 125° E, hướng gió thịnh hành từ Đông - Nam đông nam (E-SSE) và tốc độ nhỏ hơn 2 m/s.

Tiến hành tính xác suất xuất hiện mưa ứng với từng cấp của độ ẩm tương đối lúc 13 giờ (r) ngày hôm trước để dự báo MNMP cho ngày sau trên khu vực Hà Nội đối với từng hình thể thời tiết. Kết quả tính toán của ông trên khu vực Hà Nội cho thấy, đối với loại hình thể thời tiết thứ nhất, nếu $r \leq 60\%$ thì xác suất xuất hiện mưa bằng 0, nếu $r > 80\%$ thì xác suất xuất hiện mưa bằng 100%. Đối với loại hình thể thời tiết thứ hai, nếu $r \leq 60\%$ thì xác suất xuất hiện mưa cũng bằng 0, nếu $81\% \leq r \leq 85\%$ thì xác suất xuất hiện mưa là 87%, nếu $r > 85\%$ thì xác suất xuất hiện mưa là 100%.

Để dự báo mưa nhỏ cho khu vực Hà Nội, Lê Đình Quang [3] cũng chọn hai dạng hình thể trên. Theo kết quả tính toán của tác giả, trong trường hợp thứ nhất, nếu độ ẩm tương đối lúc 13 giờ (r_{13}) $\geq 75\%$ thì có thể dự báo đêm hôm đó và ngày hôm sau có MNMP với độ chính xác là 76%. Nếu $r_{13} \geq 85\%$ thì xác suất xuất hiện MNMP là 100%. Khi độ ẩm tăng lên thì xác suất xuất hiện MNMP cũng tăng lên. Trong trường hợp thứ hai, nếu $r_{13} \geq 75\%$ thì có thể dự báo đêm hôm đó và ngày hôm

sau có MNMP với độ chính xác là 80% và cũng như trường hợp trên, khi độ ẩm tăng lên thì xác suất xuất hiện MNMP cũng tăng lên và nếu $r_{13} \geq 85\%$ thì xác suất xuất hiện MNMP là 100%. Bằng phương pháp hàm phân biệt, Lê Đình Quang [6] đã xây dựng toán đồ dự báo MNMP trong các tháng mùa Đông cho khu vực Hà Nội. Hai yếu tố chọn làm trục tọa độ là nhiệt độ (T) và điểm sương (T_d).

Cũng bằng phương pháp hàm phân biệt, Nguyễn Viết Phong [2] đã chọn những ngày gió có hướng Đông - Đông bắc (E - NE) để xây dựng phương trình đường thẳng phân chia hai vùng có và không có MNMP từ tháng 12 đến tháng 3 cho khu vực thành phố Vinh, với các biến dự báo là nhiệt độ không khí (T) và nhiệt độ điểm sương (T_d) lúc 13 giờ.

Có thể nói, trong các phương pháp trên, hai phương pháp sau có số nhân tố tham gia vào phương trình dự báo tăng lên. Thế nhưng, nó vẫn còn là một phương pháp thống kê đơn giản và chưa thật tiện lợi cho dự báo nghiệp vụ vì còn mang tính thủ công nên sẽ dẫn đến những sai số khi chấm điểm có và không lên giản đồ.

Trên thế giới, việc dự báo MNMP cũng được thu hút được nhiều tác giả nghiên cứu với những công trình mang tính thực tế. Tiêu biểu là John R. Starr đã biên soạn một giáo trình dành cho dự báo viên, trong đó đã đưa ra hai phương pháp dự báo mưa phùn. Phương pháp thứ nhất sử dụng độ ẩm trong không khí và profile thám không để phân tích có hay không sự hình thành của lớp nghịch nhiệt, để từ đó nhận định khả năng hình thành mưa phùn. Nếu độ ẩm trong không khí cao và tồn tại một lớp nghịch nhiệt tầng thấp thì khi đó điểm dự báo sẽ có khả năng sẽ xuất hiện mưa phùn hoặc sương mù. Phương pháp thứ hai xây dựng phương trình hồi quy xác định khả năng xuất hiện mưa phùn với nhân tố dự

báo là nhiệt độ không khí và nhiệt độ điểm sương để tính toán khả năng xuất hiện hiện tượng. Tuy nhiên, trong phương pháp này việc xác định khả năng xuất hiện mưa phùn còn gặp nhiều khó khăn do phương trình hồi quy còn phụ thuộc nhiều vào lượng mây và tốc độ gió [4].

Tóm lại, từ những công trình nghiên cứu dự báo MNMP trên, ta có thể nhận thấy rằng, hiện tượng khí tượng này đã có một số tác giả quan tâm nghiên cứu, các công trình đó chủ yếu sử dụng phương pháp phân tích synop hoặc bằng các phương pháp thống kê đơn giản nên việc đưa số lượng nhân tố dự báo vào để tính toán rất hạn chế và mang tính chủ quan. Để khắc phục những điểm hạn chế này, bài báo tiến hành sử dụng các phương pháp thống kê hiện đại trên cơ sở chuỗi số liệu sẵn có, dễ khai thác ở các trung tâm dự báo tỉnh và với số lượng biến không hạn chế để xây dựng các phương trình dự báo MNMP cho sân bay Phú Bài trong các tháng từ tháng 1 đến tháng 3.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Số liệu được sử dụng trong nghiên cứu gồm:

Số liệu khí tượng bề mặt được quan trắc 4 obs một ngày và lấy trong thời đoạn 6 năm (từ năm 2014 đến năm 2019) của 3 trạm khí tượng trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên - Huế là các trạm: Huế, A Lưới và Nam Đông. Các yếu tố khí tượng bề mặt được sử dụng để tính toán bao gồm: (1) nhiệt độ không khí; (2) nhiệt độ điểm sương; (3) khí áp mực trạm; (4) gió (hướng và tốc độ). Trong đó, số liệu các yếu tố nhiệt độ không khí và nhiệt độ điểm sương đơn vị đo là “°C”, lấy chính xác đến phần mười; yếu tố khí áp đơn vị đo là hPa và cũng lấy chính xác đến phần mười; yếu tố gió được lấy theo 16 hướng la bàn và quy

đổi thành độ, ví dụ: 360 độ là hướng Bắc, 90 độ là gió hướng Đông và tốc độ gió là m/s, LG là lặng gió,... và giá trị tốc độ gió chỉ lấy phần nguyên, đơn vị là “m/s”; số liệu hiện tượng MNMP được lấy theo đợt mưa và không phân biệt mưa liên tục hay mưa cách khoảng, không phân biệt cường độ mạnh - trung bình - nhẹ và thời gian có mưa lấy chính xác đến phút.

Số liệu dự báo mô hình GFS mã hóa theo định dạng GRIB2, được cho miễn phí tại địa chỉ <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfs> 4 phiên một ngày, chia làm các obs dự báo 00Z, 06Z, 12Z và 18Z. Mỗi phiên dự báo 3,5 ngày (~ 84h dự báo), 29 files với tổng dung lượng khoảng 1634Mb/obs.

Số liệu dự báo của mô hình GFS được trích xuất với thời hạn dự báo 06h cho các obs dự báo 01, 07, 13 và 19h. Với thời gian chạy mô hình tương ứng 00, 06, 12, 18 UTC. Các giá trị được trích xuất bao gồm gió kinh hướng, gió vĩ hướng, nhiệt độ và độ ẩm riêng tại các mực 1000 mb, 925 mb, 850 mb và 700 mb.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo sử dụng phương pháp hồi quy nhiều biến của thống kê để xây dựng phương trình dự báo MNMP cho công tác dự báo với mục tiêu phục vụ trong công tác dự báo thời tiết tại sân bay Phú Bài.

2.2.1. Xác định yếu tố dự báo và nhân tố dự báo

Yếu tố dự báo là các biến khí quyển mà giá trị của chúng cần được xác định có thể là các biến liên tục hoặc rời rạc, các biến bị chặn hoặc không bị chặn, các biến phân hạng, biến nhị phân. Nhân tố dự báo là tập các biến mà giá trị của chúng được cho trước như là thông tin ban đầu để xác định giá trị của yếu tố dự báo.

Nghiên cứu

Trong bài toán dự báo MNMP thì biến dự báo là biến nhị phân nhận một trong hai giá trị (thông thường là 0 và 1, mặc dù sự lựa chọn không làm ảnh hưởng đến kết quả).

Các phương trình dự báo dựa trên cơ sở thống kê cho ta biết thông tin về xác suất xuất hiện của một yếu tố dự báo nào đó. Dự báo xác suất là dự báo trong đó yếu tố dự báo là một xác suất chứ không phải là giá trị của biến khí tượng. Thông thường, phương trình dự báo xác suất được xây dựng trên cơ sở phép hồi quy bằng việc biến đổi yếu tố dự báo thành biến nhị phân nhận giá trị 0 và 1 như các nhân tố dự báo đã nói ở trên. Khi đó phép hồi quy sẽ được thực hiện. Nghĩa là 0 và 1 được xem như là xác suất của yếu tố dự báo không xuất hiện và có xuất hiện.

2.2.2. Xây dựng bộ nhân tố dự báo

Trên cơ sở đó, bài báo lựa chọn bộ nhân tố dự báo như sau:

Để xây dựng bộ nhân tố dự báo từ số liệu thực đo và số liệu dự báo của mô hình GFS, bài báo tiến hành xây dựng bộ nhân tố sơ cấp và bộ nhân tố thứ cấp bao gồm các yếu tố:

Mô hình GFS: gió kinh hướng, gió vĩ hướng, nhiệt độ và độ ẩm riêng tại các mực 1000 mb, 925 mb, 850 mb và 700 mb. Tại thời điểm 00h, 06h, 12h và 18h UTC.

Thực đo: Nhiệt độ không khí, nhiệt độ điểm sương, khí áp mực trạm; gió (hướng và tốc độ). Đối với dự báo mưa 24h được lấy lùi lại một ngày so với yếu tố dự báo.

Ngoài ra, quá trình tính toán còn lấy biến thứ cấp phản ánh sự phân bố của các yếu tố khí tượng theo phương thẳng đứng giữa tổ hợp hai của 3 mực, như: lấy nhiệt độ mực trên trừ mực dưới (phản ánh độ bất ổn định của khí quyển) sẽ tạo ra 6

nhân tố tại 3 khung giờ dự báo, gió mực trên trừ mực dưới (phản ánh độ đứt của gió), độ ẩm mực trên trừ mực dưới (phản ánh gradient độ ẩm theo phương thẳng đứng). Nghĩa là mỗi nhân tố sơ cấp của số liệu mô hình sẽ tạo ra 6 nhân tố dự báo thứ cấp. Ta có thêm 18 bộ nhân tố phản ánh theo không gian của các yếu tố đã lựa chọn cho một trạm.

Như vậy, đối với mỗi trạm ta có 132 nhân tố tham gia vào xây dựng phương trình dự báo.

2.2.3. Đánh giá chất lượng dự báo

Đối với các hiện tượng được dự báo theo 2 pha «có/ không» như MNMP người ta thường sử dụng bảng phân loại (Contingency table) để biết tần suất xảy ra của hiện tượng dự báo.

Bảng 1 minh họa cách thức tính các tần suất quan trắc cho biến dự báo nhị phân (hoặc 2 pha), cụ thể: A là tổng số lần dự báo thành công (dự báo đúng hiện tượng có xảy ra); B là tổng số lần dự báo sót (dự báo không xảy ra hiện tượng có xảy ra); C là tổng số lần dự báo không (dự báo xảy ra hiện tượng không xảy ra); D là tổng số lần dự báo đúng của hiện tượng không xảy ra.

Bảng 1. Bảng phân loại tần suất cho biến dự báo dạng nhị phân

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

Dựa trên bảng tần suất này và giả sử có N bản ghi số liệu được nghiên cứu ($A+B+C+D=N$), một số các chỉ số đánh giá được thiết lập để đánh giá kỹ năng dự báo của các mô hình dự báo cho yếu tố dự báo nhị phân bao gồm:

a) Chỉ số FC/PC (Fraction Correct/Percent Correct): Là tỷ lệ dự báo đúng cho cả hiện tượng xảy ra và không xảy

ra và được tính theo công thức (1.1). Giá trị của FC biến đổi trong khoảng từ 0 đến 1. Nếu mô hình dự báo hoàn hảo, thì tất cả các dự báo đều chính xác và chỉ số FC bằng 1, ngược lại, FC sẽ bằng 0 nếu tất cả các dự báo đều sai.

$$FC = \frac{A + D}{N} \quad (1.1)$$

b) *Chỉ số BIAS (Frequency Bias)*: Là tỷ lệ giữa tần suất dự báo có xảy ra hiện tượng so với tần suất quan trắc có xảy ra hiện tượng và được tính theo công thức (1.2). Giá trị của BIAS biến đổi trong khoảng từ 0 đến dương vô cực. Đại lượng BIAS cho biết khuynh hướng sai số hệ thống của mô hình dự báo và càng gần 0 thì càng tốt. Nếu BIAS bằng 0 có nghĩa là mô hình không có sai số hệ thống:

$$BIAS = \frac{A + B}{A + C} \quad (1.2)$$

c) *Chỉ số POD (Probability of Detection)*: Là xác suất phát hiện hiện tượng và được tính theo công thức (1.3). Chỉ số POD chính là tỉ số giữa số lần dự báo thành công trên tổng số quan trắc có xảy ra hiện tượng. POD cho biết khả năng dự báo thành công của mô hình. POD có giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 1. POD có giá trị bằng 0 cho biết mô hình không dự báo được khi hiện tượng xảy ra, nếu chỉ số POD mà bằng 1 có nghĩa là mô hình dự báo là hoàn hảo. Trên thực tế thì giá trị của POD không thể có giá trị bằng 1 mà chỉ có giá trị gần tiến tới 1, POD càng gần 1 thì tỉ lệ dự báo đúng càng cao nghĩa là chất lượng dự báo tốt và ngược lại:

$$POD = \frac{A}{A + C} \quad (1.3)$$

d) *Chỉ số FAR (False Alarm Ratio)*: Là tỉ lệ dự báo không của mô hình (dự báo có xảy ra trong khi quan trắc không xảy ra). FAR được tính theo công thức (1.4) và cho biết tỉ số giữa số lần cảnh báo không trên tổng số lần dự báo có xảy ra

hiện tượng. Chỉ số FAR cho biết sự hạn chế của mô hình trong việc cảnh báo hiện tượng không xảy ra với trường hợp này. Giá trị của FAR biến đổi từ 0 cho đến 1. Nếu giá trị của FAR bằng 0 nghĩa là tỷ lệ dự báo không của mô hình là rất thấp, do đó có thể nói rằng mô hình tốt.

$$FAR = \frac{B}{A + B} \quad (1.4)$$

f) *Chỉ số TS/CSI (Threat Score/Critical Success Index)*: Chỉ số này cho biết mối quan hệ giữa số lần dự báo “có” và số lần quan trắc “có” trong thực tế và được tính theo công thức (1.5). Giá trị 0 là dự báo kém. Giá trị 1 là dự báo hoàn hảo.

$$TS = \frac{A}{A + B + C} \quad (1.5)$$

2.2.4. *Sử dụng phần mềm thống kê NCSS để lọc nhân tố và xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính*

Hiện nay, bằng việc sử dụng các ngôn ngữ lập trình người ta đã xây dựng các phần mềm thống kê để tính toán các đặc trưng thống kê, lọc nhân tố hay xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính đơn biến, đa biến, phương trình hồi quy phi tuyến thay cho việc tính toán thủ công hay phải lập trình. Một trong những phần mềm thống kê được sử dụng nhiều ở Việt Nam trong thời gian qua là phần mềm NCSS, vì vậy trong nghiên cứu này cũng sử dụng phần mềm này để giải quyết các nội dung bài toán đặt ra đó là lọc nhân tố và xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính nhiều biến.

Nghiên cứu trình bày một số bước trong quá trình thực hiện lọc nhân tố dự báo và xây dựng bộ phương trình MNMP bằng phần mềm NCSS như sau:

2.2.5. *Hồi quy từng bước lọc nhân tố*

Trong nghiên cứu khí tượng nói chung, ta thường gặp bài toán hồi quy nhiều biến mà yêu cầu về tính độc lập

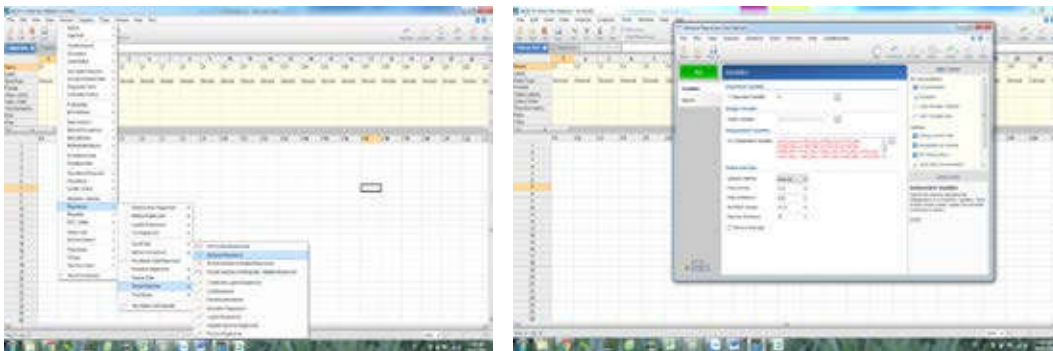
Nghiên cứu

của các biến không thể đảm bảo tuyệt đối. Đôi khi, các biến độc lập được chọn lại có tương quan tốt với nhau và làm giảm ý nghĩa cung cấp thông tin. Vấn đề đặt ra là trong số các biến độc lập một cách tương đối, ta cần chọn bao nhiêu biến để tham gia vào phương trình hồi quy và sau mỗi bước hồi quy, mô hình hồi quy trở nên ổn định hơn và có chất lượng cao hơn.

Nguyên lý chung của việc tuyển chọn nhân tố trong phương pháp hồi quy từng bước là loại bỏ những nhân tố mà

việc tham gia của nó vào phương trình hồi quy không làm cho tính hiệu quả của nó tăng lên đáng kể. Ở đây, tính hiệu quả của phương trình hồi quy có thể được đánh giá thông qua hệ số tương quan bội, phương sai thặng dư,...

Bài toán hồi quy từng bước được thực hiện trên NCSS bởi mô đun *Stepwise Regression*. Mô đun này được khởi động bởi các như sau: *Analysis* → *Regression* → *Subset Selection* → *Stepwise Regression* (Hình 1).



Hình 1: Mô đun Stepwise Regression và màn hình giao diện của nó

Ta có thể chọn các phương pháp lọc và các ngưỡng biểu thị tính ổn định của các chỉ tiêu đánh giá tính hiệu quả của phương trình hồi quy khác nhau. Trong NCSS, có 4 phương pháp lọc: thêm dần các biến, bớt dần các biến, vừa thêm vừa bớt các biến với chỉ tiêu là hệ số tương quan bội và lọc theo chỉ tiêu nhỏ nhất của *MSE*.

Sau khi xác định được các nhân tố sẽ tham gia vào phương trình hồi quy, chúng ta tiến hành xây dựng các phương trình hồi quy cho từng trạm theo hai phương pháp, phương pháp chung và phương pháp chuẩn hoá số liệu.

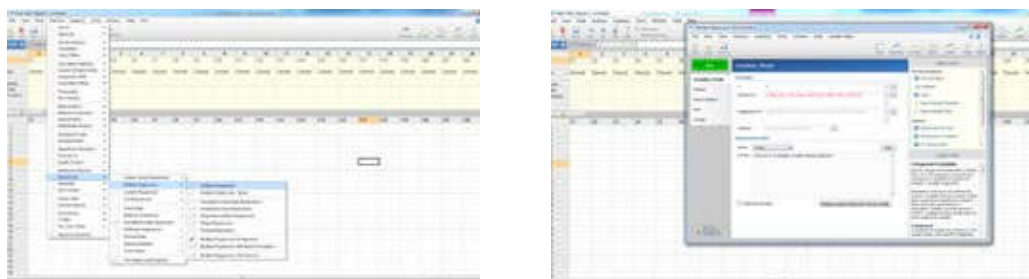
2.2.6. Hồi quy tuyến tính nhiều biến

Bài toán hồi quy tuyến tính nhiều biến được thực hiện trên NCSS bởi mô đun *Multiple Regression*. Mô đun này được khởi động bởi các bước kích “chuột” như sau: *Analysis* → *Regression* /

Correlation → *Multiple Regression* → *Multiple Regression* (Hình 2).

Sau khi chọn biến phụ thuộc (*Y*), các biến độc lập (*X*) trong bộ phận *Variable* và các kết quả cần sao lưu (bộ phận *Report*), ta thực hiện lệnh *Run* của *Multiple Regression* sẽ nhận được các kết quả cần thiết. Các hệ số của phương trình hồi quy, các tổng bình phương, các chỉ tiêu đánh giá tính hiệu quả của phương trình hồi quy tuyến tính nhiều biến và các đặc trưng thống kê liên quan được lưu giữ bởi *NCSS Output* - [*Multiple Regression Output*].

Trong trường hợp chỉ chọn một biến độc lập thì ta sẽ có các kết quả của phương trình hồi quy tuyến tính một biến. Nếu ta sử dụng phương pháp chuẩn hoá số liệu xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính nhiều biến thì trước khi thực hiện lệnh *Run* ta chọn *Remove Intercept*.



Hình 2: Mô đun Multiple Regression và màn hình giao diện của nó

3. Kết quả

3.1. Lượng mưa ba tháng MNMP

Kết quả tính toán các đặc trưng ba tháng MNMP của Thừa Thiên - Huế từ nguồn số liệu đã nói được dẫn ra trong Bảng 2.

Bảng 2. Lượng mưa tháng của ba tháng MNMP tại các trạm Huế, A Lưới và Nam Đông
(ĐVT: mm)

Trạm	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tổng ba tháng
Huế	117,1	56,5	46,7	220,3
A Lưới	74,5	46,8	62,8	184,1
Nam Đông	111,3	50,0	61,0	222,3

Từ Bảng 2 ta thấy, lượng mưa của 3 trạm khí tượng bề mặt của tỉnh Thừa Thiên - Huế là khá đồng đều, tổng lượng mưa trung bình nhiều năm của ba tháng đạt từ 180 đến 222 mm. Trong đó trạm A Lưới có lượng mưa nhỏ nhất và trạm Nam Đông là có lượng mưa năm lớn nhất.

3.2. Số ngày mưa

Kết quả tính toán số ngày mưa trong ba tháng MNMP trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên - Huế được dẫn ra trong Bảng 3.

Từ Bảng 3 ta thấy, hàng năm, số ngày có MNMP trên khu vực nghiên cứu khá lớn, dao động từ 36 đến 44 ngày; trong đó trạm A Lưới có số ngày MNMP lớn nhất còn trạm Huế có số ngày MNMP nhỏ nhất. Tính theo tháng, tháng 1 là tháng có số ngày MNMP lớn nhất (xấp xỉ một nửa tháng có MNMP) và tháng 3 là tháng có số ngày MNMP nhỏ nhất.

Với số ngày có MNMP trên địa bàn nghiên cứu lớn như vậy nên việc dự báo đúng hiện tượng này có một ý nghĩa rất

lớn đối với ngành Khí tượng thủy văn nói chung và Khí tượng hàng không nói riêng.

Bảng 3. Số ngày mưa trung bình tháng (TB), cực đại (Max) và cực tiểu (Min) trạm Huế, A Lưới và Nam Đông của ba tháng MNMP

Đặc trưng	Trạm	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Cả ba tháng
TB	Huế	14,5	11,1	10,7	36,3
	A Lưới	16,1	13,1	14,8	44,0
	Nam Đông	15,0	11,6	11,2	37,8
Max	Huế	23	26	18	19
	A Lưới	24	25	24	26
	Nam Đông	23	28	20	23
Min	Huế	8	1	4	4
	A Lưới	7	4	9	8
	Nam Đông	6	0	4	3

Với số ngày có MNMP trên địa bàn nghiên cứu lớn như vậy nên việc dự báo đúng hiện tượng này có một ý nghĩa rất lớn đối với ngành Khí tượng thủy văn nói chung và Khí tượng hàng không nói riêng.

Nghiên cứu

3.3. Xây dựng phương trình dự báo sự xuất hiện MNMP

3.3.1. Xây dựng phương trình dự báo

Xây dựng phương trình dự báo được dựa trên mối quan hệ giữa yếu tố dự báo và các nhân tố dự báo. Ở đây, yếu tố dự báo là MNMP còn bộ nhân tố dự báo là các yếu tố khí tượng có được khi ta tiến hành dự báo đã có được thông tin về chúng. Sử dụng bộ nhân tố dự báo sơ cấp và bộ nhân tố dự báo thứ cấp. Nghiên cứu tiến hành lọc các nhân tố có tương quan cao nhất để xây dựng

phương trình dự báo bằng phương pháp hồi quy xác suất sự kiện khi quy ước những ngày có MNMP bằng 1, những ngày không xảy ra hiện tượng bằng 0. Bộ số liệu được tính toán trong 3 tháng 1, 2 và 3 từ năm 2014 đến năm 2018. Bộ số liệu dự báo sử dụng từ mô hình GFS với độ phân giải 0.5 được trích xuất vào lúc 7 giờ, 13 giờ và 19 giờ Việt Nam.

a) Phương trình dự báo trạm A Lưới

Phương trình dự báo MNMP thời hạn 24 giờ cho trạm A Lưới trong các tháng 1, 2 và 3 được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Các phương trình dự báo MNMP tại trạm A Lưới

Trạm	Tháng	Phương trình dự báo	Ngưỡng dự báo
A Lưới	1	$Y = -0,4626 + 0,0026*13ff850 + 0,01*13rh850 + 0,054*19rh850 + 0,0013*bq6h1000 + 0,1715*t13h925 - 1000$	0,348
	2	$Y = -0,6956 + 0,081*ff7 + 0,0142*13ff925 + 0,0086*13rh850 - 0,007*13rh1000 + 0,0072*19rh850 - 0,0044*bu12h925 + 0,3388*t13h850 - 925 + 0,0888*ff13h925 - 1000$	0,56
	3	$Y = -1,0982 + 0,1594*13rh850 + 0,1046*13ff1000 - 0,0062*13rh1000 + 0,002*19rh850 + 0,0041*19rh1000 + 0,0011*bq6h925$	0,6

Từ Bảng 4 ta thấy, các phương trình dự báo đã chọn các yếu tố khí tượng làm biến dự báo như sau:

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 1, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	13ff850	Tốc độ gió lúc 13h tại mực 850 mb
2	13rh850	Độ ẩm lúc 13h tại mực 850 mb
3	19rh850	Độ ẩm lúc 19h tại mực 850 mb
4	bq6h1000	Biến thiên 6 tiếng độ ẩm tại mực 1000 mb
5	t13h925 - 1000	Gradient T lúc 13h giữa hai mực 925 và 1000mb

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 2, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	ff7	Tốc độ gió tại trạm lúc 7h
2	13ff925	Tốc độ gió lúc 13h mực 925 mb
3	13rh850	Độ ẩm 13h mực 850 mb
4	13rh1000	Độ ẩm 13h mực 1000 mb
5	19rh850	Độ ẩm 19h mực 850 mb
6	bu12h925	Biến thiên gió vĩ hướng 12 tiếng mực 925 mb
7	t13h850 - 925	Gradient T lúc 13h đối với hai mực 850 và 925 mb
8	ff13h925 - 1000	Độ đứt gió lúc 13h đối với hai mực 925 và 1000 mb

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 3, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	ff7	Tốc độ gió tại trạm lúc 7h
2	13ff925	Tốc độ gió lúc 13h mực 925 mb
3	13rh850	Độ ẩm 13h mực 850 mb
4	13rh1000	Độ ẩm 13h mực 1000 mb
5	19rh850	Độ ẩm 19h mực 850 mb
6	Bq6h925	Biến thiên độ ẩm riêng 6 giờ mực 925 mb

Từ kết quả tính toán trên ta thấy, các nhân tố xuất hiện 3 lần như: Độ ẩm lúc 13h tại mực 1000 mb; độ ẩm lúc 13h tại mực 850 mb; độ ẩm lúc 19h tại mực 850 mb. Nghĩa

thẳng đứng là những nhân tố có vai trò quan trọng đối với sự xuất hiện MNMP ở đây.

b) Phương trình dự báo trạm Huế

Phương trình dự báo MNMP thời hạn 24 giờ cho trạm Huế trong các tháng 1, 2 và 3 được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Các phương trình dự báo MNMP tại trạm Huế

Trạm	Tháng	Phương trình dự báo	Ngưỡng dự báo
Huế	1	$Y = -0.9265 + 0.01*7rh850 + 0.0039*13u1000 + 0.0054*7rh850 + 0.028*bv12h1000 - 0.0019*q7h925 - 1000 - 0.0021*q19h925 - 1000.$	0,445
	2	$Y = -0.5251 + 0.004*dd13 + 0.0054*13rh850 + 0.0076*13rh1000 + 0.0529*bv12h1000 + 0.0016*bq6h1000 - 0.0018*q7h915 - 1000.$	0,638
	3	$Y = -0.342 + 0.0005*dd7 + 0.0012*13rh850 + 0.0899*13u1000 + 0.0124*13rh1000 - 0.006*19rh850 - 0.0001*bq6h10000.$	0,665

Từ Bảng 5 ta thấy, các phương trình dự báo đã chọn các yếu tố khí tượng làm biến dự báo như sau:

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 1, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	7rh850	Độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực 850 mb
2	13u1000	Gió vĩ hướng dự báo lúc 13h tại mực 1000 mb
3	7rh850	Độ ẩm dự báo lúc 7h tại mực 850 mb
4	bv12h1000	Biến thiên gió kinh hướng 12 tiếng tại mực 1000 mb
5	q19h925 - 1000	Gradient độ ẩm lúc 19 giờ hai mực 925 và 1000 mb
6	q7h925 - 1000	Gradient độ ẩm lúc 7 giờ hai mực 925 và 1000 mb

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 2, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	13rh1000	Độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực 1000 mb
2	13rh850	Độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực 850 mb
3	7rh850	Độ ẩm dự báo lúc 7h tại mực 850 mb

Nghiên cứu

TT	Biến dự báo	Diễn giải
4	bq6h1000	Biến thiên độ ẩm 6 tiếng mực 1000 mb
5	bv12h1000	Biến thiên gió kinh hướng 12 tiếng tại mực 1000 mb
6	dd13	Hướng gió thực đo lúc 13h
7	q7h925 - 1000	Gradient độ ẩm lúc 7 giờ hai mực 925 và 1000 mb

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 3, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	13rh1000	Độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực 1000 mb
2	13rh850	Độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực 850 mb
3	13u1000	Gió vĩ hướng dự báo lúc 13h tại mực 1000 mb
4	19rh850	Độ ẩm dự báo lúc 19h tại mực 850 mb
5	bq6h1000	Biến thiên độ ẩm 6 tiếng mực 1000 mb
6	dd7	Hướng gió thực đo lúc 7h

Từ kết quả tính toán trên ta thấy, các nhân tố xuất hiện 3 lần như: Độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực. Các nhân tố xuất hiện 2 lần như: Độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực 1000 mb; Gió vĩ hướng dự báo lúc 13h tại mực 1000 mb; Độ ẩm dự báo lúc 19h tại mực 850 mb; Biến thiên độ ẩm 6 tiếng mực 1000 mb; Biến thiên gió kinh hướng 12 tiếng tại mực 1000 mb; Gradient độ ẩm lúc 7 giờ hai mực 925 mb và 1000 mb.

Và những nhân tố xuất hiện 1 lần: Hướng gió thực đo lúc 13h; Hướng gió thực đo lúc 7h; Độ ẩm dự báo lúc 7h tại mực 850 mb; Gradient độ ẩm lúc 19 giờ hai mực 925 mb và 1000 mb.

c) Phương trình dự báo trạm Nam Đông

Phương trình dự báo MNMP thời hạn 24 giờ cho trạm Nam Đông trong các tháng 1, 2 và 3 được trình bày trong Bảng 6.

Bảng 6. Các phương trình dự báo MNMP tại trạm Nam Đông

Trạm	Tháng	Phương trình dự báo	Ngưỡng dự báo
Nam Đông	1	$Y = -0,8247 + 0,0026*7rh850 + 0,0174*13rh1000 + 0,0069*bq6h1000 + 0,0199*t13h9251000 + 0,0043*q19h9251000.$	0,419
	2	$Y = -0,4509 + 0,0006*7rh850 + 0,0132*13rh1000 + 0,0602*19u1000 - 0,0051*bu12h925 + 0,0052*q7h9251000 + 0,0765*ff13h9251000$	0,617
Nam Đông	3	$Y = -1,252 + 0,0091*13rh1000 + 0,0126*19rh850 + 0,0046*19u1000 + 0,0053*bq6h1000 + 0,0337*ff13h9251000 - 0,0231*ff19h850925 - 0,004*q19h9251000.$	0,735

Từ Bảng 6 ta thấy, các phương trình dự báo đã chọn các yếu tố khí tượng làm biến dự báo như sau:

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 1, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	13rh1000	Độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực 1000 mb
2	7rh850	Độ ẩm dự báo lúc 7h tại mực 850 mb
3	bq6h1000	Biến thiên độ ẩm 6 tiếng tại mực 1000 mb
4	q19h925 - 1000	Gradient độ ẩm dự báo lúc 19h giữa mực 925 và 1000 mb
5	t13h925 - 1000	Gradient T dự báo lúc 13h tại hai mực 925 và 1000 mb

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 2, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	7rh850	Độ ẩm lúc 7 giờ mực 850 mb
2	13rh1000	Độ ẩm lúc 13 giờ mực 1000 mb
3	19u1000	Gió vĩ hướng lúc 19 giờ mực 1000 mb
4	bu12h925	Biến thiên gió vĩ hướng 12 giờ mực 925 mb
5	q7h9251000	Gradient độ ẩm dự báo lúc 7h tại hai mực 925 và 1000 mb
6	ff13h9251000	Độ đứt gió lúc 13h hai mực 925 và 1000 mb

- Đối với phương trình dự báo MNMP trong tháng 3, các nhân tố được chọn làm biến dự báo bao gồm:

TT	Biến dự báo	Diễn giải
1	13rh1000	Độ ẩm lúc 13 giờ mực 1000 mb
2	19rh850	Độ ẩm lúc 19 giờ mực 850 mb
3	19u1000	Gió vĩ hướng lúc 19h mực 1000 mb
4	bq6h10000	Biến thiên độ ẩm 6 tiếng tại mực 1000 mb
5	ff13h9251000	Độ đứt gió lúc 13h hai mực 925 và 1000 mb
6	ff19h850925	Độ đứt gió lúc 19h hai mực 850 và 925 mb
7	q19h9251000	Gradient độ ẩm dự báo lúc 19h tại hai mực 925 và 1000 mb

Từ kết quả tính toán trên ta thấy, các nhân tố xuất hiện 1 lần như: Độ ẩm dự báo lúc 19h tại mực 850 mb; Biến thiên gió vĩ hướng 12 tiếng tại mực 925 mb; Độ đứt gió dự báo lúc 19h tại hai mực 850 mb và 925 mb; Gradient độ ẩm dự báo lúc 7h tại hai mực 925 mb và 1000 mb; Gradient T dự báo lúc 13h tại hai mực 925 mb và 1000 mb. Các nhân tố xuất hiện 2 lần như: Gió vĩ hướng dự báo lúc 19h mực 1000 mb; Độ ẩm dự báo lúc 7h tại mực 850 mb; Độ đứt gió dự báo lúc 13h tại hai mực 925 mb và 1000 mb; Gradient độ ẩm dự báo lúc 19h tại hai mực 925 mb và 1000 mb; Biến thiên độ ẩm 6 tiếng tại mực 1000 mb. Và độ ẩm dự báo lúc 13h tại mực 1000 mb xuất hiện 3 lần.

3.3.2. Thử nghiệm dự báo trên chuỗi số liệu phụ thuộc

Khả năng dự báo MNMP của phương trình dự báo đã xây dựng được đánh giá

thông qua các chỉ số FC, BIAS, POD, FAR và TS trên chuỗi số liệu phụ thuộc từ năm 2014 đến năm 2018.

Từ Bảng 7 ta thấy, trạm A Lưới: Độ dự báo chính xác của cả ba tháng đạt từ 78% đến trên 85%, tỷ lệ dự báo không thấp ($FAR < 0,2$); khả năng dự báo chính xác hiện tượng MNMP xuất hiện cao ($POD > 0,79$); mối quan hệ giữa số lần dự báo xuất hiện hiện tượng MNMP và số lần quan trắc hiện tượng MNMP khá hoàn hảo khi $TS > 0,66$; khuynh hướng sai số nhỏ ($BIAS < 1,04$). Qua đó, có thể thấy khả năng dự báo của phương trình được xây dựng khá cao. Với độ chính xác đó, ba phương trình này đều có thể được sử dụng để dự báo thử nghiệm cho chuỗi số liệu độc.

Bảng 7. Kết quả đánh giá dự báo MNMP trên chuỗi số liệu phụ thuộc

Trạm	Tháng	Tần suất				Tổng	Chỉ tiêu đánh giá					
		B	A	C	D		FC	% db	BIAS	POD	FAR	TS
A Lưới	1	19	86	15	35	155	0,78	78,06	1,04	0,85	0,18	0,72
	2	15	59	16	51	141	0,78	78,01	0,99	0,79	0,20	0,66
	3	12	51	11	81	155	0,85	85,16	1,02	0,82	0,19	0,69
Huế	1	4	73	13	65	155	0,89	89,03	0,90	0,85	0,05	0,81
	2	16	55	10	60	141	0,82	81,56	1,09	0,85	0,23	0,68
	3	12	43	9	91	155	0,86	86,45	1,06	0,83	0,22	0,67
Nam Đông	1	13	71	19	52	155	0,79	79,35	0,93	0,79	0,15	0,69
	2	31	22	46	42	141	0,45	45,39	0,78	0,32	0,58	0,22
	3	18	21	20	96	155	0,75	75,48	0,95	0,51	0,46	0,36

Trạm Huế: Độ dự báo chính xác của cả ba tháng đạt từ 81,56% đến 89,03%, tỷ lệ dự báo không thấp, dao động từ 0,05 đến 0,23; khuynh hướng sai số của phương trình tương đối nhỏ khi $BIAS < 1,09$; phương trình dự báo khá hoàn hảo khi $TS > 0,67$; và khả năng dự báo chính xác hiện tượng MNMP xuất hiện cao ($POD > 0,83$). Từ đó có thể thấy rằng khả năng dự báo của phương trình được xây dựng cao. Với độ chính xác đó, ba phương trình này đều có thể được sử dụng để dự báo thử nghiệm cho chuỗi số liệu độc lập.

Trạm Nam Đông: Độ chính xác của phương trình dự báo MNMP trong tháng 1 là 79,35%, tỷ lệ dự báo không là 0,15; Các chỉ số BIAS, POD, TS lần lượt bằng 0,93; 0,79 và 0,69 cho thấy khả năng dự báo của phương trình tháng 1 tương đối cao. Độ chính xác của phương trình dự báo MNMP trong tháng 2 là 45,39%, tỷ lệ dự báo không là 0,58; các chỉ số

BIAS, POD, TS lần lượt bằng 0,78; 0,32 và 0,22. Độ chính xác của phương trình dự báo MNMP trong tháng 3 là 75,48%, tỷ lệ dự báo không là 0,46; các chỉ số BIAS, POD, TS lần lượt bằng 0,95; 0,51 và 0,36. Qua đó ta thấy, phương trình dự báo MNMP được xây dựng cho tháng 2 không đạt yêu cầu nên không tiến hành dự báo trên chuỗi số liệu độc lập cho phương trình này.

3.3.3 Thử nghiệm dự báo trên chuỗi số liệu độc lập

Từ kết quả thử nghiệm dự báo trên, ta loại phương trình dự báo MNMP trong tháng 2 cho trạm Nam Đông, trạm không đạt chỉ tiêu dự báo, còn lại 8 phương trình dự báo được thử nghiệm trên chuỗi số liệu độc lập trong các tháng từ tháng 1 đến tháng 3/2019.

Kết quả dự báo thử nghiệm được dẫn ra trong Bảng 8.

Bảng 8. Kết quả đánh giá dự báo MNMP trên chuỗi số liệu độc lập từ tháng 1 đến tháng 3 năm 2019

Trạm	Tháng	Tần suất				Tổng	% dự báo
		B	A	C	D		
A Lưới	1	4	21	2	4	31	80,65
	2	1	1	1	25	28	92,86
	3	4	8	2	17	31	80,65

Trạm	Tháng	Tần suất				Tổng	% dự báo
		B	A	C	D		
Huế	1	7	13	3	8	31	67,74
	2	3	2	1	22	28	85,71
	3	5	4	2	20	31	77,42
Nam Đông	1	5	15	7	4	31	61,29
	3	7	3	3	18	31	67,74

Với:

A: Tổng số lần dự báo thành công (dự báo đúng hiện tượng có xảy ra)

B: Tổng số lần dự báo sót (dự báo không xảy ra hiện tượng có xảy ra)

C: Tổng số lần dự báo không (dự báo xảy ra hiện tượng không xảy ra)

D: Tổng số lần dự báo đúng của hiện tượng không xảy ra

Từ Bảng 8 ta thấy: Trên khu vực nghiên cứu, khả năng dự báo chính xác đạt từ 61,29% đến 92,86%. Cụ thể cho từng trạm như sau:

Trạm A Lưới:

Tháng 1: Độ chính xác của phương trình đạt 86,65 %, phương trình đạt chỉ tiêu dự báo;

Tháng 2: Độ chính xác của phương trình đạt 92,86%, phương trình đạt chỉ tiêu dự báo;

Tháng 3: Độ chính xác của phương trình đạt 80,65%, phương trình đạt chỉ tiêu dự báo.

Trạm Huế:

Tháng 1: Độ chính xác của phương trình chỉ đạt 67,74%, phương trình chưa đạt chỉ tiêu dự báo;

Tháng 2: Độ chính xác của phương trình đạt 86,71%, phương trình đạt chỉ tiêu dự báo;

Tháng 3: Độ chính xác của phương trình đạt 77,42%, phương trình đạt chỉ tiêu dự báo.

Trạm Nam Đông:

Tháng 1: Độ chính xác của phương trình chỉ đạt 61,29%, phương trình chưa đạt chỉ tiêu dự báo.

Tháng 3: Độ chính xác của phương trình chỉ đạt 67,74%, phương trình chưa đạt chỉ tiêu dự báo.

Tóm lại, từ những kết quả phân tích trên ta thấy, độ chính xác khi thử nghiệm dự báo trên chuỗi số liệu phụ thuộc đều đạt kết quả rất cao, cao nhất lên tới 89,03% và thấp nhất là 45,39%; trong đó có 4 phương trình trong số 9 phương trình có độ chính xác lớn hơn 80%, 4 phương trình có độ chính xác trên 70% và chỉ có 1 phương trình không đạt chỉ tiêu. Các phương trình được chọn để đề nghị thử nghiệm dự báo nghiệp vụ gồm:

Trạm A Lưới trong tháng 1;

Trạm A Lưới trong tháng 2;

Trạm A Lưới trong tháng 3;

Trạm Huế trong tháng 2;

Trạm Huế trong tháng 3;

3.3.4. Quy trình dự báo

Để thực hiện dự báo MNMP cho khu vực Thừa Thiên - Huế, từ 5 phương trình đã xây dựng cần xử lý số liệu dự báo của mô hình GFS và tổng hợp số liệu thực đo, quy trình này được thực hiện hàng ngày thông qua các bước:

Bước 1. Khởi động chương trình thu nhận số liệu dự báo từ mô hình GFS, thực hiện các công đoạn trung gian để trích xuất số liệu về điểm trạm (Hình 3).

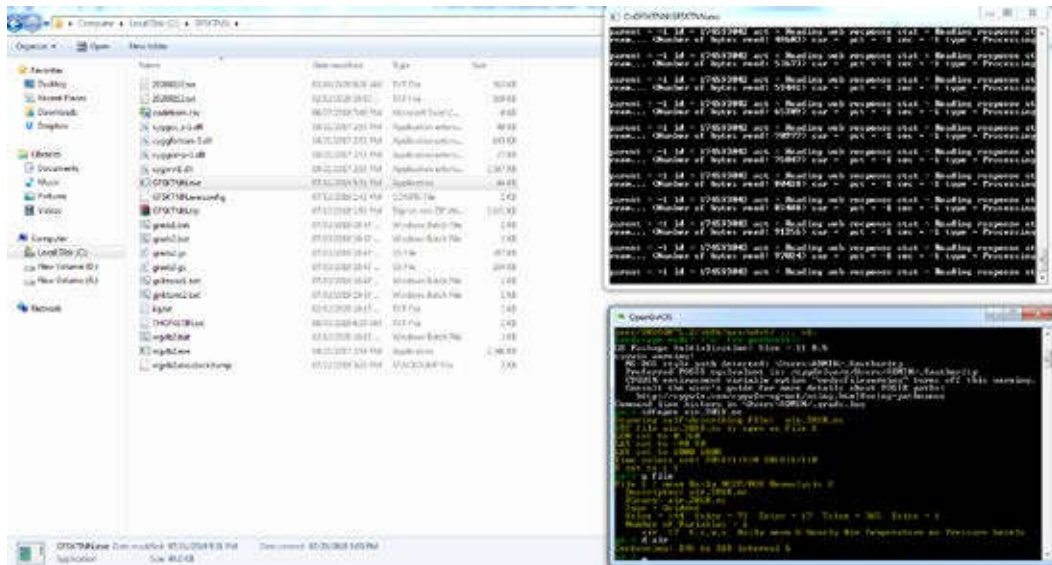
Bước 2. Nhập vào Excel số liệu quan trắc tại 3 trạm khí tượng (A Lưới,

Nghiên cứu

Huế, Nam Đông): Nhiệt độ, điểm sương, hướng gió, tốc độ gió của 3 kỳ quan trắc: 7, 13 và 19 giờ.

Bước 3. Nhập vào Excel số liệu mô hình lúc 7, 13, 19h: Nhiệt độ, gió vĩ hướng, gió kinh hướng, độ ẩm riêng tại khu vực tính toán.

Bước 4. Đưa các biến vào phương trình dự báo đã xây dựng, nếu kết quả lớn hơn ngưỡng dự báo thì dự báo là có xảy ra MNMP, nhỏ hơn ngưỡng dự báo dự báo không xảy ra MNMP.



Hình 3: Modül thu nhận dữ liệu dự báo từ mô hình GFS

Microsoft Excel - EPT Alcatel - Microsoft Excel

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)

Formulas: =SUM(B2:B1000) (1000 cells)</

Hình 4: Tổng hợp số liệu thực đo và dự báo xây dựng phương trình

Sau khi chạy chương trình dự báo tương ứng cho từng tháng và từng trạm, so sánh kết quả tính toán với ngưỡng dự báo; cụ thể:

- Đối với trạm A Lưới trong tháng 1, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\geq 0,348$ thì dự báo trong 24 giờ tới có MNMP, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\leq 0,348$ thì dự báo trong 24 giờ tới không có MNMP.

- Đối với trạm A Lưới trong tháng 2, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\geq 0,56$ thì dự báo trong 24 giờ tới có MNMP, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\leq 0,56$ thì dự báo trong 24 giờ tới không có MNMP.

- Đối với trạm A Lưới trong tháng 3, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\geq 0,6$ thì dự báo trong 24 giờ tới có MNMP, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\leq 0,6$ thì dự báo trong 24 giờ tới không có MNMP.

- Đối với trạm Huế trong tháng 2, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\geq 0,638$ thì dự báo trong 24 giờ tới có MNMP, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\leq 0,638$ thì dự báo trong 24 giờ tới không có MNMP;

- Đối với trạm Huế trong tháng 3, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\geq 0,665$ thì dự báo trong 24 giờ tới có MNMP, nếu kết quả tính toán cho giá trị $\leq 0,665$ thì dự báo trong 24 giờ tới không có MNMP.

4. Kết luận

MNMP là một trong những điều kiện tác động rất lớn đến hoạt động bay của sân bay Phú Bài. Để dự báo MNMP cho khu vực này, nghiên cứu tiến hành xây dựng phương trình bằng các yếu tố thực đo và dự báo từ mô hình GFS với độ phân

giải 0,5 tại các trạm Huế, A Lưới và Nam Đông. Kết quả nghiên cứu như sau:

- MNMP trên khu vực tỉnh Thừa Thiên - Huế tập trung vào các tháng 1, 2, 3 hàng năm.

- Từ các nhân tố sơ cấp và thứ cấp đã xây dựng được 5 phương trình dự báo MNMP thời hạn 24 giờ cho khu vực nghiên cứu bao gồm: Trạm A Lưới tháng 1, 2, 3; trạm Huế tháng 2, 3 và trạm Nam Đông tháng 1 có độ chính xác trên 70%. Kết quả độ chính xác khi thử nghiệm dự báo trên chuỗi số liệu phụ thuộc đều đạt kết quả rất cao, cao nhất lên tới 89,03% và thấp nhất là 45,39%; trong đó có 4 phương trình trong số 9 phương trình có độ chính xác lớn hơn 80%, 4 phương trình có độ chính xác trên 70%. Độ chính xác khi thử nghiệm dự báo trên chuỗi số liệu độc lập nhìn chung kết quả thử nghiệm cũng tương đối cao. Độ chính xác cao nhất là 92,86% và thấp nhất chỉ là 61,29%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Phùng Ngọc Diệp (1970). *Chỉ tiêu dự báo mưa nhỏ mưa phùn*. Nội san Khí tượng Vật lý địa cầu XII.

[2]. Nguyễn Viết Phong (1964). *Áp dụng phân tích phân biệt dự báo mưa nhỏ cho các đài Vinh và Lai Châu*. Nội san Khí tượng Vật lý địa cầu XI.

[3]. Lê Đình Quang (1965). *Dự báo mưa nhỏ và mưa phùn trong nửa năm lạnh*. Nội san Khí tượng Vật lý địa cầu IV.

[4]. John R. Starr (1997). *Forecasters's reference book*. Meteorological Office College.

BBT nhận bài: 21/10/2020; Phản biện xong: 26/10/2020; Chấp nhận đăng: 15/12/2020