

# DỰ BÁO MƯA NHỎ, MƯA PHÙN CHO KHU VỰC THÀNH PHỐ VINH TRONG CÁC THÁNG I, II VÀ III

TS. Nguyễn Việt Lành - Trường Cao đẳng KTTV Hà Nội  
KS. Nguyễn Thị Nguyệt - Đài KTTV khu vực Bắc Trung Bộ

## 1. Đặt vấn đề

Mưa nhỏ, mưa phùn (MNMP) là một hiện tượng thời tiết đặc sắc ở miền Bắc nói chung và ở Tp. Vinh nói riêng trong mùa đông mà đặc biệt là nửa sau mùa đông. Tuy MNMP không có ý nghĩa lớn về cung cấp lượng nước nhưng vẫn có tác dụng rất lớn đối với nông nghiệp. Những đợt mưa kéo dài với không khí ở trạng thái bão hoà hoặc gần bão hoà hơi nước sẽ hạn chế khả năng bay hơi, đảm bảo cho cây trồng mùa đông đang cần nước phát triển. Tuy nhiên, MNMP kéo dài sẽ làm giảm thời gian chiếu sáng, ảnh hưởng đến sự quang hợp của cây trồng, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho sâu bệnh phát triển [7]. Ngoài ra, MNMP còn làm giảm tầm nhìn xa, gây trở ngại cho giao thông trên không và trên biển. Vì vậy, việc nghiên cứu và dự báo hiện tượng này là một bài toán có ý nghĩa thực tiễn rất lớn đối với ngành Khí tượng Việt Nam.

Với điều kiện địa hình khá đặc biệt của khu vực Bắc Trung Bộ, bờ biển và dãy Trường Sơn đều chạy theo hướng tây bắc-đông nam, nên mỗi lần chịu ảnh hưởng của không khí lạnh, gió NE vuông góc với bờ biển nên có mưa ở hầu hết các nơi thuộc khu vực. Đặc biệt, khi tồn tại fron tĩnh dọc theo dãy Trường Sơn thì thời gian mưa, diện mưa và lượng mưa tăng lên rõ rệt.

Chính vì MNMP ở miền Bắc Việt Nam có những đặc trưng nổi trội nên từ lâu đã thu hút sự quan tâm nghiên cứu của nhiều nhà khí tượng. Trong các công trình nghiên cứu, các nhà khí tượng nước ta [6], [7] thường phân thành 2 loại là: mưa phùn ấm và mưa phùn lạnh. Trong đó, mưa phùn ấm liên quan với sự khống chế của không khí nhiệt đới biển do không khí lạnh đã trải qua một quá trình biến tính mạnh mẽ. Những ngày mưa phùn ấm, nhiệt độ không khí trung bình ngày cao hơn  $20^{\circ}\text{C}$  và thường xảy ra trong quá trình xu thế nhiệt độ trung bình ngày đang tăng. Mưa phùn lạnh liên quan với gió mùa mùa đông chân chính khi khối không khí lạnh biến tính qua biển cùng với fron lạnh tràn khu vực rồi tĩnh lại ở phía đông dãy Trường Sơn. Những ngày có loại mưa phùn này, nhiệt độ không khí trung bình ngày thấp hơn  $20^{\circ}\text{C}$  và thường xảy ra trong quá trình xu thế nhiệt độ trung bình ngày đang giảm hoặc ít thay đổi. Ngoài ra còn phải kể tới một loại mưa phùn nữa do sương mù mạnh lên mà sinh ra. Loại mưa phùn này thường quan sát thấy lẫn với sương mù vào buổi sáng và kết thúc nhanh chóng cùng với sương mù.

Đặc điểm chủ yếu của MNMP là hạt mưa rất nhỏ và thời gian mưa kéo dài, cho nên điều kiện cần thiết để hình thành MNMP là khí quyển phải có một tầng kết đặc biệt ổn định để kìm hãm sự phát triển kích thước giọt mưa cũng như kìm hãm các dòng thẳng của không khí và một bình lưu ẩm đủ để cung cấp hơi nước trong một thời gian [1]. Trong các tháng I, II và III, ở khu vực thành phố Vinh, như đã phân tích ở trên, điều kiện bình lưu ẩm thường được thoả mãn, còn điều kiện tầng kết nhiệt phải rất ổn định hoặc nghịch nhiệt thì chỉ có thể xảy ra khi có fron tĩnh (nghịch nhiệt fron) hoặc có dòng giáng của áp cao Thái Bình Dương (nghịch nhiệt nén).

Bên cạnh đó, các tác giả như Phùng Ngọc Diệp [2], Lê Đình Quang [5] cũng đã tiến hành xây dựng phương pháp dự báo MNMP cho khu vực Hà Nội, Nguyễn Việt Phong [4] đã xây dựng phương pháp dự báo MNMP cho khu vực thành phố Vinh với 2 biến dự báo là nhiệt độ và điểm sương. Tuy vậy, từ những phương pháp dự báo

MNMP đã có, 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 vẫn còn mang tính chủ quan. Để khắc phục những điểm hạn chế này, ở đây, chúng tôi tiến hành sử dụng các phương pháp thống kê hiện đại trên cơ sở chuỗi số liệu sẵn có, để khai thác ở các trung tâm dự báo tỉnh và với số lượng biến được đưa vào để dự tuyển là không hạn chế nhằm xây dựng các phương trình dự báo MNMP cho khu vực Tp. Vinh trong các tháng I, II và III.

## 2. Cơ sở số liệu và phương pháp nghiên cứu

### a. Cơ sở số liệu

Như đã nói ở trên, do đặc điểm khí hậu của khu vực, MNMP chủ yếu xuất hiện vào những tháng nửa sau mùa đông, bởi vậy, chúng tôi chỉ khai thác số liệu của Trạm khí tượng Vinh từ năm 1995-2001 (7 năm liên tục) trong các tháng I, II và III để nghiên cứu. Về các yếu tố khí tượng, chúng tôi khai thác trên nguyên tắc sử dụng đến mức tối đa khả năng đáp ứng của các nguồn số liệu sẵn có của khu vực. Cụ thể, các yếu tố đã được khai thác bao gồm nhiệt độ, điểm sương, khí áp, biến áp 24 giờ, áp suất hơi nước, hướng gió và tốc độ gió lúc 7 giờ sáng cũng như thời điểm bắt đầu và kết thúc MNMP.

### b. Phương pháp nghiên cứu

Như chúng ta đã biết, hiện nay có rất nhiều phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu khí tượng, khí hậu, trong đó các phương pháp thống kê như: hàm hồi quy nhiều biến, hàm phân lớp ... được ứng dụng một cách rộng rãi để xây dựng phương trình dự báo.

Về cơ sở lý thuyết của các hàm này đã được nhiều tác giả nói đến trong nhiều công trình [3], hơn nữa, các phần mềm của chúng bây giờ cũng rất phổ biến nên chúng tôi không nhắc lại ở đây. Trong bài viết này, để xây dựng phương trình dự báo, chúng tôi sử dụng hàm hồi quy từng bước và chạy hàm này bằng phần mềm SAS (Statistical Analytic System) của Mỹ.

## 3. Kết quả tính toán

### a. Một số đặc trưng khí hậu của MNMP

Để tính một số đặc trưng thống kê khí hậu của MNMP cho khu vực trong các tháng I, II và III chúng tôi quy ước như sau:

- Giờ mưa là thời gian có mưa trong 60 phút. Đại lượng này biểu thị thời gian kéo dài của một trận hoặc ngày mưa.
- Trận mưa là thời gian có mưa liên tục hoặc cách quãng nhưng thời gian cách quãng đó không quá 10 phút, nếu lớn hơn 10 phút thì xem đó là một trận mưa khác.
- Ngày mưa là ngày có ít nhất một trận mưa tính từ 19 giờ hôm trước đến 19 giờ hôm sau.
- Đợt mưa là thời gian kéo dài của các ngày mưa liên tục.

Từ những kết quả được dẫn ra trong bảng 1, có thể nhận thấy rằng:

- Sự khác nhau về số ngày có mưa nhỏ giữa các tháng không lớn, mỗi tháng có từ 14,5-15,9 ngày. Số ngày có mưa phần rất ít và tăng dần từ tháng I (0,14 ngày) đến tháng III (3,57 ngày). Cả 3 tháng có 49,7 ngày MNMP, trong đó chỉ có 4,3

ngày mưa phùn, chiếm 8,6% tổng số và chủ yếu tập trung trong tháng III nên có thể nói mưa phùn trong các tháng I và II là không đáng kể.

Bảng 1. Một số đặc trưng thống kê trung bình tháng của MNMP khu vực  
Tp. Vinh (1995-2001)

| Đặc trưng      | Hiện tượng | Tháng I |        | Tháng II |        | Tháng III |        |
|----------------|------------|---------|--------|----------|--------|-----------|--------|
|                |            | Tổng    | TB     | Tổng     | TB     | Tổng      | TB     |
| Số giờ         | Mưa nhỏ    | 967,92  | 138,27 | 1175,08  | 167,87 | 819,05    | 117,01 |
|                | Mưa phùn   | 5,50    | 0,79   | 19,49    | 2,78   | 115,25    | 16,47  |
| Số trận        | Mưa nhỏ    | 137     | 19,57  | 139      | 19,86  | 171       | 24,43  |
|                | Mưa phùn   | 1       | 0,14   | 7        | 1      | 31        | 4,43   |
| Số ngày        | Mưa nhỏ    | 105     | 15     | 102      | 14,57  | 111       | 15,86  |
|                | Mưa phùn   | 1       | 0,14   | 4        | 0,57   | 25        | 3,57   |
| Số đợt         | Mưa nhỏ    | 30      | 4,29   | 29       | 4,14   | 41        | 5,86   |
|                | Mưa phùn   | 1       | 0,14   | 3        | 0,43   | 13        | 1,86   |
| Lượng mưa (mm) |            | 507,5   | 72,5   | 317,0    | 45,3   | 381,7     | 54,5   |

- Số đợt và trận mưa đều tăng từ tháng I đến tháng III với từ 4,4 đợt trong tháng I lên đến 7,7 đợt trong tháng III. Trong khi đó, số ngày mưa giữa các tháng khác nhau không lớn, cho nên trong các tháng I và II, mỗi đợt mưa kéo dài trung bình từ 3,4-3,5 ngày, còn tháng III chỉ kéo dài 2,5 ngày.
- Trong khi tháng II là tháng có số giờ mưa lớn nhất với gần 168 giờ MNMP thì tháng III chỉ có 134 giờ. Điều đó chứng tỏ các trận MNMP trong tháng III thường ngắn hơn các tháng trước đó. Có thể nói rằng, các đặc trưng MNMP trong tháng III khác nhiều so với hai tháng trước đó.
- Tháng I có lượng mưa lớn nhất (72,5mm), tháng tiếp theo là tháng III và tháng nhỏ nhất là tháng II với 45,3mm.

Bảng 2. Một số đặc trưng thống kê cực trị của MNMP khu vực  
Tp. Vinh (1995-2001)

| Đặc trưng               | Mưa nhỏ |    |       | Mưa phùn |      |       |
|-------------------------|---------|----|-------|----------|------|-------|
|                         | I       | II | III   | I        | II   | III   |
| Số giờ max của 1 trận   | 24      | 24 | 18,50 | 5,50     | 6,67 | 11,67 |
| Số giờ max của 1 ngày   | 24      | 24 | 18,50 | 5,50     | 6,67 | 11,67 |
| Số trận max của 1 ngày  | 4       | 6  | 6     | 1        | 2    | 2     |
| Số ngày max của một đợt | 11      | 18 | 12    | 1        | 2    | 4     |
| Số ngày max của 1 tháng | 19      | 15 | 19    | 1        | 2    | 11    |

Từ bảng 2, có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Một trận mưa có thể kéo dài suốt 24 giờ trong tháng I và II, trong khi đó, thời gian kéo dài nhất trong tháng III là 18,5 giờ. Đối với một trận hay một ngày, mưa nhỏ thường kéo dài hơn mưa phùn.
- Một đợt mưa nhỏ có thể kéo dài trong 18 ngày liền trong tháng II, nhưng trong tháng I và III thì chỉ kéo dài 11-12 ngày. Trong khi đó, một đợt mưa phùn chỉ có thể kéo dài nhất là 4 ngày.
- Đối với mưa nhỏ, tháng có nhiều ngày mưa nhất là tháng I và III với 19 ngày, còn tháng II chỉ kéo dài nhất là 15 ngày.

Như đã nói trên, MNMP ở miền Bắc nước ta chịu sự chi phối của bình lưu ẩm tầng thấp. Vì vậy, để hiểu rõ hơn sự phụ thuộc này, chúng tôi tiến hành tính tần suất hướng gió khi có và không có MNMP ở khu vực Tp. Vinh. Hướng gió được chia thành 5 nhóm, trong đó 4 nhóm thuộc 4 góc phần tư và một nhóm lặng gió. Kết quả tính toán được dẫn ra trong bảng 3.

Bảng 3. Tần suất gió khi có MNMP khu vực Tp. Vinh (1995+2001)

| Hướng gió | Tổng số lần | Số lần có mưa | Tần suất (%) |
|-----------|-------------|---------------|--------------|
| Lặng gió  | 424         | 199           | 47           |
| 0 ÷ 90    | 52          | 44            | 85           |
| 91 ÷ 180  | 9           | 3             | 33           |
| 181 ÷ 270 | 27          | 11            | 41           |
| 271 ÷ 360 | 96          | 74            | 77           |

Từ bảng 3, có thể nhận thấy rằng:

1. Trường hợp lặng gió có tần suất lớn nhất với 424 ngày trên 608 ngày được tính toán, trong đó có 199 ngày có mưa. Tần suất ngày có mưa trong trường hợp này chiếm 47%.
2. Gió có thành phần S chiếm một tỉ lệ rất nhỏ, chỉ có 9 trường hợp thuộc góc phần tư thứ hai và 27 trường hợp thuộc góc phần tư thứ ba trên tổng số 608 trường hợp được nghiên cứu. Trong đó, xác suất có mưa khi có các hướng gió này cũng nhỏ hơn các trường hợp khác, chỉ 30% đối với góc phần tư thứ hai và 41% đối với góc phần tư thứ ba.
3. Khi gió có thành phần bắc (góc phần tư thứ nhất và góc phần tư thứ tư) thì xác suất xuất hiện mưa là lớn nhất, 85% đối với góc phần tư thứ nhất và 77% đối với góc phần tư thứ tư, nhưng rất tiếc là số ngày có hướng gió thuộc một trong hai góc này không lớn (chỉ 148/608 ngày).

## **b. Xây dựng các phương trình dự báo**

### *i. Tập các nhân tố dự tuyến*

Để xây dựng các phương trình dự báo mưa cho khu vực thành phố Vinh trong các tháng I, II và III, chúng tôi sử dụng chuỗi số liệu từ năm 1995-2000, còn số liệu năm 2001 được dùng để dự báo thử nghiệm.

Như đã phân tích trên, MNMP giữa các tháng có những đặc trưng khác nhau, cho nên, sau khi lọc bỏ những kỳ quan trắc mà số liệu không đủ độ tin cậy, chúng tôi chia chuỗi số liệu trên thành hai chuỗi nhỏ, chuỗi thứ nhất từ ngày 1-I đến ngày 14-II, gọi là tháng I với 213 ngày. Bởi vì trong thời kỳ này, khi khí áp tăng mạnh thì chỉ có không khí lạnh tràn về, khi đó, không thể có MNMP nên chỉ chọn những ngày có biến áp 24h < +2,0mb. Chuỗi thứ hai lấy từ ngày 15-II đến 31-III gọi là tháng III với 249 ngày.

Yếu tố dự báo là mưa xảy ra trong khoảng thời gian từ 7 giờ hôm làm dự báo đến 7 giờ hôm sau. Các nhân tố dự báo được lấy vào lúc 7 giờ tại Trạm khí tượng bề mặt Vinh, gồm:

1. Nhiệt độ không khí (T),
2. Biến thiên 24 giờ của nhiệt độ không khí (dtaT24),
3. Nhiệt độ điểm sương (Td),
4. Biến thiên 24 giờ của nhiệt độ điểm sương (dtaTd24),

5. Khí áp mực trạm (P0),
6. Biến thiên 24 giờ của khí áp (dtaP24),
7. Hướng gió (dd),
8. Tốc độ gió (ff),
9. Áp suất hơi nước (e),
10. Biến thiên 24 giờ của áp suất hơi nước (dtae24),
11. Độ hụt điểm sương (TTd),
12. Biến thiên 24 giờ của độ hụt điểm sương (dtaTTd24).

Như vậy, có một yếu tố dự báo và 12 nhân tố dự tuyển để xây dựng phương trình hồi quy từng bước dự báo MNMP cho khu vực Tp. Vinh.

*ii. Phương trình dự báo*

Phương trình dự báo MNMP cho tháng I có dạng:

$$Y_1 = 1,07558 + 0,3894 * dtaP24 + 12,38937 * ff - 0,80108 * TTd - 0,44429 * dd$$

Phương trình dự báo MNMP cho tháng III có dạng:

$$Y_3 = 25,78447 + 5,3891 * ff + 0,19155 * TTd + 0,12259 * dtaP24 - 0,82169 * T + 0,60506 * e$$

Trong đó: dtaP24 và e được tính bằng phân mười mb,  
ff được tính bằng m/s,  
T và TTd được tính bằng phân mười độ,  
dd được tính bằng góc lấy giá trị từ 0-36.

Phương trình có ngưỡng dự báo  $Y_0 = 0$ . Nếu giá trị của phương trình  $> 0$  thì dự báo trong 24 giờ tới có MNMP và nếu giá trị của phương trình  $\leq 0$  thì dự báo trong 24 giờ tới không có MNMP.

Từ hai phương trình được chọn thấy rằng, các nhân tố như: tốc độ gió, biến áp 24 giờ và độ hụt điểm sương đều được tuyển chọn vào cả hai phương trình dự báo. Ngoài ra, phương trình đầu còn tuyển chọn thêm yếu tố hướng gió và phương trình sau lại tuyển thêm hai nhân tố nữa là nhiệt độ và áp suất hơi nước.

*iii. Đánh giá chất lượng phương trình dự báo*

Đối với các phương trình dự báo pha thời tiết thì độ chính xác toàn phần U của phương trình được xác định như sau:

$$U = \frac{n_{11} + n_{22}}{N}$$

Trong đó:  $n_{11}$  là số lần dự báo đúng pha không có MNMP,  
 $n_{22}$  là số lần dự báo đúng pha có MNMP,  
N là số lần tiến hành dự báo.

Cùng với việc đánh giá độ chính xác, cần phải đánh giá độ tin cậy của phương trình dự báo pha thời tiết. Để đánh giá độ tin cậy, ở đây, chúng tôi sử dụng chỉ tiêu của Bagrov [3]. Đối với chỉ tiêu này, độ tin cậy H được xác định như sau:

$$H = \frac{U - U_0}{1 - U_0}$$

Trong đó  $U_0$  là độ chính xác toàn phần của dự báo ngẫu nhiên và được xác định theo công thức:

$$U_0 = \frac{1}{N} \left( \frac{N_{01}}{N} N_{10} + \frac{N_{02}}{N} N_{20} \right)$$

Ở đây  $N_{10}$  là số lần dự báo không có MNMP,  $N_{20}$  là số lần dự báo có MNMP,  $N_{01}$  là số lần thực tế không có MNMP,  $N_{02}$  là số lần thực tế có MNMP và  $N$  là số lần tiến hành dự báo.

Tiến hành đánh giá độ chính xác toàn phần  $U$  và độ tin cậy  $H$  cho các phương trình trên chuỗi số liệu phụ thuộc ta có:

- Đối với phương trình dự báo tháng I: Phương trình dự báo đúng cho trường hợp không có MNMP là 124/163 ngày tiến hành dự báo, đạt 76%. Đối với trường hợp có MNMP, phương trình đã dự báo đúng 37/50 ngày tiến hành dự báo, đạt 74%. Như vậy, độ chính xác toàn phần là 76%. Độ tin cậy theo chỉ tiêu Bagrov là 0,46 (theo ông, nếu  $H \geq 0,2$  thì phương trình đó đủ tin cậy), cao hơn giới hạn cho phép.

- Đối với phương trình dự báo tháng III: Phương trình dự báo đúng cho trường hợp không có MNMP là 72/104 ngày tiến hành dự báo, đạt 69%. Đối với trường hợp có MNMP, phương trình đã dự báo đúng 114/145 ngày tiến hành dự báo, đạt 79%. Như vậy, độ chính xác toàn phần là 75%. Độ tin cậy theo chỉ tiêu Bagrov là 0,44, cũng cao hơn giới hạn cho phép.

#### *iii. Dự báo thử nghiệm trên chuỗi số liệu độc lập (năm 2001)*

Chúng tôi sử dụng số liệu từ ngày 1-I đến 14-II để dự báo thử nghiệm cho phương trình tháng I và từ ngày 15-II đến 31-III để dự báo thử nghiệm cho phương trình tháng III. Số liệu độc lập là số liệu cùng loại nhưng chưa tham gia vào xây dựng phương trình dự báo. Kết quả là:

- Đối với phương trình dự báo tháng I: sau khi đã loại bỏ những ngày có số liệu không phù hợp như đã nói trên cho chuỗi từ ngày 1-I đến 15-II còn lại 33 ngày được tiến hành thử nghiệm. Trong 33 ngày đó có 21 ngày không có MNMP và 12 ngày có MNMP. Phương trình đã dự báo đúng pha không có MNMP là 13/21 ngày và dự báo đúng pha có MNMP là 12/12 ngày, độ chính xác toàn phần là 76%.

- Đối với phương trình dự báo tháng III: sau khi đã loại bỏ những ngày có số liệu không phù hợp như đã nói trên cho chuỗi từ ngày 15-II đến 31-III còn lại 43 ngày được tiến hành thử nghiệm. Trong 43 ngày đó có 23 ngày không có MNMP và 20 ngày có MNMP. Phương trình đã dự báo đúng pha không có MNMP là 17/23 ngày và dự báo đúng pha có MNMP là 16/20 ngày, độ chính xác toàn phần là 77%.

#### **4. Kết Luận**

Qua quá trình xây dựng phương trình hồi quy từng bước để dự báo MNMP cho khu vực thành phố Vinh trong các tháng I, II và III cũng như tiến hành dự báo thử nghiệm, chúng ta có thể nhận thấy rằng, độ chính xác toàn phần tuy không cao, chỉ từ 75-77%, nhưng rất ổn định đối với dự báo thử nghiệm trên chuỗi số liệu phụ thuộc cũng như trên chuỗi số liệu độc lập và hơn nữa, độ tin cậy khá tốt.

Các phương trình dự báo này có độ chính xác toàn phần không cao cũng dễ hiểu, bởi vì, một nhân tố có vai trò quan trọng trong quá trình hình thành hiện tượng là tăng kết nhiệt của khí quyển (qua số liệu thám không) không có để đưa vào xây dựng phương trình. Tuy nhiên, với điều kiện thực tế của khu vực, khi chúng ta không thể có được nguồn thông tin đó thì việc các phương trình dự báo trên được xây dựng cũng giúp dự báo viên khí tượng có thêm một công cụ dự báo định lượng hỗ trợ cùng với các công cụ khác nhằm góp phần nâng cao chất lượng dự báo.

Để sử dụng các phương trình này, hàng ngày, sau khi có số liệu quan trắc 7 giờ tại trạm Vinh, dự báo viên có thể thay các biến vào phương trình trên để tính. Nếu kết quả tính cho giá trị  $>0$  thì dự báo ngày và đêm hôm đó có MNMP và ngược lại.

Bên cạnh đó, bài viết cũng cho thấy một bức tranh khá rõ nét về tình hình mưa nhỏ và mưa phùn ở thành phố Vinh trong các tháng I, II và III.

#### Tài liệu tham khảo

1. Phạm Vũ Anh. Nghịch nhiệt mưa nhỏ mưa phùn ở Đồng bằng, Trung du Bắc Bộ, Bài giảng Khí tượng nhiệt đới dùng cho Cao học, Viện Khí tượng Thủy văn, 1998.
2. Phùng Ngọc Điệp. Chỉ tiêu dự báo mưa nhỏ, mưa phùn, Nội san Khí tượng Vật lý địa cầu I, 1967.
3. Nguyễn Việt Lành. Sử dụng hàm hồi quy từng bước để dự báo đồng nhiệt thời hạn 6÷12 giờ cho khu vực Hà Nội trong các tháng nửa đầu mùa hè, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 11-2000.
4. Nguyễn Việt Phong. 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, 1964.
5. Lê Đình Quang. Dự báo mưa nhỏ và mưa phùn trong nửa năm lạnh, Khí tượng Vật lý địa cầu, 1965.
6. Nguyễn Vũ Thi. Một số ý kiến sơ bộ về mưa nhỏ mưa phùn, Nội san Khí tượng Vật lý địa cầu I, 1960.
7. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc. Khí hậu Việt Nam, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1993.