MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CẢNH BÁO MƯA LỚN CHO KHU VỰC HÀ NỘI BẰNG CHỈ SỐ BẤT ỔN ĐỊNH KHÍ QUYỂN

Trương Thị Thơm, Đào Thị Loan - Đài Khí tượng Cao không

Bài báo sử dụng kết hợp số liệu thám không vô tuyến và số liệu mưa để đưa ra một vài ngưỡng chỉ tiêu bất ổn định khí quyển cảnh báo mưa lớn có thể xảy ra cho khu vực Hà Nội. Các phân tích thử nghiệm cho xác suất cảnh báo tương đối khả quan, có thể nghiên cứu thêm và xem xét khả năng áp dụng các ngưỡng này vào công tác nghiệp vụ khí tượng cao không.

1. Mở đầu

Mưa lớn là một hiện tượng thời tiết nguy hiểm gây ảnh hưởng xấu đến các hoạt động kinh tế xã hội và đời sống của con người. Việc cảnh báo trước được hiện tượng mưa lớn, đặc biệt là cảnh báo định lượng, có ý nghĩa quan trọng trong việc giảm thiểu thiệt hại mà nó gây ra. Mục đích của bài báo này là đưa ra được một số ngưỡng chỉ số bất ổn định để cảnh báo khả năng xảy ra mưa lớn ở khu vực Hà Nội.

Theo Quyết định số 245/2006/QĐ-TTg ngày 27 tháng 10 năm 2006 của Thủ tướng chính phủ về việc ban hành Quy chế báo áp thấp nhiệt đới, bão, lũ, lượng mưa thực tế đo được trong 24 giờ tại các trạm quan trắc khí tượng bề mặt, trạm đo mưa trong mạng lưới KTTV được chia làm 5 cấp:

- Mưa nhỏ: Lượng mưa đo được từ 1 - 5 mm/24h.
- Mưa: Lượng mưa đo được từ 6 - 15 mm/24h.
- Mưa vừa: Lượng mưa đo được từ 16 - 50 mm/24h.
- Mưa to: Lượng mưa đo được từ 51 - 100 mm/24h.
- Mưa rất to: Lượng mưa đo được > 100 mm/24h.

Ngày mưa lớn là ngày lượng mưa trong 24 giờ đạt từ 51 mm trở lên.

2. Điều kiện nhiệt động lực của quá trình mưa lớn

a. Quá trình hình thành mưa lớn

Quá trình hình thành mưa lớn thường liên quan đến một hay nhiều các quá trình synop kết hợp với nhau trong điều kiện nhiệt ẩm thích hợp. Tuy nhiên, quá trình synop chỉ mới mô tả được một cách tương đối cấu trúc không gian của tầng khí quyển mà trên thực tế mưa lớn xảy ra còn có nhiều nguyên nhân nhiệt động lực hết sức phức tạp khác.

Nghiên cứu quá trình mưa lớn không chỉ thông qua các đặc trưng của một số trường khí tượng vô hướng như trường áp, trường nhiệt, trường ẩm...mà cần thiết phải xem xét các trường khí tượng có hướng như trường gió ở các lớp khác nhau của khí quyển.

Nước ta thuộc khu vực nhiệt đới gió mùa vì thế những nhiễu động khí quyển có qui mô và tính chất rất khác nhau như: nhiễu động kiểu front, ở khu vực tiếp giáp giữa các khối khí độc lập về thuộc tính ẩm (không khí cực đới biến tính và không khí nhiệt đới biển), những nhiễu động kiểu hội tụ dạng rãnh,...là nơi gặp gỡ của hai luồng gió khác hướng, tại đó có điều kiện động lực thuận lợi làm tăng khả năng bốc lên cao của không khí tạo thành mây dày đặc và mưa, nhiễu động kiểu xoáy thuận là những trung tâm áp thấp gây ra sự hội tụ không khí từ các vùng lân cận, khu vực xoáy có điều kiện động lực để không khí thăng mạnh mẽ, hơi nước ngưng kết thành mây và gây mưa.

Chính những nhiễu động này đã làm gia tăng tính bất ổn định của khí quyển và tạo khả năng ngưng tụ hơi nước hình thành mây đối lưu trong các khối không khí. Bản thân nguồn hơi nước vốn dĩ rất phong phú của khối không khí gió mùa chưa thể đem lại mưa khắp lãnh thổ nước ta mà cần phải kết hợp với những yếu tố khác (quá trình nhiệt lực, động lực, điều kiện địa hình) thúc đẩy dòng thăng mạnh mẽ, thì mưa mới có thể xảy ra.

b. Điều kiện nhiệt động lực chủ yếu của quá trình mưa lớn

Trên thực tế thống kê cho thấy một số điều kiện cần thiết để quá trình mưa lớn xảy ra là:

Độ ẩm riêng $q850 \geq 12$ g/kg

Độ ẩm tương đối $r \geq 88\%$

Độ ẩm tuyệt đối $e \geq 17$mb

Độ bất ổn định $\theta sw \leq 0$

Trong các nhân tố gây mưa lớn thì nhân tố nhiệt động lực đóng vai trò chủ yếu, và là điều kiện cần trong các trường hợp xảy ra mưa lớn. Khi có tác động mạnh mẽ của các hình thế khí áp hoặc nhiễu động khí quyển, tạo ra nhân tố động lực thúc đẩy, làm cho khối không khí vốn đã có điều kiện ẩm

Người đọc phản biện: ***Ngô Đức Thành***

(điều kiện đủ) thỏa mãn chuyển động đi lên mãnh liệt và kéo dài thì mới tạo các đợt mưa lớn [4].

3. Phương pháp chỉ số bất ổn định

Để dự báo mưa lớn, người ta dùng rất nhiều phương pháp như: synop, thống kê, mô hình số, ước lượng mưa bằng ra đa thời tiết. Như đã phân tích ở trên thì mưa lớn chỉ xuất hiện trong điều kiện không khí bất ổn định và đối lưu phát triển mạnh, khi tính chất nhiệt động lực của các khối không khí là rất khác nhau. Vì vậy, dự báo mưa lớn bằng chỉ số bất ổn định khí quyển đã được nghiên cứu nhiều, tuy nhiên các kết quả đó chưa được đưa vào áp dụng nghiệp vụ.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi mong muốn và cố gắng đưa ra một hệ thống chỉ tiêu bất ổn định khí quyển thích hợp, có thể dùng hỗ trợ hoặc tham khảo cho các phương pháp dự báo khác để dự báo mưa lớn đối với một khu vực nhất định.

Các chỉ số bất ổn định khí quyển dùng trong nghiên cứu này: LI- Lifted Index (0C), Cape-total (J/kg), Total totals, Vertical Total, Thompson Index .

a. Nguồn số liệu

Để xác định ngưỡng dự báo của các chỉ số trên, trong nghiên cứu này sẽ sử dụng:

- Chuỗi số liệu ca sáng (00Z) từ tháng 7 đến tháng 9 của 9 năm (2000 -2004, 2006- 2008) của trạm TKVT Hà Nội.

- Chuỗi số liệu mưa 24h của trạm Láng thời kỳ 2000 – 2004, 2006 -2008 để chọn lọc ra những ngày xảy ra mưa lớn.

Các chỉ số bất ổn định được tính từ phần mềm RAOB với số liệu 2 giây được trích xuất từ chương trình DigiCoRa.

b. Thời đoạn cảnh báo: Cảnh báo mưa lớn xảy ra trong ngày ngay sau khi quan trắc thám không vô tuyến buổi sáng.

c. Phương pháp chọn chỉ tiêu cảnh báo

Trong nghiên cứu này , chúng tôi sẽ tìm xác suất xảy ra mưa lớn đối với mỗi giá trị khác nhau của từng chỉ số, coi xác suất xảy ra mưa lớn như là một hàm của thông số mưa (chỉ số bất ổn định) (3).

Cụ thể phương pháp này như sau: Tìm xác suất xảy ra mưa dông đối với mỗi giá trị khác nhau của từng chỉ số, coi xác suất xảy ra mưa dông như là một hàm của thông số mưa, dông (chỉ số bất ổn định). Ví dụ với chỉ số LI.

- Để mô tả xác suất mưa như là một hàm của LI, chúng ta hãy tính phần trăm xảy ra mưa trong một tập hợp các giá trị LI gần nhau nào đó.mà nằm trong độ rộng kích cỡ giá trị LI (max – min).

- Sắp xếp tất cả các giá trị LI theo thứ tự từ cao đến thấp hoặc từ thấp đến cao (trong đó có các trường hợp mưa dông và không mưa dông).

- Chọn 200 trường hợp đầu tiên từ trường hợp thứ nhất đến trường hợp 200 trong danh sách theo thứ tự trên, sau đó tính toán xác suất xảy ra mưa dông cũng như giá trị trung bình chỉ số của 200 trường hợp đó.

- Lặp lại thủ tục tính xác suất mưa dông và giá trị trung bình của chỉ số đối với trường hợp giá trị LI thứ 11 đến trường hợp thứ 210 trong thứ tự sắp xếp trên. Và cứ tiếp tục làm như vậy cho đến giá trị LI cuối cùng trong danh sách đã sắp xếp theo thứ tự ở trên. Ở đây bước trượt sẽ là 10.

- Như vậy, với mỗi giá trị trung bình của LI ta sẽ có một giá trị xác suất. Nếu như ta có N trường hợp thì ta sẽ có (N-200/10 + 1) cặp giá trị trung bình và xác suất. Từ số cặp giá trị này ta có thể vẽ được đồ thị hàm phân bố xác suất mưa phụ thuộc vào giá trị chỉ số, và ta có thể cảnh báo hiện tượng mưa theo xác suất xảy ra nếu tính được giá trị chỉ số.

4. Kết quả

Tuy công trình này tiến hành tính toán và nghiên cứu với 10 loại chỉ số bất ổn định như đã trình bày ở trên nhưng kết quả chỉ tìm được 5 loại chỉ số cho ngưỡng cảnh báo có xác suất có thể chấp nhận được.

5. Phân tích thử nghiệm với một số trận mưa lớn tại Hà Nội

a. Trận mưa dông xảy ra vào sáng sớm ngày 20 tháng 7 năm 2009

Do ảnh hưởng của hoàn lưu vùng thấp (suy yếu từ bão số 5), kết hợp với gió đông nam cường độ mạnh nên đêm và sáng sớm ở Bắc Bộ có mưa vừa, mưa to trên diện rộng, lượng mưa phổ biến trong khoảng 50-700 mm. (Bản tin dự báo của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn trung ương. Khu vực Hà Nội tổng lượng mưa đo được từ 1 giờ đến 07 giờ ngày 20/07 phổ biến trong khoảng 80-110mm, tại Thượng Cát 138 mm, trung tâm Hà Nội 120 mm, Ba Vì 113 mm, Đông Anh 112 mm.

Bảng 1. Chỉ tiêu cảnh báo mưa lớn

Chỉ số	Giá trị	Tần suất mưa lớn (%)
Lifted Index (^{0}C)	**LI < -6**	**80**
	-6 ≤ LI < -5.5	50 - 80
	-5.5 ≤ LI < -4.5	20-50
	-4.5 ≤ LI < -3	15-20
	-3≤ LI < 0	0-15
Cape-total (J/kg)	**Cape-total > 3000**	**80**
	2000 < Cape ≤ 3000	50 - 80
	2000≤ Cape ≤ 2500	30- 50
	1000 < Cape < 2000	15-30
	Cape ≤ 500	0-15
Total totals	TT > 45	60
	42 < TT ≤ 45	30-60
	33 ≤ TT ≤ 42	5-30
Vertical Total	VT > 25	60
	23 < VT ≤ 25	30 -60
	19 < VT ≤ 23	0-30
	1 ≤ SI < 4	15-30
Thompson Index	TI > 45	60
	40 < TI ≤ 45	30-60
	15 ≤ TI ≤ 40	5-30

Bảng 2. Các chỉ số bất ổn định ca quan trắc 19h ngày 19/07/2009

Chỉ số	Giá trị	Ngưỡng cảnh báo	Tần suất mưa lớn
Lifted Index (^{0}C)	-8.8	LI < -6	≥ 80
Cape-total (J/kg)	5999	Cape-total > 3000	≥ 80
Total totals	45.8	TT > 45	≥ 60
Vertical Total	26.3	VT > 25	≥ 60
Thompson Index	48	TI > 45	≥ 60

Từ bảng 2 cho chúng ta thấy, với giá trị LI, Cape – total khả năng xảy ra mưa lớn đạt trên 80 %, các chỉ số khác TT,VT,TI cho khả năng xảy ra mưa lớn đạt trên 60%. Như vậy, có thể cảnh báo khả năng xảy ra mưa lớn ở khu vực Hà Nội sau ca quan trắc tối ngày 19/07/2009 là rất lớn. So sánh với trận mưa thực tế đã xảy ra, ta thấy cảnh báo này là chính xác.

b. Trận mưa dông xảy ra vào sáng ngày 13 tháng 07 năm 2010

Ngày 10 đến ngày 13 các tỉnh bắc Bộ nằm ở rìa phía nam của rãnh áp thấp bị nén yếu, nên một số nơi thuộc khu Đông Bắc có mưa rào và dông rải rác. Ngoài ra, do ảnh hưởng của bão số 1 (ngày 17-18), bão số 2 (ngày 22-23) khu vực Hà Nội có mưa rào, trong đó trận mưa lớn xảy ra với cường độ mạnh vào sáng ngày 13/07/2010. Lượng mưa phổ biến

trên 100 mm, tại trung tâm Hà Nội 130 mm, tại trạm đo ở cầu Long Biên 158mm, Láng 120 mm, trận mưa đã làm địa bàn thành phố xuất hiện 23 điểm ngập úng sâu từ 0.3 đến 0.5 m.

Bảng 3. Các chỉ số bất ổn định ca quan trắc ngày 12/07/2010

Chỉ số	07h ngày 12/07/2010	19h ngày 12/07/2010	Ngưỡng cảnh báo	Tần suất mưa lớn
Lifted Index (^{0}C)	-7.5	-5.7	LI < -6	≥ 80
Cape-total (J/kg)	4514	2854	Cape-total > 3000	≥ 80
Total totals	46.1	47.3	TT > 45	≥ 60
Vertical Total	26.1	25.5	VT > 25	≥ 60
Thompson Index	49	49	TI > 45	≥ 60

Bảng 3 cho thấy năng lượng bất ổn định tiềm năng trong khí quyển là rất lớn với giá trị cape – total, LI thể hiện khả năng xảy ra mưa lớn trên 80%. Dùng chỉ số bất ổn định khí quyển để xem xét khả năng xảy ra mưa lớn trong trường hợp này cho kết quả tương đối khả quan.

6. Kết luận

- Trong số các chỉ số bất ổn định khí quyển mà công trình này tiến hành nghiên cứu, 5 chỉ số có thể sử dụng được để xem xét trước khả năng xảy ra mưa lớn trong ngày sau khi có quan trắc thám không vô tuyến ở khu vực Hà Nội.

- Từ những phân tích thử nghiệm, phương pháp dùng chỉ số bất ổn định khí quyển để cảnh báo mưa lớn cho kết quả là khả quan, đặc biệt là những trận mưa dông với lượng mưa lớn cho khu vực Hà Nội. Tuy nhiên những trường hợp phân tích ở báo cáo còn chưa đủ, cần có nghiên cứu sâu thêm, với bộ số liệu dày hơn và đánh giá thử nghiệm nghiêm túc để xem xét khả năng đưa các ngưỡng cảnh báo đã trình bày ở trên áp dụng vào nghiệp vụ.

- Công trình nghiên cứu này chưa tìm được một ngưỡng chỉ số bất ổn định nào khả quan về biến đổi trường gió trước khi xảy ra mưa lớn. Trường gió thường biến đổi liên tục không theo quy luật, đặc biệt là gió tầng thấp. Độ đứt gió ở tầng thấp (wind shear) là một trong những yếu tố quan trọng góp phần tạo nên dòng thăng mạnh hay đối lưu mạnh.

Tài liệu tham khảo

1. Đặc điểm khí hậu 12 tháng ở miền Bắc – Nha khí tượng 1964.

2. Đặc điểm khí tượng thủy văn các năm 2000 – 2009. Trung tâm dự báo KTTV Quốc gia.

3. Đào Thị Loan, Nguyễn Thị Tân Thanh. Chỉ số bất ổn định khí quyển và vai trò của nó trong việc cảnh báo mưa và giông cho vùng Đà Nẵng. Hội thảo khoa học khí tượng Cao Không lần thứ VI, năm 2005.

4. Nguyễn Ngọc Thục, Lương Tuấn Minh. Các hình thế gây mưa lớn ở Bắc Bộ. Báo cáo khoa học tại hội nghị khoa học cục dự báo.

5. Raob - The complete Rawinsonde Observation Program.

6. Alwin Haklander, Aarout Van Delden, 2003: Thunderstorm predictors and their forecast skill for the Netherlands- Atmospheric Research.