

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH NGUỒN HÀM SINH FRONT TRONG CÁC ĐỢT GIÓ MÙA ĐÔNG BẮC ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆT NAM

Thái Thị Thanh Minh, Phương Thị Hảo

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Bài báo trình bày về xác định nguồn của hàm sinh front trong các đợt gió mùa Đông Bắc ảnh hưởng đến Việt Nam, dựa trên nguồn số liệu phân tích lại NCEP/NCAR, đồng thời đưa ra phân bố tần suất của hàm F trên các mực 1000mb, 850mb, 700mb và 500mb, trong hai năm 2014 và 2015. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, với mô hình tính toán 1 chiều, giá trị hàm F lớn nhất 6 - 8 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$) tại mực 1000mb, đặc biệt ở vùng xoáy thuận ngoại nhiệt đới, nơi đường đẳng áp gần vuông góc với đường đẳng nhiệt. Vùng sinh front ảnh hưởng đến Việt Nam xuất hiện ở rìa đông nam áp cao lạnh lục địa, dao động 0 - 2 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$), trong các đợt GMDB mạnh, giá trị khoảng 2 - 4 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$).

Từ khóa: NCEP/NCAR (Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường/ Trung tâm Quốc gia nghiên cứu Khí quyển), GMDB (gió mùa đông bắc), KKL (Không khí lạnh), SH (Hàm dòng và độ cao địa thế vị).

1. Mở đầu

Front lạnh là loại hình thời tiết ảnh hưởng lớn đến thời tiết Việt Nam. Front dạng này thường hình thành ở vùng Hoa Nam - Trung Quốc, di chuyển xuống Việt Nam. Mỗi đợt không khí lạnh (KKL) tràn về kèm thường kèm theo front, tạo ra các đợt gió mùa Đông Bắc, gây ra hệ quả thời tiết khá nghiêm trọng như gió đổi hướng, nhiệt độ giảm xuống đột ngột, gây rét đậm, rét hại, ảnh hưởng đến đời sống con người.

KKL xâm nhập có nhiều mức độ khác nhau, chỉ những đợt đủ mạnh, có khả năng gây ra những biến đổi thời tiết, mới được xem là có “*sự xâm nhập không khí lạnh*”. Tần số KKL xuống miền Bắc Việt Nam rất lớn, trải rộng từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau, sớm nhất vào cuối tháng 9 và muộn nhất vào giữa tháng 6 (Nguyễn Viết Lành, 2007) [7]. Do vậy, dự báo KKL tại Việt Nam rất quan trọng. Có nhiều phương pháp dự báo sự xâm nhập của KKL. Phương pháp phi địa chuyển của Nguyễn Vũ Thi (1985) [8]. Phương pháp này rất đơn giản, dễ sử dụng nhưng vẫn có hiệu quả cao và được sử dụng cho đến ngày nay. Phương pháp hoàn lưu sử dụng bản đồ mực 500mb để theo dõi hoạt động của rãnh Đông Á. Khi rãnh Đông Á mở

rộng và khơi sâu, tạo điều kiện thuận lợi đưa KKL từ cực về vùng nhiệt đới. Áp cao Siberia ở mặt đất được tăng cường, có thể gây ra đợt xâm nhập lạnh về phía nam Trung Quốc và Việt Nam dưới dạng front lạnh. Khi sóng Ural tiến lên phía bắc, rãnh có trục đông bắc - tây nam thì KKL thẳng xuống phía nam mạnh hơn (Trần Thị Huyền Trang, 2015) [12]. So với phương pháp phi địa chuyển, phương pháp hoàn lưu rất dễ sử dụng, nhưng đòi hỏi dự báo viên phải nắm vững kỹ thuật phân tích bản đồ, xác định được quá trình bình lưu, xác định được sự di chuyển của sóng rãnh, cũng như sự phát triển và suy yếu của chúng. Trong khi phương pháp số trị, sử dụng mô hình thời tiết dự báo các đợt KKL thông qua bản đồ trường độ cao địa thế vị, đường dòng và trường nhiệt. Ưu điểm của phương pháp có đầy đủ bản đồ các trường khí tượng từ mực thấp lên cao và bước đầu cho kết quả dự báo khá tốt với hạn dự báo từ 3 - 5 ngày, thậm chí lên đến 10 ngày như mô hình GSM (Lương Tuấn Minh, 2010 [6]). Tuy nhiên, hiện nay phương pháp dự báo KKL ở Việt Nam chủ yếu là phương pháp synop kết hợp với ảnh vệ tinh và kinh nghiệm của dự báo viên. Một cách làm mới về dự báo sự hình thành và phát triển của front được nhiều tác

giả trên thế giới đề cập đến (Hoskins., 1982 [4]; Miller., 1948 [5] ; Petterssen., 1936 [9]; Sanders., 1955 [11]; Reed và cộng sự., 1953 [10]), sử dụng hàm F (hàm sinh front), trong đó F phụ thuộc vào gradient nhiệt độ thể vị. Giá trị dương của hàm F ($F > 0$) biểu thị gradient nhiệt độ thể vị ngang tăng cường theo hướng chuyển động của front và ngược lại. Tuy nhiên, với giá trị dương/âm của hàm F mới chỉ là điều kiện cần để sinh front. Do đó, mục đích của bài báo là khảo sát các đợt front lạnh xuất hiện ở Việt Nam và xác định ngưỡng của hàm F.

2. Nguồn số liệu và phương pháp

Nguồn số liệu sử dụng nghiên cứu bao gồm:

1) Số liệu thống kê các đợt xâm nhập lạnh vào

Việt Nam trong hai năm 2014 và 2015. Trong năm 2014, có tổng số 20 đợt, bắt đầu từ đầu tháng 10 và kết thúc vào giữa tháng 5. Trong khi, năm 2015, có 21 đợt, bắt đầu từ giữa tháng 10, kết thúc cuối tháng 4. Trên tổng số 41 đợt cho hai năm, chúng tôi lựa chọn ra các đợt xâm nhập lạnh có kèm theo front lạnh dựa vào nghiệp vụ dự báo thời tiết như sau: Các đợt xâm nhập lạnh vào Việt Nam có kèm theo front lạnh được gọi là đợt gió mùa đông bắc, những đợt xâm nhập lạnh với front lạnh nhưng không kèm theo biến đổi hướng gió, nhiệt độ giảm đáng kể gọi là đường đứt, những đợt lạnh không xác định được front lạnh gọi là KKL tăng cường (Trần Thị Huyền Trang, 2015) [12]. Kết quả lựa chọn được đưa ra trên bảng 1.

*Bảng 1. Các đợt xâm nhập lạnh có kèm theo front lạnh
(Nguồn: Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Quốc gia)*

TT	Ngày/tháng/năm	Phạm vi ảnh hưởng	Nhiệt độ thấp nhất một số nơi
1	08-09/01/2014	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Trung Trung Bộ có GMĐB mạnh.	Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 3.5 ⁰ C, Sa Pa (Lào Cai) 4.8 ⁰ C
2	07-08/02/2014	Phía Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ có GMĐB yếu.	Mù Căng Chải (Yên Bái) 9.8 ⁰ , Lạng Sơn 10.7 ⁰ C, Trùng Khánh (Cao Bằng) 10.4 ⁰ C
3	18/02/2014	Bắc Bộ và các tỉnh ven biển Trung Bộ có GMĐB mạnh.	Mẫu Sơn (Lạng Sơn) -0.6 ⁰ , Sa Pa (Lào Cai) -0.2 ⁰ C, Trùng Khánh (Cao Bằng) 0.1 ⁰ C
4	13-14/3/2014	Hầu khắp Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên-Huế có GMĐB trung bình.	Sa Pa (Lào Cai) 8.9 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 6.5 ⁰ C
5	20-21/3/2014	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Trung Trung Bộ có GMĐB mạnh.	Sa Pa (Lào Cai) 6.5 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 5.6 ⁰ C
6	31/3-01/4/2014	Hầu khắp Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ có GMĐB yếu.	Sa Pa (Lào Cai) 13.3 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 13.4 ⁰ C
7	04-05/5/2014	Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên-Huế có GMĐB mạnh.	Sa Pa (Lào Cai) 11.0 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 10.8 ⁰
8	11-12/5/2014	Bắc Bộ và Thanh Hóa có GMĐB yếu.	Sa Pa (Lào Cai) 17.0 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 17.6 ⁰ C
9	12-13/5/2014	Hầu khắp Bắc Bộ và khu vực Thanh Hóa-Quảng Bình có GMĐB yếu.	Sa Pa (Lào Cai) 17.1 ⁰ C, Pha Đin (Điện Biên) 18.2 ⁰ C
10	5-6/10/2014	Bắc Bộ và các tỉnh ven biển Trung Bộ có GMĐB mạnh	Sin Hồ (Lai Châu) 10.7 ⁰ C, Sa Pa (Lào Cai) 10.5 ⁰ C, Đồng Văn (Hà Giang) 11.2 ⁰ C
11	07/01/2015	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Trung Bộ có GMĐB mạnh	Sin Hồ (Lai Châu) 3.8 ⁰ C, Sa Pa (Lào Cai) 2.1 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 3.0 ⁰ C
12	31/01/2015	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Trung Trung Bộ có GMĐB yếu	Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 3.0 ⁰ C, Sa Pa (Lào Cai) 6.0 ⁰ C, Trùng Khánh (Cao Bằng) 6.7 ⁰ C
13	01/03/2015	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Trung Trung Bộ có GMĐB trung bình	Sa Pa (Lào Cai) 9.6 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 7.5 ⁰ C
14	24/03/2015	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Trung Trung Bộ có GMĐB yếu	Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 11.0 ⁰ C, Sa Pa (Lào Cai) 11.2 ⁰ C, Tam Đảo (Vĩnh Phúc) 12.7 ⁰ C

TT	Ngày/tháng/năm	Phạm vi ảnh hưởng	Nhiệt độ thấp nhất một số nơi
15	7-8/4/2015	Hầu khắp Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Trung Trung Bộ có GMĐB yếu	Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 8.4 ⁰ C, Sa Pa (Lào Cai) 10.7 ⁰ C
16	20/4/2015	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Trung Trung Bộ có GMĐB yếu	Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 12.0 ⁰ C, Sa Pa (Lào Cai) 12.3 ⁰ C
17	12/9/2015	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Trung Trung Bộ có GMĐB trung bình	Sa Pa (Lào Cai) 14.3 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 14.4 ⁰ C
18	9/10/2015	Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế có GMĐB mạnh	Sa Pa (Lào Cai) 10.4 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 11.2 ⁰ C
19	31/10-1/11/2015	Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế có GMĐB mạnh	Sa Pa (Lào Cai) 10.3 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 8.7 ⁰ C
20	12-13/11/2015	Hầu khắp Bắc Bộ có GMĐB yếu	Sin Hồ (Lai Châu) 10.7 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 11.1 ⁰ C
21	25-26/11/2015	Hầu khắp Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế có GMĐB mạnh	Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 4.9 ⁰ C, Tam Đảo (Vĩnh Phúc) 8.9 ⁰ C, Sa Pa (Lào Cai) 9.4 ⁰ C
22	2-3/12/2015	Hầu khắp Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ có GMĐB trung bình	Sa Pa (Lào Cai) 10.2 ⁰ C, Đồng Văn (Hà Giang) 10.2 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 7.6 ⁰ C
23	13,14-15/12/2015	Hầu khắp Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế có GMĐB và rét mạnh	Sin Hồ (Lai Châu) 7.2 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 6.0 ⁰ C
24	24-25/12/2015	Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Bắc Trung Bộ có GMĐB mạnh	Sa Pa (Lào Cai) 5.2 ⁰ C, Mẫu Sơn (Lạng Sơn) 4.8 ⁰ C

2) Số liệu NCEP/NCAR theo giờ, của các trường độ cao địa thế vị (HGT), tốc độ gió kinh tuyến (vwnd) và vĩ tuyến (vwnd), nhiệt độ không khí (air) với độ phân giải 2,5⁰x 2,5⁰ kinh-vĩ. Nguồn số liệu này được sử dụng để phân tích các đợt front lạnh điển hình ảnh hưởng đến Việt Nam và sử dụng tính hàm F (K.m/s) và vector Q được viết trên ngôn ngữ lập trình đồ họa Grads. Trong đó, hàm F và vector Q được tính như sau:

*** Tính hàm F**

```
'fnx=-1*((dtdx*f1)/mag(dtdx, dtdy))*10e9'
```

```
'fny=-1*((dtdy*f2)/mag(dtdx, dtdy))*10e9'
```

```
'define F=(fn+fs)*10e9'
```

*** Tính Vector Q**

```
'define Q1=-1*(R/p)*(dugx/dx*dtdx + dvgy/dx*dtdy)'
```

```
'define Q2=-1*(R/p)*(dugy/dy*dtdx + dvgy/dy*dtdy)'
```

```
'define divq=hdivg(Q1,Q2)'
```

Trong đó hàm F xác định quá trình sinh/tan front, vector Q chỉ sự di chuyển của các khối không khí. Do tác động của cơ chế hoàn lưu phi địa chuyển, vector Q có thể sử dụng để nhận biết vùng sinh hay tan front. Nếu vector Q hướng về phía không khí nóng hơn và ngang qua vùng gradient nhiệt độ, dòng phi địa chuyển sẽ dẫn đến quá trình sinh front và ngược lại.

3. Động lực học phát sinh front

Front là vùng hẹp, nơi có sự khác biệt rất lớn về gradient ngang của nhiệt độ. Trong các điều kiện động lực học khác nhau, có thể xảy ra sự sinh hay tan front và được gọi là trường biến dạng. Ngoài ra, sự sinh hay tan front còn phụ thuộc vào những nguyên nhân khác làm biến thiên nhiệt độ của các khối không khí, trong đó đặc biệt quan trọng là vai trò của mặt đệm và chuyển động thẳng đứng.

Đối với nhiệt độ mặt đệm, thông thường không khí lạnh nóng lên và không khí nóng lạnh đi từ phía dưới nên làm giảm đi sự chênh lệch nhiệt độ hai bên front. Tuy nhiên, trong một số trường hợp về mùa hè, không khí nóng tiếp tục nóng lên vì mặt đệm tới mức làm cho front mạnh lên.

Đối với chuyển động thẳng đứng, thực tế chỉ ra rằng, thông thường trong khối không khí nóng có chuyển động thẳng, còn trong khối không khí lạnh có chuyển động giáng nên làm giảm sự chênh lệch nhiệt độ hai bên front. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, trong khối không khí nóng có chuyển động giáng và trong khối không

khí lạnh có chuyển động thẳng thì sự chênh lệch nhiệt độ hai bên front sẽ tăng lên.

Về mặt động lực học, quá trình sinh và tan front có thể được biểu diễn thông qua hàm F (Petterssen., 1936) [8] được viết như sau:

$$F = \frac{D}{Dt} \left| \nabla_p \theta \right| \quad (1)$$

Trong đó F biểu thị độ lớn của gradient ngang nhiệt độ, trong trường hợp $F < 0$ quá trình tan front đang xảy ra và ngược lại. Tuy nhiên, giá trị dương/âm của hàm F mới chỉ là điều kiện cần để tan/sinh front. Mặc dù vậy, hàm này rất hữu ích trong việc đánh giá sự tiến triển của vùng front được đánh giá.

Áp dụng triển khai đạo hàm toàn phần, laplacian và phương trình nhiệt động lực học.

$$\frac{d\theta}{dt} = \left(\frac{p_0}{p} \right)^k \frac{1}{C_p} \frac{dQ}{dt} \quad (2)$$

Phương trình (1) có thể biểu diễn dưới dạng 3 chiều (3D) như sau:

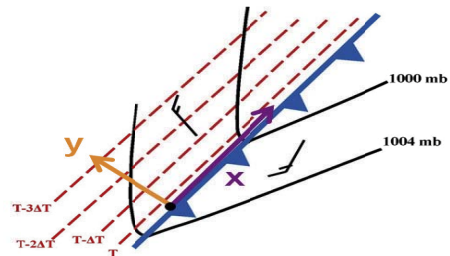
$$F = \frac{1}{|\nabla \theta|} \left[\frac{\partial \theta}{\partial x} \left(\frac{1}{f} \left(\frac{p_0}{p} \right)^k \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{d\theta}{dt} \right) \right] \right) + \frac{\partial \theta}{\partial y} \left(\frac{1}{f} \left(\frac{p_0}{p} \right)^k \left[\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{d\theta}{dt} \right) \right] \right) + \frac{\partial \theta}{\partial z} \left(\frac{1}{f} \left(\frac{p_0}{p} \right)^k \left[\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{d\theta}{dt} \right) \right] \right) \right] \quad (3)$$

Phi đoạn nhiệt
Biến dạng ngang
Biến dạng thẳng đứng
Nghiêng
Phân kỳ thẳng đứng

Trong đó, biểu thức nằm trong hình chữ nhật màu đỏ liên quan đến tốc độ đốt nóng phi đoạn nhiệt, màu xanh lá cây là biến dạng ngang của front, xanh nước biển là biến dạng thẳng đứng, màu cam là độ nghiêng của mặt front và màu tím là phân kỳ thẳng đứng.

Để đơn giản hơn về mặt tính toán, Miller (1948) [5], Reed và cộng sự (1953) [10], Sanders (1955) [11] đưa phương trình (3) về dạng 2 chiều (2D) đơn giản hơn nhưng vẫn giữ được các thành phần vật lý trong phương trình.

Xoay hệ trục tọa độ (Hình 1) sao cho: Trục x song song với vùng front, trục y vuông góc với front; Các thành phần gió u dọc theo trục x , gió v dọc theo trục y ; Chiều dương trục x theo hướng đông và trục y theo hướng bắc.

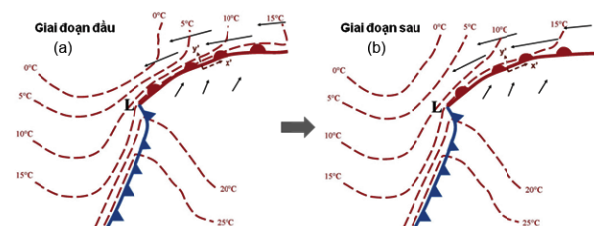


Hình 1. Sơ đồ lý tưởng cho các đường đẳng nhiệt, đường đẳng áp và vùng front (Laikman., 2011) [3]

Nếu giả thiết không có sự thay đổi trường gió dọc theo front có nghĩa $\partial u / \partial x$ và $\partial v / \partial x$ bằng 0. Phương trình (3) có thể được viết lại như sau:

$$F = \underbrace{\frac{\partial \theta}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)}_{\text{Độ đứt}} + \underbrace{\frac{\partial \theta}{\partial y} \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)}_{\text{Hợp lưu}} + \underbrace{\frac{\partial \theta}{\partial p} \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)}_{\text{Nghiêng}} - \underbrace{\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{d\theta}{dt} \right)}_{\text{Phi đoạn nhiệt}} \quad (4)$$

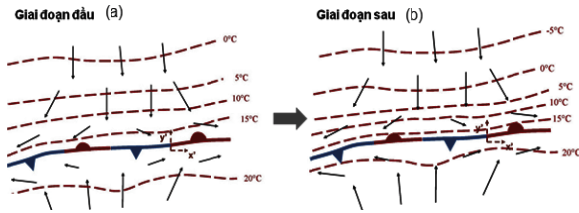
Từ phương trình (4) cho thấy, thành phần độ đứt cho biết sự thay đổi của tốc độ gió và nhiệt độ thế vị dọc theo front. Độ đứt sẽ góp phần làm sinh front nếu $\partial \theta / \partial x > 0$ và $\partial u / \partial y > 0$ hoặc ngược lại $\partial \theta / \partial x < 0$; $\partial u / \partial y < 0$. Độ đứt sẽ góp phần làm tan front nếu $\partial \theta / \partial x > 0$ và $\partial u / \partial y < 0$ hoặc ngược lại $\partial \theta / \partial x < 0$ và $\partial u / \partial y > 0$.



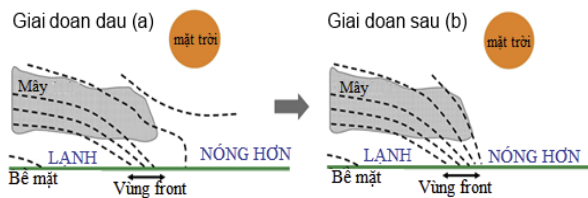
Hình 2. Sơ đồ mặt cắt ngang lý tưởng của vector gió bề mặt (mũi tên màu đen), đường đẳng nhiệt (đường đứt màu đỏ) và vùng front nóng giai đoạn đầu (a) và giai đoạn sau 24h (b) (Laikman., 2011) [3]

Thành phần hợp lưu mô tả thay đổi cường độ của vùng sinh/tan front. Sự hợp lưu được xác định khi $\partial v / \partial y < 0$, góp phần cho hàm $F > 0$ và ngược lại (Hình 3).

Thành phần nghiêng của trục front mô tả độ nghiêng của trục front. Độ nghiêng của mặt front phụ thuộc lớn vào tốc độ dòng thẳng. Khi $\omega < 0$, có nghĩa không khí chuyển động đi lên, mặt front lạnh có xu hướng nâng lên và mặt front ấm có xu hướng hạ xuống và ngược lại (Hình 4).



Hình 3. Thành phần hợp lưu sinh front giai đoạn đầu (a) và giai đoạn sau 24h (b) (Laikman., 2011) [3]



Hình 5. Sơ đồ mặt cắt ngang lý tưởng thể hiện tác động của đốt nóng phi đoạn nhiệt đến sinh/tan front. Đường đứt (đường đẳng entropy), bao phủ mây (vùng xám) cho giai đoạn đầu (a), giai đoạn sau (b) (Carlson., 1998) [2].

Thành phần phi đoạn nhiệt đại diện cho sự biến đổi kinh tuyến. Không khí nóng càng được nóng lên và KKL càng bị lạnh đi thì gradient kinh hướng càng mạnh hơn. Nếu $d\theta / dt > 0$ có nghĩa không khí ấm hơn về phía nam ($F < 0$) và ngược lại sẽ lạnh hơn về phía bắc ($F > 0$) (Hình 5).

Dạng mô hình sinh front 1 chiều (1D) cho rằng trường gió có thay đổi dọc theo mặt front, khác với mô hình sinh front 2 chiều (2D), nhưng bỏ qua thành phần độ nghiêng và đốt nóng phi đoạn nhiệt. Hàm sinh front được biểu diễn như sau:

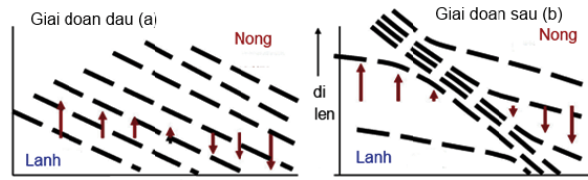
$$F = \frac{1}{|\nabla_p \theta|} \left[-\left(\frac{\partial \theta}{\partial x}\right)^2 \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial \theta}{\partial x} \frac{\partial \theta}{\partial y} \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right) - \left(\frac{\partial \theta}{\partial y}\right)^2 \frac{\partial v}{\partial y} \right] \quad (5)$$

Trong đó

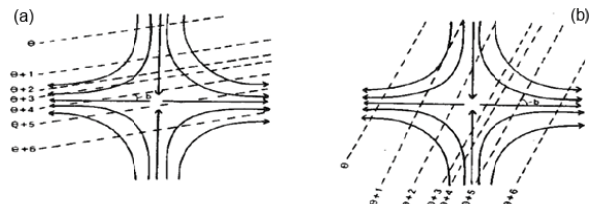
$$\delta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \quad \text{phân kỳ ngang}$$

$$D_{st} = \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} \quad \text{biến dạng căng ngang}$$

$$D_{sh} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \quad \text{biến dạng đứt ngang}$$



Hình 4. Sơ đồ mặt cắt ngang lý tưởng thể hiện thành phần nghiêng trực front. Đường đứt là đường đẳng entropy, mũi tên màu đỏ thể hiện chuyển động thẳng đứng giai đoạn đầu (a), giai đoạn sau (b) (Laikman., 2011) [3]



Hình 6. Trường biến dạng với trục x là trục nén và trục y là trục giãn. Quá trình sinh front (a) và tan front (b) (Bluestein., 1993) [1]

Chọn hệ tọa độ sao cho trục x nằm dọc theo 2 trục giãn hoặc trục nén (Hình 6), hàm F được viết lại:

$$F \approx \frac{1}{2} |\nabla_p \theta| [D \cos(2b)] \quad (6)$$

Trong đó b là góc giữa đường đẳng nhiệt và trục giãn. Nếu $b < 45^\circ$ (Hình 6a), quá trình sinh front sẽ xảy ra ($F > 0$). Trường hợp $45^\circ < b < 90^\circ$ (Hình 6b), quá trình tan front sẽ xảy ra ($F < 0$).

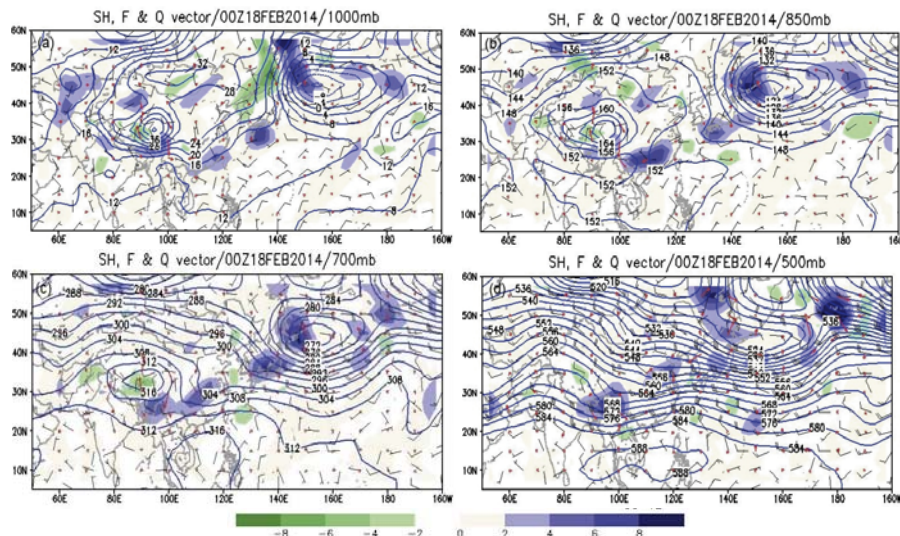
Như vậy, có ba mô hình sinh front bao gồm 3D, 2D và 1D. Trong đó tính phức tạp của mô hình giảm dần từ cao đến thấp. Để đơn giản hơn trong mặt tính toán giá trị của hàm F, mô hình tính toán 1D sẽ được chúng tôi sử dụng để phân tích kết quả trong mục 5.

4. Kết quả và phân tích

Hình 7 dẫn ra đợt không khí lạnh khá mạnh ảnh hưởng đến khu vực Bắc Bộ, các tỉnh ven biển Bắc và Bắc Trung Bộ ngày 18/02/2014. Trên hình 7a, mực 1000mb (00Z ngày 18/02/2014), tâm áp cao Siberia có vị trí ở khoảng 33°N và 96°E , cường độ khá mạnh, mở rộng với các đường đẳng độ cao địa thế vị dày xít, tạo ra các sóng lạnh bao trùm lên toàn lãnh thổ Việt Nam. Đường đẳng độ cao địa thế vị

160dam tiến gần biên giới Việt Nam - Trung Quốc. Đặc biệt, ở rìa phía đông nam của áp cao lạnh Hoa Nam, Trung Quốc xuất hiện một vùng sinh front với cường độ F khoảng từ 2 - 4 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$). Các đường đẳng nhiệt có xu thế gần

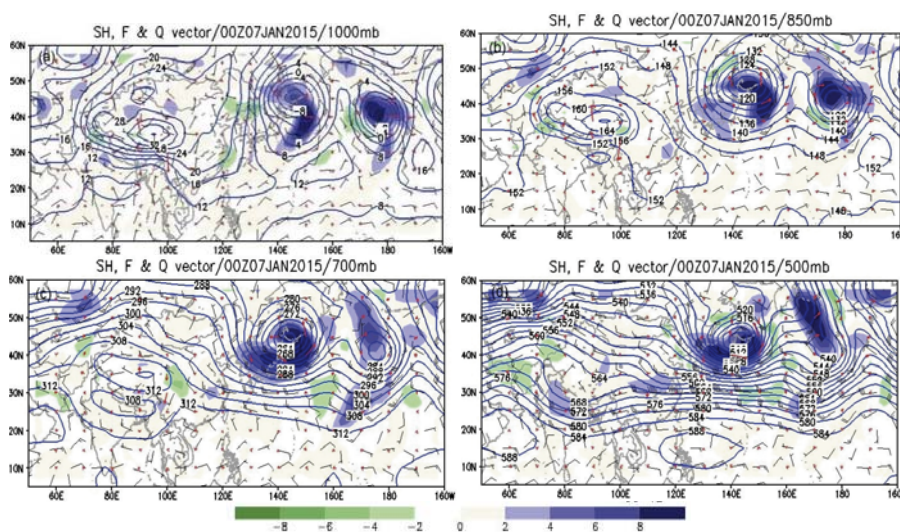
như song song với các đường đẳng độ cao địa thể vị, vector Q chỉ hướng KKL đang di chuyển về vùng không khí nóng, gradient ngang nhiệt độ tăng cường, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sinh front trên khu vực Hoa Nam.



Hình 7. Phân bố SH, hàm F , vector Q mực 1000mb (a); 850mb (b); 700mb (c); 500mb (d), ngày 18/02/2014

Trên mực 850mb (Hình 7b), đường đẳng độ cao địa thể vị 152 dam vắt qua khu vực Bắc Việt Nam, vùng sinh front có cường độ mạnh và mở rộng hơn mực 1000mb, với giá trị F từ 2 - 6 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$). Trên mực 700mb (Hình 7c), vùng sinh front ở phía nam lục địa Trung Quốc nối với vùng sinh front ở rìa phía nam áp cao lạnh Hoa Đông. Trên mực 500mb (Hình 7d), trường đường dòng gần như song song với nhau, vùng

sinh front có xuất hiện ở rãnh lạnh, với giá trị của F dao động từ 2 - 4 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$), các đường đẳng độ cao địa thể vị sắp xếp khá dày sít, vector Q chỉ sự di chuyển của khối KKL về phía Nam. Nhiệt độ trên toàn lãnh thổ Việt Nam xuống rất thấp, một số nơi nhiệt độ xuống khá thấp như Mẫu Sơn (Lạng Sơn) $-0,6^{\circ}\text{C}$, Sa Pa (Lào Cai) $-0,2^{\circ}\text{C}$ và Trùng Khánh (Cao Bằng) $0,1^{\circ}\text{C}$.



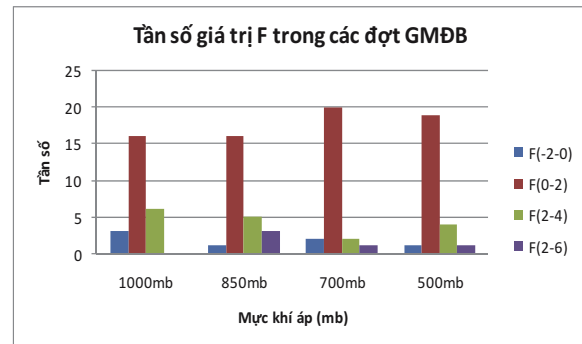
Hình 8. Phân bố SH, hàm F , vector Q mực 1000mb (a); 850mb (b); 700mb (c); 500mb (d), ngày 07/01/2015

Phân tích tương tự đợt GMĐB ngày 07/01/2015 (Hình 8) trên các bản đồ 1000mb, 850mb, 700mb và mực 500mb. Tương tự với đợt GMĐB ngày 18/02/2014, đây là đợt GMĐB rất mạnh xuất hiện đầu năm 2015. Trên mực 1000mb (Hình 8a), cường độ áp cao Siberia khá mạnh, mở rộng với các đường đẳng độ cao địa thế vị khá dày xít, đường đẳng độ cao địa thế vị 160 dam tiến sát biên giới Việt Nam - Trung Quốc. Vùng sinh front ở rìa đông nam của áp cao lạnh trên Hoa Nam, Trung Quốc có cường độ F khá yếu, khoảng từ 0 - 2 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$). Trong khi đó giá trị trung bình của F tại trục rãnh của xoáy thuận ngoại nhiệt đới (trên quần đảo Nhật Bản) trên 6 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$). Trên mực 850mb (Hình 8b), sự mở rộng của áp cao Siberia khá rõ, đường đẳng độ cao địa thế vị 152dam qua khu vực Nam Bộ Việt Nam. Vùng sinh front ảnh hưởng đến Việt Nam vẫn thể hiện cường độ F từ 0 - 2 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$), yếu hơn nhiều so với giá trị F tại xoáy thuận ngoại nhiệt đới. Trên các mực 700mb (Hình 8c) và mực 500mb (Hình 8d), cường độ của F không có sự thay đổi so với mực 1000mb và 850mb. Vùng sinh front trên khu vực Nhật Bản tương ứng tại vị trí các đường đẳng độ cao địa thế vị xếp song song và dày xít nhau.

Qua phân tích 2 đợt GMĐB mạnh, ngày 18/02/2014 và ngày 07/01/2015 tràn về khu vực Việt Nam, nhận thấy vùng sinh front có cường độ $F > 0$ (mực 1000mb) thường xuất hiện trên khu vực Hoa Nam, Trung Quốc, tương ứng với rìa đông nam của áp cao Siberia (áp lạnh lục địa). Điều này hoàn toàn phù hợp với front hình thành trên khu vực Hoa Nam, Trung Quốc mỗi khi có đợt không khí lạnh tràn về, sau đó front di chuyển xuống phía nam, ảnh hưởng tới miền Bắc Việt Nam.

Từ hình 9 nhận thấy, trong tổng số 25 đợt GMĐB năm 2014 và 2015, tại mực 1000mb, $F(-2, 0)$ xuất hiện 3 lần, với tần suất 12%; $F(0, 2)$ xuất hiện nhiều nhất 16 lần/25 đợt, với tần suất 64%; $F(2, 4)$ xuất hiện 6 lần 24%; $F(2, 6)$ chiếm tần suất 0%. Tính tương tự tần suất tại các mực 850mb, tần suất xuất hiện $F(-2, 0)$, $F(0, 2)$, $F(2, 4)$, $F(2, 6)$ lần lượt là: 4%, 64%, 20%, 12%.

Tại mực 700mb, tần suất xuất hiện $F(-2, 0)$, $F(0, 2)$, $F(2, 4)$, $F(2, 6)$ lần lượt là: 8%, 80%, 8%, 4%. Tại mực 500mb, tần suất xuất hiện $F(-2, 0)$, $F(0, 2)$, $F(2, 4)$, $F(2, 6)$ lần lượt là: 4%, 76%, 16%, 4%. Như vậy $F(0, 2)$ chiếm tần suất lớn nhất ở cả 4 mực, $F(-2, 0)$ và $F(2, 6)$ chiếm tần suất ít nhất.



Hình 9. Tần suất xuất hiện giá trị hàm F trong các đợt GMĐB các mực 1000mb, 850mb, 700mb, 500mb

5. Kết luận

Qua phân tích giá trị hàm F , chúng tôi rút ra một số kết luận sau:

- Vùng sinh front mạnh, F từ 6 đến 8 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$) tại mực 1000mb thường xuất hiện tại rãnh thấp trong vùng xoáy thuận ngoại nhiệt đới, nơi các đường đẳng áp có xu thế gần vuông góc với các đường đẳng nhiệt. Còn các mực trên cao, vùng sinh front thường ở các nơi có các đường đẳng độ cao địa thế vị sắp xếp dày xít, đặc biệt là trong các trục rãnh.

- Vùng sinh front ảnh hưởng đến Việt Nam thường xuất hiện ở rìa đông nam áp cao lạnh lục địa. Điều này hoàn toàn phù hợp với front lạnh hình thành ở vùng Hoa Nam lục địa Trung Quốc, sau đó di chuyển xuống phía nam và ảnh hưởng đến miền Bắc Việt Nam.

- Giá trị F tại vùng sinh front ảnh hưởng đến Việt Nam khá yếu so với giá trị F tại khu vực xoáy thuận ngoại nhiệt đới. Điều này phù hợp với front hình thành trong xoáy thuận ngoại nhiệt đới có cường độ mạnh và tồn tại lâu hơn front lạnh ở vùng nhiệt đới. F thường dao động trong khoảng từ 0 đến 2 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$), một số đợt GMĐB mạnh thì giá trị F thường dao động từ

2 - 4 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$).

- Giá trị F dao động từ 0 - 2 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$) -2 - 0 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$) và F từ 2 - 6 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$) chiếm tần suất lớn nhất trên cả 4 mực 1000mb, chiếm tần suất xuất hiện ít nhất trên 4 mực.

Tài liệu tham khảo

1. Bluestein, H. B., (1993), *Observations and Theory of Weather Systems*, Vol. 2, Synoptic Dynamic Meteorology in Midlatitudes, Oxford University Press, 608 pp.
2. Carlson, T. N., (1998), *Mid-Latitude Weather Systems*, American Meteorological Society, 507 pp.
3. Gary Lackmann (2011), *Midlatitude Synoptic Meteorology: Dynamics, Analysis and Forecasting*, American Meteorological Society.
4. Hoskins, B. J., (1982), *The mathematical theory of frontogenesis*, Ann. Rev. Fluid Mech., Vol 14, pp.131-151.
5. Miller, J. E., (1948), *On the concept of frontogenesis*, J. Meteor., Vol 5, pp. 169-171.
6. Lương Tuấn Minh (2010), *Dự báo gió mùa đông bắc bằng mô hình GSM*, Hội nghị khoa học Dự báo viên toàn quốc, Trung tâm Khí tượng Thủy văn Trung ương.
7. Nguyễn Viết Lành (2007), *Phân tích và dự báo thời tiết*, Giáo trình Trường đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
8. Nguyễn Vũ Thi (1985), *Các khối không khí lạnh ở miền Bắc Việt Nam và phương pháp dự báo hạn ngắn sự lập lại gió mùa đông bắc*, Luận án Phó tiến sỹ khoa học.
9. Petterssen, S., (1936), *Contribution to the theory of frontogenesis*, Geophys. Publ , Vol 11 (No.6), pp.1-27.
10. Reed, R.J., and F. Sanders (1953), *An investigation of the development of a mid-tropospheric frontal zone and its associated vorticity field*, J. Meteor., Vol 10, pp. 338-349.
11. Sanders F., (1955), *An investigation of the structure and dynamics of an intense surface frontal zone*, J. Meteor., Vol 12, pp. 542-552.
12. Trần Thị Huyền Trang (2015), *Cấu trúc của Rãnh Đông Á và ảnh hưởng của nó đến thời tiết mùa đông Việt Nam*, Luận văn thạc sỹ.

FRONTOGENESIS FUNCTION THRESHOLDS DETERMINING IN THE NORTHEAST MONSOONS AFFECTING VIETNAM

Thai Thi Thanh Minh, Phuong Thi Hao

Ha Noi University of Natural Resources and Environment

This paper presents frontogenesis function define threshold front in the northeast monsoon affecting Vietnam, based on reanalysis NCEP/NCAR data, and given the frequency distribution of the F function in isobaric level four, 1000mb, 850mb, 700mb and 500mb, in 2014 and 2015 years. Research results indicate that, one - dimensional computational model, the largest value of the F function is from 6 to 8 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$) at 1000mb level, particularly in the extratropical cyclone where near the isobars perpendicular to the isotherms. Frontogenesis regions affect Vietnam appear at the southeastern edge continental cold high pressure, ranging from 0 to 2 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$), in the strong northeast monsoon, value from 2 to 4 ($10^{-9} \text{ Km}^{-1}\text{s}^{-1}$).

Keywords: NCEP/NCAR (National Center for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research), GMDB (North-east monsoon), KKL (cold air), SH (Stream Function and Geopotential Height).