

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Trịnh Lan Phương

**NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI CỦA HIỆN TƯỢNG PHON TRÊN KHU
VỰC BẮC TRUNG BỘ**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

Hà Nội – Năm 2013

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Trịnh Lan Phương

**NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI CỦA HIỆN TƯỢNG PHON TRÊN KHU
VỰC BẮC TRUNG BỘ**

Chuyên ngành: Khí tượng và Khí hậu học

Mã số: 62 44 87

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

TS. TRẦN QUANG ĐỨC

Hà Nội – Năm 2013

LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới TS. Trần Quang Đức - người đã tận tình chỉ bảo và hướng dẫn tôi hoàn thành luận văn này.

Tôi xin cảm ơn các Thầy cô và các cán bộ trong khoa Khí tượng - Thủy văn - Hải dương học đã cung cấp cho tôi những kiến thức chuyên môn quý giá, giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở vật chất trong suốt thời gian tôi học tập và thực hành ở Khoa.

Tôi cũng xin cảm ơn Phòng sau đại học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên đã tạo điều kiện cho tôi có thời gian hoàn thành luận văn.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới gia đình, người thân và bạn bè, những người đã luôn ở bên cạnh cổ vũ, động viên và tạo mọi điều kiện tốt nhất cho tôi trong suốt thời gian học tập tại trường.

Trịnh Lan Phương

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	13
Chương 1. TỔNG QUAN	15
1.1 Tổng quan các nghiên cứu về đánh giá dự báo phơn trong và ngoài nước.....	15
1.1.1 Tổng quan những nghiên cứu ngoài nước.....	15
1.1.2 Tổng quan những nghiên cứu trong nước.....	23
1.2 Tổng quan về hiện tượng phơn ở khu vực Bắc Trung Bộ.....	26
1.2.1 Khái quát về hiện tượng phơn.....	26
1.2.2 Phân loại hiện tượng phơn	27
1.2.3 Hiện tượng phơn ở Bắc Trung Bộ.....	28
1.3 Tổng quan về mô hình WRF	31
1.3.1 Sơ đồ cấu trúc.....	31
1.3.2 Mô tả vật lý	34
1.3.3 Số liệu và sản phẩm của mô hình.....	39
Chương 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU	42
2.1. Chỉ tiêu phơn	42
2.1.1 Khái niệm một số đặc trưng nắng nóng	42
2.1.2 Chỉ tiêu phơn	43
2.1.3 Khái niệm một số đặc trưng phơn.....	43
2.2. Số liệu nghiên cứu	44
2.2.1 Số liệu mô hình	44
2.2.2 Số liệu quan trắc.....	45
Chương 3. SỰ BIẾN ĐỔI CỦA GIÓ PHƠN ĐIỂN HÌNH KHU VỰC BẮC TRUNG BỘ ĐỐI VỚI SỐ LIỆU QUÁ KHỨ	46
3.1. Các chỉ tiêu phơn.....	46
3.2. Các chỉ số nắng nóng.....	60
Chương 4. NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG BỘ CHỈ TIÊU XÁC ĐỊNH PHƠN BẰNG MÔ PHỎNG... ..	71

4.1. Lựa chọn năm và giai đoạn mô phỏng	71
4.1.1 Lựa chọn năm mô phỏng.....	71
4.1.2 Lựa chọn các giai đoạn mô phỏng	73
4.2. Xây dựng bộ chỉ tiêu xác định phon trên cơ sở các trường khí tượng khác nhau	73
4.3. Thử nghiệm mô phỏng với chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min}	102
KẾT LUẬN	106
TÀI LIỆU THAM KHẢO	108
PHỤ LỤC	110

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Hiệu ứng phon.....	27
Hình 1.2 Phân loại hiện tượng phon	27
Hình 1.3 Cấu trúc mô hình WRF	32
Hình 1.4 Sơ đồ tương tác các quá trình vật lý trong mô hình WRF	39
Hình 2.1 Hiệu ứng phon và một số yếu tố khí tượng đặc trưng	42
Hình 3.1 Ngày bắt đầu (ngày) mùa phon giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	47
Hình 3.2 Ngày kết thúc (ngày) mùa phon giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	48
Hình 3.3 Thời gian kéo dài (ngày) mùa phon giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	50
Hình 3.4 Số nhịp (nhịp) phon giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính	51
Hình 3.5 Số ngày có phon (ngày) giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính ..	53
Hình 3.6 Số ngày (ngày) có cường độ phon yếu (a), trung bình (b), mạnh (c) và cường độ phon trung bình mùa (d) theo chỉ số Tmax/Umin giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính trạm Vinh	54
Hình 3.7 Số ngày (ngày) có cường độ phon yếu (a), trung bình (b), mạnh (c) và cường độ phon trung bình mùa (d) theo chỉ số Tmax/Umin giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính trạm Tương Dương	55
Hình 3.8 Số ngày (ngày) có cường độ phon yếu (a), trung bình (b), mạnh (c) và cường độ phon trung bình mùa (d) theo chỉ số Tmax/Umin giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính trạm Hương Khê	56
Hình 3.9 Số ngày (ngày) có cường độ phon yếu (a), trung bình (b), mạnh (c) và cường độ phon trung bình mùa (d) theo chỉ số Tmax/Umin giai đoạn 1961 - 2012.....	57

Hình 3.10 Số ngày (ngày) có cường độ phon yếu (a), trung bình (b), mạnh (c) và cường độ phon trung bình mùa (d) theo chỉ số T_{max}/U_{min} giai đoạn 1961 - 2012.....	58
Hình 3.11 Số ngày (ngày) có cường độ phon yếu (a), trung bình (b), mạnh (c) và cường độ phon trung bình mùa (d) theo chỉ số T_{max}/U_{min} giai đoạn 1961 - 2012.....	59
Hình 3.12 Ngày bắt đầu (ngày) mùa nắng nóng giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	60
Hình 3.13 Ngày kết thúc (ngày) mùa nắng nóng giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	62
Hình 3.14 Thời gian kéo dài (ngày) mùa nắng nóng giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	64
Hình 3.15 Số nhịp (nhịp) nắng nóng giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	66
Hình 3.16 Số ngày có nắng nóng (ngày) giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	68
Hình 3.17 Số ngày có nắng nóng (ngày) giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính.....	70
Hình 4.1 Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 1/6/2007 mô phỏng giai đoạn trước phon.....	73
Hình 4.2 Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 2/6/2007 mô phỏng giai đoạn trước phon.....	74
Hình 4.3 Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 3/6/2007 mô phỏng giai đoạn trước phon.....	75
Hình 4.4 Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 4/6/2007 mô phỏng giai đoạn trước phon.....	76
Hình 4.5 Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 5/6/2007 mô phỏng giai đoạn trước phon.....	77

Hình 4.6 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 1/6/2007 giai đoạn trước cơn	78
Hình 4.7 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 2/6/2007 giai đoạn trước cơn	79
Hình 4.8 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 3/6/2007 giai đoạn trước cơn	80
Hình 4.9 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 4/6/2007 giai đoạn trước cơn	81
Hình 4.10 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 5/6/2007 giai đoạn trước cơn	82
Hình 4.11 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 6/6/2007 mô phỏng thời kỳ cơn	83
Hình 4.12 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 7/6/2007 mô phỏng thời kỳ cơn	84
Hình 4.13 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 8/6/2007 mô phỏng thời kỳ cơn	85
Hình 4.14 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 9/6/2007 mô phỏng thời kỳ cơn	86
Hình 4.15 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 6/6/2007 thời kỳ cơn	88
Hình 4.16 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 7/6/2007 thời kỳ cơn	89
Hình 4.17 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 8/6/2007 thời kỳ cơn	90
Hình 4.18 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 9/6/2007 thời kỳ cơn	91
Hình 4.19 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 10/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn	92

Hình 4.20 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 11/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn.....	93
Hình 4.21 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 12/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn.....	94
Hình 4.22 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 13/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn.....	95
Hình 4.23 Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 14/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn.....	96
Hình 4.24 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 10/6/2007 giai đoạn sau cơn.....	97
Hình 4.25 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 11/6/2007 giai đoạn sau cơn.....	98
Hình 4.26 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 12/6/2007 giai đoạn sau cơn.....	99
Hình 4.27 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 13/6/2007 giai đoạn sau cơn.....	100
Hình 4.28 Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 14/6/2007 giai đoạn sau cơn.....	101
Hình 4.29 Kết quả mô phỏng ngày cơn theo chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} mùa cơn 2006 bằng mô hình WRFARW (trạm Vinh)	103
Hình 4.30 Kết quả quan trắc ngày cơn theo chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} mùa cơn 2007 (trạm Vinh)	103
Hình 4.31 Kết quả mô phỏng ngày cơn theo chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} mùa cơn 2007 bằng mô hình WRFARW (trạm Vinh)	104
Hình 4.32 Kết quả quan trắc ngày cơn theo chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} mùa cơn 2007 (trạm Vinh)	105

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1 Tùy chọn vật lý vi mô trong WRF.....	35
Bảng 1.2 Một số tùy chọn tham số hóa đối lưu mây tích trong mô hình WRF..	37
Bảng 1.3 Tùy chọn bề mặt đất trong WRF	37
Bảng 1.4 Tùy chọn sơ đồ bức xạ trong WRF	39
Bảng 1.5 Danh mục các sản phẩm của mô hình WRF (trích dẫn).....	41
Bảng 4.1 Danh sách các giai đoạn mô phỏng	71
Bảng 4.2 Số liệu quan trắc ngày 6/6/2007-9/6/2007.....	74

BẢNG KÝ HIỆU CÁC CHỮ VIẾT TẮT

ECMWF	Trung tâm dự báo hạn vừa châu Âu (E uropean C enter for M edium-range W eather F orecasts)
Pp	Khối khí Thái Bình Dương cực
Mp	Khối khí Thái Bình Dương biển
Pc	Khối khí Canada cực
POD	Xu hướng xuất hiện hiện tượng (P robability O f D etection of Event)
FAR	Tỉ lệ báo động sai (F alse A larm R atio)
WRF	Mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết (Weather Research and Forecasting)
ARW	Phiên bản WRF nghiên cứu nâng cao (Advanced Research WRF)
NMM	Phiên bản mô hình WRF quy mô vừa phi thủy tĩnh (Nonhydrostatic Meso Model WRF)
PBL	Lớp biên hành tinh
IR	Tia hồng ngoại
Tmax	Nhiệt độ cực đại
Umin	Độ ẩm cực tiểu

MỞ ĐẦU

Lãnh thổ Việt Nam nằm ở vị trí khá đặc biệt: ở tận cùng phía đông nam của một đại lục rộng nhất thế giới, lãnh thổ hẹp ngang chạy dài theo phương kinh tuyến, tiếp giáp hai mặt với Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương, lại nằm hoàn toàn trong khu vực nội chí tuyến của bán cầu Bắc, những điều kiện đó đã tạo thành khí hậu nước ta với nhiều nét độc đáo, hầu như không so sánh được với bất kỳ một nơi nào khác trên thế giới.

Vùng Bắc Trung Bộ nước ta là vùng chịu tác động rõ nét của hiệu ứng phơn.

Gió Tây Nam khô nóng là thuật ngữ mà các nhà chuyên môn ở Việt Nam dùng để chỉ hiệu ứng này. Gió hình thành từ vịnh Thái Lan, di chuyển theo hướng Tây Nam - Đông Bắc qua Campuchia và Lào. Khi tiếp cận dãy núi Trường Sơn thì gió tăng tốc, vượt qua và tràn xuống vùng Bắc Trung Bộ và Trung Trung Bộ. Gió thường xuất hiện từ đầu tháng 4 đến giữa tháng 9, thường bắt đầu thổi từ 8 - 9 giờ sáng cho đến chiều tối, thổi mạnh nhất từ khoảng gần giữa trưa đến xế chiều. Gió khô và nóng nên làm cho khí hậu các vùng nói trên trở nên khắc nghiệt. Độ ẩm có khi xuống 30% trong khi nhiệt độ có khi lên tới 43⁰C. Với bầu trời nắng chói chang, gió lại thổi đều đều như quạt lửa nên cây cỏ héo khô, ao hồ cạn kiệt, con người và gia súc bị ngột ngạt, rất dễ sinh hoạ hoạn.

Qua đó, ta có thể thấy gió phơn có ảnh hưởng quan trọng đến đời sống và phát triển kinh tế, xã hội ở khu vực Bắc Trung Bộ. Do đó, tìm hiểu sự biến đổi của gió phơn ở khu vực này là cấp thiết và có ý nghĩa thực tiễn lớn. Vì vậy tôi đề xuất đề tài “*Nghiên cứu sự biến đổi của hiện tượng Phơn trên khu vực Bắc Trung Bộ*” để góp phần giải quyết vấn đề trên.

Ngoài phần Mở đầu, Kết luận và Tài liệu tham khảo, luận văn được bố cục cụ thể như sau:

Chương 1. Tổng quan.

Chương 2. Phương pháp nghiên cứu và nguồn số liệu.

Chương 3. Sự biến đổi của gió phon điển hình khu vực Bắc Trung Bộ.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Tổng quan các nghiên cứu về đánh giá dự báo phơn trong và ngoài nước

1.1.1. Tổng quan những nghiên cứu ngoài nước

Hiện nay trên Thế giới việc nghiên cứu sự biến đổi của hiện tượng phơn đã được thực hiện ở rất nhiều quốc gia như New Zealand, Mỹ, Canada, Bulgari...

Ngày 2 tháng 1 năm 1999, một gió phơn đông nam đã gây ra dải nhiệt độ hẹp ấm hơn 10°C (18°F) so với khu vực xung quanh ở trung tâm Đại thung lũng Tennessee phía tây bắc dãy núi Smoky. Hiện tượng này đặc biệt thú vị so với các hiện tượng gió phơn khác đã được ghi nhận trước đó bởi trong hiện tượng này, nhiệt độ điểm sương và nhiệt độ thực tế tăng lên đáng kể dẫn đến một thay đổi nhỏ trong độ ẩm tương đối bề mặt quan trắc được. Một khối khí tương đối ẩm và gần bão hòa mực 850 hPa xung quanh rặng núi cao nhất dãy núi Smoky là nguồn gốc của không khí đoạn nhiệt bị nén quan trắc được trên sườn phía tây bắc dãy núi Smoky. Bình thường các gió phơn quan trắc được trên trung tâm Đại thung lũng Tennessee không mạnh vào buổi chiều (gió bề mặt mạnh đạt 13 m/s (26 kt)). Tuy nhiên, các sóng núi có thể kết hợp với gió phơn vào ngày 2 tháng 1 năm 1999 vì một gradient khí áp bề mặt mạnh đã xảy ra trên cả dãy núi, gió vượt quá 15 m/s (30 kt) quan sát được trong một lớp ổn định ở mực 850 hPa thổi gần vuông góc với những dải núi Smoky cao nhất cùng sự đóng góp của gió thẳng đứng và profile địa hình thuận lợi. Ngoài ra, các mực độ ẩm tương đối cao ($> 70\%$) trong nhiều lớp ranh giới gần thung lũng Tennessee cũng có thể làm giảm cường độ của những cơn gió phơn (David M. Gaffin, 2002) [1].

David M. Gaffin đã tiến hành nghiên cứu 30 năm (1971 - 2000) với mục đích:

- Xác định những đặc trưng điển hình và các điều kiện synop của các hiện tượng phơn gây ra chênh lệch nhiệt độ lớn gần phía nam dãy núi Appalachian.
- Tiếp tục kiểm tra những hiện tượng này đối với chênh lệch điểm sương.

Các sự kiện gió phơn được xác định trên cả hai sườn phía tây và phía đông Nam Appalachian bằng cách so sánh nhiệt độ tức thời của trạm với trạm ở phía nam Appalachian (trạm phơn) và hai trạm gần đó nằm xa hơn núi (trạm không phơn).

Một hiện tượng gió phơn xảy ra khi những tiêu chí sau đây được đáp ứng : nhiệt độ tối thấp hoặc tối cao hàng ngày tại trạm phơn phải cao hơn ít nhất 3°C ($\sim 5^{\circ}\text{F}$) so với trạm không phơn , tốc độ gió đi xuống ít nhất là 2.5 m/s ($\sim 5\text{ kt}$) tại trạm phơn và sự nóng lên ít nhất là 3°C ($\sim 5^{\circ}\text{F}$) phải diễn ra trong thời kỳ gió đi xuống.

Các sự kiện gió phơn ở sườn tây thường xảy ra khi gió đông nam phát triển phía trước một hệ thống áp thấp giữa thung lũng sông Mississippi , trong khi các hiện tượng gió phơn ở sườn đông thường là kết quả của gió tây bắc sau front lạnh nông. Khối khí tương đối ẩm mực 850 hPa (chỉ mát hơn một vài độ so với nhiệt độ bề mặt) gần như là khu vực phát sinh của gió phơn trên cả hai sườn n mặc dù dòng chảy thêm qua lỗ hổng có thể đóng góp một phần nhỏ so với sự ẩm lên về mặt lý thuyết có thể quan trắc được tại các trạm phơn .

Các thử nghiệm tổng hợp của hiện tượng gió phơn cho thấy nhiệt độ thẳng đứng và profile gió đó là thuận lợi để hình thành sóng núi biên độ lớn , đặc biệt là ở sườn tây của nam Appalachian . Một điều thú vị (và có thể là duy nhất) quan trắc được với các sự kiện gió phơn ở nam Appalachian (so với các hiện tượng gió phơn đã được nghiên cứu khác) là sự gia tăng điểm sương bề mặt tại các trạm phơn trong gần ba phần tư các hiện tượng ở sườn tây và gần một phần ba các hiện tượng ở sườn đông.

Một so sánh của các thử nghiệm điểm sương tăng với tất cả các hiện tượng gió phơn gần miền nam Appalachian cho thấy sự gia tăng trong điểm sương bề mặt chủ yếu là kết quả của một khối không khí khô bề mặt ban đầu (so với khối khí mực 850 hPa) và không nhất thiết là khối khí mực 850 hPa phải ẩm hơn [].

Gió phơn thường phụ thuộc vào các đặc điểm địa hình do đó, dự báo phơn thành công phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của các dự báo viên . Susanne

Drechsel và Georg J. Mayr đã đưa ra một phương pháp dự báo xác suất khách quan sự xuất hiện và cường độ của phon dựa trên số liệu toàn cầu (ECMWF).

Vì địa hình mô hình khác địa hình thực tế nên gió dự báo được không phải là một chỉ số đáng tin cậy của phon. Thay vào đó, bằng cách sử dụng dấu hiệu biến đổi quy mô lớn hơn của phon từ chênh lệch áp suất mặt nằm ngang và sự giảm xuống của đường đẳng nhiệt độ thể cho kết quả tốt hơn.

Những dự báo phon đã được thử nghiệm trong khoảng thời gian 3 năm với quy mô dưới lưới cho thung lũng Wipp ở trung tâm dãy núi Alp để dự báo xác suất khách quan sự xuất hiện và cường độ của phon. Sử dụng dấu hiệu biến đổi quy mô lớn hơn của phon từ chênh lệch áp suất mặt nằm ngang và sự giảm xuống của đường đẳng nhiệt độ thể để dự báo phon từ các phân tích của mô hình tốt hơn việc sử dụng các phân bố của các tham số riêng lẻ. Sự chênh lệch áp suất lớn và sự đi xuống đường đẳng nhiệt độ thể càng lớn thì khả năng có phon càng cao. Khi tốc độ gió và gradient áp suất được liên hệ trực tiếp bằng phương trình Bernoulli, sự chênh lệch áp suất mặt nằm ngang trong mô hình chứng tỏ nó là một nhân tố dự báo phù hợp để dự báo cường độ phon [1].

O. H. Hoover đã nghiên cứu một đợt phon từ 17 tháng 3 đến 24 tháng 3 năm 1939 ở Canada để đánh giá ảnh hưởng của phon lên tuyết phủ và dòng chảy. Ông đã chỉ ra bằng cách nào mà không khí tải ẩm từ bờ biển Thái Bình Dương trong mùa đông có thể dịch chuyển về hướng đông trên khu vực lục địa lạnh và tại sao khối khí này lại trở lên khô và ẩm khi nó dịch chuyển.

- Ảnh hưởng của các gió Chinook lên tuyết phủ và dòng chảy

Loại gió được biết đến như là Chinook ở Bắc Mỹ thổi như một gió tây nam hoặc tây trên sườn phía đông của dãy núi Rocky và như một gió đông vào tỉnh Alberta, Canada và vào bang Montana và Wyoming ở Hoa Kỳ.

Tại Thụy Sĩ ở phía bắc của dãy núi Alp, một gió tương tự được gọi là Chinook thổi từ phía nam lên và đi xuống từ dãy Alpine.

- Nguồn gốc của tên gọi

Những người Sinúc (Chinook) Ấn Độ từ những ngày đầu đã sinh sống ở khu vực sông Columbia ở sườn tây dãy núi Rocky ở Mỹ và do giả thiết rằng những gió này có nguồn gốc ở khu vực này, cái tên Chinook (có thể là được áp dụng đầu tiên bởi người Ấn Độ sống trên sườn đông của đường giới hạn) từ những ngày đầu được đặc trưng cho loại gió bất thường này.

- Đặc trưng và ảnh hưởng của các gió Chinook

Các gió Chinook ở Alberta (đặc biệt là ở Calgary) luôn luôn thổi từ phía tây nam hoặc tây. Khi gió bắt đầu thổi thường lúc đầu bầu trời u ám , ngoại trừ trên bầu trời phía Tây Nam gọi là vòm Chinook. Khi nhìn từ Calgary, dải màu xanh kéo dài khoảng từ 10° đến 20° hoặc hơn trên đường chân trời của núi và nếu đi về phía núi thì có thể thấy phần màu xanh thường xuyên mở rộng khoảng 20 hoặc 30 dặm về phía đông dãy núi hướng đông nhất nhưng khoảng cách này có thể thay đổi rất nhiều theo các giai đoạn khác nhau và cường độ khác nhau của các gió Chinook . Qua dải hình vòm này những cơn gió ấm đổ xuống các sườn núi phía đông và trải rộng trên Alberta.

Do tác động của Chinook mà tại khu vực này vào mùa đông có thể ở trạng thái nhẹ nhàng dịu mát với nhiệt độ từ 25 đến 50°F hoặc hơn. Trong trường hợp ở thành phố Calgary, tác giả nhận thấy có trường hợp ở phía tây thành phố, nhiệt độ đã thay đổi từ dưới 0 đến ít nhất là 40°F, trong một khoảng cách không quá một khu phố. Điều này đánh dấu sự bắt đầu của một Chinook. Tuy nhiên không phải tất cả các Chinook đều bắt nguồn một cách đột ngột như vậy. Trong nhiều trường hợp sự thay đổi dần dần là nhiều hơn.

Không có giáng thủy đi kèm những gió này. Không khí rất khô và có một sự giống nhau rất lớn với độ ẩm. Các chuyên gia trong phần này thường nhận xét rằng tuyết rơi trong mùa đông không đóng góp nhiều cho độ ẩm đất vào mùa xuân năm sau. Lý do chính của việc này là do thực tế có rất nhiều tuyết đã bị mất bởi bốc hơi do các gió Chinook.

- Dấu hiệu trước khi xuất hiện của một Chinook

Không phải trong mọi trường hợp đều có những dấu hiệu cụ thể để có thể dự báo chắc chắn được sự xuất hiện của 1 chinook trong tương lai. Tuy nhiên, trong thời tiết rất lạnh, những cơn gió này thường xuất hiện bằng dấu hiệu giảm xuống của khí áp kế và áp suất vẫn còn tương đối thấp cho đến tận những cơn gió cuối cùng. Một dấu hiệu khác được cho là một dấu hiệu tốt tại Calgary là : Nếu gió bắc lạnh đổi hướng dần qua phía bắc, đông bắc, đông, đông nam và nam trong một ngày rười hoặc hai ngày, nói chung là sẽ tiếp tục chuyển hướng đến $\frac{1}{4}$ góc tây nam khi một Chinook phát triển. Nếu chuyển hướng này nhanh, một vòm Chinook cục bộ sẽ hình thành nhưng sẽ không được duy trì và gió sẽ chuyển về phía bắc mang theo thời tiết lạnh. Rất hiếm khi, gió bắc quay trở lại đi qua tây bắc về phía tây và tây nam để tạo ra những gió ẩm.

- Hiện tượng và sự duy trì các gió Chinook

Nguyên nhân cơ bản và các nhân tố có liên quan đến nguồn gốc của các gió Chinook hiện nay vẫn còn chưa được hiểu một cách đầy đủ . Không khí Chinook dòng vào nói chung là Thái Bình Dương cực (ký hiệu Pp). Tuy nhiên, trong trường hợp này, nó có thể được gọi là Thái Bình Dương biển (Mp) nếu ấm hơn bình thường và có nguồn gốc xa hơn về phía nam Thái Bình Dương.

Phía trước của các gió Chinook có một front ấm rõ lên đến độ cao lớn. Front này trong khi di chuyển về phía đông nghiêng về phía khối khí lạnh. Không khí lạnh được thay thế bằng Chinook và lót dưới front ấm là lục địa cực hoặc được biết đến ở Mỹ như là khối khí Canada cực (ký hiệu Pc). Sự thay đổi đột ngột về nhiệt độ là do sự dịch chuyển nhanh chóng của không khí Pc.

Trong khí quyển, các gió được thiết lập trong chuyển động bởi phân bố ba chiều tương đối của các trường nhiệt độ và áp suất. Khí quyển thực sự hoạt động như một động cơ nhiệt với ánh nắng mặt trời như lửa của nó và để phát hiện hoạt động của chuyển động lớn cơ bản này trong khu vực địa phương của dãy núi Rocky, ba lực chính tác động lên các khối khí có thể được xem xét.

1. Lực do sự quay của trái đất được gọi là Coriolis. Lực này có thể coi là lực ly tâm nếu đường dẫn của không khí hiện có là cong. Do các lực này phải vuông góc với chuyển động nên chúng không liên quan đến các hạt không khí vì vậy chúng không phải là nguyên nhân gây ra chuyển động và sẽ không được xem xét tiếp.

2. Lực ma sát. Lực này luôn luôn hoạt động song song và đối nghịch với dòng bề mặt. Tuy nhiên, hoạt động của nó làm lệch gió ngang trên các đường đẳng áp từ cao đến thấp ngoài ra phản lực của nó vuông góc với các đường đẳng áp để giảm ảnh hưởng của lực Coriolis. Thêm vào đó còn có một phần dọc theo các đường đẳng áp đối lập với gió gradient. Ma sát sẽ bị hao mòn và do đó rõ ràng nó không phải là một nguyên nhân gây ra chuyển động.

3. Lực do sự tương tác của phân bố nhiệt độ và trường áp suất (chẳng hạn như tạo ra đất và brizo biển). Do lực này phụ thuộc vào hoạt động của 3 mảng nên cường độ của nó chỉ có thể được đoán gián tiếp từ bản đồ thời tiết bề mặt bằng cách ghi nhận một số hiện tượng có liên quan đến hoạt động của các hạt không khí. Một dấu hiệu cho thấy đó là một khu vực với các khuynh hướng khí áp khác nhau trên hai sườn. Có một thành phần gió được gọi là đường đẳng biến áp thổi từ các khu vực áp tăng lên các khu vực áp giảm, vuông góc với các đường đẳng biến áp (các đường tỷ lệ thời gian bằng nhau của thay đổi áp suất). Nó không phụ thuộc vào phân bố tức thời của các đường đẳng áp và do đó có thể thổi từ vùng áp cao đến vùng áp thấp. Bằng cách này, trường áp sẽ hỗ trợ chuyển động của gió, tác động lên các hạt không khí và gia tốc cho chúng.

Trong trường hợp của các gió Chinook, tác giả biết rằng chúng sẽ xuất hiện khi một thấp bị khơi sâu hoặc di chuyển về phía đông và hình thành ở Bắc Alberta. Trong khi áp suất khí quyển giảm ở miền nam Alberta, nó được tạo ra trên bờ biển, nói cách khác, là một gradient đẳng biến áp đáng chú ý giữa bờ biển Thái Bình Dương và phía Nam Alberta. Do đó không khí Thái Bình Dương được gia tốc vào thấp bị khơi sâu. Trong những trường hợp này có thể dự báo một Chinook.

Điều kiện thuận lợi để tạo ra gia tốc địa phương (gradient lớn của cả áp suất và nhiệt độ) đặc biệt trong mùa đông ở khu vực núi Rocky là do vị trí kề nhau của áp cao lạnh lục địa cực và áp thấp ẩm Thái Bình Dương. Núi có thể đóng góp vào sự bất ngờ mà các Chinook được gia tốc bằng cách giữ lại không khí Thái Bình Dương cho đến khi nó tràn qua. Dấu hiệu này cho thấy đây là biểu hiện của một gradient áp suất tương đối lớn và ổn định với các đường đẳng áp song song dãy núi Rocky. Tuy nhiên nó lại lớn hơn những cơn gió quan trắc được có thể chỉ ra. Có thể thấy nguồn nhiệt được thêm vào trong không khí Thái Bình Dương ở hình thức ẩn nhiệt của độ ẩm cũng đóng một phần trong đó.

Dòng Chinook của không khí khi rời bờ biển Thái Bình Dương trong cuộc hành trình về phía đông của nó, thường là nặng trĩu độ ẩm và khi đến Alberta thì không khí cực kỳ khô. Khi không khí này lên trên đến Alberta cao khoảng 3000 feet hoặc hơn trên bờ biển Thái Bình Dương thì nó sẽ ẩm bằng hoặc hơn ẩm hơn so với khi nó rời khỏi bờ biển. Không khí chỉ ẩm sau khi đã đi qua nhiều dãy núi cao được bao phủ tuyết.

Người ta tin rằng, hiện tượng này đã được giải thích một cách chính xác tại những thời điểm khác nhau trước đây và không có nhiều nghi ngờ kết quả của các trường hợp sau: khi một khối khí có độ ẩm tương đối dưới điểm bão hòa được nâng lên trong khí quyển, nó mở rộng và trở lên lạnh hơn vào khoảng $1^{\circ}\text{F}/180 \text{ feet}$ hoặc $1^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ khi đi lên. Điều này đôi khi được gọi là gradient của nhiệt độ cho không khí khô, gradient đoạn nhiệt thông thường.

Không khí phân biệt di chuyển nội địa và về phía đông từ bờ biển Thái Bình Dương về phía British Columbia nói chung là khá ẩm ướt và thường tiếp cận với điểm sương. Do đó, không khí này nếu bị nâng lên sẽ sớm được làm lạnh xuống dưới điểm bão hòa, dẫn đến giáng thủy và kết quả là giải phóng nhiệt ngưng kết, do đó sẽ làm chậm gradient đoạn nhiệt thông thường của nhiệt độ không khí khoảng 50 %.

Độ ẩm không khí ở bờ biển Thái Bình Dương trong chuyển động hướng đông của nó trên vài dãy núi buộc phải lên đến một độ cao 10.000 feet. Trong quá trình đi lên, không khí bị lạnh đi ở khoảng 50 % gradient đoạn nhiệt thông thường hoặc $1^{\circ}\text{F}/360$ feet. Với nhiệt độ ban đầu tại mực nước biển 50°F , nhiệt độ tại 10.000 feet khi không khí đi qua giới hạn lục địa sẽ giảm xuống còn 22°F và một % rất lớn của độ ẩm sẽ bị thu hồi dưới các hình thức mưa, mưa đá và tuyết.

Đi xuống dãy núi Rocky đến độ cao 3.400 m của Calgary, không khí sẽ được tái gia nhiệt ở gradient đoạn nhiệt thông thường của $10^{\circ}\text{F}/180$ feet qua sự giảm 6.600 feet. Thỉnh thoảng nhiệt độ giảm do thực tế rằng không phải tất cả không khí sẽ tăng đến mực 10.000 feet nhưng chúng sẽ tồn tại ở những độ cao thấp hơn. Nếu được giảm 9° , không khí sau đó sẽ đến Calgary hoặc các điểm như độ cao ở nhiệt độ 50°F [].

Trong nhiều thế kỷ phong đóng một vai trò quan trọng trong các thung lũng núi cao của Thụy Sĩ . Tại các khu vực này , phong gây ra các gió giật mạnh hơn các gió tây. Trong vòng 140 năm, P. Hachler đã thường xuyên có thông tin khí tượng của một số trạm và kể từ những năm 1960 đã có sự đo lường các cơn gió giật 1 giây để đánh giá khí hậu và phân tích đặc biệt các đỉnh gió cực trị. Từ những năm 1980 trở lại đây ở Thụy Sĩ đã có thể cảnh báo các gió giật phong.

- Một ví dụ cực trị

Đối với Altdorf, tác giả có những thống kê về gió giật từ năm 1965 (nghĩa là chính xác hơn 40 năm). Đỉnh gió cao nhất của phong đo được vào ngày 13 tháng 12 năm 1981: 155 km/h. Tháng 12 không phải là tháng phong điển hình nhưng nó là một trong những tháng có các gi ó tây mạnh . Hình thể Synop cho thấy một trường gió cao và mạnh gần như thành dạng gió tây vào cuối ngày . Ở bề mặt, tác giả tìm thấy thấp sâu ở trung tâm nước Anh. Trung Âu cho thấy các gió địa chuyển tây nam và một sự giảm áp suất quan trọng. Kết quả là tạo ra một phong nông rất mạnh. Nó bắt đầu trong cả ngày và đạt các đỉnh rất cao tại một số trạm: 164 km/h tại Jungfraujoch, 155 km/h tại Altdorf, 122 km/h tại Gütsch và 100 km/h tại Vaduz.

- Khí hậu của các gió giạt phon cực trị

Như đã đề cập ở trên, tác giả có các phép đo gió "chính xác" 40 năm cho Altdorf. Tác giả đã cố gắng để định nghĩa một giá trị thống kê cực trị xuất phát từ phương pháp của Gumbel. Ngoại suy đến giá trị cực trị 80 năm cho khoảng hơn 160 km/h và trung bình các gió giạt một năm có thể xảy ra là khoảng 130 km/h, trong khi một phon 100 km/h có vẻ là gần như tối thiểu tuyệt đối của một năm cực đại. Đối với Vaduz, các giá trị tương ứng dường như là thấp hơn khoảng 5 km/h.

Không phải tháng 4 là tháng có nhiều giờ phon nhất mà trong các tháng mùa đông từ tháng 12 đến tháng 2 thì khu vực front là mạnh nhất.

- Hệ thống cảnh báo ở Thụy Sĩ

Trung tâm Khí tượng Thụy Sĩ đã thiết lập một hệ thống cảnh báo cho dân cư và chính quyền trong trường hợp thời tiết khắc nghiệt từ cách đây vài năm. Tác giả cảnh báo các gió đạt 100 km/h trên hơn 50 % bề mặt. Trong các thung lũng phon chúng ta chỉ có vài trạm trong đó Altdorf và Vaduz dường như tốt nhất. Kết quả là tác giả đã xác định một giới hạn điều chỉnh của 120 km/h.

Các cảnh báo được phát từ 1 đến 3 ngày trước khi có những dấu hiệu của gió tối đa có thể xảy ra và thời gian có thể xảy ra nhất. Các nhà chức trách của các bang ở Thụy Sĩ được thông báo bởi mạng nội bộ trong khi những người dân có thể nhận được tin nhắn SMS hoặc Fax. Chất lượng của tất cả các cảnh báo này (mưa và gió) là khá tốt: trong năm 2004, POD đạt 94% và FAR đạt 48%. Thường các cảnh báo như vậy được tạo ra trên cơ sở của mô hình Thụy Sĩ ALMO và từ các dự báo viên [].

1.1.2. Tổng quan những nghiên cứu trong nước

Do nhiều nguyên nhân khác nhau, cả khách quan và chủ quan, ở Việt Nam đến thời điểm hiện nay hầu như vẫn chưa có nhiều những nghiên cứu đi sâu vào sự biến đổi của hiện tượng phon mà thường chỉ dừng lại ở việc thống kê số liệu thông thường và các khái niệm ban đầu.

Trong tài liệu “Khí hậu Việt Nam” , các tác giả Phạm Ngọc Toàn , Phan Tất Dắc đã nhận thấy ở Bắc Trung Bộ sự xuất hiện một thời kỳ khô nóng gió Tây vào đầu mùa hạ liên quan với hiệu ứng phơn của Trường Sơn đối với luồng gió mùa Tây Nam. Đặc biệt ở đồng bằng Nghệ An - Hà Tĩnh thời tiết gió tây phát triển rất mạnh . Còn ở Trung Trung Bộ , trong mùa gió mùa hè , luồng gió ẩm từ phía tây thổi tới bị dãy Trường Sơn ngăn cản. Sau khi để lại một lượng ẩm đáng kể dưới dạng mưa bên sườn tây , vượt qua núi chịu tác dụng phơn , đã đem lại cho sườn đông và vùng đồng bằng ven biển Trung Bộ một kiểu thời tiết khô nóng rất đặc trưng (thời tiết gió tây).

Trong tài liệu “Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam” , các tác giả Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu đã chỉ ra một trong những loại hình thời tiết đặc sắc của mùa hè là gió Tây khô nóng. Thời tiết khô nóng làm thay đổi chế độ mưa ở nhiều vùng duyên hải Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ.

- Số ngày thời tiết khô nóng trung bình năm phổ biến là 20 - 40 ở vùng núi thấp Tây Bắc, 5 - 20 ở vùng núi thấp Đông Bắc, 10 - 20 ở đồng bằng Bắc Bộ, 30 - 60 ở vùng đồng bằng duyên hải Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ. Một số nơi ở vùng thấp Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ, hàng năm trung bình có trên 60 ngày khô nóng.

- Mùa thời tiết khô nóng bắt đầu từ tháng III, tháng IV, cao điểm vào tháng V, tháng VI, tháng VII ở các khu vực phía Bắc hoặc tháng VI, tháng VII, tháng VIII ở Nam Trung Bộ và kết thúc vào tháng VIII (các khu vực phía Bắc) hoặc tháng IX (Nam Trung Bộ).

Ngoài ra, trong rất nhiều những nghiên cứu , các tác giả đã cung cấp những thông tin về đặc điểm khí hậu cụ thể của 3 tỉnh có liên quan đến hiệu ứng gió phơn:

Nghệ An chịu ảnh hưởng của hai loại gió chủ yếu: gió mùa Đông Bắc và gió phơn Tây Nam.

- Gió mùa Đông Bắc thường xuất hiện vào mùa Đông từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau, bình quân mỗi năm có khoảng 30 đợt gió mùa Đông Bắc, mang theo

không khí lạnh, khô làm cho nhiệt độ giảm xuống 5 - 10°C so với nhiệt độ trung bình năm.

- Gió phơn Tây Nam là một loại hình thời tiết đặc trưng cho mùa hạ của vùng Bắc Trung Bộ. Loại gió này thường xuất hiện ở Nghệ An vào tháng 5 đến tháng 8 hàng năm, số ngày khô nóng trung bình hằng năm là 20 - 70 ngày. Gió Tây Nam gây ra khí hậu khô, nóng và hạn hán, ảnh hưởng không tốt đến sản xuất và đời sống sinh hoạt của nhân dân trên phạm vi toàn tỉnh.

Hà Tĩnh nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, ngoài ra Hà Tĩnh còn chịu ảnh hưởng của khí hậu chuyển tiếp của miền Bắc và miền Nam, với đặc trưng khí hậu nhiệt đới điển hình của miền Nam và có một mùa đông giá lạnh của miền Bắc, nên thời tiết, khí hậu rất khắc nghiệt. Hằng năm, Hà Tĩnh có hai mùa rõ rệt:

- Mùa mưa: Mưa trung bình hằng năm từ 2500 mm đến 2650 mm. Hạ tuần tháng 8, tháng 9 và trung tuần tháng 11 lượng mưa chiếm 54% tổng lượng mưa cả năm. Vào thời gian này hàng năm Hà Tĩnh thường hứng chịu những cơn bão từ biển Đông gây nên lũ lụt.

- Mùa khô: Từ tháng 12 đến tháng 7 năm sau. Đây là mùa nắng gắt, có gió Tây Nam (thổi từ Lào) khô, nóng, lượng bốc hơi lớn.

Điều kiện khí hậu ở Quảng Bình khá khắc nghiệt, chịu ảnh hưởng của gió Tây Nam khô nóng, thường có bão và mưa lớn, biến động khí hậu mạnh. Do nằm trọn vẹn trong nội chí tuyến bắc bán cầu, hàng năm có hai lần mặt trời đi qua đỉnh nên lượng bức xạ cao: 70 – 80 kcal/cm²/năm. Số giờ nắng trung bình là 1.700 – 1.800 giờ/năm, nhiệt độ trung bình năm dao động từ 20°C – 25°C. Mùa mưa thường từ tháng 9 đến tháng 1 năm sau, tổng lượng mưa khoảng 2.000 – 2.700 mm/năm, độ ẩm trung bình tháng từ 85% - 90%.

Đặc trưng khí hậu ở Quảng Bình là gió Tây Nam khô nóng và bão lớn. Hàng năm tỉnh chịu từ 40 – 60 ngày khô nóng và nhiều cơn bão gây gió xoáy giật kèm theo mưa lớn [1].

1.2. Tổng quan về hiện tượng phơn ở khu vực Bắc Trung Bộ

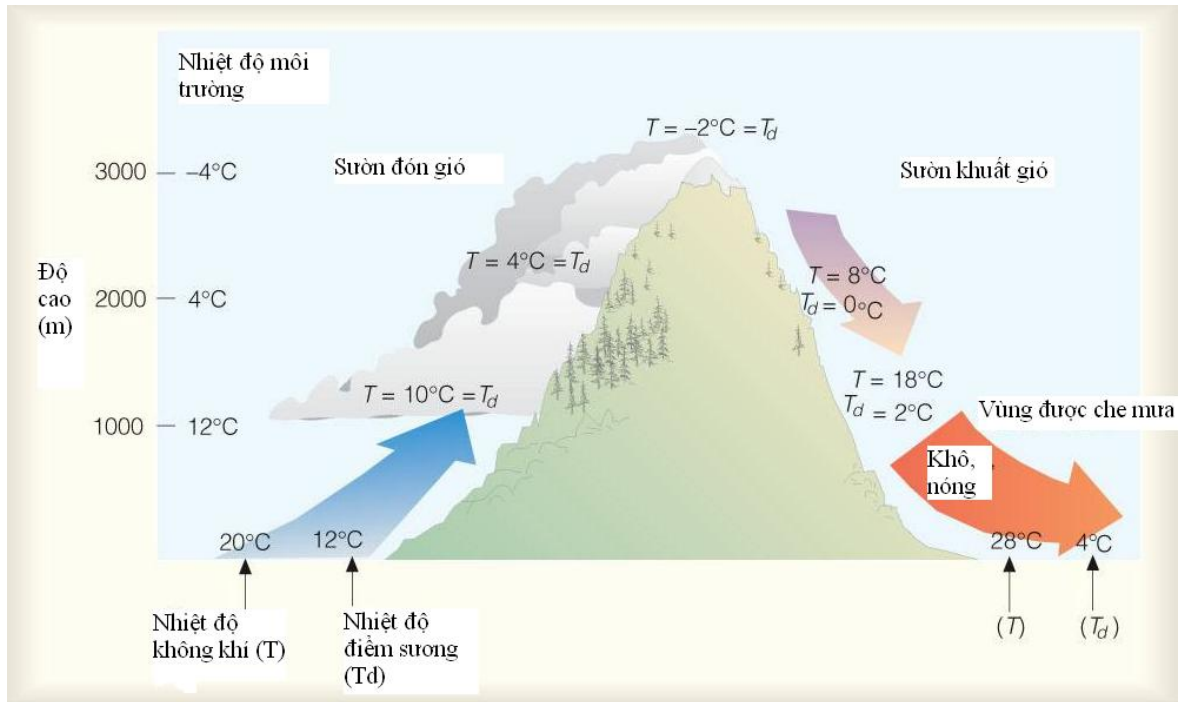
Nước ta có những khu vực có các kiểu thời tiết khác nhau theo từng mùa, từng thời điểm. Khu vực Bắc Trung Bộ có kiểu thời tiết đặc trưng là hiện tượng gió phơn vào mùa hè (mà nhân dân ta thường quen gọi là gió Lào, gió tây khô nóng). Trong phạm vi cả nước gió phơn không chỉ tác động đến riêng khu vực Bắc Trung Bộ mà còn xuất hiện ở Tây Bắc, đồng bằng sông Hồng, Nam Trung Bộ nhưng mức độ rõ nét thì không nơi nào bằng nơi đây.

1.2.1. *Khái quát về gió phơn*

Trong hoàn lưu khí quyển có một hệ thống gió không thường xuyên gọi là gió phơn. Gió phơn là gió khô nóng thổi từ trên núi xuống. Gió phơn được nghiên cứu đầu tiên ở ngọn núi Fohn (dãy núi Anpơ). Tên Fohn được bắt nguồn từ Fvonius (nghĩa là gió Tây, nóng). Loại gió này cũng xuất hiện ở một số nơi khác như Chinook thuộc dãy Rocky, ở Zonda thuộc dãy Andes và ở phía Bắc dãy Trường Sơn ở Việt Nam...

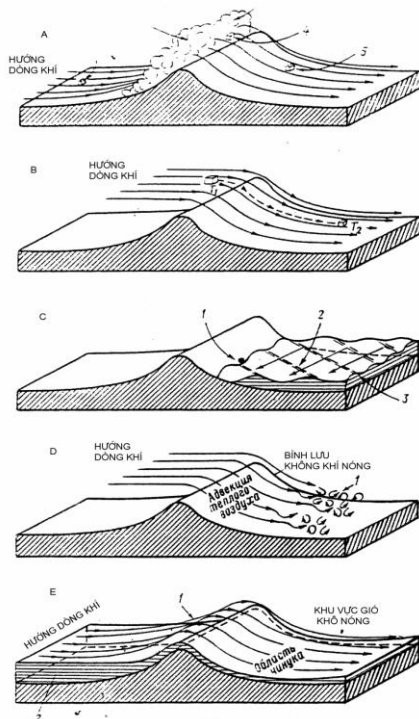
Nguyên nhân của hiện tượng gió phơn: Trên một dãy núi dài và cao có sự chênh lệch về áp suất giữa hai sườn núi. Khi một khối khí ẩm đi qua phải vượt qua sống núi. Không khí chuyển động đi lên theo gradient đoạn nhiệt khô ($1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) sau đó do nhiệt độ giảm hơi nước đạt trạng thái bão hoà ẩm (100%) gradient đoạn nhiệt ẩm (trung bình $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) không khí lạnh đi, nhiệt độ hạ xuống dưới điểm sương, sự ngưng kết diễn ra, mây hình thành và mưa rơi xuống bên sườn đón gió (mưa địa hình). Khi khối khí này vượt qua sườn đón gió, độ ẩm tuyệt đối của không khí giảm đi và đi xuống sườn khuất gió theo gradient đoạn nhiệt khô nhiệt độ không khí liên tục tăng, độ ẩm tương đối của không khí giảm mạnh luồng không khí đi xuống trở nên khô và nóng. Đó chính là gió phơn (hay gió tây khô nóng).

Hiện tượng gió phơn có thể hiểu rõ hơn qua hình vẽ sau:



Hình 1.1 Hiệu ứng phơn

1.2.2. Phân loại hiện tượng phơn



Hình 1.2 Phân loại hiện tượng phơn

Hiện tượng phơn có thể chia làm 5 loại:

- Loại A - loại phơn kinh điển với mưa rơi hết từ dòng khí trên sườn đón gió và giáng xuống, nóng lên đoạn nhiệt khô trên sườn khuất gió.
- Loại B - không khí từ trên cao giáng xuống, nóng lên đoạn nhiệt.
- Loại C - không khí lạnh ở sườn đón gió giáng trên không khí nóng ở sườn khuất gió, tương tự như hình thế gió mùa đông bắc thổi qua dãy Trường Sơn vào mùa đông.
- Loại D - xâm nhập của không khí nóng và rồi ngăn cản sự lạnh đi ban đêm của sườn khuất gió.
- Loại E - xảy ra khi dòng khí rất ổn định bị núi ngăn chặn còn dòng khí giáng xuống nằm ở phía trên dòng khí rất ổn định này

1.2.3. Hiện tượng phơn ở Bắc Trung Bộ

Ở nước ta hiện tượng gió phơn (hiện tượng gió Tây khô nóng) xuất hiện nhiều nhất ở khu vực Bắc Trung Bộ. Sự xuất hiện của loại gió này có ảnh hưởng rất lớn đến thời tiết và đời sống dân cư ở khu vực này.

- Đặc điểm địa hình khu vực Bắc Trung Bộ: Khu vực Bắc Trung Bộ bao gồm 6 tỉnh: Thanh Hoá, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên Huế. Hướng nghiêng chung của địa hình khu vực là theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Địa hình khu vực chia làm hai miền rõ rệt.

+ Miền núi: Nằm ở phía Tây. Đây là vùng núi thuộc dãy Trường Sơn Bắc với nhiều khối núi cao chạy dọc theo biên giới Việt – Lào, nhiều đoạn núi ăn sát ra biển chia đồng bằng thành nhiều ô nhỏ. Núi có sườn Tây thoải chạy dài về phía Lào và dốc đứng ở phía Đông thuộc Việt Nam. Chính vì vậy dãy Trường Sơn là nguyên nhân chủ yếu chắn gió Tây Nam từ vịnh Bengan thổi đến gây ra hiện tượng gió phơn ở khu vực này. Trên dãy núi cao lại có nhiều thung lũng cắt ngang (như thung lũng Tương Dương) là những “ống” dẫn những luồng gió phơn thâm nhập sâu xuống đồng bằng.

+ Đồng bằng: Là dãy nhỏ hẹp chạy dọc ven biển. Phần lớn có diện tích nhỏ và bị chia cắt bởi các dãy núi ăn sát ra biển. Đồng bằng nằm kề sát ngay miền núi nên chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của gió phơn thổi từ trên núi xuống. Như vậy địa hình của khu vực Bắc Trung Bộ là nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng gió phơn của khu vực này.

- Hoàn lưu chung ở nước ta và trong khu vực Bắc Trung Bộ: Nước ta nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới gió mùa của bán cầu Bắc.

+ Về mùa đông: Nước ta chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của gió mùa Đông Bắc gây ra thời tiết có mùa đông lạnh ở Bắc vĩ tuyến 16°B . Khi đến dãy Bạch Mã (16°B) gió mùa Đông Bắc không còn ảnh hưởng nữa. Như thế dãy Bạch Mã là ranh giới tự nhiên phân chia khí hậu nước ta thành hai miền khác nhau.

+ Về mùa hè: Lục địa Á - Âu được hun nóng tạo nên một vùng áp thấp rộng lớn có tâm tại sơn nguyên Iran đồng thời dãy áp thấp nội chí tuyến chuyển động theo chuyển động biểu kiến của Mặt Trời sang nửa cầu Bắc và có một nhánh tiến xa về phía chí tuyến trên các bán đảo Nam châu Á tiếp giáp với phần phía Đông của áp thấp châu Á. Hệ thống khí áp này kết hợp với nhau tạo thành một sức hút mãnh liệt đối với các luồng khí từ phía Đông đại dương, phía Nam tạo nên một luồng khí xoáy thổi vào lục địa. Đó là gió mùa mùa hạ. Ở Đông Nam Á gió mùa mùa hạ có hướng chung là Tây Nam nên còn được gọi là gió mùa Tây Nam. Gió mùa Tây Nam khống chế toàn bộ khu vực Đông Dương và cả phía Nam Trung Quốc. Gió mùa Tây Nam được xuất phát từ hai luồng gió: một luồng từ vịnh Bengan thổi tới ảnh hưởng chủ yếu vào những tháng đầu mùa hạ, một luồng từ phía Nam Thái Bình Dương thổi lên thịnh hành vào các tháng cuối mùa hạ.

- Hiện tượng gió phơn ở Việt Nam: Vào mùa hè nước ta chịu tác động mạnh của gió mùa Tây Nam được bắt nguồn từ khối khí xích đạo và khối khí chí tuyến hình thành trong vịnh Bengan. Nhưng khối khí gây ra hiện tượng gió phơn ở nước ta là khối khí chí tuyến vịnh Bengan. Khi hình thành khối khí chí tuyến trong vịnh Bengan là khối khí nóng ẩm từ thấp lên cao, nên có khả năng gây mưa lớn. Khối khí này khi thổi đến Việt Nam đã trải qua một quãng đường dài hơn 1000 km qua một phần lục địa thuộc Mianma, Thái Lan, Thượng Lào và gây mưa trong quá trình di chuyển. Đặc biệt khi đến Thượng Lào gió đã bị chặn bởi dãy Trường Sơn Bắc. Dãy Trường Sơn Bắc chạy gần như vuông góc với hướng gió, lại có sườn đón gió thoải nên khối khí đã gây mưa hết bên sườn đón gió (sườn Tây) khi tràn vào nước ta gió đã biến tính và trở nên cực kỳ khô và nóng. Đó chính là hiện tượng gió phơn ở nước ta. Trước khi gió phơn thổi, bầu trời thường trong xanh, gió yếu hay lặng gió. Trên nền trời chỉ có một vài vệt mây li ti. Chân trời phía Tây thường có mù khô màu vàng da cam, khí quyển rất trong có thể nhìn thấy một thứ nóng làm cho da mặt hầm hập như trong con sốt nhẹ. Tiết trời rất khô. Đó là bối cảnh báo trước sau một thời gian ngắn sẽ có gió phơn. Đồng thời, nếu theo dõi diễn biến của các yếu tố khí tượng sẽ thấy như sau:

+ Gió đổi hướng, yếu dần, rồi quay ngược chiều kim đồng hồ, chứng tỏ có vùng áp thấp đang ngự trị.

+ Khí áp liên tục giảm xuống, khi nào mức giảm lớn nhất thì gió phơn sẽ thổi mạnh nhất.

+ Tầm nhìn xa rất tốt.

- Thời gian xuất hiện và kết thúc: Theo quy luật, ở Trung Bộ, mùa gió phơn thường bắt đầu từ hạ tuần tháng 4 đến trung tuần tháng 9, trong đó gió phơn thổi nhiều nhất vào tháng 6 và tháng 7, mỗi tháng trung bình có 7 - 10 ngày, trong đó 2 - 4 ngày gió phơn thổi mạnh. Gió phơn thường thổi thành từng đợt, đợt ngắn từ 2 đến 3 ngày, có đợt từ 10 đến 15 ngày, có đợt kéo dài tới 20 - 21 ngày. Trong một ngày, gió phơn thường bắt đầu thổi từ 8 - 9 giờ sáng cho đến chiều tối, thổi mạnh nhất từ khoảng gần giữa trưa đến xế chiều. Có khi gió phơn thổi liên tục suốt cả ngày đêm, có đợt kéo dài trong 10 ngày đêm liền. Khi có gió phơn thổi, nhiệt độ cao nhất trong ngày thường vượt quá 37°C và độ ẩm nhất trong ngày thường giảm xuống dưới 50%. Các nhà khí tượng nước ta đưa ra chỉ tiêu: Ngày có nhiệt độ >35°C, độ ẩm ≤ 55% được xem là ngày có gió phơn.

Nhìn chung: Gió phơn làm cho nhiệt độ khu vực Bắc Trung Bộ tăng mạnh trong những tháng mùa hè - những tháng mà gió phơn hoạt động mạnh mẽ nhất. Nhiệt độ tăng cao đột biến nhiều khi lên tới hơn 40°C. Gió phơn làm cho lượng mưa trong khu vực giảm đáng kể. Đây là nguyên nhân dẫn đến lượng mưa trong khu vực có hai cực đại và một cực tiểu trùng với thời kỳ gió phơn hoạt động và làm cho mùa mưa trong khu vực chậm dần về thu - đông. Khi gió phơn hoạt động còn làm cho độ ẩm tương đối của không khí giảm đi rõ rệt gây ra thời tiết rất khô hạn. Đồng thời lượng bốc hơi tăng lên khiến cho tình trạng thiếu nước diễn ra phổ biến. Gió phơn làm cho đời sống, sản xuất của nhân dân gặp nhiều khó khăn nhất là đối với sản xuất nông nghiệp. Biến động của gió phơn là không đều trong khu vực cả về không gian và thời gian do có nhiều yếu tố chi phối. Hiện tượng gió phơn ảnh hưởng mạnh

đến thời tiết và đời sống trong khu vực Bắc Trung Bộ. Vì vậy việc nghiên cứu loại gió này đang trở thành vấn đề cần thiết.

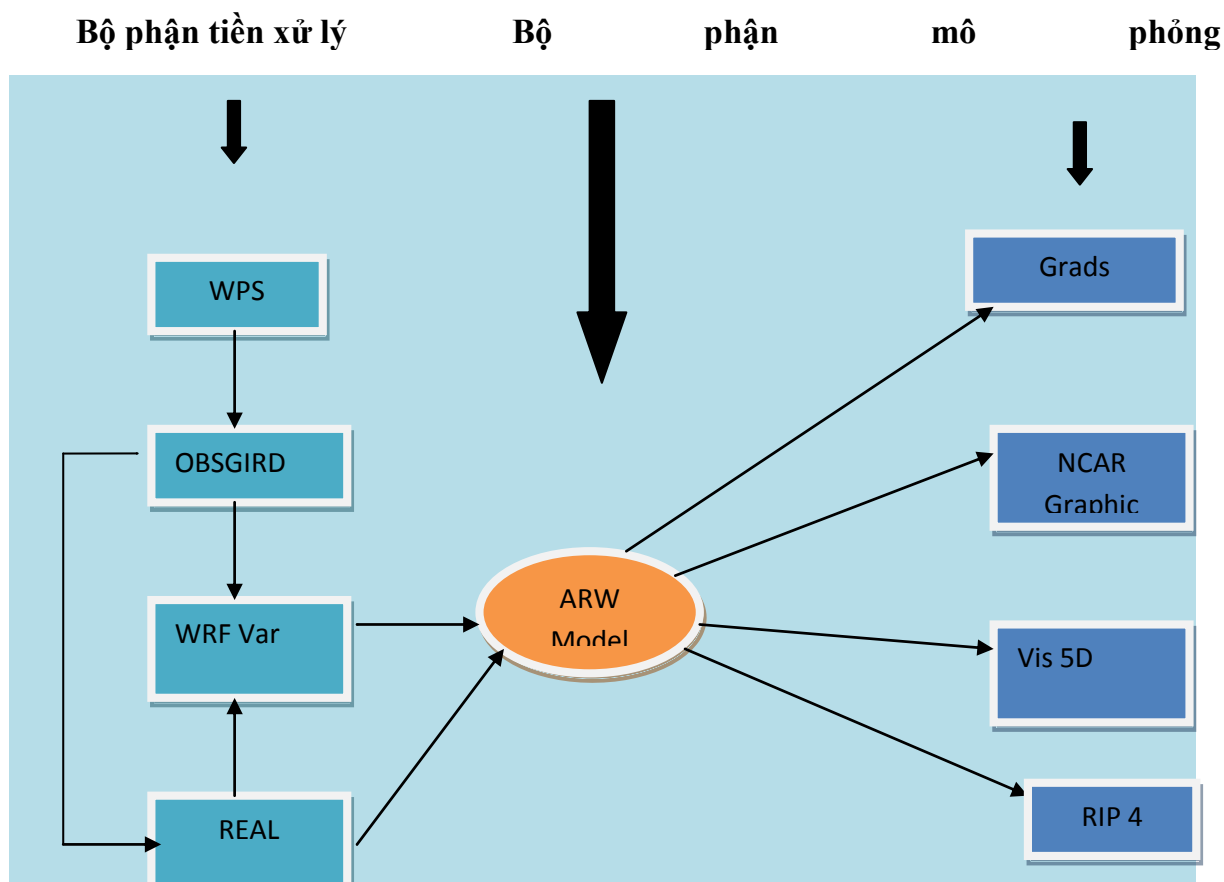
1.3. Tổng quan về mô hình WRF

Mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết WRF (Weather Research and Forecasting) là mô hình được phát triển từ những đặc tính ưu việt nhất của mô hình MM5 với sự cộng tác của nhiều cơ quan tổ chức lớn trên thế giới.

Hiện nay, mô hình WRF đang được sử dụng rộng rãi trong dự báo thời tiết nghiệp vụ cũng như trong nghiên cứu ở nhiều quốc gia trên thế giới như Mỹ, Ấn Độ, Đài Loan, Israel, Trung Quốc, New Zealand, Braxin...

Có thể thấy rằng, WRF là một hệ thống bao gồm nhiều module khác nhau, linh hoạt và tối ưu cho cả mục đích nghiên cứu cũng như chạy nghiệp vụ, cho phép sử dụng các tùy chọn khác nhau đối với tham số hóa các quá trình vật lý. Đặc biệt, mô hình WRF thường xuyên được cập nhật các phiên bản mới cũng như sửa chữa các lỗi xảy ra trong quá trình cài đặt và chạy mô hình. Hiện tại WRF có hai phiên bản là phiên bản nghiên cứu nâng cao ARW (Advanced Research WRF) và phiên bản mô hình qui mô vừa phi thủy tĩnh NMM (Nonhydrostatic Meso Model).

1.3.1. Sơ đồ cấu trúc



Hình 1.3 Cấu trúc mô hình WRF

Qua sơ đồ hình 1.3 ta thấy, mô hình WRF được cấu tạo bởi hai bộ phận chính là bộ phận xử lý (tiền xử lý và hậu xử lý), bộ phận mô phỏng. Trong đó:

Bộ phận mô phỏng: chương trình chính của WRF(ARW solver).

Bộ phận tiền xử lý: gồm chương trình mô phỏng dữ liệu ban đầu (The WRF Preprocessing System, WPS) và chương trình đồng hóa số liệu (WRF-Var).

Bộ phận hậu xử lý: Công cụ đồ họa xử lý sản phẩm của mô hình (Post-processing & Visualization tools).

WPS: là chương trình dùng để mô phỏng các dữ liệu thực ban đầu như giới hạn vùng mô phỏng, nội suy dữ liệu hành tinh (địa hình, đất sử dụng, loại đất), lưới hóa và nội suy số liệu khí tượng từ mô hình khác trong vùng mô phỏng. Nó bao gồm các đặc tả chính:

- Lưới $\frac{1}{2}$ số liệu khí tượng từ các trung tâm khác nhau trên thế giới.

- Phép chiếu bản đồ: phép chiếu cực (dùng cho các vùng vĩ độ cực), Lambert (dùng cho vùng xích đạo), Mercator (là phép chiếu dùng cho vĩ độ cận nhiệt đới) và phép chiếu kinh vĩ Map projections. Do đó với nước ta nằm trong khu vực vĩ độ từ $5 - 30^0$ Bắc thì sử dụng phép chiếu Mercator là phù hợp nhất.

- Lồng lưới (Nesting) là một đặc tả của mô hình WRF, việc lồng vào lưới ngoài của mô hình một miền tính con có kích thước nhỏ hơn, nhằm tăng cường độ phân giải của lưới giúp cho việc mô phỏng các đặc tính trong miền 2 rõ nét hơn.

Cụ thể sau đây sẽ phân tích các bộ phận chính cấu tạo mô hình WRF:

WRF-Var: là chương trình đồng hóa số liệu đầu vào của mô hình, kiểm tra các quá trình phân tích nội suy đã được tạo bởi chương trình WPS, có thể được sử dụng để cập nhật điều kiện ban đầu.

ARW solver: là chương trình chính của mô hình, bao gồm các chương trình khởi tạo đối với việc lý tưởng hóa, các mô phỏng dữ liệu thực và chương trình tích phân. Hơn nữa còn một chương trình thực hiện lồng lưới. Các đặc trưng chính của mô hình WRF bao gồm:

- Các phương trình: thủy tĩnh và phi thủy tĩnh nén được...
- Các biến dự báo: tốc độ ngang u, v , thẳng đứng w trong hệ tọa độ đề các...
- Hệ tọa độ thẳng đứng: sử dụng hệ tọa độ áp suất thủy tĩnh theo địa hình, với lưới không gian có thể biến đổi theo chiều cao và biến thời gian thay đổi theo các bước thời gian riêng biệt.
- Lưới ngang: sử dụng lưới Arakawa C.
- Các tùy chọn phép chiếu bản đồ: Polar, Lambert, Mercator
- Lưới lồng: 1 chiều, 2 chiều với nhiều nút, nhiều mực và lưới lồng di động.

- Tích phân thời gian: sử dụng sơ đồ Runge - Kutta bậc 2 và 3, chia thời gian thành các bước thời gian nhỏ hơn cho sóng âm và sóng trọng trường.
- Các tùy chọn bình lưu từ bậc 2 đến bậc 6 (theo chiều ngang và thẳng đứng).
- Điều kiện biên: cho trường hợp lý tưởng và thực, biên trên và biên dưới.
- Các tùy chọn vật lý: địa hình, bức xạ, vi vật lý, tham số hóa đối lưu...

Các module Ideal Baroclinic Waves (lí tưởng hóa sóng tà áp), Ideal 2D hill (lí tưởng hóa 2 D đồi).....

Post-processing & Visualization tools: một số chương trình phần mềm phụ để hỗ trợ như RIP4 , NCL (NCAR), GrADS và Vis5D... Ngoài ra có thể sử dụng các phần mềm phân tích khác để khai thác sản phẩm dự báo của mô hình.

1.3.2. Mô tả vật lý

Các sơ đồ tham số hoá vật lý trong mô hình WRF rất phong phú, tạo điều kiện thuận lợi cho các đối tượng sử dụng khác nhau. Các quá trình vật lý được tham số hóa trong mô hình WRF bao gồm: Các quá trình vật lý vi mô, tham số hoá đối lưu mây tích, lớp biên hành tinh, mô hình bề mặt, các quá trình đất - bề mặt (mô hình đất), bức xạ, khuếch tán.

a) Vật lý vi mô

Vi vật lý bao gồm các quá trình xử lý hơi nước, mây và quá trình giáng thủy. Các sơ đồ vi vật lý dùng để tính toán xu thế của nhiệt độ, độ ẩm khí quyển và mưa bề mặt. Tuy nhiên mỗi sơ đồ có độ phức tạp và các biến ẩm riêng khác nhau. Các sơ đồ vi vật lý có trong mô hình trên bảng 1.1.

Bảng 1.1. Tùy chọn vật lý vi mô trong WRF

Loại sơ đồ	Số lượng biến	Pha băng	Pha hỗn hợp
Kessler	3	Không	Không

Purdue Lin	6	Có	Có
WSM 3	3	Có	Không
WSM 5	5	Có	Không
WSM 6	6	Có	Có
EtaGCP	2	Có	Có
Thompson	7	Có	Có

Lựa chọn mặc định của mô hình WRF trong mảng vật lí vi mô là sơ đồ mây, giáng thủy theo lưới Eta (EtaGCP). Sơ đồ này dự báo những thay đổi của hơi nước ngưng tụ trong các dạng mây chứa nước, mây gây mưa, mây chứa băng, giáng thủy băng (tuyết, băng hòn, mưa đá).

b) Đối lưu mây tích

Trong mô hình số trị nói chung, tham số hóa đối lưu mây tích có tầm quan trọng đặc biệt đối với mô phỏng có độ phân giải trên 10km, mô hình không mô phỏng được các ổ đối lưu riêng biệt và các quá trình vận chuyển nhiệt ẩm. Mây đối lưu Cb , Cu sâu có xu hướng làm nóng và khô không khí môi trường do chúng làm tiêu hao ẩm môi trường còn mây tầng Ci , Cs nông lại có xu hướng làm cho môi trường lạnh và ẩm nhờ sự bốc hơi của hơi nước và nước cuốn ra từ mây (do không khí môi trường khô hơn). Chính vì vậy, việc xem xét phổ mây tích với các kích cỡ khác nhau là rất quan trọng trong nghiên cứu mối tương tác giữa mây tích và môi trường quy mô lớn. Mây tích có quy mô nhỏ hơn nhiều so với độ phân giải thông thường của lưới mô hình, nên ảnh hưởng của nó đối với hoàn lưu quy mô lớn không thể tính trực tiếp mà chỉ có thể tính gián tiếp từ cân bằng nhiệt và ẩm của hệ thống hoàn lưu quy mô lớn.

Như vậy, mục đích của chính của vấn đề tham số hóa đối lưu là:

- Dự báo lượng mưa sinh ra do đối lưu.

- Tính toán tác động của đối lưu đến các quá trình nhiệt động lực học mô hình như tính ổn định thẳng đứng, phân bố lại trường nhiệt, ẩm hình thành mây, các ảnh hưởng đến đốt nóng bề mặt, bức xạ khí quyển....

Bảng 1.2. Một số tùy chọn tham số hóa đối lưu mây tích trong mô hình WRF

Sơ đồ	Mây giáng	Loại kết hợp
Kain – Fritsch	Có	Thông lượng khối
Betts-Miller-Janjic	Không	Bình lưu
Grell-Devenyi	Có	Thông lượng khối

Có nhiều phương pháp khác nhau đã được sử dụng để liên kết mây với các trường giải được như nhiệt độ, độ ẩm và gió, nhưng vẫn chưa một phương pháp nào là hoàn thiện nhất, mỗi sơ đồ đưa ra đều có những ưu, nhược điểm riêng.

Tham số hóa đối lưu mây tích về mặt lý thuyết chỉ đúng cho những lưới thô, đối với lưới tinh thì bỏ qua sự đối lưu. Trong mô hình WRF có những tùy chọn tham số hóa đối lưu khác nhau được mô tả trong bảng 1.2.

c) Lớp bề mặt

Những sơ đồ lớp bề mặt tính toán hệ số vận tốc và trao đổi ma sát, cho phép tính dòng nhiệt và ẩm bề mặt bởi mô hình đất - bề mặt và sơ đồ lớp biên hành tinh. Các sơ đồ bề mặt trong mô hình WRF được mô tả trong bảng 1.3.

Bảng 1.3. Tùy chọn bề mặt đất trong WRF

Sơ đồ	Quá trình thực vật	Biến thay đổi trong đất (các tầng)	Tuyết
5 lớp	Không	Nhiệt độ	Không có
Noah	Có	Nhiệt độ, nước +băng, nước	1-lớp, nhỏ

RUC	Có	Nhiệt độ, băng, nước + băng	Nhiều lớp
-----	----	-----------------------------	-----------

Những mô hình bề mặt đất (LSMs) dùng thông tin khí quyển từ lớp bề mặt, bức xạ từ sơ đồ bức xạ, giáng thủy từ vật lý vi mô và sơ đồ đối lưu, cùng với thông tin quan trọng trên những biến trạng thái của đất và thuộc tính của bề mặt đất để cung cấp những thông tin về thông lượng nhiệt và ẩm qua những điểm mặt đất và những điểm trên mặt biển, băng. Các thông lượng này cung cấp điều kiện biên ban đầu cho dòng thẳng trong mô hình PBL.

Mô hình mặt đất không cung cấp những xu hướng, nhưng cập nhật những biến trạng thái của đất gồm: nhiệt độ bề mặt, profile nhiệt độ đất, profile độ ẩm đất, tuyết. Không có trao đổi ngang giữa những điểm lân cận trong LSMs, vì vậy nó có thể coi như mô hình cột một chiều cho mỗi điểm lưới trong mô hình WRF. Hiện nay có nhiều mô hình bề mặt có thể chạy độc lập.

d) Lớp biên hành tinh

Lớp biên hành tinh (PBL) có nhiệm vụ tính toán thông lượng xoáy quy mô dưới lưới. Vì vậy, khi PBL được kích hoạt thì khuếch tán theo chiều thẳng đứng cũng được kích hoạt. Hầu hết, khuếch tán ngang là không đổi ($K_k = \text{const}$). Thông lượng bề mặt được cung cấp bởi bề mặt và sơ đồ bề mặt đất. Sơ đồ PBL xác định các profile thông lượng giữa lớp biên và trạng thái của lớp biên. Vì vậy sẽ cung cấp những khuynh hướng của nhiệt độ, độ ẩm (bao gồm cả mây), động lượng ngang trong toàn cột khí quyển. Hầu hết các sơ đồ PBL xét sự xáo trộn khô, nhưng cũng bao gồm hiệu ứng bão hòa trong sự ổn định thẳng.

e) Bức xạ khí quyển

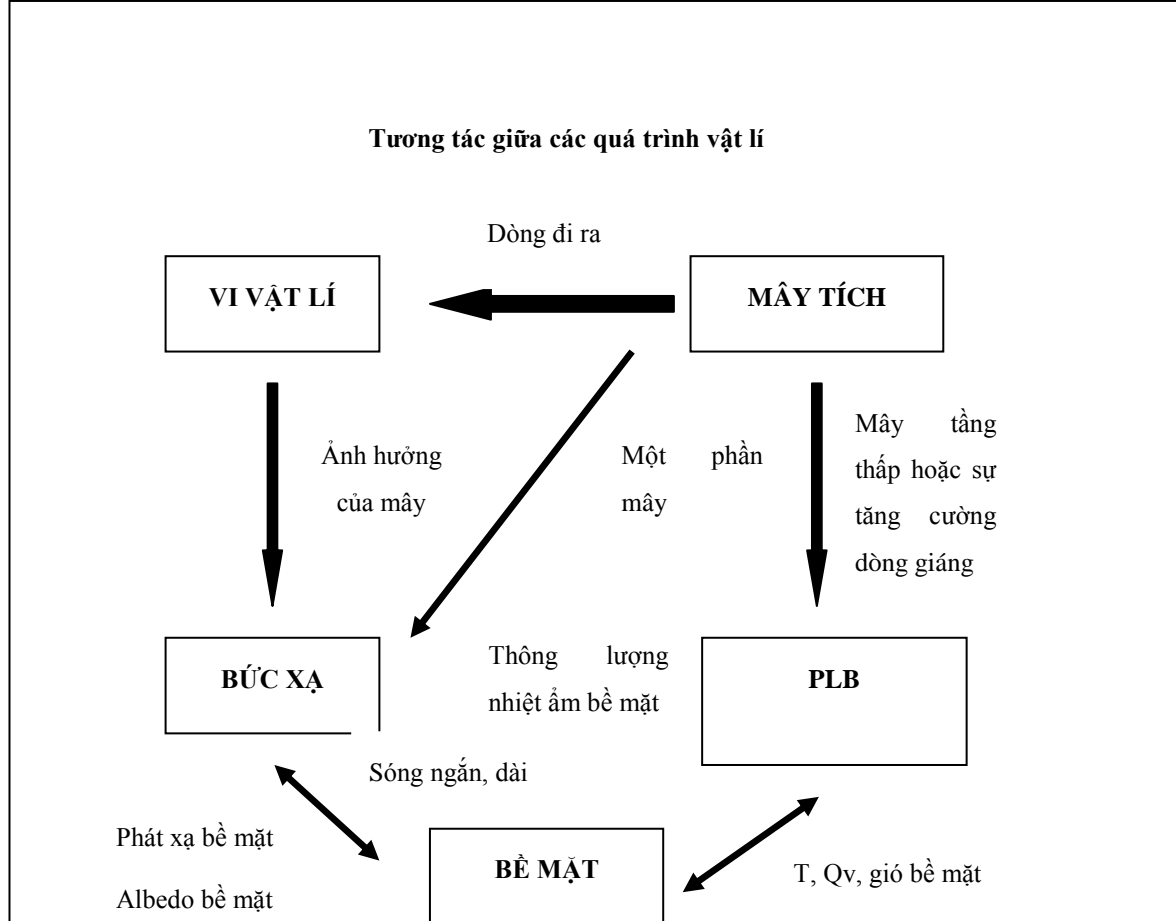
Các sơ đồ bức xạ khí quyển cho ta thấy sự đốt nóng bề mặt khí quyển bởi thông lượng bức xạ sóng ngắn của mặt trời và sóng dài của bề mặt đất. Bức xạ sóng dài bao gồm tia hồng ngoại (IR) hoặc bức xạ nhiệt hấp thụ được phát ra từ khối không khí và bề mặt. Dòng bức xạ sóng dài từ bề mặt phụ thuộc vào loại bề mặt đất, nhiệt độ bề mặt đất. Bức xạ sóng ngắn có chứa cả bức xạ sóng dài và phụ cận sóng

dài trong phổ mặt trời. Vì chỉ có nguồn là mặt trời, nên bức xạ sóng dài gồm các quá trình hấp thụ, phản xạ, phát xạ trong khí quyển và tại bề mặt. Phản xạ phụ thuộc vào Albedo của mặt đệm. Bức xạ còn phụ thuộc vào phân bố của mây, hơi nước và các khí CO₂, O₃,... Các tùy chọn bức xạ trong mô hình WRF cho trên Bảng 1.4.

Bảng 1.4. Tùy chọn sơ đồ bức xạ trong WRF

Sơ đồ	Sóng dài (LW)/Sóng ngắn (SW)	Số dải	Loại
RRTM	Sóng dài	16	CO ₂ , O ₃ , mây
GFTL-LW	Sóng dài	14	CO ₂ , O ₃ , mây
GFDLSW	Sóng ngắn	12	CO ₂ , O ₃ , mây
MM5SW	Sóng ngắn	1	Mây
Goddard	Sóng ngắn	11	CO ₂ , O ₃ , mây

g) Sơ đồ tương tác giữa các quá trình vật lý



Hình 1.4. Sơ đồ tương tác các quá trình vật lý trong mô hình

Trong khi mô hình tham số hóa vật lý phân loại theo các module và sự tương tác giữa chúng thông qua những biến trạng thái mô hình (ẩn nhiệt, ẩm, gió...), xu hướng của chúng và thông lượng bề mặt (hình 1.4).

Quá trình tham số hóa mây tích tác động vào vi vật lý thông qua dòng đi ra. Vi vật lý cùng với mây tích tác động đến bức xạ thông qua sự ảnh hưởng của mây tới bức xạ. Bức xạ và bề mặt tương tác với nhau thông qua phát xạ sóng ngắn, dài và Albedo bề mặt. Bề mặt tương tác với lớp biên hành tinh thông qua thông lượng nhiệt ẩm bề mặt và gió. Lớp biên hành tinh và mây tích tương tác với nhau thông qua dòng giáng và mây tầng thấp.

1.3.3. Số liệu và sản phẩm của mô hình

Sản phẩm cuối cùng của WRF là các file wrfout_d01..., wrfout_d02..., cho các miền tính khác nhau ở toàn bộ các thời điểm tính từ thời điểm bắt đầu mô phỏng hoặc dự báo. Khoảng cách thời gian giữa các thời điểm này bằng bước thời gian của mô hình. Tuy nhiên, trong quá trình lưu sản phẩm dự báo số, chúng ta chỉ lưu lại các trường khí tượng cách nhau 1h, 3h hoặc 6h nhằm giảm dung lượng của file sản

phẩm. Trong các file sản phẩm này chứa đựng dữ liệu về hầu hết các trường khí tượng như trích dẫn trong bảng 1.5.

Bảng 1.5. Danh mục các sản phẩm của mô hình WRF (trích dẫn)

Yếu tố

Các yếu tố dự báo 3 chiều

U: Thành phần gió Vĩ hướng (m/s)

V: Thành phần gió Kinh hướng (m/s)

T: Nhiệt độ (K)

QVAPOR: Tỉ số xáo trộn hơi nước (kg/kg)

QCLOUD: Tỉ số xáo trộn nước mây (kg/kg)

QRAIN: Tỉ số xáo trộn nước mưa (kg/kg)

QICE: Tỉ số xáo trộn băng mây (kg/kg)

QSNOW: Tỉ số xáo trộn tuyết (kg/kg)

QGRAUPEL: Graupel (kg/kg)

TKE: Động năng rối (J/kg) từ sơ đồ MELLOR-YAMADA-JANJIC

TSLB: Nhiệt độ trong các lớp đất

SMOIS: Độ ẩm trong các lớp đất

TD: Nhiệt độ điểm sương

RH: Độ ẩm tương đối

Các yếu tố dự báo 2 chiều

ACSNOM: Lượng tuyết tan chảy tích lũy

ACSNOW: Lượng tuyết tích lũy

GLW: Dòng thông lượng sóng dài đi xuống ở bề mặt đất

GSW: Dòng thông lượng sóng ngắn đi xuống ở bề mặt đất

HFX: Dòng thông lượng nhiệt đi lên ở bề mặt

HGT: Độ cao địa hình

IVGTYP: Loại hoa màu

ISLTYP: Loại đất

LU_INDEX: Hạng đất sử dụng

QFX: Thông lượng ẩm đi lên từ bề mặt

RAINC: Tổng lượng mưa đối lưu được tích lũy

RAINCV: Lượng mưa đối lưu theo từng bước thời gian

RAINNC: Tổng lượng mưa quy mô lưới được tích lũy

SFROFF: dòng chảy mặt

Slvl: áp suất mực mặt biển

SST: Nhiệt độ mực nước biển

T2: Nhiệt độ ở 2m

TMN: Nhiệt độ đất ở lớp biên dưới

U10: Gió vĩ hướng ở 10 m

V10: Gió kinh hướng V ở 10 m

UDROFF: dòng chảy đất ngầm

XLAT: Vĩ độ

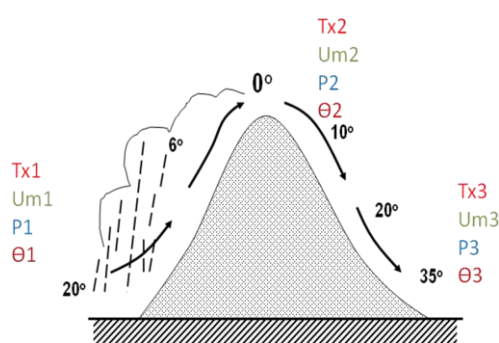
XLONG: Kinh độ

XLAND: LAND MASK (1: Đất, 2: nước)

CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU

2.1. Chỉ tiêu phơn

Phơn ở Bắc Trung Bộ Việt Nam là loại kinh điển nhất trong các loại phơn, với mưa hầu như rơi hết từ dòng khí trên sườn đón gió và giáng xuống, nóng lên đoạn nhiệt khô trên sườn khuất gió (Hình 2.1). Để xác định được phơn theo quan điểm của nhiều nhà khí tượng trên thế giới, có thể qua so sánh chênh lệch áp suất khí quyển mặt nằm ngang giữa hai sườn đón gió và khuất gió, có thể phân tích sự đi xuống của đường đẳng nhiệt độ thế vị và cũng có thể so sánh chênh lệch nhiệt độ giống như đối với áp suất khí quyển giữa hai sườn đón gió và khuất gió đặc trưng cho nơi không có và nơi có hiệu ứng phơn. Đối với Bắc Trung Bộ Việt Nam, một dải đất hẹp dọc theo sườn khuất gió vào phần lớn thời gian có gió mùa mùa hè và phía đông là biển, nếu vì cơ chế vận động nào đó gây hoàn lưu có hướng đông (chính đông, đông bắc hoặc đông nam), sẽ cung cấp cho khí quyển ở đây một lượng ẩm lớn. Do vậy, có thể xác định hiện tượng phơn ở Bắc Trung Bộ thông qua hiệu ứng gió vượt núi gây nhiệt độ cao đồng thời với độ ẩm thấp.



Hình 2.1 Hiệu ứng phơn và một số yếu tố khí tượng đặc trưng

(Tx nhiệt độ cực đại, Um độ ẩm cực tiểu, P áp suất, θ nhiệt độ thế vị).

2.1.1. Khái niệm một số đặc trưng nắng nóng

- Ngày có nắng nóng:

$$T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$$

- *Ngày bắt đầu mùa nắng nóng*: ngày đầu tiên của chuỗi ngày đầu tiên có nắng nóng.

- *Ngày kết thúc mùa nắng nóng*: ngày cuối cùng có nắng nóng.

- *Thời gian kéo dài mùa nắng nóng*: khoảng thời gian từ ngày bắt đầu tới ngày kết thúc nắng nóng.

- *Số nhịp nắng nóng*: số lần chuyển từ ngày nắng nóng sang ngày không nắng nóng trong mùa nắng nóng.

- *Số ngày có nắng nóng*: là số ngày có nắng nóng trong một mùa nắng nóng.

- *Độ dài đợt nắng nóng trung bình mùa*: trung bình độ dài các đợt nắng nóng trong một mùa nắng nóng, độ dài đợt nắng nóng là số ngày có nắng nóng liên tục.

2.1.2. Chỉ tiêu phơn (được dùng trong nghiên cứu và phù hợp cho Bắc Trung Bộ - Việt Nam)

$$T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$$

$$U_{\min} \leq 55\%$$

trong đó T_{\max} và U_{\min} là số liệu quan trắc tại trạm phơn trong giai đoạn gió mùa mùa hè.

2.1.3. Khái niệm một số đặc trưng phơn

- *Ngày có phơn*:

$$T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C} \text{ và } U_{\min} \leq 55\%$$

- *Ngày bắt đầu mùa phơn*: ngày đầu tiên của chuỗi ngày đầu tiên có phơn sau ngày 25/4, ngày 25/4 để xác định ngày bắt đầu gió mùa mùa hè.

- *Ngày kết thúc mùa phơn*: ngày cuối cùng có phơn.

- *Thời gian kéo dài mùa phơn*: khoảng thời gian từ ngày bắt đầu tới ngày kết thúc phơn.

- *Số nhịp phon*: số lần chuyển từ ngày phon sang ngày không phon trong mùa phon.

- *Số ngày có phon*: là số ngày có phon trong một mùa phon.

- *Độ dài đợt phon trung bình mùa*: trung bình độ dài các đợt phon trong một mùa phon, độ dài đợt phon là số ngày có phon liên tục.

- *Cường độ phon*: được xác định theo bộ chỉ tiêu tỷ lệ giữa nhiệt độ cực đại và độ ẩm cực tiểu:

+ Cường độ phon: $I_f = T_{\max}/U_{\min}$

+ Ngày có cường độ phon yếu: $0.6 \leq T_{\max}/U_{\min} < 0.8$

+ Ngày có cường độ phon vừa: $0.8 \leq T_{\max}/U_{\min} < 1$

+ Ngày có cường độ phon mạnh: $T_{\max}/U_{\min} \geq 1$

Chỉ tiêu cường độ phon theo tỷ lệ giữa nhiệt độ cực đại và độ ẩm cực tiểu trong ngày, thường vào thời điểm đầu giờ chiều, do tác giả đề xuất trên cơ sở đối với phon càng mạnh hiệu ứng hoặc nhiệt độ sẽ càng cao, hoặc độ ẩm tương đối sẽ càng thấp, hoặc đồng thời nhiệt độ cao và độ ẩm tương đối thấp.

2.2. Số liệu nghiên cứu

2.2.1. Số liệu mô hình

Trong luận văn này, tôi sử dụng kết quả mô hình WRFARW phiên bản 3.1 với hệ phương trình nguyên thủy dạng thủy tĩnh được chạy nghiệp vụ tại Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn trung ương từ năm 2006 đến năm 2010. Các tham số hóa vật lý được sử dụng trong quá trình chạy mô hình gồm:

- Sơ đồ đối lưu: Grell - Devenyi

- Bức xạ sóng ngắn: GFDL

- Bức xạ sóng dài: GFDL

- Lớp biên hành tinh: Mellor - Yamada - Janjic

- Đất: NMM

- Bề mặt: Janjic

Cùng với hệ tọa độ thẳng đứng eta (η); lưới sai phân ngang Arakawa E; độ phân giải ngang (độ hoặc km) $0.11^0 \times 0.11^0$; số nút lưới/độ rộng (độ) $30^0 \times 24^0$; điểm lưới góc Tây Nam/tâm lưới 110.05^0E ; 16.05^0N ; số mực thẳng đứng 31; bước thời gian tích phân (giây) 40; điều kiện ban đầu: khí tượng (5 mô hình toàn cầu), địa hình (USGS 1 km), đất (FAO 8 km); điều kiện biên: 5 mô hình toàn cầu; cập nhật biên 6 giờ; hạn dự báo 72 h; khoảng thời gian giữa các sản phẩm đầu ra: 3h.

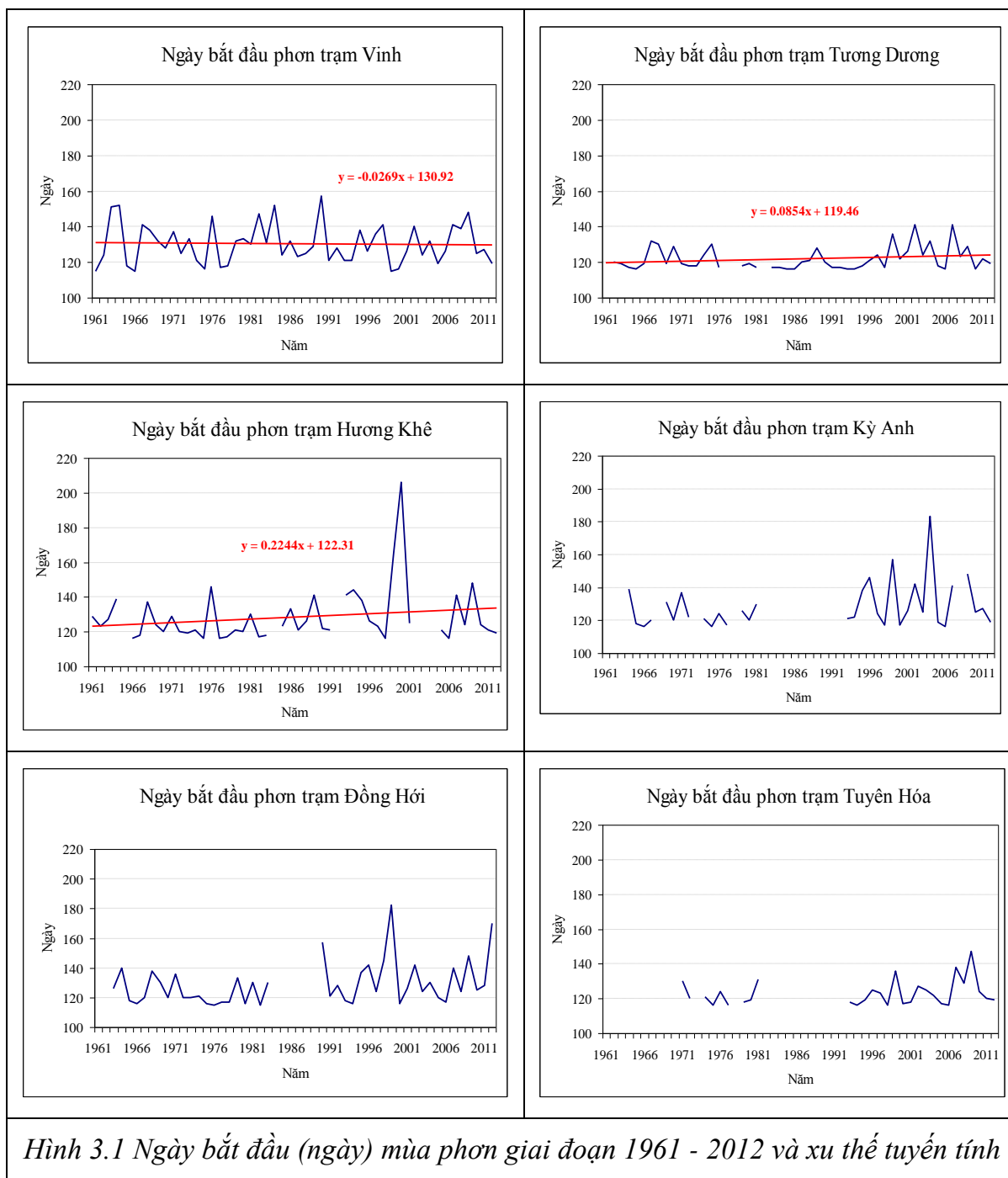
2.2.2. Số liệu quan trắc

Luận văn sử dụng số liệu nhiệt độ không khí tối cao ngày T_{\max} (^0C) và ẩm độ tương đối tối thấp ngày U_{\min} (%) của các trạm Vinh, Tương Dương, Kỳ Anh, Hương Khê, Tuyên Hóa, Đồng Hới giai đoạn từ năm 1961 đến năm 2012 (phụ lục 1).

CHƯƠNG 3. SỰ BIẾN ĐỔI CỦA GIÓ PHƠN ĐIỂN HÌNH KHU VỰC BẮC TRUNG BỘ ĐỐI VỚI SỐ LIỆU QUÁ KHỨ

Trên cơ sở chuỗi số liệu chỉ số T_{\max} và U_{\min} nêu trên, luận văn đưa ra nhận định về biến đổi ngày bắt đầu, ngày kết thúc, thời gian kéo dài, số nhịp, cường độ, số ngày có, độ dài đợt phơn trung bình... của phơn và nắng nóng ở các trạm Vinh, Tương Dương, Kỳ Anh, Hương Khê, Tuyên Hóa, Đồng Hới – Bắc Trung Bộ Việt Nam giai đoạn 1961 – 2012 và xu thế biến đổi của các chỉ tiêu này tại một số trạm.

3.1. Các chỉ tiêu phơn



Hình 3.1, đồ thị mô tả ngày bắt đầu mùa phon giai đoạn 1961 - 2012. Riêng trạm Hương Khê, năm 1992, 2002, 2004 không có phon. Trạm Hương Khê có ngày bắt đầu phon muộn nhất vào năm 2000 (ngày 206). Tất cả các trạm đều có ngày bắt đầu phon sớm nhất vào ngày 116. Trạm Vinh có xu thế ngày bắt đầu phon giảm còn trạm Tương Dương và trạm Hương Khê có xu thế ngày bắt đầu phon tăng, hay nói

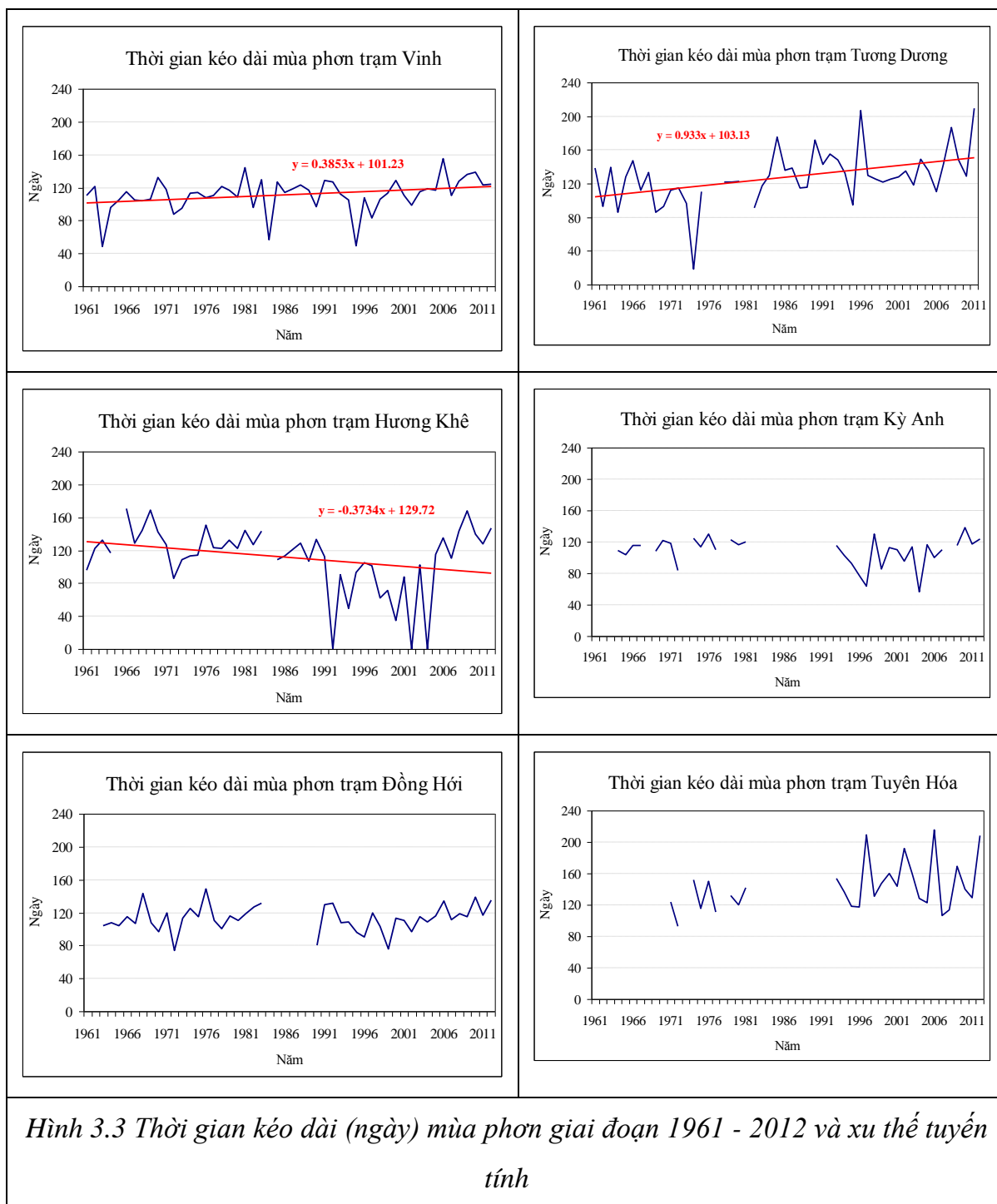
cách khác ngày bắt đầu phon càng ngày càng dịch chuyển về cuối năm, với mức trung bình khoảng hơn 7 ngày trong 50 năm.



Hình 3.2 Ngày kết thúc (ngày) mùa phon giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính

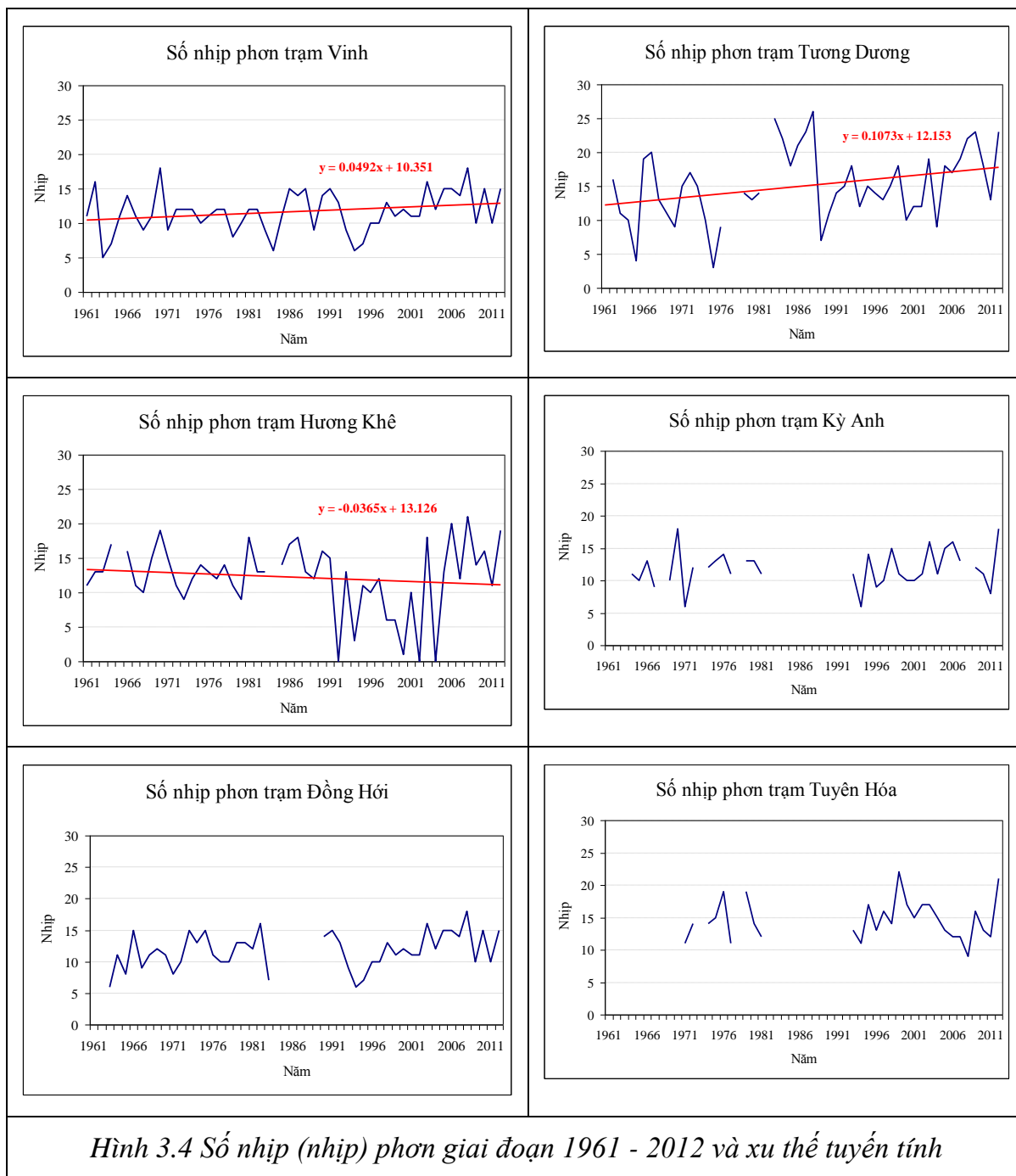
Biến động ngày kết thúc mùa phon giai đoạn 1961 - 2012 được mô tả trên Hình 3.2. Trạm Tuyên Hóa năm 1997 có ngày kết thúc phon muộn nhất vào ngày 332. Trạm Tương Dương có ngày kết thúc phon sớm nhất vào năm 1974 ngày 148.

Chỉ riêng trạm Hương Khê có xu thế ngày kết thúc phon giảm, hay nói cách khác ngày kết thúc phon ngày càng dịch chuyển về đầu năm, nhưng so với ngày bắt đầu phon tốc độ dịch chuyển nhỏ hơn, với mức trung bình khoảng hơn 6 ngày trong 50 năm. 2 trạm còn lại có xu thế ngày kết thúc phon tăng (đặc biệt trạm Tương Dương có mức tăng gần 51 ngày trong 50 năm) (tốc độ dịch chuyển lớn hơn rất nhiều so với ngày bắt đầu phon). Như vậy có thể nhận xét sơ bộ thời gian kéo dài mùa phon có vẻ ngày càng dài hơn.



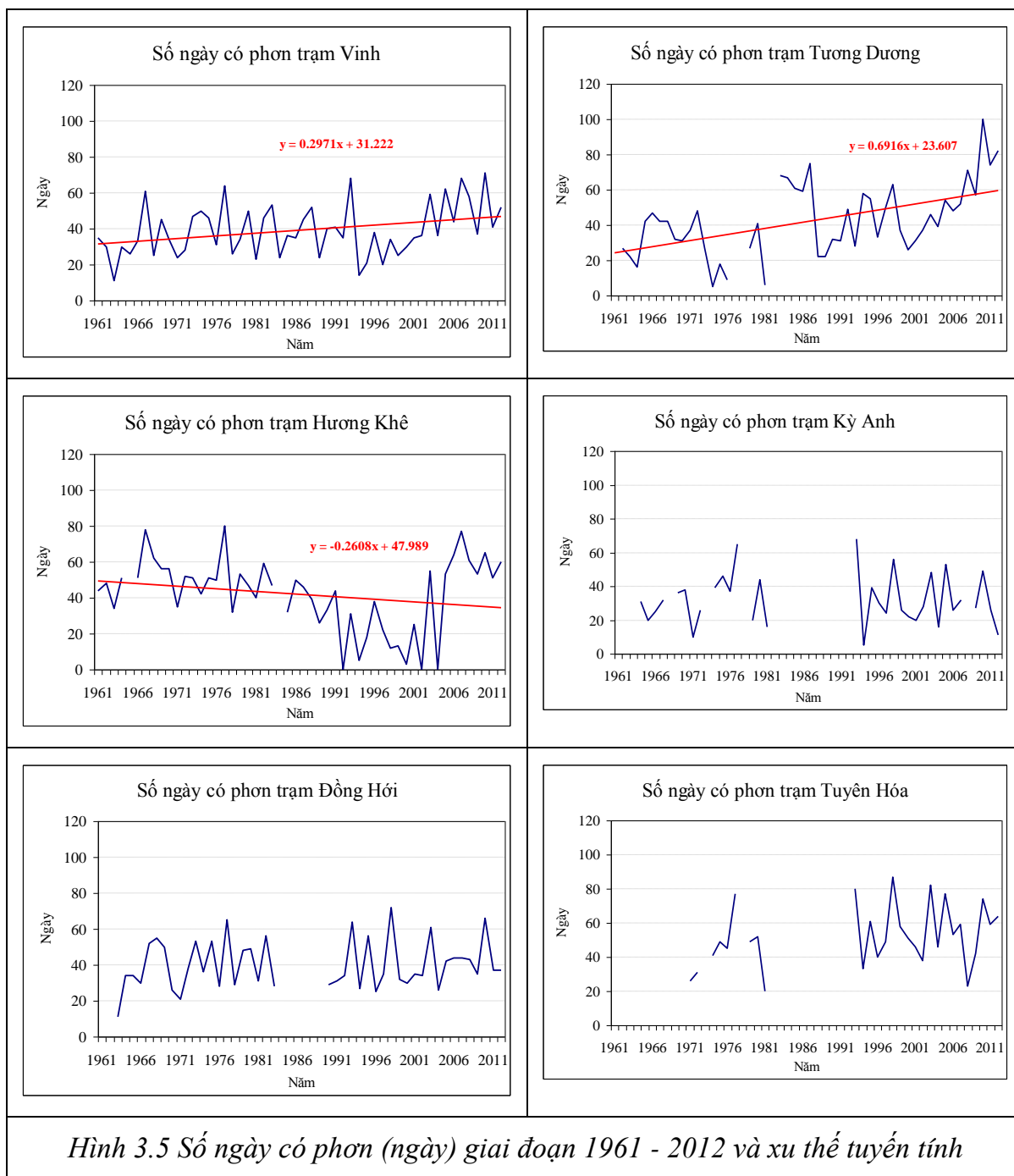
Thời gian kéo dài mùa phon các trạm đa phần ngày càng tăng trong giai đoạn 50 năm từ năm 1961 đến 2012 (ngoại trừ ở trạm Hương Khê). Nhận định trên được thể hiện qua Hình 3.3 với mức tăng khoảng gần 33 ngày trên 50 năm. Trong toàn bộ giai đoạn, năm 1992, 2002, 2004 là những năm không có phon ở trạm Hương Khê. Năm có mùa phon ngắn nhất là năm 2000 tại trạm Hương Khê với chỉ vền vẹn 35

ngày. Những năm có mùa phon dài nhất đều ở giữa giai đoạn, vào các năm 1966, 1979 và 2006 đặc biệt năm 2006 tại trạm Tuyên Hóa có mùa phon kéo dài cực đại với 215 ngày tương đương với hơn 7 tháng.



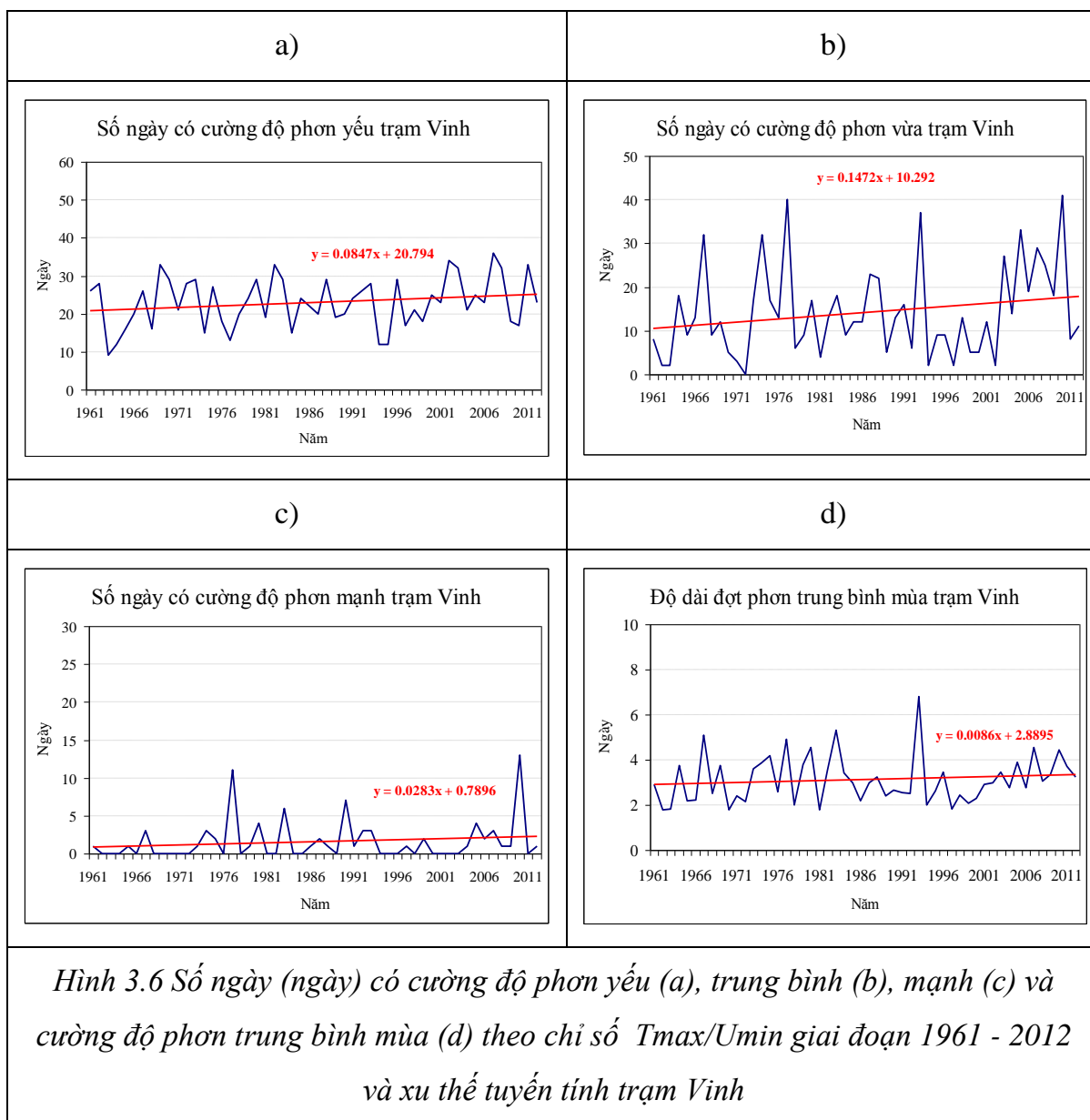
Như ở trên đã nói, số nhịp phon chính là số lần chuyển từ ngày phon sang ngày không phon trong mùa phon. Số nhịp là số nguyên có giá trị với khoảng dao động từ 0 đến $\frac{1}{2}$ số ngày của mùa phon, giá trị số nhịp càng lớn tính liên tục của

phơn càng kém hay nói cách khác phơn càng hay gián đoạn. Trong giai đoạn 1961 - 2012, số nhịp phơn có xu thế tăng (ngoại trừ ở trạm Hương Khê số nhịp phơn có xu thế giảm), cực đại số nhịp 26, 22, 21, 18 vào các năm 1988, 1999, 2008, 2012 và 1970 (những năm đầu và cuối giai đoạn). Cực tiểu số nhịp vào những năm 1975, 1984, 1994 với 3, 6 nhịp (những năm giữa giai đoạn). Đặc biệt năm 2000 tại trạm Hương Khê mùa phơn hoàn toàn liên tục không ngắt quãng, với giá trị số nhịp là 1 (Hình 3.4).

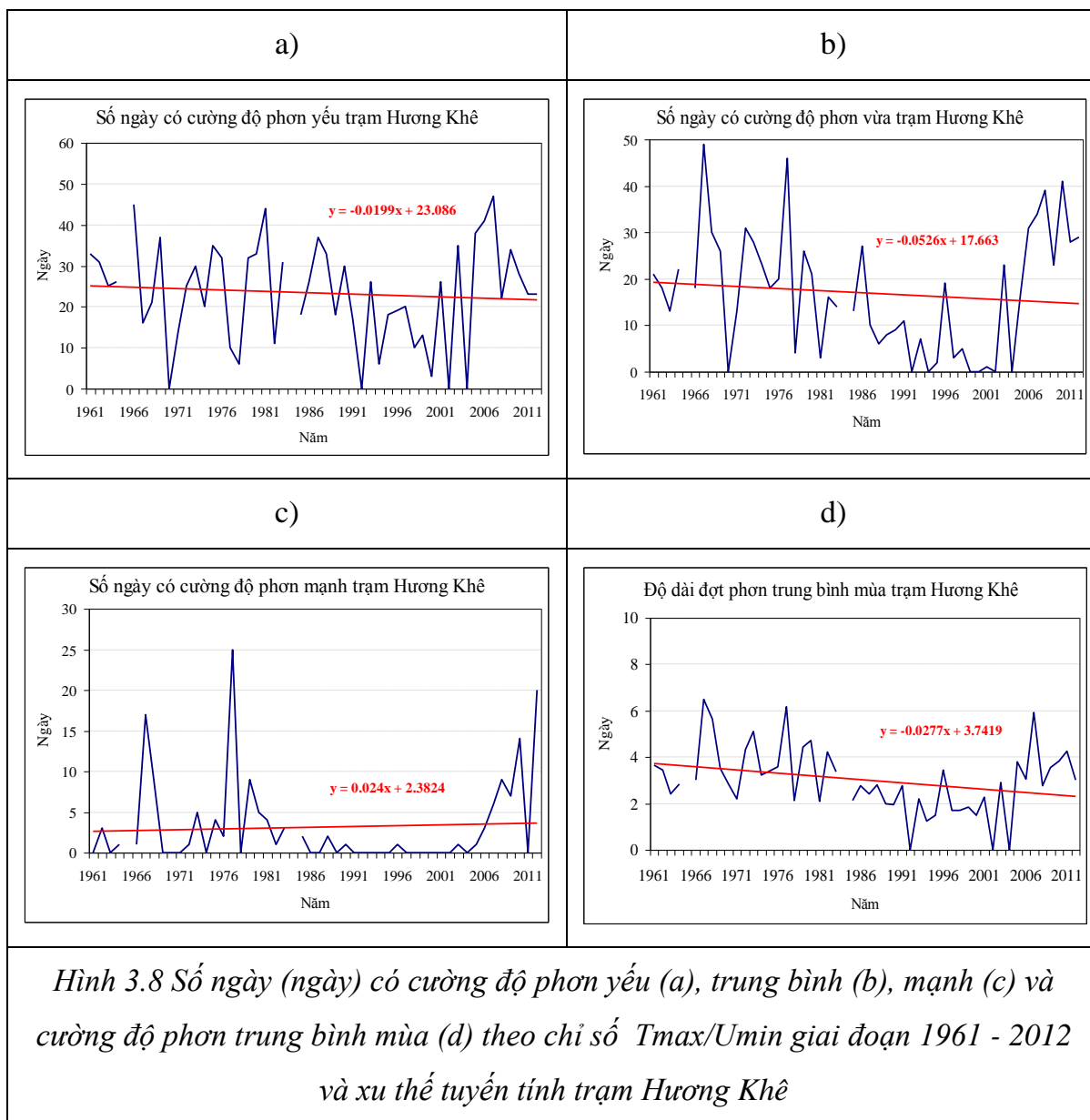


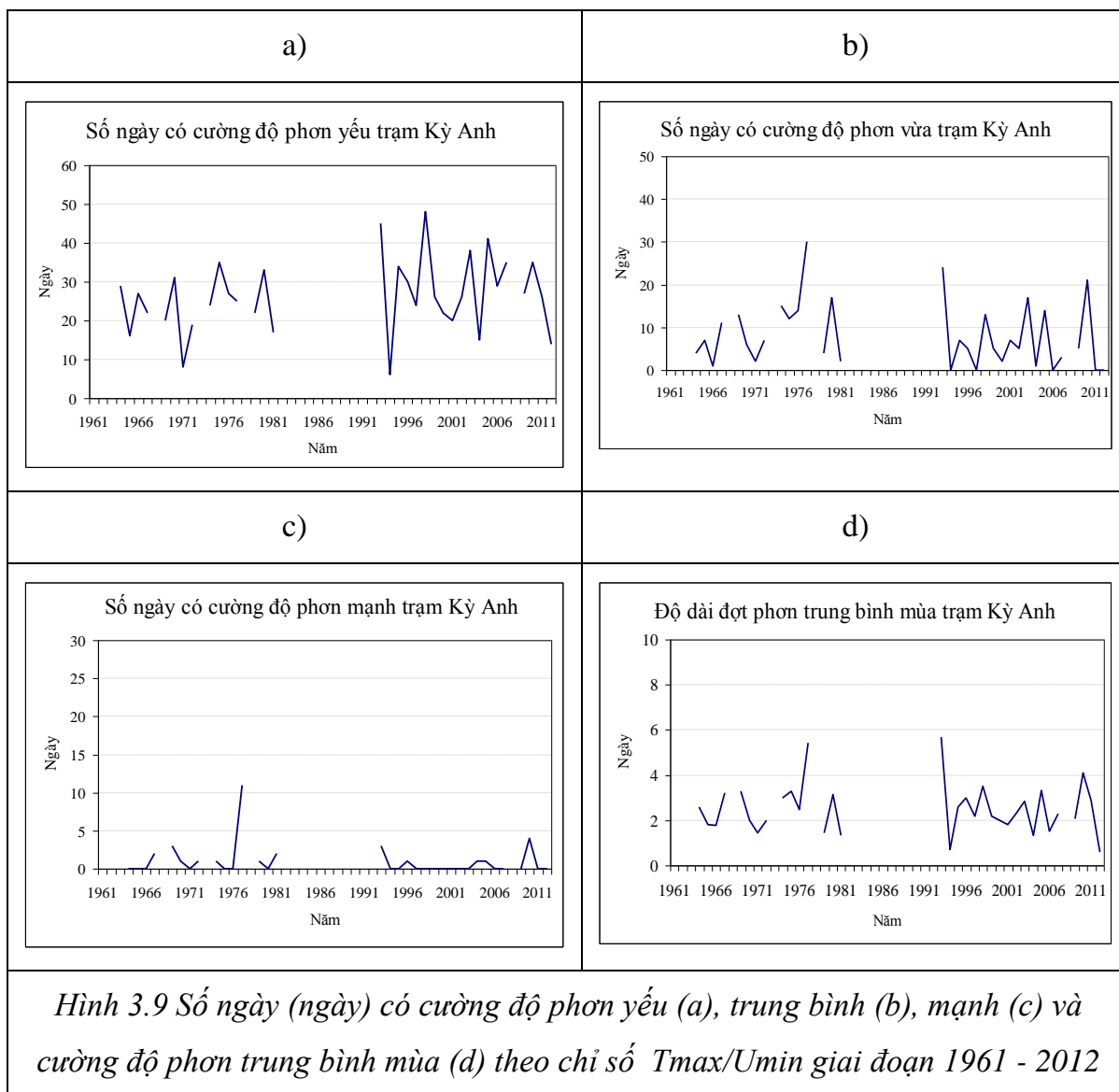
Hình 3.5, đồ thị mô tả số ngày có phon giai đoạn 1961 - 2012 tại các trạm. Năm 1992, 2002 và 2004 tại trạm Hương Khê có thể thấy không có ngày nào có phon, đó cũng là các năm nằm trong khoảng thời gian gần đây. Năm với số ngày có phon nhiều nhất là 1998, 2010 đều nằm ở cuối giai đoạn, trong đó năm có nhiều ngày có phon nhất là 1998 với 87 ngày tại trạm Tuyên Hóa. Năm có số ngày có phon ít nhất vào những năm 1994, 1974, 2000 với số ngày tương ứng là 5, 5, 3 tại các

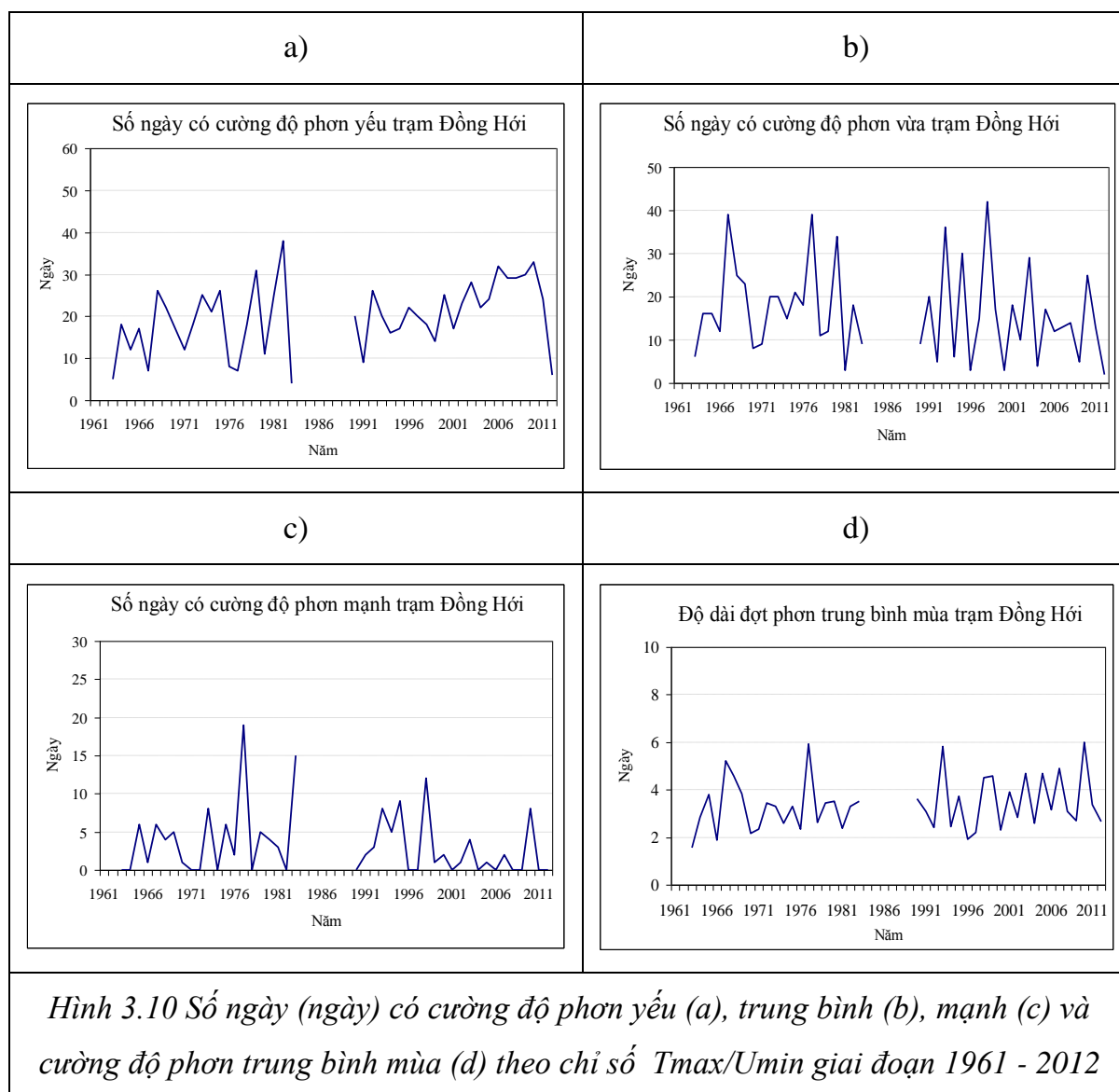
trạm Kỳ Anh, Tương Dương, Hương Khê. Xu thế số ngày có phon trong năm tăng (ngoại trừ trạm Hương Khê) với mức tăng tương đối nhanh, trung bình khoảng gần 25 ngày trong 50 năm.

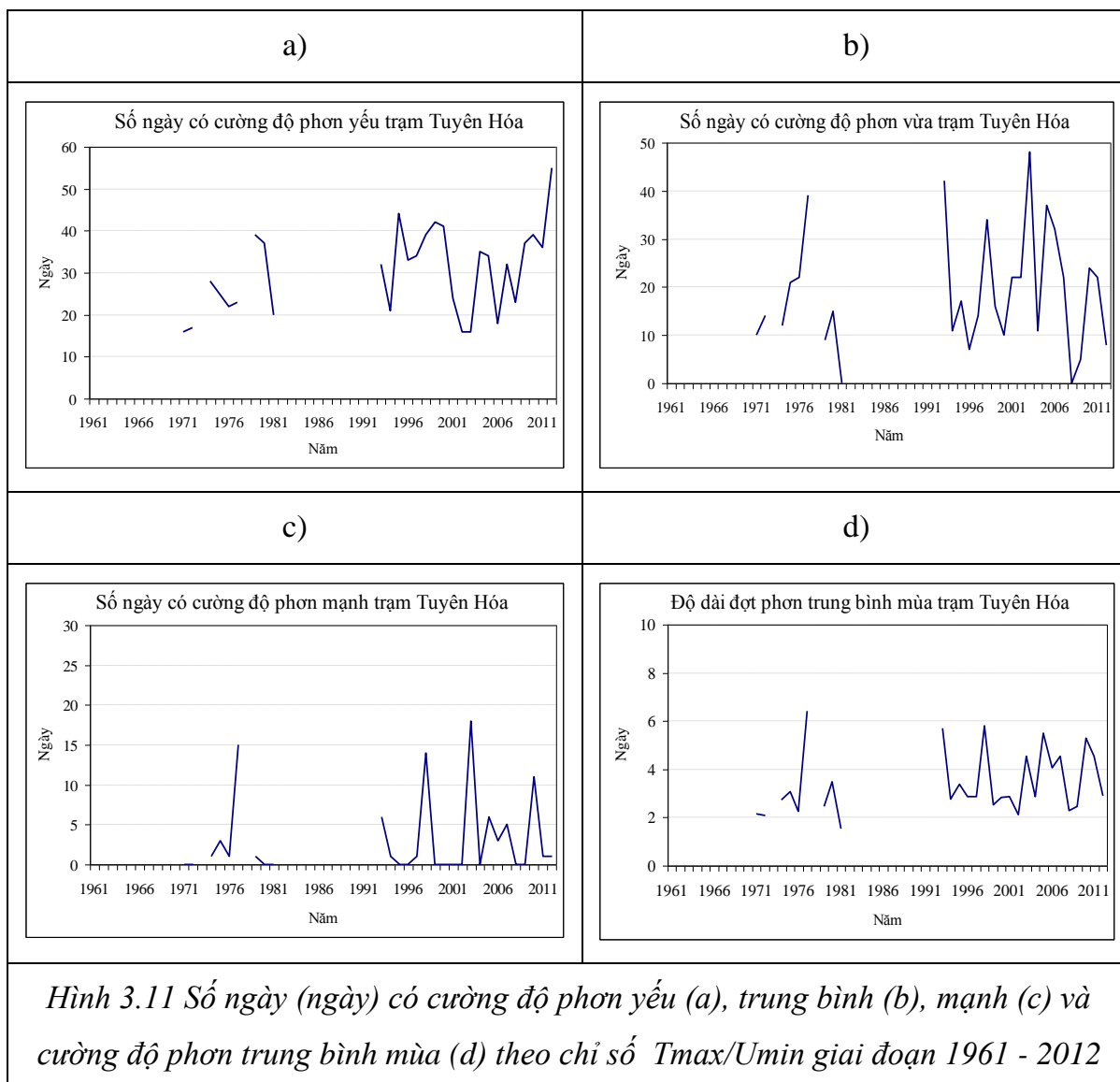






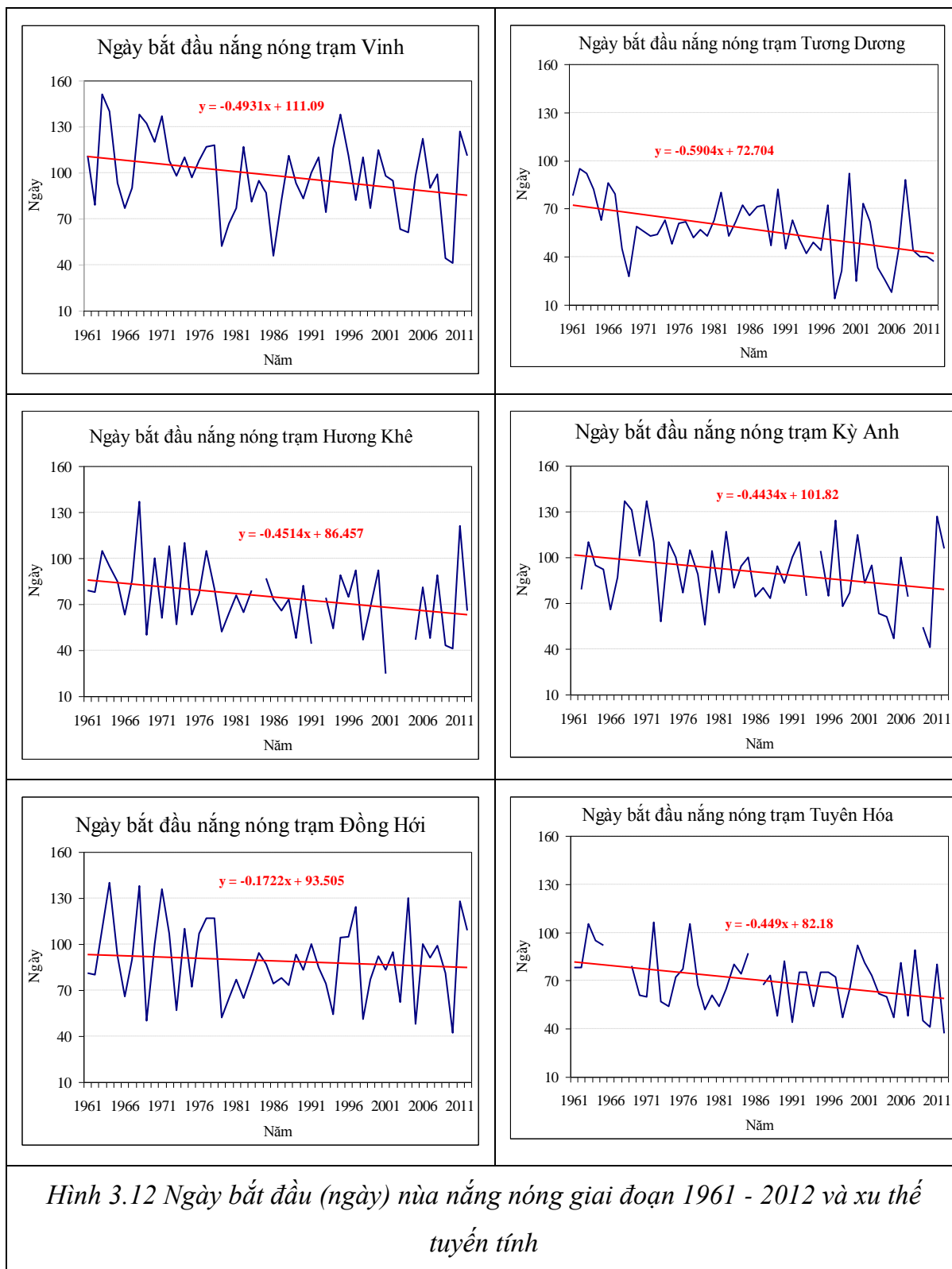




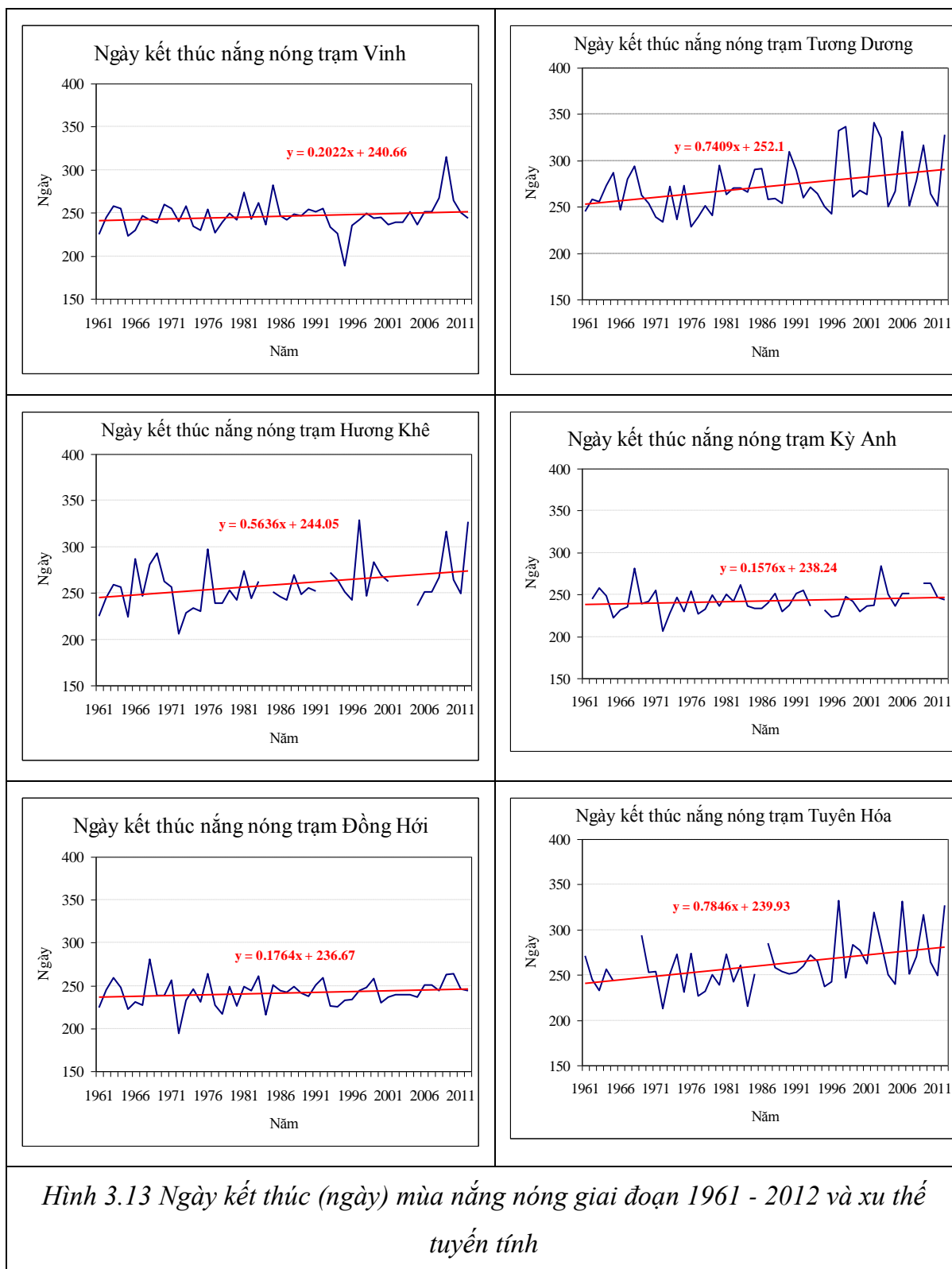


Cường độ phon được xác định theo bộ chỉ tiêu tỷ lệ giữa nhiệt độ cực đại và độ ẩm cực tiểu T_{max}/U_{min} của những ngày có phon. Hình 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 (a, b, c) mô tả biến trình số ngày có cường độ phon yếu, trung bình, mạnh và xu thế tuyến tính giai đoạn 1961 – 2012 của các trạm Vinh, Tương Dương và Hương Khê. Một cách tổng thể có thể thấy rằng, xu thế số ngày có cường độ phon yếu và cường độ phon trung bình và cường độ phon mạnh đều tăng nhưng với mức độ khác nhau tại các trạm. Kết hợp nhận định trên với nhận định xu thế gần như không đổi của cường độ phon trung bình mùa Hình 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 (d), có thể chứng tỏ cường độ phon ngày càng cực đoan hơn.

3.2. Các chỉ số nắng nóng

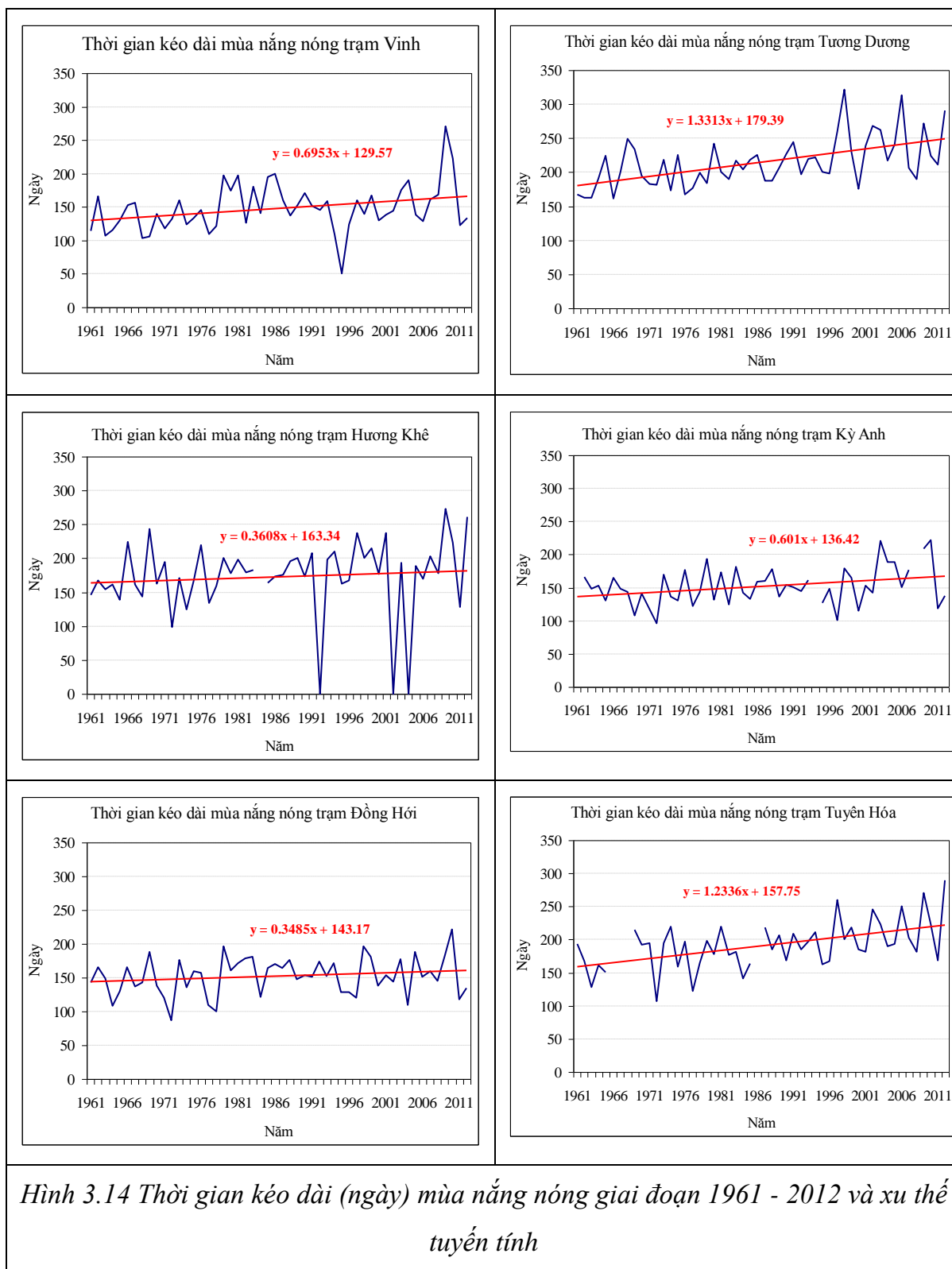


Hình 3.12, đồ thị mô tả ngày bắt đầu nắng nóng giai đoạn 1961 - 2012. Trạm Vinh có ngày bắt đầu nắng nóng muộn nhất vào năm 1963 (ngày 151). Trạm Tương Dương có ngày bắt đầu nắng nóng sớm nhất vào ngày 14 năm 1998. Tất cả các trạm đều có xu thế ngày bắt đầu nắng nóng giảm, hay nói cách khác ngày bắt đầu nắng nóng càng ngày càng dịch chuyển về đầu năm, với mức trung bình khoảng hơn 21 ngày trong 50 năm (trong đó trạm Tương Dương có xu thế ngày bắt đầu nắng nóng giảm nhiều nhất khoảng hơn 29 ngày trong 50 năm).



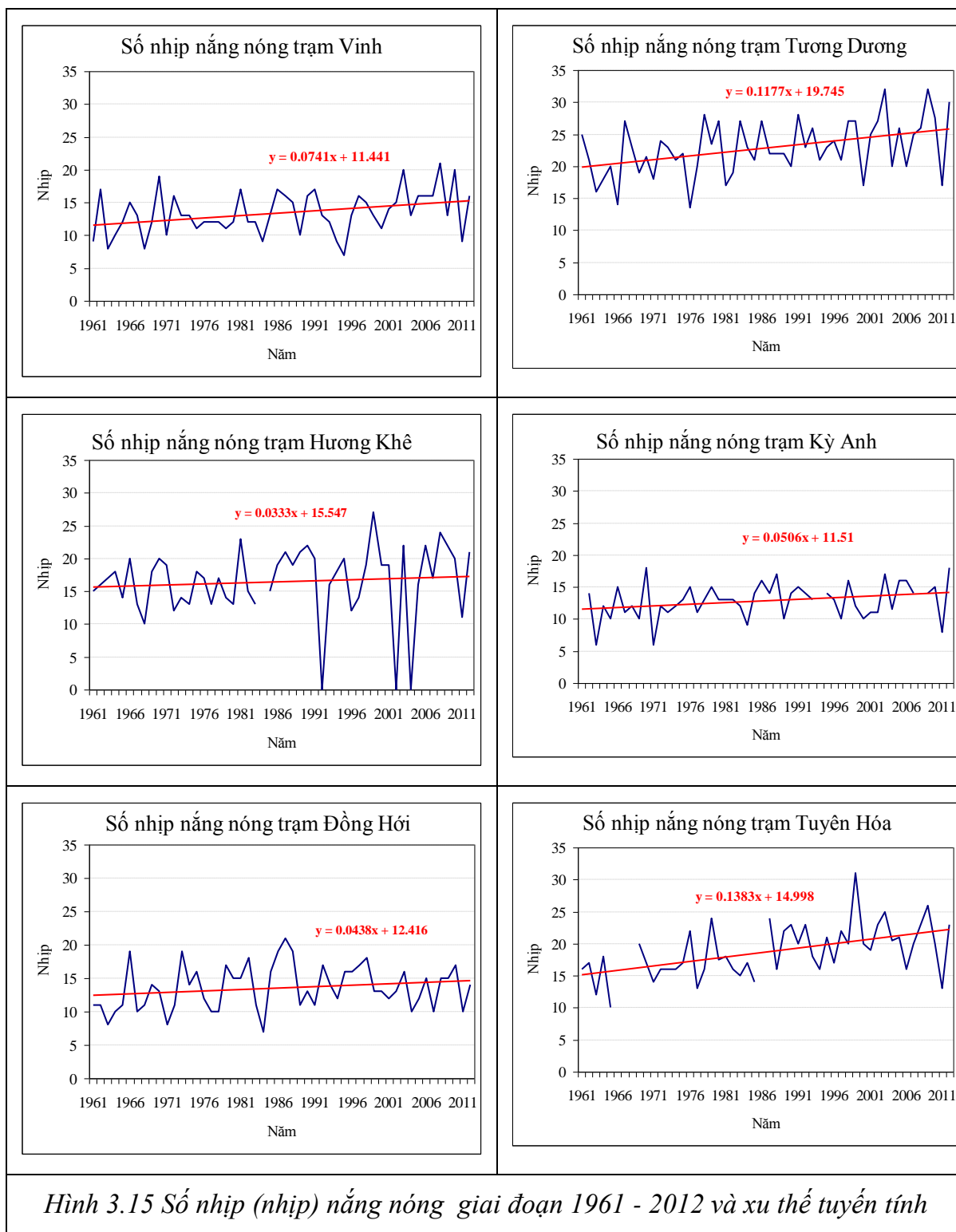
Biến động ngày kết thúc nắng nóng giai đoạn 1961 - 2012 được mô tả trên Hình 3.13. Trạm Tương Dương năm 2002 có ngày kết thúc nắng nóng muộn nhất

vào ngày 341. Trạm Vinh có ngày kết thúc nắng nóng sớm nhất vào năm 1995 ngày 188. Tất cả các trạm có xu thế ngày kết thúc nắng nóng, hay nói cách khác ngày kết thúc nắng nóng ngày càng dịch chuyển về cuối năm, so với ngày bắt đầu nắng nóng thì tốc độ dịch chuyển là gần như nhau với mức trung bình khoảng gần 22 ngày trong 50 năm. Như vậy có thể nhận xét sơ bộ thời gian kéo dài mùa nắng nóng có vẻ ngày càng dài hơn.



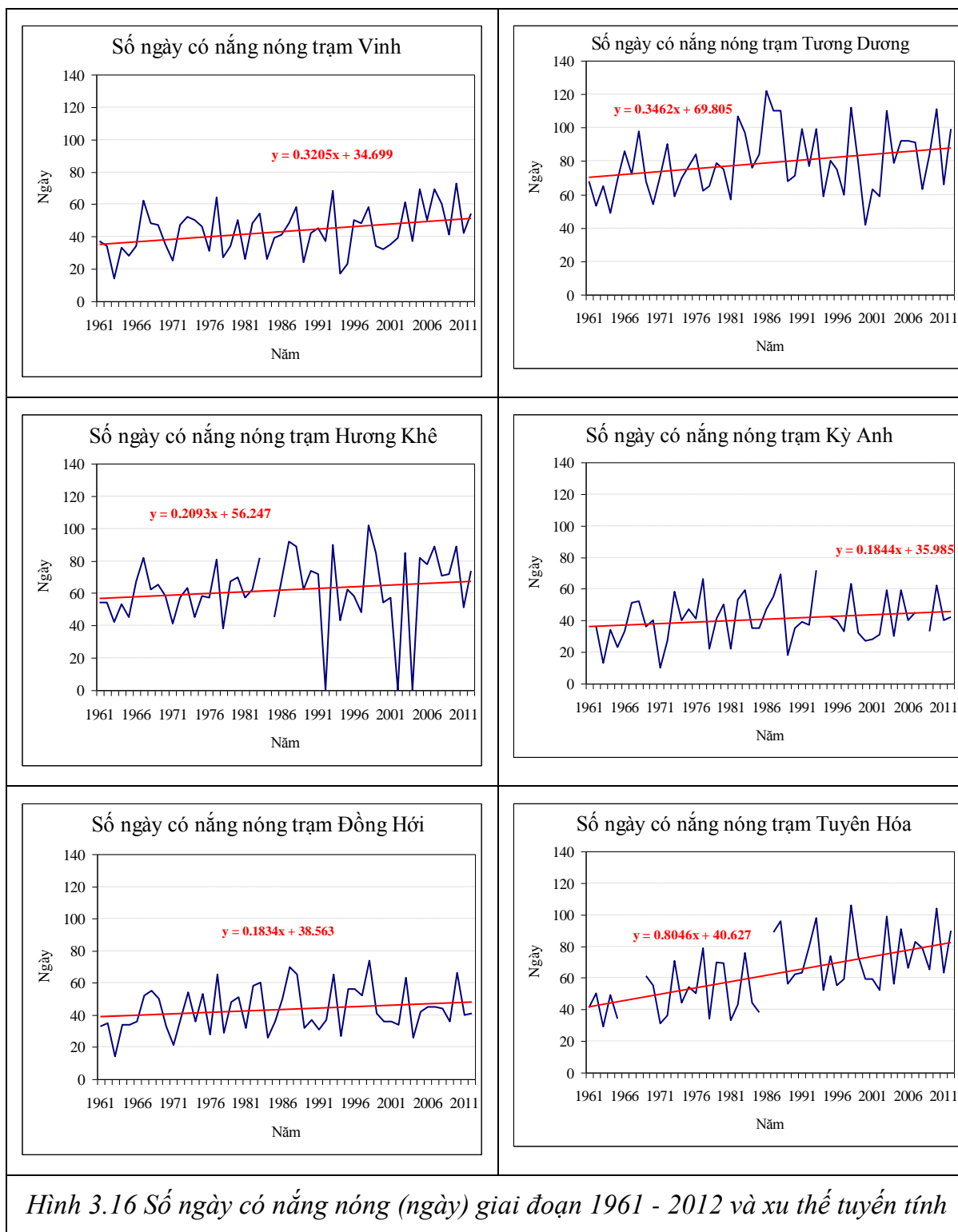
Thời gian kéo dài mùa nắng 6 trạm ngày càng tăng trong giai đoạn 50 năm từ năm 1961 đến 2012. Nhận định trên được thể hiện qua xu thế tuyến tính trên Hình

3.14 với mức tăng khoảng hơn 38 ngày trên 50 năm. Riêng trạm Hương Khê năm 1992, 2002 và 2004 không có nắng nóng. Những năm có mùa nắng nóng dài nhất đều ở đầu và cuối giai đoạn, vào các năm 1968, 1998, 1999, 2002, 2012, 2010 đặc biệt năm 1998 tại trạm Tương Dương có mùa nắng nóng kéo dài cực đại với 322 ngày tương đương với hơn 10 tháng.



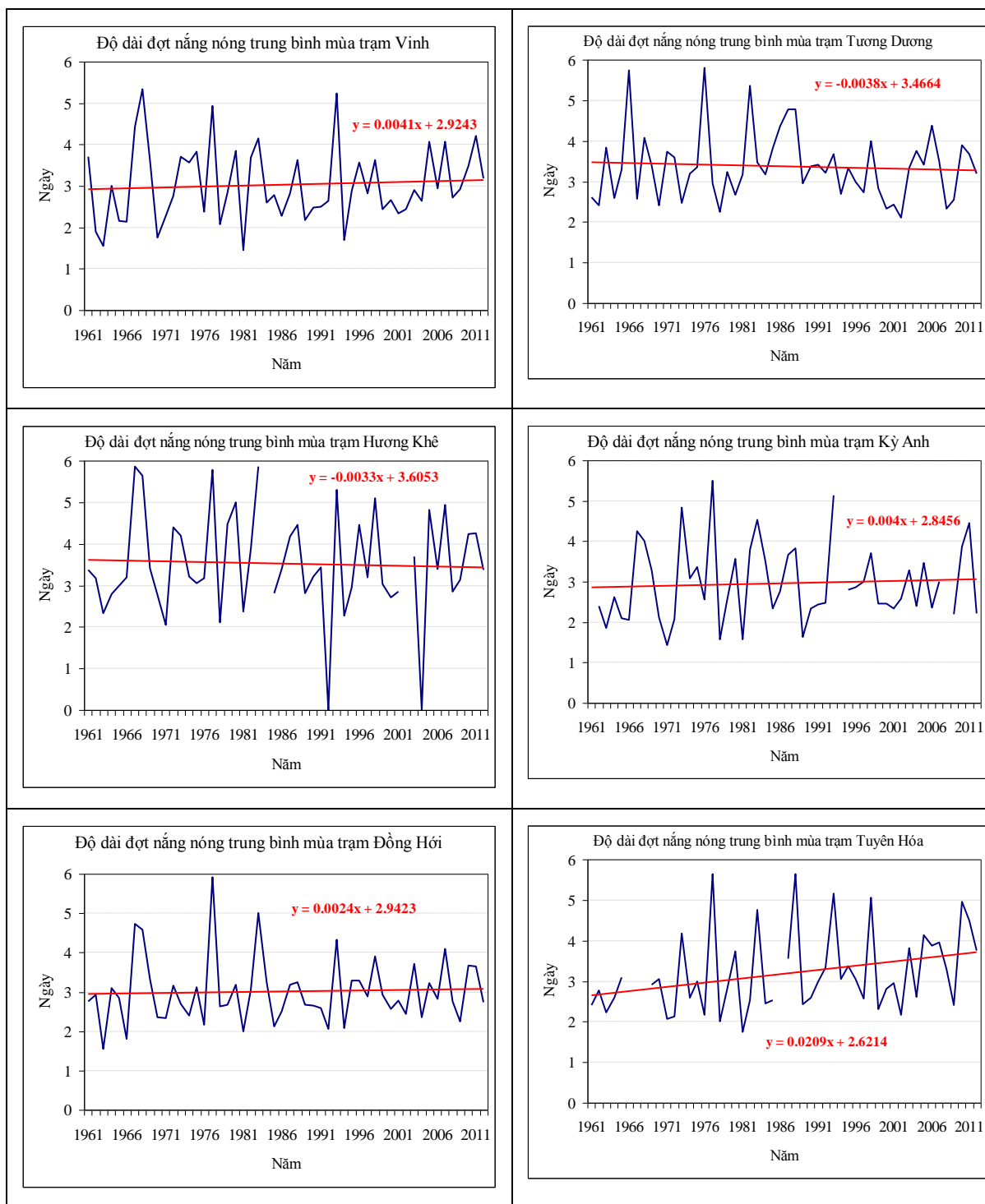
Số nhịp nắng nóng chính là số lần chuyển từ ngày nắng nóng sang ngày không nắng nóng trong mùa nắng nóng. Số nhịp là số nguyên có giá trị với khoảng dao động từ 0 đến $\frac{1}{2}$ số ngày của mùa nắng nóng, giá trị số nhịp càng lớn tính liên

tục của nắng nóng càng kém hay nói cách khác nắng nóng càng hay gián đoạn. Trong giai đoạn 1961 - 2012, số nhịp nắng nóng có xu thế tăng, cực đại số nhịp 32, 32, 31 tương ứng vào các năm 2002, 2009, 1999 tại trạm Tương Dương và Tuyên Hóa (những năm đầu và cuối giai đoạn). Cực tiểu số nhịp vào những năm 1963, 1971, 1984 tương ứng với 6, 6, 7 nhịp (những năm giữa và đầu giai đoạn). Đặc biệt năm 1992, 2002, 2004 tại trạm Hương Khê không hề có nắng nóng (Hình 3.15).



Hình 3.16, đồ thị mô tả số ngày có nắng nóng giai đoạn 1961 - 2012 tại các trạm. Năm 1992, 2002 và 2004 tại trạm Hương Khê có thể thấy không có ngày nào có nắng nóng, đó cũng là các năm nằm trong khoảng thời gian gần đây. Năm với số

ngày có nắng nóng nhiều nhất là 1986 với 122 ngày tại trạm Tương Dương. Năm có số ngày có nắng nóng ít nhất vào những năm 1963, 1963, 1971, 1963, 1994 với số ngày tương ứng là 14, 13, 10, 14, 17 tại các trạm Đồng Hới, Kỳ Anh, Vinh. Xu thế số ngày có nắng nóng trong năm tăng với mức tăng tương đối nhanh, trung bình khoảng hơn 17 ngày trong 50 năm.



Hình 3.17 Số ngày (ngày) có cường độ nắng nóng trung bình mùa theo chỉ số T_{max} giai đoạn 1961 - 2012 và xu thế tuyến tính

Cường độ nắng nóng trung bình mùa có xu thế gần như không đổi Hình 3.17 có thể chứng tỏ cường độ nắng nóng ngày càng cực đoan hơn.

CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG BỘ CHỈ TIÊU XÁC ĐỊNH PHON BẰNG MÔ PHỎNG

4.1. Lựa chọn năm và giai đoạn mô phỏng

4.1.1. Lựa chọn năm mô phỏng

Do năm 2007 là năm có phon mạnh (dựa trên số ngày phon và cường độ ngày phon trên thực tế) nên tác giả đã chọn năm 2007 làm năm mô phỏng để chạy mô hình WRFARW độ phân giải cao (0.1°).

4.1.2. Lựa chọn các giai đoạn mô phỏng

Khía cạnh cơ bản nhất của hiện tượng phon ở Việt Nam là sự gia tăng của nhiệt độ tối cao và sự giảm của độ ẩm tối thiểu ngày. Do đó trong khuôn khổ luận văn này, tác giả đã tiến hành mô phỏng các trường T_{\max}/U_{\min} , trường nhiệt độ, trường độ ẩm, trường nhiệt độ điểm sương, trường khí áp và trường gió.

Khoảng thời gian mô phỏng được lựa chọn theo quy tắc: mỗi giai đoạn kéo dài mười bốn ngày, với ngày bắt đầu là ngày trước c thời kỳ phon trong thực tế 5 ngày, ngày kết thúc là ngày sau thời kỳ phon trong thực tế 5 ngày. Danh sách các giai đoạn mô phỏng được liệt kê trong Bảng 4.1.

Bảng 4.1. Danh sách các giai đoạn mô phỏng

	Ngày bắt đầu mô phỏng	Ngày kết thúc mô phỏng	Thời kỳ phon theo quan trắc tại trạm
2007	1/6	15/6	6/6-9/6

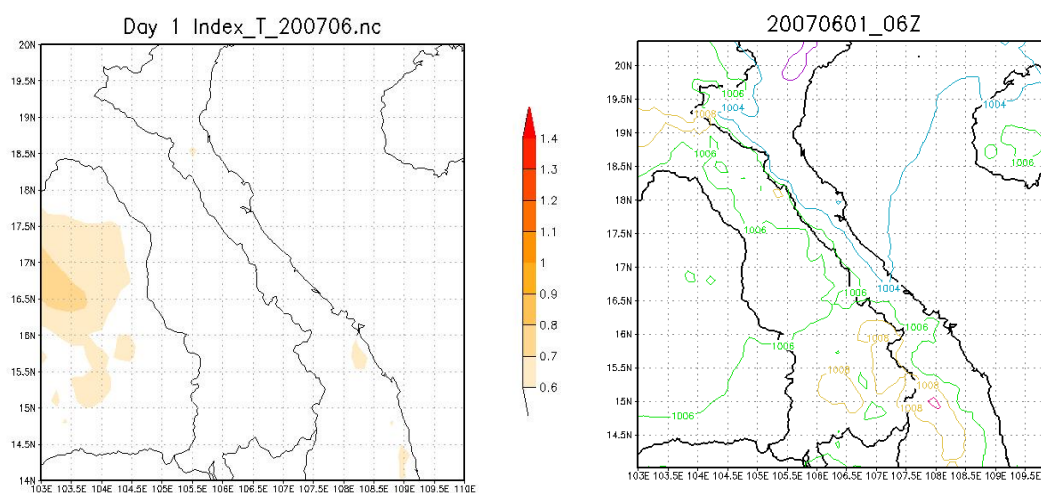
4.2. Xây dựng bộ chỉ tiêu xác định phon trên cơ sở các trường khí tượng khác nhau

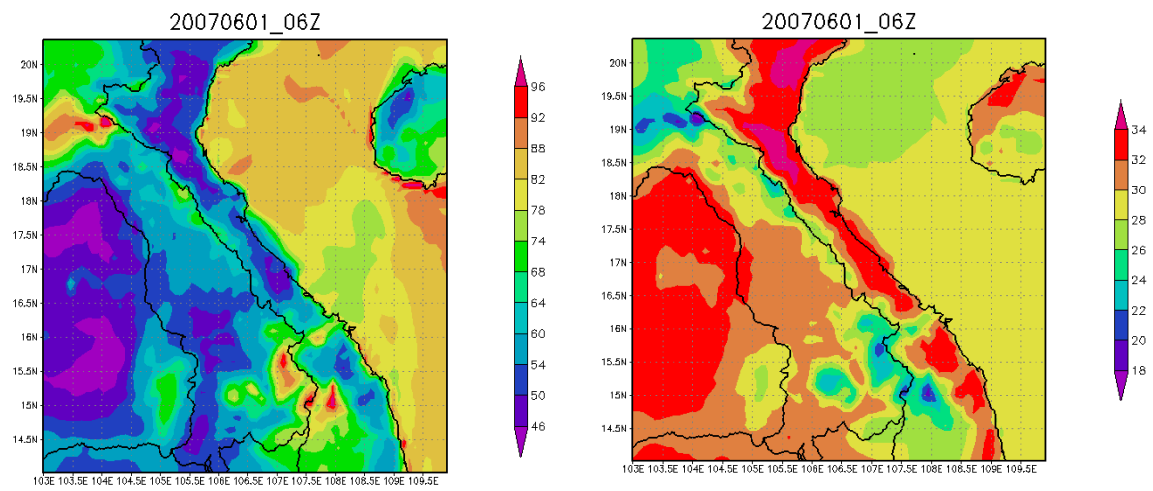
4.2.1. Thời kỳ phon từ 6/6/2007 đến 9/6/2007

Bảng 4.2. Số liệu quan trắc ngày 6/6/2007-9/6/2007

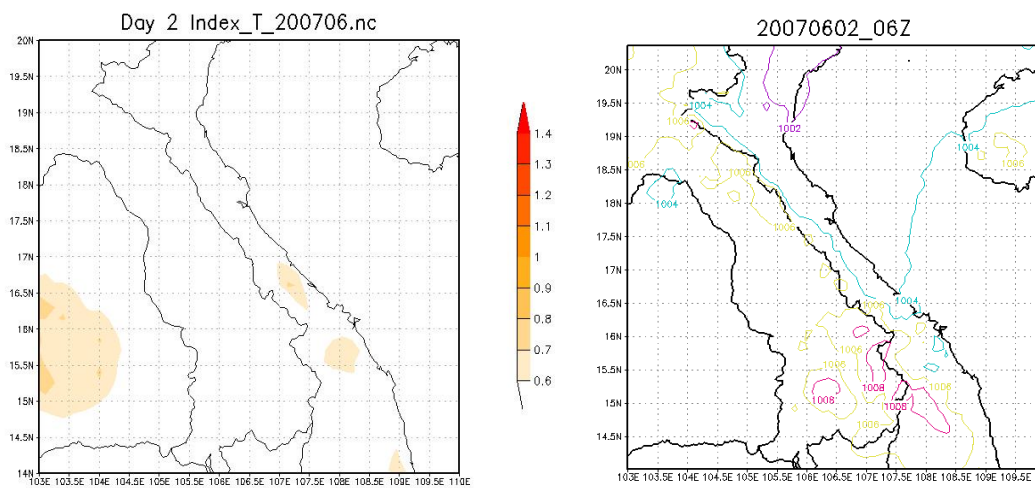
Ngày	6/6/2007	7/6/2007	8/6/2007	9/6/2007
Trạm Đồng Hới	$T_{\max} = 36^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 48\%$	$T_{\max} = 36.9^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 45\%$	$T_{\max} = 37.7^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 45\%$	$T_{\max} = 38.4^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 43\%$
Trạm Hương Khê	$T_{\max} = 37.5^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 46\%$	$T_{\max} = 37.8^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 46\%$	$T_{\max} = 39.2^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 42\%$	$T_{\max} = 39.9^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 43\%$
Trạm Kỳ Anh	$T_{\max} = 36^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 54\%$	$T_{\max} = 36.7^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 54\%$	$T_{\max} = 37.6^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 52\%$	$T_{\max} = 37.5^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 55\%$
Trạm Tương Dương	$T_{\max} = 37.2^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 42\%$	$T_{\max} = 39^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 41\%$	$T_{\max} = 39^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 40\%$	$T_{\max} = 39.8^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 41\%$
Trạm Tuyên Hóa	$T_{\max} = 36.7^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 46\%$	$T_{\max} = 36.5^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 48\%$	$T_{\max} = 37.7^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 44\%$	$T_{\max} = 39^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 43\%$
Trạm Vinh	$T_{\max} = 38.1^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 42\%$	$T_{\max} = 38.4^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 41\%$	$T_{\max} = 39.4^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 40\%$	$T_{\max} = 38.9^{\circ}\text{C}$ $U_{\min} = 41\%$

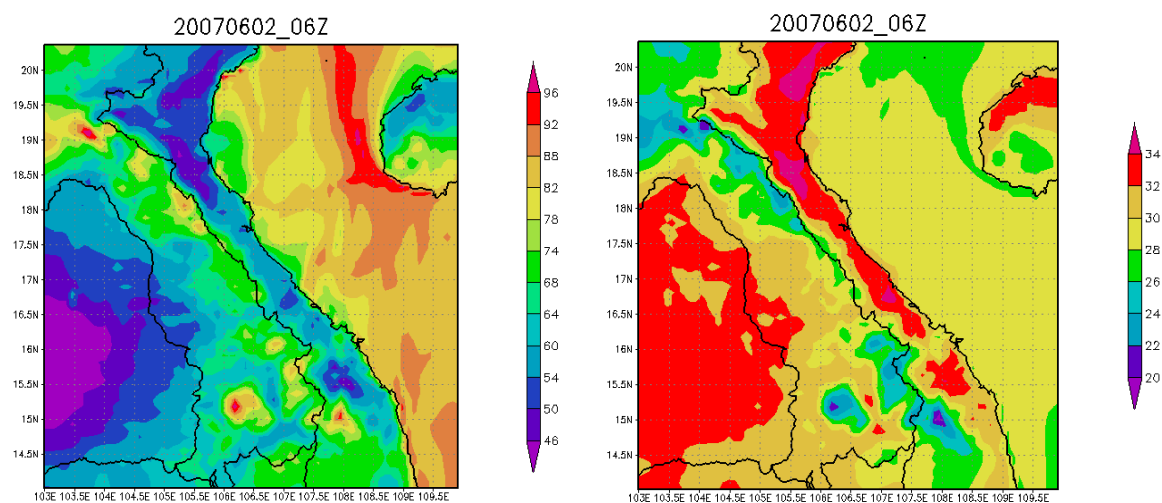
4.2.1.1. Thời kỳ trước cơn từ 1/6/2007 đến 5/6/2007



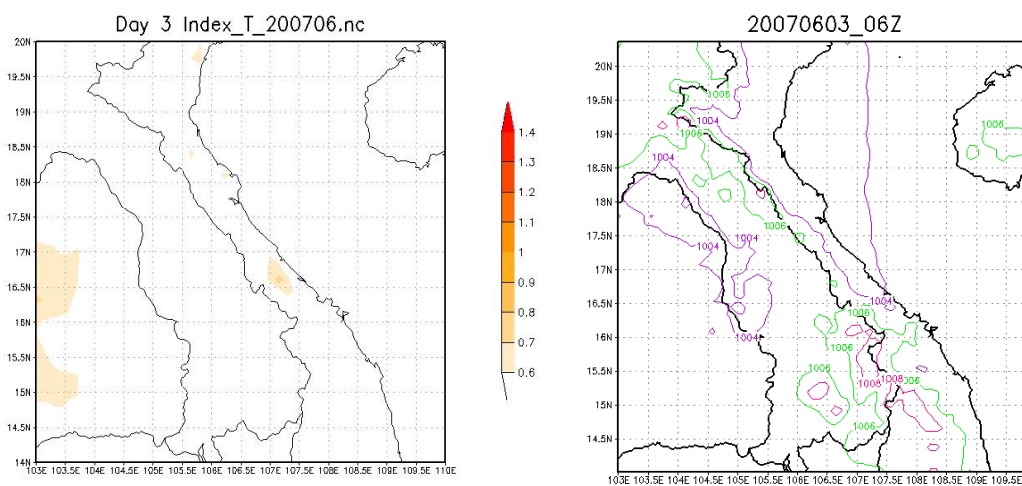


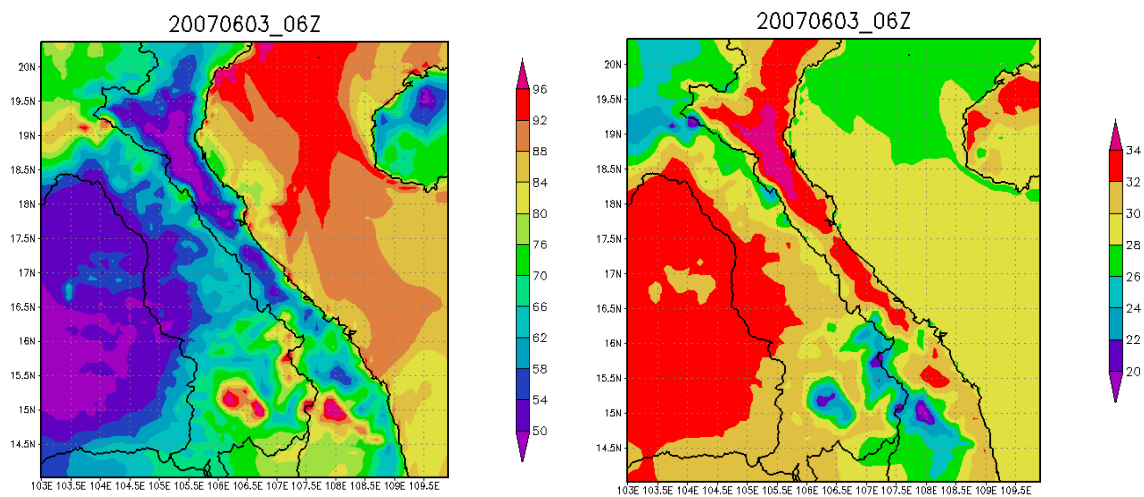
Hình 4.1. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 1/6/2007 mô phỏng giai đoạn trước cơn



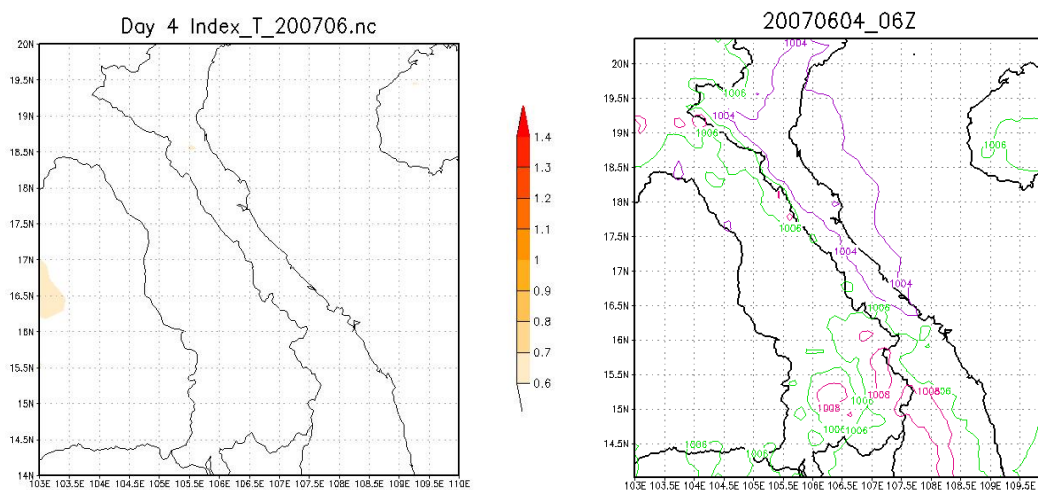


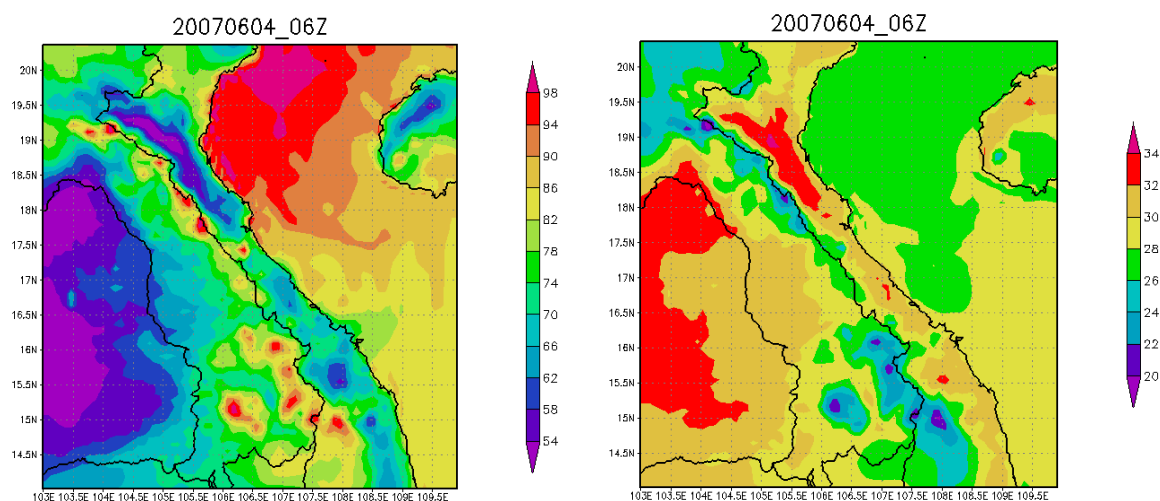
Hình 4.2. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 2/6/2007
mô phỏng giai đoạn trước phon



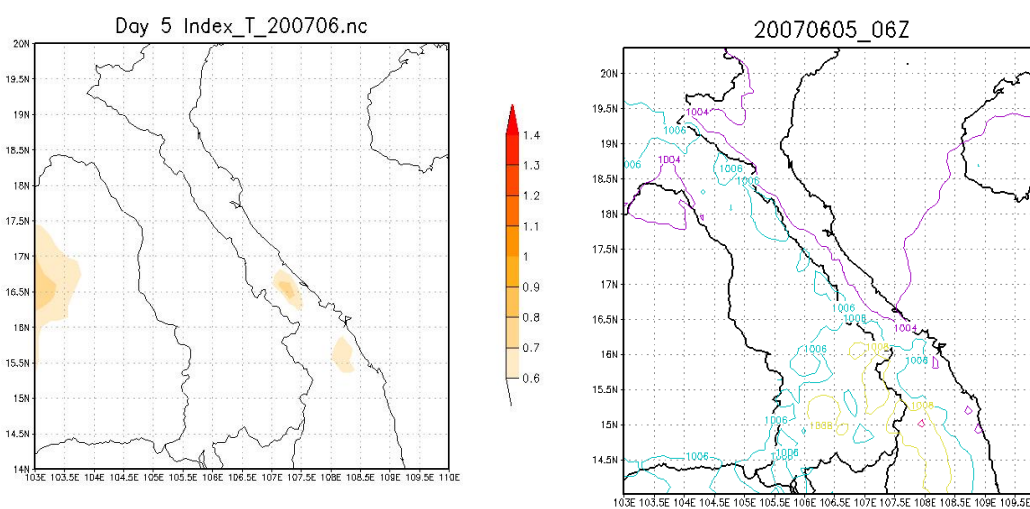


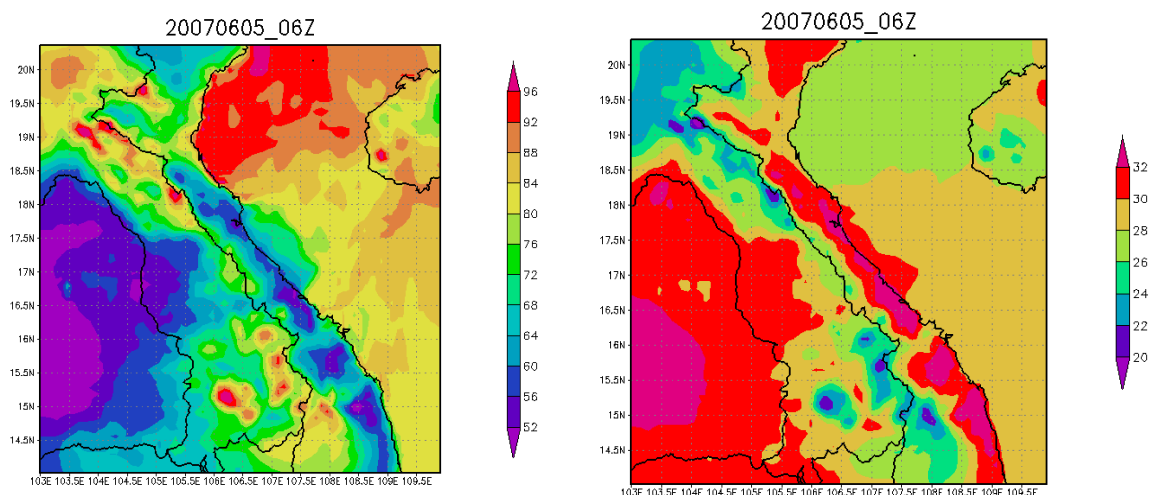
Hình 4.3. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 3/6/2007 mô phỏng giai đoạn trước phon





Hình 4.4. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 4/6/2007
mô phỏng giai đoạn trước cơn





Hình 4.5. Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 5/6/2007
mô phỏng giai đoạn trước cơn

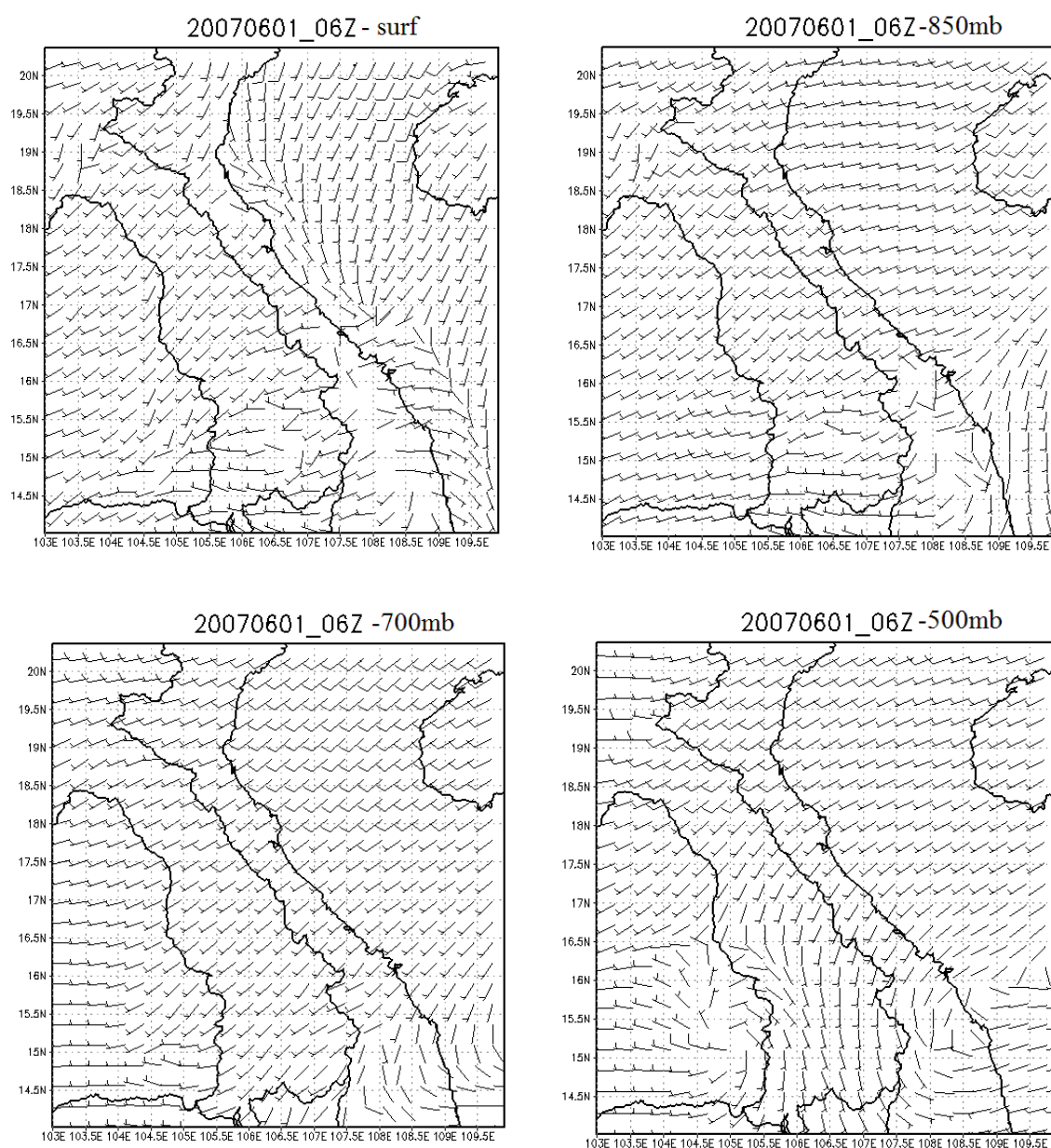
Dựa trên phân bố của trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ từ ngày 1/6/2007 đến ngày 5/6/2007 mô phỏng thời kỳ trước cơn của mô hình WRFARW được thể hiện trên các hình 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 và 4.5 cho thấy, trong giai đoạn trước thời kỳ cơn không tồn tại trường $T_{\max}/U_{\min} \geq 0.6$.

Đối với trường khí áp, trong giai đoạn này ở sườn đông và sườn tây dãy Trường Sơn tồn tại 2 hình thể khí áp đối lập nhau. Nếu ở bên sườn tây dãy Trường Sơn là khu vực áp cao thì ngược lại bên sườn đông dãy Trường Sơn lại là khu vực áp thấp. Tuy nhiên, chênh lệch khí áp giữa 2 bên sườn đông và sườn tây dãy Trường Sơn trong giai đoạn này là không lớn.

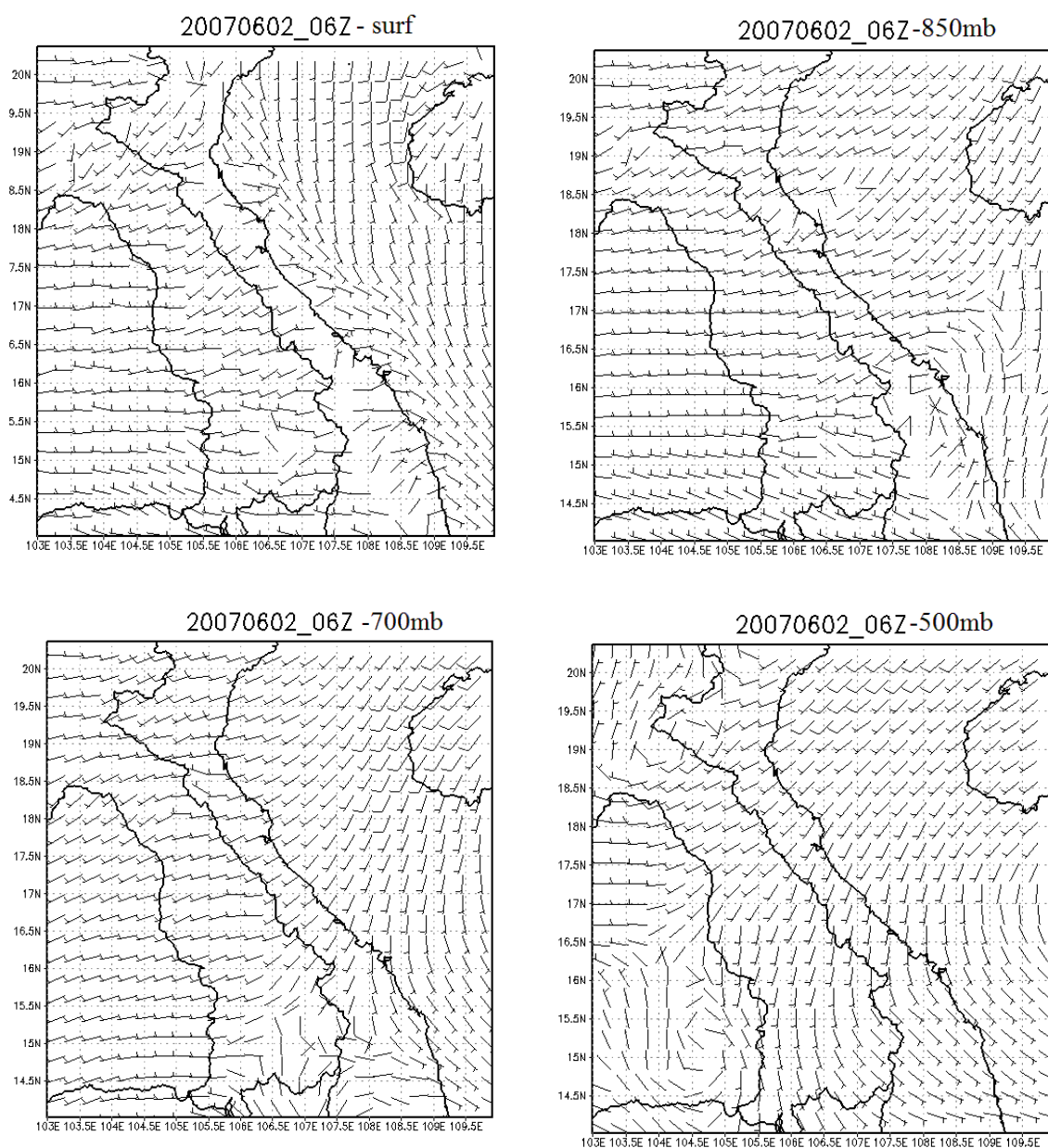
Đối với trường độ ẩm, trong giai đoạn này độ ẩm bên sườn đông dãy Trường Sơn tương đối thấp, càng gần đến ngày có cơn thì độ ẩm càng có xu thế giảm. Ở sườn tây dãy Trường Sơn thì độ ẩm lại có xu thế cao hơn so với ở đông Trường Sơn đặc biệt là ở những khu vực ở ngay sát sườn đông của dãy Trường Sơn.

Đối với trường nhiệt độ, trong giai đoạn này tồn tại một dải nhiệt độ cao trong khoảng 32° - 34°C không liên tục dọc theo sườn đông của dãy Trường Sơn trên khu vực Bắc Trung Bộ của nước ta với đôi chỗ có thể có nhiệt độ $\geq 34^{\circ}\text{C}$ nhưng không nhiều. Đặc biệt, bên cạnh đó chúng ta có thể thấy rõ nét khu vực có nhiệt độ

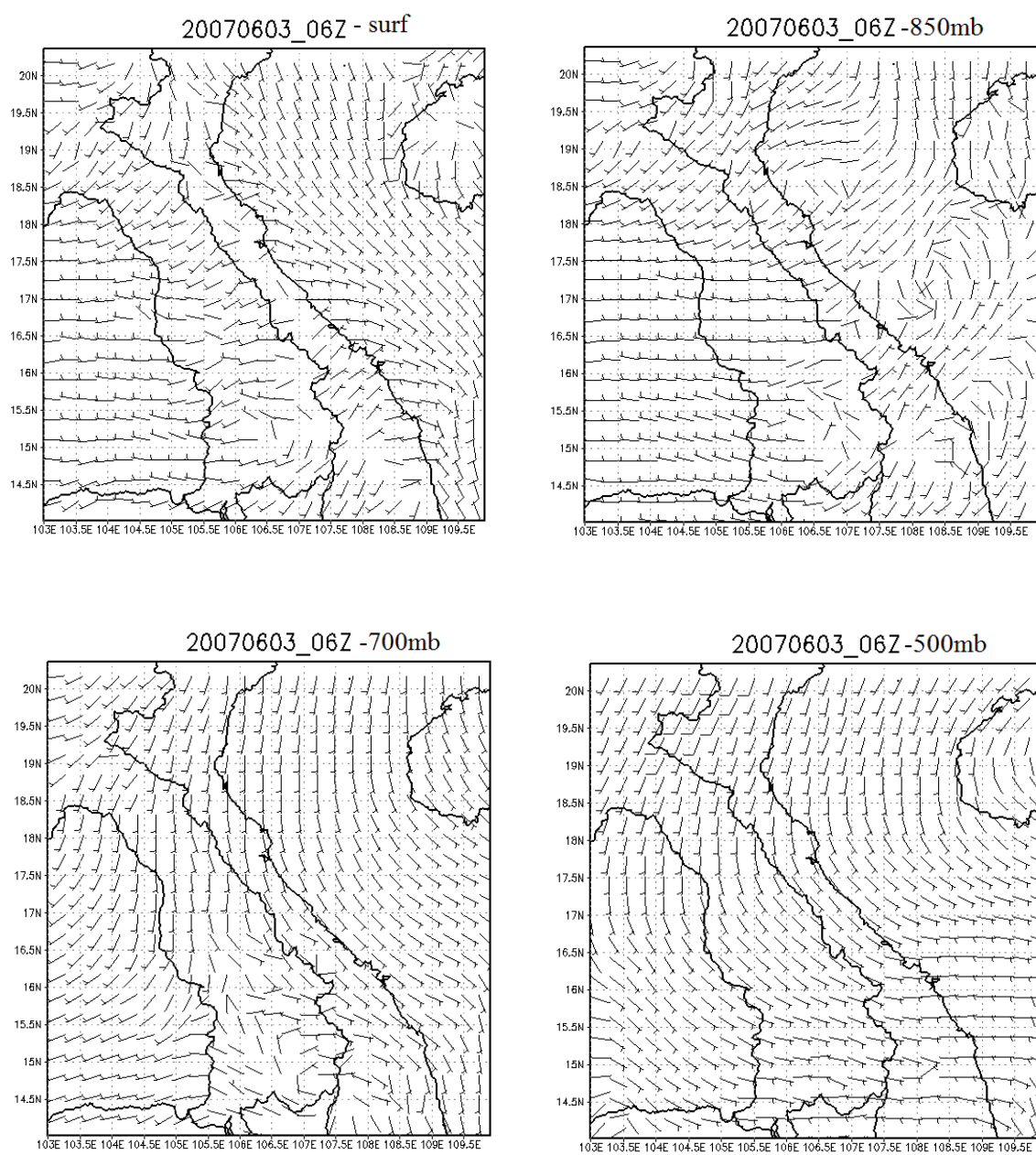
cao tương tự như vậy ở Lào bên sườn tây dãy Trường Sơn với nhiệt độ lúc nào cũng đa phần là $> 30^{\circ}\text{C}$.



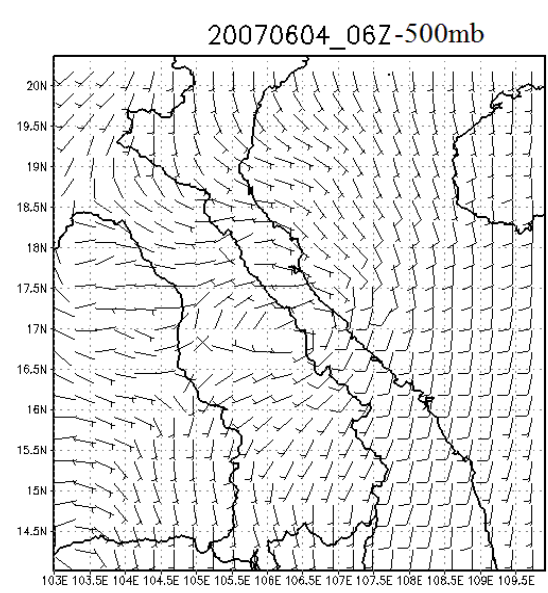
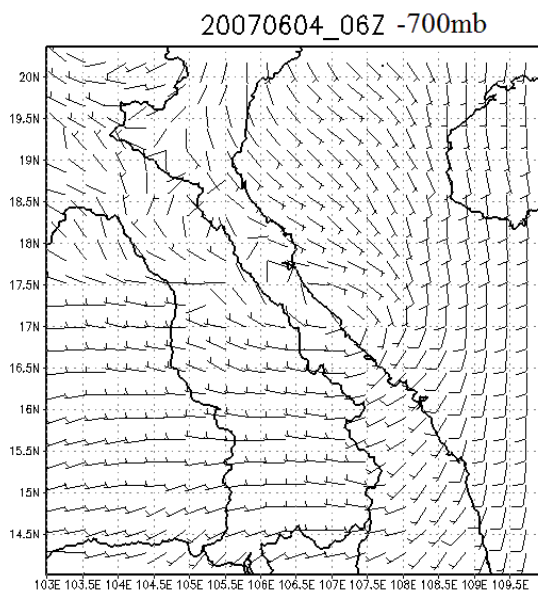
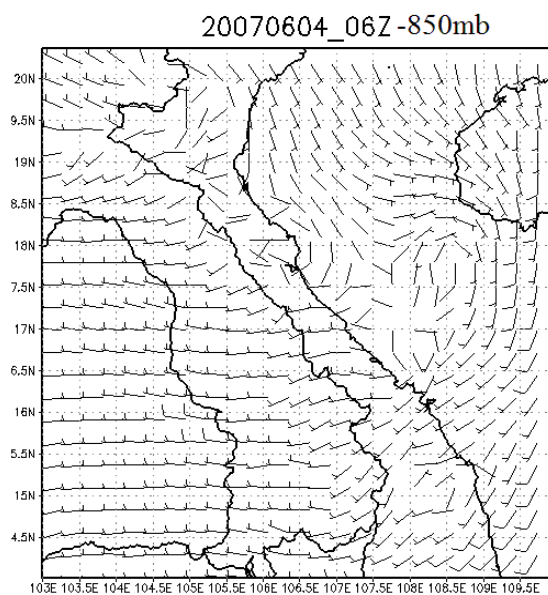
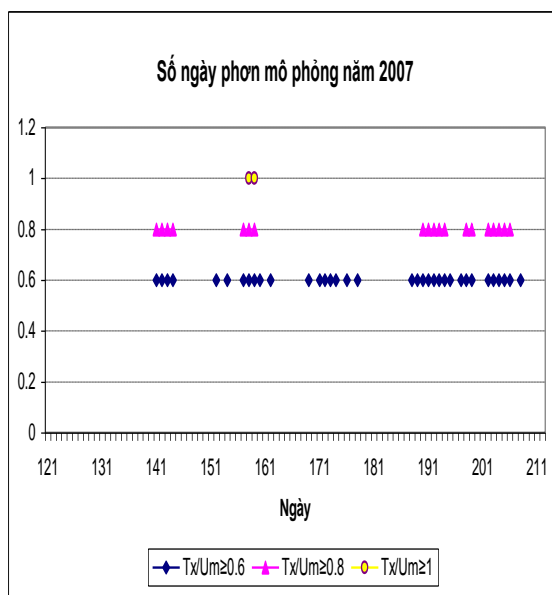
Hình 4.6. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 1/6/2007 giai đoạn trước cơn



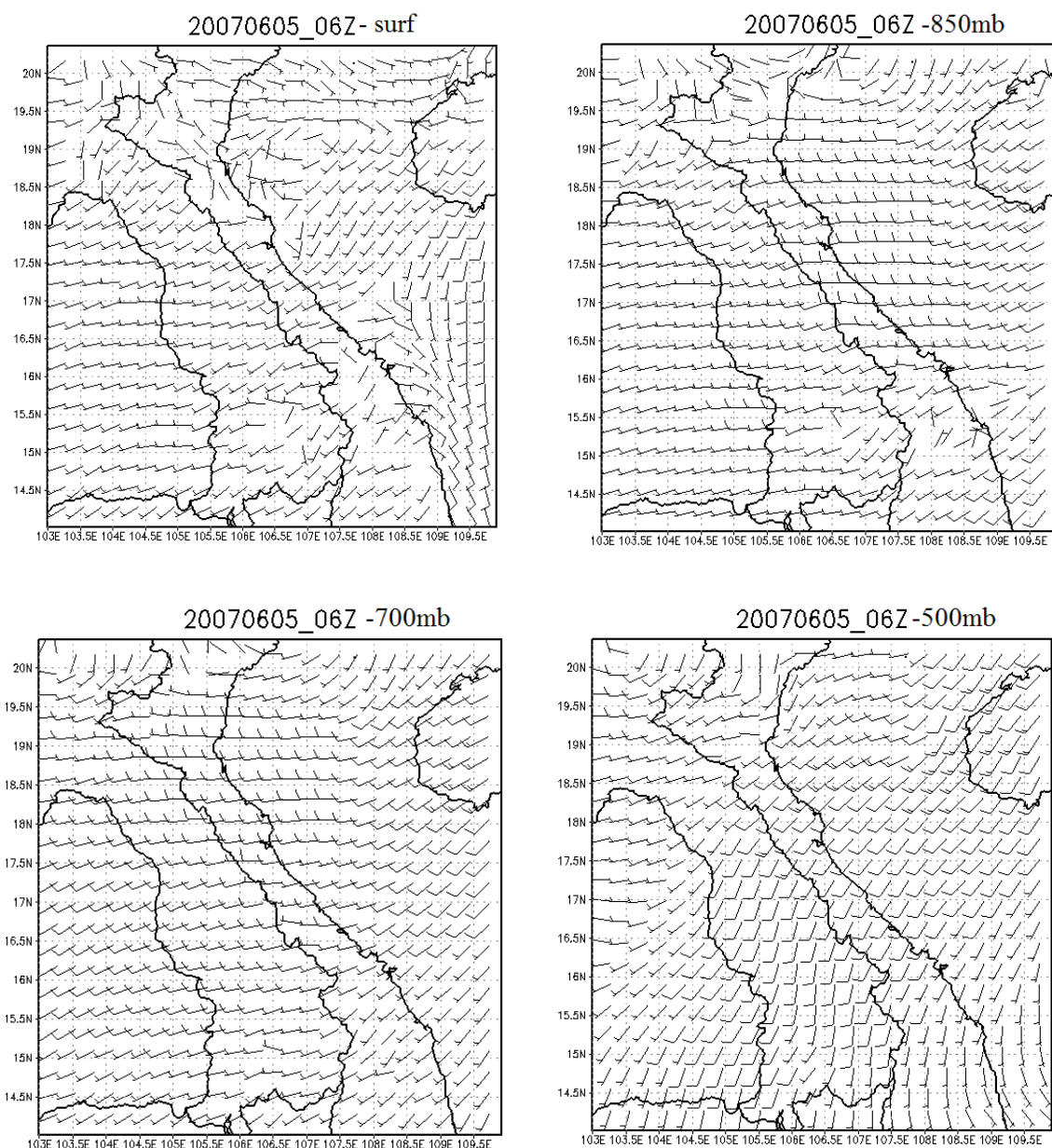
Hình 4.7. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 2/6/2007 giai đoạn trước cơn



Hình 4.8. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 3/6/2007 giai đoạn trước cơn



Hình 4.9. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 4/6/2007 giai đoạn trước phơn

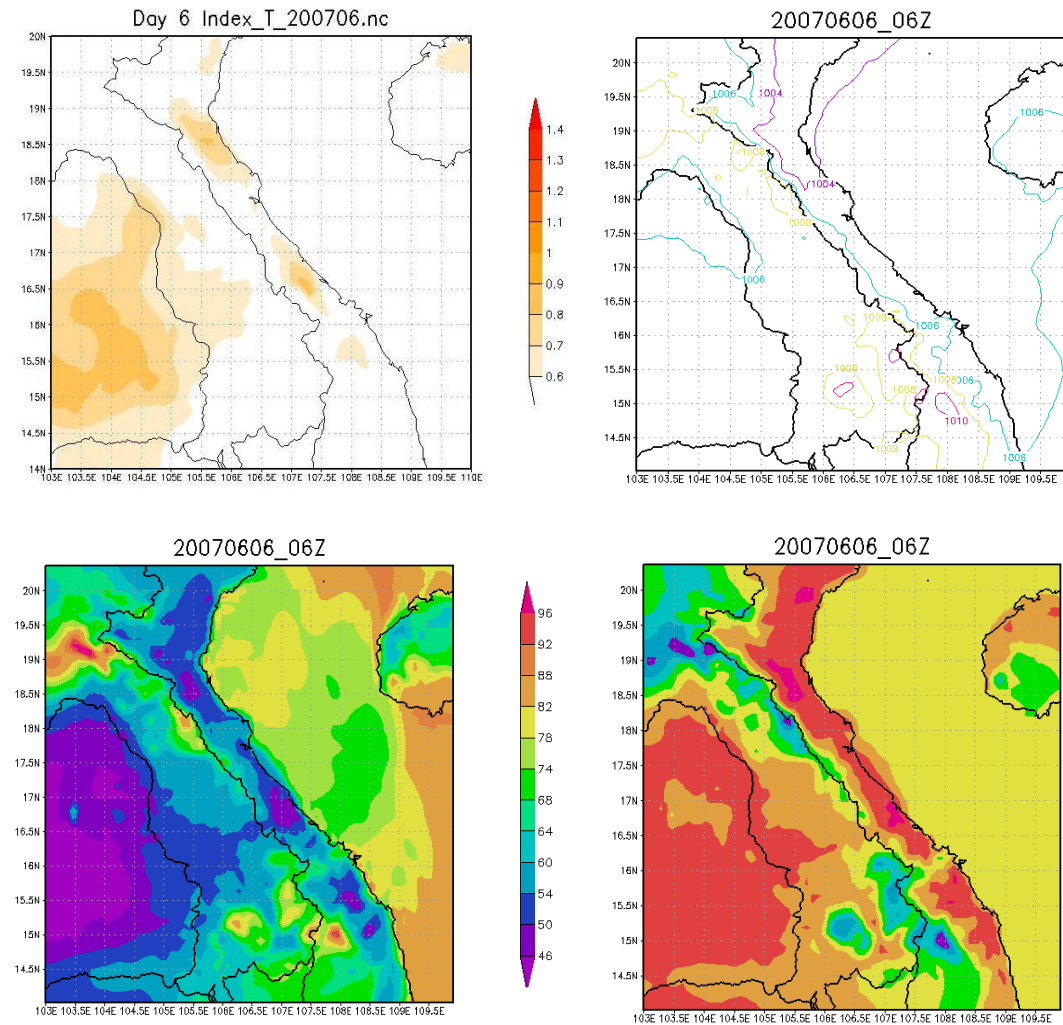


Hình 4.10. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 5/6/2007 giai đoạn trước cơn

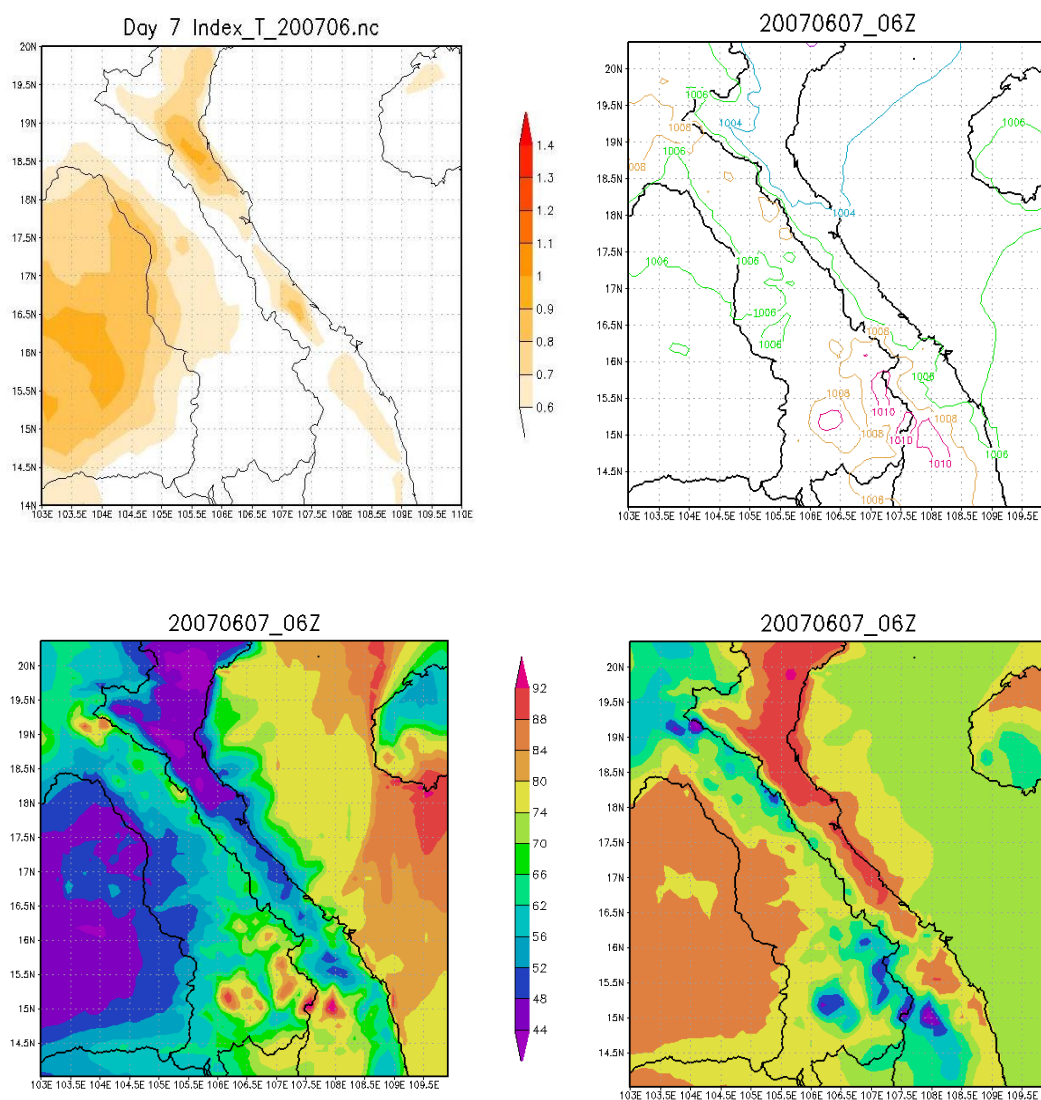
Trong thời kỳ trước cơn, ở bề mặt, hoàn lưu gió ở khu vực Thượng Lào là gió tây nam yếu không vượt qua được dãy Trường Sơn. Gió thịnh hành ở khu vực Bắc Trung Bộ là đông và đông nam mang hơi ẩm từ biển vào làm giảm nhiệt độ và tăng độ ẩm ở khu vực này. Tại các mực trên cao (850 mb, 700 mb và 500 mb), hoàn

lưu gió không còn chịu tác động của bề mặt nên hướng gió ở hai bên sườn của dãy Trường Sơn không khác nhau.

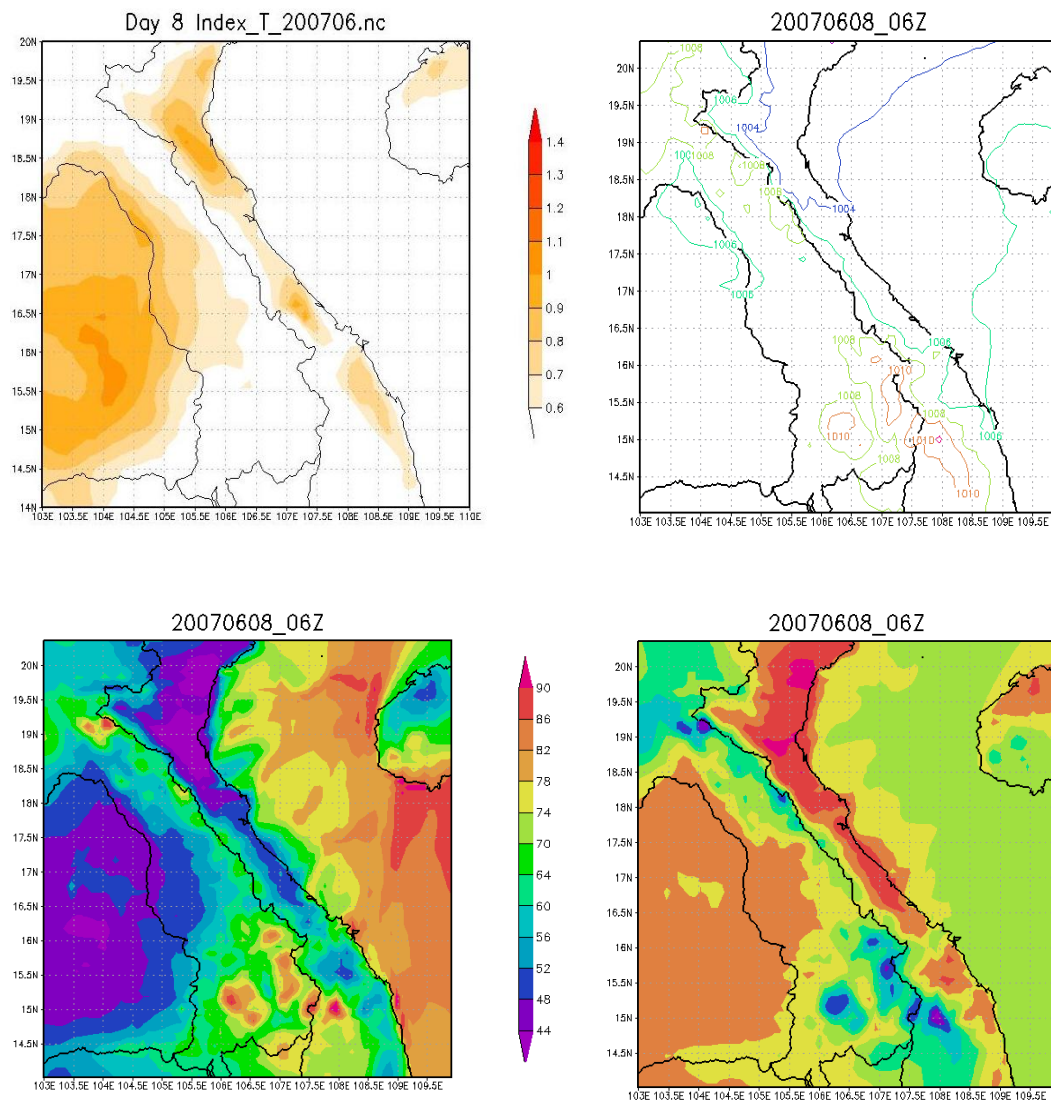
4.2.1.2 Thời kỳ phơn từ 6/6/2007 đến 9/6/2007



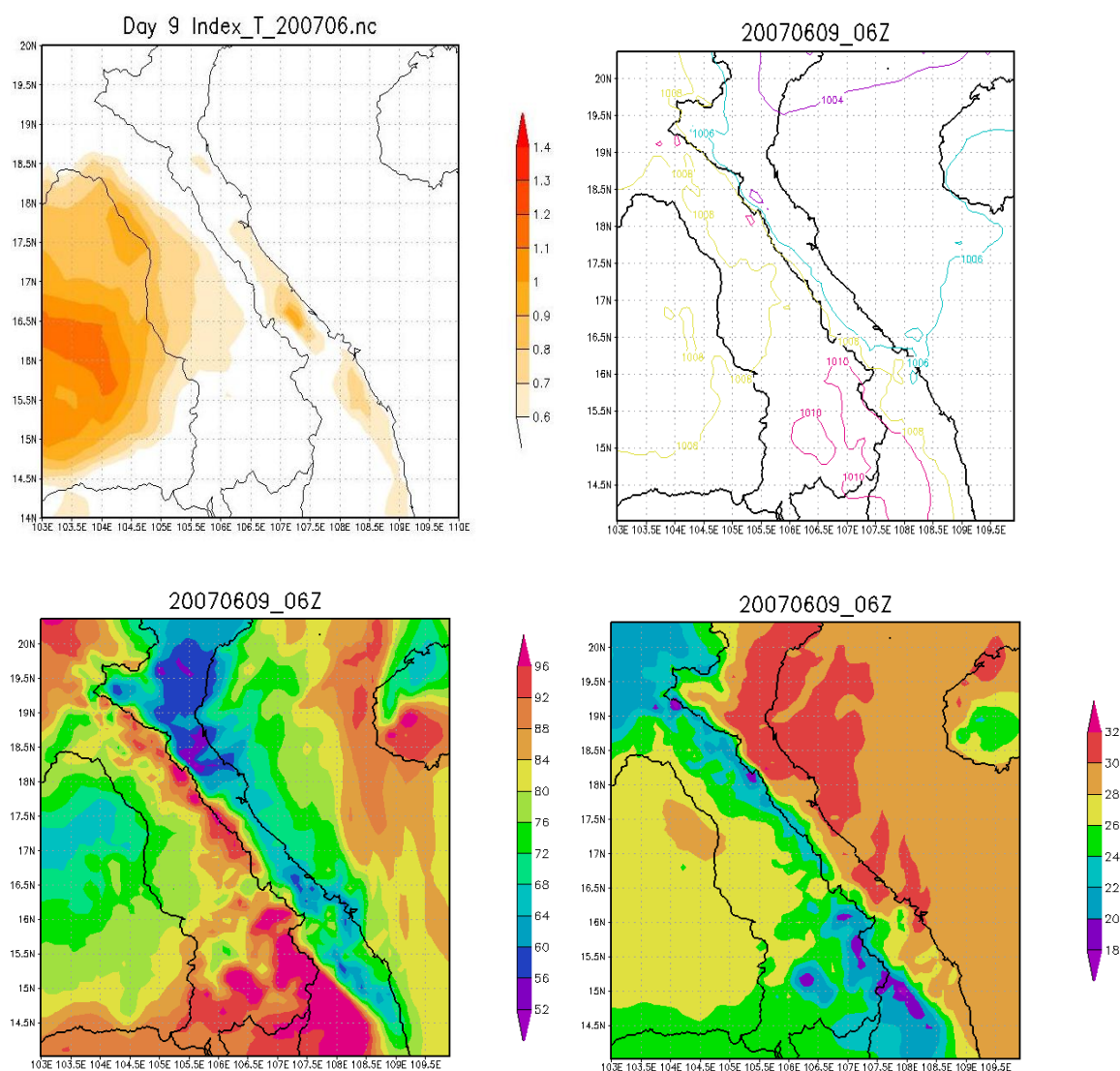
Hình 4.11. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 6/6/2007 mô phỏng thời kỳ phơn



Hình 4.12. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 7/6/2007 mô phỏng thời kỳ phơn



Hình 4.13. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 8/6/2007
mô phỏng thời kỳ phon



Hình 4.14. Trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 9/6/2007 mô phỏng thời kỳ phơn

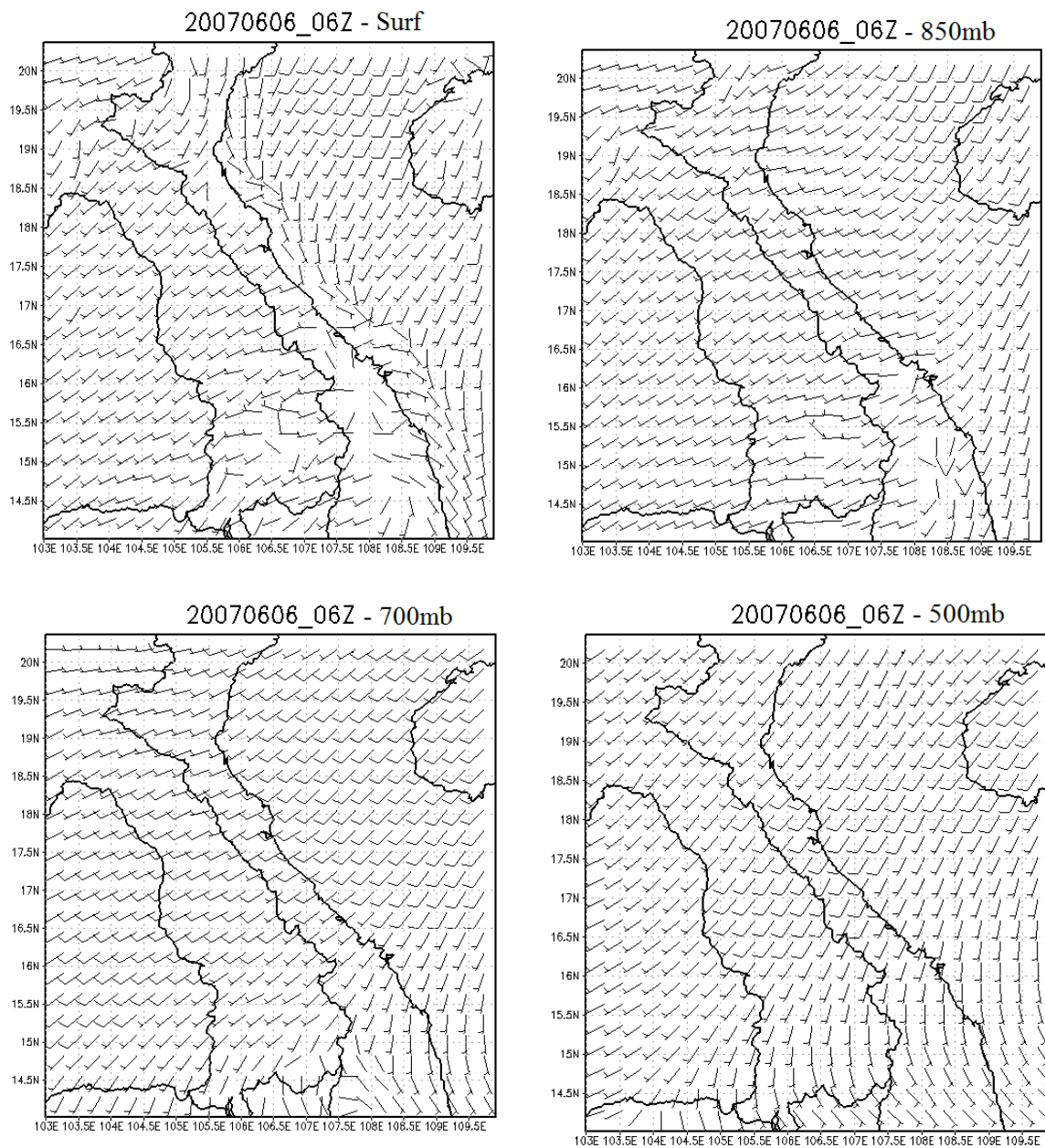
Dựa trên phân bố của trường các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ từ ngày 6/6/2007 đến ngày 9/6/2007 mô phỏng thời kỳ phơn của mô hình WRFARW được thể hiện trên các hình 4.11, 4.12, 4.13 và 4.14. cho thấy, trong thời kỳ phơn tồn tại trường $T_{\max}/U_{\min} \geq 0.6$ dọc theo sườn đông của dãy Trường Sơn trên khu vực Bắc Trung Bộ của nước ta. Như đã đề cập ở phần trước, đặc trưng quan trọng của hiện tượng phơn ở khu vực Bắc Trung Bộ là nhiệt độ tối cao ngày tăng và độ ẩm tối thấp ngày giảm mạnh. Do đó, khi quan sát sự dịch chuyển cũng như sự

phát triển của những vùng có $T_{\max}/U_{\min} \geq 0.6$ ở khu vực này có thể đưa ra được những nhận định quan trọng về các giai đoạn phát triển của hiện tượng phơn cho khu vực Bắc Trung Bộ. Trong thời kỳ phơn từ ngày 6/6/2007 đến 9/6/2007 có thể thấy phơn mạnh nhất vào ngày 7/6/2007 và 8/6/2007. Với dải $T_{\max}/U_{\min} \geq 0.6$ không liên tục ở khu vực Bắc Trung Bộ chứng tỏ trong thời kỳ phơn không phải tất cả các vùng ở khu vực này đều chịu tác động của phơn mà hiện tượng phơn chỉ xảy ra ở trên một số nơi chứng tỏ hiện tượng phơn chịu rất nhiều tác động bởi địa hình (ngoài tác động của dãy Trường Sơn thì có lẽ độ cao trên mực nước biển của địa hình cũng là một yếu tố đáng được quan tâm).

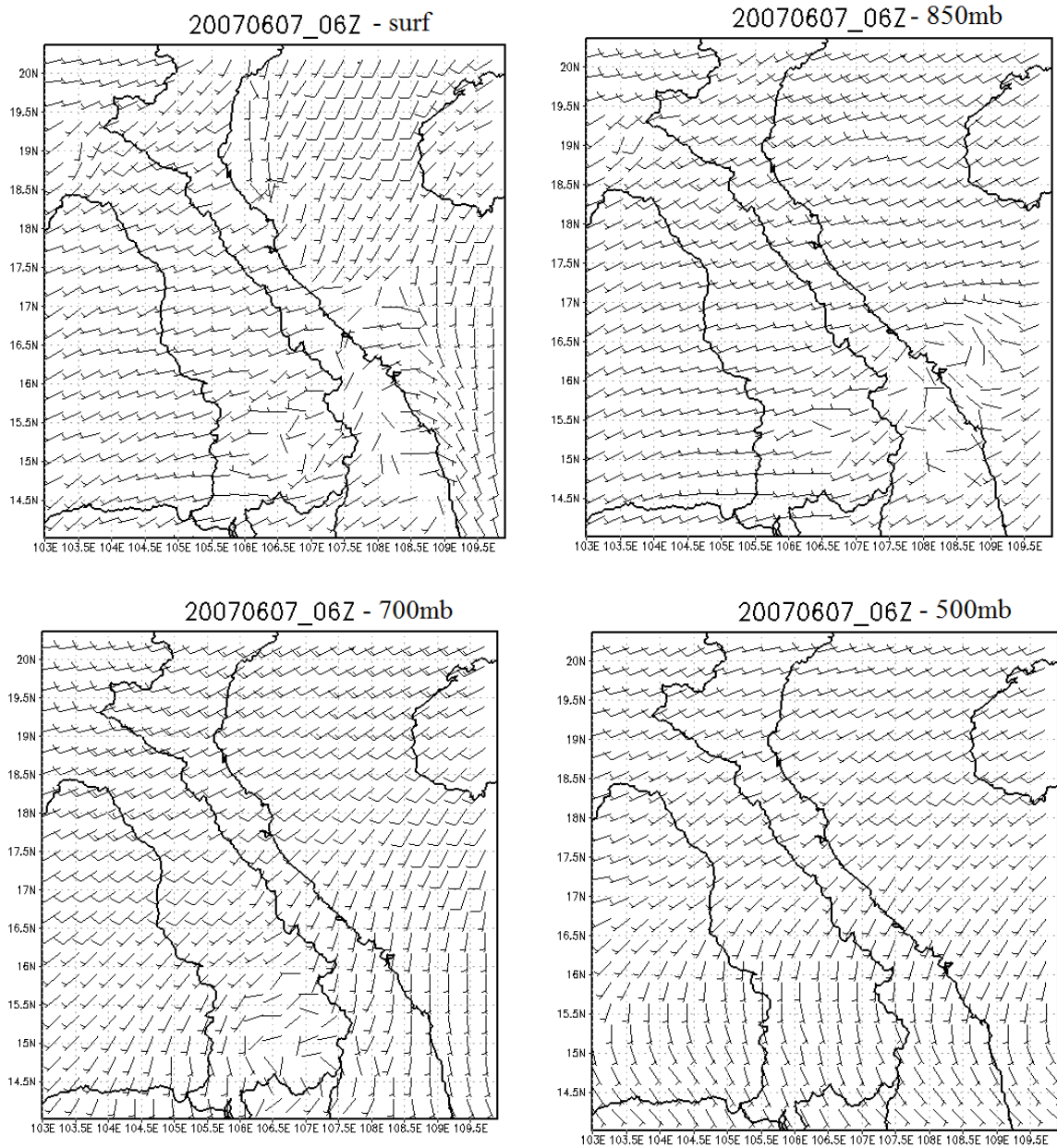
Đối với trường khí áp, trong thời kỳ phơn này cũng tương tự như giai đoạn trước thời kỳ phơn ở sườn đông và sườn tây dãy Trường Sơn tồn tại 2 hình thế khí áp đối lập nhau. Nếu ở bên sườn tây dãy Trường Sơn là khu vực áp cao thì ngược lại bên sườn đông dãy Trường Sơn lại là khu vực áp thấp. Tuy nhiên, chênh lệch khí áp giữa 2 bên sườn đông và tây dãy Trường Sơn trong giai đoạn này cũng không cao. Điều đó chứng tỏ nếu chúng ta chỉ sử dụng trường khí áp (hay chênh lệch khí áp giữa sườn đông và sườn tây của dãy Trường Sơn) để nghiên cứu hiện tượng phơn thì rất khó để có thể đưa ra nhận định rõ ràng về ngày có phơn hay ngày không phơn.

Đối với trường độ ẩm, trong giai đoạn này độ ẩm bên sườn đông dãy Trường Sơn rất thấp đặc biệt là những ngày có cường độ phơn mạnh như ngày 7/6/2007 và ngày 8/6/2007. Đặc biệt, điều đáng quan tâm ở đây là ở sườn đông dãy Trường Sơn nhất là ở những khu vực ở ngay sát dãy núi Trường Sơn độ ẩm tương đối cao và không khác biệt nhiều so với giai đoạn trước thời kỳ phơn.

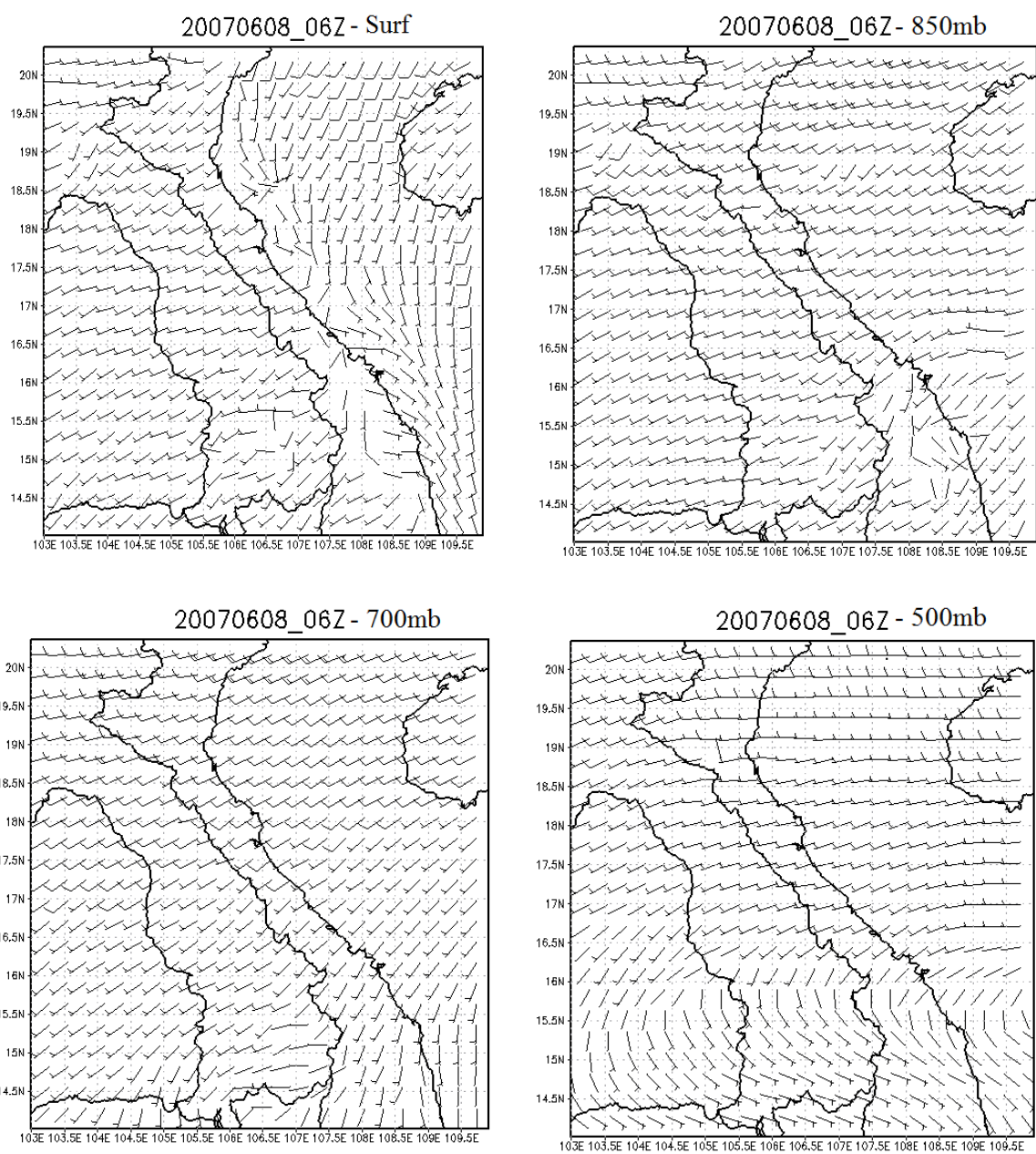
Đối với trường nhiệt độ, trong giai đoạn này tồn tại một dải nhiệt độ cao $> 34^{\circ}\text{C}$ gần như liên tục dọc theo sườn đông của dãy Trường Sơn trên khu vực Bắc Trung Bộ của nước ta với đôi chỗ có thể có nhiệt độ $\geq 36^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn nữa. Dải nhiệt độ này là cao hơn đáng kể so với nhiệt độ tại những khu vực ở Lào sát bên sườn tây dãy Trường Sơn.



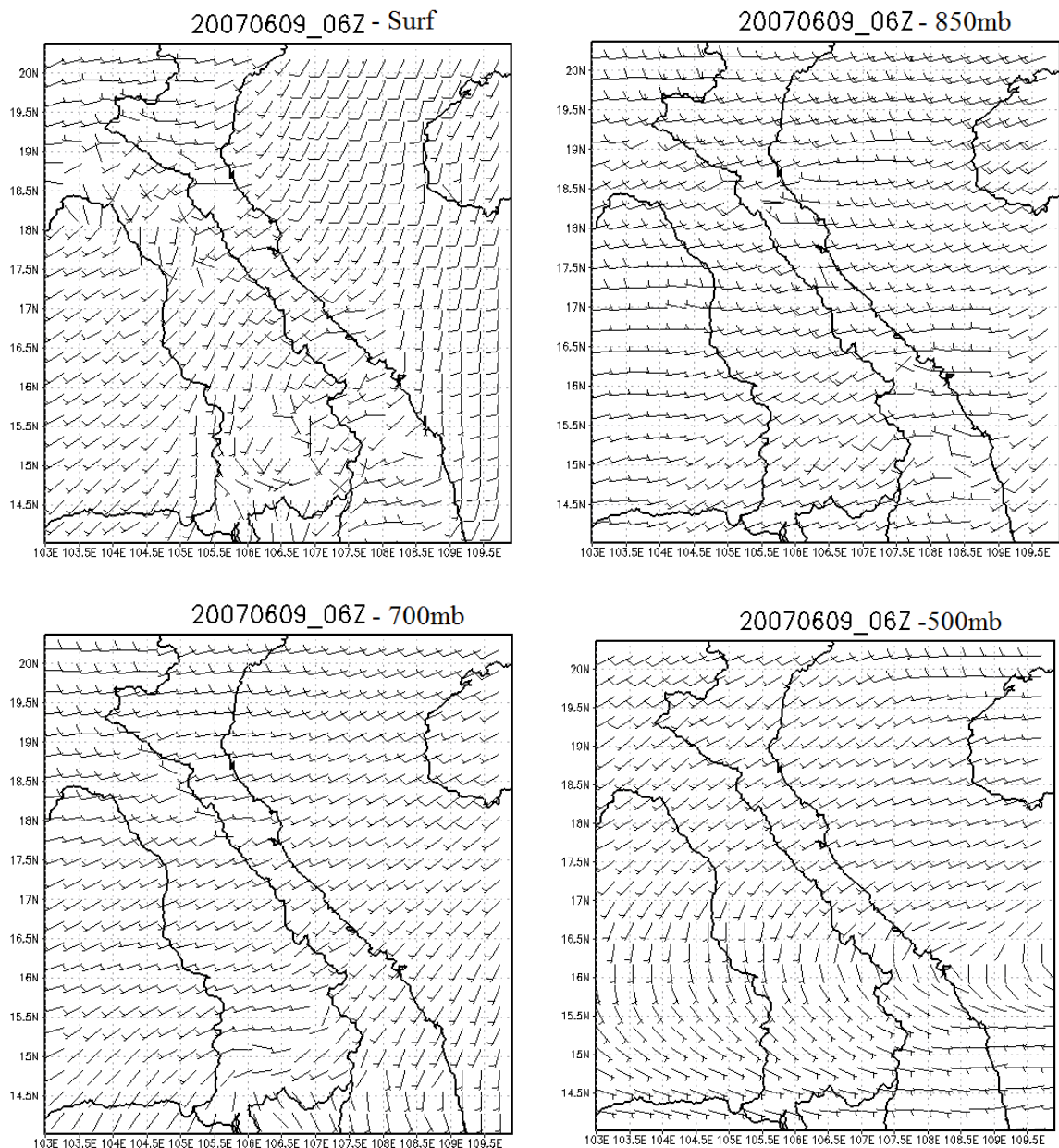
Hình 4.15. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 6/6/2007 thời kỳ phơn



Hình 4.16. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 7/6/2007 thời kỳ phơn



Hình 4.17. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 8/6/2007 thời kỳ phơn

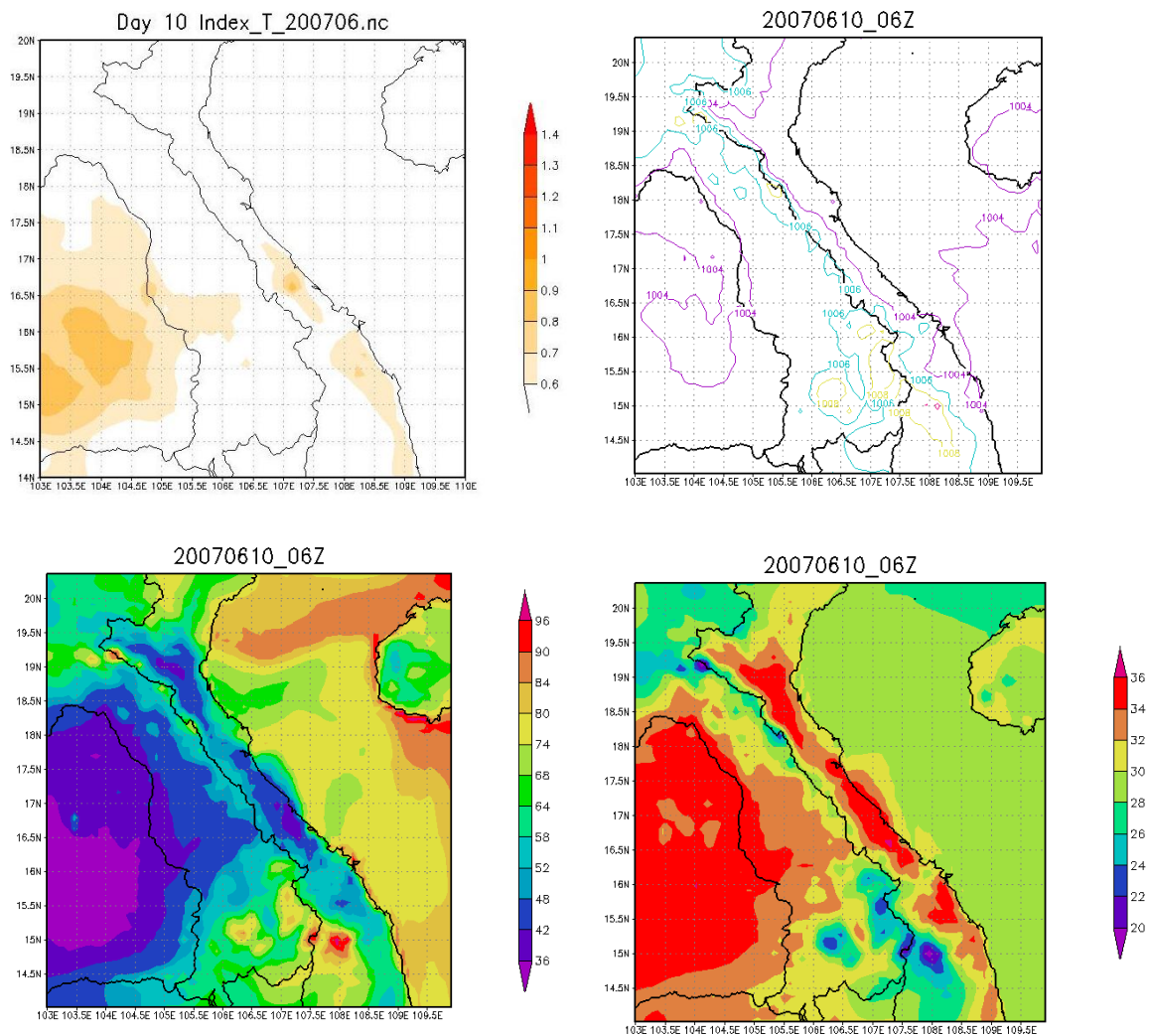


Hình 4.18. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 9/6/2007 thời kỳ phơn

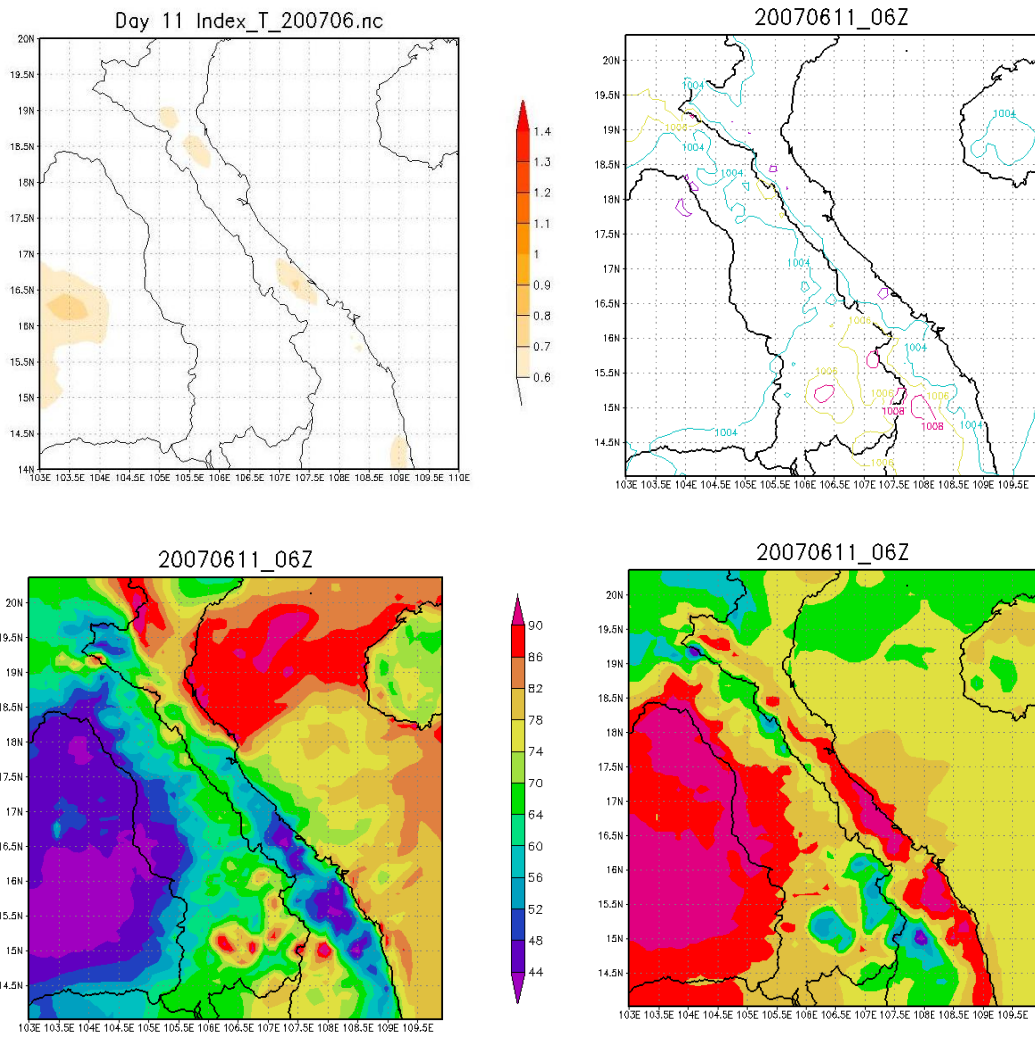
Ngoài các đặc trưng về khí áp, độ ẩm và nhiệt độ, một đặc trưng hoàn lưu quan trọng của khu vực Bắc Trung Bộ thời kỳ phơn là hoàn lưu gió. Một cách trực quan có thể thấy, trong thời kỳ phơn, ở bề mặt, gió tây nam bắt nguồn từ khối khí chí tuyến hình thành trong vịnh Bengan khi thổi đến Việt Nam qua Thượng Lào đã bị chặn bởi dãy Trường Sơn Bắc. Dãy Trường Sơn Bắc chạy gần như vuông góc với

hướng gió, lại có sườn đón gió thoải nên gió tây nam qua đây đã bị đổi hướng. Với các mực trên cao, ở mực 850 mb, gió tây nam khi thổi qua dãy Trường Sơn cũng chịu tác động của địa hình nhưng không bằng mực bề mặt. Ở các mực 750 mb và 500 mb hoàn lưu gió không còn chịu tác động của địa hình (ở đây là dãy Trường Sơn) nên tốc độ gió và hướng gió gần như không đổi ở cả sườn đông và sườn tây của dãy Trường Sơn.

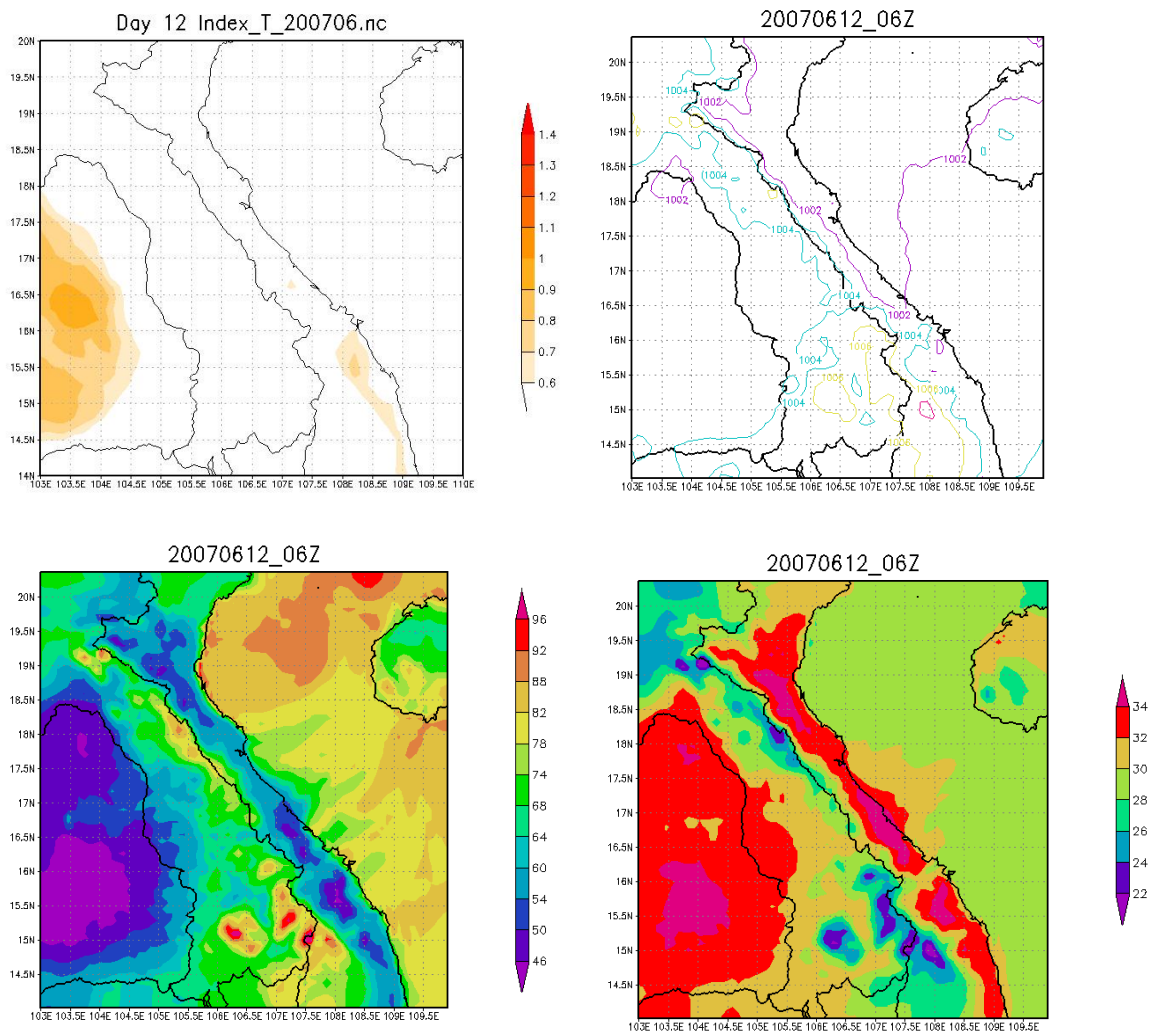
4.2.1.3 Thời kỳ sau cơn từ 10/6/2007 đến 14/6/2007



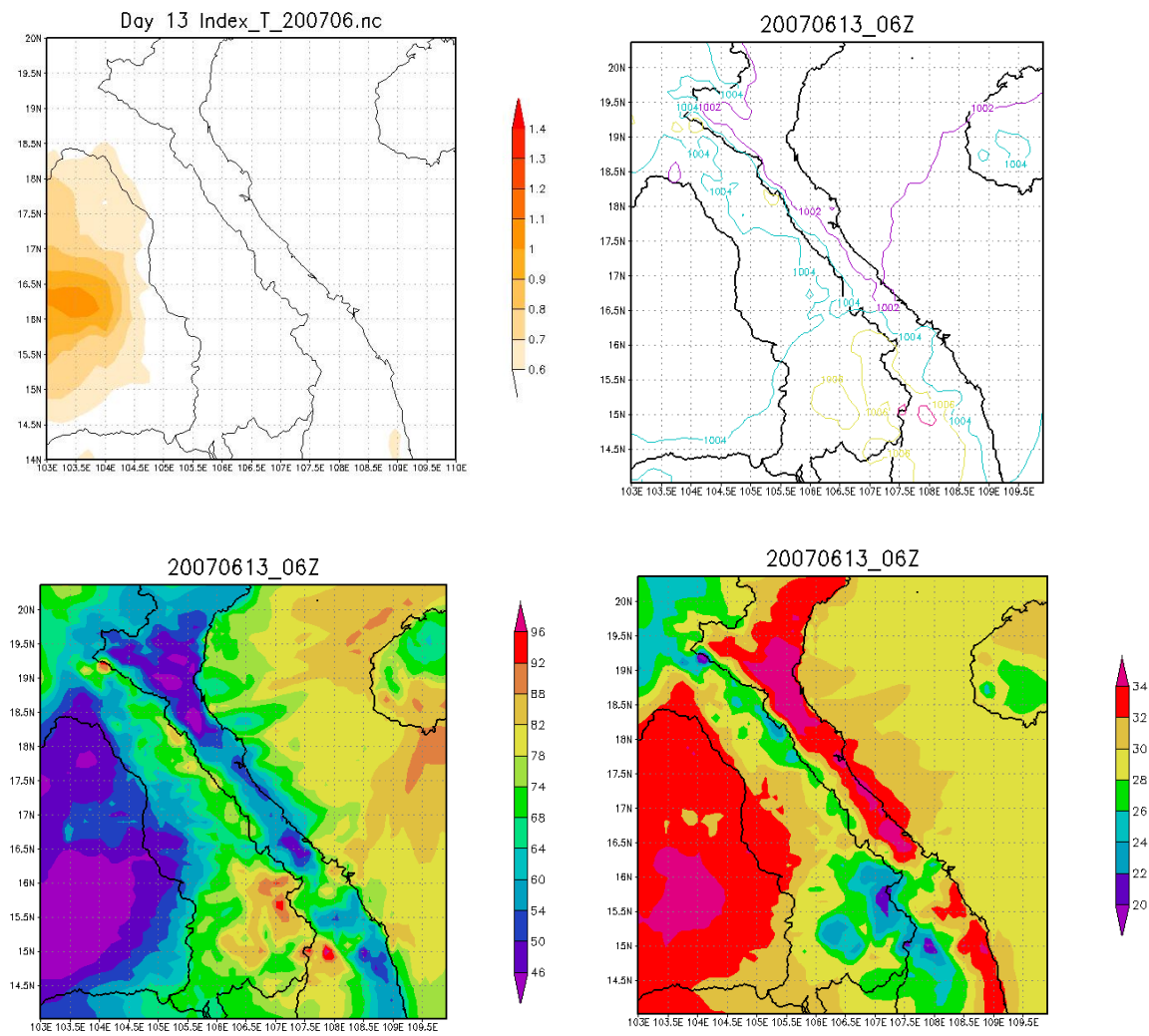
Hình 4.19. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 10/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn



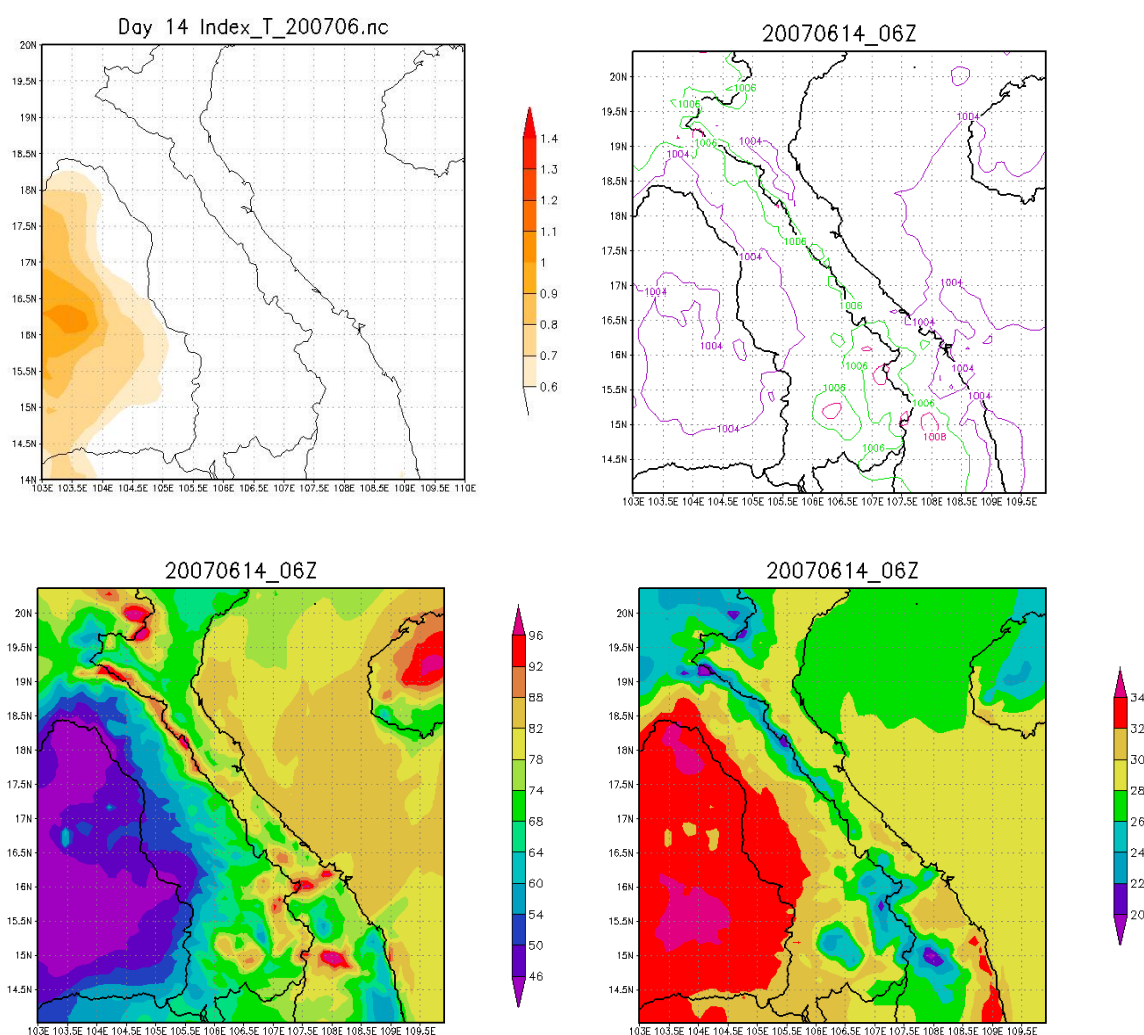
Hình 4.20. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 11/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn



Hình 4.21. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 12/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn



Hình 4.22. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 13/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn



Hình 4.23. Trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ ngày 14/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn

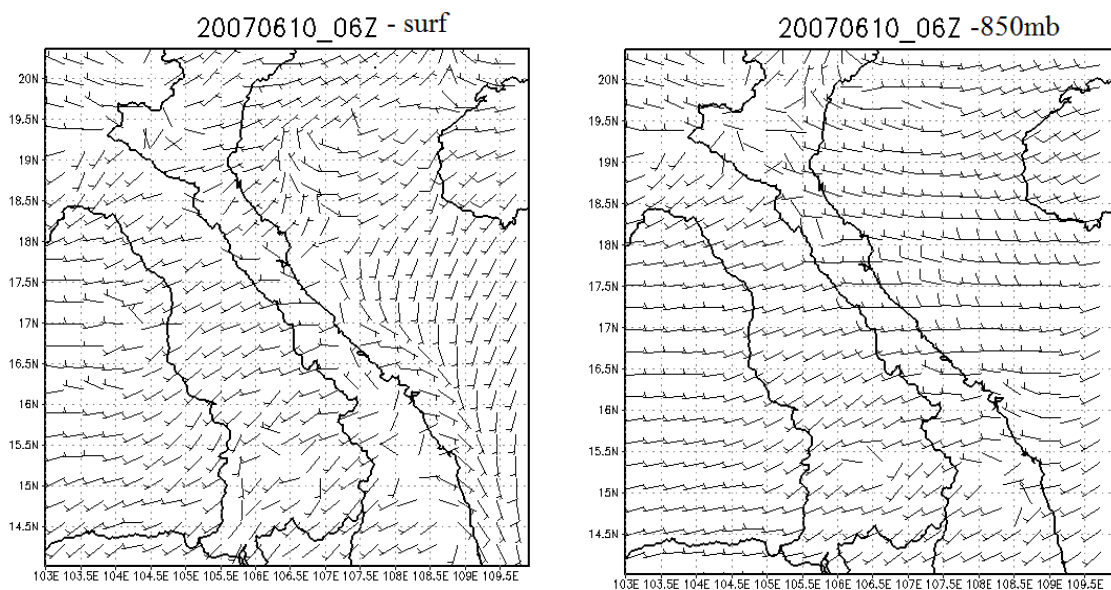
Dựa trên phân bố của trường các chỉ tiêu T_{max}/U_{min} , khí áp, độ ẩm và nhiệt độ từ ngày 10/6/2007 đến ngày 14/6/2007 mô phỏng giai đoạn sau cơn của mô hình WRFARW được thể hiện trên các hình 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 và 4.23. cho thấy, trong giai đoạn sau thời kỳ cơn gần như không tồn tại trường $T_{max}/U_{min} \geq 0.6$.

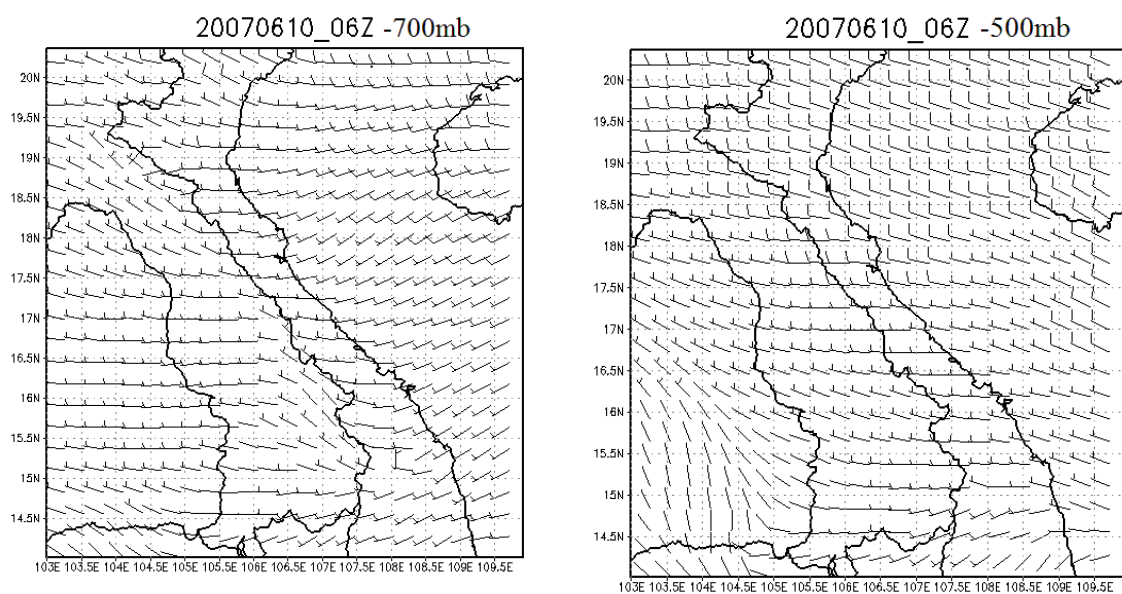
Đối với trường khí áp, trong giai đoạn này ở hầu hết các ngày (ngoại trừ ngày 11/6/2007) ở sườn đông và sườn tây dãy Trường Sơn tồn tại 2 hình thế khí áp đối lập nhau. Nếu ở bên sườn tây dãy Trường Sơn là khu vực áp cao thì ngược lại bên sườn đông dãy Trường Sơn lại là khu vực áp thấp. Tuy nhiên, chênh lệch khí áp

giữa 2 bên sườn đông và tây dãy Trường Sơn trong giai đoạn này cũng là không lớn.

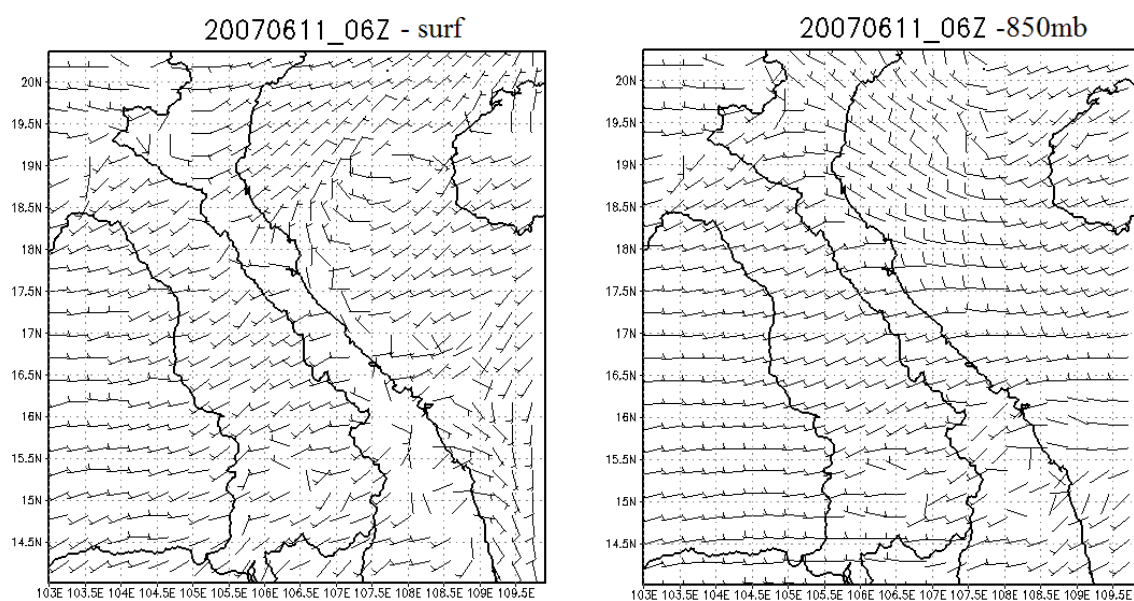
Đối với trường độ ẩm, trong giai đoạn này độ ẩm bên sườn đông dãy Trường Sơn càng ngày càng tăng cao và không chênh lệch nhiều so với độ ẩm ở sườn tây dãy Trường Sơn.

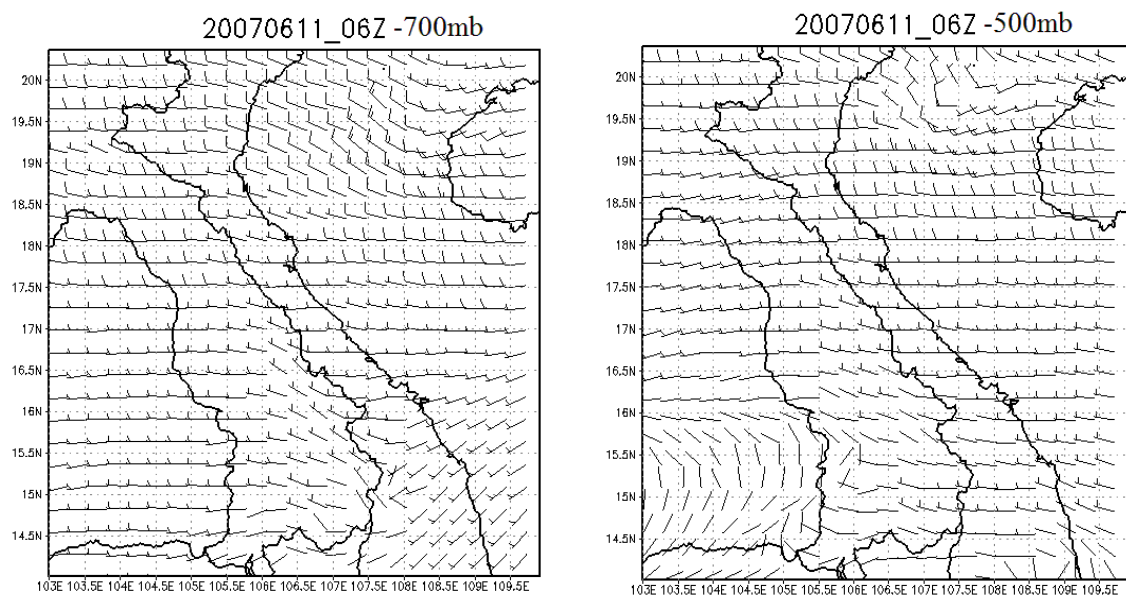
Đối với trường nhiệt độ, trong giai đoạn này dải nhiệt độ cao ở khu vực Bắc Trung Bộ trong thời kỳ phơn đã giảm mạnh và không còn khác biệt nhiều so với nhiệt độ của những khu vực sát ở bên sườn tây của dãy Trường Sơn.



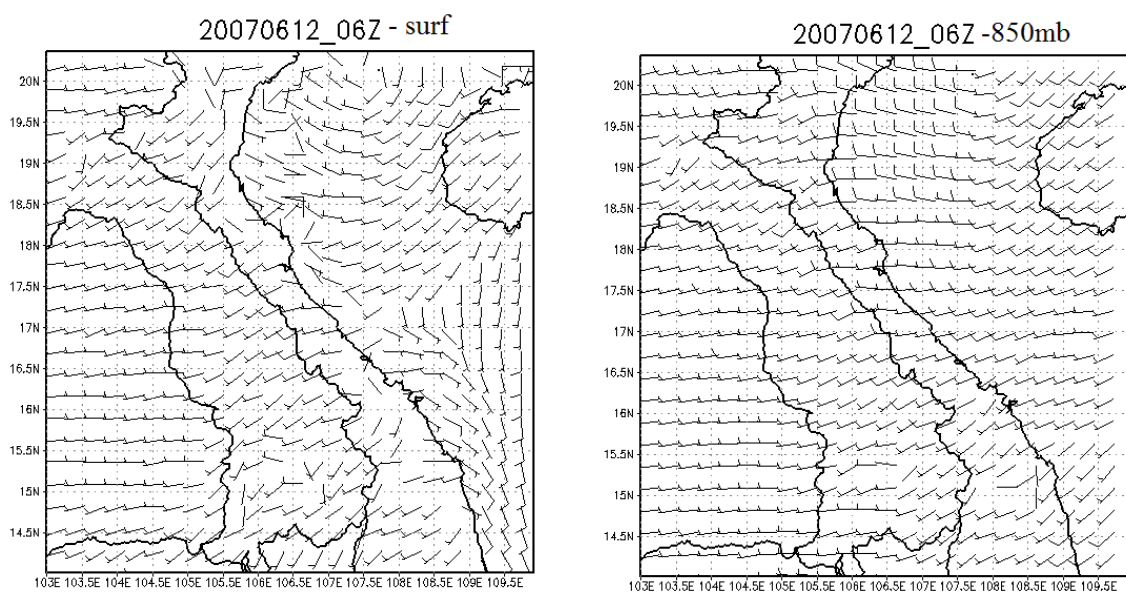


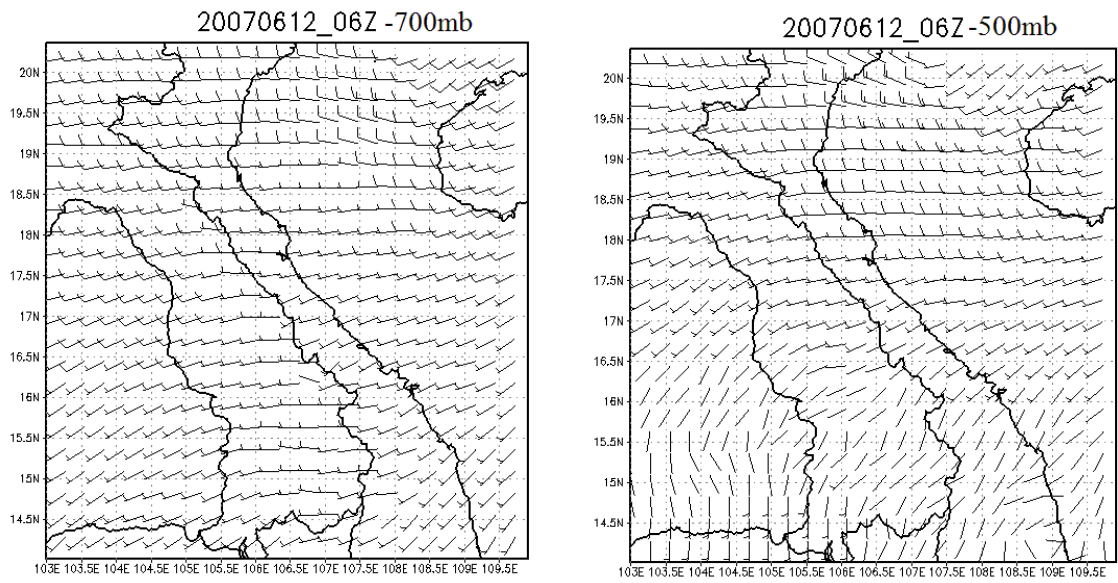
Hình 4.24. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 10/6/2007 giai đoạn sau cơn



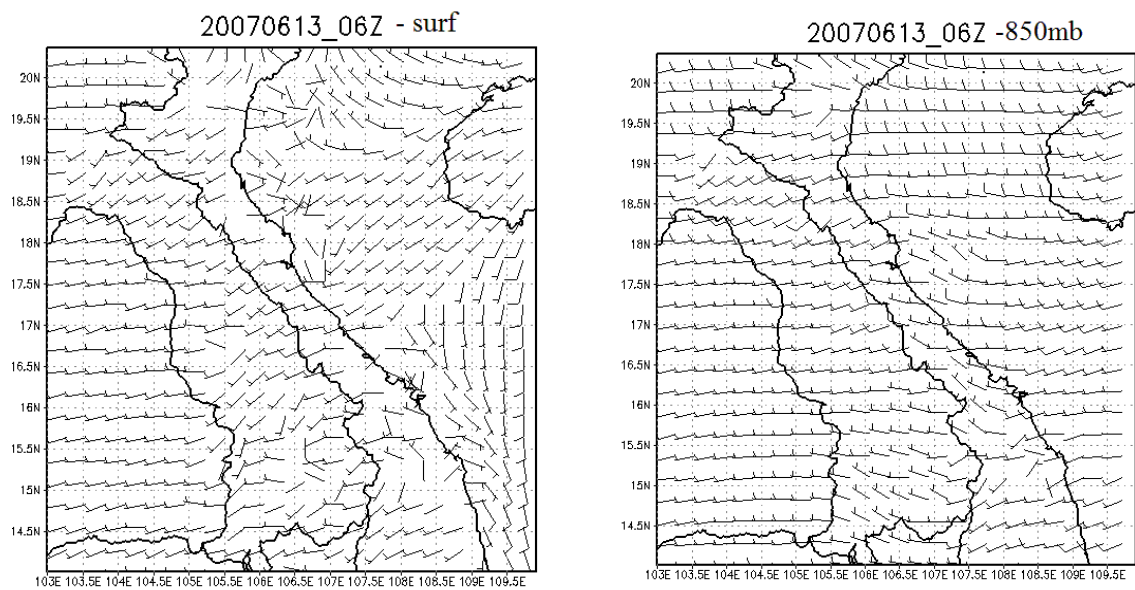


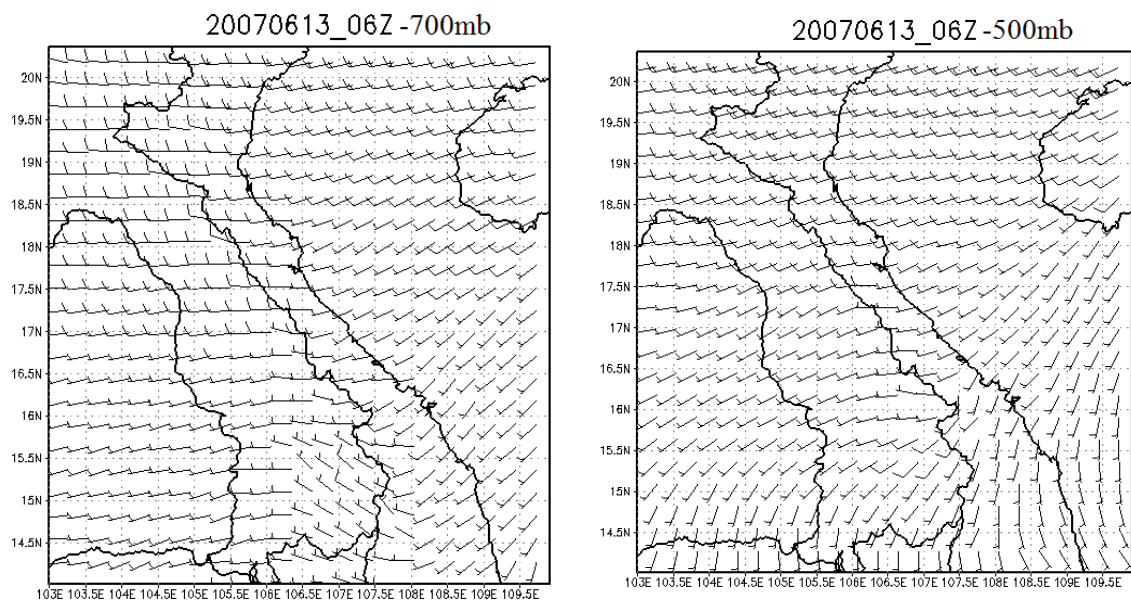
Hình 4.25. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 11/6/2007 giai đoạn sau cơn



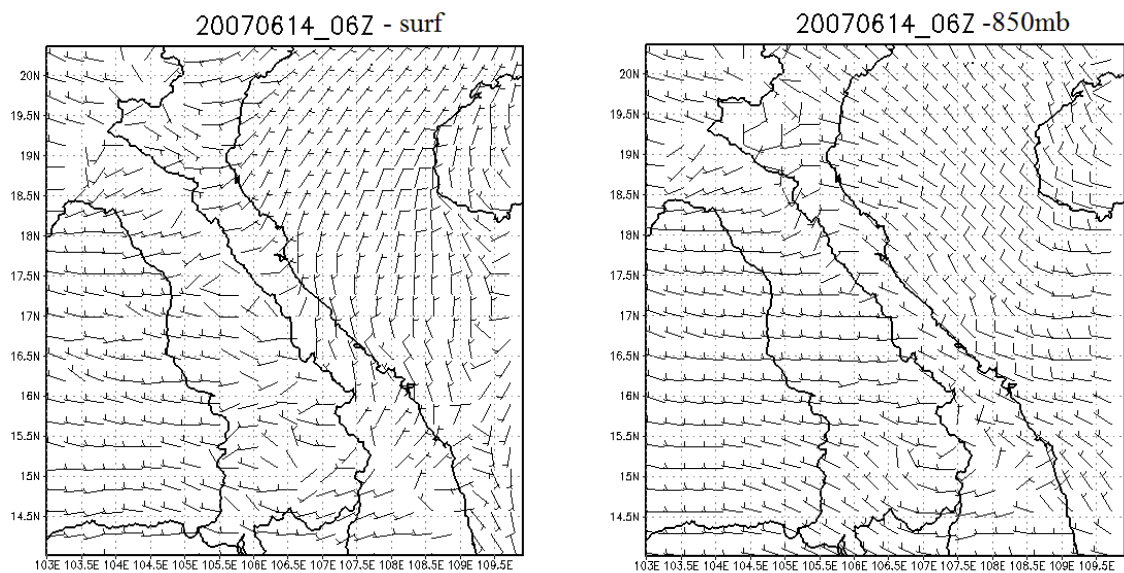


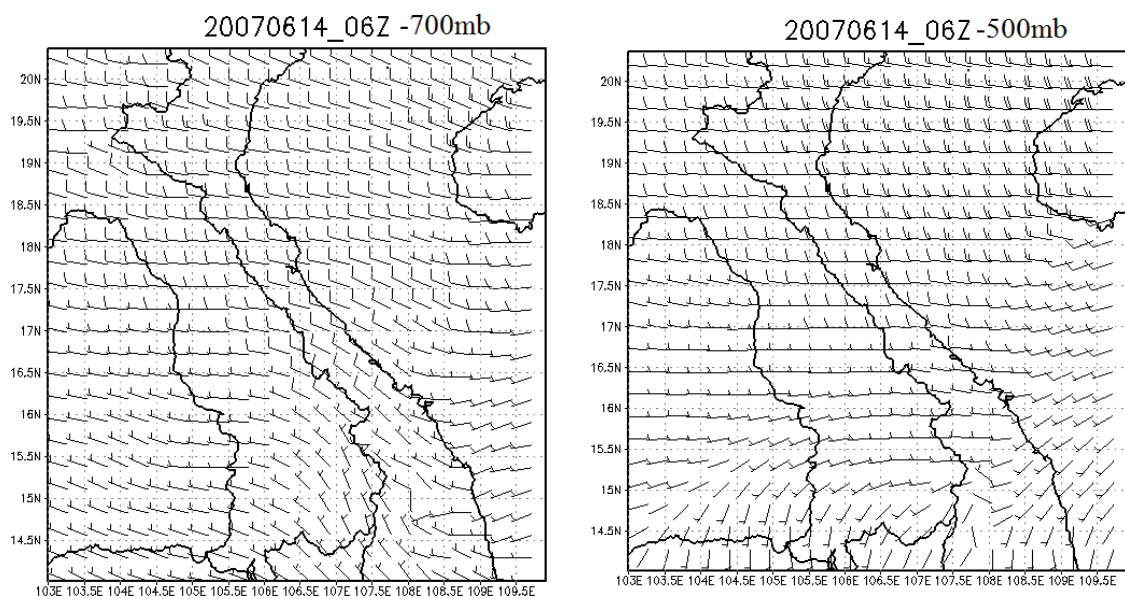
Hình 4.26. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 12/6/2007 giai đoạn sau cơn





Hình 4.27. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 13/6/2007 giai đoạn sau cơn

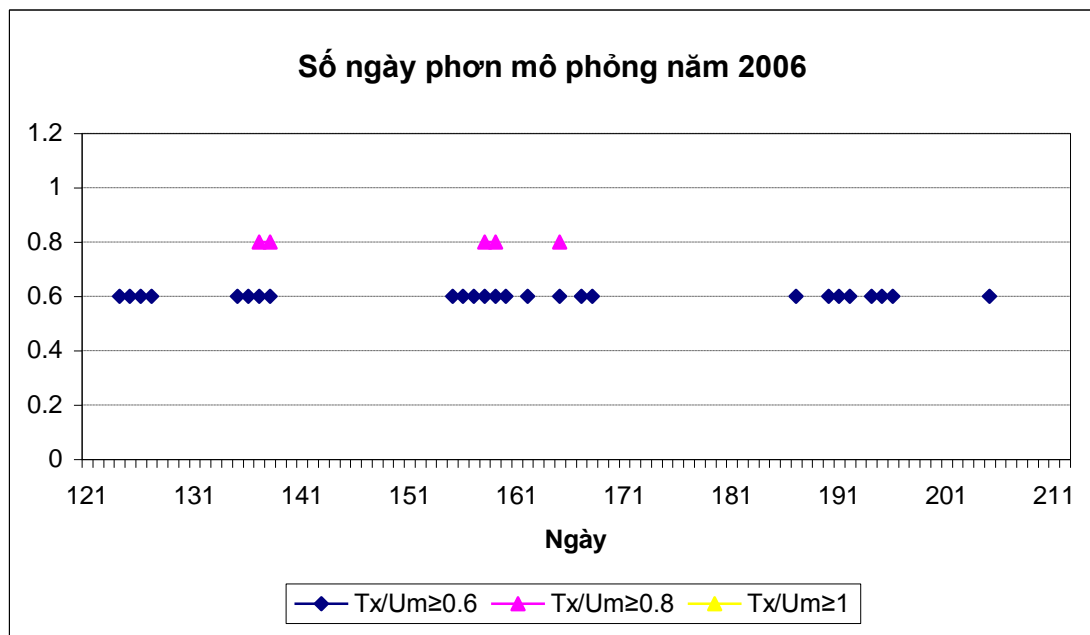




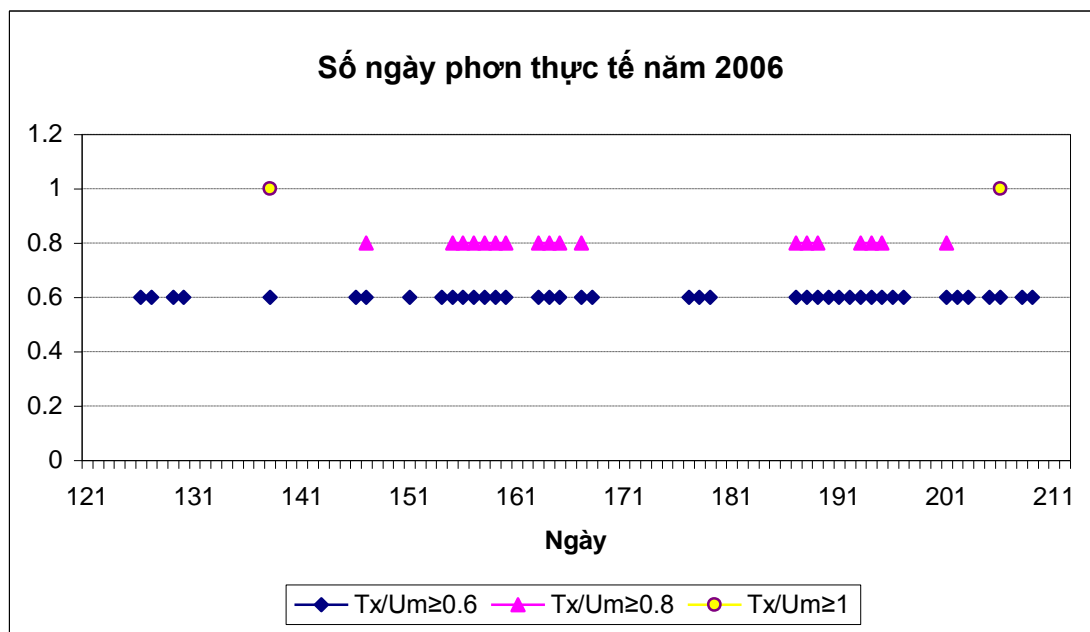
Hình 4.28. Hoàn lưu mô phỏng gió mực bề mặt, 850mb, 700mb, 500mb ngày 14/6/2007 giai đoạn sau cơn

Trong thời kỳ sau cơn, ở bề mặt, hoàn lưu gió ở khu vực Bắc Trung Bộ không còn là gió tây nam nữa mà đã chuyển thành gió đông bắc hoặc gió tây yếu. Tại mực trên cao 850 mb, khu vực Bắc Trung Bộ chịu ảnh hưởng của hoàn lưu gió chủ yếu là gió tây bắc khiến cho độ ẩm ở đây không còn thấp và nhiệt độ cũng không còn cao như trong thời kỳ cơn nữa thể hiện rõ trong trường T_{\max}/U_{\min} . Ở các mực 750 mb và 500 mb hoàn lưu gió khu vực Bắc Trung Bộ đa phần là gió tây. Gió ở các mực này không còn chịu tác động của địa hình nên tốc độ gió và hướng gió gần như không đổi trên khu vực Bắc Trung Bộ.

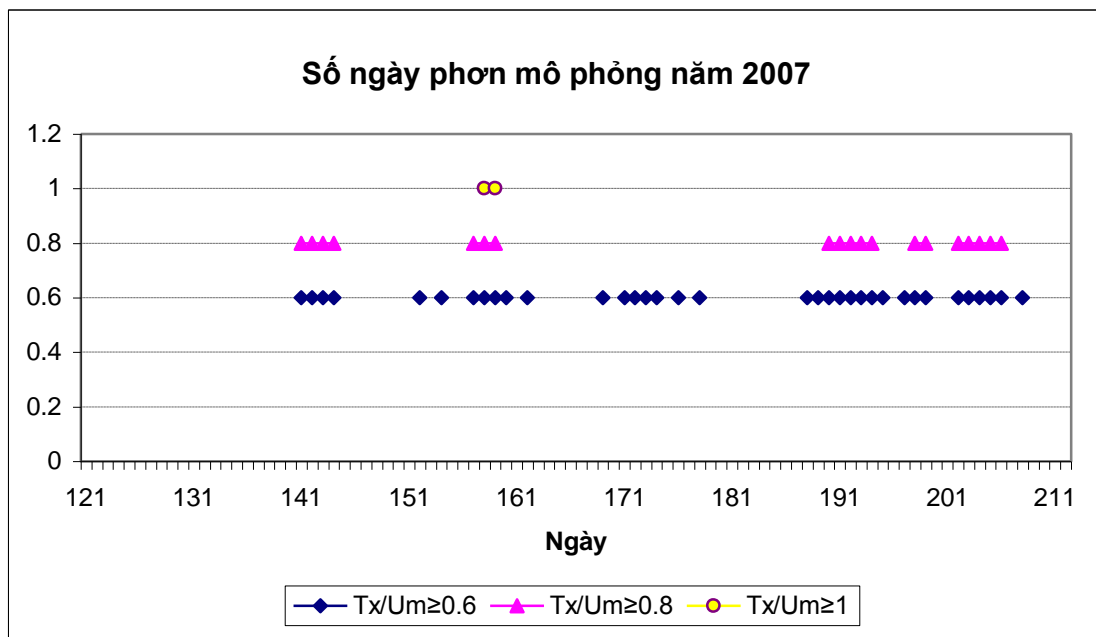
4.2. Thử nghiệm mô phỏng với chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min}



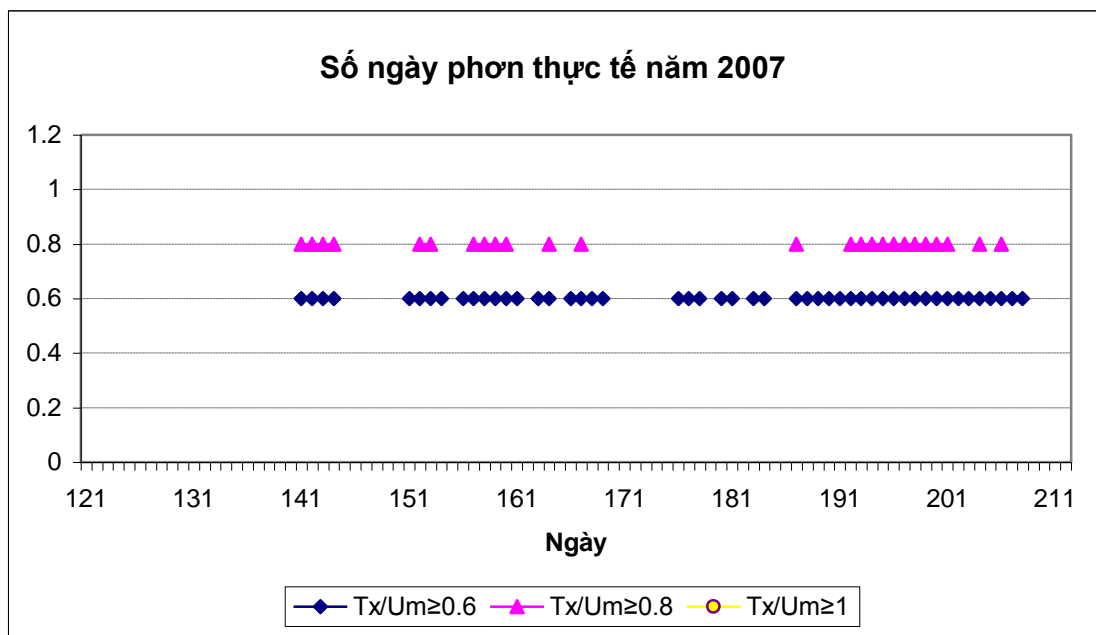
Hình 4.29. Kết quả mô phỏng ngày phơn theo chỉ tiêu T_{max}/U_{min} mùa phơn 2006 bằng mô hình WRFARW (trạm Vinh)



Hình 4.30. Kết quả quan trắc ngày phơn theo chỉ tiêu T_{max}/U_{min} mùa phơn 2006 (trạm Vinh)



Hình 4.31. Kết quả mô phỏng ngày phơn theo chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} mùa phơn 2007 bằng mô hình WRFARW (trạm Vinh)



Hình 4.32. Kết quả quan trắc ngày phơn theo chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} mùa phơn 2007 (trạm Vinh)

Từ các hình 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, ta có thể thấy trong 3 chỉ tiêu $T_{\max}/U_{\min} \geq 0.6$, $T_{\max}/U_{\min} \geq 0.8$ và $T_{\max}/U_{\min} \geq 1$ thì chỉ tiêu $T_{\max}/U_{\min} \geq 0.6$ cho kết quả mô

phỏng phon gần sát với quan trắc thực tế có phon nhất với xác suất chính xác tương đối cao gần 70% (mùa phon năm 2006 mô phỏng chính xác 26/41 ngày có phon, mùa phon năm 2007 mô phỏng chính xác 35/49 ngày có phon)

KẾT LUẬN

Sự ấm lên toàn cầu đang diễn ra, trong khoảng 50 năm gần đây tốc độ tăng nhiệt độ là $0,13^{\circ}\text{C} \pm 0,03^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$, trong khuôn khổ nghiên cứu của luận văn chưa thể kết luận một cách chính xác liệu biến đổi khí hậu có tác động tới các đặc trưng phon hay không, nhưng rõ ràng trong những năm gần đây hiện tượng phon và cường độ phon ngày càng có những dấu hiệu lạ hơn. Phon khu vực Bắc Trung Bộ có biến đổi, rõ ràng đối với một loạt các đặc trưng như: ngày bắt đầu, ngày kết thúc, độ kéo dài, số nhịp, cường độ, số ngày có, trung bình độ dài phon. Với những tính toán ban đầu đối với một số đặc trưng nêu trên trong giai đoạn 1961 - 2012, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Thời điểm bắt đầu phon ngày càng muộn hơn, thời điểm kết thúc phon ngày càng muộn hơn, mùa phon ngày càng dài. Nói cách khác, xu thế ngày bắt đầu phon tăng, ngày kết thúc phon tăng, xu thế thời gian kéo dài mùa phon tăng. Mức độ tăng ngày kết thúc phon nhanh gần hai lần mức độ tăng ngày bắt đầu.
- Số ngày có phon ngày càng tăng, trung bình mùa độ dài đợt phon tăng.
- Có vẻ như tính liên tục của phon khu vực Hương Khê, Hà Tĩnh rất bất thường trong những năm gần đây. Xu thế tăng, giảm số nhịp phon không thật rõ ràng trong cả giai đoạn.
- Cường độ phon yếu, trung bình và mạnh tăng, trong khi xu thế cường độ nói chung không đổi. Có thể nói cường độ phon ngày càng cực đoan hơn.
- Trước các năm không có phon 1992, 2002 và 2004 ở trạm Hương Khê đều có hoạt động tích cực của núi lửa quanh khu vực, có thể là một gợi ý rất quan trọng lý giải cho sự bất thường biến mất phon này.

Nghiên cứu các chỉ số phon và nắng nóng ta còn thấy được mối quan hệ mật thiết giữa hiện tượng phon và nắng nóng. Cũng như phon nắng nóng càng ngày càng cực đoan hơn trước.

Mô phỏng chỉ tiêu phơn trên cơ sở trường T_{\max}/U_{\min} cho kết quả tốt hơn đáng kể so với trên cơ sở các trường khí áp, trường độ ẩm, trường nhiệt độ và trường gió.

Lần đầu tiên tác giả đã đưa ra được một chỉ tiêu để mô phỏng hiện tượng phơn.

Trong các chỉ tiêu T_{\max}/U_{\min} với các ngưỡng ≥ 0.6 , ≥ 0.8 và ≥ 1 thì chỉ tiêu $T_{\max}/U_{\min} \geq 0.6$ cho kết quả mô phỏng hiện tượng tương đối chính xác sát với thực tế nhất (xác suất phát hiện chính xác các ngày có hiện tượng phơn là gần 70% khi sử dụng số liệu tái phân tích của mô hình WRFARW).

Nghiên cứu các đặc trưng phơn này cho khu vực Bắc Trung Bộ Việt Nam mới chỉ là bước đầu cho những nghiên cứu tiếp theo. Xu thế biến đổi mới chỉ xét theo hồi quy tuyến tính. Để có thể có cái nhìn toàn diện hơn, các nghiên cứu cần phải có sự kiểm nghiệm chặt chẽ. Đồng thời cũng phải có các nghiên cứu nhằm làm sáng tỏ nguyên nhân và cơ chế gây nên biến đổi phơn. Ngoài ra, tác giả đề xuất kiến nghị nên có những nghiên cứu thử nghiệm khảo sát các miền tính khác nhau hoặc so sánh các sơ đồ lớp biên khác nhau với mô hình WRF để kiểm nghiệm và đánh giá được nhiều bộ chỉ tiêu mô phỏng chính xác hiện tượng phơn hơn nữa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Nguyễn Đức Ngữ , Nguyễn Trọng Hiệu (2004). Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam. *NXB KHBKT*.
2. Phạm Ngọc Hồ, Hoàng Xuân Cơ (1991). Giáo trình Khí tượng cơ sở - Tập 1, 2, 3. *NXB KHVKT*.
3. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc (1993). Khí hậu Việt Nam. *NXB KHVKT*.
4. Phan Văn Tân (2003). Các phương pháp thống kê trong khí hậu . *NXB ĐHQGHN*.
5. Phan Văn Tân (2003). Khí hậu học và khí hậu Việt Nam. *NXB ĐHQGHN*.
6. Vũ Tự Lập. Địa lý tự nhiên Việt Nam. *NXB GD*.
7. Trung tâm Khí tượng tỉnh Hà Tĩnh. Đặc điểm khí hậu tỉnh Hà Tĩnh.
8. Trung tâm Khí tượng tỉnh Nghệ An. Đặc điểm khí hậu tỉnh Nghệ An.
9. Trung tâm Khí tượng tỉnh Quảng Bình. Đặc điểm khí hậu tỉnh Quảng Bình.

Tiếng Anh

10. Werner Alpers (2011). Investigation of Bora and Foehn winds over the Black Sea using Envisat synthetic aperture radar images.
11. Susanne Drechsel and Georg J. Mayr (2007). Objective Forecasting of Foehn Winds for a Subgrid-Scale Alpine Valley.
12. David M. Gaffind (2002). Unexpected Warming Induced by Foehn Winds in the Lee of the Smoky Mountains.
13. David M. Gaffin (2006). Foehn Winds That Produced Large Temperature Differences near the Southern Appalachian Mountains

14. David M. Gaffin. On High Winds and Foehn Warming associated with Mountain-Wave Events in the Western Foothills of the Southern Appalachian Mountains.
15. Alexander Gohm. MAPping Foehn Winds in the Austrian Alps.
16. P. Hächler. Strong foehn as a type of severe weather.
17. O. H. Hoover. Effects of chinook (foehn) winds on snow cover and runoff.
18. M.K. MacDonald, R.L.H. Essery and J.W. Pomeroy. Effects of Chinook winds (foehn) on snow cover in western Canada.
19. Jason Sharples (2010). Foehn winds and Fire danger anomalies over S.E.AUSTRALIA.
20. Colin Simpson. Numerical Modeling of Wildland Fire Behaviour under Foehn Winds in New Zealand.
21. Daniel F. Steinhoff, David H. Bromwich, Johanna C. Speirs, Hamish A. McGowan and Andrew J. Monaghan. Foehn winds in the MCMURDO DRY VALLEYS of ANTARCTICA.
22. P. Videnov, A. Tzenkova, A. Gamanov. Some results from atmospheric sounding in cases with foehn in Sofia Valley.

PHỤ LỤC

Số liệu quan trắc Tmax, Umin tại các trạm Vinh, Tương Dương, Kỳ Anh, Hương Khê, Tuyên Hóa, Đồng Hới giai đoạn 1961-2012 (những năm 0 là những năm thiếu số liệu)

		1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Trạm Vinh	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Tương Dương	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Kỳ Anh	Tmax	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	0	0	0	x	x	x	x	0	x	x
Trạm Hương Khê	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	0	x	x	x	x	0
Trạm Tuyên Hóa	Tmax	x	x	x	x	x	0	0	0	x	x
	Umin	x	0	x	0	x	0	0	0	0	0
Trạm Đồng Hới	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x

		1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Trạm Vinh	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Tương Dương	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	0	0	x	x
Trạm Kỳ Anh	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	0	x	x	x	x	0	x	x
Trạm Hương Khê	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x
Trạm Tuyên Hóa	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	0	x	x	x	x	0	x	x
Trạm Đồng Hới	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Trạm Vinh	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Tương Dương	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Kỳ Anh	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trạm Hương Khê	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Tuyên Hóa	Tmax	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x
	Umin	x	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Trạm Đồng Hới	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	0	0	0	0	0	0	x

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Trạm Vinh	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Tương Dương	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Kỳ Anh	Tmax	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Hương Khê	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Tuyên Hóa	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Đồng Hới	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Trạm Vinh	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Tương Dương	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Kỳ Anh	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x
Trạm Hương Khê	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Tuyên Hóa	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trạm Đồng Hới	Tmax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Umin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

		2011	2012
Trạm Vinh	Tmax	x	x
	Umin	x	x
Trạm Tương Dương	Tmax	x	x
	Umin	x	x
Trạm Kỳ Anh	Tmax	x	x
	Umin	x	x
Trạm Hương Khê	Tmax	x	x
	Umin	x	x
Trạm Tuyên Hóa	Tmax	x	x
	Umin	x	x
Trạm Đồng Hới	Tmax	x	x
	Umin	x	x