XEM XÉT KHẢ NĂNG DỰ BÁO HÌNH THẾ NHIỆT ĐỘ MÙA ĐÔNG CỦA MỘT SỐ MÔ HÌNH TOÀN CẦU

ThS. **Tạ Hữu Chỉnh**, TS. **Lương Tuấn Minh**, CN. **Nguyễn Thị Diễm Hương**
Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương

Bài viết đánh giá kỹ năng dự báo hình thế nhiệt độ mùa đông của một số mô hình toàn cầu. Phương pháp sử dụng là phép phân tích quay thành phần chính (REOF). Kết quả phân tích cho thấy, phổ biến các mô hình đều diễn tả được xu thế tăng, giảm nhiệt độ trên qui mô lớn, đặc biệt vào những năm có cực trị điển hình như năm lạnh (1983) và năm ấm (1997). Thông qua kết quả phân tích, bài viết nhằm cung cấp thông tin về khả năng dự báo xu thế qui mô lớn của lớp các mô hình toàn cầu này.

1. Mở đầu

Kết quả dự báo khí hậu thời hạn mùa đóng góp nhiều vào việc xây dựng chính sách kinh tế - xã hội dài hạn. Do vậy, dự báo trước được diễn biến khí hậu trong giới hạn từ vài tháng đến dưới một năm là cần thiết cho cộng đồng sử dụng. Trong những thập niên gần đây để nâng cấp kết quả dự báo khí hậu, thế giới hướng tới sử dụng các mô hình dự báo số nhằm khắc phục những nhược điểm của phương pháp thống kê. Kết quả cũng đã thu được nhiều thành công hơn so với sử dụng phương pháp truyền thống. Tuy nhiên, việc ứng dụng những mô hình động lực hiện đại này sao cho phát huy được tính hiệu quả trên những khu vực địa lý của từng đất nước khác nhau vẫn còn rất phức tạp. Có những cách tiếp cận nhằm khai thác thông tin từ mô hình toàn cầu như: 1 - sử dụng phương pháp thống kê để chuyển thông tin về qui mô nhỏ hơn (qui mô địa phương); 2 - sử dụng mô hình khu vực chạy lồng trong mô hình toàn cầu. Để làm tốt việc này thì đầu tiên cần trả lời là khả năng dự báo qui mô lớn của các mô hình toàn cầu này bằng bao nhiêu?

Do vậy, nghiên cứu này nhằm vào việc xem xét kỹ năng dự báo của một số mô hình khí hậu toàn cầu. Nguồn cung cấp số liệu nhận được từ trung tâm khí hậu châu Á - APCC (APEC climate center). Bài viết trước hết muốn cho thấy một cái nhìn tổng thể về kỹ năng dự báo qui mô lớn trường nhiệt độ của các mô hình này. Cái nhìn tổng thể ở đây sẽ biểu hiện bằng các biến động không gian và thời gian nằm trong chuỗi các tín hiệu khí hậu nhận được bởi phép phân tích quay thành phần chính (REOF). Phương pháp này được sử dụng thay cho phân tích thành phần chính (PCA) nhằm mục đích biểu diễn tốt hơn bản chất vật lý của quá trình thực. Biến động trong không gian của tín hiệu khí hậu được biểu diễn thông qua hệ véc tơ riêng, biến đổi thời gian của các tín hiệu này được biểu thị bằng hệ số thời gian tương ứng.

Trong mục 2 bài viết giới thiệu về phương pháp REOF, số liệu và thí nghiệm. Mục 3 trình bày về một số kết quả đánh giá thông qua các tín hiệu nhận được từ phép lọc REOF. Mục 4 trình bày một số kết luận nhận được sau phân tích.

2. Phương pháp và số liệu

2.1. Phương pháp quay thành phần chính (REOF)

Phân tích thành phần chính (PCA) cho phép lọc ra các tín hiệu khí hậu cơ bản và các nhiễu từ trường nền. Từ các tín hiệu này, chúng ta có thể hiểu rõ hơn về cấu trúc cũng như đặc trưng của bộ số liệu nghiên cứu. Đặc điểm của hệ véc tơ riêng sau khi phân tích là trực giao từng cặp, mục đích độc lập hóa vai trò của từng tín hiệu nhận được. Tuy nhiên, việc cố gắng khai triển các tín hiệu này thành các quá trình độc lập có thể dẫn tới hệ véc tơ riêng tạo ra mô tả sai lệch bản chất vật lý của quá trình thực. Vì trong thực tế sự độc lập của các quá trình này chỉ có ý nghĩa tương đối. Bên cạnh đó, việc khai triển này được thực hiện với giả định về diễn biến của các quá trình trong đó là tuyến tính. Do vậy, trong nhiều trường hợp phép phân tích này bộc lộ nhược điểm.

Khác với phân tích EOF, hệ véc tơ riêng của phân tích REOF không hoàn toàn trực giao nhau. Nói cách khác, việc khai triển hệ véc tơ riêng trong RE-OFkhông ưu tiên theo cách cố gắng khai triển trực giao mà sẽ điều chỉnh hệ trục véc tơ riêng này sao cho đảm bảo mô tả sát hơn tính vật lý của các quá trình. Do vậy, phép phân tích REOF được hy vọng có thể tách và ít làm biến đổi bản chất vật lý của các tín hiệu khí hậu thực. Về cơ bản, phương trình khai triển của REOF vẫn giống với EOF và có dạng như sau:

$$F(x,t) = E_1(x).A_1(t) + E_2(x).A_2(t) + ... + E_n(x).A_n(t) \quad (1)$$

Trong đó F(x,t) là trường số liệu đầy đủ, E(x) là các hệ véc tơ riêng, A(t) là các hệ số thời gian. Chi tiết hơn về phương pháp tham khảo tại (Allen, 1996; Silvia, 2001).

Người đọc phản biện: PGS. TS. **Huỳnh Phú**

2.2. Mô tả thí nghiệm và số liệu

Bảng 1. Số liệu mô hình và tái phân tích

Số liệu	Thời kỳ (1982-2002)
JRA (tái phân tích)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
COLA (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
CWB (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
GDAPS_F (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
HMC (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
IRI (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
IRIF (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
MGO (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
NCEP (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)
POAMA (dự báo của mô hình)	Nhiệt độ bề mặt trung bình mùa đông (tháng 12, 1, 2)

Đánh giá khả năng dự báo hình thế nhiệt độ trung bình mùa dựa trên phép lọc khí hậu REOF, số liệu nhiệt độ mực 2 mét trung bình của số liệu tái phân tích (JRA) và 9 mô hình được lấy trung bình hóa trong 3 tháng mùa chính đông (tháng 12, 1 và 2) của thời kỳ 21 năm 1982-2002. Sau đó thực hiện phân tích REOF, so sánh giữa các mode không - thời gian nhận được từ các mô hình và tái phân tích (quan trắc).

3. Kết quả và bàn luận

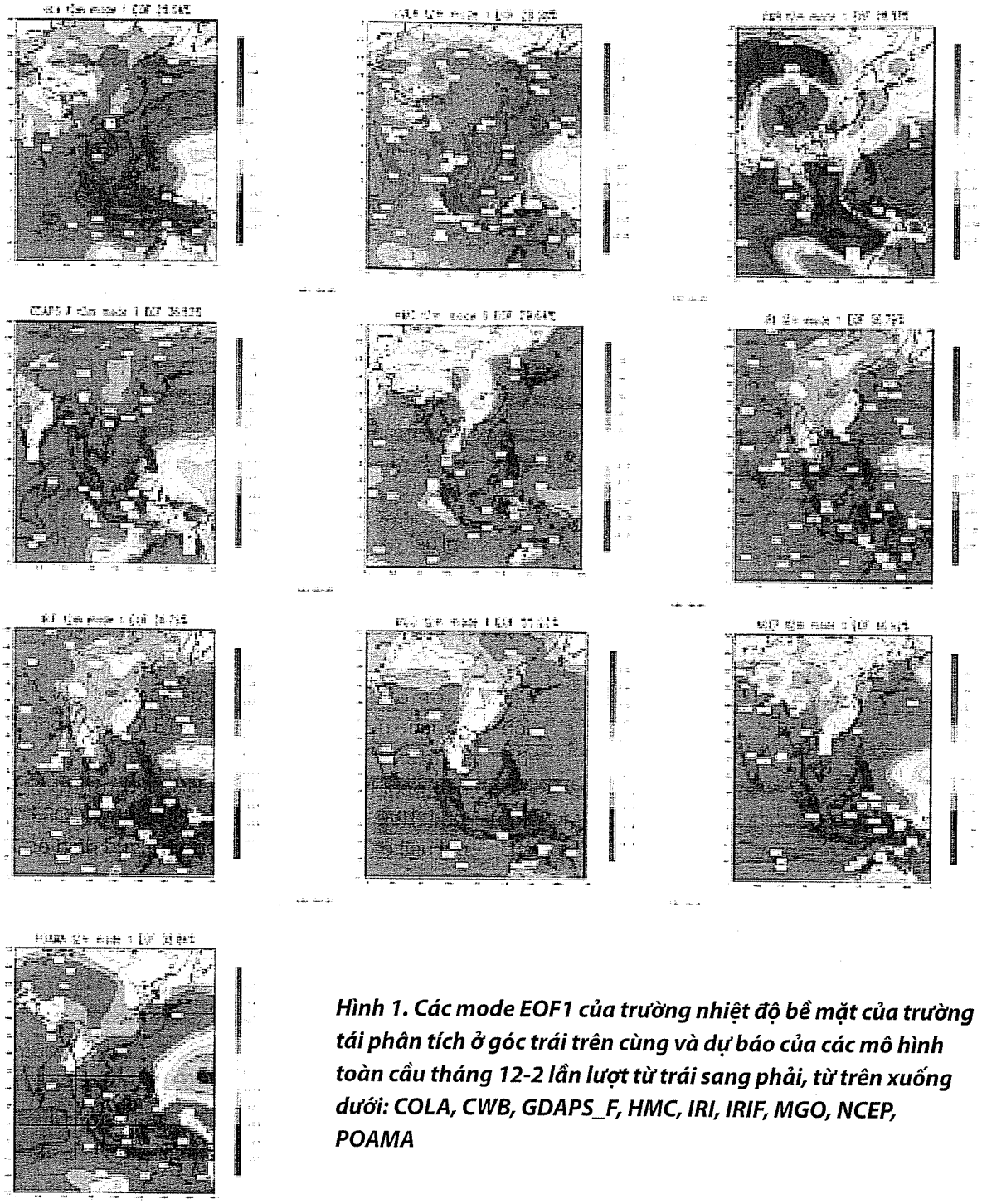
Trước hết, để xem xét theo tín hiệu các thành phần REOF chúng ta cần hiểu một nguyên tắc như sau. Nếu như hai trường số liệu là hoàn toàn giống nhau thì các tín hiệu nhận được từ phép phân tích sẽ hoàn toàn giống nhau. Do vậy, nếu như kết quả dự báo nhận được từ mô hình càng gần số liệu phân tích thực tế thì các tín hiệu phân tích nhận được giữa dự báo của mô hình và trường tái phân tích sẽ càng tiến gần đến nhau. Bên cạnh đó, chúng ta chưa có điều kiện để phân tích tất cả tổ hợp N thành phần của hệ thống tín hiệu. Vì thế, trong bài viết này chủ yếu tập trung phân tích tín hiệu đầu tiên (tín hiệu chiếm lượng thông tin lớn nhất) và nếu như tín hiệu đầu tiên của mô hình mà gần giống thể hiện được xu thế đồng dạng (cả không gian và thời gian) thì có thể xem như mô hình đó dự báo được quá trình vật lý gần thực. Như đã trình bày ở phần mở đầu, mục đích của bài viết là đưa ra cái nhìn tổng thể về kỹ năng dự báo qui mô lớn hình thế nhiệt độ của các mô hình toàn cầu nên sẽ không đi sâu chi tiết, mà chủ yếu chỉ mô tả thông qua tín hiệu đầu tiên của các thành phần chính.

Tiếp theo, cần xem xét những năm tiêu biểu cho biến đổi về nền nhiệt độ trung bình mùa trên một qui mô lớn. Ví dụ như toàn bộ khu vực Châu Á, Đông Á,...ấm lên hoặc lạnh đi rõ rệt so với giá trị trung bình khí hậu. Những hiện tượng điển hình như vậy, có thể liên quan đến những dao động khí hậu nội mùa, ngoại mùa có chu kỳ từ vài tháng đến hàng năm như: MJO (Madden Julian Oscilation), ENSO (Elnino South Oscilation Index), QBO (Quasi-biennial oscilation). Do vậy, việc xem xét khả năng dự báo của mô hình trên các tín hiệu khí hậu phần nào giúp ta có thể liên lạc với những dao động khí hậu mùa như đã trình bày ở trên. Bảng dưới đây sẽ liệt kê ra những năm có mức biến đổi nhiệt độ tiêu biểu trong mùa chính đông (tháng 12, 1, 2).

Bảng 2. Một số năm biểu hiện về nhiệt độ

Năm lạnh	1983	1985	1995	1999			
Năm ấm	1987	1989	1997	1998	2000	2001	2002

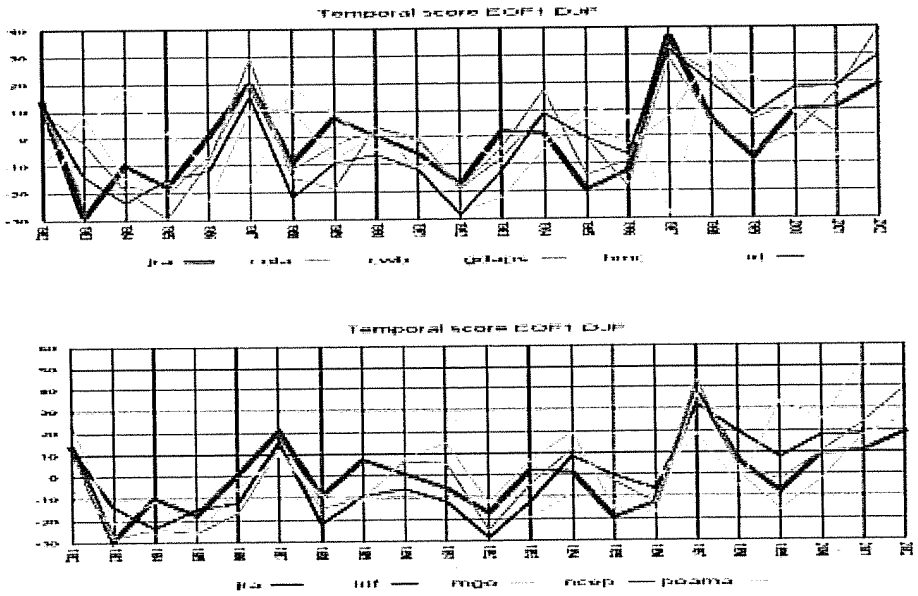
Bảng 2 cho thấy, trong suốt quãng thời gian 21 năm (1982-2002), các năm lạnh chỉ có khoảng 4 năm, trong khi các năm ấm có khoảng 7 năm. Điều này góp phần cho thấy xu thế ấm lên trong những thập kỷ gần đây. Kết quả dưới đây đánh giá khả năng dự báo của một số mô hình toàn cầu về các năm này.



Hình 1. Các mode EOF1 của trường nhiệt độ bề mặt của trường tái phân tích ở góc trái trên cùng và dự báo của các mô hình toàn cầu tháng 12-2 lần lượt từ trái sang phải, từ trên xuống dưới: COLA, CWB, GDAPS_F, HMC, IRI, IRIF, MGO, NCEP, POAMA

Kết quả dẫn ra từ hình 1 cho thấy với tái phân tích JRA phổ biến trên toàn miền xem xét đều thể hiện giá trị dương, khu vực có trị số dương lớn nhất (lớn hơn 0.05) nằm ở phần phía nam Việt Nam chạy xuống đến quần đảo Malaysia và Indonesia. Có một phần nhỏ ở vùng biển phía đông Philippines và phần phía bắc của lục địa Ấn Độ thể hiện dao động âm. Các trung tâm có trị số dao động ngược nhau này có ý nghĩa như sau: Giả sử mode 1 chi phối 100% thông tin trường ban đầu, khi đó nếu nền nhiệt độ tại khu vực có giá trị dương của mode1 EOF biểu hiện xu thế tăng trong khi đó nền nhiệt độ tại khu vực có giá trị âm của mode 1 EOF biểu thị xu thế giảm và ngược lại.

Xu thế phổ biến nhận được từ các mô hình đều cho dao động dương trên hầu hết miền xem xét. Gần giống nhất với hình thế không gian (EOF) của tái phân tích (JRA) có mô hình COLA (28%), GDAPS_F (36%) và POAMA (38%); tiếp theo là các mô hình HMC (29%), IRI (36%), IRIF (36%), MGO (55%), NCEP (46%). So sánh về thông tin chi phối trong mode không gian EOF1 của trường tái phân tích JRA (chiếm 28% thông tin trường ban đầu) thì chỉ có mô hình COLA (xấp xỉ 28%) và HMC (chiếm 29%) là phù hợp nhất, trong khi các mô hình khác đều cho giá trị vượt trội (từ 36% đến 55%). Trong toàn bộ 9 mô hình này, riêng mô hình CWB hiển thị dao động trái ngược lại với tái phân tích JRA cũng như các mô hình khác. Những khu vực mà trường tái phân tích JRA thể hiện dao động dương thì bị thay thế bởi dao động âm trong mode EOF1 của CWB. Cụ thể, toàn bộ khu vực Việt nam chạy về phía nam xuống đến quần đảo Maylaysia và Indonesia là dao động âm. Toàn bộ Philippines và phần biển Thái Bình Dương, phần phía bắc của lục địa Ấn Độ bị thay thế bằng dao động dương. Không chỉ thay đổi về chiều dao động (giá trị dương và âm) mà hình thế dao động cũng thay đổi. Với tái phân tích (JRA) và các mô hình khác tỷ lệ dao động dương chiếm ưu thế hơn nhiều so với dao động âm, nhưng đối với mô hình CWB thì tỷ lệ này có xu hướng gần cân bằng nhau.



Hình 2. Hệ số thời gian mode 1 của trường nhiệt độ bề mặt tái phân tích và dự báo của các mô hình toàn cầu tháng 12, 1, 2; trục tung biểu diễn trị số của hệ số thời gian (không thứ nguyên), trục hoành là năm

Tiếp theo, bàn luận về diễn biến của các trung tâm dao động này trong vòng khoảng 21 năm (1982-2002). Hình 2 dẫn ra hệ số thời gian của mode 1 trường tái phân tích (JRA) và 9 mô hình dự báo. Diễn biến thời gian của trường tái phân tích (JRA) cho xu thế tăng dần trong suốt giai đoạn xem xét, trong đó có một số năm tiêu biểu có trị số hệ số thời gian nhỏ cần quan tâm như năm lạnh: 1983 (-30), 1985 (-20), 1988 (-10), 1995 (-20), 1999 (-10). Trong đó có thể nói điển hình nhất là năm 1983 là một năm lạnh nhất trong gian đoạn này. Pha dương có một số năm tiêu biểu như: 1987 (+20), 1989 (+10), 1997 (+37), 1998 (+8), 2000 (+10), 2001 (+10), 2002 (+20). Trong đó điển hình nhất có năm 1997 (+37) – đây là một năm tiêu biểu cho sự tăng nhiệt độ mạnh mẽ trên một miền rộng lớn.

So sánh với tái phân tích (JRA), hệ số thời gian của các mô hình phổ biến đều cho thấy một xu thế gần đồng dạng với quan trắc. Cụ thể, trong những năm lạnh tiêu biểu như năm 1983 có một số mô hình bắt được cực trị này: COLA, IRI, IRIF, MGO, NCEP, POAMA (6/9); mô hình GDAPS_F cho xu thế trung gian; Mô hình CWB cho xu thế ngược lại (hệ số thời gian dương) tuy nhiên hình thế không gian EOF1

của CWB cũng có xu thế đối nghịch với tái phân tích (JRA) nên có thể xem là CWB vẫn bắt được năm cực trị này. Riêng mô hình HMC cho xu thế thời gian trái ngược lại, trong khi hình thế không gian EOF đồng thuận với tái phân tích (JRA) nên có thể coi HMC đã không bắt được cực trị này. Như vậy, với cực trị điển hình như năm 1983 phổ biến các mô hình đều bắt được ngoại trừ mô hình HMC.

Xem xét một số năm khác có giá trị nhiệt độ thấp hơn trung bình nhiều năm nhưng không điển hình như: 1985, 1995 và 1999. Với năm 1985, có thể thấy rằng phổ biến các mô hình đều cho xu thế ăn khớp với xu thế của tái phân tích (JRA) trừ mô hình CWB, tuy nhiên như đã phân tích ở trên dao động không gian của CWB trái ngược với tái phân tích (JRA). Với năm 1995 và 1999 thì số lượng các mô hình không có hệ số thời gian nhận giá trị âm tăng lên, cụ thể năm 1995 có 4/9 mô hình có hệ số thời gian nhận giá trị âm (đồng thuận với tái phân tích), năm 1999 chỉ có 3/9 mô hình đồng thuận. Trong cả hai trường hợp năm 1995 và 1999 mô hình CWB đều cho xu thế hệ số thời gian ngược lại nên có thể xem là đồng thuận.

Xem xét những năm ấm có giá trị nhiệt độ trung bình cao hơn so với giá trị khí hậu như trên bảng 2. Điển hình có 2 năm là 1987 và 1997 là 2 năm tương đối ấm, trong đó cực đại là năm 1997, bên cạnh đó có 3 năm 2000, 2001 và 2002 thể hiện xu thế ấm dần. Trong các trường hợp cực trị nhiệt độ theo chiều dương (ấm) này các mô hình đều cho thấy xu thế đồng thuận với tái phân tích (JRA), trong đó điển hình là 2 năm ấm 1987 và 1997, các mô hình đều cho thấy xu thế bám rất sát đến trị số của trường tái phân tích (JRA), ngoại trừ mô hình CWB cho biên độ dao động lớn trái chiều.

4. Kết luận

Thông qua phân tích một số kết quả nhận được, cho phép dẫn ra một số những kết luận như sau:

+ Phổ biến các mô hình có thể dự báo được xu thế thăng, giáng nhiệt độ mùa, thậm chí cả các cực trị như năm 1983 (lạnh) và 1997 (ấm). Riêng mô hình CWB cho thấy tỷ lệ các trung tâm có trị số dương và âm gần ngang bằng nhau, trong khi điều này không tồn tại trên số liệu tái phân tích. Nhưng điều này không có nghĩa là CWB không dự báo được những thời kỳ ấm lên hay lạnh đi vào những năm điển hình.

+ Thông qua một thành phần tín hiệu ban đầu của trường REOF chưa cho phép khẳng định hoàn toàn là mô hình nào là tốt hơn mô hình nào. Nghiên cứu này chỉ mong muốn đưa ra một bức tranh chung về khả năng dự báo, mô tả diễn biến của nhiệt độ mùa đông trong 21 năm. Để có thể kết luận đầy đủ hơn, cần đi sâu và kết hợp thêm nhiều thông tin khác.

Tài liệu tham khảo

1. Allen, M. R., et all (1996): Distinguishing modulated oscilations from coloured noise in multivariate datasets Clim. Dyn. 12 (11), 775-784.

2. Wang, Bin, Renguang Wu, K-M. Lau, 2001: Interannual Variability of the Asian Summer Monsoon: Contrasts between the Indian and the Western North Pacific–East Asian Monsoons. J. Climate, 14, 4073–4090

3. Silvia, A.V. (2001): "Statistical method for signal detection in climate", Danish center for earth system science (DCESS), Niels Bohr institute for astronomy, physics and geophysics, University of Copenhagen, Denmark, page. 8-21.