VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, Vol. 35, No. 3 (2019) 49-60

VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences

Journal homepage: https://js.vnu.edu.vn/EES

Original Article

Implementation of Tropical Cyclone Detection Scheme to CCAM Model for Seasonal Tropical Cyclone Prediction over the Vietnam East Sea

Pham Thanh Ha[1], Hoang Danh Huy[1], Pham Quang Nam[1], Jack Katzfey[2], John McGregor[2], Nguyen Kim Chi[2], Tran Quang Duc[1], Nguyen Manh Linh[3], Phan Van Tan[1,*]

[1]*VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

[2]*CSIRO, Australia, 107-121 Station St, Aspendale VIC 3195, Australia*

[3]*National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting, Vietnam Meteorological Hydrological Administration, 62 Nguyen Chi Thanh, Hanoi, Vietnam*

Received 18 April 2019
Revised 06 June 2019; Accepted 17 July 2019

Abstract: This study has selected a vortex tracking algorithm scheme for simulating the activity of tropical cyclone in the Vietnam East Sea by CCAM model. The results show that the CCAM model is able to simulate well the large scale in each month through a reasonable description of the movement rules of the tropical cyclone in the study area. Then, this vortex tracking algorithm scheme was applied to test the seasonal forecast with the outputs of the CCAM model with a resolution of 20km for September 2018 and October 2018. The obtaining results are forecasted quite closely in terms of both quantity and high potential occurrence areas of the tropical cyclone when compared with reality. In particular, for October 2018, although the activity area of the tropical cyclone - YUTU is significantly different from the multi-year average activity position, the seasonal forecast results are obtained from the 120 members of the CCAM model captured this difference. This suggests that it is possible to apply the CCAM model in combination with the selected vortex tracking algorithm scheme for the seasonal forecast of the tropical cyclone over the Vietnam East Sea region in the future.

Keywords: Vortex tracking algorithm scheme, Tropical storm, Tropical cyclone, The Vietnam East Sea.

* Corresponding author.
E-mail address: phanvantan@hus.edu.vn

https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4384

VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences

Journal homepage: https://js.vnu.edu.vn/EES

Thử nghiệm sơ đồ dò tìm xoáy cho mô hình CCAM để dự báo bão hạn mùa khu vực Biển Đông

Phạm Thanh Hà[1], Hoàng Danh Huy[1], Phạm Quang Nam[1], Jack Katzfey[2], John McGregor[2], Nguyễn Kim Chi[2], Trần Quang Đức[1], Nguyễn Mạnh Linh[3], Phan Văn Tân[1,*]

[1]*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

[2]*CSIRO, Australia, 107-121 Station St, Aspendale VIC 3195, Australia*

[3]*Trung tâm Dự báo Khí tượng Thuỷ văn Quốc gia, Tổng cục Khí tượng Thuỷ văn, 62 Nguyễn Chí Thanh, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 18 tháng 4 năm 2019
Chỉnh sửa ngày 06 tháng 6 năm 2019; Chấp nhận đăng ngày 17 tháng 7 năm 2019

Tóm tắt: Nghiên cứu này đã lựa chọn được một sơ đồ dò tìm xoáy phù hợp cho việc mô phỏng hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông bằng mô hình CCAM. Các kết quả thu được cho thấy mô hình CCAM có khả năng mô phỏng tốt các trường hoàn lưu trong từng tháng thông qua việc mô tả hợp lý quy luật dịch chuyển của XTNĐ trên khu vực đang nghiên cứu. Sau đó, sơ đồ dò tìm xoáy này được áp dụng thử nghiệm phụ vụ công tác dự báo hạn mùa với các kết quả đầu ra của mô hình CCAM với độ phân giải 20km cho tháng 9/2018 và tháng 10/2018. Các kết quả nhận được đã dự báo khá sát cả về số lượng lẫn vùng có khả năng cao xuất hiện hoạt động của XTNĐ khi so sánh với thực tế. Đặc biệt, đối với tháng 10/2018, mặc dù vùng hoạt động của XTNĐ – YUTU có phần khác biệt so với vị trí trung bình nhiều năm, nhưng các kết quả dự báo hạn mùa thu được từ 120 thành phần dự của mô hình CCAM kết hợp với sơ đồ dò tìm xoáy được lựa chọn đã nắm bắt được sự thay đổi này. Điều này, cho thấy khả năng có thể sử dụng mô hình CCAM kết hợp với bộ chỉ tiêu dò tìm xoáy đã lựa chọn đối với công tác dự báo hạn mùa hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông trong tương lai.

Từ khoá: Sơ đồ dò tìm xoáy, bão, xoáy thuận nhiệt đới, Biển Đông.

1. Mở đầu

Xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) là một trong những hiện tượng thời tiết nguy hiểm. Việt Nam là quốc gia có đường bờ biển chạy dài trên 3000 km chạy theo hướng Bắc Nam, hàng năm chịu ảnh hưởng của khoảng 11.9 XTNĐ trên Biển Đông (Đinh Văn Ưu, 2009 [1]). Sự xuất hiện của XTNĐ thường kèm theo những hiện tượng thời tiết nguy hiểm như mưa lớn, gió mạnh, sóng to...,

*Tác giả liên hệ.
Địa chỉ email: phanvantan@hus.edu.vn

https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4384

gây nên thiệt hại đến đời sống xã hội và kinh tế đối với những khu vực XTNĐ đi qua. Đặc biệt, sự xuất hiện của XTNĐ trên biển là một mối nguy hiểm đe doạ trực tiếp tới tính mạng của ngư dân, nhất là trong trường hợp đánh bắt xa bờ. Ngoài ra, sự xuất hiện XTNĐ gây khó khăn trong với công tác tuần tra, tìm kiếm cứu hộ, cứu nạn trên biển cũng như hoạt động sinh sống, kinh tế tại các vùng hải đảo. Bởi vậy, những thông tin về dự báo và cảnh báo bão luôn là mối quan tâm của toàn xã hội.

Bên cạnh bài toán dự báo bão thời tiết, hiện nay dự báo bão hạn mùa đang là một trong những vấn đề được đặc biệt chú trọng bởi tầm quan trọng trong ứng dụng thực tiễn. Dự báo bão hạn mùa có thể cung cấp thông tin về khả năng xuất hiện của bão trong tương lai với hạn đủ dài (thường là vài ba tháng tới dưới một năm) phục vụ phòng tránh thiên tai một cách chủ động. Dự báo bão hạn mùa có thể được tiếp cận bằng nhiều phương pháp khác nhau, tuy nhiên có thể chia thành 3 cách chính: 1) hướng tiếp cận động lực dựa trên việc sử dụng các thông tin về sự hình thành và phát triển của XTNĐ từ các mô hình dự báo khí hậu; 2) hướng tiếp cận thống kê dựa trên mối quan hệ giữa một số đặc trưng của XTNĐ như số lượng bão, số ngày bão, vùng hoạt động của bão ... với các đặc trưng của trường quy mô lớn như nhiệt độ mặt nước biển (SST), các chỉ số ENSO, gió vĩ hướng, áp suất bề mặt ...; và 3) hướng tiếp cận kết hợp thống kê – động lực (Chan và CS, 2001 [2]; Camargo và Barnston, 2009 [3]; Klotzbach và Gray, 2009 [4]; Vecchi và CS, 2011 [5]; Lu và CS, 2013 [6]). Trong 3 hướng tiếp cận trên, phương pháp dự báo bão hạn mùa theo hướng thống kê được sử dụng phổ biến nhất, bởi vì nó đơn giản cũng như không đòi hỏi tài nguyên máy tính mạnh đối với các mô hình khí hậu với độ phân giải thô (Klotzbach, 2007 [7]; Vitart và CS, 2010 [8]; Yeung và Chan, 2012 [9]). Dự báo XTNĐ hạn mùa theo phương pháp kết hợp thống kê và động lực cũng đã được áp dụng cho nhiều khu vực khác nhau trên thế giới (Camargo và CS, 2007 [10]). Đối với khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương, Đại học thành phố Hồng Kông (City University of Hong Kong) đã đưa ra các dự báo cho từng mùa số lượng XTNĐ phương pháp thống kê thời gian thực (Chan và CS 1998, 2001 [11, 2], trong khi đó Viện nghiên cứu quốc tế về Khí hậu và Xã hội (IRI - International Research Institute for Climate and Society) (Camargo và Barnston, 2009 [3]) và Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu (Vitart và Stockdale, 2001 [12]) cung cấp những bản tin dự báo tần suất hoạt động của XTNĐ dựa trên các mô hình động lực. Các nghiên cứu trước đây (Vitart và CS, 1997 [13]; Yokoi và CS, 2009 [14]) đã cho thấy các kết quả đầu ra của các mô hình hoàn lưu chung (GCM - General Circulation Model) có khả năng mô phỏng tốt về cấu trúc cũng như quỹ đạo hoạt động của XTNĐ. Bên cạnh đó, các mô hình khí hậu khu vực (RCM - Regional Climate Model) với ưu điểm là tiết kiệm tài nguyên tính toán cũng đã được sử dụng để nghiên cứu đánh giá việc mô phỏng hoạt động của XTNĐ (Camargo và CS, 2007 [10], Landman và CS, 2005 [15]). Các mô phỏng của ECHAM4.5 GCM đã được hạ quy mô và sử dụng để cưỡng bức cho các mô hình phổ khu vực của Trung tâm dự báo môi trường Hoa Kỳ (NCEP). Từ kết quả của hai thí nghiệm của hai năm 1994 (năm XTNĐ hoạt động nhiều) và năm 1998 (năm XTNĐ hoạt động ít) đã cho thấy khu vực hình thành xoáy, mật độ bão và hoàn lưu chung được cải thiện rõ rệt khi sử dụng các thông tin đầu ra từ mô hình RCM với độ phân giải cao so với mô hình GCM.

Khác với bài toán dự báo thời tiết, sản phẩm đầu ra của mô hình dự báo hạn mùa là cực kỳ lớn. Chẳng hạn, với trường hợp dự báo thời tiết, hạn dự báo 3 ngày, mỗi ngày kết xuất 4 lát cắt thời gian, sẽ có tất cả 13 lát cắt, kể cả thời điểm ban đầu. Trong khi đó, với dự báo hạn mùa 6 tháng trung bình mỗi tháng 30 ngày, mỗi ngày cũng kết xuất 4 lát cắt thời gian thì tổng số sẽ là 6 x 30 x 4 + 1 = 721 lát cắt. Hơn nữa, bão không phải là biến dự báo của mô hình, nên trong trường hợp dự báo thời tiết, bão có thể được phát hiện "bằng mắt" thông qua việc xem xét các trường dự báo. Tuy nhiên, đối với bài toán dự báo mùa, bão được phát hiện một cách khách quan nhờ bộ chương trình dò tìm xoáy. Việc dò tìm xoáy bão từ sản phẩm mô hình phụ thuộc chủ yếu vào thuật toán. Mỗi thuật toán sẽ đưa ra một

bộ tiêu chí phát hiện bão. Thông thường, một thuật toán được sử dụng để dò tìm xoáy bão đánh giá sự thay đổi của các trường như độ xoáy, gió bề mặt, nhiệt độ tại các mực khí áp, và áp suất mực biển cực tiểu (Bengtsson và CS, 1982 [16], Bengtsson và CS, 1995 [17]; Walsh, 1997 [18], Walsh và Watterson, 1997 [19], Nguyen và Walsh, 2001 [20], Yeung và Chan, 2012 [9]). Tuy nhiên, Camargo và Zebiak, 2002 [21] đã chỉ ra rằng phương pháp này đôi khi sẽ dò ra các nhiễu loạn cực trị địa phương thay vì XTNĐ cần tìm. Do đó, các tác giả cho rằng một thuật toán được sử dụng để dò tìm xoáy bão cần phải được điều chỉnh các ngưỡng chỉ tiêu với từng điều kiện sao cho phù hợp với từng khu vực nghiên cứu, từng mô hình, từng độ phân giải cụ thể. Nhìn chung, hầu hết các sơ đồ dò xoáy đều áp dụng các ngưỡng chỉ tiêu nhất định nào đó cho tốc độ gió tại một số mực áp suất và giá trị độ xoáy tại mực 850 mb. Về mặt vật lý để đảm bảo loại bỏ được các trường hợp xoáy tồn tại ở vùng vĩ độ trung bình, các xoáy bão được tìm thấy phải đảm bảo có lõi nóng (warm-core), hoặc tốc độ gió tại mực thấp phải lớn hơn tốc độ gió tại mực trên cao. Bên cạnh đó, thời gian tồn tại của XTNĐ cũng là một trong những điều kiện quan trọng trong mỗi sơ đồ dò tìm xoáy dựa trên các kết quả kết xuất từ mô hình.

Do đó, việc xác định một sơ đồ phù hợp cho việc dò tìm XTNĐ trên khu vực Biển Đông phục vụ cho công tác dự báo bão hạn mùa là vô cùng cần thiết. Trong khuôn khổ bài báo này, việc đánh giá và lựa chọn sơ đồ dò tìm XTNĐ phù hợp sẽ dựa trên khả năng mô phỏng hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông trong giai đoạn 1980-2014 bằng mô hình CCAM. Sau đó, sơ đồ dò tìm XTNĐ được lựa chọn sẽ được áp dụng thử nghiệm với các kết quả đầu ra của mô hình CCAM phục vụ dự báo mùa với độ phân giải 20km cho tháng 9/2018 và tháng 10/2018.

2. Phương pháp và số liệu

2.1. Mô hình CCAM

CCAM là mô hình khí quyển toàn cầu với độ phân giải có thể thay đổi, được phát triển bởi CRISO (McGregor, 2005 [22]; McGregor và Dix, 2001 [23], 2008 [24]). CCAM bao gồm một tập hợp đầy đủ các tham số vật lý. Mô hình sử dụng các tham số bức xạ sóng ngắn và sóng dài được cập nhật từ mô hình GFDL (Schwarzkopf và Ramaswamy, 1999 [25]; đồng thời tính đến ảnh hưởng của phân bố mây, xác định bởi các dòng chất lỏng, dòng băng-nước của Rotstayn, 1997 [26]. Mô hình cũng bao gồm các sơ đồ của Rotstayn và Lohmann, 2002 [27] về ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp của sol khí sunfat. Mô hình sử dụng một dòng lớp biên phụ thuộc ổn định dựa theo lý thuyết tương đối Monin–Obukhov (McGregor và CS, 1993) [28]. Mô hình CABLE trao đổi giữa khí quyển và sinh quyển cũng có trong mô hình, được miêu tả với 6 lớp nhiệt độ đất, 6 lớp độ ẩm đất và ba lớp tuyết. Sơ đồ đối lưu mây tích sử dụng các dòng khối lượng khép kín như trong mô tả của McGregor, 2003 [29] bao gồm các xoáy, các dòng đi ra. CCAM cũng bao gồm một tham số đơn giản để tăng nhiệt độ bề mặt nước biển SST dưới điều kiện tốc độ gió yếu và lượng bức xạ mặt trời chiếu xuống lớn, ảnh hưởng đến sự tính toán các dòng bề mặt. Sự tính toán động lực của CCAM bao gồm một số nét đặc biệt. Đây là mô hình phi thủy tĩnh với hai bước bán ẩn thời gian khác nhau. CCAM có thể sử dụng lưới thông thường (quasi-uniform grid) hoặc lưới co giãn (stretched grid) bởi việc sử dụng phép biến đổi Schmidt, 1977 [30]. Lưới thông thường cho phép chúng ta áp dụng hiệu chỉnh sai số nhiệt độ mặt nước biển, trong khi đó lưới co giãn sẽ tập trung vào các nguồn có sử dụng máy điện toán trên vùng quan tâm với các điều kiện biên ở xung quanh. Một bộ lọc kỹ thuật số được sử dụng để chuyển các trường khí tượng quy mô lớn từ máy chủ vào mô phỏng của lưới co giãn.

Trong nghiên cứu này, hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông trong giai đoạn 1980-2014 được mô phỏng bằng mô hình CCAM chạy với độ phân giải ngang 20km, với miền tính bao phủ toàn bộ khu vực Biển Đông 0-30^{0}N; 100-140^{0}E. Việc thử nghiệm dự báo bão cho hai tháng 9/2018 và 10/2018 bằng mô hình CCAM được thực hiện khi sử dụng sản phẩm dự báo của mô hình chạy (khởi tạo) trong tháng 08/2018 (tháng đứng dự báo) với chu trình 2 lần/ngày vào

các thời điểm 00 và 12 UTC. Số liệu phân tích toàn cầu của mô hình GFS (Global Forecast System) với độ phân giải ngang 0.25x0.25 độ, 26 mực thẳng đứng làm điều kiện ban đầu cho mô hình. Điều kiện biên của mô hình là nhiệt độ bề mặt biển trung bình tháng dự báo của mô hình CFS (Climate Forecast System) độ phân giải 1.0x1.0 độ. Tất cả sản phẩm dự báo của CCAM trong tháng 08/2018 sẽ được sử dụng để dự báo sự hoạt động của bão trong các tháng 09/2018. Như vậy sẽ có 30 x 2 = 60 thành phần cho dự báo tháng 09 ứng với hạn dự báo 1 tháng. Việc dự báo hoạt động của bão trong tháng 10/2018 với cả hạn dự báo 1 và 2 tháng bằng việc sử dụng tất cả các dự báo của tháng 08/2018 và tháng 09/2018 sẽ dựa trên (30 + 30) x 2 = 120 thành phần dự báo.

2.2. Sơ đồ dò tìm xoáy

Trong mục này sẽ mô tả về phương pháp và thuật toán xác định XTNĐ từ sản phẩm của mô hình CCAM. Thông tin của các trường đầu ra từ mô hình CCAM được cho trên các mực đẳng áp chuẩn 850, 700, 500 và 300 hPa với độ phân giải (bước) thời gian là 6 giờ. Quá trình dò tìm xoáy được thực hiện cho tất cả các lát cắt thời gian từ sản phẩm mô hình theo các bước dưới đây.

1) Tại mỗi bước thời gian, kiểm tra tại từng nút lưới để tìm các cực đại xoáy địa phương lớn hơn một chỉ tiêu cho trước. Cực đại xoáy địa phương được xác định khi giá trị độ xoáy tại điểm nút xem xét lớn hơn giá trị độ xoáy tại bốn điểm liền kề quanh nó. Mỗi nút lưới như vậy được coi là một ứng viên.
2) Nếu một nút lưới ứng viên được tìm thấy, điểm có cực tiểu khí áp mực biển nằm trong vùng bán kính 300km tính từ nút lưới ứng viên sẽ được xác định bằng phương pháp nội suy. Vị trí thấp nhất của khí áp mực biển tìm thấy không nhất thiết phải trùng với các nút lưới nhờ phương pháp nội suy.
3) Khi vị trí tâm thấp của khí áp mực biển được tìm thấy, một số chỉ tiêu sẽ được áp dụng để xác định xem đây có phải là vị trí của tâm bão hay không. Các chỉ tiêu áp dụng bao gồm:
   - Dị thường khí áp mực biển (DP) nhỏ hơn một giá trị cho trước.
   - Tổng dị thường nhiệt độ (DT) tại các mực đẳng áp lớn hơn một giá trị cho trước.
   - Sức gió phía ngoài (OCS) lớn hơn một giá trị cho trước.

   Việc tính toán giá trị dị thường của một trường bất kỳ (khí áp mực biển, nhiệt độ) được thực hiện bằng việc lấy giá trị của trường tại tâm xoáy trừ đi giá trị trung bình trường tại vòng tròn bán kính 2.5 độ kinh vĩ tính từ tâm.
4) Khi tất các các chỉ tiêu kể trên thoả mãn, tâm khí áp mực biển nói trên sẽ được xem là một tâm XTNĐ. Do việc dò tìm tâm XTNĐ được thực hiện tại từng lát thời gian cách nhau 6h nên trong quá trình dò tìm XTNĐ cần quan tâm thêm đến việc tâm XTNĐ dò tìm được ở thời điểm này là của XTNĐ mới được hình thành hay là của XTNĐ đã tồn tại tại lát thời gian trước đó. Điều này, được xác định bằng việc kiểm tra sự tồn tại của XTNĐ tại lát thời gian trước có nằm trong vòng bán kính 300 km tính từ vị trí tâm XTNĐ được tìm thấy tại thời điểm này.

Quá trình dò xoáy có thể xuất hiện những nhiễu động thoả mãn tất cả các điều kiện được đưa ở trên. Do đó, để loại bỏ những nhiễu động này, chỉ những xoáy tồn tại ít nhất 1,5 ngày (36 giờ) mới được coi là các XTNĐ.

Như đã trình bày ở trên, việc lựa chọn các ngưỡng giá trị cho từng điều kiện của một sơ đồ xoáy đóng vai trò rất quan trọng trong việc mô phỏng hoạt động của XTNĐ. Phan và CS, 2015 [31] đã đánh giá khả năng dự báo bão hạn mùa hoạt động của XTNĐ cho khu vực bờ biển Việt Nam trong giai đoạn 2012-2013 bằng việc sử dụng mô hình RegCM4.2. Các kết quả thu được đã mô phỏng được khá hợp lý về cả thời gian và vùng hoạt động của XTNĐ trong giai đoạn nghiên cứu. Do đó, bộ chỉ tiêu dò tìm XTNĐ đã được sử dụng ở nghiên cứu này (ký hiệu SĐ1) sẽ được áp dụng để so sánh với bộ chỉ tiêu đã được điều chỉnh (ký hiệu SĐ2) trong việc mô phỏng hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông trong giai đoạn 1980-2014 bằng mô hình CCAM. Sự giống nhau và khác biệt của hai bộ chỉ tiêu SĐ1 và SĐ2 được mô tả ở trong bảng 1.

Bảng 1. Các ngưỡng chỉ tiêu áp dụng của hai sơ đồ dò tìm XTNĐ được áp dụng trong nghiên cứu

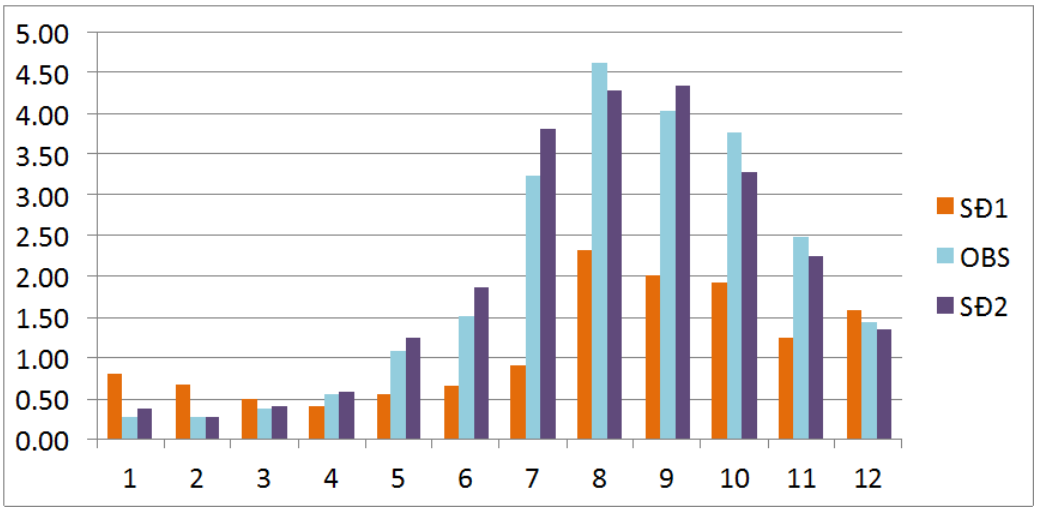
	Độ xoáy (s^{-1})	Dị thường lõi nóng (K)	Tốc độ gió OCS (m/s)	Dị thường áp suất (hPa)
SĐ1	$5x10^{-5}$	2	5	-5
SĐ2	$1x10^{-5}$	1	5	-5

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá và lựa chọn sơ đồ dò tìm xoáy phù hợp với mô hình CCAM thông qua việc mô phỏng hoạt động của XTNĐ trong giai đoạn 1980-2014

Trong bài báo này, các kết quả mô phỏng hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông trong giai đoạn 1980-2014 bằng hai bộ chỉ tiêu SĐ1 và SĐ2 sẽ được so sánh và đánh giá, từ đó lựa chọn bộ chỉ tiêu phù hợp nhất với việc dò tìm XTNĐ bằng mô hình CCAM.

Hình 1 biểu diễn số lượng XTNĐ trung bình tháng giai đoạn 1980-2014 được xác định bằng hai sơ đồ dò tìm xoáy (SĐ1) và (SĐ2) trên tập số liệu mô phỏng các trường khí quyển của mô hình CCAM và số liệu XTNĐ quan trắc được thu thập từ trang web *weather.unisys.com*. Kết quả cho thấy có sự khác biệt lớn giữa hai sơ đồ dò xoáy khi áp dụng trên cùng một bộ số liệu mô phỏng trường khí quyển của mô hình CCAM. Cụ thể SĐ2 nắm bắt được tốt biến trình năm của số lượng XTNĐ trên khu vực Biển Đông khi so sánh với quan trắc, với sự xuất hiện của XTNĐ tập trung vào giai đoạn từ tháng 6 đến tháng 11 và đỉnh xuất hiện vào tháng 9. Đối với các tháng đầu năm từ tháng 1 đến tháng 7, số lượng XTNĐ trung bình của từng tháng dò tìm được dựa vào SĐ2 lớn hơn với mức chênh lệch nằm trong khoảng 5.3% (tháng 4) cho đến 44.44% (tháng 1) khi so sánh với giá trị trung bình quan trắc của các tháng tương ứng. Trong giai đoạn từ tháng 8 đến tháng 12, số lượng XTNĐ trung bình tháng dò tìm được trên Biển Đông bằng sơ đồ dò tìm xoáy SĐ2 có xu hướng thấp với mức độ sai khác so với thực tế tương đối nhỏ dưới 13% giá trị trung bình tháng tương ứng quan trắc. Đối với SĐ1 trong những tháng mùa bão từ tháng 6 đến tháng 11, số lượng XTNĐ trung bình được xác định thấp hơn khoảng 50% so với quan trắc. Ngược lại, trong giai đoạn từ tháng 12 đến tháng 3, số lượng XTNĐ bằng SĐ1 lại cao hơn so với quan trắc; đặc biệt tháng 1 và tháng 2 với mức độ sai khác lớn trên 160% so với giá trị trung bình XTNĐ tháng quan trắc thực tế.



Hình 1. Số lượng XTNĐ trung bình tháng trên khu vực Biển Đông trong giai đoạn 1980-2014. Trong đó, màu cam số lượng XTNĐ được xác định bằng SĐ1; màu xanh số lượng XTNĐ thu thập từ weather.unisys.com; màu tím số lượng XTNĐ được xác định bằng SĐ2.

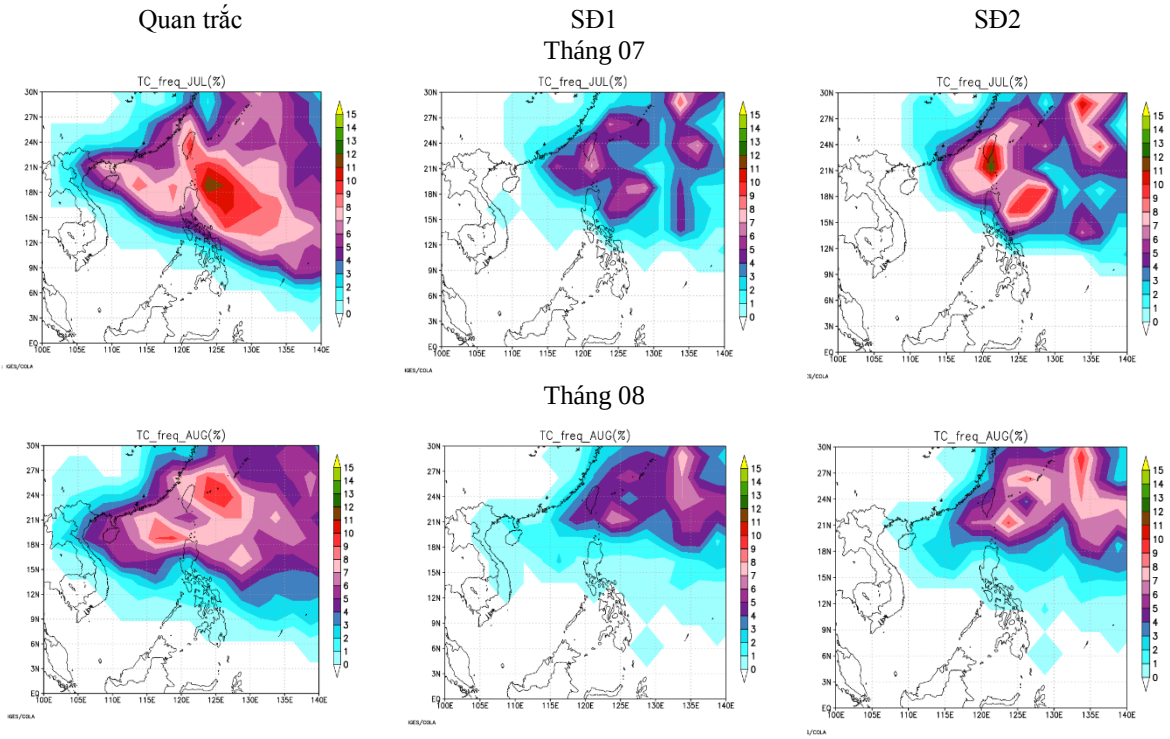
Các vùng hoạt động trung bình của XTNĐ từ tháng 7 đến tháng 12 trên khu vực Biển Đông trong giai đoạn 1980-2014 được thể hiện trên hình 2. Có thể nhận thấy rằng, cả hai sơ đồ dò tìm xoáy đều nắm bắt được quy luật hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông khi so sánh với số liệu quan trắc. Theo đó, càng về cuối năm, XTNĐ có xu hướng hoạt động dịch chuyển về phía nam. Việc các sơ đồ dò tìm xoáy khác nhau cho kết quả về vùng hoạt động của XTNĐ khá tương đồng với thực tế quan trắc đã chứng minh khả năng mô phỏng tốt các trường hoàn lưu trong từng tháng của mô hình CCAM. Tuy nhiên, tần suất xuất hiện của XTNĐ mô phỏng được dựa trên SĐ1 có phần thấp hơn so với các kết quả thu được từ SĐ2. Điều này hoàn toàn hợp lý vì số lượng XTNĐ trung bình trong thời gian từ tháng 7 đến tháng 12 nắm bắt được của SĐ1 nhỏ hơn SĐ2.

Việc so sánh kết quả mô phỏng thu được từ hai sơ đồ dò tìm XTNĐ với số liệu quan trắc cho thấy tầm quan trọng của việc lựa chọn sơ đồ dò xoáy phù hợp với từng mô hình cụ thể. Các sơ đồ dò xoáy khác nhau sẽ cho kết quả khác nhau, thậm chí có sự khác biệt rõ rệt về số lượng, đặc biệt là biến trình hoạt động của XTNĐ trong một năm. Nếu như trong nghiên cứu của Phan và CS, 2015 [19], SĐ1 đã chứng minh được mức độ hiệu quả của nó đối với mô hình RegCM4.2 thì khi áp dụng sơ đồ này cho mô hình CCAM, kết quả thu được mặc dù có sự tương đồng khi xem xét vùng hoạt động của XTNĐ theo các tháng, nhưng SĐ1 vẫn chưa nắm bắt được chính xác về số lượng và biến trình hoạt động trong năm.

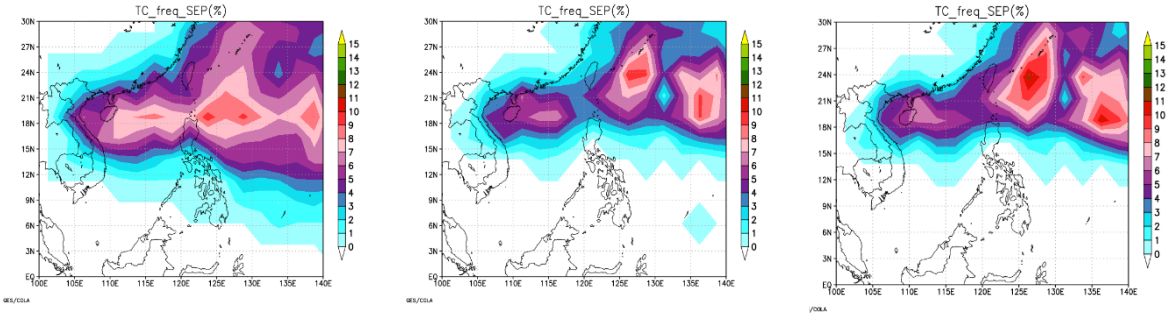
Vì vậy, để đánh giá khả năng dự báo bão hạn mùa số lượng và vùng hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông bằng mô hình CCAM, ở đây sẽ thử nghiệm áp dụng SĐ2.

3.2. Thử nghiệm khả năng dò tìm XTNĐ trên khu vực Biển Đông bằng mô hình CCAM cho dự báo hạn mùa

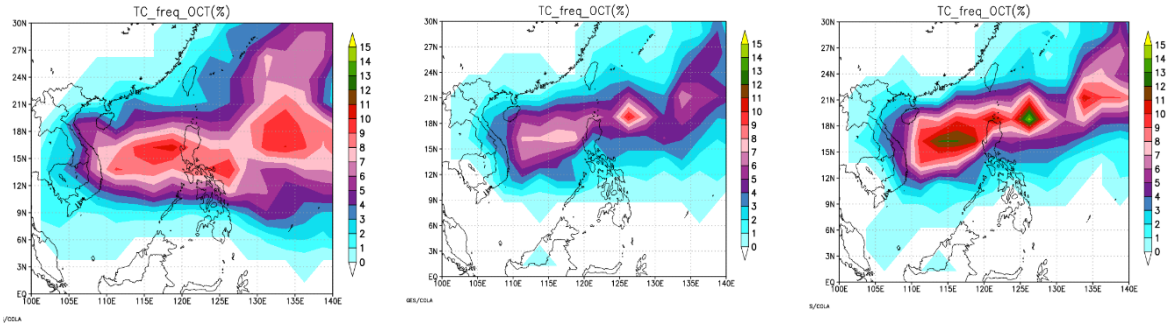
Trong mục này sẽ trình bày kết quả thử nghiệm dự báo cho tháng 09/2018, tháng 10/2018 với thời gian bắt đầu chạy dự báo từ tháng 08/2018 bằng mô hình CCAM độ phân giải 20km kết hợp sơ đồ dò tìm xoáy của SĐ2.



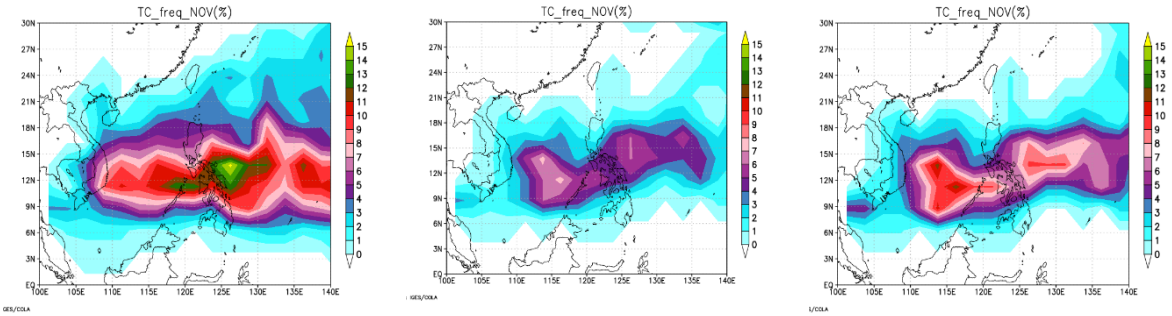
Tháng 09



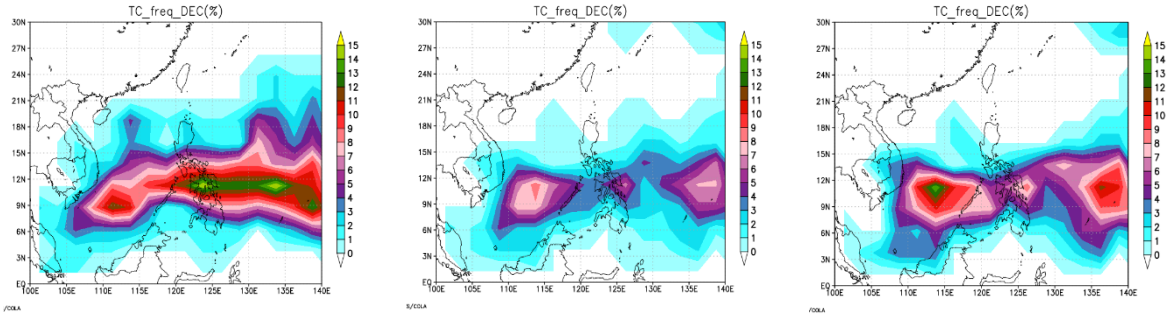
Tháng 10



Tháng 11



Tháng 12



Hình 2. Mô tả vùng hoạt động trung bình của XTNĐ từ tháng 7 đến tháng 12 trên khu vực Biển Đông trong giai đoạn 1980-2014 dựa trên số lượng XTNĐ thu thập được từ trang web: weather.unisys.com (Quan trắc); và số lượng XTNĐ dò được bằng SĐ1 và SĐ2.

Trên thực tế, việc dự báo được số lượng XTNĐ cho một năm cụ thể nào đó nói chung không đơn giản. Bởi vậy, thông thường thay cho việc dự báo số lượng người ta chọn phương án dự báo pha. Dự báo pha không chỉ ra được số lượng bão cụ thể mà chỉ đưa ra thông tin về khả năng bão hoạt động nhiều hơn (trên chuẩn), ít hơn (dưới chuẩn) hay tương đương với trung bình nhiều năm (tương đương chuẩn) của từng tháng trong năm. Ngưỡng được sử dụng để xác định các pha trong trường hợp này là các phân vị 33% (q33) và 66% (q66) được tính từ bộ số liệu quan trắc số lượng XTNĐ giai đoạn 1980-2014 cho từng tháng. Thông tin về giá trị phân vị q33, q66 và trung bình của số lượng XTNĐ tương của tháng 9 và tháng 10 được cung cấp ở bảng 2. Từ đó, kết quả dự báo pha cho một tháng nào đó có số lượng XTNĐ dự báo (NTCDB) là trên chuẩn nếu NTCDB>q66, là dưới chuẩn nếu NTCDB≤q33, và tương đương chuẩn nếu q33<NTCDB≤q66. Ngoài ra, vùng bão hoạt động được dự báo dựa trên tần suất xuất hiện XTNĐ tính từ quỹ đạo dò tìm được nhờ SĐ2 đối với tất cả các thành phần dự báo.

Bảng 2. Giá trị phân vị q33, trung bình và phân vị q66 của tháng 9 và tháng 10

	q33	Trung bình	q66
Tháng 09	3.0	4.1	5.0
Tháng 10	2.0	3.0	4.0

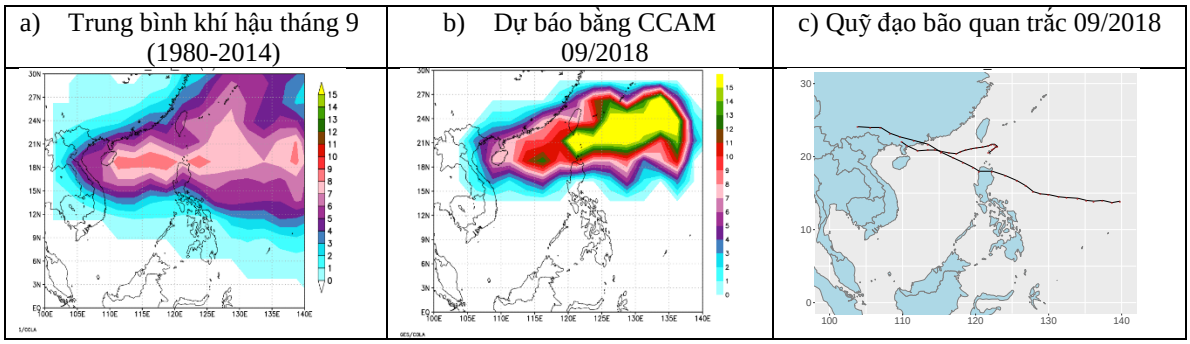
a) Kết quả dự báo XTNĐ trong tháng 09/2018

Kết quả dự báo về số lượng và vùng hoạt động của XTNĐ trong tháng 09/2018 được dựa trên các kết quả đầu ra của 60 thành phần dự báo kết hợp với sơ đồ dò tìm xoáy SĐ2. Bảng 3 cung cấp thông tin về tần suất dự báo số lượng XTNĐ theo các pha tương ứng. Có thể thấy rằng, có 96.4% tổng số thành phần dự báo (58/60 thành phần) cho kết quả NTCDB hoạt động trên khu vực Biển Đông ở mức dưới chuẩn, nghĩa là dưới 3 XTNĐ. Quỹ đạo dự báo vùng hoạt động của XTNĐ cho thấy có sự tương đồng về khu vực hoạt động chủ yếu của XTNĐ so với vùng hoạt động trung bình vào tháng 9 (hình 3)

Trên thực tế, vào tháng 9/2018, khu vực Biển Đông có sự xuất hiện của 2 XTNĐ có tên gọi quốc tế là BARIJAT (08/09/2018-14/09/2018) và MANGKHUT (07/09/2018-17/09/2018. Quỹ đạo hoạt động của 2 XTNĐ này tuân theo quy luật hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông, với hướng đổ bộ lệch về phía khu vực phía Bắc. Như vậy, có thể thấy kết quả tổ hợp các dự báo từ 60 thành phần dự báo của mô hình CCAM cho dự báo mùa đã dự báo khá chính xác về pha của NTCDB vùng có khả năng hoạt động cao của XTNĐ vào tháng 09/2018 trên khu vực Biển Đông.

Bảng 3. Tần suất xuất hiện số lượng XTNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông theo các pha dự báo cho tháng 9/2018

Pha	Tần suất
Dưới chuẩn	96.7%
Tương đương chuẩn	3.3%
Trên chuẩn	0%

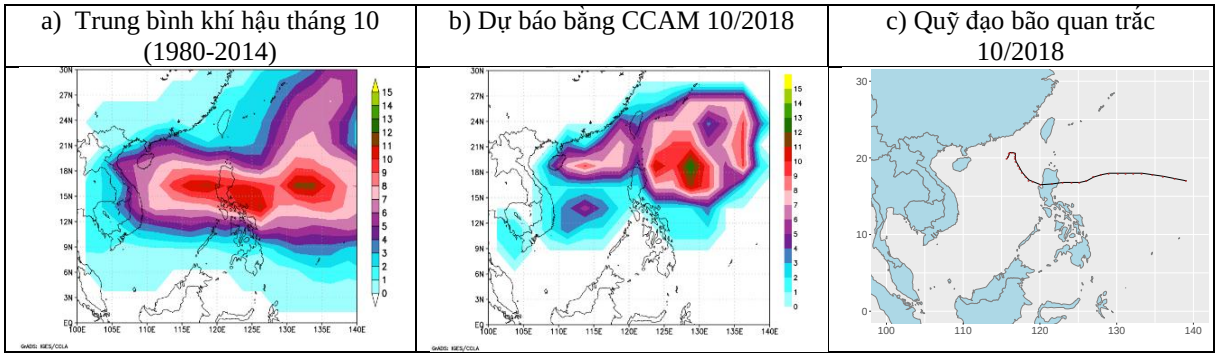


Hình 3. So sánh (a) kết quả dự báo vùng hoạt động của XTNĐ vào tháng 9/2018; (b) vùng hoạt động của XTNĐ trung bình nhiều năm trong tháng 9 của giai đoạn 1980-2014; (c) quỹ đạo bão quan trắc thực tế tháng 9/2018.

b) Kết quả dự báo XTNĐ trong tháng 10/2018

Các kết quả dự báo mùa số lượng XTNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông vào tháng 10/2018 thu được dựa trên kết quả đầu ra của 120 thành phần dự báo kết hợp với sơ đồ dò tìm xoáy SĐ2. Theo đó, 116/120 (tương ứng với 96.3%) thành phần cho kết quả dự báo NTCDB ở pha dưới chuẩn, nghĩa là có dưới 2 XTNĐ hoạt động trên Biển Đông vào 10/2018 (Bảng 4). Tuy nhiên, vùng hoạt động của XTNĐ được dự báo có xu hướng hoạt động ở vùng vĩ độ cao hơn so với vùng hoạt động trung bình của XTNĐ vào tháng 10 trong giai đoạn 1980-2014 (hình 4).

So sánh với thực tế, vào tháng 10/2018, 1 XTNĐ có tên là YUTU đã hoạt động trên khu vực Biển Đông (21/10/2018-2/11/2018). Quỹ đạo hoạt động của XTNĐ này có xu hướng hoạt động ở vùng vĩ độ cao hơn (18^0N) so với vùng hoạt động với cường độ cao của XTNĐ trên khu vực Biển Đông vào tháng 10 (14^oN-17^oN). Như vậy, có thể thấy kết quả tổ hợp các dự báo từ 120 thành phần dự báo của mô hình CCAM cho dự báo mùa đã dự báo khá chính xác vùng có khả năng hoạt động cao của XTNĐ vào tháng 10/2018 trên khu vực Biển Đông mặc dù quỹ đạo hoạt động của XTNĐ này có phần khác biệt so với vùng hoạt động trung bình nhiều năm.



Hình 4. So sánh (a) kết quả dự báo vùng hoạt động của XTNĐ vào tháng 10/2018; (b) vùng hoạt động của XTNĐ trung bình nhiều năm trong tháng 10 của giai đoạn 1980-2014; (c) quỹ đạo bão quan trắc tháng 10/2018.

Bảng 4. Tần suất xuất hiện số lượng XTNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông dự báo cho tháng 10/2018

Pha	Tần suất
Dưới chuẩn	96.6%
Tương đương chuẩn	0%
Trên chuẩn	3.4%

4. Kết luận

Bằng việc đánh giá khả năng mô phỏng hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông trong giai đoạn 1980-2014 từ hai bộ chỉ tiêu SĐ1 và SĐ2, có thể nhận thấy rằng việc lựa chọn các ngưỡng chỉ tiêu phù hợp với từng mô hình đóng vai trò vô cùng quan trọng. Các sơ đồ dò xoáy khác nhau sẽ cho kết quả khác nhau, thậm chí các kết quả thu được cho thấy sự khác biệt rõ rệt về số lượng, đặc biệt là biến trình hoạt động của XTNĐ trong một năm. Việc các sơ đồ dò tìm xoáy khác nhau cho kết quả về vùng hoạt động của XTNĐ khá tương đồng với thực tế quan trắc góp phần chứng minh khả năng mô phỏng tốt các

trường hoàn lưu trong từng tháng của mô hình CCAM.

Với việc lựa chọn được sơ đồ dò tìm XTNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông phù hợp với mô hình CCAM (SĐ2) để áp dụng vào việc thử nghiệm dự báo bão hạn mùa cho hai tháng là tháng 09/2018 và tháng 10/2018 đã thu được những kết quả khá sát với quan trắc thực tế cả về số lượng lẫn vùng có khả năng cao xuất hiện hoạt động của XTNĐ. Đặc biệt, đối với tháng 10/2018, mặc dù vùng hoạt động của XTNĐ – YUTU có phần khác biệt so với vị trí trung bình nhiều năm, nhưng các kết quả dự báo hạn mùa thu được từ 120 thành phần dự báo của mô hình CCAM kết hợp với chỉ tiêu dò tìm xoáy SĐ2 đã nắm bắt được sự thay đổi này. Điều này, cho thấy khả năng có thể sử dụng mô hình CCAM kết hợp với bộ chỉ tiêu dò tìm xoáy SĐ2 vào việc dự báo hạn mùa hoạt động của XTNĐ trên khu vực Biển Đông trong tương lai. Tuy nhiên, trước khi áp dụng vào công tác nghiệp vụ, ta cần thiết phải tiến hành đánh giá khả năng dự báo XTNĐ trong quá khứ.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện và hoàn thành dưới sự hỗ trợ của Dự án FIRST mã số 17/FIRST/1a/VNU2. Nhân đây tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

[1] Đinh Văn Ưu, Đánh giá quy luật biến động dài hạn và xu thế biến đổi số lượng bão và áp thấp nhiệt đới trên khu vực Tây Thái Bình Dương, Biển Đông và ven biển Việt Nam, Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 25 3S (2009) 542-550.

[2] J.C.L. Chan, J.E. Shi, K.S. Liu, Improvements in the seasonal forecasting of tropical cyclone activity over the western North Pacific, Weather Forecast 16 (2001) 491-498.

[3] S.J. Camargo, A.G. Barnston, Experimental seasonal dynamical forecasts of tropical cyclone activity at IRI, Weather Forecasting 24 (2009) 472-491.

[4] P.J. Klotzbach, W.M. Gray, Twenty-five years of Atlantic basin seasonal hurricane forecasts (1984−2008), Geophys Res Lett. 36: L09711 (2009). https://doi.org/10.1029/2009GL037580.

[5] G.A. Vecchi, M. Zhao, H. Wang, G. Villarini and others, Statistical-dynamical predictions of seasonal North Atlantic hurricane activity, Mon Weather Rev. 139 (2011) 1070-1082.

[6] M.M. Lu, C.T. Lee, B. Wang, Seasonal prediction of accumulated tropical cyclone kinetic energy around Taiwan and the sources of the predictability, Int J Climatol. 33 (2013) 2846-285.

[7] P.J. Klotzbach, Revised prediction of seasonal Atlantic basin tropical cyclone activity from 1 August, Weather Forecast 22 (2007) 937-949.

[8] F. Vitart, A. Leroy, M.C. Wheeler, A comparison of dynamical and statistical predictions of weekly tropical cyclone activity in the Southern Hemisphere, Mon Weather Rev. 138 (2010) 3671-3682.

[9] A.Y. Yeung, J.C. Chan, Potential use of a regional climate model in seasonal tropical cyclone activity predictions in the western North Pacific, Clim Dyn. 39 (2012) 783-794.

[10] S.J. Camargo SJ, A.G. Barnston, P.J. Klotzbach, C.W. Landsea, Seasonal tropical cyclone forecasts, WMO Bull. 56 (2007) 297-309.

[11] J.C.L. Chan, J.E. Shi, C.M. Lam, Seasonal forecasting of tropical cyclone activity over the western North Pacific and the South China Sea, Wea Forecast. 13 (1998) 997-1004.

[12] F. Vitart, T.N. Stockdale, Seasonal forecasting of tropical storms using coupled GCM integrations, Mon Weather Rev. 129 (2001) 2521-253.

[13] F. Vitart, J.L. Anderson, W.F. Stern, Simulation of interannual variability of tropical storm frequency in an ensemble of GCM integrations, J Clim. 10 (1997) 745-76.

[14] S. Yokoi, Y.N. Takayabu, J.C.L Chan, Tropical cyclone genesis frequency over the western North Pacific simulated in mediumresolution coupled general circulation models, Clim Dyn. 33 (2009) 665-683.

[15] W.A. Landman, A. Seth, S.J. Camargo, The effect of regional climate model domain choice on the simulation of tropical cyclone-like vortices in the Southwestern Indian Ocean, J Clim. 18 (2005) 1263-1274.

[16] Bengtsson, L.H. Bottger, M. Kanamitsu, Simulation of hurricane-type vortices in a general circulation model, Tellus. 34 (1982) 440-457.

[17] Bengtsson, M. Botzet, M. Esch, Hurricane-type vortices in a general circulation model, Tellus. 47A (1995) 175-196.

[18] K. Walsh, Objective Detection of Tropical Cyclones in High-Resolution Analyses, Mon. Wea. Rev. 125 (1997) 1767-1779.

[19] K. Walsh, I.G. Watterson, Tropical Cyclone-like Vortices in a Limited Area Model: Comparison with Observed Climatology, J. Climate. 10 (1997) 2204-2259.

[20] K.C. Nguyen, K.J.E. Walsh, Interannual, decadal, and transient greenhouse simulation of tropical cyclone-like vortices in a regional climate model of the South Pacific, J Clim 14 (2001) 3043-3054.

[21] S.J. Camargo, S. E. Zebiak, Improving the Detection and Tracking of Tropical Cyclones in Atmospheric General Circulation Models, Wea. Forecasting 17 (2002) 1152-1162.

[22] J.L. McGregor, C-CAM: Geometric aspects and dynamical formulation. CSIRO Atmospheric Research Technical Paper, No. 70 (2005).

[23] J.L. McGregor, M.R. Dix, The CSIRO conformal-cubic atmospheric GCM. In: Hodnett PF (ed) IUTAM symposium on advances in mathematical modelling of atmosphere and ocean dynamics. Kluwer, Dordrecht (2001) 197-202.

[24] J.L. McGregor, M.R. Dix, An updated description of the Conformal-Cubic Atmospheric Model. In: Hamilton K, Ohfuchi W(eds) High resolution simulation of the atmosphere and ocean, Springer, New York, (2008) 51-76.

[25] M.D. Schwarzkopf, V. Ramaswamy, Radiative effects of CH4, N2O, halocarbons and the foreign-broadened H2O continuum: a GCM experiment, J Geophys Res. 104 (1999) 9467-9488.

[26] L.D. Rotstayn, A physically based scheme for the treatment of stratiform clouds and precipitation in large-scale models. I: description and evaluation of the microphysical processes, Q J R Meteorol Soc. 123 (1997) 1227-1282.

[27] L.D. Rotstayn, U. Lohmann, Simulation of the tropospheric sulfur cycle in a global model with a physically based cloud scheme, J Geo Res. 27 (2002).

[28] J.L. McGregor, H.B. Gordon, I.G. Watterson, M.R. Dix, L.D. Rotstayn, The CSIRO 9-level atmospheric general circulation model. CSIRO Division of Atmospheric Research Technical Paper, No. 26 (1993).

[29] J.L. McGregor, A new convection scheme using a simple clo-sure. In: current issues in the parameterization of convection, BMRC Res Rep. 93 (2003) 33-36.

[30] F. Schmidt, Variable fine mesh in spectral global model, Beitraege zur Physik der Atmosphaere. 50 (1977) 211-217.

[31] P.V. Tan, T.T. Long, B.H. Hai, C. Kieu, Seasonal forecasting of tropical cyclone activity in the coastal region of Vietnam using RegCM4.2, Clim. Res. 62 (2015) 115-129. https://doi.org/10.3354/cr01267.